

LOC

TEMP

AFF

NAME

AGT

SUB

STRT

# Die semantische Struktur natürlicher Sprache

Wissensrepräsentation mit MultiNet



# Die semantische Struktur natürlicher Sprache

**Springer**

*Berlin*

*Heidelberg*

*New York*

*Barcelona*

*Hongkong*

*London*

*Mailand*

*Paris*

*Singapur*

*Tokio*

Hermann Helbig

# Die semantische Struktur natürlicher Sprache

Wissensrepräsentation mit MultiNet

Mit 183 Abbildungen



Springer

Prof. Dr. Hermann Helbig

FernUniversität Hagen  
Fachbereich Informatik  
58084 Hagen

hermann.helbig@fernuni-hagen.de

---

ACM Computing Classification (1998): I.2.4, I.2.7, H.3, J.4–5

---

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Helbig, Hermann: Die semantische Struktur natürlicher Sprache:

Wissensrepräsentation mit MultiNet/Hermann Helbig. – Berlin; Heidelberg;

New York; Barcelona; Hongkong; London; Mailand; Paris; Singapur; Tokio:

Springer, 2001

ISBN 3-540-67784-4

ISBN 3-540-67784-4 Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York,

ein Unternehmen der BertelsmannSpringer Science+Business Media GmbH

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2001

Printed in Germany

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Umschlaggestaltung: Künkel + Lopka Werbeagentur, Heidelberg

Satz: Belichtungsfertige Daten vom Autor

Gedruckt auf säurefreiem Papier SPIN: 10774643 45/3142 GF – 543210

# Vorwort

Die natürliche Sprache des Menschen ist nicht nur sein wichtigstes Kommunikationsmittel, sondern sie dient auch zur Fixierung und Weitergabe kultureller Errungenschaften über Generationen hinweg. In den letzten Jahrzehnten ist die Flut an digital verfügbaren natürlichsprachlichen Informationen geradezu sprunghaft angestiegen. Diese Tendenz wird sich mit der Globalisierung der Informationsgesellschaft und der wachsenden Bedeutung der nationalen und internationalen Computernetze weiter fortsetzen. Aus diesem Grunde besitzen die theoretische Durchdringung und die automatische Beherrschung natürlichsprachlicher Kommunikationsprozesse eine entscheidende Bedeutung. Der semantischen Repräsentation natürlichsprachlich gegebenen Wissens kommt in diesem Prozeß eine zentrale Rolle zu, da sie alle Komponenten der Verarbeitung der natürlichen Sprache miteinander verbindet. Das betrifft das Sprachverstehen (die Analyse) ebenso wie das vernünftige Schließen über sprachlich gegebenen Wissensbeständen oder die Erzeugung sprachlicher Ausdrücke.

Das vorliegende Buch stellt einen Formalismus zur semantischen Repräsentation natürlichsprachlicher Informationen vor, der sowohl in den geisteswissenschaftlichen Disziplinen, z.B. in der Linguistik, der Kognitiven Psychologie oder der Sprachphilosophie, als auch in der automatischen Sprachverarbeitung (ASV), d.h. in der Computerlinguistik oder der Künstlichen Intelligenz, als Paradigma der Wissensrepräsentation eingesetzt werden kann. Damit soll gleichzeitig ein Beitrag geleistet werden, diese vielfach noch getrennt arbeitenden Disziplinen einander anzunähern. Es ist geradezu symptomatisch, daß viele der hier genannten Probleme in den einzelnen Wissenschaftszweigen – insbesondere in der Linguistik, in der Psychologie oder in der Künstlichen Intelligenz – unter den mannigfaltigsten Gesichtspunkten bereits untersucht worden sind, ohne daß diese Ergebnisse gegenseitig voll zur Kenntnis genommen wurden. Das liegt zum Teil auch daran, daß eine äußerst umfangreiche Literatur entstanden ist, wobei die einzelnen Resultate auf dem Boden verschiedenster „Schulen“ oder eingebettet in schwer ineinander übersetzbare terminologische Systeme beschrieben sind. Eine Ergebnisübernahme oder auch nur die Vergleichbarkeit der Ergebnisse ist dadurch äußerst erschwert. Fragen der

rechentechischen Nutzbarkeit werden in den meisten geisteswissenschaftlichen Disziplinen überhaupt nicht oder bestenfalls nur am Rande in Betracht gezogen. Letzteres kann bei dem Anliegen dieser Arbeiten auch nicht erwartet werden. Trotzdem bildet das in ihnen enthaltene umfangreiche theoretische Hintergrundwissen eine unerläßliche Basis auch für die automatische Sprachverarbeitung. Die in dieser Arbeit beschriebenen Darstellungsmittel für die Wissensrepräsentation in der Gestalt von mehrschichtigen erweiterten semantischen Netzen (kurz: MultiNet) bieten einen allgemein verwendbaren Formalismus zur Behandlung der semantischen Probleme der natürlichen Sprache, der gegenüber der klassischen Prädikatenlogik wesentliche Vorteile besitzt. Die genannten Darstellungsmittel werden an der FernUniversität Hagen als gemeinsame Grundlage für alle Aspekte der automatischen Sprachverarbeitung (sowohl praktischer als auch theoretischer Art) eingesetzt und werden ständig im Rahmen der Entwicklung Natürlichsprachlicher Auskunftssysteme bzw. Natürlichsprachlicher Interfaces praktisch erprobt und weiterentwickelt.

Das Buch beschreibt in erster Linie ein System oder eine Sprache zur semantischen Wissensrepräsentation und stellt nicht so sehr den logischen Formalismus in den Vordergrund, der mit dieser Sprache arbeitet. Trotzdem wird immer wieder auf die inferentielle Ausdruckskraft der Darstellungsmittel hingewiesen, die ihnen im Rahmen einer operationalen Semantik in einem Frage-Antwort-Spiel (FAS) zukommt. Denn erst im Gesamtzusammenhang eines solchen FAS erhalten sie ihre volle Bedeutung. Durch verschiedene Wahl der Axiome und Inferenzregeln, die mit konkreten Relationen bzw. Funktionen verbunden werden, lassen sich aber durchaus verschiedene logische Ausprägungen einer Wissensbasis erzielen, die mit den gleichen Darstellungsmitteln aufgebaut ist.

Das Buch besteht aus zwei Teilen:

- In Teil I werden grundlegende Probleme der semantischen Repräsentation von Wissen bzw. der semantischen Interpretation natürlichsprachlicher Phänomene behandelt. Als formale Sprache werden hierfür die in Teil II beschriebenen Ausdrucksmittel eingesetzt.
- Teil II enthält eine systematische Zusammenstellung des gesamten Repertoires von Darstellungsmitteln, die jeweils nach einem einheitlichen Schema beschrieben werden.

Es ist am günstigsten, sich zunächst anhand des Teils II einen Überblick über die Darstellungsmittel zu verschaffen und dann mit der Lektüre von Teil I zu beginnen. Dabei kann man Teil II als Nachschlagewerk für die Definition der Darstellungsmittel verwenden. In diesem Sinne ergänzen sich die beiden Teile

gegenseitig. Zur Erleichterung der Lesbarkeit wurde ein für beide Teile gemeinsamer Anhang mit folgender Gliederung angefügt:

**Anhang A:** Verzeichnis der im Buch verwendeten Abkürzungen;

**Anhang B:** Relationen und Funktionen in lexikographischer Reihenfolge mit Angabe von Definitions- bzw. Wertebereichen und einer mnemonischen Kurzbezeichnung;

**Anhang C:** Zusammenstellung der semantischen Muster („Templates“), die als Aussagetypen formuliert sind und ergänzend zu den Fragemustern in Teil II, Abschn. 18 die Bedeutung der Relationen sowie die gewählte Argumentreihenfolge verdeutlichen;

**Anhang D:** Angabe der Default-Werte für die Zuordnung einer Relation R zum immanenten bzw. situativen Wissen eines Knotens N (abhängig davon, ob N erstes oder zweites Argument von R ist);

**Anhang E:** Auswahl typischer Axiome, die einen Hinweis auf die inferentielle Ausdruckskraft der Darstellungsmittel geben.

Für die praktische Nutzung der hier vorgestellten Wissensrepräsentationsmethoden sei der Hinweis gegeben, daß diese durch Software-Werkzeuge unterstützt werden (so durch eine Werkbank für den Knowledge Engineer, s. Abschn. 14.2, und durch eine Werkbank für den Computerlexikographen, s. Abschn. 14.4). Außerdem steht ein System zur syntaktisch-semantischen Analyse zur Verfügung, das automatisch natürlichsprachliche Ausdrücke in ihre Bedeutungsdarstellung, d.h. in mehrschichtige erweiterte semantische Netze, übersetzt (s. Abschn. 14.3). MultiNet wurde und wird bisher in folgenden Projekten eingesetzt und einer ständigen Evaluierung unterzogen:

- im NRW-Verbundprojekt „*Virtuelle Wissensfabrik*“ (als formalsprachliche Schnittstelle zwischen User-Client und Bilddatenbank)
- im DFG-Projekt „*NLI für Z39.50*“ (Natürlichsprachliches Interface für Internet-Protokolle)
- im hochschulinternen Projekt „*Interaktives KI-Labor*“ (für den Einsatz in der Lehre als zentraler Wissensrepräsentationsformalismus)

Natürlich ist es unser Wunsch, daß die hier vorgestellten Wissensrepräsentationsmethoden eine möglichst große Verbreitung finden und auch als Basis für den Austausch wissenschaftlicher Ergebnisse eingesetzt werden<sup>1</sup>. Aber selbst wenn sich ein anderer von der wissenschaftlichen Gemeinschaft akzeptierter Formalismus zur semantischen Repräsentation natürlichsprachlicher

<sup>1</sup> Man stelle sich allein den Nutzen vor, den die ASV aus den existierenden Wörterbüchern zur Valenz und Distribution von Verben, Nomen und Adjektiven ziehen könnte (s. z.B. [84], [190], [191]), wenn diese auf der Basis eines rechentechnisch brauchbaren, semantisch orientierten Formalismus, wie ihn MultiNet darstellt, beschrieben worden wären.

Informationen durchsetzen sollte, würde eine solche gemeinsame Semantikorientierte "Interlingua" sowohl die Geisteswissenschaften, die sich mit der menschlichen Sprache befassen, als auch die KI und insbesondere die automatische Sprachverarbeitung einen großen Schritt voranbringen. Denn nur auf einer solchen Basis würden die Ergebnisse effektiv von einer Disziplin in die andere übertragbar und durch ihren Einsatz in technisch realisierbaren Systemen validierbar. Zur Überwindung der augenblicklich vorherrschenden Diversität der Einzeldarstellungen und der mangelnden Formalisierung in vielen sprachwissenschaftlichen Untersuchungen soll das Buch beitragen.

Mein Dank gilt allen Kollegen, die in mehrjähriger Zusammenarbeit durch konstruktive Hinweise und durch Anwendung bzw. Überprüfung der hier vorgestellten Konzepte in Forschungsprojekten der KI und der ASV wesentlich zum derzeitigen Arbeitsstand beigetragen haben. Insbesondere waren die oben erwähnten Software-Werkzeuge und automatischen Übersetzungssysteme eine wesentliche Voraussetzung zur Überschreitung einer gewissen quantitativen Barriere. Bedanken möchte ich mich in diesem Zusammenhang vor allem bei meinen derzeitigen bzw. ehemaligen Mitarbeitern S. Hartrumpf, C. Herold, C. Gnörlich, A. Mertens, R. Osswald und M. Schulz, deren unermüdliche Diskussionsbereitschaft der Entwicklung von MultiNet wesentliche Impulse gegeben hat. Sven Hartrumpf und Rainer Osswald haben sich vor allem um die Verbindung zwischen automatischer Sprachverarbeitung und Computerlexikon auf der einen Seite und Wissensrepräsentation auf der anderen Seite verdient gemacht, und Carsten Gnörlich hat die Software-Werkzeuge zur rechnergestützten Arbeit mit MultiNet-Wissensbasen entwickelt. Durch Untersuchung semantischer Spezialprobleme, durch Beiträge zur Axiomatik der Darstellungsmittel und durch den Einsatz von MultiNet in anwendungsorientierten Diskursbereichen haben B. Aldag und mehrere Studenten bzw. Diplomanden wertvolle Anregungen gegeben, während Ch. Doppelbauer, M. Wörmann sowie S. Marthen die Arbeiten am MultiNet-Paradigma technisch begleitet haben. Von den an der praktischen Erprobung der Darstellungsmittel beteiligten Studenten möchte ich besonders D. Staudt, S. Hakemi und R. Standera hervorheben, die auf der Basis von MultiNet bzw. den darauf aufbauenden Software-Werkzeugen Tausende von Lexemen erfaßt und formal beschrieben haben.

Dem Springer-Verlag, insbesondere Herrn Dr. Hans Wössner, danke ich für die gute Zusammenarbeit bei der Entstehung des Buches.

Hagen, Dezember 2000

Hermann Helbig

# Inhaltsverzeichnis

---

## Teil I. Wissensrepräsentation mit MultiNet

---

<b>1. Einführung</b> .....	3
<b>2. Historische Wurzeln</b> .....	15
<b>3. Grundlagen</b> .....	19
3.1 Allgemeines .....	19
3.2 Klassifikatorisches Wissen .....	24
3.2.1 Sorten und Features .....	24
3.2.2 Dimensionsbehaftete Merkmale (Schichtenbildung) ..	26
3.2.3 Immanente und situative Bedeutungsanteile .....	30
3.2.4 Frageklassifizierung .....	37
3.3 Strukturelle Darstellungsmittel .....	39
3.3.1 Relationen und Funktionen .....	39
3.3.2 Inferentielle Zusammenhänge – Axiomatische Regeln	41
<b>4. Charakterisierung von Objektbegriffen</b> .....	45
4.1 Die hierarchische Ordnung von Objektbegriffen .....	45
4.2 Die materielle Charakterisierung von Objektbegriffen .....	52
4.3 Die qualitative Charakterisierung von Objektbegriffen .....	57
4.3.1 Allgemeines .....	57
4.3.2 Eigenschafts-Zuordnung .....	59
4.3.3 Attribut-Wert-Charakterisierung .....	64
4.3.3.1 Instanz – Merkmal – Wert .....	65
4.3.3.2 Generischer Begriff – Merkmal – Wertebereich	66
4.4 Besitz, Attachment und Assoziation .....	73
4.4.1 Besitz .....	73
4.4.2 Objektzuordnung (Attachment) .....	75
4.4.3 Assoziation .....	79

4.5	Verschiedene Manifestationen von Objekten	81
<b>5.</b>	<b>Semantische Charakterisierung von Situationen</b>	85
5.1	Allgemeines	85
5.2	Vorgänge [dynamische Sachverhalte/Situationen]	89
5.2.1	Partizipanten und K-Rollen [Valenzrahmen]	89
5.2.2	Die begriffliche Subordination von Vorgängen	95
5.2.3	Circumstanzen – Umstandsbestimmungen	102
5.3	Zustände [statische Sachverhalte/Situationen]	103
<b>6.</b>	<b>Vergleiche von Entitäten</b>	111
6.1	Typische Vergleichsrelationen	111
6.2	Die semantische Behandlung der Komparation	116
6.2.1	Der Positiv	116
6.2.2	Der Komparativ	119
6.2.3	Der Superlativ	123
<b>7.</b>	<b>Raum-zeitliche Charakterisierung von Entitäten</b>	127
7.1	Allgemeines zu Raum und Zeit	127
7.2	Lokale Beziehungen	129
7.3	Temporale Beziehungen	141
7.4	Situationen und Zeiten	150
<b>8.</b>	<b>Modalität und Negation</b>	159
8.1	Modale Charakterisierung von Situationen	159
8.2	Verneinung	161
8.3	Modalitäten im engeren Sinne	181
<b>9.</b>	<b>Quantifizierung und Gesamtheiten</b>	191
<b>10.</b>	<b>Die Rolle der Layer-Informationen</b>	213
10.1	Allgemeines	213
10.2	Generalisierungsgrad: GENER	214
10.3	Faktizität: FACT	215
10.4	Referenzdeterminiertheit: REFER	217
10.5	Variabilität: VARIA	219
<b>11.</b>	<b>Beziehungen zwischen Situationen</b>	227
11.1	Die semantische Interpretation von Konjunktionen	227
11.1.1	Allgemeines	227
11.1.2	Subjunktionen	228

11.1.3	Koordinierende Konjunktionen	231
11.2	Bedingungen und Begründungen	239
11.2.1	Sprachliche Erscheinungen und Darstellungsmittel	239
11.2.2	Die Kausalbeziehung	246
11.2.3	Konditionale Beziehungen	254
11.3	Kontrafaktische Zusammenhänge	261
11.4	Kontextuelle Restriktionen und situative Einbettung	264
11.5	Beziehungen zur Rhetorical Structure Theory (RST)	267
<b>12.</b>	<b>Lexikon und Wissensrepräsentation</b>	<b>269</b>
12.1	Allgemeine Zusammenhänge	269
12.2	Die semantische Komponente eines Lexikons	271
<b>13.</b>	<b>Fragebeantwortung und Inferenzen</b>	<b>291</b>
13.1	Logische Grundprinzipien	291
13.2	Frageklassen und inferentielle Antwortfindung	303
13.3	Assoziativ geleitete logische Fragebeantwortung	309
<b>14.</b>	<b>Werkzeuge für den Wissensingenieur, Anwendungsbeispiele</b>	<b>315</b>
14.1	Wissensmanagement als Ingenieuraufgabe	315
14.2	MWR – die Werkbank für den Wissensingenieur	316
14.3	NatLink – ein semantischer Interpreter für MultiNet	322
14.4	LIA – die Werkbank für den Computerlexikographen	328
<b>15.</b>	<b>Vergleich zwischen MultiNet und anderen WRM</b>	<b>335</b>
15.1	Einführende Bemerkungen	335
15.2	Vergleich zwischen MultiNet und anderen Netzdarstellungen	336
15.2.1	Die Strukturierten Vererbungsnetze	336
15.2.2	Das ‘Semantic Network Processing System’ (SNePS)	341
15.2.3	Konzeptuelle Strukturen (Sowa)	343
15.2.4	Scripts und konzeptuelle Abhängigkeiten	347
15.3	Vergleich zwischen MultiNet und Logik-orientierten WRS	350
15.3.1	Allgemeines	350
15.3.2	Die Diskurs-Repräsentations-Theorie	352
15.3.3	Die Generalisierte Quantoren-Theorie	354
15.4	Vergleich zwischen MultiNet und Frame-Repräsentationen	357
15.4.1	Allgemeines	357
15.4.2	Die Wissensrepräsentationssprache KRL	357
15.4.3	Das Wissensbank-Projekt CYC	360

---

**Teil II. Die Darstellungsmittel von MultiNet**


---

<b>16. Überblick und Darstellungsprinzipien</b> .....	367
16.1 Die Einbettung von MultiNet in die Wissensverarbeitung ....	367
16.2 Das MultiNet-Paradigma .....	370
16.3 Beschreibungsprinzipien und Darstellungskonventionen .....	373
<b>17. Klassifikatorische und stratifikatorische Darstellungsmittel</b> ....	379
17.1 Sorten und Features .....	379
17.2 Schichtenbildung .....	387
17.2.1 Typologie der Schichten (Merkmal: <b>LAY</b> ) .....	387
17.2.2 Generalisierungsgrad (Merkmal: <b>GENER</b> ).....	388
17.2.3 Referenzbestimmtheit (Merkmal: <b>REFER</b> ) .....	391
17.2.4 Variabilität (Merkmal: <b>VARIA</b> ) .....	392
17.2.5 Faktizität (Merkmal: <b>FACT</b> ) .....	395
17.2.6 Quantifizierung ( <b>QUANT</b> ) und Kardinalität ( <b>CARD</b> ) .	397
17.2.7 Extensionalitätstyp (Merkmal: <b>ETYPE</b> ) .....	399
17.2.8 Klassifizierung nominaler Konzepte.....	399
17.3 Kapselung .....	403
<b>18. Relationen und Funktionen</b> .....	407
18.1 Überblick .....	407
18.2 Relationen .....	414
18.2.1 <b>AFF</b> : K-Rolle – Affektiv .....	414
18.2.2 <b>AGT</b> : K-Rolle – Agent.....	415
18.2.3 <b>ANLG2/3</b> : Ähnlichkeit zwischen Entitäten .....	416
18.2.4 <b>ANTE</b> : Relation der zeitlichen Aufeinanderfolge .....	418
18.2.5 <b>ANTO</b> : Antonymiebeziehung .....	419
18.2.6 <b>ARG1/2/3</b> : Argumentbeziehungen auf Metaebene ....	420
18.2.7 <b>ASSOC</b> : Die assoziative Beziehung .....	421
18.2.8 <b>ATTCH</b> : Relation zur Objektzuordnung .....	422
18.2.9 <b>ATTR</b> : Angabe eines charakteristischen Merkmals ...	423
18.2.10 <b>AVRT</b> : K-Rolle – Wegwendung/Abwendung .....	425
18.2.11 <b>BENF</b> : K-Rolle – Benefaktiv .....	426
18.2.12 <b>CAUS</b> : Kausalbeziehung .....	427
18.2.13 <b>CHEA</b> : Sortenwechsel: Vorgang – Abstraktum .....	428
18.2.14 <b>CHPA</b> : Sortenwechsel: Eigenschaft – Abstraktum ....	430
18.2.15 <b>CHPE</b> : Sortenwechsel: Eigenschaft – Vorgang .....	431
18.2.16 <b>CHPS</b> : Sortenwechsel: Eigenschaft – Zustand .....	432

18.2.17 CHSA: Sortenwechsel: Zustand – Zustand .....	433
18.2.18 CHSP1/2/3: Sortenwechsel: Situation – Eigenschaft ..	434
18.2.19 CIRC: Relation zwischen Vorgang und Begleitumstand	437
18.2.20 CNVRS: Verknüpfung konverser Begriffe.....	438
18.2.21 COMPL: Komplementaritätsbeziehung .....	439
18.2.22 CONC: Darstellung einer Konzessivbestimmung .....	440
18.2.23 COND: Darstellung einer Konditionalbeziehung .....	441
18.2.24 CONF: Referenz auf äußeren Rahmen, mit dem eine Handlung im Einklang steht .....	442
18.2.25 CONTR: Ausschlußbeziehung .....	443
18.2.26 CORR: Qualitative oder quantitative Entsprechung ...	444
18.2.27 CSTR: K-Rolle – Kausator .....	445
18.2.28 CTXT: Relation zur Angabe des Kontextes.....	446
18.2.29 DIRCL: Angabe des lokalen Zieles oder einer Richtung	447
18.2.30 DISTG/2/3: Kennzeichnung eines Unterschiedes .....	449
18.2.31 DPND: Abhängigkeitsbeziehung .....	450
18.2.32 DUR: Relation zur Angabe einer zeitlichen Ausdehnung	451
18.2.33 ELMT: Elementrelation .....	453
18.2.34 EQU: Gleichheits-/Äquivalenzrelation .....	454
18.2.35 EXP: K-Rolle – Experienter eines Geschehens .....	455
18.2.36 EXT: Beziehung zwischen Intensional und Extensional	457
18.2.37 FIN: Relation zur Angabe eines zeitlichen Endes .....	458
18.2.38 GOAL: Verallgemeinertes Ziel .....	459
18.2.39 HSIT: Relation zur Angabe der Konstituenten eines Hyper-Sachverhaltes .....	460
18.2.40 IMPL: Implikationsbeziehung zwischen Sachverhalten	461
18.2.41 INIT: Relation zur Angabe eines Anfangszustandes ..	462
18.2.42 INSTR: K-Rolle – Instrument .....	463
18.2.43 JUST: Begründungszusammenhang aufgrund gesellschaftlicher Normen .....	464
18.2.44 LEXT: Relation zur Angabe einer lokalen Ausdehnung	465
18.2.45 LOC: Relation zur Angabe der Lokation einer Situation	466
18.2.46 MAJ/MAJE: Größer-[gleich-]Relation zwischen Zahlen oder Quantitäten .....	467
18.2.47 MANNR: Relation zur Spezifizierung der Art und Weise des Bestehens einer Situation .....	468
18.2.48 MCONT: K-Rolle – Relation zwischen einer geistigen Handlung und ihrem Inhalt .....	469
18.2.49 METH: K-Rolle – Methode .....	470

18.2.50 MEXP: K-Rolle – mentaler Zustandsträger . . . . .	471
18.2.51 MIN/MINE: Kleiner-[gleich-]Relation zwischen Zahlen oder Quantitäten . . . . .	473
18.2.52 MODE: Relation der verallgemeinerten Art und Weise	474
18.2.53 MODL: Relation zur Modalitätsangabe . . . . .	475
18.2.54 NAME: Relation zur Namensangabe . . . . .	476
18.2.55 OBJ: K-Rolle – neutrales Objekt . . . . .	478
18.2.56 OPPOS: K-Rolle – In Opposition stehende Entität . . . .	479
18.2.57 ORIG: Relation zur Angabe einer geistig-informationellen Quelle . . . . .	480
18.2.58 ORIGL: Relation der lokalen Herkunft . . . . .	481
18.2.59 ORIGM: Relation der materiellen Herkunft . . . . .	482
18.2.60 ORNT: K-Rolle – Hinwendung/Orientierung auf . . . .	484
18.2.61 PARS: Relation zwischen Teil und Ganzem . . . . .	485
18.2.62 POSS: Relation zwischen Besitzer und Besitz . . . . .	486
18.2.63 PRED/PREDR/PREDS: Prädikatives Konzept einer Gesamtheit . . . . .	488
18.2.64 PROP: Relation zwischen Objekt und Eigenschaft . . . .	489
18.2.65 PROPR: Relation zwischen einer Gesamtheit und einer semantisch relationalen Eigenschaft . . . . .	490
18.2.66 PURP: Relation zur Angabe eines Zwecks . . . . .	492
18.2.67 QMOD: Relation zur Angabe quantitativer Bestimmungen . . . . .	493
18.2.68 REAS: Allgemeiner Begründungszusammenhang . . . .	494
18.2.69 RPRS: Relation zur Angabe einer Erscheinungsform .	495
18.2.70 RSLT: K-Rolle – Resultat . . . . .	496
18.2.71 SCAR: K-Rolle – Zustandsträger (passiv) . . . . .	497
18.2.72 SETOF: Relation zwischen einer Menge und einem charakterisierenden Begriff . . . . .	498
18.2.73 SOURC: Verallgemeinerte Herkunft/Quelle . . . . .	500
18.2.74 SSPE: K-Rolle – Zustands-spezifisierende Entität . . . .	501
18.2.75 STRT: Relation zur Angabe des zeitlichen Beginns . . .	502
18.2.76 SUB: Relation zur Subordination von Objektbegriffen	503
18.2.77 SUB0: Allgemeine Subordinationsbeziehung . . . . .	504
18.2.78 SUBM: Subsumption von Gesamtheiten . . . . .	505
18.2.79 SUBR: Metarelation zur Beschreibung von Relationen	507
18.2.80 SUBS: Relation zur Subordination von Sachverhalten .	509
18.2.81 SUBST: Relation zur Angabe eines Stellvertreters . . . .	510
18.2.82 SUPPL: Supplement-Relation . . . . .	512

18.2.83	SYNO: Synonymiebeziehung	513
18.2.84	TEMP: Angabe einer zeitlichen Bestimmung	514
18.2.85	VAL: Relation zwischen Attribut und Wert	515
18.2.86	VALR: Relation zwischen Attribut und Wertebereich	517
18.2.87	VIA: Relation zur Angabe eines räumlichen Pfades	518
18.3	Funktionen	520
18.3.1	*ALTN1/2: Erzeugung alternativer Gesamtheiten	520
18.3.2	*COMP: Funktion zur Komparation von Eigenschaften	521
18.3.3	*DIFF: Bildung einer Mengendifferenz	522
18.3.4	*FLP <sub>J</sub> : Funktionen zur Erzeugung von Lokationen	523
18.3.5	*INTSC: Mengendurchschnitt	525
18.3.6	*ITMS/*ITMS-I: Funktion zur Aufzählung von Mengen / Pendant dazu auf intensionaler Ebene	525
18.3.7	*MODP: Funktion zur Eigenschaftsspezifikation	527
18.3.8	*MODQ: Funktion zur Modifizierung von Quantitäten	528
18.3.9	*MODS: Funktion zur Modifikation einer Handlung	529
18.3.10	*MOM: Funktion zur Erzeugung eines Zeitmoments	530
18.3.11	*NON: Metafunktion zur Darstellung der Verneinung	531
18.3.12	*OP <sub>J</sub> : Arithmetische bzw. mathematische Operationen	533
18.3.13	*ORD: Funktion zur Bildung von Ordnungszahlen	533
18.3.14	*PMOD: Objektmodifikation durch Eigenschaft	534
18.3.15	*QUANT: Funktion zur Erzeugung von Quantitäten	536
18.3.16	*SUPL: Funktion zur Bildung des Superlativs	536
18.3.17	*TUPL: Funktion zur Erzeugung von Tupeln	538
18.3.18	*UNION: Mengenvereinigung	539
18.3.19	*VEL1/2: Erzeugung disjunktiv verbundener Situationen	540
<b>A.</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	543
<b>B.</b>	<b>Überblick über die Darstellungsmittel</b>	545
<b>C.</b>	<b>Semantische Muster (Templates) zur Mnemonik der Relationen</b>	551
<b>D.</b>	<b>Kantencharakteristik bezüglich des Wissenstyps</b>	555
<b>E.</b>	<b>Zusammenstellung typischer Axiome</b>	559
E.1	R-Axiome (kategorisches Wissen)	559
E.2	R-Axiome (Default-Wissen)	560
E.3	R-Axiome (Relationsdefinitionen)	561

E.4	Axiome mit Einbeziehung der präextensionalen Ebene	562
E.5	B-Axiome (kategorisches Wissen)	562
E.6	R-Axiome bzw. B-Axiome (Raum-zeitliche Beziehungen)	564
E.7	Axiomenschemata (B-Axiome)	565
E.8	Axiomenschemata (R-Axiome)	566
<b>F.</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	568
<b>G.</b>	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	578
<b>H.</b>	<b>Index</b>	585

Teil I

## **Wissensrepräsentation mit MultiNet**



# Kapitel 1

## Einführung

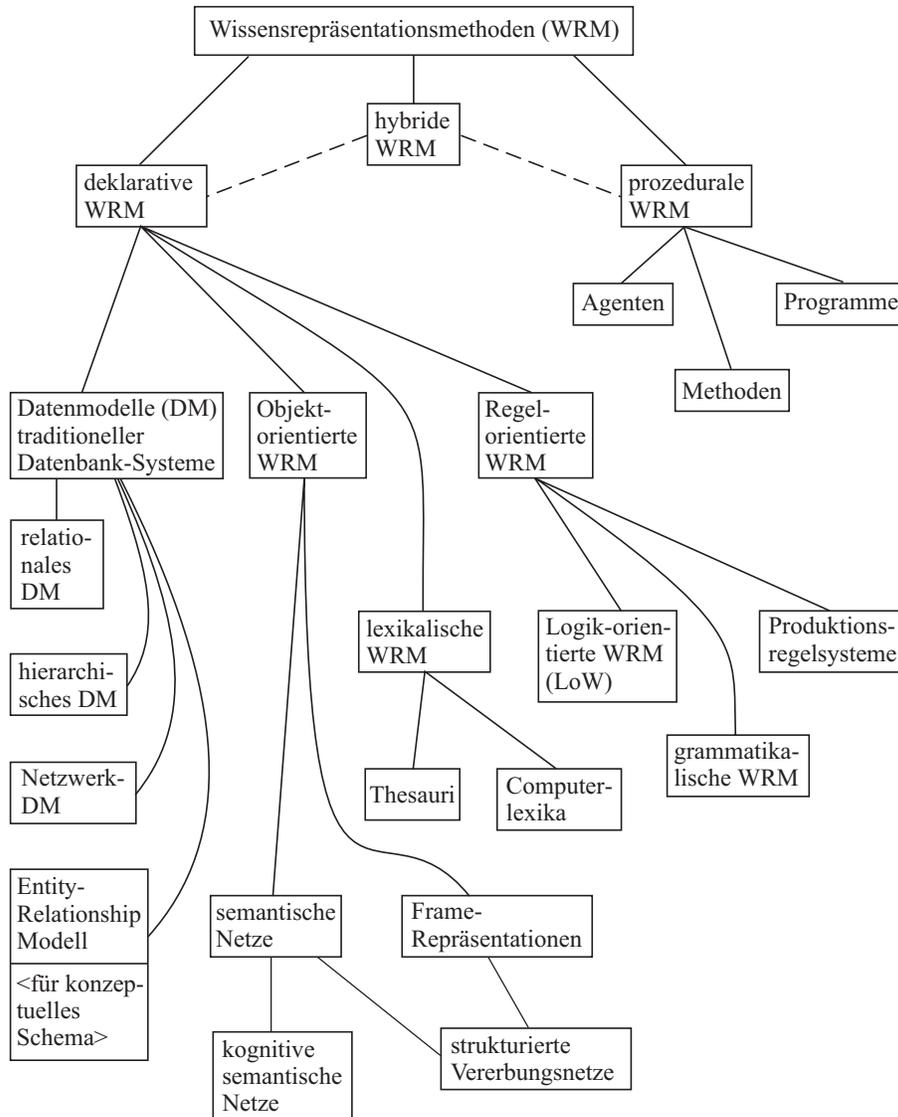
Das Problem der semantischen Repräsentation natürlichsprachlich gegebenen Wissens bildet das Kernthema dieser Arbeit. Es spielt für die verschiedensten Wissenschaftsbereiche eine zentrale Rolle:

- für die theoretischen Grundlagen der Künstlichen Intelligenz (KI) als Wissensrepräsentationsproblem an sich;
- für die Linguistik im Zusammenhang mit der formalen Beschreibung der Semantik natürlichsprachlicher Ausdrücke und für die Formalisierung des lexikalischen Wissens;
- für die kognitive Psychologie zur Modellierung begrifflicher Strukturen und von Denkprozessen;
- für die Realisierung computerlinguistischer Systeme, wie z.B. von Frage-Antwort-Systemen oder Systemen zur automatischen Übersetzung (hier vor allem zur Erstellung der Wissensbasis und zur Realisierung großer Computerlexika).

Die vorliegende Arbeit beschreibt ein umfangreiches Repertoire von Darstellungsmitteln, die es gestatten, natürlichsprachlich beschriebene Zusammenhänge in geeigneter Weise sowohl theorieneutral „auf dem Papier“ als auch auf dem Rechner inhaltlich adäquat widerzuspiegeln bzw. semantisch zu repräsentieren. Gleichzeitig wird die Anwendung dieser Darstellungsmittel bei der Untersuchung grundlegender Phänomene der Semantik natürlichsprachlicher Ausdrücke demonstriert.

Wenn man sich mit der Semantik der natürlichen Sprache befaßt, muß man sich des Doppelcharakters des Begriffs „Sprache“ bewußt sein. Auf der einen Seite hat man es mit der Sprache als System zu tun (nach dem Schweizer Sprachwissenschaftler de Saussure „*la langue*“ genannt; englisch „*language*“), die unabhängig von konkreten Sprechakten mit ihren Regularitäten erforscht werden kann. In diesem Zusammenhang läßt sich die Bedeutung von sprachlichen Ausdrücken unabhängig von einem speziellen Äußerungskontext beschreiben (man spricht in diesem Zusammenhang auch von der **Kernbedeutung** eines sprachlichen Ausdrucks). Die Untersuchung der Bedeutung sprach-

licher Ausdrücke in diesem Sinne ist Gegenstand eines besonderen Teilgebietes der Linguistik bzw. Computerlinguistik, der sogenannten „Semantik“, und bildet den Hauptgegenstand dieses Buches.



**Abbildung 1.1.** Überblick über Wissensrepräsentationsmodelle

Auf der anderen Seite kann man Sprache auch unter dem Aspekt der konkreten Sprachäußerung (bei de Saussure „*la parole*“; englisch „*speech*“) betrachten, die mit einem speziellen Äußerungskontext oder einer bestimmten Dialogsituation verbunden ist. Hier sind bei der Untersuchung von Bedeutungen die Intentionen des Sprechers (das was der Sprecher tatsächlich gemeint hat) und die beim Hörer erzielte Wirkung (das was beim Hörer erreicht wurde) in die Betrachtung einzubeziehen<sup>1</sup>. Eine sprachliche Äußerung in diesem Sinne kann neben ihrer Kernbedeutung (ihrem propositionalen Gehalt) noch verschiedene **Nebenbedeutungen** haben. Die Untersuchung dieser Zusammenhänge ist Gegenstand der **Pragmatik** oder von **Sprechakttheorien** (s. hierzu [177]), die in dieser Arbeit nur gestreift werden.

Es muß betont werden, daß die in diesem Buch vorgestellten Darstellungsmittel sprachneutral sind, und damit eine Art semantischer **Interlingua** bilden. Das allgemeine Paradigma der Wissensrepräsentation, in das diese Darstellungsmittel eingebettet sind, ist das der Semantischen Netze (s. Abschn. 2), deren Stellung im Gesamtbestand der Wissensrepräsentationsmethoden in Abb. 1.1 wiedergegeben ist. Die hier eingeführten Mehrschichtigen Erweiterten Semantischen Netze (Kurzbezeichnung: MultiNet) stützen sich auf folgende Ausdrucksmittel (ausführliche Beschreibung s. Teil II):

- Begriffsrepräsentanten (die Knoten des Netzes);
- Funktionen und Relationen (Kanten zwischen den Knoten);
- Sorten und Features (Markierungen der Knoten);
- Dimensionsbehaftete Merkmale (Knotenmarkierungen, die u.a. der Schichtenbildung im Netz dienen);
- Methoden der Kapselung (dienen der Partitionierung in Teilnetze);
- Axiomatische Zusammenhänge (dienen der inferentiellen Verknüpfung von Begriffsrepräsentationen sowie zur formalen Definition von Relationen und Funktionen).

Leider gibt es zur Zeit keine konsensfähige Definition dafür, was es heißt, ein **adäquates** System von Darstellungsmitteln zu besitzen. Vom theoretischen Standpunkt aus wäre es äußerst wünschenswert, eine endliche, überschaubare und möglichst vollständige Anzahl von Grundbedingungen bzw. Kriterien zu haben, aus denen heraus sich eine Menge von semantisch primitiven Darstellungsmitteln (wie z.B. die hier vorgeschlagenen Sorten, Relationen, Funktionen und semantischen Merkmale) ableiten ließe, oder mit deren Hilfe man zumindest entscheiden kann, ob die einen oder anderen Darstellungselemente

---

<sup>1</sup> Analoges gilt natürlich auch für schriftlich mitgeteilte Sprachäußerungen; hier hat man es anstelle von Sprecher bzw. Hörer mit Schreiber bzw. Leser zu tun.

benötigt werden oder nicht. Ein solches vollständiges System von Bedingungen existiert (noch) nicht. Ja, man muß sich bewußt sein, daß jedes System von semantisch primitiven Darstellungsmitteln (das ja durch Klassifikation, Verallgemeinerung und damit Vergrößerung gefunden wurde) dem Nuancenreichtum und der Vielfalt der natürlichen Sprache nicht vollständig gerecht werden kann. Aber ebenso wie keine linguistische Theorie auf klassifizierende und damit vergrößernde Begriffsbildung verzichten kann, kommt kein praktisch zu realisierendes Sprachverarbeitungssystem, das sich auf einen großen, automatisch zu akquirierenden Wissensbestand stützen muß, ohne ein klassifizierendes und systematisierendes Repertoire von Darstellungsmitteln aus. Die in den Darstellungsmitteln verankerten, epistemisch bzw. kognitiv fundamentalen Relationen sind aber noch aus einem anderen Grund wichtig. Sie sind die Träger der wichtigsten inferentiellen Mechanismen. Wollte man auf sie verzichten, müßten alle einzelnen sprachlichen Konstrukte, zwischen denen eine logische Beziehung besteht, gesondert miteinander verknüpft werden.

Es muß darauf aufmerksam gemacht werden, daß der Terminus **semantisch primitive Darstellungsmittel** nicht bedeutet, daß jede Begriffsbedeutung ausschließlich auf einige wenige primitive Darstellungselemente zurückgeführt wird, wie das z.B. in [218] versucht wurde. Vielmehr werden letztere als irreduzible metasprachliche Konzepte verwendet, um die Begriffe zu klassifizieren und in ihrem Beziehungsgefüge bzw. ihrem inferentiellen Zusammenhang semantisch zu beschreiben. Da die natürliche Sprache **Sprache** und **Metasprache** zugleich ist, lassen sich die formalsprachlichen Konstrukte der Wissensrepräsentationssprache wiederum natürlichsprachlich beschreiben, wodurch eine recht komplizierte Hierarchie von Schichten entsteht. Um einem „unendlichen“ Regress zu entgehen, wird diese Hierarchie nach oben durch formalsprachliche Konstrukte abgeschlossen, die mit logischen Methoden beschrieben werden.

Nachstehend sind einige grundlegende Kriterien zusammengestellt, die eine Gesamtheit von Darstellungsmitteln erfüllen sollte, damit diese wirkungsvoll für die oben angegebenen Zwecke eingesetzt werden können.

#### a) **Prinzipielle (globale) Anforderungen:**

- **Universalität** – Die verwendeten Darstellungsmittel müssen unabhängig von dem zu beschreibenden Gegenstandsbereich definiert sein und dürfen nicht ad hoc auf einen bestimmten Anwendungs- bzw. Diskursbereich ausgerichtet werden.
- **kognitive Adäquatheit** – Die Darstellungsmittel sollen es gestatten, die begrifflichen Strukturen des Menschen (soweit diese erkennbar sind) und deren Manifestation in der Bedeutung natürlichsprachlicher Ausdrücke zu mo-

dellieren; diese Modelle müssen sich insbesondere durch eine **Begriffszentriertheit** auszeichnen, d.h. zu jedem Begriff muß ein eindeutiger Repräsentant existieren, über den alle weiteren Informationen zu diesem Begriff erreichbar sind.<sup>2</sup>

- **Interoperabilität** – Die Darstellungsmittel müssen für die theoretischen Belange semantikorientierter Disziplinen bzw. der automatischen Sprachverarbeitung in gleicher Weise einsetzbar sein wie in den Komponenten eines angewandten KI-Systems (für den Aufbau eines Computerlexikons ebenso wie für die Beschreibung der Ergebnisse der syntaktisch-semantischen Analyse, in der Inferenzkomponente ebenso wie für die Textgenerierung). Nur so können die Ergebnisse der einzelnen Bereiche effizient aufeinander aufbauen.
- **Homogenität** – Wortbedeutungen sowie Satz- bzw. Dialog- und Text-Bedeutungen, aber auch inferentielle Zusammenhänge müssen sich mit den gleichen Darstellungsmitteln beschreiben lassen.
- **Kommunizierbarkeit** – Da die Ausarbeitung eines großen Wissensrepräsentationssystems i.a. interdisziplinär erfolgt und ein umfangreiches Anwendungssystem der KI, wie ein Frage-Antwort-System oder ein theoretisches Gebäude, das alle semantischen Erscheinungen der natürlichen Sprache behandelt, nicht von einer einzelnen Person erstellt werden kann, ist ein gemeinsames inhaltliches Verständnis der verwendeten Darstellungsmittel eines Wissensrepräsentationssystems unabdingbare Voraussetzung für die Zusammenarbeit. Daraus ergibt sich auch die Forderung nach intuitiver Einsichtigkeit der Definitionen.
- **Praktikabilität** – Jedes System von Darstellungsmitteln, das wirklich nutzbringend eingesetzt werden soll, muß bestimmte pragmatische Anforderungen erfüllen, d.h. es muß insbesondere technisch handhabbar und effektiv implementierbar sein (was nützt z.B. die feinst-differenzierte semantische Darstellungsmöglichkeit, wenn für die syntaktisch-semantische Analyse nicht das entsprechende Hintergrundwissen bereitgestellt werden kann, um die theoretisch möglichen Bedeutungsvarianten zu disambiguieren, oder wenn das entsprechende Wissensrepräsentationssystem nicht mehr effizient implementiert werden kann?).
- **Automatisierbarkeit** – Wissen, das mit den vorgegebenen Darstellungsmitteln repräsentiert werden soll, muß automatisch (d.h. mit den Methoden der Automatischen Sprachverarbeitung) aus vorwiegend natürlichsprachlichen Texten erschlossen werden können.

---

<sup>2</sup> In der Informatik würde man dies als Forderung nach **Objektorientiertheit** bezeichnen.

### b) Interne, strukturelle Anforderungen:

- **Vollständigkeit** – Es darf keine Bedeutung geben, die mit Hilfe der Darstellungsmittel nicht repräsentierbar ist.
- **Differenziertheit** – Verschiedene Bedeutungen müssen sich semantisch unterschiedlich darstellen lassen.
- **Konsistenz** – Sich widersprechende Inhalte zu einer begrifflichen Entität dürfen nicht auseinander ableitbar sein, für äquivalente Bedeutungen muß gerade diese wechselseitige Ableitbarkeit gewährleistet sein. Das bedeutet, daß Inferenzregeln und Definition der Darstellungsmittel so aufeinander abgestimmt werden müssen, daß die Wissensbasis **lokal konsistent** bleibt.
- **Mehrschichtigkeit** – Dem Facettenreichtum von Begriffen (immanente vs. situative Bedeutungsanteile, intensionaler vs. extensionaler Aspekt, Qualität vs. Quantität usw.) muß eine entsprechende Einordnung der Begriffe in eine mehrdimensionale Darstellung gegenüberstehen.
- **lokale Interpretierbarkeit** – Die elementaren Konstrukte der Wissensrepräsentation müssen für sich und unabhängig vom Kontext ihrer Einbettung in die Gesamtrepräsentation interpretierbar und logisch deutbar sein.

Eine Frage, die oft im Zusammenhang mit der Wissensrepräsentation gestellt wird, ist die, ob eine **kanonische Bedeutungsdarstellung** existiert, d.h. ob sich eine Funktion angeben läßt, die semantisch äquivalente Sachverhalte in identische Bedeutungsstrukturen abbildet. Wie bereits von Woods in [221] dargelegt wurde, ist nicht zu erwarten, daß es eine solche kanonische Bedeutungsrepräsentation überhaupt gibt, da bereits für wesentlich einfachere Strukturen als die natürliche Sprache keine solche Repräsentationsform existiert (vgl. hierzu die Unentscheidbarkeit des Wortproblems oder das Vereinfachungsproblem für symbolische mathematische Ausdrücke [160]). Was man allerdings erreichen kann, ist eine gewisse **Normalisierung** der Bedeutungsstrukturen natürlichsprachlicher Ausdrücke, indem man unter Verzicht auf bestimmte linguistische Feinheiten eine Einengung der Repräsentationsvielfalt durch Identifikation von Bedeutungsstrukturen für (fast) inhaltsgleiche Sätze, wie z.B. aktivische und passivische Sätze, oder durch Vernachlässigung der Repräsentation der Thema-Rhema-Gliederung (s. [179], [72]) erzielt.

In der vorliegenden Arbeit wird eine halbformale, inhaltlich orientierte Definition der Darstellungsmittel gegeben. Dies ist eine unabdingbare Voraussetzung für eine vollständig formale Behandlung der Semantik der Darstellungsmittel; denn wie will man formal definieren, was inhaltlich nicht genau verstanden wurde? Bei der Beschreibung der Relationen und Funktionen werden logische Ausdrucksmittel eingesetzt, die einen ersten Ansatzpunkt für die inferentielle Verknüpfung von Bedeutungsstrukturen und damit eine wichtige

Basis für die Definition einer operationalen Semantik liefert (s. hierzu Abschnitt 13.2). Es muß aber darauf aufmerksam gemacht werden, daß auf der Grundlage der inhaltlichen Beschreibung der Darstellungsmittel eine vollständig formale Beschreibung ihrer Semantik noch zu leisten ist. Für letztere sind im wesentlichen drei verschiedene Methoden einsetzbar:

- a) eine **modelltheoretisch-extensionale**, wie sie in der Logik und in Logik-orientierten Semantiktheorien bevorzugt wird; diese ist schon deshalb problematisch, weil sich viele Begriffe der natürlichen Sprache aber auch die Ausdrucksmittel der hier behandelten semantischen Metasprache MultiNet nur sehr schwer oder gar nicht extensional deuten lassen (was ist die Extension von „Religion“, „Krankheit“, „abstrakt“, „Intension“ oder wie ist die modale Restriktion einer temporalen Beziehung wie „*möglicherweise nach dem Essen*“ modelltheoretisch zu behandeln?);
- b) eine **prozedurale**, wie sie z.B. bei natürlichsprachlichen Interfaces für Datenbanken verwendet wird, wo man Bedeutungsstrukturen natürlichsprachlicher Anfragen auf Prozeduren eines Zielsystems (z.B. auf Retrieval-Prozeduren einer Datenbank oder Aktionen eines Roboters) abbildet; diese Methode ist ebenfalls nur eingeschränkt einsetzbar;
- c) eine **gebrauchstheoretische**, bei der die Bedeutung von Begriffen und semantischen Primitiven durch deren Wechselbeziehung untereinander und ihre richtige Verknüpfung im Sprachgebrauch oder in einem Frage-Antwort-Spiel definiert wird.

Für Bedeutungsrepräsentationen in natürlichsprachlichen Informationssystemen, aber auch für theoretische Untersuchungen dürfte die letztgenannte Methode, die auf Wittgenstein [219] zurückgeht, die geeignetste sein. Eine rein prozedurale Erklärung von Begriffsbedeutungen ist bestenfalls für eingeschränkte Anwendungsbereiche (wie für die erwähnten natürlichsprachlichen Interfaces oder für natürlichsprachliche Anweisungen an Roboter) geeignet.<sup>3</sup> Als Grundannahme, die a) von c) unterscheidet, und die für c) spricht, kann man die folgende These ansehen:

*„Begriffe wirken beim Verstehen der natürlichen Sprache weniger als Klassifikatoren, die Gemeintes von Nicht-Gemeintem unterscheiden (dieser Ansatz ist typisch für eine extensional begründete modelltheoretische Semantik), sondern sie sind vielmehr Junktoren, die ihre Wirkung durch ihre wechselseitigen Verknüpfungen erlangen und die es*

<sup>3</sup> Diese Methode wird von uns sowohl für natürlichsprachliche Zugangssysteme zum Internet als auch in natürlichsprachlichen Schnittstellen für traditionelle Datenbanksysteme eingesetzt (s. hierzu [90]).

*uns ermöglichen, Wirklichkeit zu erfahren und diese Erfahrung weiterzugeben.“ [187]*

Außerdem spielt die Wahrheit oder Falschheit von Sätzen für das Verstehen derselben durchaus nicht die zentrale Rolle, wie sie diesen Kategorien in Logik-orientierten (extensionalen) Semantiktheorien zukommt (oft kann der Mensch das Zutreffen oder Nichtzutreffen einer Aussage oder das Zutreffen eines Begriffs auf ein reales Objekt gar nicht entscheiden, obwohl die betreffende Äußerung verstanden wurde; s. hierzu auch die Diskussion in Abschn. 15.3).

Aus den genannten Gründen wird in der vorliegenden Arbeit Methode c) bevorzugt, die sich nach Wittgenstein mit Hilfe eines Frage-Antwort-Spiels (oder **Sprachspiels**) beschreiben läßt, das bestimmten Regeln unterliegt und sich im richtigen Gebrauch der Begriffe im Wechselspiel von Frage und Antwort manifestiert. Diese Methode ist am deutlichsten in dem Paradigma der Frage-Antwort-Systeme der Künstlichen Intelligenz realisiert (s. Teil II und [89]). Zum besseren Verständnis kann man sich dieses Paradigma als Gesamtsystem vorstellen, in das die Wissensrepräsentationsmethoden von Multi-Net eingebettet sind. Dieses Frage-Antwort-System muß man sich aber nicht zwingend als implementiertes KI-System vorstellen, sondern kann es auch als abstraktes funktionales Modell ansehen, in das alle wesentlichen Sprachverstehensprozesse integriert sind. Wegen dieser doppelten Deutungsmöglichkeit soll bewußt für die Termini **Frage-Antwort-Spiel** und **Frage-Antwort-System** durchgängig die gleiche Abkürzung **FAS** verwendet werden. Wer mit den Methoden bzw. Systemen der Künstlichen Intelligenz (KI) und der automatischen Wissensverarbeitung vertraut ist, kann sich unter einem FAS ein Frage-Antwort-System vorstellen, wer sich dem Problem der Bedeutungsdarstellung natürlichsprachlicher Informationen von linguistischer oder psychologischer Seite nähert, kann die Abkürzung FAS als Frage-Antwort-Spiel deuten. Es muß an dieser Stelle darauf aufmerksam gemacht werden, daß der Mensch offensichtlich über alle drei Methoden verfügt, sein mit der natürlichen Sprache verknüpftes begriffliches Symbolsystem semantisch abzustützen. Er kann Wörter/Begriffe mit Dingen der Welt in Verbindung bringen (modelltheoretische/extensionale Semantik), er kann sprachliche Gegebenheiten in Aktionen umsetzen, z.B. die Aufforderung „*Steh auf!*“ in Muskelbewegung übertragen („prozedurale“ Semantik) und er kann Begriffe im Dialog richtig miteinander verknüpfen, ohne die ersten beiden Methoden einzubeziehen (gebrauchstheoretische Semantik).

Obwohl das Kernthema dieser Arbeit die Wissensrepräsentation und nicht die Wissensverarbeitung ist, dürfte es doch für das Verständnis des Ganzen

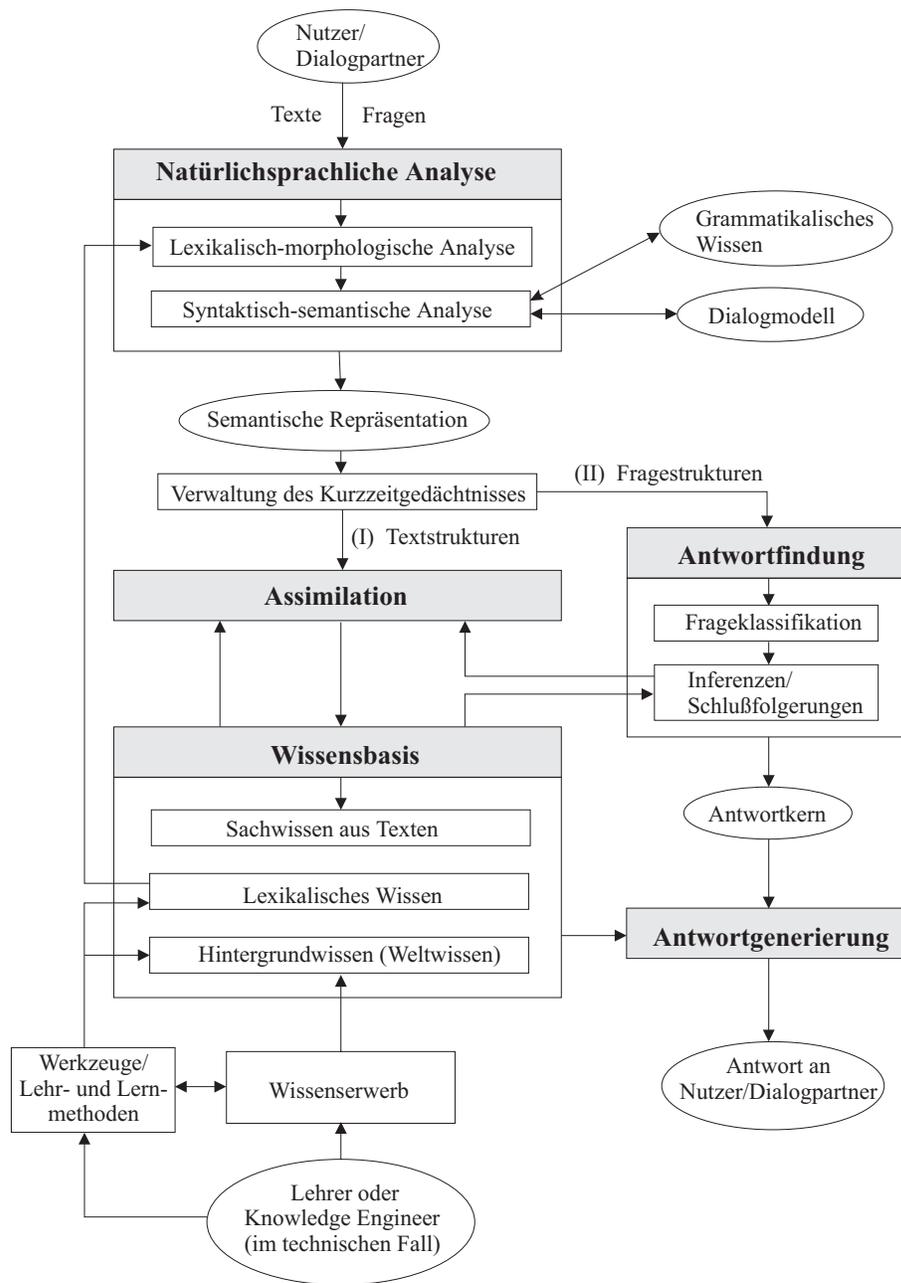


Abbildung 1.2. Überblick über die wesentlichen Funktionskomponenten eines FAS

nützlich sein, die Einbettung der Wissensbasis in ein FAS kurz zu erläutern. Das in Abb. 1.2 angegebene Funktionsdiagramm kann sowohl für einen „natürlichen“ Frage-Antwort-Prozeß als auch für ein technisches Frage-Antwort-System auf dem Rechner als repräsentativ angesehen werden. Es umfaßt alle wesentlichen Bausteine in einem Frage-Antwort-Spiel, wobei die Wissensbasis, die z.B. mit den hier vorgestellten MultiNet-Darstellungsmitteln aufgebaut und beschrieben sein kann, eine zentrale Stellung einnimmt.

Natürlichsprachliche Informationen (sei es an einen Rechner oder einen Dialogpartner übergebene) sind zunächst einer Analyse zu unterziehen, um ihre Bedeutung zu ermitteln und in einer geeigneten semantischen Repräsentationsform darzustellen. In diesem Prozeß wird in der Phase der **lexikalisch-morphologischen Analyse** vor allem auf lexikalisches Wissen und in der Phase der **syntaktisch-semantischen Analyse** auf grammatikalisches Wissen zurückgegriffen. Außerdem wird für die Interpretation der natürlichsprachlichen Ausdrücke ein **Dialogmodell** benötigt, das die situative Einbettung des Dialogs beschreibt und insbesondere für das Verstehen deiktischer Sprachelemente unabdingbar ist (zu letzteren gehören die deiktischen Pronomen, wie „ich“, „du“, oder die deiktischen Adverbien, wie „hier“, „dort“, „gestern“ u.a.)<sup>4</sup>. Sowohl zur Darstellung der Satzbedeutungen als auch für die **lexikalischen Informationen** (s. Abschn. 12) und das zum Sprachverstehen erforderliche **Hintergrundwissen** sowie für das Dialogmodell sollte der gleiche Repräsentationsformalismus eingesetzt werden (für alle diese Bereiche wurde MultiNet bereits mit Erfolg eingesetzt).

Bis zu einem gewissen Grade kann MultiNet auch für die Formalisierung des **grammatikalischen Wissens** herangezogen werden, wie es in der Wortklassen-gesteuerten syntaktisch-semantischen Analyse [91] und dort insbesondere für die Interpretation semantisch relationaler Wortklassen (z.B. für Präpositionen und Konjunktionen) geschieht, vgl. [201]. Bedeutungsstrukturen einfacher Sätze werden zunächst in ein Kurzzeitgedächtnis aufgenommen, um intersententielle Referenzen (insbesondere Pronomenreferenzen zwischen Sätzen) auflösen zu können. Anschließend gehen Fragen und Aussagen (letztere werden hier – selbst wenn sie gesprochen sein sollten – verkürzend unter dem Terminus **Texte** zusammengefaßt) verschiedene Verarbeitungswege. Während Fragen an den Wissensträger/die Wissensbasis einer logischen Antwortfindung zugeführt werden, sind die in Texten (Propositionen) enthaltenen Informationen in die Wissensbasis zu assimilieren. Bei dieser **Assimilation**

---

<sup>4</sup> Unter **Deixis** versteht man das Phänomen, daß bestimmte sprachliche Ausdrücke Bezug auf Elemente des situativen Kontexts der Äußerung nehmen („*hier*“ – Ort des Sprechers/Schreibers; „*heute*“ – der Tag, der den Zeitpunkt des Sprechens/Schreibens einschließt usw.).

sind neu hinzutretende Bedeutungsstrukturen mit bereits vorhandenen zu verknüpfen oder mit gleichbedeutenden Wissensbestandteilen zu identifizieren. Außerdem hat die Assimilation in Texten scheinbar vorhandene „semantische Lücken“ durch vorhandenes Hintergrundwissen zu schließen.<sup>5</sup>

Die Antwortfindung auf vorgegebene Fragen stützt sich auf einen Prozeß der **Frageklassifizierung** (s. Abschn. 3.2.4). Von dem ermittelten Fragetyp hängt nicht nur das einzusetzende **Inferenzverfahren**, sondern auch das für die Antwortfindung heranzuziehende Wissen (situatives oder immanentes Wissen, definitorisches oder assertorisches Wissen usw., s. Abschn. 3.2.3) und das Verfahren zur **Antwortgenerierung** ab. Auf eine Entscheidungsfrage ist eine andere Antwort zu erzeugen („Ja“ bzw. „Nein“) als auf eine Ergänzungsfrage (bei letzterer ist meist ein einziger während der logischen Antwortfindung als **Antwortkern** gefundener Knoten des semantischen Netzes natürlich-sprachlich zu reformulieren). Bei sogenannten Essayfragen („Was ist ein Y?“, „Was weißt Du über X?“ usw.) ist i.a. aus dem immanenten Wissen eines Begriffsrepräsentanten ein ganzer Text (ein „Essay“) zu generieren. Während bei Entscheidungs- und Ergänzungsfragen der deduktive Aspekt oder allgemein das logische Schlußfolgern bei der Antwortfindung im Vordergrund stehen, dominiert bei Essayfragen der Retrievalaspekt (in den genannten Beispielen das Finden und Reformulieren des mit einem Schlüsselkonzept verknüpften immanenten Wissens), s. hierzu Abschn. 3.2.3 und Abschn. 13.2.

---

<sup>5</sup> Wenn z.B. die folgenden Sätze geäußert werden: „Die Firma N.N. entwickelte ein neues Auto. Der Motor benötigt nur noch 3 Liter pro 100 km.“, dann sind diese Sätze ohne Wissen darüber, daß ein Auto einen Motor besitzt (sog. Weltwissen, im Gegensatz zu Sprachwissen) zusammenhangslos. Insbesondere kann ohne dieses Wissen die Referenz, die durch den bestimmten Artikel in der Phrase „der Motor“ angezeigt wird, nicht aufgelöst werden. In diesem Fall hätte also die Assimilation neben den richtigen Begriffsunterordnungen zu bereits im Wissensbestand vorhandenen Begriffen eine entsprechende Teil-Ganzes-Beziehung **PARS** zwischen den Begriffen ⟨neues Auto⟩ und ⟨der Motor⟩ zu ergänzen.



## Kapitel 2

# Historische Wurzeln

Semantische Netze (abgekürzt: SN) haben bereits eine sehr lange Tradition und sind als Wissensrepräsentationsmethode für die Untersuchung der Semantik natürlichsprachlicher Ausdrücke besonders gut geeignet. Sie gehen auf die Arbeiten von Quillian zu assoziativen Netzwerken zurück [155] und sind stark von Gesichtspunkten der kognitiven Psychologie bzw. der kognitiven Modellierung geprägt [164] [204]. In diesem Abschnitt soll die Einbettung des Multi-Net-Paradigmas in diese Entwicklungslinie kurz umrissen werden (vgl. hierzu Abb. 2.1).

Wichtige Impulse für die Bereicherung des Repertoires von Darstellungsmitteln für die Bedeutungsdarstellung natürlichsprachlicher Wörter und Texte kamen aus der Linguistik durch die Arbeiten von Fillmore [55]. Er hat durch Untersuchung der Kasusysteme verschiedener Sprachen die den jeweiligen grammatischen Kasus zugrundeliegenden semantischen Beziehungen herausgearbeitet und eine erste Liste sogenannter **Tiefenkasusrelationen**<sup>1</sup> aufgestellt. Eine Erweiterung des von Fillmore gefundenen Repertoires an TKR findet sich in Abschn. 5.2.1. Wegen der in der Linguistik üblichen Unterscheidung zwischen **Oberflächenstruktur**<sup>2</sup> und **Tiefenstruktur**<sup>3</sup> werden wir in Anlehnung an die TKR alle Beziehungen zwischen Bedeutungsrepräsentanten natürlichsprachlicher Ausdrücke als **Tiefenrelationen** bezeichnen.

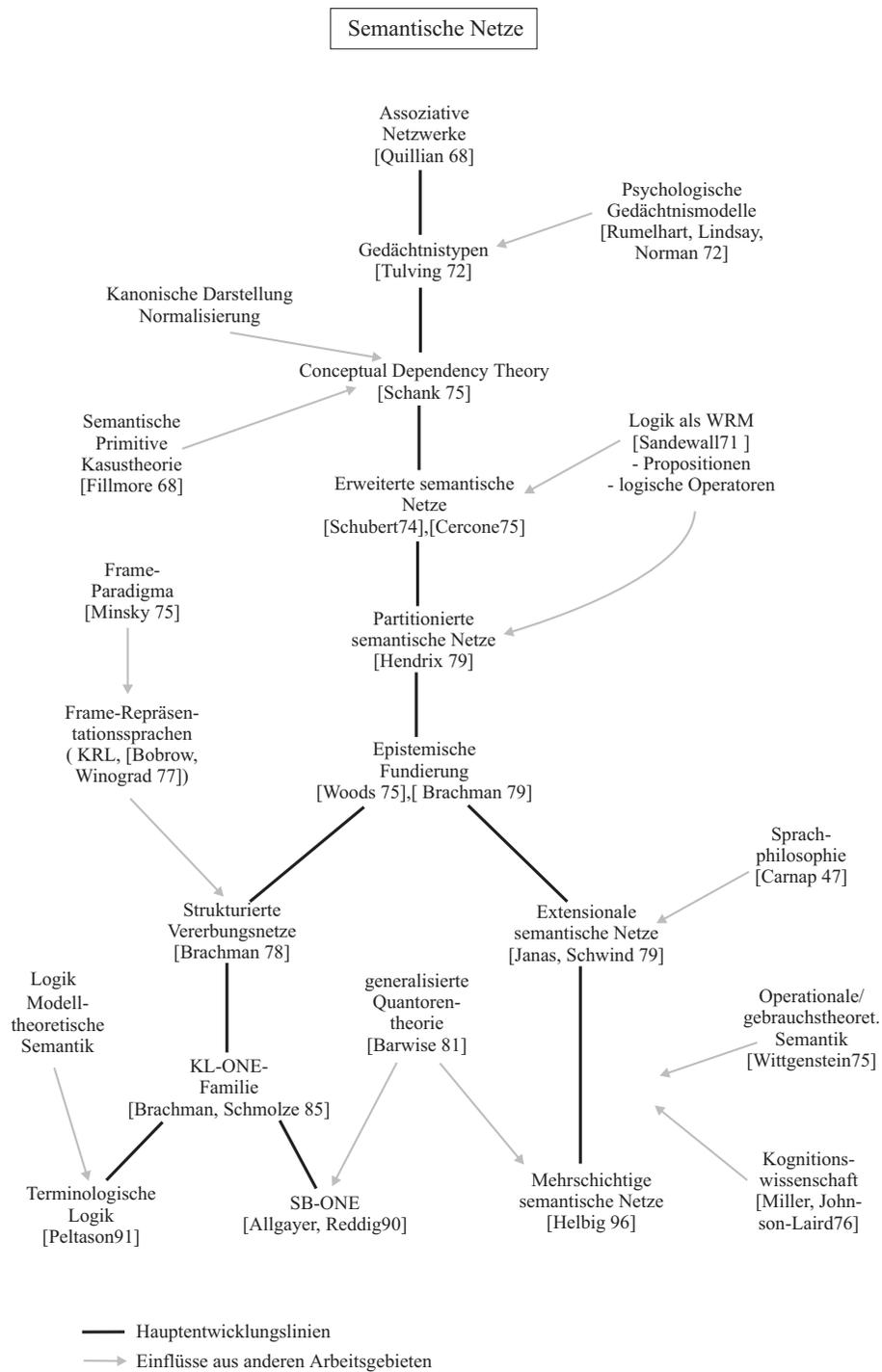
Einen starken Einfluß auf die Entwicklung der SN hatten auch die Arbeiten von Schank und seiner Schule [169], die vor allem dynamische Sachverhalte behandelt haben und dabei versuchten, diese auf ganz wenige (etwa ein Dutzend) semantisch fundamentaler Tiefenkonzepte (wie PTRANS – für physischen Transport, INGEST – für Inkorporieren u.a.) zurückzuführen. Obwohl dieser Ansatz letztlich nicht erfolgreich war, hat er doch die Diskussion um das Problem einer kanonischen Bedeutungsdarstellung bereichert (s. hierzu Abschn. 15.2.4).

---

<sup>1</sup> Im folgenden soll der Terminus **Tiefenkasusrelationen** mit **TKR** abgekürzt werden.

<sup>2</sup> Das ist die Sprachform, so wie sie uns gesprochen oder geschrieben entgegentritt.

<sup>3</sup> Das ist die in einem bestimmten Formalismus ausgedrückte Bedeutungsrepräsentation des entsprechenden natürlichsprachlichen Ausdrucks.



**Abbildung 2.1.** Entwicklungsetappen semantischer Netz-Modelle

Der Zusammenhang von Ausdrucksmitteln der Prädikatenlogik und der SN wurde in den siebziger Jahren vor allem durch Beiträge von Sandewall [166], Cercone und Schubert [38], [173] sowie von Hendrix [94] gefördert. Ein wichtiger Gesichtspunkt bestand hier in der korrekten Wiedergabe der Wirkungsbereiche von logischen Junktoren und Quantoren, wofür die Partitionierung semantischer Netze und besondere Ausdrucksmittel für die Abhängigkeiten zwischen Bedeutungsrepräsentanten bei gemischter Quantifizierung in das SN eingeführt wurden.

Grundsätzliche Fragen zu dem Problem, was in einem semantischen Netz (genauer in seinen Knoten und Kanten) dargestellt ist, wurden von Woods [222] und Brachman [25] diskutiert und bis zu einem gewissen Grad auch geklärt. Das war deshalb erforderlich, weil in der Frühzeit der KI oft nicht streng zwischen logisch-konzeptueller Ebene und Implementierungsebene unterschieden wurde. Auf den letztgenannten Aspekt (d.h. die Implementierungsebene von MultiNet) kann an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden. Es sei aber angemerkt, daß eine Implementation des MultiNet-Paradigmas auf der Basis der KI-Programmiersprache LISP vorliegt, für die eine gut ausgebaute Werkbank existiert, die ständig weiterentwickelt wird (s. hierzu Abschn. 14.2).

Gegen Ende der siebziger Jahre kann man wenigstens zwei Teillinien in der Entwicklung der semantischen Netze beobachten. Die erste Linie, zu der die strukturierten Vererbungsnetze [24] und das Wissensrepräsentationssystem **KL-ONE** [29] gehören, ist stark vom Frame-Konzept [140] und den Frame-Repräsentationen beeinflusst (s. z.B. [23]). Sie orientieren sich in ihren neueren Ausrichtungen, der terminologischen Logik [148] und **SB-ONE** [6], an der Logik und ihrer modelltheoretischen Fundierung der Semantik.

Die zweite Linie, zu der auch das MultiNet-Paradigma gehört, orientiert sich stärker an Konzepten der Kognitionswissenschaften [139] und an einer gebrauchstheoretischen (operationalen) Semantikauffassung, die auf Wittgenstein [219] zurückgeht. Eine Besonderheit von Vertretern dieser Linie (so z.B. [103] und [92]) besteht darin, daß neben intensionalen Aspekten der Bedeutungsdarstellung explizit Elemente des extensionalen Bedeutungsaspekts (s. hierzu [35]) in die Wissensrepräsentation selbst aufgenommen werden. Abschließend muß betont werden, daß sich die semantischen Netze in ihrer heutigen Form auch in der gegenseitigen Beeinflussung und Auseinandersetzung mit anderen Methoden der Wissensrepräsentation, insbesondere mit den an der Logik orientierten, entwickelt haben. Von den moderneren Semantiktheorien sind in diesem Zusammenhang vor allem die **Generalisierte Quantoren-Theorie (GQT)** [12], die **File Change Theory** [82] und die **Discourse Representation Theory** [106] zu nennen, s. hierzu Abschn. 15.3. Besonders die

Einsicht der GQT, daß quantifizierte Nominalphrasen (wie „*sehr viele Kinder*“, „*fast alle Studenten*“) eine semantische Einheit bilden, über der etwas prädiert werden kann (z.B. „*sind fleißig*“), findet in vielen modernen Wissensrepräsentationen ihren Ausdruck (u.a. in SB-ONE und MultiNet, s. hierzu Abschn. 15).

Es ist hier leider nicht möglich, die Einbettung der semantischen Netze in das wissenschaftliche Umfeld erschöpfend zu behandeln. Aus diesem Grund sollen nachstehend exemplarisch einige Disziplinen mit Literaturzitationen angegeben werden, die mit der Entwicklung des Wissensrepräsentationsparadigmas „Semantische Netze“ in enger Beziehung stehen:<sup>4</sup>

- Kognitive Psychologie ([33], [104] u.a.)
- Künstliche Intelligenz ([122], [194], [202], [27] u.a.)
- Lexikographie ([153], [216], [9] u.a.)
- Logik ([61], [205] u.a.)
- Philosophie ([192], [154], [156] u.a.)
- Psycholinguistik ([51], [120], [121] u.a.)
- Sprachwissenschaft allg. ([19], [102], [47], [18], [129] u.a.)

---

<sup>4</sup> Die angegebene Literatur soll keine Wertung enthalten und strebt auch keine Vollständigkeit an. Sie soll zusammen mit den übrigen im Buch zitierten Arbeiten einen Einstieg in die relevante Fachliteratur vermitteln sowie die Querverbindungen zu anderen Wissenschaftsdisziplinen aufzeigen.

## Kapitel 3

# Grundlagen

### 3.1 Allgemeines

Begriffe und ihre Beziehungen zueinander sind wesentliche Strukturelemente des kognitiven Apparates und damit auch der Bedeutungsrepräsentation natürlichsprachlicher Informationen.

Ein Begriff läßt sich im allgemeinen durch drei Komponenten charakterisieren:<sup>1</sup>

1. ein Wort oder eine Wortgruppe, die den Begriff bezeichnen und die ihn nach außen, d.h. in der sprachlichen Kommunikation vertreten (das sogenannte **Wortetikett**);
2. eine Gesamtheit von Beziehungen zu anderen Begriffen;
3. ein komplexes Muster perzeptuellen (meist visuellen) Ursprungs.

Nicht alle drei Bestimmungsstücke müssen bei jedem Begriff in gleicher Weise ausgeprägt sein. Es gibt einerseits Begriffe, (wie *das Auto, das Paul gestern kaufte*), die sich nicht durch ein einzelnes Wortetikett bezeichnen lassen. Andererseits gibt es auch Begriffe, bei denen praktisch nur die ersten beiden Komponenten vorhanden sind, wobei aufgrund des hohen Abstraktionsgrades dieser Begriffe die dritte Komponente fast völlig in den Hintergrund tritt (vgl. *Gerechtigkeit, Determinismus* usw.). Semantische Netze versuchen gerade die ersten beiden Komponenten zu beschreiben. **Neuronale Netze** (vgl. [161], [172], [225] u.a.) sind dagegen sehr gut geeignet, den dritten Aspekt zu modellieren. Ihnen fehlt aber weitestgehend die Einbindung der ersten beiden Komponenten. Aus der Vereinigung dieser Entwicklungslinien, die zur Zeit noch aussteht, ließe sich ein wesentlicher Fortschritt auf dem Gebiet der Wissensrepräsentation und der kognitiven Modellierung erzielen.

Es ist darauf hinzuweisen, daß sprachliche Ausdrücke und die ihnen zugrundeliegenden begrifflichen Bedeutungen klar voneinander zu trennen sind.

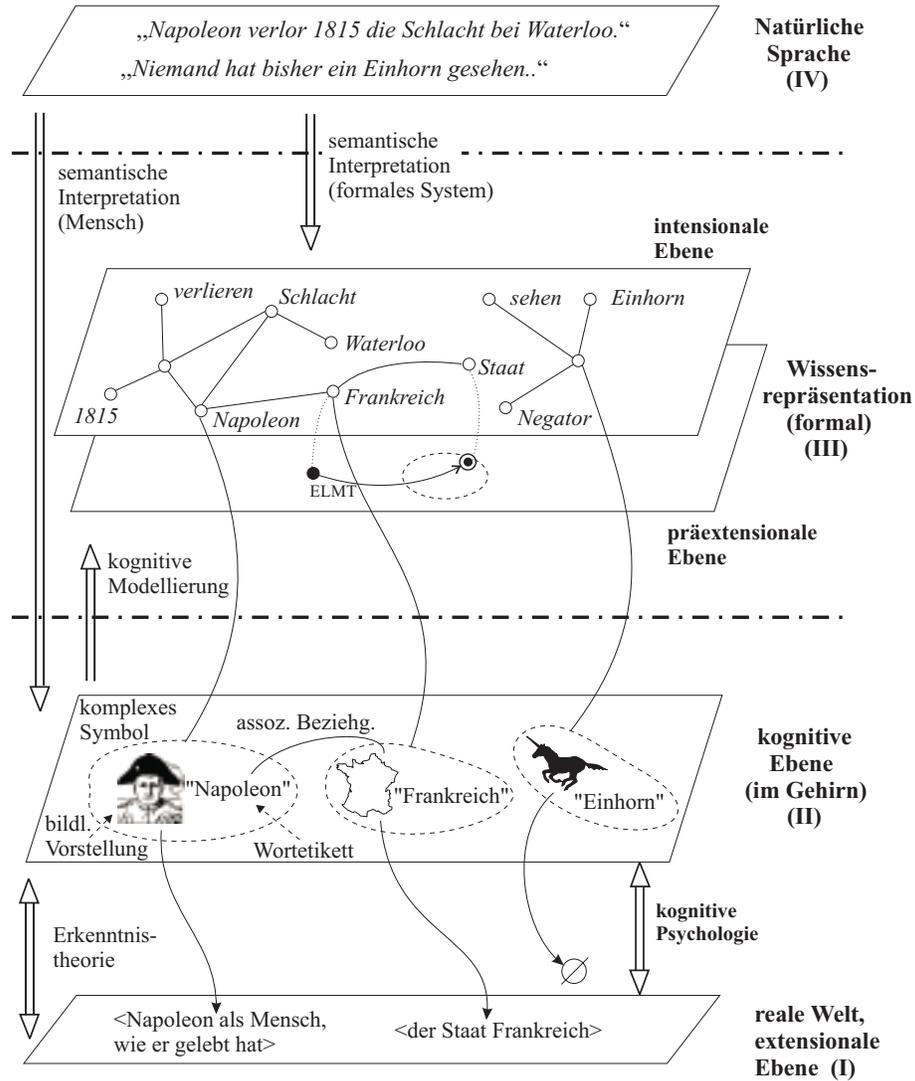
---

<sup>1</sup> Genau genommen handelt es sich hierbei um den intensionalen Aspekt eines Begriffs, auf den extensionalen Aspekt und dessen (partielle) Repräsentation werden wir später noch eingehen.

Zur Unterscheidung von Wörtern bzw. natürlichsprachlichen Phrasen und den ihnen zugeordneten Begriffen wird folgende Konvention verwendet: die natürlichsprachlichen Ausdrücke (wie „Haus“, „*der Baum vor meinem Haus*“) werden im Text kursiv und in Anführungszeichen gesetzt. Wenn aber auf die entsprechenden Begriffe Bezug genommen wird, werden diese serifenlos und bei Mehrwortbegriffen zusätzlich in spitze Klammern gesetzt (wie z.B. Haus, ⟨der Baum vor meinem Haus⟩).

- Ein **Semantisches Netz (SN)** ist das mathematische Modell einer Begriffsstruktur, die aus einer Menge von Begriffen und den zwischen diesen bestehenden kognitiven Relationen aufgebaut ist. Es wird in Form eines verallgemeinerten Graphen dargestellt, wobei den Knoten des Graphen die Begriffsrepräsentanten und den Kanten Beziehungen zwischen den Begriffen entsprechen.

Zur Verdeutlichung, welche Schichten der Wirklichkeit mit der Wissensrepräsentation auf dem Rechner in Beziehung stehen, und zur Beantwortung der von Brachman in [25] aufgeworfenen Fragen hinsichtlich des epistemologischen Status von semantischen Netzen sei auf Abb. 3.1 verwiesen. Dort sind als die beiden untersten Ebenen die **reale Welt (I)** und die **kognitive Ebene (II)** angegeben, wobei die letztgenannte Ebene die menschlichen Denkinhalte und Gedächtnisstrukturen repräsentiert. Inwieweit die Gegebenheiten der Ebene (I) in Ebene (II) vollständig bzw. adäquat wiedergespiegelt werden, ist Gegenstand philosophischer Theorien (genauer der Erkenntnistheorie) und kann im Rahmen dieser Arbeit nicht näher erörtert werden. Neben der Philosophie befassen sich auch die kognitive Psychologie und die Wahrnehmungspsychologie mit der Frage nach dem Verhältnis zwischen Ebene (I) und Ebene (II). Wichtig für das Verständnis semantischer Netze ist die Tatsache, daß ein SN in Ebene (III) die Modellierung der mentalen Ebene (II) und nicht etwa eine direkte Modellierung der realen Welt (Ebene (I)) auf dem Rechner darstellt. Dabei ist es bisher noch nicht gelungen, die dritte Komponente eines Begriffs (s.o.) in die Wissensrepräsentation auf dem Rechner zu integrieren. Ansätze hierzu eröffnen sich durch Kombination symbolischer Methoden der Wissensrepräsentation mit subsymbolischen Methoden der Wissensverarbeitung wie den bereits erwähnten Neuronalen Netzen, wobei den Kohonen-Netzen [111] eine besondere Bedeutung zukommen dürfte. Es muß ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht werden, daß wir zwar verkürzt davon sprechen, daß Knoten des SN „Objekte“, „Sachverhalte“ usw. repräsentieren, tatsächlich aber in jedem einzelnen Fall die Repräsentation des mentalen Konzepts meinen, das diese Entitäten widerspiegelt.



**Abbildung 3.1.** Die Einbettung der Wissensrepräsentation in verschiedene Bereiche der Wirklichkeit

Nach der Definition eines SN repräsentiert jeder Knoten des semantischen Netzes einen Begriff und umgekehrt. Wenn keine Verwechslungen möglich sind bzw. keine Mehrdeutigkeiten vorliegen, werden der Einfachheit halber Knoten in den graphischen Darstellungen mit natürlichsprachlichen Wörtern markiert.<sup>2</sup> Begriffsrepräsentanten, die durch ein einzelnes Wort bezeichnet werden können, nennen wir **lexikalisierte Begriffe** (Beispiele: Haus, grün). Alle anderen heißen **nichtlexikalisierte Begriffe**, wie z.B. ⟨der Baum vor meinem Haus⟩. Bezüglich des Problems der lexikalischen Mehrdeutigkeit – d.h. der **Polysemie** bzw. **Homographie** – muß auf Abschn. 12 verwiesen werden. Wenn einem Wort mehrere Bedeutungen bzw. Begriffsrepräsentanten zugrundeliegen, werden wir die entsprechenden Knoten durch indizierte Wortetiketten bezeichnen (z.B. **Bank<sub>1</sub>** – Geldinstitut, **Bank<sub>2</sub>** – Sitzgelegenheit, eventuell auch Bank.1.1 oder Bank.1.2 usw.). Jeder Knoten des SN besitzt einen eindeutigen Namen, der bei nichtlexikalisierten Begriffsrepräsentanten, auch künstlich generiert sein kann (**G01**, **G02**, **G03** usw.).<sup>3</sup>

Es ist oft argumentiert worden, so z.B. in [26], S. 33, daß die mnemonische Bezeichnung von Knoten des SN mit Etiketten, die an der natürlichen Sprache angelehnt sind, an sich noch keinen semantischen Wert hat. Das ist insoweit richtig, da insbesondere in einer rechentechnischen Anwendung ein Etikett, wie **Bank<sub>1</sub>**, für den Computer an sich nichts anderes aussagt als z.B. ein künstlich generierter Name, wie **G001** oder **X8327**. In einem FAS (vor allem in seiner computerlinguistischen Gestalt als Frage-Anwort-System) sind aber nach den obigen Ausführungen die lexikalisierten Begriffsrepräsentanten des SN durch eine isomorphe Abbildung mit den Bezeichnungen der Lexeme im Lexikon und damit sowohl in der Analysephase als auch in der Generierungsphase mit natürlichsprachlichen Wörtern verknüpft, wobei leider die Beziehung zwischen Wörtern und Begriffsrepräsentanten nicht umkehrbar eindeutig ist. Auf semantischer Ebene wird die Verbindung zwischen den Begriffen untereinander durch die Inferenzprozesse hergestellt, die von Axiomen und Inferenzregeln getragen werden, in denen die Begriffsrepräsentanten (Knoten-namen) und semantischen Relationen (Kantenbezeichnungen) eine wichtige Rolle spielen (s. hierzu Abschn. 13.2). Aus diesem Grund sind auch das eingangs genannte Interoperabilitätskriterium und das Homogenitätskriterium so wichtig, da sie gewährleisten, daß Wörter, Lexeme und Repräsentanten für Be-

<sup>2</sup> In den graphischen Darstellungen der Netze ist die Einhaltung der genannten Konvention bezüglich Wort- und Begriffs-Unterscheidung nicht erforderlich, da dort nur Begriffsrepräsentanten und keine Wörter vorkommen.

<sup>3</sup> Bei **lexikalisierten Begriffen** ist in computerlinguistischen Anwendungen dafür Sorge zu tragen, daß eine umkehrbar eindeutige Entsprechung bei der Namensgebung von **Lexemen** im Lexikon (s. Abschn. 12) und korrespondierenden Begriffsrepräsentanten im Netz gewährleistet ist (s. hierzu [174]).

griffsbedeutungen sowie die semantisch primitiven Darstellungselemente in einem einheitlichen System konsistent und durchgängig in allen Phasen des Sprachverstehens miteinander verknüpft sind.

Wie bereits erwähnt, stellen die Kanten des semantischen Netzes epistemisch bzw. kognitiv begründete Relationen dar, die im Rahmen der Semantikbeschreibung als fundamentale Tiefenbeziehungen anzusehen sind. Bei ihrer Auswahl für die Zwecke der Bedeutungsdarstellung ist die richtige Balance zwischen den verschiedenen Anforderungen aus den in Abschn. 1 genannten Kriterien – insbesondere der Forderung nach Vollständigkeit und nach Differenziertheit einerseits und Universalität andererseits – zu finden. In der semantischen Tiefenstruktur sind auf jeden Fall nur eindeutig interpretierbare semantische Relationen zulässig, die auch grundlegend in dem Sinne sind, daß sie genügend gewichtige Klassen von in Natur oder Gesellschaft vorzufindenden oder pragmatisch zu begründenden Beziehungen widerspiegeln und damit eine effektive Antwortfindung im FAS (d.h. logische Schlußfolgerungen) ermöglichen. Eine zu feine Auffächerung der semantisch primitiven Darstellungsmittel würde den axiomatischen Apparat der Darstellungsmittel derartig überlasten, daß kein effektives logisches Schließen mehr möglich wäre. Aus diesem Grund sind bei der Analyse Wörter oder Wendungen, die eigentlich nur stilistisch gefärbte Paraphrasierungen ein und derselben Tiefenbeziehungen darstellen, auf die entsprechenden semantischen Relationen und Funktionen zu reduzieren (z.B. „*Eigentum sein von*“, „*besitzen*“ u.a. auf **POSS**; Wendungen mit „*Ursache sein von*“, „*bewirken*“, „*verursachen*“ u.a. auf **CAUS** usw.). Das bedeutet nicht, daß es keine gesonderten Begriffsrepräsentanten für *Eigentum*, *besitzen* oder *Ursache*, *bewirken* usw. im SN geben sollte. Sie müssen nur über geeignete Bedeutungspostulate bzw. Transformationsregeln mit den ihnen jeweils zugrundeliegenden Kernbedeutungen verknüpft sein (s. hierzu auch Abb. 4.21 und Teil II, Relationen **SUBR** und **ARG1/2/3**).

Auf der anderen Seite dürfen die semantischen Darstellungsmittel nicht so grob sein, daß wichtige Differenzierungen in der semantischen Repräsentation verloren gehen. So etwas würde z.B. geschehen, wenn man alle lokalen Beziehungen nur mit Hilfe der drei Grundrelationen **LOC**, **ORIGL**, **DIRCL** (s. Teil II) ohne Berücksichtigung der darüber hinaus in den lokalen Präpositionen enthaltenen Informationen ausdrücken würde. Ein anderer Versuch in dieser Richtung ist der von Schank und seiner Schule ([168], [167]), die bestrebt war, alle Aktionen auf einige wenige fundamentale Handlungen zurückzuführen (s. hierzu Abschn. 15.2.4).

Das entgegengesetzte Extrem wäre, die natürliche Sprache – so wie sie ist – unter Bewahrung ihrer zahlreichen Nuancierungsmöglichkeiten als Wissensre-

präsentationssprache, über der die logischen Schlüsse bei der Antwortfindung ablaufen, zu benutzen. Ein solcher Versuch wäre wegen der kombinatorischen Vielfalt der semantisch miteinander in Beziehung zu setzenden sprachlichen Konstrukte zum Scheitern verurteilt. Genau diese Gründe haben ja erst zur Schaffung künstlicher (formaler) Wissensrepräsentationssprachen geführt, bei denen die wichtigsten logischen Folgerungsbeziehungen an semantisch fundamentalen Konstrukten (den semantischen Primitiven) festgemacht werden.

Die in dieser Arbeit beschriebenen Darstellungsmittel resultieren sowohl aus der eigenen langjährigen Forschungstätigkeit auf dem Gebiet der Wissensrepräsentation und automatischen Sprachverarbeitung als auch aus einem Vergleich der international auf dem Gebiet der semantischen Netze vorliegenden Arbeiten (s. hierzu Abschn. 2 und 15 und <http://pi7.fernuni-hagen.de>). Trotzdem wäre eine weitere Untermuerung aus Sicht der kognitiven Psychologie und der Sprachwissenschaft wünschenswert.

Da eine Gegenüberstellung mit anderen Wissensrepräsentationsformalismen bzw. -methoden für den Leser erst dann effektiv nachvollziehbar ist, wenn die Darstellungsmittel von MultiNet erklärt sind, wurde dieser Vergleich an das Ende der Arbeit gelegt (s. Abschn. 15). Einen Überblick über die Darstellungsmittel, die in Teil II ausführlich beschrieben sind, gibt Abb. 3.2.

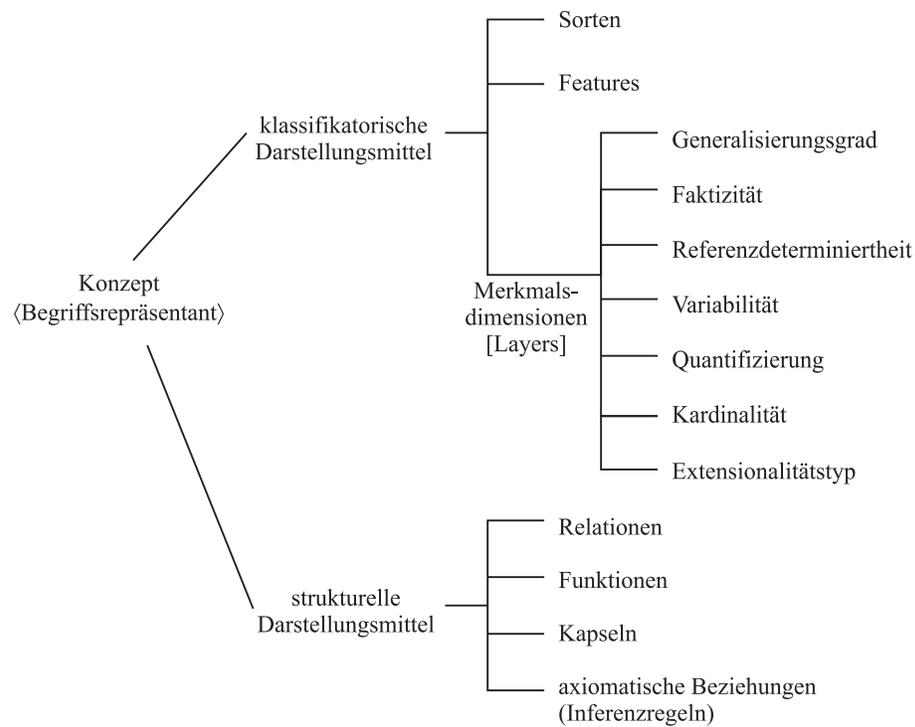
## 3.2 Klassifikatorisches Wissen

### 3.2.1 Sorten und Features

Fast allen Wissensrepräsentationen liegt eine Ontologie der zu repräsentierenden Gegebenheiten (Entitäten) zugrunde.

- Eine Klassifizierung der Begriffe nach epistemischen Gesichtspunkten, die bis zu einem gewissen Grad auch eine Einteilung der realen Welt nach ontologischen Gesichtspunkten widerspiegelt, nennt man eine begriffliche **Ontologie**. Die durch die Ontologie vorgegebenen Begriffsklassen heißen **Sorten** (s. Teil II Abschn. 17.1, dort insbesondere Abb. 17.1).

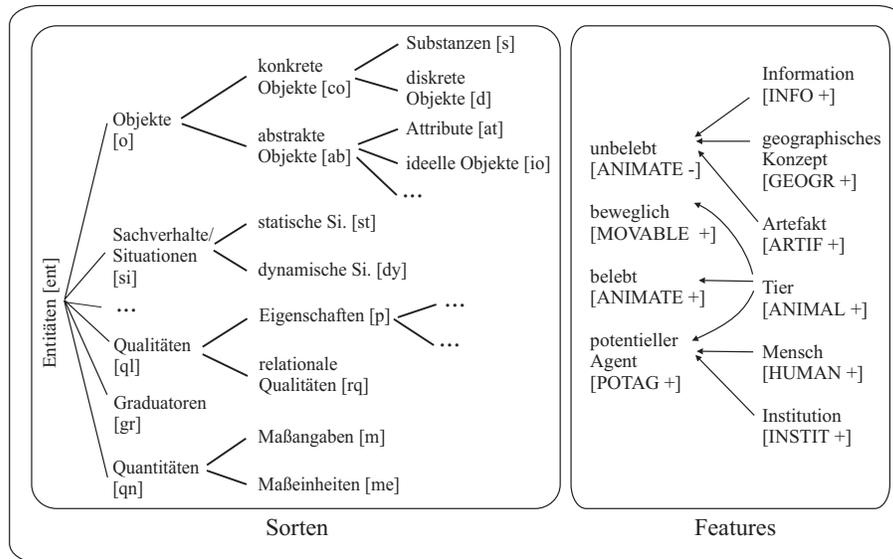
Diese Sorten spielen eine wichtige Rolle beim Aufbau des formalen Apparates der Bedeutungsrepräsentation, da sie eine unabdingbare Voraussetzung für die Festlegung der Definitions- bzw. Wertebereiche der Funktionen und Relationen sind (Spezifikation der Signaturen). Es ist eben ein wesentliches Merkmal der Relation **CAUS** (der Kausalitätsbeziehung), daß sie nur zwischen zwei Sachverhalten (und nicht z.B. zwischen zwei konkreten Objekten) bestehen kann, oder daß die Funktion **\*COMP** zur Komparation von Eigenschaften



**Abbildung 3.2.** Überblick über die Darstellungsmittel insgesamt

einem Objekt und einer Eigenschaft eine andere (die gesteigerte) Eigenschaft zuordnet (und nicht z.B. zwei Quantitäten eine dritte) usw. Die Sorten spielen aber auch beim Sprachverstehen und bei der Definition der Wortbedeutungen eine wichtige Rolle (s. hierzu Abschn. 12). So erkennt man bereits an der Sortenzugehörigkeit *co* (Konkretum) des Bedeutungsrepräsentanten für das grammatische Objekt des Satzes „*Der Schüler konjugiert den Stein*“, daß dieser Satz nicht akzeptabel ist. Das Verb „*konjugieren*“ und damit das zugrundeliegende Handlungskonzept verlangen wenigstens ein Abstraktum als Objekt (Sorte: *io*).<sup>4</sup> Darüber hinaus bilden die Sorten auch den Ausgangspunkt für die Antwortgenerierung auf der Basis von Teilnetzen, da sich eine Korrelation zwischen Sorten und syntaktischen Kategorien bei der Sprachgenerierung herstellen läßt: Objekte (Sorte: *o*) – Nominalphrasen, Eigenschaften (Sorte: *p*) – Adjektivgruppen usw. Neben den ontologisch und algebraisch motivierten Sorten spielen für die lexikographische Spezifikation weitere Objektmerkmale

<sup>4</sup> Wir werden weiter unten sehen, daß für diese sogenannten **Selektionsbeschränkungen** auch die Sorten noch nicht ausreichend sind (s. Abschn. 12).



**Abbildung 3.3.** Überblick über die obersten Ebenen des Systems von Sorten und Features

(sogenannte **Semantic features**) eine Rolle zur Klassifikation von Objekten. Diese Features werden in Abschn. 12 ausführlicher motiviert und behandelt. Einen ersten Kurzüberblick über die Sorten und Features gibt Abb. 3.3. Eine detaillierte Beschreibung der Sorten findet sich in Teil II, Abschn. 17.1.

### 3.2.2 Dimensionsbehaftete Merkmale (Schichtenbildung)

Ein wesentliches Charakteristikum des MultiNet-Paradigmas besteht in der Einordnung von Entitäten in einen mehrdimensionalen Raum von Merkmalen und insbesondere in der Einbeziehung einer präextensionalen Ebene in die Wissensrepräsentation. Obwohl die Gegenüberstellung von intensionaler und extensionaler Bedeutung zum geistigen Grundbestand der philosophischen Semantiktheorien gehört (s. hierzu [35]), hat die explizite Darstellung des extensionalen Aspekts in Wissensrepräsentationssysteme der KI kaum Eingang gefunden (Ansätze finden sich bei [5] sowie bei [103]). Insbesondere bei der modelltheoretischen Fundierung von Logik-orientierten Wissensrepräsentationen wird die Extension von Begriffen bzw. Prädikaten als etwas außerhalb der Wissensrepräsentation Stehendes betrachtet. Es gibt aber durchaus Indizien dafür, daß bestimmte Elemente des extensionalen Aspekts in die Darstel-

lungsmittel selbst einbezogen werden müssen. Betrachten wir hierzu folgende Sätze, deren semantische Repräsentation in Abb. 3.4 angegeben ist.<sup>5</sup>

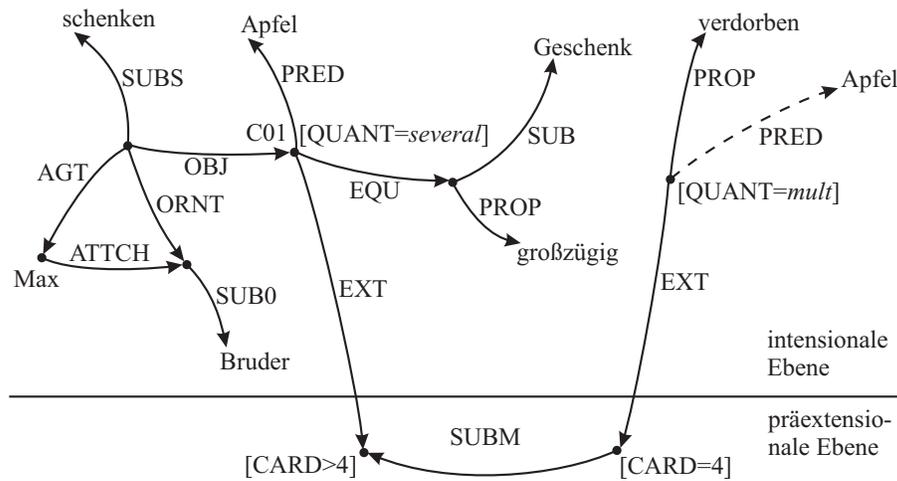


Abbildung 3.4. Das Zusammenwirken zwischen intensionaler und präextensionaler Ebene

- (3.1) „Max schenkte seinem Bruder mehrere Äpfel.“  
 (3.2) „Das war ein großzügiges Geschenk.“  
 (3.3) „Vier davon waren verdorben.“

Wenn man nur die ersten beiden Sätze liest, dann betrachtet man das Konzept  $C01 = \langle \text{mehrere Äpfel} \rangle$  als eine intensionale Einheit, was noch durch das singularische Referenzwort „Das“ im Satz 3.2 verstärkt wird. Insbesondere macht sich der Leser der Sätze 3.1 und 3.2 keine Gedanken über die Anzahl der Äpfel. Beim Lesen des Satzes 3.3 hingegen wird der extensionale Aspekt des Konzepts  $C01$ , d.h. seine Eigenschaft als Menge mit einer bestimmten Anzahl von Elementen (oder einer bestimmten Kardinalität) explizit hervorgehoben. Durch die Wendung „Vier davon“ wird deutlich, daß das Konzept  $C01$  eine Gesamtheit beschreibt, die aus mehr als 4 Elementen bestehen muß; die Bedeutung des Wortes „davon“ bewirkt darüber hinaus die Etablierung einer Teilmengenbeziehung auf einer zweiten (der sogenannten „präextensionalen“) Ebene.

<sup>5</sup> Hier ist ein gewisser Vorriff auf die Darstellungsmittel von MultiNet erforderlich, der aber leicht mit Hilfe von Teil II zu bewältigen ist. Außerdem wurde die Netzdarstellung durch Weglassen von Begriffskapseln vereinfacht und durch Hinzunahme von eigentlich nur inferentiell erschließbaren Anteilen etwas transparenter gemacht. In Abb. 3.4 kommt es nur auf das Zusammenwirken von intensionaler und präextensionaler Ebene an.

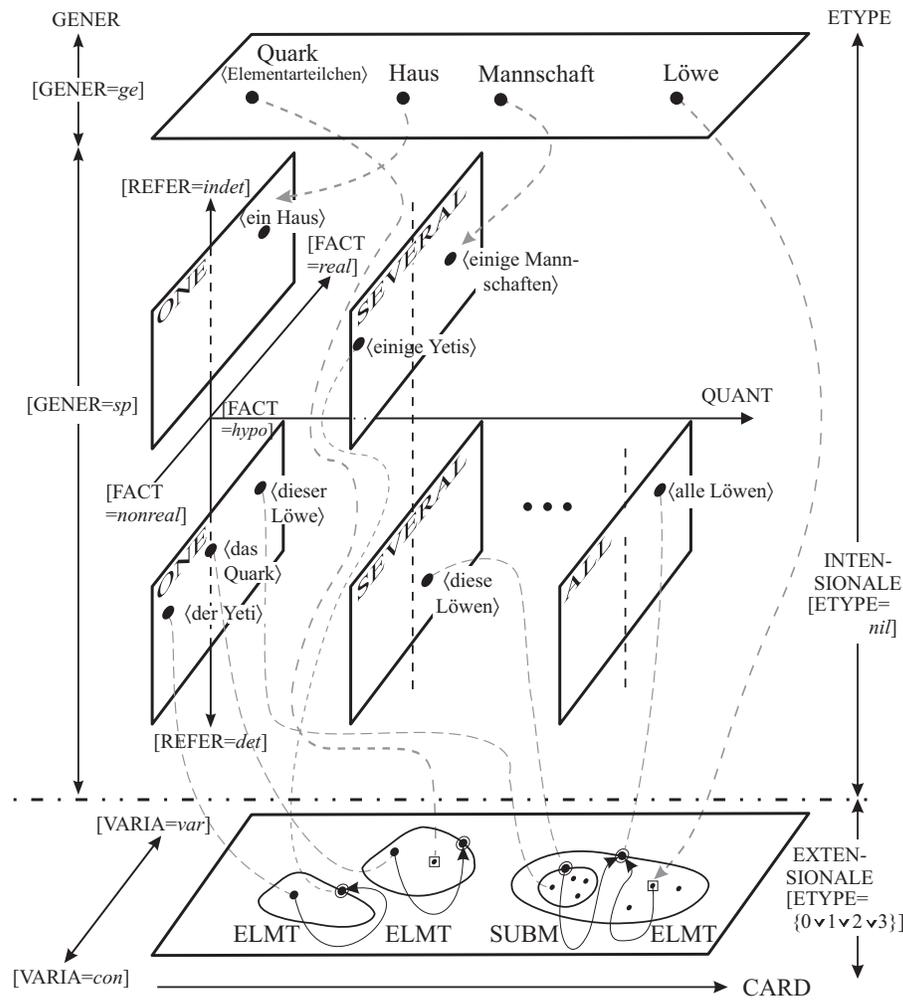


Abbildung 3.5. Überblick über das Schichtenmodell von MultiNet (repräsentiert durch die Submerkmale des Merkmals LAYER)

Aus dem Gesagten wird deutlich, daß die volle Bedeutung von Sätzen und Texten, aber auch von einzelnen Phrasen, insbesondere von quantifizierten Nominalphrasen und deren Wechselbeziehung, erst durch das Zusammenspiel zweier Darstellungsebenen ermöglicht wird, die wir intensionale und präextensionale Ebene nennen.

- Die **intensionale Ebene** wird durch Knoten bestimmter Sorten, kognitive Beziehungen zwischen diesen Knoten (Begriffsrepräsentanten) und durch

Merkmale wie Generalisierungsgrad (**GENER**), Referenzdeterminiertheit (**REFER**) und (intensionale) Quantifizierung (**QUANT**) bestimmt. Die Elemente dieser Ebene nennen wir kurz **Intensionale**.

- Die **präextensionale Ebene** wird demgegenüber durch Element- bzw. Mengenrepräsentanten verschiedener Stufe (s. Merkmal: **ETYPE**) sowie durch Mengenrelationen bzw. Mengenfunktionen bestimmt. Die Bedeutungsrepräsentanten dieser Ebene werden verkürzt als **Extensionale** bezeichnet. Sie werden zusätzlich zum Extensionalitätstyp (**ETYPE**) noch durch die Merkmale Variabilitätsgrad (**VARIA**), Faktizität (**FACT**) und Kardinalität (**CARD**) charakterisiert.

Einen Überblick über die verschiedenen Merkmals-Dimensionen, entlang derer die Knoten eines semantischen Netzes eingeordnet werden können, gibt Abb. 3.5. Dort sind die Dimensionen Generalisierungsgrad **GENER** (mit den Merkmalswerten generisch – *ge* und spezifisch – *sp*), Referenzdeterminiertheit **REFER** (mit den Merkmalswerten determiniert – *det* und indeterminiert – *indet*), intensionale Quantifizierung **QUANT** (mit den Werten *one*, *some*, . . . , *almost-all*, *all*), Faktizität **FACT** (mit den Werten real – *real*, hypothetisch – *hypo*, non-real – *nonreal* oder abgekürzt *non*), Variabilität **VARIA** (mit den Werten variabel – *var* und konstant – *con*) und **CARD** (mit natürlichen Zahlen als Werten) angegeben. Den Sorten auf intensionaler Ebene entsprechen die Extensionalitätstypen (Merkmal: **ETYPE**) auf präextensionaler Ebene. Die Sorten sind in Abb. 3.5 nicht mit eingezeichnet (s. hierzu Teil II, Abschn. 17.1).

Von einer **präextensionalen** (anstelle einer extensionalen) Darstellungsebene sprechen wir deshalb, weil natürlich eine Begriffsextension im philosophischen Sinn (also Teile der realen Welt) niemals in einer Wissensrepräsentation, sei es im menschlichen Gehirn oder im Computer, vollständig abgebildet werden kann. Mengen (selbst endliche Mengen) werden immer nur beispielhaft, anhand einiger weniger Elemente oder durch einen Repräsentanten für die gesamte Menge modelliert, was auch durch psychologische Untersuchungen bestätigt wird [104].

Es muß betont werden, daß sowohl Intensionale als auch Extensionale Bestandteile der Wissensrepräsentation, des kognitiven Modells, und nicht unmittelbare Abbilder der realen Welt sind (letzteres muß insbesondere für die Extensionale betont werden). Im allgemeinen machen erst ein Intensional und das über die Relation **EXT** mit diesem verbundene Extensional zusammen genommen die volle Bedeutung eines Begriffs aus (sofern der betreffende Begriff überhaupt einen extensionalen Bedeutungsanteil zuläßt). Es ist allerdings in vielen Fällen ausreichend, mit einer Bedeutungsdarstellung zu arbeiten, die nur den intensionalen Aspekt umfaßt. Diese Darstellung entspricht dem Grad

der semantischen Auflösung, wie sie der Mensch beim ersten spontanen Verstehen von Sätzen und Texten durchführt, wenn er Äußerungen wie die folgende hört:

(3.4) „Fünf Archäologen entdeckten mehrere neue Gräber.“

Die Einbeziehung der präextensionalen Ebene ist in diesem Fall erst dann erforderlich, wenn man genaue Aussagen darüber treffen will, welcher der Archäologen wieviele Gräber entdeckt hat: ob jeder eins (**distributive Lesart**) oder alle zusammen mehrere Gräber entdeckt haben (**kollektive Lesart**) usw., s. hierzu Abschn. 9.

Zur Einordnung eines Knotens des SN in den beschriebenen Merkmalsraum trägt jeder dieser Knoten ein Komplexmerkmal **LAY** (abgeleitet von „layer“ – „Schicht“), in dem die beschriebenen Merkmale und ihre Werte zusammengefaßt sind (eine Zusammenstellung der Submerkmale von **LAY** und ihrer Werte gibt Tab. 3.1). Die verschiedenen Begriffsschichten lassen sich im SN durch Festhalten jeweils bestimmter Merkmalswerte herausheben.

Merkmalsname	Abkürzung	mögliche Werte
Faktizität	<b>FACT</b>	<i>real, hypo, nonreal (non)</i>
Generalisierungsgrad	<b>GENER</b>	<i>ge, sp</i>
Intensionale Quantifizierung	<b>QUANT</b>	<i>one, several, many . . . , all</i>
Referenzbestimmtheit	<b>REFER</b>	<i>det, indet</i>
Variabilität	<b>VARIA</b>	<i>con, var</i>
Präextensionale Kardinalität	<b>CARD</b>	$1, 2, 3, \dots, n \in \mathcal{N}$
Extensionalitätstyp	<b>ETYPE</b>	<i>nil, 0, 1, 2, 3</i>

**Tabelle 3.1.** Überblick über die Merkmale und ihre Werte

Eine ausführlichere Beschreibung dieser Merkmale und der damit verbundenen Bedeutungsschichten findet sich im Teil II, Abschn. 3.2.2 dieser Arbeit. In den graphischen Darstellungen werden die Layer-Informationen aus Platzgründen nur dort angeschrieben, wo es zum Verständnis erforderlich ist. Die kompletten Eintragungen lassen sich nach den Ausführungen in den Abschnitten 9 und 10 leicht ergänzen. Als Konvention wird vereinbart, daß alle Objekt- und Sachverhaltsknoten, an denen nichts anderes vermerkt ist, das Merkmal [**FACT** = *real*] tragen.

### 3.2.3 Immanente und situative Bedeutungsanteile

Eine wichtige Unterscheidung hinsichtlich verschiedener Wissensarten, die auch für das Sprachverstehen relevant sind, ist die zwischen immanentem Wis-

sen und situativem Wissen. Diese Unterscheidung besitzt eine gewisse Parallele zu der in der Literatur anzutreffenden Gegenüberstellung von definitivem und assertorischem Wissen in anderen Wissensrepräsentationsmodellen (vgl. [29], [6]), ist aber nicht mit jener gleichzusetzen.

- Unter **immanetem Wissen** verstehen wir die Gesamtheit der einer begrifflichen Entität inhärent zukommenden, wesentlichen Bedeutungskomponenten. Das sind also Informationen, die für den betreffenden Begriff charakteristisch sind und die nicht von seiner Einbettung in spezielle Situationen oder Kontexte abhängen.

So gehört z.B. in einem angenommenen Diskursbereich „Kraftfahrzeuge“ die Tatsache, daß ein Auto Motor, Chassis, Räder besitzt und fahren kann usw., zum immanenten Wissen. Daß sich Herr N. gestern ein rotes Auto gekauft hat, ist aber nicht wesentlich für die Bestimmung des Begriffes Auto und gehört zum situativen Wissen (s.u.).

Das immanente Wissen ist in einem Diskurs meist nicht explizit enthalten, sondern wird stillschweigend beim Leser/Hörer vorausgesetzt. Für ein erfolgreiches FAS muß es aber, falls es nicht im Text selbst vorkommt (z.B. in Form von Definitionen, allgemeingültigen Aussagen usw.), in einer Belehrungsphase vorgegeben werden.

Das immanente Wissen ist nicht allein deshalb wichtig, weil darauf eventuell zu erwartende Fragen zielen. Das wird nur in einem Teil der Fälle vorkommen (z.B. wenn im FAS eine Definition gefragt ist o.ä.). Es wird insbesondere in der Assimilationsphase (s. Abb. 1.2) zum Verstehen der Texte bzw. Diskurse benötigt, weil andernfalls oft keine semantische Kohärenz hergestellt werden kann.

Als Beleg für die textkonstituierende Bedeutung des immanenten Hintergrundwissens und seines Einsatzes zur semantischen Disambiguierung grammatisch mehrdeutiger Sätze sei folgendes Beispiel angeführt. In den Sätzen:

(3.5) „Die Umlaufgeschwindigkeit der Welle beträgt 3000 U/min.  
Ihr Umfang ist größer als 2m.“

kann mit Hilfe rein grammatischer Informationen (insbesondere aufgrund der grammatisch aufdeckbaren Kongruenzen) nicht entschieden werden, ob sich das Possessivpronomen „Ihr“ im zweiten Satz auf „Welle“ oder auf „Umlaufgeschwindigkeit“ bezieht. Das kann nur unter Einbeziehung von Hintergrundwissen geschehen, das etwa beinhaltet: eine Welle ist ein zylindrischer Körper, der durch ein Merkmal wie Umfang charakterisiert wird. Ein solches Merkmal trifft auf Umlaufgeschwindigkeit nicht zu.

- Als Pendant zum immanenten Wissen gibt es Wissen, das auf konkrete Sachverhalte bezogen ist und entweder spezielle Situationen beschreibt oder dessen Gültigkeit auf bestimmte Situationen beschränkt ist. Dieses Wissen nennen wir **situatives Wissen**.

Das entsprechende graphische Darstellungsmittel, um bezüglich eines Knotens (Begriffsrepräsentanten) auszudrücken, welcher Wissensanteil zum immanenten Wissen und welcher zum situativen Wissen gehört, ist die Begriffskapsel (s. Teil II, Abschn. 17.3). Dabei wird innerhalb des immanenten Wissens noch feiner differenziert und zwischen kategorisch geltendem Wissen und prototypischem Wissen (Default-Wissen) unterschieden. Außerdem werden Bedeutungsanteile herausgehoben, die restriktiv wirken und den Bedeutungsumfang eines Begriffes zeitlich, räumlich oder modal eingrenzen. Technisch wird an jedem Knoten vermerkt, zu welchem Typ von Wissen eine auslaufende bzw. einlaufende Kante gehört. Anders ausgedrückt wird jede Kante bezüglich ihres ersten und ihres zweiten Arguments mit einem entsprechenden Wert des Merkmals **K-TYPE** markiert, der die Zugehörigkeit zum entsprechenden Wissenstyp angibt, s. Tab. 3.2. Dabei kann eine Kante bezüglich des einen Knotens z.B. immanenten Charakter haben und bezüglich des anderen situativen.

Wissensart	Typbezeichnung
immanentes Wissen	<i>imman</i>
kategorisch geltendes Wissen	<i>categ</i>
Defaultwissen	<i>proto</i>
situatives Wissen	<i>situa</i>
restriktive Wissens Elemente	<i>restr</i>

**Tabelle 3.2.** Die verschiedenen Wissensarten und ihre Typbezeichnungen

Eine Grundorientierung für die Zugehörigkeit einer Kante bezüglich eines Knotens zu einem bestimmten Wissenstyp gibt die Tabelle in Anhang D. Sie sagt z.B. aus, daß eine an einem Knoten  $K_1$  auslaufende **AGT**-Kante bezüglich  $K_1$  (1. Argument) kategorisches (also immanentes Wissen) darstellt, während sie bezüglich des Zielknotens  $K_2$  (2. Argument), in den sie einläuft, situativen Charakter trägt. Das bedeutet, daß zwar der Sachverhalt  $K_1$  durch die **AGT**-Kante definitiv bestimmt wird, nicht aber der Handlungsträger  $K_2$ .<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Diese Feststellung trifft zweifelsohne für spezielle Sachverhalte zu, wie „Max kaufte sich ein Fahrrad.“. Auf allgemeingültige Sachverhalte, in denen generische Begriffe charakterisiert werden, können diese Festlegungen nicht ohne weiteres angewendet werden, s.u.

Wie man der Tabelle in Anhang **D** entnehmen kann, sind für das immanente Wissen u.a. die lexikalischen Relationen, die Subordinationsbeziehungen, die Relationen zur Objektcharakterisierung (wie **PARS**, **ORIGM** oder auch **ATTR**) und die Vergleichsrelationen typisch. Charakteristisch für situatives Wissen ist die Verwendung von Begriffsrepräsentanten in Sachverhaltsbeschreibungen (wie das in der Zuordnung der **K-TYPE**-Werte für die zweiten Argumente der K-Rollen, der Subordinationsbeziehungen und anderer Relationen zum Ausdruck kommt). Allerdings können auch K-Rollen bezüglich ihres zweiten Arguments zum immanenten Wissen beitragen, wenn es sich nicht um aktuelle Lesarten sondern um generelle Sachverhalte handelt, in denen die K-Rolle vorkommt (Beispiel: „*Bienen produzieren Honig.*“, hier wird der generische Begriff **Biene** durch die **AGT**-Rolle immanent charakterisiert). Typisch für solche allgemeingültigen generischen Aussagen ist das Fehlen von Zeitadverbien oder Umstandsbestimmungen in der Oberflächenstruktur des Satzes. Insgesamt kann also die Tabelle in Anhang **D** der syntaktisch-semantischen Analyse eine heuristische Hilfe sein; sie kann ihr aber nicht alle Entscheidungen abnehmen, da hier ein kompliziertes Zusammenwirken von Syntax und Semantik vorliegt.<sup>7</sup> Es ist generell festzustellen, daß die automatische Unterscheidung von immanentem und situativem Wissen ein bisher nur unvollkommen gelöstes Problem der ASV darstellt.

In Abb. 3.6 ist als Beispiel nachstehender Satz aus einem größeren Text über geographische Entdeckungen herausgegriffen und semantisch aufgelöst worden.

(3.6) *„1520 erreichte der Portugiese Magalhães die Südspitze Südamerikas und segelt in 21-tägiger Fahrt durch die rund 600 km lange, klippenreiche Meeresstraße hindurch, die Südamerika von Feuerland trennt.“*

Dieser Satz ist ein Beleg dafür, wie immanentes und situatives Wissen in einem sprachlichen Ausdruck miteinander verwoben sein können und welche Probleme es bereitet, diese in einem Sprachverarbeitungssystem automatisch voneinander zu trennen. Die in Abb. mit C01 und C02 bezeichneten Sachverhaltsknoten repräsentieren Ereignisse, die bezüglich der Begriffe **Magalhães** und **〈die Südspitze Südamerikas〉** (≅ Knoten C04) zum situativen Wissen gehören. Demgegenüber stellen der mit C03 bezeichnete Knoten und die in Abb. 3.6 durch einen Kreis umschlossenen Beziehungen immanentes Wissen bezüglich der Begriffe **Feuerland**, **Südamerika** und hinsichtlich des Konzepts C05 (≅ **〈die Meeresstraße, die Feuerland von Südamerika trennt〉**)

<sup>7</sup> Darüber hinaus spielen auch prosodische Informationen eine wichtige Rolle. So ist es charakteristisch, daß der Artikel bei natürlichsprachlichen Beschreibungen generischer Begriffe (wenn er überhaupt verwendet wird) in der gesprochenen Form eines Satzes unbetont ist.

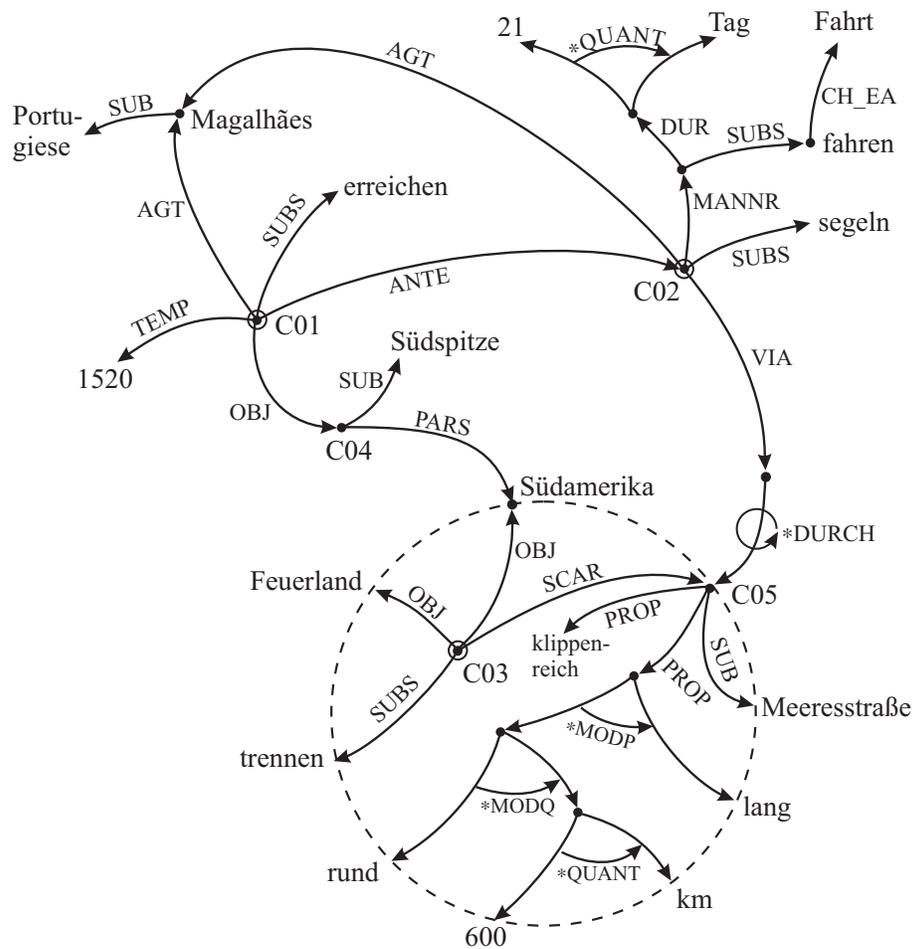


Abbildung 3.6. Semantische Repräsentation des Beispielsatzes (3.6)

dar. So ist z.B. beim Sprachverstehen (bei der Analyse) im FAS zu erschließen, daß diese Informationen in den Begriffskapseln von Südamerika, Feuerland und Konzept C05 im K-Teil zu verankern sind (s. Teil II, Abb. 17.7), während u.U. weitere mit diesen Begriffsrepräsentanten verbundene Informationen (wie z.B. „Magalhães erblickte 1520 Feuerland.“) dem S-Teil von Feuerland zuzuordnen sind (s. Teil II, Abb. 17.7).<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Bei Individualbegriffen ist die Abgrenzung zwischen immanentem und situativem Wissen besonders schwierig, weil durchaus auch markante Ereignisse, die eine besondere Wichtigkeit in der Wertvorstellung der Menschen besitzen, zur Charakterisierung eines Individuums (meist einer historischen Persönlichkeit) herangezogen werden können. So ist es zwar

Wie bereits eingangs angedeutet, muß die Unterscheidung von **immanentem** und **situativem** Wissen auf der einen Seite bzw. die in der KI-Literatur anzutreffende Unterscheidung von **definitorischem** und **assertorischem** Wissen auf der anderen Seite (vgl. [6]) nicht in jedem Fall übereinstimmen. Wenn man definitorisches Wissen zu einem Begriff als den Wissensanteil betrachtet, der eindeutig die Referenz festlegt, und nur dieses Wissen in einer etwas anders aufgefaßten Begriffskapsel zusammenfaßt, dann gibt es u.U. immanentes Wissen, das außerhalb dieser Begriffskapsel liegt, s. hierzu Abb. 3.7. Als Orientierung hinsichtlich der Differenzierung zwischen definitorischem Wissen und immanentem Wissen im FAS kann die Gegenüberstellung der Fragen „Was ist ein XYZ?“ und „Was weißt Du über XYZ?“ dienen.

Vergleichen wir zunächst die Objektbeschreibung ⟨das hohe Haus am Schillerplatz⟩ (dargestellt durch den Begriffsknoten G01 in Abb. 3.7) mit der Sachverhaltsbeschreibung „Das Haus am Schillerplatz ist hoch.“, die in der Kante (G02 PROP hoch) dargestellt ist. Im ersten Satz (attributiver Gebrauch von „hoch“) gehört die Eigenschaftsbestimmung zur Festlegung des Begriffsumfanges von G01 und steht deshalb in der Kapsel. Im zweiten Fall (prädikativer Gebrauch von „hoch“) ist G02 bereits eindeutig durch die Phrase „das Haus am Schillerplatz“ charakterisiert [REFER = det] und darüber ist dann eine Eigenschaft ausgesagt, weshalb die PROP-Kante außerhalb der definitorischen Begriffskapsel steht. Trotzdem bleibt die PROP-Charakterisierung eine immanente Eigenschaft von G02 (Markierung mit *categ*). Analoges gilt für G01. Das situative Wissen ⟨das hohe Haus am Schillerplatz wurde verkauft⟩ liegt von vornherein außerhalb der Kapsel von G01, da ein Verkaufsakt den Begriff des Hauses weder immanent noch definitorisch festlegt. Die Konzepte G03 und G04 illustrieren analoge Verhältnisse beim Gebrauch von Präpositionalphrasen bzw. restriktiven Relativsätzen auf der einen Seite und prädikativen Konstruktionen auf der anderen Seite. Es ist noch darauf hinzuweisen, daß im allgemeinen lokale Beziehungen (insbesondere bei beweglichen Objekten) nicht zum immanenten Wissen gehören; bei ortsfesten Objekten, wie Häusern, sollte das aber doch der Fall sein (vgl. die Tabelle in Anhang D, die aber nur als heuristische Grundlage zu betrachten ist, da die angegebenen Wertezu-

---

belanglos für die Charakterisierung von ⟨Max Meyer⟩, daß er im vergangenen Jahr seinen Urlaub im Bayrischen Wald verbrachte; es ist aber sehr wohl eine charakteristische Information über die Person ⟨Otto Hahn⟩, daß er im Jahre 1938 zusammen mit Straßmann die Kernspaltung entdeckte. Im Prinzip handelt es sich natürlich auch im letztgenannten Beispiel um **situatives Wissen**. Dieses ist gewissermaßen durch die Wertung des Menschen, durch eine historische Betrachtungsweise, in den Status von **immanentem Wissen** gehoben worden. Analoges ließe sich im Zusammenhang mit Abb. 3.6 über den Sachverhalt feststellen, daß Magalhães 1520 die nach ihm benannte Meeresstraße entdeckte. Das gilt es bei der Beantwortung solcher Fragen wie „Wer ist / Wer war X?“ zu berücksichtigen.

ordnungen zum Merkmal **K-TYPE** von verschiedenen, im Hintergrundwissen liegenden Effekten überlagert werden).

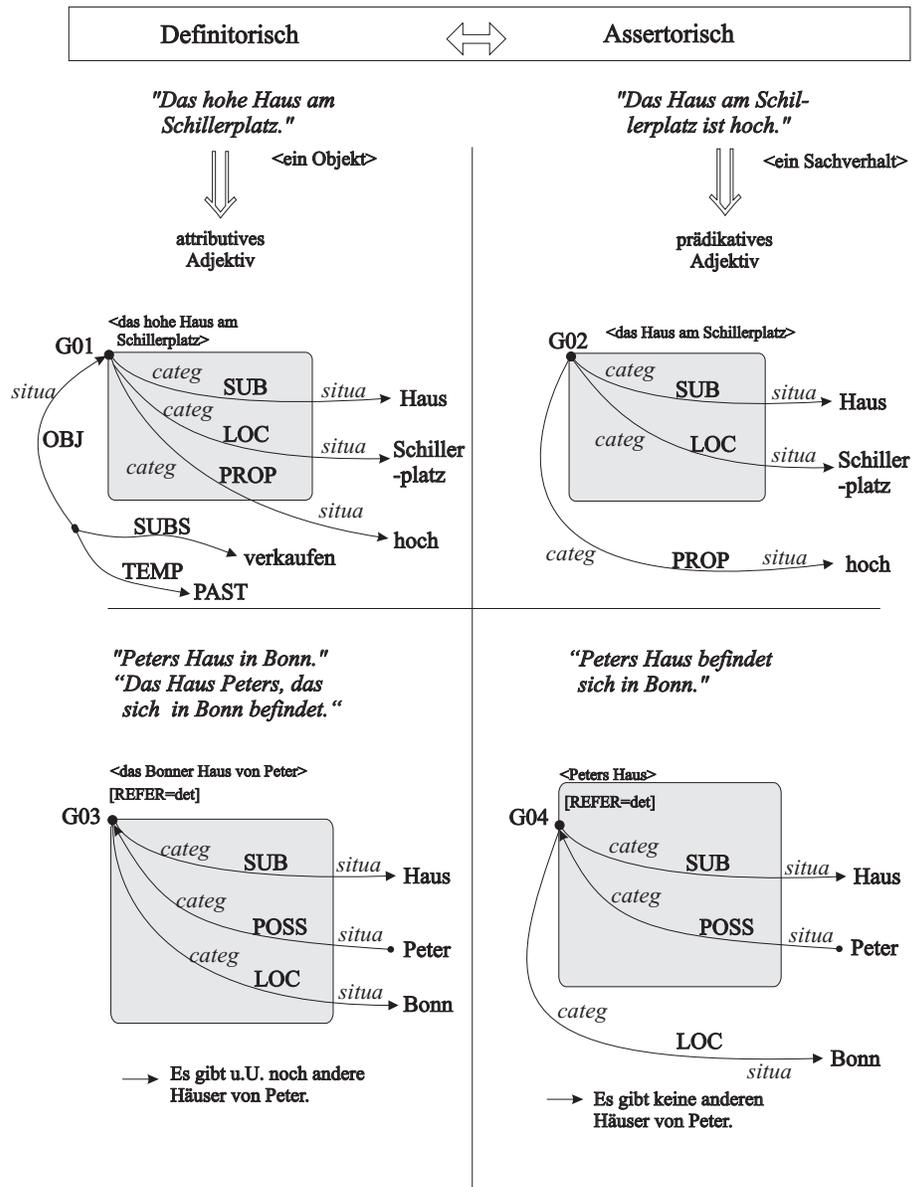


Abbildung 3.7. Unterscheidung zwischen definitorischem und assertorischem Wissen

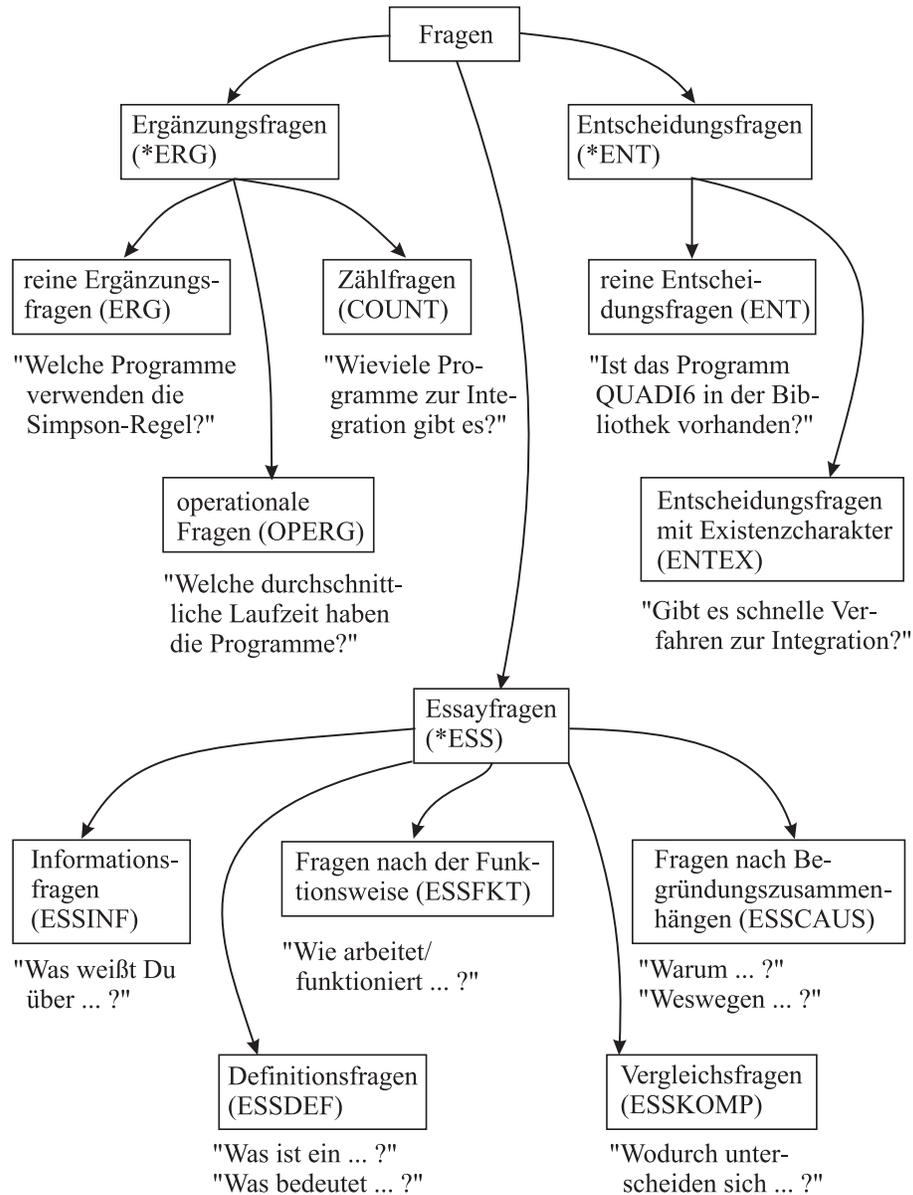
Um die graphischen Darstellungen mit diesen diffizilen Unterscheidungen nicht zu stark zu überlasten, ist weitestgehend auf ihre bildliche Repräsentation verzichtet worden. Entscheidend ist aber, daß mit den Darstellungsmitteln der Kapselung und der Markierung der Kanten mit dem Merkmal **K-TYPE** bzw. dessen Werten eine sehr fein differenzierte Bedeutungsrepräsentation erzielt werden kann, die diese Unterschiede auszudrücken vermag.

### 3.2.4 Frageklassifizierung

Wichtig für ein FAS ist auch die Klassifizierung von Fragen. Man kann die Fragen zum einen danach unterteilen, auf welche Tiefenrelationen sie zielen. Die dabei entstehenden Klassen werden durch Frage-Muster definiert, die im Zusammenhang mit den strukturellen Darstellungsmitteln im Teil II, Abschn. 18 behandelt werden.

Eine andere Klasseneinteilung orientiert sich an den Methoden, die der Frage-Beantwortung zugrunde liegen. Diese Frageklassifizierung unterscheidet in erster Ebene drei Klassen (s. Abb. 3.8):

- **Ergänzungsfragen** – Dieser Fragetyp (Kurzbezeichnung: **ERG**) zeichnet sich dadurch aus, daß er einen sogenannten **Fragefokus** besitzt. Darunter wird ein Knoten in der Bedeutungsstruktur der Frage verstanden, der Variablencharakter trägt und diejenige Entität charakterisiert, auf die sich das Interesse des Fragenden richtet. Eine Sonderstellung besitzen die Zählfragen (Typ: **COUNT**) und die operationalen Fragen (Typ: **OPERG**), da bei ihnen im Anschluß an die Belegung des Fragefokus im Verlauf der Frage-Beantwortung noch eine zusätzliche Aktion (ein Zählvorgang, Durchschnittsbildung o.ä.) durchzuführen ist. Im Englischen werden Ergänzungsfragen oft als **WH-questions** bezeichnet, weil die entsprechenden Fragepronomen der englischen Sprache mit „*Wh*“ beginnen.
- **Entscheidungsfragen** – Dieser Fragetyp verlangt in seiner reinen Form nur die Verifikation eines in der Frage spezifizierten Sachverhalts und ist mit „*Ja*“ oder „*Nein*“ zu beantworten. Es ist zu beachten, daß es Fragen gibt, die zwar formal als Entscheidungsfragen angesehen werden können, wie die Entscheidungsfragen mit Existenzcharakter (Typ: **ENTEX**). Diese dürfen aber im Fall der Bejahung bei kooperativer Fragebeantwortung i.a. nicht einfach mit „*Ja*“ beantwortet werden. Sie sind vielmehr wie Ergänzungsfragen zu behandeln, bei denen das Objekt, dessen Existenz gefragt ist, in der Antwort anzugeben ist.
- **Essayfragen** – Dieser Fragetyp besitzt keinen einzelnen Fragefokus, d.h. den Kern der Antwort über einem SN bildet nicht ein einzelner Netzknoten.



**Abbildung 3.8.** Wichtige Frageklassen (mit Beispielen aus einem Diskursbereich Programm-bibliotheken)

Es ist vielmehr ein ganzer Text (Essay) zu generieren, dem ein Teilnetz eines größeren Wissensbestandes als Antwortkern zugrundeliegt.

Je nach Fragetyp sind andere Inferenzverfahren zur Wissensextraktion und andere Methoden der Antwortgenerierung einzusetzen, worin sich auch die Bedeutungsunterschiede zwischen verschiedenen Fragen manifestieren. Die Bedeutungsdarstellung von Fragen wird in Abschn. 13.2 behandelt. Es sei nur noch angemerkt, daß für die Beantwortung der Essayfragen gerade die im Abschn. 3.2.3 behandelte Unterscheidung zwischen immanentem und situativem Wissen wichtig ist. Man könnte die Fragen auch danach klassifizieren, welche logischen Methoden oder Problemlösetechniken zu ihrer Beantwortung einzusetzen sind (Deduktionen, Analogieschließen, Berechnungsverfahren, reine Retrievaltechniken usw.). Diese Entscheidungen sind leider nicht unmittelbar aus der semantischen Struktur der Frage abzuleiten. Sie führen weit über den Problemkreis der Wissensrepräsentation hinaus, die Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist.

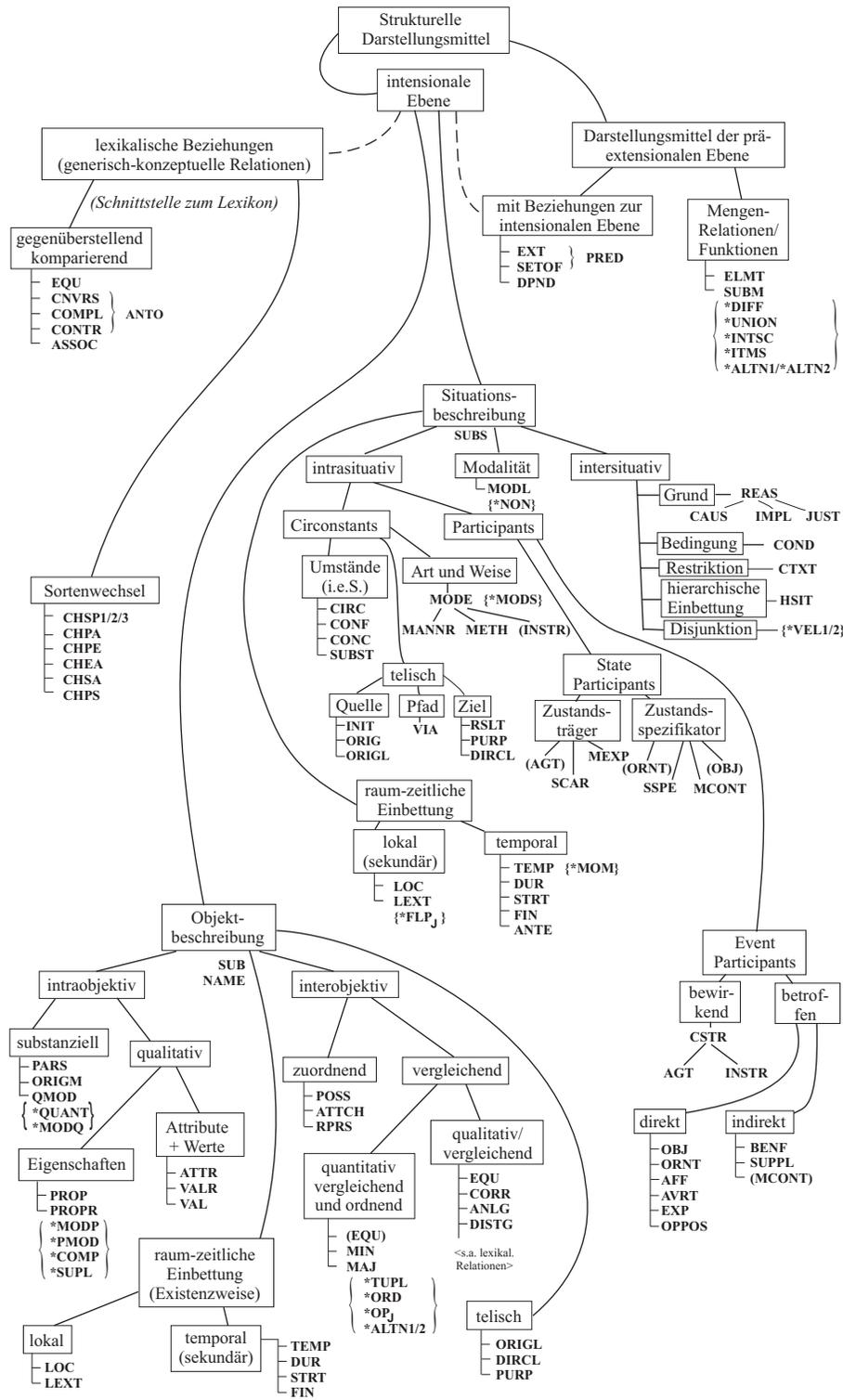
## 3.3 Strukturelle Darstellungsmittel

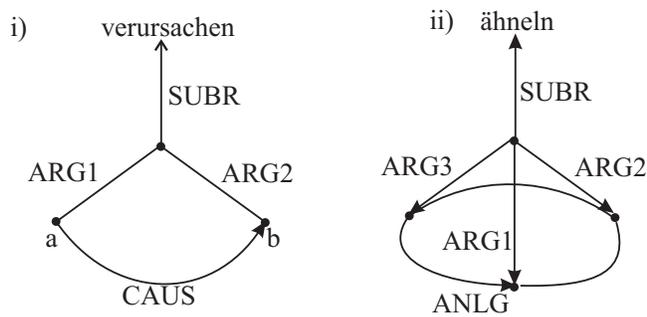
### 3.3.1 Relationen und Funktionen

Die wichtigsten Darstellungsmittel zur Beschreibung der strukturellen Beziehungen zwischen den Begriffsrepräsentanten (Netzknoten) sind Relationen und Funktionen, die in Abb. 3.9 im Überblick zusammengestellt sind. Da dieses Repertoire von Darstellungsmitteln ausführlich in Teil II, Abschn. 18 beschrieben wird, seien hier nur einige prinzipielle Bemerkungen vorausgeschickt.

Die Funktionen und Relationen aus dem Repertoire von Darstellungsmitteln sind auf zweierlei Weise mit natürlichsprachlichen Ausdrücken verbunden. Zum einen weisen bestimmte Fragemuster auf ganz spezielle Relationen bzw. Funktionen, wobei diese Beziehung leider nicht eindeutig ist (s. Teil II, Abschn. 18). Zum anderen können die semantisch primitiven Darstellungsmittel selbst natürlichsprachlich beschrieben werden, wie das Abb. 3.10 zum Ausdruck bringt.

Das Diagramm 3.10 i) sagt aus, daß die Relation **CAUS** eine Beziehung mit zwei Argumenten (**ARG1** und **ARG2**) ist, die natürlichsprachlich durch „*a verursacht b*“ umschrieben werden kann. Demgegenüber konstatiert das Diagramm 3.10 ii), daß die Ähnlichkeitsrelation **ANLG** dreistellig ist (Argumente: **ARG1**, **ARG2**, **ARG3**) und durch Ausdrücke charakterisiert wird wie „*a ähnelt*“





**Abbildung 3.10.** Beziehung zwischen semantischen Primitiven und natürlichsprachlichen Begriffen

dem *b* in *c*“. Diese Zusammenhänge dienen vorwiegend dazu, die Umschreibungen von Tiefenrelationen in der Oberflächenstruktur von natürlichsprachlichen Ausdrücken in einem FAS sowohl für die Phase des Sprachverstehens (Analysephase) als auch für die Phase der Antwort- bzw. Texterzeugung (Generierungsphase) zu fixieren. Sie sind damit wesentlicher Bestandteil des Lexikons (s. Abschn. 12).

### 3.3.2 Inferentielle Zusammenhänge – Axiomatische Regeln

Kehren wir noch einmal zur Frage zurück, weshalb semantisch primitive Relationen und Funktionen für die Bedeutungsdarstellung natürlichsprachlicher Sätze und Texte so wichtig sind, und versuchen eine Antwort aus Sicht der Wirkungsweise eines FAS zu geben.

Die Zusammengehörigkeit von Frage und Antwort, aber auch der Zusammenhang semantisch miteinander verbundener Textstücke lassen sich nicht einfach durch topologischen Vergleich der betreffenden semantischen Repräsentationen nachweisen bzw. herstellen. Hierzu werden vielmehr im allgemeinen Fall logische Schlußfolgerungen (Inferenzen), ja ganze Folgerungsketten benötigt, die von als Regeln formalisierten Axiomen getragen werden. Das Entscheidende ist (auch im Sinne der Denkökonomie in einem menschlichen Frage-Antwort-Spiel bzw. der Verarbeitungseffektivität in einem Frage-Antwort-System), daß ein großer Teil dieser Inferenzregeln nicht mit einzelnen Sprachelementen verknüpft werden muß, sondern mit fundamentalen Relatio-

nen bzw. Funktionen verbunden werden kann, die ganze Klassen individueller Beziehungen vertreten.<sup>9</sup>

Beispiel:

$$\bullet (x \text{ CAUS } y) \longrightarrow \neg(y \text{ ANTE } x) \quad (1)$$

Diese Regel behauptet einen Zusammenhang zwischen der Kausalitätsbeziehung **CAUS** und der zeitlichen Vorgänger-Relation **ANTE**. Sie besagt: wenn  $x$  Ursache von  $y$  ist, dann kann  $y$  zeitlich nicht vor  $x$  liegen bzw. stattfinden.<sup>10</sup> Regeln, in denen keine logischen Konstanten (d.h. keine Begriffsrepräsentanten) als Argumente vorkommen, nennen wir **R-Axiome**, weil sie Relationen und Funktionen in ihren logischen Eigenschaften definieren. Diese Regeln wirken sich im Inferenzprozeß über einem SN global aus, und zwar überall dort, wo die betreffende Relation im SN vorkommt.

Es gibt aber auch Axiome, in denen Konstanten vorkommen, die als Bedeutungsrepräsentanten natürlichsprachlicher Ausdrücke (insbesondere von einzelnen Wörtern) fungieren. Solche Axiome sind Bestandteile der Bedeutungsdefinition dieser Wörter, weshalb sie **Bedeutungspostulate** oder **B-Axiome** genannt werden. Diese Axiome haben im SN nur eine lokale Wirkung.

Beispiel:

$$\bullet (\forall \text{ SUBS geben.1.1}) \wedge (\forall \text{ AGT } a) \wedge (\forall \text{ OBJ } o) \wedge (\forall \text{ ORNT } d) \longrightarrow \\ \exists w (w \text{ SUBS erhalten.1.1}) \wedge (w \text{ OBJ } o) \wedge (w \text{ AVRT } a) \wedge (w \text{ EXP } d) \quad (2)$$

Diese Regel stellt den Zusammenhang zwischen den Konzepten **geben** und **erhalten** her und bringt gleichzeitig den Wechsel in den Tiefenkasusbeziehungen beider Handlungen zum Ausdruck. Im Gegensatz zu den R-Axiomen haben die B-Axiome im Inferenzprozeß nur lokale Auswirkung. Die B-Axiome charakterisieren ebenfalls Relationen zwischen lexikalisierten Begriffen, die nur etwas komplexer beschrieben sind (eben durch einen ganzen logischen Ausdruck).

Darüber hinaus gibt es Axiome, die bestimmte Konzepte oder Relationen/Funktionen definitorisch einführen. Diese Zusammenhänge werden durch  $\longleftrightarrow_{Def}$  ausgedrückt.

Beispiel:

$$\bullet (s_1 \text{ REAS } s_2) \longleftrightarrow_{Def} (s_1 \text{ CAUS } s_2) \vee (s_1 \text{ IMPL } s_2) \vee (s_1 \text{ JUST } s_2) \quad (3)$$

<sup>9</sup> Im folgenden wird die Konvention verwendet, daß freie Variablen in logischen Ausdrücken als universell quantifiziert anzusehen sind.

<sup>10</sup> Der Terminus **Regel** wird hier, wie in der KI und insbesondere in der Computerlogik üblich, in doppelter Bedeutung verwendet. Zum einen bezeichnet er logische Schlußregeln, wie den Modus ponens oder die Schnittregel (s. Abschn. 13.2). Zum anderen bezeichnet er als Implikation geschriebene Formeln (zwischen beiden besteht wegen des Deduktionstheorems ein enger Zusammenhang).

Abschließend ist darauf hinzuweisen, daß im Gegensatz zur Logik die in MultiNet in Form von Axiomen spezifizierten Regularitäten mit Gültigkeitsbeschränkungen oder **Constraints** versehen sein können. So kann es vorkommen, daß bestimmte Axiome nur als Default-Regeln anzusehen sind, die typischerweise gelten, aber nicht ausnahmslos. Diesem Sachverhalt wird dadurch Rechnung getragen, daß das betreffende Axiom im D-Teil der Begriffskapseln der jeweils beteiligten Relationen bzw. Begriffe eingetragen wird (s. hierzu Teil II, Abb. 17.7 und die Ausführungen weiter unten).

Beispiel:

$$\bullet (k_1 \text{ PARS } k_2) \wedge (k_2 \text{ ORIGM } s) \longrightarrow (k_1 \text{ ORIGM } s) \quad [\text{Default}] \quad (4)$$

Diese Regel besagt folgendes: wenn das Ganze  $k_2$  aus einem bestimmten Material  $s$  besteht, dann gilt das im allgemeinen auch für einen Teil  $k_1$  des Ganzen. Das ist aber nur eine plausible Annahme, da z.B. ein Plastikauto Gummiräder haben kann.<sup>11</sup>

Für die semantische Spezifikation von Relationen und Funktionen kann man sich auf einer **Metaebene** der gleichen Techniken bedienen, wie sie auf der Ebene der Begriffsrepräsentanten verwendet wird. Auf dieser Metaebene bilden die Relationen und Funktionen die Netzknoten, die ebenfalls als Kapseln dargestellt sind (s. Abb. 3.11). Die Beziehungen zwischen diesen Netzknoten werden durch Axiome (eine Art von Hyperrelationen) hergestellt. Das ist dadurch begründet, daß die als Implikationen geschriebenen Axiome im Frage-Antwort-Prozeß in einem Inferenzschritt die Verbindung zwischen Metakzepten (Funktionen, Relationen) bzw. Konzepten auf der linken Seite dieser Implikationen und Metakzepten bzw. Konzepten auf der rechten Seite herstellen.<sup>12</sup>

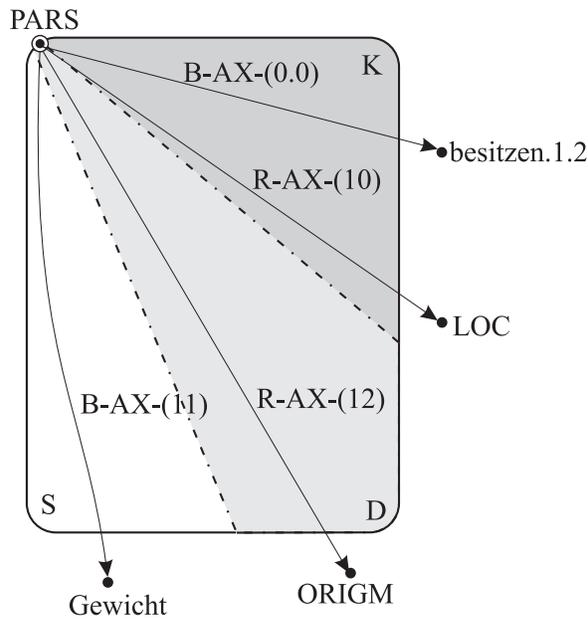
Es gibt auch Regeln, die auf die Zugehörigkeit von Argumenten zu bestimmten Subsorten eingeschränkt sind, wobei sich diese Einschränkung nicht bereits aus der Signatur der beteiligten Relationen und Funktionen ergibt (s. z.B. Axiom (5) und die Diskussion zu semantisch quantifizierbaren Eigenschaften in Abschn. 4.3.2). Diese Informationen werden als Constraints bei den betreffenden Axiomen vermerkt.<sup>13</sup>

Bestimmte Eigenschaften von Relationen, wie die eingeschränkte Transitivität von Relationen, lassen sich mit logischen Ausdrucksmitteln nur sehr

<sup>11</sup> Vgl. auch die Axiome (7) mit (5) bzw. (6) in Abschn. 4.1 und die dort ebenfalls relevante Unterscheidung zwischen strikt und prototypisch geltenden Axiomen.

<sup>12</sup> In R-Axiomen kommen nur Metakonzepte vor, während in den B-Axiomen sowohl Metakonzepte als auch Konzepte auftreten (letztere sind Knoten des SN).

<sup>13</sup> Gültigkeitseinschränkungen bei Axiomen werden hier nur verbal oder halbformal angegeben. Sie beschreiben das restriktive Wissen auf der Metaebene (analog zu [K-TYPE = restr] im eigentlichen SN).



Definierendes B-Axiom:

$$\text{B-AX-(0.0): } (x \text{ PARS } y) \rightarrow \exists s (s \text{ SUBR } \text{besitzen.1.2}) \wedge (s \text{ ARG1 } x) \wedge (s \text{ ARG2 } y)$$

**Abbildung 3.11.** Relationen und Funktionen als Knoten (Begriffskapseln) einer Metaebene

schwer ausdrücken. So läßt sich für die Relationen **ASSOC**, **PARS** u.a. die Transitivitätsregel  $(a \langle \text{REL} \rangle b) \wedge (b \langle \text{REL} \rangle c) \rightarrow (a \langle \text{REL} \rangle c)$  nicht beliebig oft anwenden. Das Problem dabei ist, daß man einerseits intuitiv geneigt ist, Relationen wie **PARS** eine solche Transitivität zuzuschreiben. Andererseits gilt diese Transitivität nicht uneingeschränkt (s. Abschn. 4.2 und Teil II, Relation **PARS**). Für solche Relationen wird die Transitivitätsregel als Default-Information gespeichert, wobei u.U. noch weitere Constraints (wie Zahl der erlaubten Hintereinanderausführungen der Regel) angegeben werden können.

## Kapitel 4

# Charakterisierung von Objektbegriffen

### 4.1 Die hierarchische Ordnung von Objektbegriffen

Begriffliche Entitäten, die als Objekte gedacht werden, nennen wir **Objektbegriffe** (kurz: Objekte). Hierzu zählen sowohl konkrete als auch abstrakte Objekte (wie Haus, Bein oder auch Theorie, Gesetz usw.). Formal ausgedrückt umfassen sie alle Elemente der eingeschränkten Sorte  $[o \setminus (abs \cup re)]$ , s. Teil II, Abschn. 17.1. Eine Gegenüberstellung von Objekten und Eigenschaften findet sich in Abschn. 4.3.

Die wichtigste Beziehung zur Definition einer Ordnung zwischen den Objektbegriffen ist die Relation **SUB**:  $[o \setminus (abs \cup re)] \times [\bar{o} \setminus (\overline{abs} \cup \overline{re})]$ , s. hierzu Abb. 4.1. Sie kann sowohl zwischen zwei generischen Begriffen (mit Merkmal: [**GENER** = *ge*]) bestehen, als auch zwischen einem Individualbegriff (mit Merkmal: [**GENER** = *sp*]) und einem generischen Begriff. In der Literatur werden beide Fälle oft unterschieden, wobei der letztgenannte Fall als **IS-A-Relation** bezeichnet wird. Im Gegensatz zu der in [26] vertretenen Auffassung müssen die Relationen **SUB** und IS-A in einem sortierten Kalkül nicht getrennt werden. Die in der zitierten Arbeit verwendete Argumentation stützt sich stark auf den Prädikatenkalkül (PK1), in dem Individualbegriffe gewöhnlich als logische Konstanten und generische Begriffe als Prädikate formalisiert werden. Das ist aber nicht auf MultiNet übertragbar, weil dort kein rein prädikatenlogischer Formalismus verwendet wird und zum anderen auch im PK1 ein Eigenname wie „Peter“ durch Einführung eines LAMBDA-Ausdrucks formal als Prädikat behandelt werden könnte:  $PETER(x) = \lambda x (x \equiv Peter)$ . Viel wichtiger dürfte aber sein, daß mit den Relationen **SUB** und IS-A im wesentlichen die gleichen Inferenzregeln verknüpft sind, so daß eine Trennung der beiden Relationen in MultiNet nur eine Verdopplung der Axiome nach sich ziehen würde. Daß schließlich kein Knoten in MultiNet einem Individualbegriff mit Hilfe von **SUB** untergeordnet werden kann, dafür sorgt die Überprüfung der Layermerkmale für die Relationsargumente bei der Wissenseingabe.

Die Relation **SUB** ist transitiv, nicht reflexiv und asymmetrisch. Alle einem gemeinsamen Oberbegriff vermöge der **SUB**-Relation untergeordneten

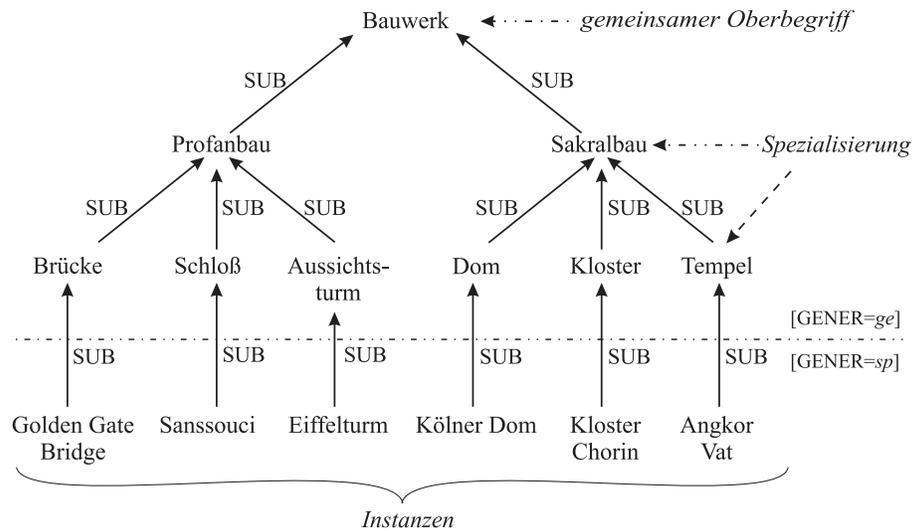


Abbildung 4.1. Ausschnitt aus einer Hierarchie von Objektbegriffen

Begriffe bilden zusammen mit ersterem eine **Begriffshierarchie** und konstituieren damit einen Teilbaum im SN. Der an der Spitze der Hierarchie stehende Knoten (die Wurzel) ist eben dieser Oberbegriff. Die terminalen individuellen Begriffsknoten des Baums heißen **Instanzen**.

Alle übrigen Knoten der Hierarchie repräsentieren **Spezialisierungen** des gemeinsamen Wurzelknotens. Ein in der Hierarchie weiter oben stehender Begriff heißt **Oberbegriff** zu einem darunterstehenden **Unterbegriff**. Die **SUB**-Hierarchie ist deshalb von besonderer Wichtigkeit, weil mit ihr **Vererbungsmechanismen** verbunden sind, mit deren Hilfe Informationen von Oberbegriffen auf Unterbegriffe übertragen werden. Dabei sind zwei verschiedene Vererbungstypen zu unterscheiden (s. Abb. 4.2).<sup>1</sup>

Mit jedem Begriff ist zum einen **kategorisches Wissen** verknüpft, das ausnahmslos auf alle Unterbegriffe (alle Spezialisierungen und alle Instanzen) strikt vererbt wird. Dieser Typ der Vererbung wird in der KI mitunter auch mit **leave same** bezeichnet (vgl. [220]). Hierzu gehört z.B. bei einem Bauwerk, daß es ein künstlich geschaffenes Gebilde (ein Artefakt) ist, oder daß Schwertwale lebende Junge gebären. Hiervon gibt es keine Ausnahmen.<sup>2</sup> An-

<sup>1</sup> Die Bindestriche in dieser Abbildung sollen die Kanten andeuten.

<sup>2</sup> Daß genau genommen nur die weiblichen Tiere lebend gebären, kann als Constraint in der immanenten Komponente der Begriffskapsel von **gebären** verankert werden, indem man für den Agenten a dieses Vorgangs die Einschränkung (a **PROP** weiblich) als kategorisches Wissen festlegt.

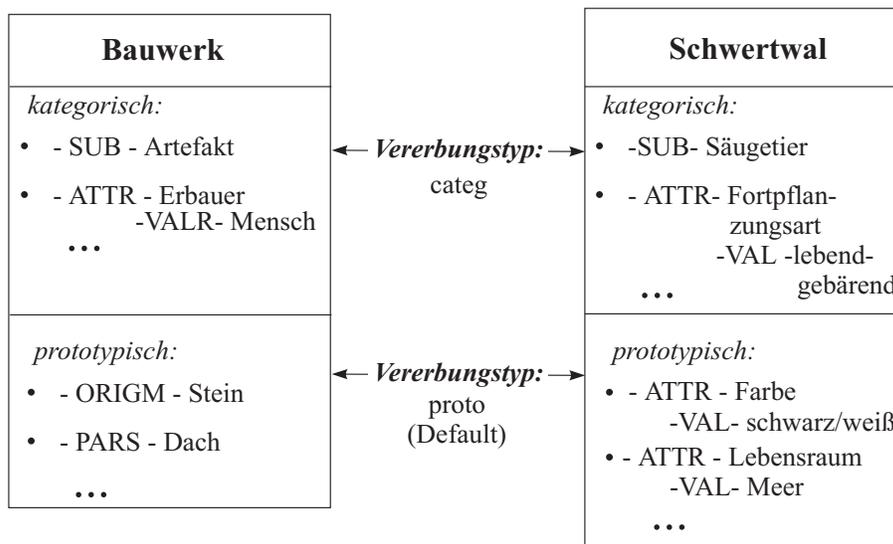


Abbildung 4.2. Verschiedene Arten der Vererbung

ders verhält es sich mit dem begrifflichen Wissen, das nur typisch für einen bestimmten Objektbegriff ist, wie z.B., daß ein Bauwerk aus Stein ist und ein Dach besitzt. Hier gibt es durchaus Ausnahmen: so muß ein Bauwerk nicht zwingend aus Stein sein (z.B. ein Holzhaus) oder nicht unbedingt ein Dach haben (z.B. eine Brücke).

Trotzdem ist es sowohl für den Menschen als auch für ein Wissensrepräsentationssystem äußerst ökonomisch, solch **typisches Wissen** als Grundannahme (**Default**) festzuhalten und auch nach entsprechenden Regeln zu vererben. Im Gegensatz zur strikten Vererbung muß es aber möglich sein, diese Art von vererbtem Wissen bei den Begriffsspezialisierungen und Instanzen zu überschreiben, wenn über letztere anderslautende Informationen vorliegen (z.B. daß ein spezielles Gebäude aus Holz gefertigt wurde). Dieser Typ der Vererbung wird in der KI mitunter auch mit **override** bezeichnet (s. [220]). Das prototypische Wissen wird demnach nur als Standardannahme (**Default**) vererbt, die nur so lange für untergeordnete Begriffe gilt, wie keine gegenteiligen Informationen vorliegen.

Formal können Informationsvererbungen, wie Eigenschaftsübertragungen oder die Übertragung von Teil-Ganzes-Beziehungen von einem Oberbegriff auf einen Unterbegriff, durch Axiome der nachstehenden Art charakterisiert werden:

- Eigenschaftsübertragung:<sup>3</sup>  
 $(o1 \text{ SUB } o2) \wedge (o2 \text{ PROP } p) \longrightarrow (o1 \text{ PROP } p) \quad (5)$
- Vererbung von Teil-Ganzes-Beziehungen:  
 $(d1 \text{ SUB } d2) \wedge (d3 \text{ PARS } d2) \longrightarrow \exists d4 [(d4 \text{ SUB } d3) \wedge (d4 \text{ PARS } d1)] \quad (6)$

Auch das Wissen über Relationen und Funktionen (sogenanntes **Metawissen**) wird - wie in Abschn. 3.3.2 bereits ausgeführt - in kategorisches Wissen und Default-Wissen unterteilt. Während das Axiom für die Transitivität der **SUB**-Relation:

- $(o1 \text{ SUB } o2) \wedge (o2 \text{ SUB } o3) \longrightarrow (o1 \text{ SUB } o3) \quad (7)$

strikt gilt (also kategorisches Wissen darstellt), sind die beiden vorhergegangenen Axiome (5) und (6) als prototypisches Wissen anzusehen. Der Einsatz dieser Regeln erzeugt also bei einem Unterbegriff wieder nur Default-Wissen.

Auch im Zusammenhang mit Merkmals-Wert-Charakterisierungen unter Zuhilfenahme der Relation **ATTR** spielt die Informationsvererbung von Oberbegriffen auf untergeordnete Spezialisierungen bzw. Instanzen eine wichtige Rolle, hierzu Abschn. 4.3.3. Es muß an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, daß die Wissensvererbung in Begriffshierarchien entgegen der von Brachman in [26], S. 35, vertretenen Meinung nicht primär eine Sache der Implementierung von WRS ist. Es ist eben ein wesentliches Charakteristikum hierarchiebildender Relationen (wie **SUB**, **SUBS** aber auch **PARS**, vgl. Abschn. 4.2), daß sie mit Merkmalsvererbung verknüpft sind, während das für andere Relationen (z.B. die Tiefenkasus-Relationen **AGT**, **ORNT** usw.) nicht gilt. Wissensvererbung ist psychologisch gesehen ein grundlegender denkökonomischer Prozeß und aus Sicht der Wissensrepräsentation eine fundamentale Eigenschaft, die bestimmte Relationen in ihren logischen Eigenschaften festlegt.<sup>4</sup> Durch das Prinzip der Kapselung und der Unterteilung einer Begriffskapsel in kategorisches, prototypisches und situatives Wissen ist nicht etwa die **SUB**-Relation (oder in anderer Terminologie die Beziehung IS-A) mit verschiedenen Deutungen überfrachtet (prototypische Eigenschaftsübertragung, Deutung mit allquantifizierten logischen Implikationen usw.). Es ist vielmehr

<sup>3</sup> Das Axiom (5) gilt nur für semantisch totale Eigenschaften [Sorte: tq] (s. Abschn. 4.3).

<sup>4</sup> Unbeschadet dieser These ist natürlich an der Brachman'schen Feststellung nichts auszusetzen, daß ein Formalismus mit Vererbung nicht ausdrucksstärker sein muß als einer, der ohne diese auskommt (man denke sich einfach alle implizit vererbaren Eigenschaften expliziert). Trotzdem handelt es sich in beiden Fällen um ganz verschiedene WRS und auch die semantisch primitiven Relationen bzw. Funktionen haben dann ganz unterschiedliche logische Eigenschaften.

der Begriff (genauer der Oberbegriff), der mit diesen verschiedenen Bedeutungskomponenten verknüpft ist. Die **SUB**-Relation spezifiziert nur, wie mit diesen Facetten im Prozeß der Vererbung formal umzugehen ist. Ebenso ist es falsch, die **SUB**-Beziehung mit der Untermengen-Obermengen-Beziehung gleichzusetzen. Es ist primär ein Aspekt der Begriffsbedeutung, ob ein Begriff extensional als Menge deutbar ist (wie das z.B. bei **Haus** oder **Tiger** der Fall ist) oder nicht (wie z.B. bei **Charme**, **groß**, **intensional**).

Es ist aber eine Eigenschaft der **SUB**-Relation in MultiNet, daß in dem Fall der extensionalen Deutbarkeit von Begriffen als Menge bzw. Individuum folgendes gilt:

$$\bullet (a \text{ SUB } b) \longrightarrow (\langle \text{alle } a \rangle_{EXT} \text{ SUBM } \langle \text{alle } b \rangle_{EXT}) \quad (8)$$

wenn sowohl a als auch b extensional deutbare generische Begriffe sind;

$$\bullet (a \text{ SUB } b) \longrightarrow (a_{EXT} \text{ ELMT } \langle \text{alle } b \rangle_{EXT}) \quad (9)$$

wenn die Extension von a ein individuelles Element und die Extension von b Mengen sind;

Damit berühren wir aber bereits den Bereich der Bedeutungsdarstellung von Gesamtheiten, die in den Abschnitten 9 und 10 behandelt werden.

Es muß noch darauf aufmerksam gemacht werden, daß die natürlichsprachlichen Wendungen mit „*ist*“, „*ist ein*“ nicht automatisch im Bereich der Bedeutungsstrukturen mit **SUB** zu übersetzen sind. Abgesehen davon, daß „*sein*“ auch als Vollverb im Sinne von „*sich befinden*“ fungieren kann, wie in: „*Max ist in Argentinien.*“ [Relation: **LOC**], kommen auch andere Deutungen für die Formen von „*sein*“ in Frage:

„*Ein Jungeselle ist ein unverheirateter erwachsener Mann.*“ [Relation: **EQU**],

„*Die Kirsche ist rot.*“ [Relation: **PROP**],

„*Peter ist von Beruf Lehrer.*“ [Relationen: **ATTR**, **VAL**, **SUB**] (s. Abschn. 4.3.3).

Das letzte Beispiel zeigt deutlich, wie wichtig die richtige Deutung der Kopula „*sein*“ ist. Bei inkorrekt Behandlung des Begriffs **Lehrer** sowohl als Attribut einer Person (Relation **ATTR**) als auch als Mengenprädikat für eine Gruppe von Menschen ist eine Fehldeutung der folgenden Art geradezu vorprogrammiert (Gefahr der Fehldeutung durch Äquivokation):

Aus „*Peter ist Lehrer.*“ [Relation: (Peter **SUB** Lehrer) ??] und

„*Lehrer ist ein Beruf.*“ [Relation: (Lehrer **SUB** Beruf) ??]

würde dann fälschlicherweise

„*Peter ist (ein) Beruf.*“ [Relation: (Peter **SUB** Beruf) ??] folgen.

In MultiNet ist das Konzept **Lehrer** als Bedeutungsmolekül (s. Abschn. 12) mit

den Facetten Lehrer<sub>1</sub> [**SORT** = *co*] zur Bezeichnung einer Gruppe von Menschen und Lehrer<sub>2</sub> [**SORT** = *at*] zur Bezeichnung eines Attributs zu deuten.<sup>5</sup> Nach dieser Auffassung gilt dann (Peter **SUB** Lehrer<sub>1</sub>) und (Lehrer<sub>2</sub> **SUB** Beruf), ohne daß ein Widerspruch entsteht. Die Verbindung zwischen den beiden erwähnten Bedeutungsfacetten ist dann durch (Lehrer<sub>1</sub> **ATTR** Lehrer<sub>2</sub>) gegeben.

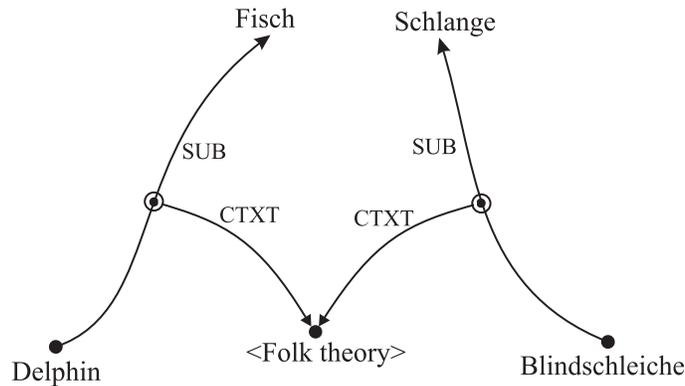


Abbildung 4.3. Folk theory als kontextuelle Einschränkung

Wie diffizil die semantische Deutung der deutschen Kopula „sein“ bzw. der englischen Kopula „be“ ist, zeigen auch die von Lakoff untersuchten Phrasen, bei denen die Seins-Aussagen durch Wendungen wie „*juridically*“ – „*juristisch gesehen*“, „*loosely speaking*“ – „*grob gesprochen*“ eingeschränkt sind (s. [117], S. 121 ff.). Hier liegen semantisch verschiedene Sichten zugrunde (sogenannte **Multiple views**), die in MultiNet mit Hilfe der Relation **CTXT** auszudrücken sind. Die Relation **CTXT** schränkt die gesamte Begriffskapsel, die die entsprechende Subordinationsbeziehung **SUB** enthält, auf eine bestimmte Welt bzw. Sichtweise oder einen Kontext ein (juristische Sicht, grobe Sicht usw.). In ähnlicher Weise ist auch die sogenannte **Folk theory** zu behandeln, worunter man eine Gesamtheit stark vereinfachender, volkstümlicher Auffassungen versteht, in der z.B. ein Delphin ein Fisch oder eine Blindschleiche eine Schlange ist (s. Abb. 4.3).

<sup>5</sup> Das trifft natürlich analog auf alle Berufs- oder Tätigkeitsbezeichnungen zu, wie z.B. auf Bauer, Moderator, Betreuer usw.

Beispiele (nach Lakoff)<sup>6</sup>:

(4.1) „*Juridically, Nixon is a gangster.*“

(Nixon **SUB** gangster) + (\* **CTXT** ⟨juridical view⟩).

(4.2) „*Loosely speaking, Nixon is a peanut farmer.*“

(Nixon **SUB** ⟨peanut farmer⟩) + (\* **CTXT** ⟨rough view⟩).

(4.3) „*A dolphin is a fish.*“

(dolphin **SUB** fish) + (\* **CTXT** ⟨folk theory⟩).

**Aber:**

(4.4) „*Mary is a real snake.*“

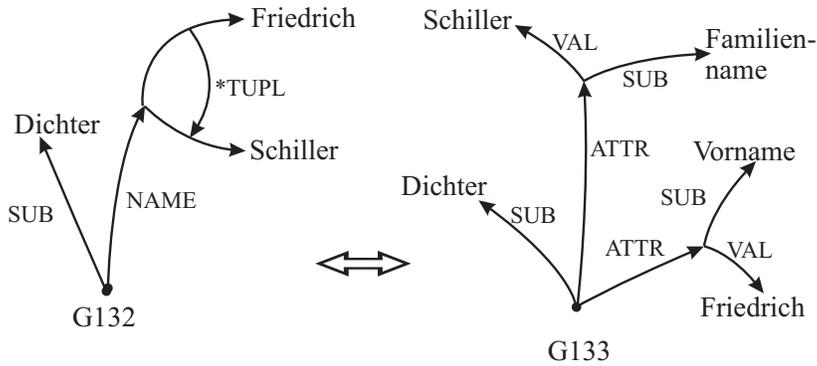
Hier ist „*is a*“ semantisch nicht mit **SUB** zu übersetzen, sondern mit der Relation **ANLG**, wobei das Vergleichsattribut, hinsichtlich dessen Mary einer Schlange ähnelt, offen bleibt (z.B. Falschheit, Beweglichkeit o.ä.). Analoges gilt für den deutschen Satz:

(4.5) „*Maria ist eine richtige Schlange.*“

Abschließend zu diesem Themenkreis noch einige Bemerkungen zum Problem der **Eigennamen**. In den bisherigen Ausführungen sind wir davon ausgegangen, daß sich Knoten eindeutig mit Namen markieren lassen. Leider sind die natürlichen Eigennamen von Objekten nicht eindeutig. Einerseits gibt es Objekte (insbesondere in ihren verschiedenen Manifestationen, s. Abschn. 4.5), die mehrere Eigennamen besitzen, wie z.B. Napoleon, Bonaparte oder ⟨Napoleon I⟩. Andererseits können Eigennamen (wie z.B. Luxemburg) mehrere verschiedene Objekte bezeichnen (in diesem Fall den Staat und die Hauptstadt von Luxemburg). In solchen Fällen oder wenn die Eigennamen eine innere Struktur besitzen (typisch hierfür ist die Aufteilung in Vor- und Familienname), wird der semantische Repräsentant des Objektbegriffs mit einem eindeutigen Kunstnamen versehen (wie z.B. G132 in Abb. 4.4) und die Relation **NAME** zur Angabe des natürlichen Namens eingesetzt. Damit werden auch die Namensanteile zu Netzknoten, denen dann wiederum eine besondere Semantik zugeordnet werden kann (wie das z.B. in nachfolgendem Axiom oder in Abb. 4.4 zum Ausdruck kommt).

- $(o \text{ NAME } n) \wedge (n = (*\text{TUPL } v f)) \leftrightarrow$   
 $\exists a_1 \exists a_2 (o \text{ ATTR } a_1) \wedge (a_1 \text{ SUB Vorname}) \wedge (a_1 \text{ VAL } v) \wedge$   
 $(o \text{ ATTR } a_2) \wedge (a_2 \text{ SUB Familienname}) \wedge (a_2 \text{ VAL } f) \quad (10)$

<sup>6</sup> Der Stern „\*“ charakterisiert in der linearisierten Form den jeweils vorangehenden Sachverhalt



**Abbildung 4.4.** Die Darstellung der Eigennamen von Objekten

Auf den philosophischen Aspekt der Benennung von Objekten (insbesondere im Hinblick auf veränderliche oder hypothetische Welten) und auf das damit verbundene Problem der **Querwelteinidentität** von Objekten kann hier nicht näher eingegangen werden (s. hierzu [115]).

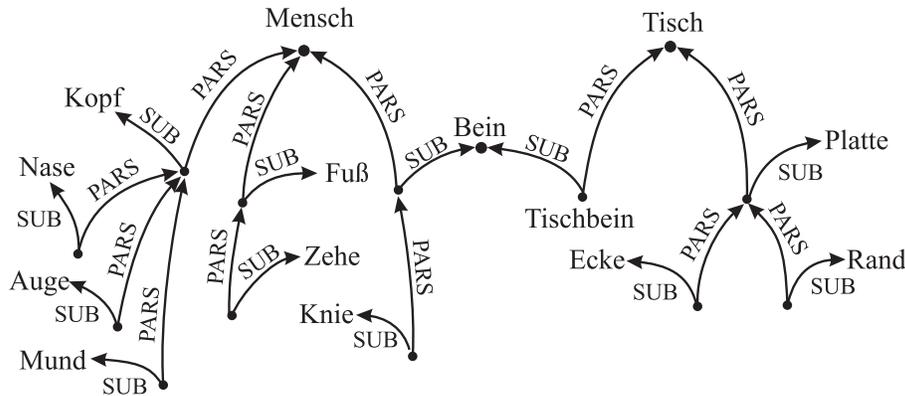
## 4.2 Die materielle Charakterisierung von Objektbegriffen

Eine wichtige Rolle für die Charakterisierung von Objekten spielt ihr materieller bzw. substanzieller Aufbau. Zu diesem Zweck stehen die Relationen **PARS** zur Beschreibung der Teil-Ganzes-Beziehung, die Relation **ORIGM** zur Angabe des Materials, aus dem ein Objekt besteht, und die Relation **QMOD** zur quantitativen Spezifikation von Objektmengen zur Verfügung.

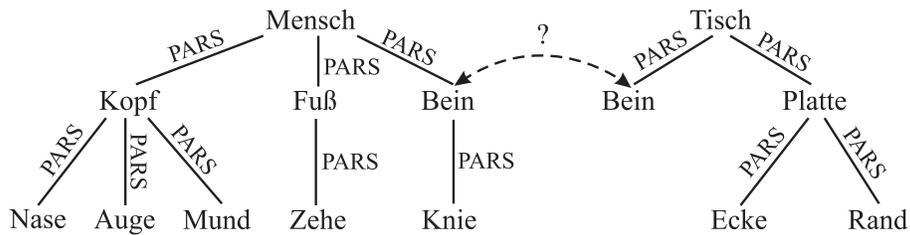
Die Teil-Ganzes-Beziehung **PARS** bildet eine ähnliche Hierarchie wie die **SUB**-Relation (s. Abschn. 4.1), ist allerdings nicht mit so weitreichenden Übertragungsmechanismen von Eigenschaften bzw. Merkmalen gekoppelt. Ein Beispiel für zwei hierarchische **PARS**-Strukturen ist in Abb. 4.5 dargestellt. Die dort abgebildeten Strukturen berühren sich im Begriff **Bein**. Beim Aufbau einer **PARS**-Hierarchie muß man zusätzlich zur Teil-Ganzes-Beziehung die richtigen Subordinationsbeziehungen beachten. In Abb. 4.5 darf der Begriff **Bein** dem Begriff **Tisch** nicht direkt mit **PARS** untergeordnet werden, sondern nur über die **SUB**-Relation, da nicht alles, was als „Bein“ angesehen werden kann, mit „Tisch“ in Zusammenhang steht (Menschen, Tiere, Stühle usw. haben ebenfalls Beine). **Tisch** und **Mensch** können durch zwei verschiedene Unterbegriffe, die jeweils „Teile eines Ganzen“ darstellen, cha-

rakterisiert werden. Beide sind dem Oberbegriff **Bein** (definierbar als: Hauptteil des Stützapparates; zum Fortbewegen oder Abstützen am Boden dienend o.ä.) untergeordnet. Im Falle eines Tisches gibt es in der deutschen Sprache sogar ein Wort zur Kennzeichnung des betreffenden Unterbegriffes **Tischbein**).

Demgegenüber ist die in Abb. 4.6 angegebene **PARS**-Hierarchie, wie sie in einer der frühen Arbeiten zur Semantik der Teil-Ganzes-Beziehung als Ausgangspunkt der Diskussion gewählt wurde [16], als unzulässige Vereinfachung anzusehen, da dort die wichtigen Subordinationsbeziehungen fehlen. Bei einem solchen Vorgehen würde der Begriff **Bein** sowohl **Mensch** als auch **Tisch** mit Hilfe der **PARS**-Relation untergeordnet.<sup>7</sup>



**Abbildung 4.5.** Korrekte PARS-Hierarchie (unter Berücksichtigung der Subordinationsbeziehungen)



**Abbildung 4.6.** Unzulässig vereinfachte PARS-Hierarchie

<sup>7</sup> Mitunter wurde sogar von der Unterordnung von Substantiven durch die Teil-Ganzes-Beziehung gesprochen, was im Zusammenhang mit der Verwendung von Tiefenrelationen unzulässig ist.

Für die Teil-Ganzes-Beziehung **PARS** gelten nachstehende Axiome der **Lokations-Übertragung** (Axiom (11)), der **Gewichts-Beschränkung** (Axiom (12)), der **Material-Übertragung** (Axiom (13)) u.a.

$$\bullet (k_1 \text{ PARS } k_2) \wedge (k_2 \text{ LOC } l) \longrightarrow (k_1 \text{ LOC } l) \quad (11)$$

Dieses Axiom besagt, daß das Teil am selben Ort sein muß wie das Ganze.

$$\bullet (k_1 \text{ PARS } k_2) \wedge (k_2 \text{ ATTR } m_1) \wedge (m_1 \text{ SUB } \text{Gewicht}) \wedge (m_1 \text{ VAL } q_1) \longrightarrow \\ \exists m_2 \exists q_2: [(k_1 \text{ ATTR } m_2) \wedge (m_2 \text{ SUB } \text{Gewicht}) \wedge \\ (m_2 \text{ VAL } q_2) \wedge (q_2 \text{ MIN } q_1)] \quad (12)$$

Nach dieser Regel muß das Teil leichter sein (d.h. ein geringeres Gewicht haben) als das Ganze. Beide Axiome (11) und (12) gelten ohne Ausnahme (gehören also zum kategorischen Wissen).

$$\bullet (k_1 \text{ PARS } k_2) \wedge (k_2 \text{ ORIGM } s) \longrightarrow (k_1 \text{ ORIGM } s) \quad (13)$$

Dieses Axiom behauptet, daß das Teil aus dem gleichen Material bestehen muß wie das Ganze. Eine solche Regel kann aber nur zur Erzeugung von Default-Wissen eingesetzt werden. Es ist sicher typisch, daß der Arm einer Gold-Statue ebenfalls aus Gold besteht. Aber man kann nicht annehmen, daß diese Eigenschaft für jedes Detail gilt (so kann man sich durchaus vorstellen, daß die Augen einer Gold-Statue aus Jade bestehen).

Die Relation **PARS** ist ebenso wie die Relation **SUB** transitiv, asymmetrisch und nicht reflexiv. Im Gegensatz zu **SUB** gilt aber die Transitivitätsregel (14) nicht uneingeschränkt:

$$\bullet (k_1 \text{ PARS } k_2) \wedge (k_2 \text{ PARS } k_3) \longrightarrow (k_1 \text{ PARS } k_3) \quad (14)$$

Sie gehört also zum Default-Wissen über **PARS**. So kann man zwar feststellen, daß die Unruh Teil des Uhrwerks ist, das Uhrwerk Teil der Kirch-turmuh, letztere wieder Teil des Kirchturms und dieser Teil der Kirche. Man würde aber nicht sagen, daß die Unruh Teil der Kirche ist (obwohl das im formalen Sinne gelten mag). Das Beispiel zeigt, daß die Transitivität der **PARS**-Relation über größere Zusammenhangsketten verlorenzugehen scheint (**Fading-Effekt**). Wichtig dürfte auch die Forderung sein, daß zwischen Teil und Ganzem kognitiv zusätzlich ein bestimmter Funktionszusammenhang bestehen muß. Dies erklärt auch, warum man gewöhnlich keine **PARS**-Beziehung zwischen einem Makrokörper (z.B. einem Baum) und einem Mikroteilchen (z.B. einem Proton) herstellt, obwohl das physikalisch zweifelsohne zutrifft.

Zusätzlich zu den genannten Relationen stehen noch die Funktion **\*QUANT** und die Relation **QMOD** zur Verfügung, um den quantitativen Aspekt der materiellen Zusammensetzung zu beschreiben. Abb. 4.7 zeigt das Zusammenwirken dieser Darstellungsmittel bei der Repräsentation einer komplexeren materiellen Spezifikation.

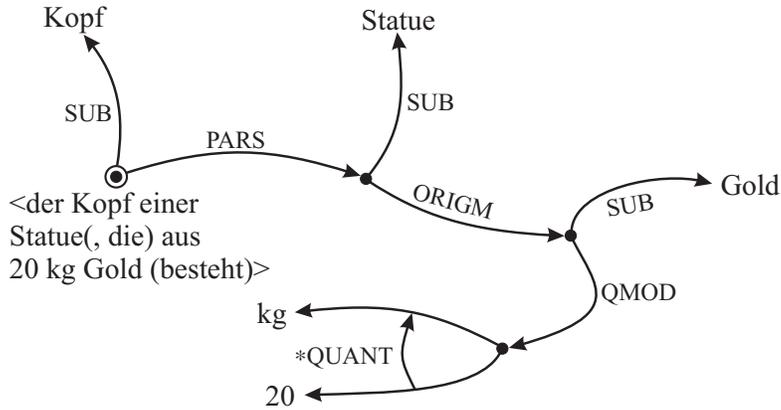


Abbildung 4.7. Materielle Charakterisierung von Objektbegriffen

Das Beispiel führt auf einen allgemeinen Zusammenhang zwischen der quantitativen Charakterisierung mit Hilfe von **QMOD** und **\*QUANT** auf der einen Seite und einer Attribut-Wert-Charakteristik auf der anderen Seite (vgl. Abschn. 4.3.3):<sup>8</sup>

$$\bullet (s \text{ QMOD } q) \wedge q = (*\text{QUANT } x \text{ me}) \wedge (a \text{ ATTCH } \text{me}) \longrightarrow \exists a_1 (s \text{ ATTR } a_1) \wedge (a_1 \text{ SUB } a) \wedge (a_1 \text{ VAL } q) \quad (15)$$

Man könnte nun fragen, ob nicht eine der beiden Charakterisierungen ausreicht, um eine stärker kanonisierte semantische Repräsentation zu erzielen (beide Darstellungen lassen sich ja ineinander überführen). Da dieses Problem immer wieder auftreten wird, soll hier grundsätzlich dazu Stellung genommen werden. Im Prinzip ist es möglich, bei äquivalenten Repräsentationsformen ein und desselben Sachverhalts eine der Darstellungen als die kanonische auszuzeichnen und die andere bei der Analyse (dem Sprachverstehen) auf erstere zurückzuführen. Ob dies der Mensch tut, wissen wir noch nicht. Aus Sicht der automatischen Sprachanalyse sollte man beide Darstellungen beibehalten, da jede von ihnen jeweils bestimmten Intentionen des Sprechers näher steht. Es

<sup>8</sup> Für die Umkehrung gilt eine analoge Regel.

gibt in einem FAS immer einen Trade-off zwischen dem Aufwand, der während der Analyse entsteht und dem Aufwand, der bei der logischen Antwortfindung aufzubringen ist. Will man die semantische Repräsentation stärker normieren, sind Axiome der Art (15) während der Analyse – gewissermaßen auf Vorrat – als Transformationsregeln einzusetzen (selbst wenn im FAS nie eine Frage nach diesen Zusammenhängen gestellt wird). Will man die Analyse vereinfachen, dann sind die entsprechenden Regeln während der logischen Inferenzprozesse einzusetzen und der Aufwand entsteht in der Phase der Antwortfindung. Die Erfahrungen bei der Entwicklung von Frage-Antwort-Systemen zeigen, daß der zweite Weg vorzuziehen ist.

Abschließend zu diesem Themenkomplex noch eine Bemerkung zur Beziehung zwischen der Bedeutung von „haben“ und der Teil-Ganzes-Relation **PARS**. In der Literatur wird mitunter argumentiert, daß die in Bedeutungsnetzen verwendete **PARS**-Relation semantisch hoffnungslos überladen sei [101]. Das liegt meist daran, daß die Bedeutung von „haben“ oder des Wortes „Teil“ (engl.: „part“) mit derjenigen der Relation **PARS** gleichgesetzt wird, was dann zu den vielen Bedeutungsaspekten dieser Relation führt. Es muß aber ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht werden, daß das Wort „haben“ hochgradig polysem ist (analoges trifft auf „Teil sein von“ zu). Die Relation **PARS** deckt aber nur einen Teil der für diese Phrasen in Frage kommenden Bedeutungen ab (eben die Teil-Ganzes-Beziehung).<sup>9</sup> Weitere Bedeutungen sind: **POSS**, **ATTR**, **ATTCH**, **ELMT**, **SUBM** u.a.).

Als etwas problematischer könnte die Entscheidung angesehen werden, die **PARS**-Relation sowohl auf konkrete als auch auf abstrakte Begriffe anzuwenden (vgl. die Definition im Teil II). Diese Festlegung wurde getroffen, weil die meisten Vererbungsregeln in der **PARS**-Hierarchie und auch die Argumentation hinsichtlich der Transitivität für konkrete und abstrakte Begriffe in gleicher Weise zutreffen. Eine falsche Anwendung der Axiome, die z.B. für abstrakte Begriffe nicht zutreffen (s. z.B. Axiom (13)), ist durch die klare Festlegung der Sorten für die Relationsargumente ausgeschlossen (**ORIGM** kann eben nur zwischen konkreten Objekten bestehen).

---

<sup>9</sup> Genau so wie die Bedeutung des (Hilfs-)Verbs „sein“ nicht allein durch die **SUB**-Relation erfaßt wird.

## 4.3 Die qualitative Charakterisierung von Objektbegriffen

### 4.3.1 Allgemeines zur qualitativen Charakterisierung von Objekten

Objekte und ihre qualitativen Charakteristika bilden eine **dialektische Einheit** (vgl. Abb. 4.8). Kein Objekt ist ohne Eigenschaften im weitesten Sinne vorstellbar, und keine Eigenschaft ohne ein Objekt als Träger der Eigenschaft. Trotzdem scheinen die Eigenschaften kognitiv das Sekundäre und das Objekt das Primäre zu sein (ein Objekt „hat“/„besitzt“ Eigenschaften, aber keine Eigenschaft „hat“/„besitzt“ Objekte). Sowohl in der Sprache als auch im Denken bereitet es keine Schwierigkeiten, Eigenschaften und Objekte als voneinander gesonderte Entitäten zu behandeln, obwohl sie rein wahrnehmungsmäßig nicht voneinander zu trennen sind.

Der Gedanke der Einheit eines Objektes und seiner qualitativen Charakterisierungen oder Eigenschaften i.w.S. wird in MultiNet durch die Kapselung von Begriffsrepräsentationen zum Ausdruck gebracht. Ihre kognitive Verschiedenheit widerspiegelt sich in der Repräsentation als verschiedene Netzknoten sowie in der Zugehörigkeit zu unterschiedlichen Sorten und der expliziten Angabe von Relationen zwischen diesen Knoten.

Objekte lassen sich auf verschiedene Weise qualitativ charakterisieren:

1. durch **Merkmale / Attribute** [**SORT** = *at*] und ihre **Werte** (diese werden in Abschn. 4.3.3 behandelt);
2. durch **Eigenschaften** i.e.S. [**SORT** = *p*], die sich wiederum in **semantisch relative** (d.h. graduierbare) und **semantisch totale** (nicht graduierbare) unterteilen (s. Teil II, Abschn. 17.1). Diese Art der Objekt-Charakterisierung, die den Prädikationen im logischen Sinne am nächsten steht, wird kontrastierend zu den folgenden beiden Arten im Abschn. 4.3.2 behandelt;
3. durch **semantisch funktionale Qualitäten** [**SORT** = *fq*], die einem Objekt (oder einer Gruppe von Objekten) ein anderes Objekt zuordnen;
4. durch **semantisch relationale Qualitäten** [**SORT** = *rq*], die genau genommen Beziehungen zu anderen Objekten herstellen.

Beim Vergleich der qualitativen mit der situativen Charakterisierung von Objekten (d.h. ihrem Beteiligtsein an Vorgängen und Zuständen) läßt sich eine bestimmte Ordnung hinsichtlich der zeitlichen Stabilität konstatieren. Während qualitative Charakterisierungen, darunter auch die Eigenschaftszuordnungen bzw. Merkmals-Wert-Zuordnungen, über längere Zeit stabil sind und typischerweise dem immanenten Wissen über Objekte zuzurechnen sind, haben

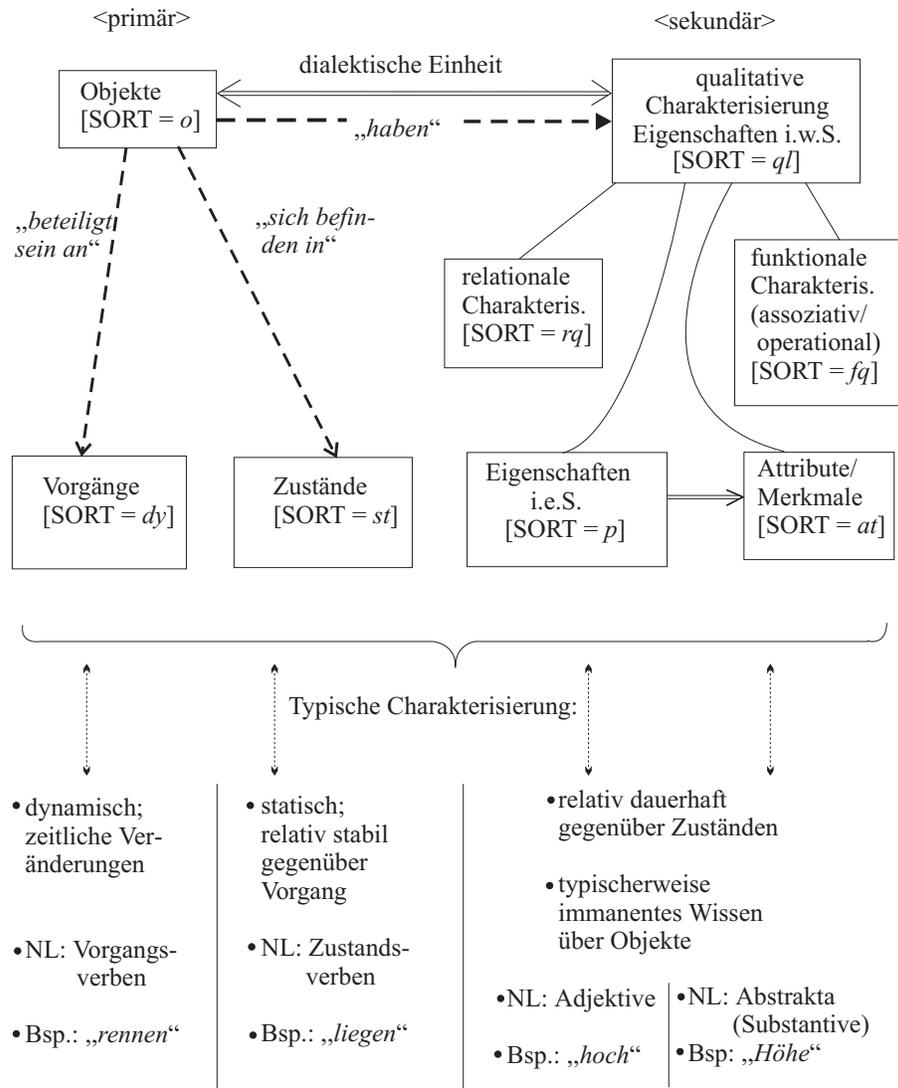


Abbildung 4.8. Die semantische Charakterisierung von Objektbegriffen (Überblick)

**Zustände** [SORT = st] eine zeitlich begrenztere Dauer. Sie sind wie die Vorgänge typischerweise dem situativen Wissen zuzuordnen.

Die Zustände ihrerseits haben wiederum gegenüber den **Vorgängen** [SORT = dy], die *per definitionem* Veränderungen im weitesten Sinne repräsentieren, einen gewissen statischen Charakter. Hier sind natürlich die Übergänge fließend, und insbesondere zwischen Eigenschaftszuordnungen i.e.S.

und Zustandsbeschreibungen lassen sich keine scharfen Grenzen ziehen. Dieser Bereich ist weder in der kognitiven Psychologie noch in der Philosophie hinreichend untersucht. Abb. 4.8 gibt einen Überblick über die dargestellten Zusammenhänge und vermittelt auch eine Beziehung der diskutierten semantischen Aspekte zu typischen sprachlichen Erscheinungen, insbesondere im Bereich der Wortarten.

### 4.3.2 Eigenschafts-Zuordnung

Die Vielgestaltigkeit von qualitativen Bestimmungen (die man umgangssprachlich als Eigenschaften im weitesten Sinne bezeichnet) kommt in der in Teil II, Tab. 17.1 getroffenen differenzierteren Einteilung in totale, graduierbare, assoziative, operationale und relationale Qualitäten zum Ausdruck (vgl. hierzu auch [20]). Die totalen und graduierbaren Qualitäten, wofür *tot* bzw. *groß* typische Beispiele sind, lassen sich wegen ihrer Gemeinsamkeiten in einer Sorte *p* von Eigenschaften i.e.S. zusammenfassen. Sie werden in der Logik gewöhnlich als Prädikate formalisiert, was zwar für die graduierbaren Eigenschaften problematisch ist, aber immerhin noch durch den erlaubten prädikativen Gebrauch der sie bezeichnenden Adjektive in der natürlichen Sprache gestützt wird. Trotzdem gibt es Unterschiede zwischen beiden Sorten. Die totalen Eigenschaften [**SORT** = *tq*] lassen sich nicht graduell abstufen (vgl. auch die Definition der Funktion **\*PMOD**, im Teil II). Diese Tatsache hat ihre Entsprechung darin, daß sich die korrespondierenden Adjektive nicht steigern lassen. Demgegenüber sind Adjektive, die graduierbare Eigenschaften bezeichnen, steigerbar.

Die oft anzutreffende und stark vereinfachende Gleichsetzung von Eigenschaften mit logischen Prädikaten im PK1 ist wegen der modelltheoretischen Fundierung der Logik bestenfalls für totale Eigenschaften erlaubt, nicht aber für graduierbare. Wollte man z.B. die Eigenschaft *groß* als Prädikat GROSS(x) definieren, so wäre die Extension dieses Prädikates die Menge aller „großen Dinge“ im betrachteten Universum. Diese gibt es aber nicht (s. die Diskussion zu Abb. 4.10 unten). Der Bedeutungsumfang (die Extension) von totalen Eigenschaften ist dagegen weitgehend unabhängig von den Entitäten, die sie spezifizieren.

Bei den graduierbaren Eigenschaften kann man wiederum zwei verschiedene Subsorten unterscheiden:

- Eigenschaften, die wertenden Charakter tragen, d.h. eine Stellungnahme ausdrücken, und **nicht meßbar** sind [**SORT** = *nq*] (wie z.B. *charmant* oder *wichtig*)

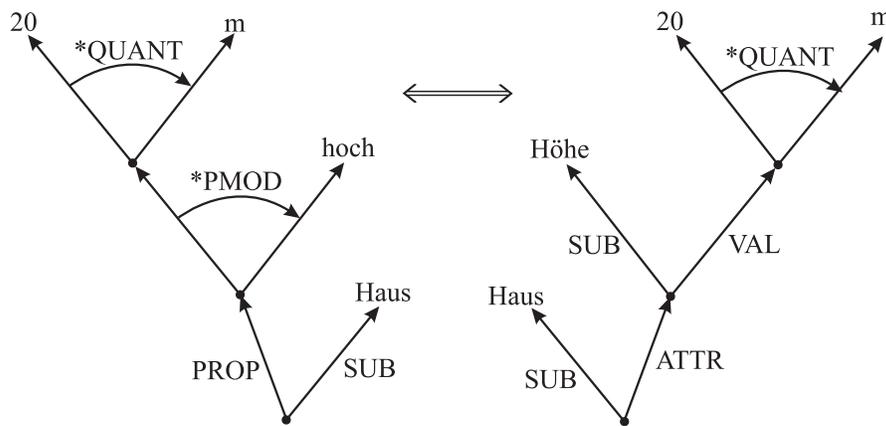


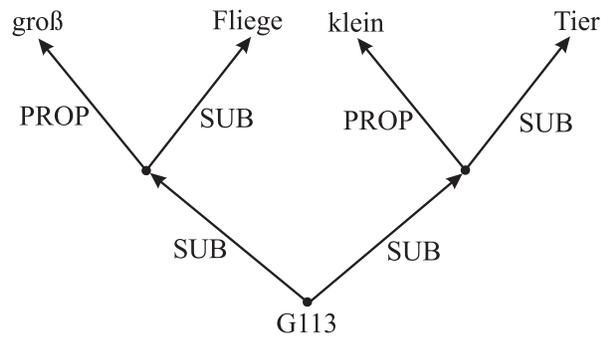
Abbildung 4.9. Beziehung zwischen Eigenschaftsangabe und Attribut-Wert-Zuordnung

- Eigenschaften, die mit einem Maßstab verknüpft und quantitativ faßbar sind (wie z.B. breit oder schwer), weshalb sie **semantisch quantifizierbar** oder **meßbar** [**SORT** = *mq*] genannt werden sollen.

Das Charakteristische für die semantisch quantifizierbaren Eigenschaften ist, daß der mit ihnen verbundene Maßstab (der es zu entscheiden gestattet, ob die Eigenschaft zutrifft) nicht absolut festlegt, sondern gewissermaßen erst an der Extension des zu spezifizierenden Begriffes geeicht wird. Darüber hinaus sind Eigenschaften dieses Typs (wie breit, hoch, teuer) über die Relation **CHPA** mit Abstrakta (wie Breite, Höhe, Preis) verknüpft, die es gestatten, Beziehungen zwischen Eigenschaftszuordnung und Attribut-Wert-Charakterisierungen herzustellen (vgl. hierzu Abb. 4.9 und Abschn. 4.3.3). Axiomatisch kann diese Beziehung wie in Teil II bei **CHPA** angegeben formuliert werden.

Wird eine semantisch quantifizierbare Eigenschaft von einem Individuum behauptet, so wird die Vergleichsklasse/der Vergleichsrahmen von einem Oberbegriff bestimmt, der oft nur aus dem allgemeinen Kontext oder aus dem Hintergrundwissen erschlossen werden kann (z.B. „Gerd ist klein“  $\rightsquigarrow$  Vergleichsklasse etwa: Klasse aller Mitteleuropäer, Schüler seiner Altersgruppe o.ä.).

Im Gegensatz zu den absoluten Eigenschaften [**SORT** = *tq*], wie tot, leer, rund, gerade, grün, rot u.a., ist eine graduierbare Eigenschaft (wie z.B. groß) nicht unabhängig von dem spezifizierten Begriff deutbar. Ein wesentliches Charakteristikum graduierbarer Eigenschaften [**SORT** = *gq*] ist ihre Polarität, d.h. sie treten als Paare von Begriffen auf (z.B. groß - klein), die in der



**Abbildung 4.10.** Die Relativität semantisch quantifizierbarer Eigenschaften

Relation **CONTR** zueinander stehen und einem gemeinsamen Merkmal (hier: Größe) zugeordnet sind.

Die am positiven Pol liegende Eigenschaft (hier: **groß**) bringt bei Begriffen mit Sorte **gq** eine auf den Gesamtumfang der Vergleichsklasse bezogene überdurchschnittliche Ausprägung des zugehörigen Merkmals (in diesem Fall Größe) zum Ausdruck. Nur so ist es zu verstehen, daß ein und dasselbe Objekt gleichzeitig als „große Fliege“ und als „kleines Tier“ bezeichnet werden kann; das Gleiche gilt für einen „schweren Brief“, der ein „leichter Gegenstand“ sein kann usw.

Wegen des oben dargelegten Sachverhalts hat das Axiom (5) in Abschn. 4.1 für semantisch quantifizierbare Eigenschaften keine Gültigkeit. Andernfalls würde sich ein Widerspruch ergeben, wenn das gleiche Individuum (Knoten G113) einmal als „kleines Tier“ und einmal als „große Fliege“ charakterisiert würde (s. Abb. 4.10). Bei falscher Festlegung der Regeln bzw. Axiome für die Relationen könnte man nämlich wegen der Transitivität von **SUB** auf (G113 **SUB** Tier) schließen, was zweifelsohne richtig ist, und damit bei der Fragebeantwortung „G113 ist ein großes Tier“ oder auch „G113 ist eine kleine Fliege“ ableiten, was nicht zutrifft.<sup>10</sup> Bei uneingeschränkter Gültigkeit des Axioms (5) ließe sich also folgern, daß G113 sowohl groß als auch klein sei. Bei Beachtung der getroffenen Einschränkungen treten die diskutierten Widersprüche nicht auf.

Abschließend ist darauf hinzuweisen, daß nicht alle Adjektive bzw. Adverbien semantisch als Qualitäten bzw. Eigenschaften (wie fein differenziert auch immer) zu deuten und nicht alle Attribute mit **PROP** darzustellen sind. So ist z.B. klar, daß „vermutlich“ bzw. „ehemalig“ in den Phrasen „der vermutliche

<sup>10</sup> Im Gegensatz dazu ist aber eine „tote Fliege“ nach Axiom (5) sehr wohl ein „totes Tier“.

Mörder“ bzw. „*ein ehemaliger Minister*“ – obwohl attributiv gebraucht – nicht etwa Eigenschaften des Mörders bzw. des Ministers bezeichnen, ja daß es sich im ersten Fall bei der beschriebenen Entität überhaupt nicht um einen Mörder handeln muß. Eine semantische Repräsentation mit Hilfe der Relation **PROP** ist in diesem Fall also ausgeschlossen. Die adäquate semantische Repräsentation dieser Phrasen mit den Mitteln von MultiNet wird weiter unten behandelt (s. Abb. 4.11). In diesem Zusammenhang sind vor allem folgende Erscheinungen zu nennen:

### 1. Temporale Adjektive und Adverbien:

Hierzu gehören Wörter, die traditionell in die Klasse der Adjektive/Adverbien eingeordnet werden und Zeitverhältnisse zum Ausdruck bringen. Beispiele hierfür sind „*ehemalig*“, „*zukünftig*“, „*kürzlich*“ usw. (vgl. Abb. 4.11 a, dort ist die Phrase „*ein ehemaliger Minister*“ dargestellt<sup>11</sup>).

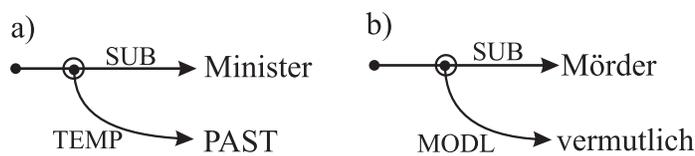


Abbildung 4.11. Modale und temporale Adjektive

### 2. Modale Adjektive und Adverbien:

Diese beschreiben modale Operatoren im Sinne der Ausführungen von Abschn. 8.3 und umfassen Modalwörter wie z.B. „*vermutlich*“, „*wahrscheinlich*“, „*möglicherweise*“ u.a. Für ihre semantische Repräsentation ist vor allem die Relation **MODL** heranzuziehen (vgl. Abb. 4.11 b und die Ausführungen in Abschn. 4.5 über die Behandlung von Manifestationen).

### 3. Qualifizierung von Sachverhalten vs. Eigenschaften von Objekten:

Obwohl Adverbien normalerweise der Qualifizierung von Sachverhalten dienen (vgl. Abb. 4.12 a), bringen sie vielfach eher die Eigenschaft eines am Sachverhalt beteiligten Objekts zum Ausdruck (vgl. Abb. 4.12 b). In Abb. 4.12 sind folgende Fälle dargestellt:

<sup>11</sup> Die in den graphischen Darstellungen eingesetzten Zeitkonzepte PAST – Vergangenheit, NOW – jetziger Augenblick, PRESENT – gegenwärtiger Zeitraum (Gegenwart) und FUTURE – Zukunft, sind genau genommen deiktische Elemente, die nur bei einheitlichem Sprechzeitpunkt in einer Wissensrepräsentation verwendet werden können. Bei wechselndem Sprechzeitpunkt sind diese Konzepte entsprechend zu interpretieren, denn was für den einen Sprechzeitpunkt FUTURE ist, kann für den anderen schon PAST sein. PAST, PRESENT und FUTURE können bei festgehaltenem Zeitpunkt der Sprachäußerung als Subsorten der Sorte *t* aufgefaßt werden.

a) „Peter fährt schnell mit dem Auto über den Platz.“ (schnell  $\leadsto$  Art und Weise des Fahrens): Das Adverb spezifiziert die Art und Weise der Handlung.

b) „Peter fährt fröhlich mit dem Auto über den Platz.“ (fröhlich  $\leadsto$  Eigenschaft von Peter): Das Adverb charakterisiert eher den Agenten als die Handlung.

Die Entscheidung, welcher der beiden Fälle vorliegt, ist für die automatische Sprachverarbeitung ein bislang ungelöstes Problem (s. hierzu auch Abschn. 5), da hierfür erhebliches Hintergrundwissen erforderlich ist.

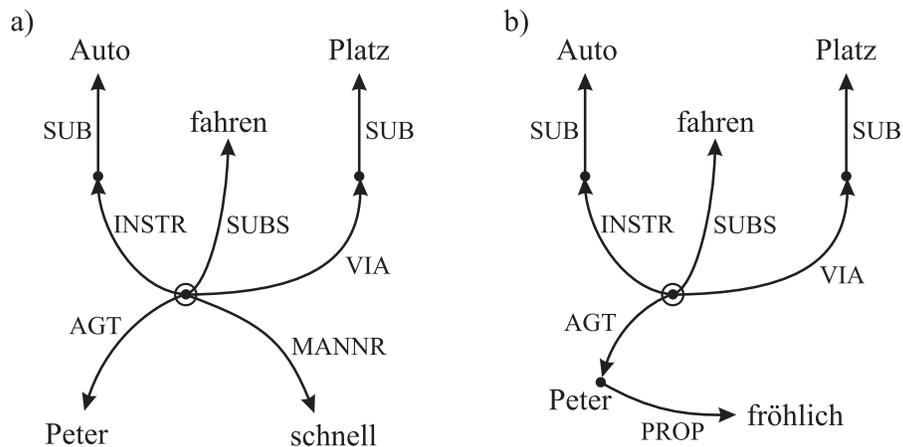


Abbildung 4.12. Art und Weise eines Vorgangs vs. Eigenschaft

Ein besonders schwieriges Problem ist das der Vagheit von Adjektiven und deren Behandlung in einer Semantiktheorie. Einen Überblick zu diesem Themenkomplex gibt Pinkal [150]. Allerdings können wir die nachstehend zitierten Auffassungen in der Literatur nicht teilen, die der erforderlichen Differenziertheit bei der Behandlung von Adjektiven bzw. Eigenschaften (aber auch von Nomen) unseres Erachtens nicht gerecht werden. So schreibt z.B. Hamann (vgl. [73], S. 661):

*„We follow Kamp (1975) and assume that typical nouns are sharp predicates; typical adjectives, however, are inherently vague.“*

Ganz abgesehen davon, daß nicht Nomen und Adjektive, sondern bestenfalls die ihnen zugrundeliegenden semantischen Konzepte mit Prädikaten vergli-

chen werden können, ist auch nicht einzusehen, weshalb Nomen typischerweise nicht vage sein sollten (oder sind „*Berg*“, „*Hügel*“, „*Haus*“, „*Hütte*“, „*Glück*“ keine typischen Nomen?). Auch die behauptete Vagheit von Adjektiven trifft in dieser Allgemeinheit nicht zu (bzgl. des Problems der Vagheit s. [150]). So sind die semantisch totalen Eigenschaften, wie *tot*, *leer* usw., relativ präzise, zumindest besteht diesbezüglich ein klarer Unterschied gegenüber den graduierbaren Eigenschaften. Auch die von Hamann vertretene Meinung:

„*Adjectives are one-place predicates, so are intransitive verbs.*“ ([73], Abschn. 1.4),

kann in dieser Allgemeinheit nicht akzeptiert werden. Adjektive, wie *chemisch*, *philosophisch* usw., die von uns als semantisch assoziativ eingeordnet werden, sollten überhaupt nicht als Prädikate gedeutet werden. Darüber hinaus gibt es Adjektive (und zwar diejenigen, die semantisch relationale Eigenschaften beschreiben), die bestenfalls als mehrstellige Prädikate (Relationen) interpretiert werden können.

Es muß betont werden, daß es bei diesen Bemerkungen, nicht allein um eine Kritik an einer einzelnen Arbeit geht (immerhin ist diese Bestandteil des Internationalen Handbuchs für Semantik [212]). Die Ausführungen sollen vielmehr die Komplexität der Materie und die Diversität der Auffassungen belegen.

### 4.3.3 Attribut-Wert-Charakterisierung

Während Eigenschaften der Sorte *p* typischerweise einen prädikativen Charakter tragen (also auf ein Objekt bzw. eine Gesamtheit von Objekten zutreffen oder nicht), beziehen Merkmale ein Drittes in die qualitative Bestimmung von Objekten ein – den Wert. In MultiNet – und wie wir meinen auch kognitiv – besteht ein Unterschied zwischen Merkmalen (wie *Tiefe*, *Gewicht*, *Farbe*, . . .), die abstrakte Begriffe sind (d.h. der Sorte *at* angehören), und Eigenschaften i.e.S. (wie *tief*, *schwer*, *blau*, . . .), die selbst eine Sorte *p* bilden. Der zum Merkmalsbegriff gehörende Terminus **Wert** wird nicht allein zur Beschreibung numerischer Werte oder von Maßangaben verwendet, sondern auch für nichtnumerische Merkmalsausprägungen. Zur Charakterisierung quantitativer Bestimmungen stehen darüber hinaus die folgenden Relationen und Funktionen zur Verfügung (s. Teil II):

**QMOD:**  $[s \cup \ddot{d}] \times m$   
**\*QUANT:**  $qf \times me \rightarrow m$   
**\*MODQ:**  $ng \times m \rightarrow m$

sowie die Vergleichsrelationen:

**MIN / MAJ:**  $qn \times qn$

**EQU:**  $ent \times ent$

In MultiNet werden alle eindeutig bestimmten Ausprägungen der Merkmale von Entitäten als Werte bezeichnet.

- Unter einem **Merkmal** oder einem **Attribut** wollen wir einen abstrakten Begriff verstehen, der in dem Sinne funktionell gedeutet werden kann, daß er jedem Individualbegriff (charakterisiert durch [**GENER** = *sp*]), mit dem er inhärent verknüpft ist, eindeutig eine zweite Entität, den Wert bzw. die Ausprägung des Merkmals, zuordnet. Einem generischen Begriff (charakterisiert durch [**GENER** = *ge*]) wird dementsprechend durch das Merkmal ein Wertebereich zugeordnet.

In der natürlichsprachlichen Formulierung treten solche Merkmalsangaben besonders häufig in Form von Genitivattributen oder Präpositionalphrasen mit „von“ auf, z.B. „Umfang des/der“, „Farbe des/der“ oder „Umfang von“, „Farbe von“ usw.

#### 4.3.3.1 Instanz – Merkmal – Wert

Zur Darstellung der Beziehungen zwischen individueller Entität, Merkmal (Attribut) und Wert werden die Relationen **ATTR**, **SUB**, **VAL** in einer Weise eingesetzt, wie sie aus den nachstehenden „Paraphrasierungsdreiecken“ hervorgeht. Diese Dreiecke bringen die Grundtypen der Paraphrasierung (d.h. der natürlichsprachlichen Umschreibung) der obengenannten Beziehungen zum Ausdruck. Sie spielen in einem FAS sowohl für die Analyse, als auch für die Generierungsphase eine wichtige Rolle, wobei zwei wesentliche Fälle zu unterscheiden sind.

- **Paraphrasierungsdreieck für nicht-quantitative Werte bzw. Merkmalsausprägungen**

Abb. 4.13 charakterisiert den Attribut-Wert-Mechanismus für nicht-quantitative Werte und die zugehörigen natürlichsprachlichen Umschreibungen. Die angegebenen Phrasen (genauer sollte man „Muster von Phrasen“ sagen) tragen natürlich paradigmatischen Charakter. Wenn *b* eine Eigenschaft ist, kann das entsprechende Adjektiv im oberen Muster einfach attributiv verwendet werden (z.B.: „Das Blut hat eine rote Farbe.“ anstelle von „Das Blut hat Rot als Farbe.“).

- **Paraphrasierungsdreieck für Merkmale mit quantitativer Ausprägung**  
Abb. 4.14 charakterisiert den Attribut-Wert-Mechanismus für quantitative Merkmalsausprägungen. Die links unten angegebene Paraphrasierung ist re-

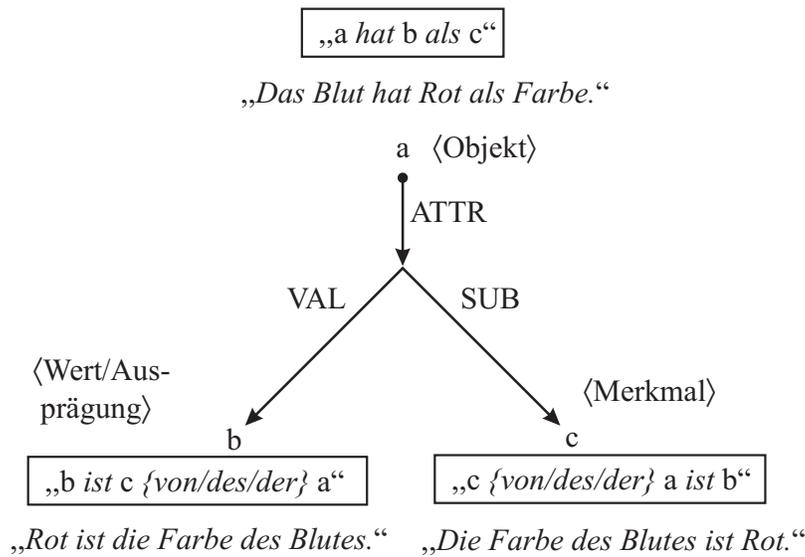


Abbildung 4.13. Paraphrasierendreieck – Typ I

lativ ungebrauchlich (sie wird höchstens bei besonderer Betonung des Merkmalswertes, z.B. in einer Antwort, verwendet).

Im übrigen gilt die obige Feststellung über den paradigmatischen Charakter der angegebenen Paraphrasierungen in analoger Weise.

Eine besondere Bedeutung besitzen die Paraphrasierendreiecke für die Antwortgenerierung im FAS. Hier können die angegebenen Muster als Standardformulierungen für die mit **ATTR**, **SUB**, **VAL** in der Tiefenstruktur beschriebenen Sachverhalte zur Formulierung der Antwort eingesetzt werden.

#### 4.3.3.2 Generischer Begriff – Merkmal – Wertebereich

Wie bereits erwähnt, können Merkmalen von generischen Begriffen im allgemeinen keine feststehenden Werte, sondern nur **Wertebereiche** zugeordnet werden. Hier gibt es natürlich auch Ausnahmen; z.B. kann die Beziehung zwischen Zahn, Farbe und weiß wie in Abb. 4.15 dargestellt werden (für die Farbe von Zähnen kommt eben von vornherein kein Werte-„Bereich“, sondern nur ein bestimmter Wert, nämlich weiß, in Frage).<sup>12</sup>

<sup>12</sup> Das ist kein Widerspruch zu der Tatsache, daß es ausnahmsweise auch gelbe oder schwarze Zähne geben kann, da die in Abb. 4.15 dargestellte Information über den Wert des Merkmals Farbe als Default-Wissen eingetragen ist.

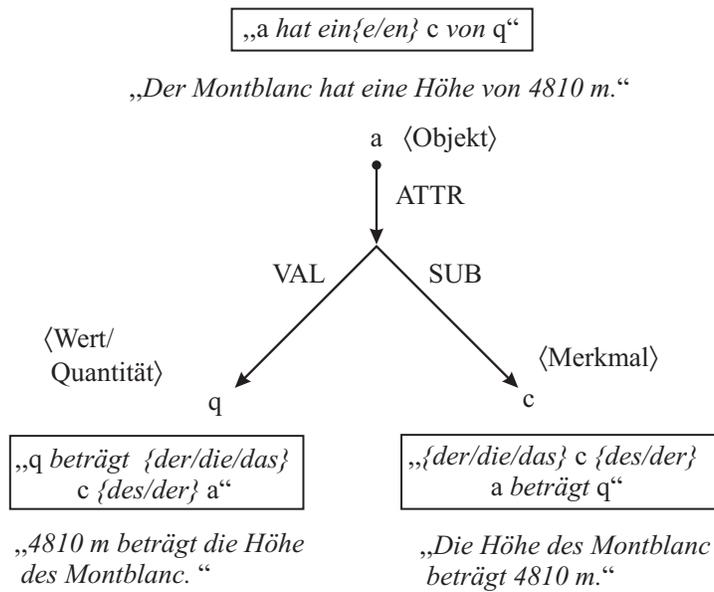


Abbildung 4.14. Paraphrasierendreieck – Typ II

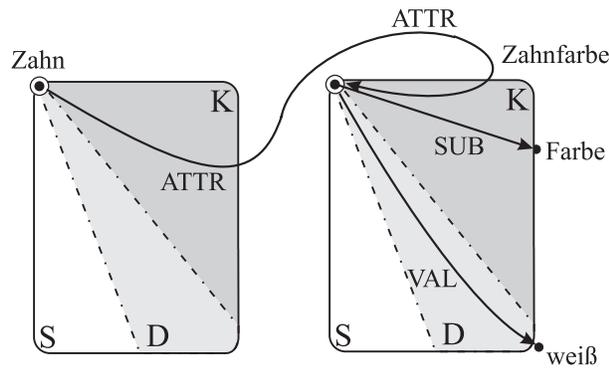
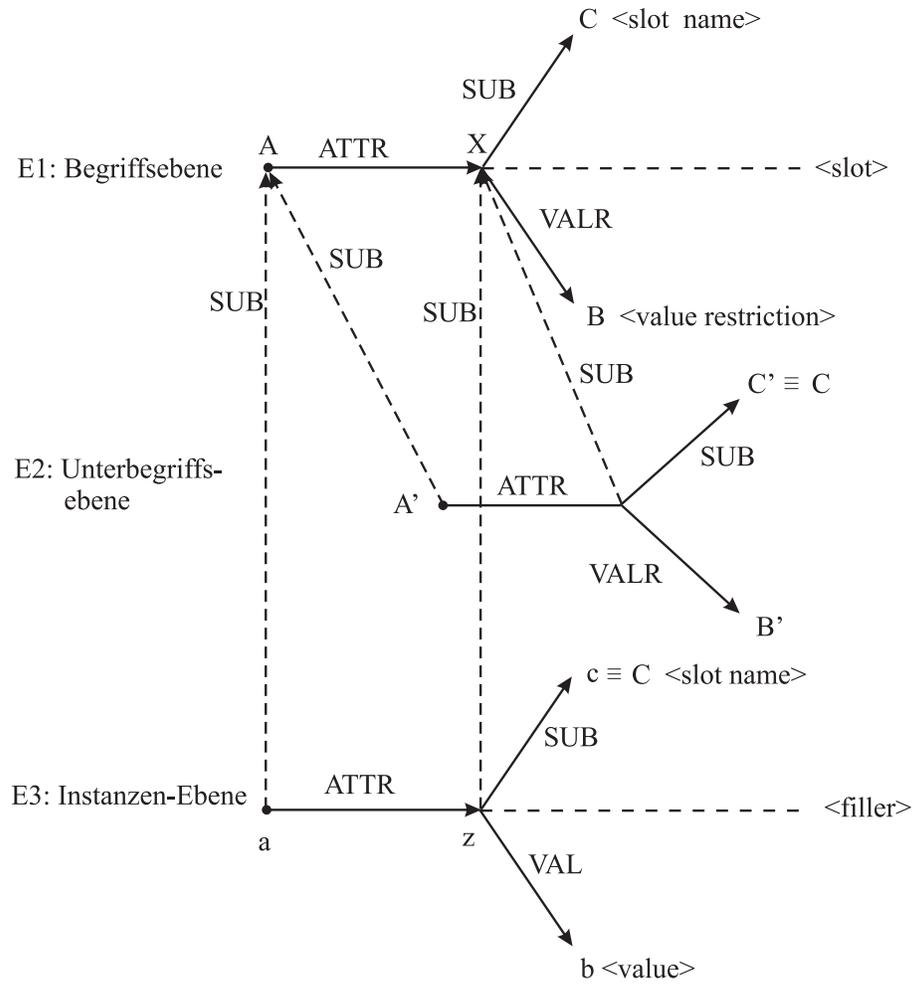


Abbildung 4.15. Spezieller Wert für das Merkmal eines generischen Begriffs

Im allgemeinen geschieht die Zuordnung eines Wertebereiches zu einem definierenden Attribut (oder Merkmal) mit Hilfe der Relation **VALR** (das zweite Argument dieser Relation spezifiziert den Wertebereich des als erstes Argument angegebenen Merkmals).

In einer **SUB**-Hierarchie (vgl. Abschn. 4.1) besteht ein enger Zusammenhang zwischen Merkmalen und Wertebereichen (**Value restrictions**) auf der Ebene des Oberbegriffs und entsprechenden Merkmalen und Werten (Merkmals-

ausprägungen) auf der Ebene der Spezialisierungen bzw. auf der Ebene der Instanzen. Diese Vererbungs-Zusammenhänge sollen anhand von Abb. 4.16 und Tab. 4.1 beschrieben werden, die sich aufeinander beziehen.



**Abbildung 4.16.** Merkmals-Wert-Übertragung von Begriff A auf Unterbegriff A' bzw. Spezialisierung a (erster Teil)

Jedes Attribut eines generischen Begriffs A eröffnet im Hinblick auf spätere Spezialisierungen des Begriffs einen sogenannten **Slot X** (eine auszufüllende Argumentstelle), der durch **Slot-Name C** (die Merkmalsbezeichnung)

und Wertebereich B charakterisiert wird. Jeder Unterbegriff A' bzw. jede Spezialisierung A' und jede Instanz a, die dem Begriff A subordiniert sind, müssen eine analoge Merkmals-Wert / bzw. Wertebereichs-Struktur haben wie der Oberbegriff A. Gleichzeitig hängt der Wertebereich B' des Merkmals C für einen Unterbegriff A' von A bzw. der Wert b des Merkmals C für einen dem Begriff A subordinierten Individualbegriff a in definierter Weise vom Wertebereich B ab. Die Beziehung zwischen B' und B bzw. b und B ist in Tabelle 4.1 für einige wichtige Fälle angegeben. Die hier dargestellten Zusammenhänge besitzen eine deutliche Parallele zu den Frame-orientierten WRS (s. hierzu Abschn. 15.4).

<b>B</b> [Konzept, das Wertebereich charakterisiert]	<b>B'</b> [Wertebereich bei Unterbegriff A']	<b>b</b> [Wert bei Spezialisierung]
B - generischer Begriff	$(B' = B) \vee (B' \text{ SUB } B)$	$(b \text{ SUB } B)$
B - Menge von Begriffen $B = (*ITMS-I c_1, c_2, \dots, c_n)$	$(B' = B) \vee (B' \text{ SUBM } B)$	$\exists c[(c \text{ ELMT } B) \wedge (b \text{ SUB } c)]$
B - Quantität $B = (*QUANT \text{ nil } m)$ mit $(C \text{ ATTCH } m)$ , $m \in me$	$B' = (*QUANT \text{ nil } m)$	$b = (*QUANT \text{ n } m)$ $n \in nq$
B - Menge von Individuen oder Eigenschaften $B = (*ITMS-I i_1, i_2, \dots, i_n) \vee$ $B = (*ITMS-I p_1, p_2, \dots, p_n)$	$(B' = B) \vee (B' \text{ SUBM } B)$	$(b \text{ ELMT } B)$

**Tabelle 4.1.** Merkmals-Wert-Übertragung von Begriff A auf Unterbegriff A' bzw. Spezialisierung a (zweiter Teil)

Der in Abb. 4.16 mit z markierte Knoten ist das Gegenstück zum **Slot X**; er wird in Anlehnung an den Sprachgebrauch der KI als **Filler** bezeichnet. Diese Bezeichnung wird durch folgende Betrachtungsweise nahegelegt: Bei einer Spezialisierung des Begriffes A ist der durch die Struktur A-B-C gegebene Rahmen durch die als Spezialisierung desselben zu betrachtende Struktur a-b-c „auszufüllen“. Dabei wird der Filler z mit dem konkreten Wert b in den durch X eröffneten Slot eingefügt („eingefüllt“). Er muß die für den Slot X mit Hilfe der Relation **VALR** spezifizierten Bedingungen oder Wertebereichs-Restriktionen erfüllen (vgl. Erläuterungen zu Abb. 15.6 in Abschn. 15.4). Der geschilderte, an die Relationen **ATTR** und **VALR** bzw. **VAL** gebundene Slot-Filler-Mechanismus besitzt auch eine Anwendung in der semantischen Analyse natürlichsprachlicher Sätze. Die in der Tiefenstruktur auf begrifflicher Ebene angelegten Slots können in der Oberflächenstruktur als (obligatorische oder fakultative) Valenzen der zugehörigen Wörter gedeutet werden, die durch be-

stimmte Konstituenten des Satzes (meist sind das Nominalgruppen, Genitivattribute oder bestimmte Präpositionalphrasen) gesättigt werden müssen (letztere beschreiben dann die Filler auf semantischer Ebene). Die in Abb. 4.16 in den Ebenen E1 und E2 angegebenen Strukturen sind als Bestandteile des immanenten Wissens zu betrachten, die bei der semantischen Deutung der oben genannten Konstituenten einzusetzen sind. Bei der Analyse der natürlichsprachlichen Beschreibungen von Strukturen der Ebene E3 sind die in den Ebenen E1 bzw. E2 enthaltenen Informationen als Hintergrundwissen unerlässlich.

Zur Konkretisierung des bisher Gesagten sollen drei typische Beispiele betrachtet werden:

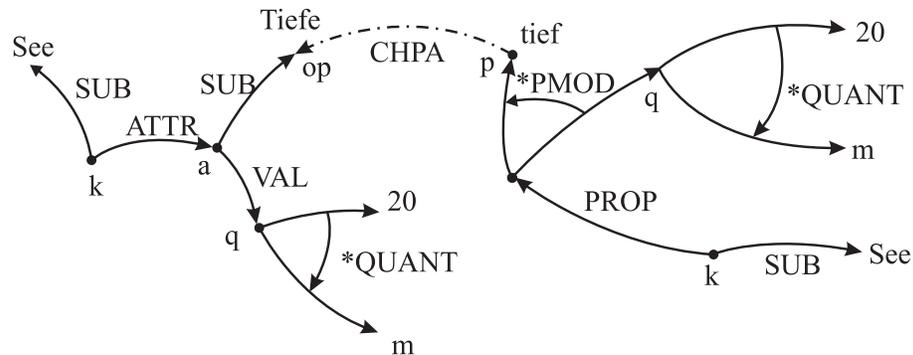


Abbildung 4.17. Beziehung zwischen Merkmal und Eigenschaft

### 1. Quantifizierbare Merkmale:

Diese Art von Merkmalen besitzt eine deutliche Parallele zu den semantisch quantifizierbaren Eigenschaften [**SORT** = *nq*]:

„Die Tiefe des Sees beträgt 20m.“ ↔ „Der See ist 20m tief.“

In dem Beispiel handelt es sich um ein Merkmal mit quantitativer Ausprägung (hier: Tiefe). Bei Merkmalen dieser Art, die meist mit einer graduierbaren Eigenschaft (hier: tief) über die Relation **CHPA** verknüpft sind, lassen sich jeweils synonyme Oberflächenstrukturen und zueinander „duale“ Tiefenstrukturen angeben, deren Äquivalenz über Axiome der Art (16) bzw. (17) gesichert wird.<sup>13</sup>

<sup>13</sup> Auch hier kann man die in dem Beispiel angegebenen Strukturen auf eine einzige Tiefenstruktur zurückführen und die entsprechenden Oberflächenstrukturen als voll synonym ansehen (vgl. die Diskussion in Abschn. 4.2). Beispielsweise könnte man die links stehende Struktur als kanonische Tiefenstruktur beider Oberflächenstrukturen ansehen (die andere Darstellung als kanonische Tiefenstruktur zu wählen, wäre ungünstig, weil es zu vielen

$$\bullet (k \text{ ATTR } a) \wedge (a \text{ SUB } \text{op}) \wedge (a \text{ VAL } q) \wedge (p \text{ CHPA } \text{op}) \longrightarrow (k \text{ PROP } (*\text{MODP } q p)) \quad (16)$$

$$\bullet (k \text{ PROP } (*\text{MODP } q p)) \wedge (p \text{ CHPA } \text{op}) \longrightarrow \exists a [(k \text{ ATTR } a) \wedge (a \text{ SUB } \text{op}) \wedge (a \text{ VAL } q)] \quad (17)$$

## 2. Qualifizierende Merkmale mit Wert:

Analog zu den quantifizierbaren Merkmalen gibt es auch Merkmale, die den semantisch wertenden Eigenschaften [SORT = *nq*] entsprechen:

„Die Farbe des Blütenblattes ist Rot.“  $\leftrightarrow$  „Das Blütenblatt ist rot (sieht rot aus).“<sup>14</sup>

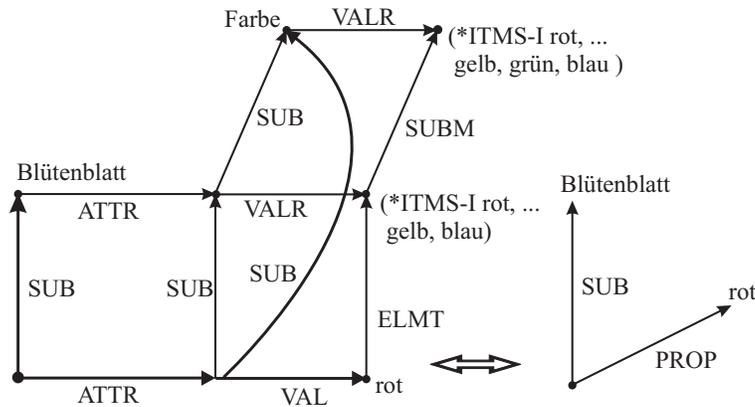


Abbildung 4.18. Qualifizierende Merkmale mit Wert

Dieses Beispiel macht zunächst deutlich, daß Begriffe wie Farbe, Gestalt u.a. direkt (d.h. ohne SUB-Relation und Einführung eines Zwischenknotens) über die Relation VALR mit einem Wertebereich verknüpft werden können. Letzterer bestimmt sogar wesentlich ihre Bedeutungsstruktur.

Das Gleiche trifft übrigens im vorangehenden Beispiel auch auf den Begriff Tiefe zu, der über VALR direkt mit der „Rahmen“-Quantität ohne

Merkmalen, wie Umfang, Kapazität usw., keine entsprechende graduierbare Eigenschaft gibt). Bei dieser Wahl wären die Axiome (16) und (17) als Transformationsregeln bei der syntaktisch-semantischen Analyse einzusetzen. Damit der transformatorische Apparat der syntaktisch-semantischen Analyse nicht zu umfangreich wird, halten wir es für günstiger, beide Tiefenstrukturen nebeneinander bestehen zu lassen, und falls das erforderlich sein sollte, die Äquivalenz zwischen beiden über Axiome wie (16) und (17) in der Phase der Antwortfindung, d.h. bei der Beantwortung einer konkreten Frage, herzustellen. Aus der Sicht des Frage-Antwort-Systems scheint das eine rein methodologische Frage zu sein (s.a. die Diskussion zur kanonischen Darstellung in Abschn. 1).

<sup>14</sup> Die dem ersten Satz entsprechende Tiefenstruktur ist in der Darstellung Abb. 4.18 stark ausgezogen. Der Rest ist Hintergrundwissen bzw. deduktiv erschließbares Wissen.

Maßzahl ( $*\text{QUANT } x \text{ m}$ ) und dadurch mit der Maßeinheit  $m = \text{Meter}$  als Prototyp eines Längenmaßes verknüpft werden kann. Abb. 4.18 ist eine Illustration für den Werte- bzw. Wertebereichs-Übertragungsmechanismus bei der Subordination von Entitäten mit Eigenschaftsmengen als Wertebereich (s. letzte Zeile in Tab. 4.1). Ähnlich wie im vorangehenden Beispiel (Punkt 1) lassen sich auch hier zwei Oberflächenstrukturen und zwei entsprechende Tiefenstrukturen gegenüberstellen, wobei letztere ebenfalls durch ein Axiom miteinander in Beziehung gesetzt werden können, das aber nur für Eigenschaften als Merkmalswerte gilt (d.h. für  $w \in p$ ):

$$\bullet (k \text{ ATTR } a_1) \wedge (a_1 \text{ SUB } a_2) \wedge (a_1 \text{ VAL } w) \wedge (a_2 \text{ VALR } g) \wedge (w \text{ ELMT } g) \longrightarrow (k \text{ PROP } w) \quad (18)$$

### 3. Qualifizierende Merkmale, denen kein Wert zugeordnet ist:

Es gibt auch Merkmale, hierzu gehören insbesondere die Charaktereigenschaften (wie *Mut*, *Charme* usw.), die keinen direkten Wert haben, was im folgenden durch ( $x \text{ VAL nil}$ ) gekennzeichnet werden soll. Wir sprechen hier von „uneigentlichen“ Merkmalen, s.a. Abb. 4.19.

Beispiel:

(4.6) „*Max hat Mut und Charme.*“  $\leftrightarrow$  „*Max ist mutig und charmant.*“

Für diese Merkmale gilt das nachfolgende Axiom:

$$\bullet (k \text{ ATTR } a_1) \wedge (a_1 \text{ SUB } a_2) \wedge (a_1 \text{ VAL nil}) \wedge (p \text{ CHPA } a_2) \longrightarrow (k \text{ PROP } p) \quad (19)$$

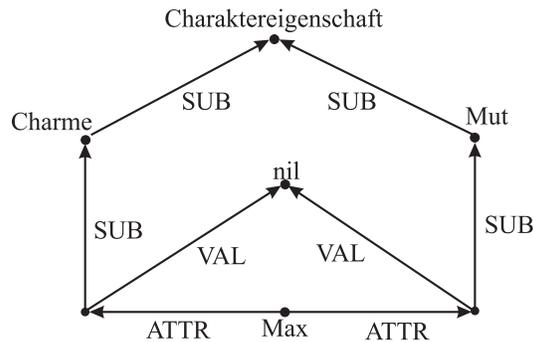


Abbildung 4.19. Uneigentliche Merkmale

## 4.4 Besitz, Attachment und Assoziation

### 4.4.1 Besitz

Die Besitzrelation ist eine Beziehung, die nicht die Welt im materiellen Sinn begrifflich strukturieren hilft, sondern ausschließlich für die Modellierung sozialökonomischer Verhältnisse relevant ist.<sup>15</sup> Die Besitzrelation **POSS**:  $d \times [o \cup io]$  ordnet einem Besitzer (einer natürlichen oder juristischen Person) einen konkreten oder abstrakten Besitz zu (s. Abb. 4.20).

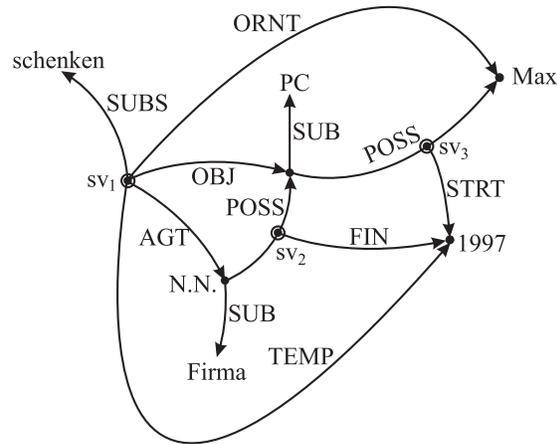


Abbildung 4.20. Darstellung von Besitzverhältnissen

Wichtig ist, daß der Besitzer  $a$  in einer Relation ( $a$  **POSS**  $b$ ) den Besitz  $b$  transferieren oder veräußern kann bzw. darf, was auch auf abstrakten Besitz (z.B. ein Recht, einen Anspruch usw.) zutrifft.<sup>16</sup> In Abb. 4.20 sind drei Sachverhalte  $sv_i$  dargestellt. Der erste Sachverhalt  $sv_1$  bringt zum Ausdruck, daß die Firma N.N. 1997 Max einen PC schenkte. Die beiden anderen Sachverhalte  $sv_2$  und  $sv_3$  stellen den Besitzwechsel dar: die Firma N.N. besitzt den PC bis 1997 ( $sv_2$ ) und Max besitzt den PC ab 1997 ( $sv_3$ ). Es sei nur angemerkt, daß bei einem Vorgang **verleihen** anstelle von **schenken** kein Wechsel in der **POSS**-Beziehung stattfindet (diese bleibt erhalten). Es findet bei **verleihen** ein

<sup>15</sup> Die natürlich zur Welt im weitesten Sinne gehören.

<sup>16</sup> Wir gehen hier von einer „naiven“ Betrachtung aus, nach der Besitz und Eigentum zusammenfallen (was auch meist zutrifft). Im juristischen Sinne sind Besitz („Herrschaft über eine Sache“) und Eigentum („Recht an einer Sache“) klar voneinander zu trennen. Für einen Diskursbereich, in dem diese Unterscheidung eine Rolle spielt, sind entsprechende Differenzierungen vorzunehmen.

reiner Ortswechsel des Besitzes statt (Relation: **LOC**).

Das Begriffsfeld der Besitzverhältnisse wird zusätzlich durch R-Axiome und durch B-Axiome (Bedeutungspostulate) beschrieben, wofür die nachstehenden Formeln Beispiele sind (vgl. auch Teil II, Relation **POSS**).

- **R-Axiom:**  $(a \text{ POSS } b) \wedge (c \text{ PARS } b) \longrightarrow (a \text{ POSS } c)$  (20)

Dieses Axiom drückt aus, daß der Besitzer eines Ganzen auch dessen Teile besitzt.

- **B-Axiom:**  $(p \text{ POSS } b) \longrightarrow \exists sv [(sv \text{ MODL } perm) \mid (sv \text{ SUBS verkaufen}) \wedge (sv \text{ AGT } p) \wedge (sv \text{ OBJ } b)]$  (21)

Das B-Axiom (21) drückt die allgemeine Erlaubnis aus, daß der Besitzer a seinen Besitz b verkaufen darf.<sup>17</sup> Die auf der rechten Seite dieses Axioms auftretende Konstruktion [ $\langle \text{Modalangabe } M \rangle \mid \langle \text{Sachverhalt } sv \rangle$ ] stellt eine Erweiterung der Ausdrucksmittel des PK1 dar. Sie bedeutet: die an zweiter Stelle des Paares  $[M \mid sv]$  stehende Sachverhaltsbeschreibung ist als Begriffskapsel darzustellen und insgesamt durch die Modalangabe M in ihrer Gültigkeit einzuschränken (vgl. hierzu Abschn. 8). Im Gegensatz zur Modallogik, wo die Modalität M praktisch nur durch einen Modaloperator ohne innere Struktur ausgedrückt werden kann, ist es in MultiNet möglich, M selbst wieder als komplexen Sachverhalt zu spezifizieren, z.B. „*der Person a ist es bis zum Zeitpunkt t im Rahmen ihrer Tätigkeit bei der Firma F erlaubt, die Handlung  $\langle sv \rangle$  auszuführen*“. Dabei sind durchaus Referenzen von Konstrukten innerhalb der semantischen Repräsentation von M nach außen, in die Struktur von  $\langle sv \rangle$  hinein, erlaubt.

Die Relation **POSS** ist lexikalisch mit den Lexemen **besitzen.1.1** und **haben.1.1** verknüpft, wobei der Index „1.1“ die Selektion derjenigen Lesart der hochgradig polysemen Wörter „*besitzen*“ und „*haben*“ ausdrückt, die gerade den rechtlichen Besitz im Sinne von **POSS** charakterisiert (s. hierzu Abb. 4.21).

Die Abb. 4.21 a) zeigt, daß sich die **POSS**-Relation zwischen Besitzer a und Besitz b auch als Besitzens-/habens-Zustand st mit a als Zustandsträger und b als Objekt darstellen läßt (s. Abschn. 5.3). Auch zu den im nächsten Abschnitt behandelten Objektzuordnungen gibt es eine Verbindung, wie das in Abb. 4.21 b) zum Ausdruck kommt. Beide Zusammenhänge lassen sich axiomatisch darstellen (s. Axiome (22) und (23)), wobei es wiederum eine methodische Frage ist, ob diese Regeln in der Analyse als Transformationsregeln zur Normalisierung der Wissensrepräsentation oder in der Phase der Antwortfindung als Inferenzregeln eingesetzt werden.

<sup>17</sup> Dieses Axiom ließe sich zu einem Axiomenschema verallgemeinern, indem man anstelle von **verkaufen** auch andere Handlungen mit Besitzübertragung zuläßt. Der Modalisator *perm* als zweites Argument von **MODL** bringt die Erlaubnis zum Ausdruck (vgl. Abschn. 8.3).

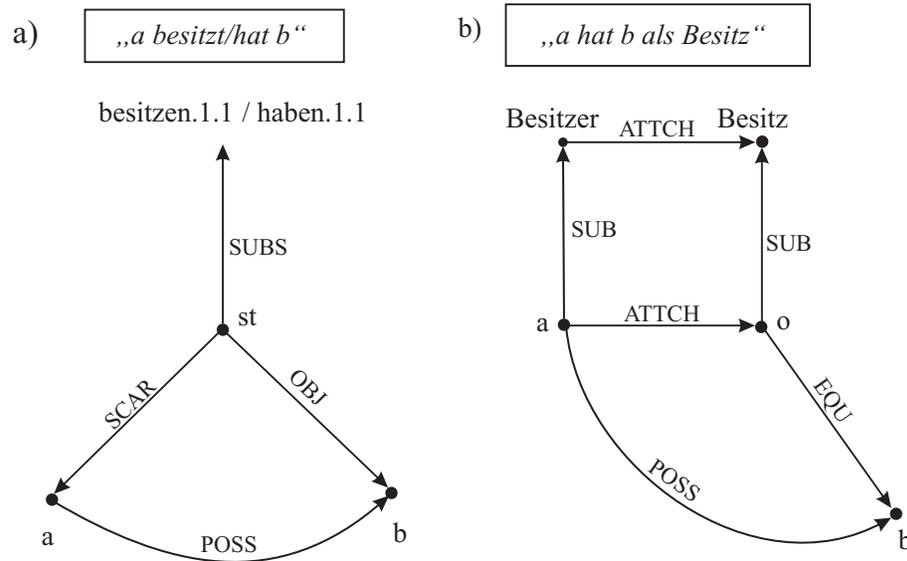


Abbildung 4.21. Beziehung zwischen Lexemen, die einen Besitz ausdrücken, und der POSS-Relation

- $\exists st (st \text{ SUBS } \text{besitzen.1.1}) \wedge (st \text{ SCAR } a) \wedge (st \text{ OBJ } b) \leftrightarrow (a \text{ POSS } b) \quad (22)$
- $\exists a (o \text{ SUB } \text{Besitzer}) \wedge (o \text{ ATTCH } a) \wedge (a \text{ SUB } \text{Besitz}) \wedge (a \text{ EQU } b) \leftrightarrow (o \text{ POSS } b) \quad (23)$

#### 4.4.2 Objektzuordnung (Attachment)

Objekte können einander situativ zugeordnet sein („*der Hund mit dem Halsband*“, „*die Frau mit dem Mädchen*“) – ohne daß dabei ein Besitzverhältnis vorliegt; sie können aber auch immanent miteinander verbunden sein (wie in „*die Regierung des Landes*“) – ohne daß eine der Relationen **PARS**, **POSS** oder **ORIGM** vorliegt. Die Abgrenzung dieser Fälle ist nicht aus der sprachlichen Beschreibung allein heraus zu leisten, sondern verlangt Hintergrundwissen (s. Abb. 4.23).

Immanent miteinander verknüpfte Objekte besitzen, wenn die entsprechenden Zuordnungen eindeutig sind, eine große Ähnlichkeit mit Merkmalen, weshalb wir sie auch als **Pseudomerkmale** bezeichnen. Wie Abb. 4.22 zeigt, erstreckt sich diese Analogie auch auf die **Paraphrasierungsschemata**. Vergleicht man mit Abb. 4.13, so wird die Rolle der Relationen **ATTR** und **VAL** dort von **ATTCH** und **EQU** hier übernommen. Das Einfügen der Relation **EQU**

in Abb. 4.22 ist erforderlich, da beide Argumentknoten – obwohl extensional gleich – intensional verschieden sind.

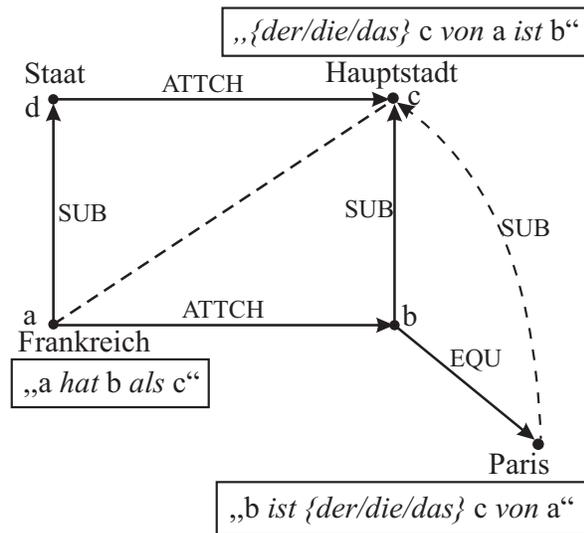


Abbildung 4.22. Paraphrasierungsdreieck für Pseudomerkmale

Es kann jemand durchaus korrekt über die Hauptstadt von Frankreich sprechen und Paris für eine Stadt in Spanien halten (diesem Sprecher fehlt dann offensichtlich die EQU-Relation).<sup>18</sup>

Auch die im obenstehenden Dreieck 4.22 angegebenen Muster von Phrasen tragen wie die in Abb. 4.13 und 4.14 paradigmatischen Charakter. So kann man die Konstruktion mit „von“ in den rechten beiden Phrasen des Dreiecks einfach durch die Genitivform von a ersetzen (also z.B. „Paris ist die Hauptstadt Frankreichs“ bzw. „Die Hauptstadt Frankreichs ist Paris.“). Ebenso kann statt des „als“ in der linken unteren Phrase mitunter „zur“ bzw. „zum“ stehen („Frankreich hat Paris zur Hauptstadt.“) usw.

Abb. 4.24 zeigt die Anwendung der SUB-ATTCH-EQU-Kombination für die Darstellung von Objektzuordnungen für generische und nicht-generische Begriffe sowie die zeitliche Beschränkung dieser Zuordnungen.

<sup>18</sup> Die Bezeichnung **Paraphrasierungsdreieck** bezieht sich in Abb. 4.22 auf das durch die Knoten a, b, c aufgespannte Dreieck. Der Begriff d spielt in der Paraphrasierung gewöhnlich keine Rolle, sondern bleibt als Hintergrundwissen i.a. ungenannt. Es wäre aber durchaus zulässig, ihn in Form einer Apposition zu erwähnen: „Der Staat Frankreich hat Paris als Hauptstadt.“

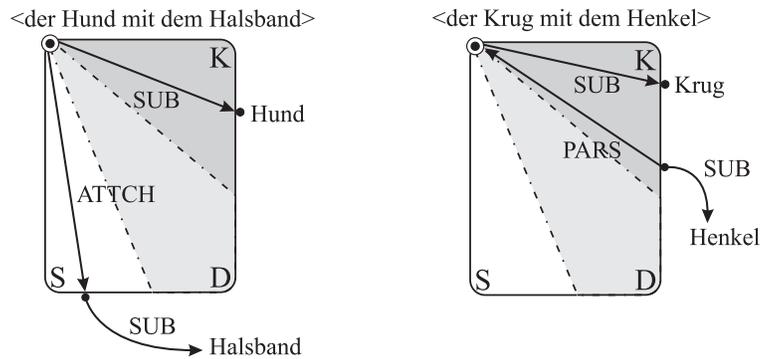


Abbildung 4.23. Situative Objektzuordnung im Vergleich zur Teil-Ganzes-Beziehung

Die Begriffe Hauptstadt bzw. Staatsoberhaupt sind so eng mit den Begriffen Land bzw. Staat verknüpft, daß das zweite Argument der **ATTCH**-Relation bei diesen Paaren nicht über **SUB** angeschlossen werden darf (denn es gibt keinen Begriff Hauptstadt außerhalb des Begriffsfeldes von Land / Staat und kein Staatsoberhaupt ohne einen Staat).

Eine Besonderheit des rechten Beispiels in Abb. 4.24 besteht darin, daß der Wert des Pseudomerkmals Staatsoberhaupt für einen konkreten Staat (hier die USA) zeitabhängig ist.<sup>19</sup> Das ändert aber nichts an der Tatsache, daß der Begriff Staatsoberhaupt für einen konkreten Staat ein immanentes (Pseudo-) Merkmal und nicht etwa ein situatives Attribut, wie z.B. Krankheit in Bezug auf Mensch, ist. Immanente und situative Wertzuordnungen für Pseudomerkmale werden jeweils mit den gleichen Relationen beschrieben. Ihre Darstellung unterscheidet sich nur dadurch, daß erstere dem D- bzw. K-Teil einer Begriffskapsel und letztere dem S-Teil derselben zuzuordnen sind.

Für die Konstellation **SUB-EQU** in den Abb. 4.22 und 4.24 läßt sich auf eine Subordinationsrelation zwischen den Repräsentanten b und c schließen:

$$\bullet (x \text{ EQU } b) \wedge (x \text{ SUB } c) \longrightarrow (b \text{ SUB } c) \quad (24)$$

Dieser Zusammenhang gilt nicht für  $c \in re$ , wie bereits aus der Signatur von **SUB** hervorgeht. Es ist außerdem ausdrücklich darauf hinzuweisen, daß Wissen über ein Objekt a, das mit Hilfe von Inferenzprozessen und Wissensanteilen erschlossen wird, die außerhalb der zu a gehörigen Begriffskapsel liegen, nicht in die Begriffskapsel von a hinein verlagert werden dürfen (s. hierzu Abb. 4.25). Man kann z.B. mit Hilfe von Axiom (24) und dem Wissen der rechten

<sup>19</sup> Die Pfeilrichtung der Relation **ATTCH** im Beispiel wird durch das Paraphrasierungsdreieck in Abb. 4.22 festgelegt: ein Staat **hat** eine Hauptstadt (und nicht umgekehrt).

„Der Vatikan ist Amtssitz des Papstes.“

„Clinton ist seit 1993 Staatsoberhaupt der USA.“

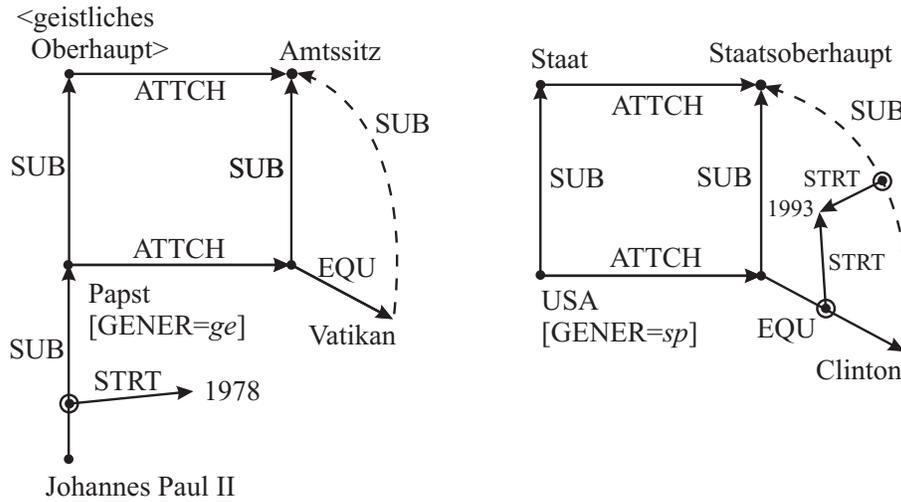


Abbildung 4.24. Pseudomerkmale für generische Begriffe und Individual-Begriffe, mit und ohne Zeitbegrenzung

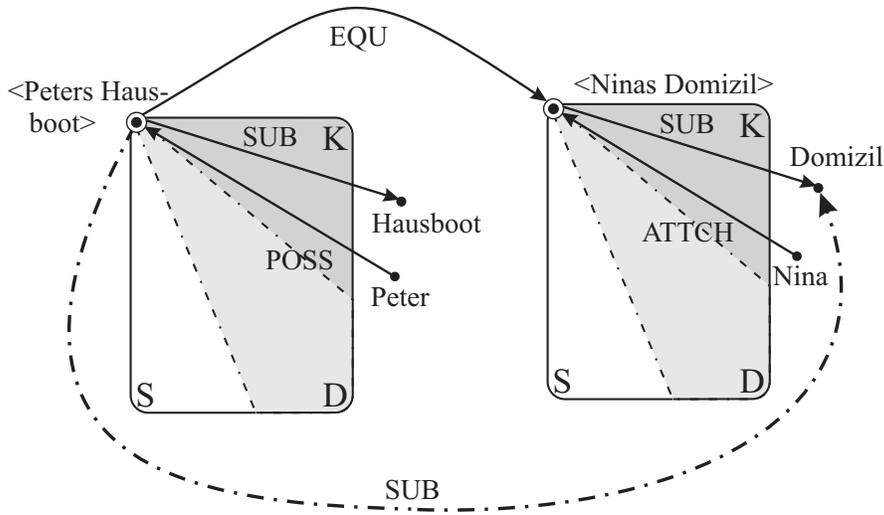


Abbildung 4.25. Die Rolle der Begriffskapseln bei der Einordnung inferenziell erschlossenen Wissens

Begriffskapsel in Abb. 4.25 folgern, daß die gestrichelt eingezeichnete Subordinationsbeziehung (h **SUB** Domizil) für  $h = \langle \text{Peters Hausboot} \rangle$  gilt. Diese Beziehung muß aber außerhalb der Begriffskapsel von  $h$  stehen, da andernfalls das Konzept  $h$  als  $\langle \text{Peters Domizil} \rangle$  paraphrasiert werden könnte (was auf  $h$  nicht zutrifft, da Peter nicht auf seinem Hausboot wohnen muß). Man kann den inferierten Sachverhalt dann nur paraphrasieren: „*Peters Hausboot ist ein Domizil.*“ (was den dargestellten Gegebenheiten entspricht).

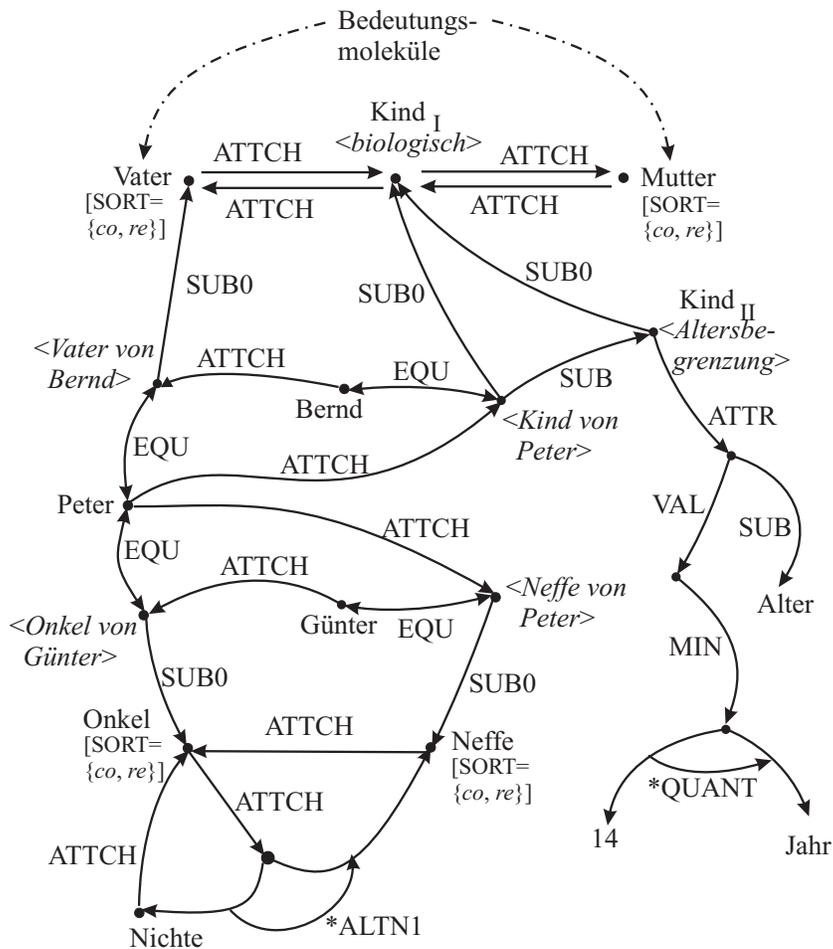
Obwohl Objektzuordnungen Gemeinsamkeiten mit dem Merkmals-Wert-Formalismus haben, sind die Objektzuordnungen im Gegensatz zu letzteren nicht immer eindeutig, wofür die Verwandtschaftsbeziehungen ein Beleg sind (vgl. hierzu Abb. 4.26). Wie diese Abbildung zeigt, lassen sich Verwandtschaftsbeziehungen, wie  $\langle \text{Vater (von)} \rangle$ ,  $\langle \text{Mutter (von)} \rangle$ ,  $\langle \text{Ehefrau (von)} \rangle$  usw., ebenfalls mit Hilfe der Relation **ATTCH** darstellen.<sup>20</sup> Allen diesen Begriffen ist gemeinsam, daß sie Bedeutungsmoleküle darstellen (s. hierzu Abschn. 12), die mehrere Bedeutungsfacetten besitzen, denen verschiedene Sorten zuzuordnen sind (hier [**SORT** = *co*] und [**SORT** = *re*]). Aus diesem Grund ist in der semantischen Darstellung auch die Relation **SUB0** anstelle von **SUB** für die Unterordnung unter diese Begriffe einzusetzen, da **SUB0** sowohl eine Subordination unter konkrete Objekte als auch unter abstrakt-relationale Konzepte gestattet. Die Beziehungen  $\langle \text{Freund (von)} \rangle$ ,  $\langle \text{Stellvertreter (von)} \rangle$  und ähnlich gelagerte Fälle können ebenfalls nach diesem Schema behandelt werden.

### 4.4.3 Assoziation

Zur Vervollständigung der begrifflichen Zuordnungen sei noch die Assoziationsbeziehung ( $e_1$  **ASSOC**  $e_2$ ) erwähnt, die praktisch zwischen zwei beliebigen Entitäten  $e_1$  und  $e_2$  mit [**SORT** = *ent*] konstatiert werden kann, zwischen denen ein kognitiver Zusammenhang besteht. Die Sorten für die Argumente lassen sich nicht weiter einschränken, da praktisch beliebige Begriffe assoziativ miteinander verknüpft sein können, wie die Diversität der nachfolgenden Begriffspaare zeigt:

<sup>20</sup> Bei dem Wort „*Kind*“ sind zwei Sememe  $\text{Kind}_I$  (bestimmt durch Altersstufe) und  $\text{Kind}_{II}$  (im biologischen Sinne oder als Verwandtschaftsverhältnis) zu unterscheiden. Unter den Begriff  $\text{Kind}_{II}$  können auch Erwachsene fallen. Eine Vereinfachung wurde bei den Verwandtschaftsbeziehungen  $\langle \text{Neffe (von)} \rangle$ ,  $\langle \text{Onkel (von)} \rangle$  vorgenommen, die im allgemeinen nicht (links-)eindeutig sind, wie  $\langle \text{Vater (von)} \rangle$ ,  $\langle \text{Mutter (von)} \rangle$ . Für die adäquate Behandlung nicht-eindeutiger Verwandtschaftsbeziehungen sind die Ausdrucksmittel der präextensionalen Ebene heranzuziehen (s. hierzu Teil II, Relation **ELMT**).

Es muß noch darauf aufmerksam gemacht werden, daß es auch rein relationale Konzepte, wie z.B. **Freund** gibt, die keine Bedeutungsmoleküle sind. Diese sind mit **SUBR** anzuschließen (andernfalls wäre wie bei **SUB** oder **SUB0** eine Reformulierung „*x ist ein Freund*“ möglich).



**Abbildung 4.26.** Möglichkeit der Darstellung von Verwandtschaftsbeziehungen mit Hilfe der Relation **ATTCH**

Wasser [SORT = *s*]                      kochen [SORT = *dy*],  
sieden [SORT = *dy*]                      <100 °C> [SORT = *m*],  
Blatt [SORT = *co*]                         grün [SORT = *tq*] usw.

Daß die Transitivität der **ASSOC**-Relation nicht uneingeschränkt gilt, zeigt folgendes Beispiel:

- (4.7) (Meer **ASSOC** Fisch) gilt,
- (4.8) (Fisch **ASSOC** Filet) gilt,
- (4.9) **aber:** (Meer **ASSOC** Filet) gilt nicht.

Da die **ASSOC**-Relation etwas leger durch „*hat zu tun mit*“ umschrieben werden kann, gilt folgendes Axiomenschema:

$$\bullet (x \langle \text{REL} \rangle y) \longrightarrow (x \text{ ASSOC } y) \quad (25)$$

Das bedeutet, daß für alle begrifflichen Entitäten, die überhaupt in einer Relation  $\langle \text{REL} \rangle$  zueinander stehen, auch die **ASSOC**-Beziehung zutrifft. In diesem Sinne ist **ASSOC** die aussageschwächste Relation zwischen zwei Begriffsrepräsentanten. Eine solcher - sicher sehr weitgefaßter - Bedeutungsumfang einer Relation macht diese trotzdem nicht wertlos. Zum einen ist in der Aussage „*Begriff  $b_1$  hat zu tun mit Begriff  $b_2$* “ eine wichtige Information enthalten, und zum anderen unterstützt gerade die Generalisierung von Relationen (s.a. **SOURC**, **MODE**, **GOAL**) das robuste Verstehen in einem FAS (bzw. das robuste Parsing in einem System der ASV). Die **ASSOC**-Relation kann auch im Rahmen der assoziativ geleiteten Antwortsuche bzw. bei den Inferenzen in einem FAS eine wichtige Rolle spielen, da sie es erlaubt, die Suche in der begrifflichen Umgebung von Netzknoten zu halten, zwischen denen ein (u.U. nicht näher spezifizierter) Sinnzusammenhang besteht, (s. hierzu Abschn. 13.2).

## 4.5 Verschiedene Manifestationen von Objekten

Objekte können in verschiedenen Erscheinungsformen oder Manifestationen auftreten oder von verschiedenen Menschen wahrgenommen werden: sei es ein Schauspieler in mehreren Rollen, sei es ein mathematisches Objekt in verschiedenen Darstellungsformen oder ein und derselbe Mensch in verschiedenen Lebensphasen, wie z.B. ( $\langle \text{der junge Goethe} \rangle$  /  $\langle \text{der späte Goethe} \rangle$ ) oder Napoleon als Korse, als französischer General oder als Kaiser (s. hierzu Abb. 4.27). Diese Dialektik zwischen der Einheit eines begrifflichen Objekts auf der einen Seite und der Verschiedenheit der Erscheinungsformen des zugrundeliegenden Objekts spiegelt sich auch in der Begriffswelt wieder. Zur Erfassung und Repräsentation dieser Erscheinung dient die Relation **RPRS**.

In Abb. 4.27 ist in der oberen Begriffskapsel Napoleon ein Teil der Information angegeben, der invariant gegenüber den verschiedenen Manifestationen ist. Die Tatsache, daß es sich bei den einzelnen Erscheinungsformen (Korse, General, Kaiser) um ein und dieselbe Person handelt, wird dadurch ausgedrückt, daß sie das gleiche Extensional auf der präextensionalen Ebene besitzen. Auch bei den Manifestationen wird zwischen immanentem und si-

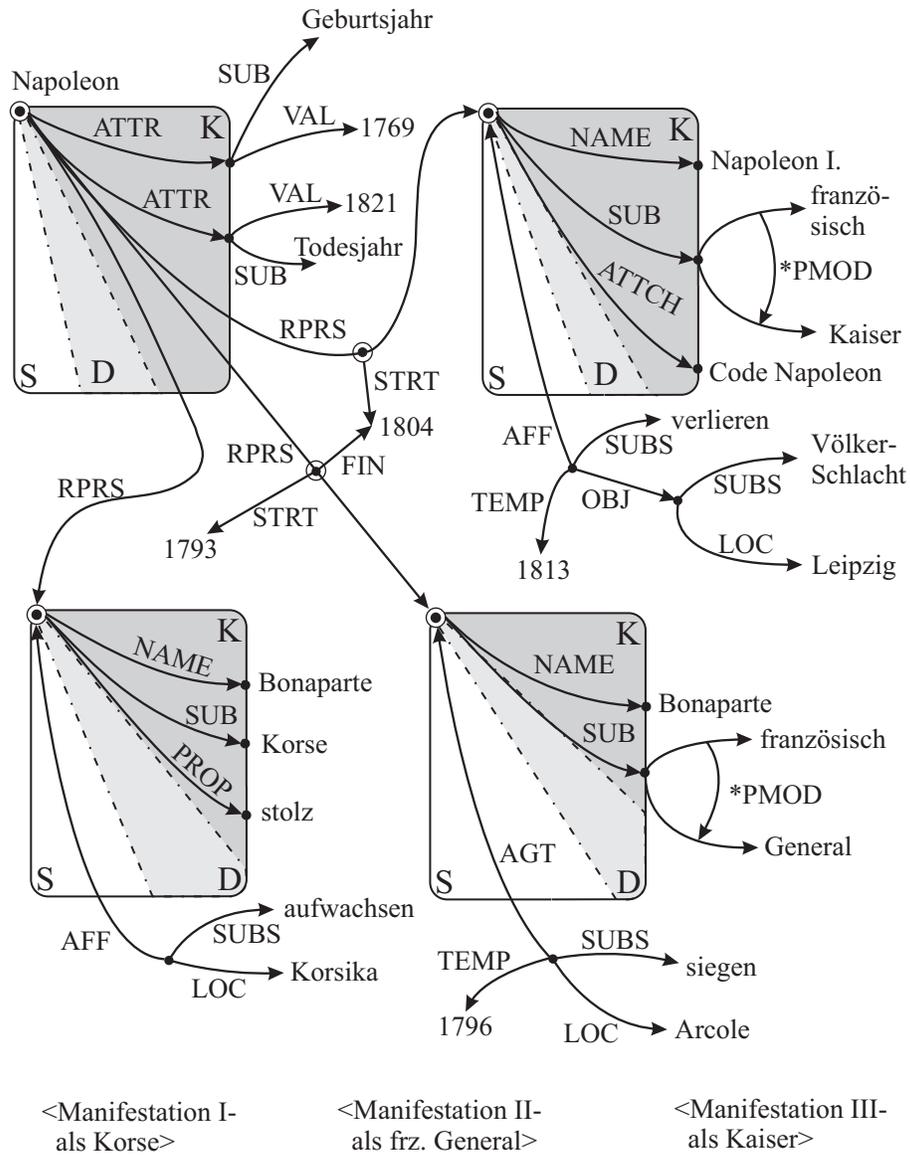


Abbildung 4.27. Die Darstellung verschiedener Manifestationen eines Objekts

tuativem Wissen unterschieden. So siegte der General Bonaparte bei Arcole, verlor aber die Völkerschlacht bei Leipzig als Kaiser.<sup>21</sup>

Ein typisches Beispiel für verschiedene Manifestationen eines Objektes bilden auch die physikalischen Phasenübergänge in der Natur. So kann das Wasser in einem Behälter als Flüssigkeit oder als Eis vorliegen, oder es kann sich in Dampf verwandeln. In allen diesen Fällen handelt es sich um die gleiche Substanz (die gleiche Entität).

Die Verwendung von Manifestationen bildet auch die geeignete Methode um Aussagen über „*ehemalige Minister*“ (vgl. Abb. 4.11), „*ehemalige Bundeskanzler*“ usw. semantisch widerspruchsfrei darzustellen (man denke etwa an die Aussage „*Der ehemalige Bundeskanzler trat vom Ehrenvorsitz der Partei zurück.*“). Denn solange die betreffenden Personen noch Minister, Bundeskanzler usw. waren (Manifestation 1), treffen die betrachteten Aussagen noch nicht zu, sobald aber die semantische Restriktion „*ehemalig*“ einzusetzen ist (Manifestation 2), gelten zwar die ins Auge gefaßten Aussagen für die entsprechenden Personen, sie sind dann aber keine Minister, Bundeskanzler usw. mehr.

---

<sup>21</sup> Es sei noch einmal daran erinnert, daß es bei Individuen *a priori* kein Default-Wissen gibt (sondern nur, wenn es geerbt wurde).



## Kapitel 5

# Semantische Charakterisierung von Situationen

### 5.1 Allgemeines – die semantische Struktur von Sachverhalten

So wie der Objektbegriff der typische semantische Repräsentant für das Nomen bzw. die Nominalphrase ist, so entspricht die begriffliche Vorstellung eines Sachverhalts bzw. einer Situation der Bedeutung eines Satzes.<sup>1</sup> Die Begriffe „Situation“ und „Sachverhalt“ werden hier synonym verwendet. Es muß wiederum betont werden, daß damit gedankliche Gebilde modelliert werden, die nicht unbedingt eine Entsprechung in der Wirklichkeit haben müssen.

Es ist eine allgemein bekannte Tatsache, daß der wichtigste Träger der semantischen Beziehungen im Satz das Verb ist, weshalb es mitunter auch **Satzklammer** genannt wird. Man könnte nun, um eine semantische Repräsentationsprache aufzubauen, in enger Anlehnung an die Prädikatenlogik versuchen, das Verb als Relation zu deuten, welcher die semantischen Repräsentanten der übrigen Satzkonstituenten als Argumente untergeordnet sind, z.B.

(5.1) „*Peter gibt Paul ein Buch.*“  $\rightsquigarrow$  GEBEN(Peter, Paul, ⟨ein Buch⟩).

Am konsequentesten in dieser Richtung scheint bereits sehr früh Freundlich in seiner „Sprachtheorie“ [58] vorgegangen zu sein, der die Verben als obligatorisch satzkonstituierende Relatprädikatoren auffaßt. Dieses Vorgehen hat aber verschiedene Nachteile logischer Art:

1. **Stelligkeit:** wegen der unterschiedlichen Anzahl von Konstituenten, die zu einem Verb treten können, müßten die Verb-Relatoren variable Stelligkeit besitzen, was in der Logik nicht zulässig ist.
2. **Stufigkeit:** wegen der sehr häufig vorkommenden Referenzen auf Satz- bzw. Gliedsatzinhalte müßten deren logische Bedeutungsstrukturen durch Namen benennbar sein, die wieder als Argumente von Relationen auftreten

---

<sup>1</sup> Wir wollen uns hier zunächst nur auf Aussagesätze beschränken. Die übrigen Satztypen werden in Abschn. 13 behandelt.

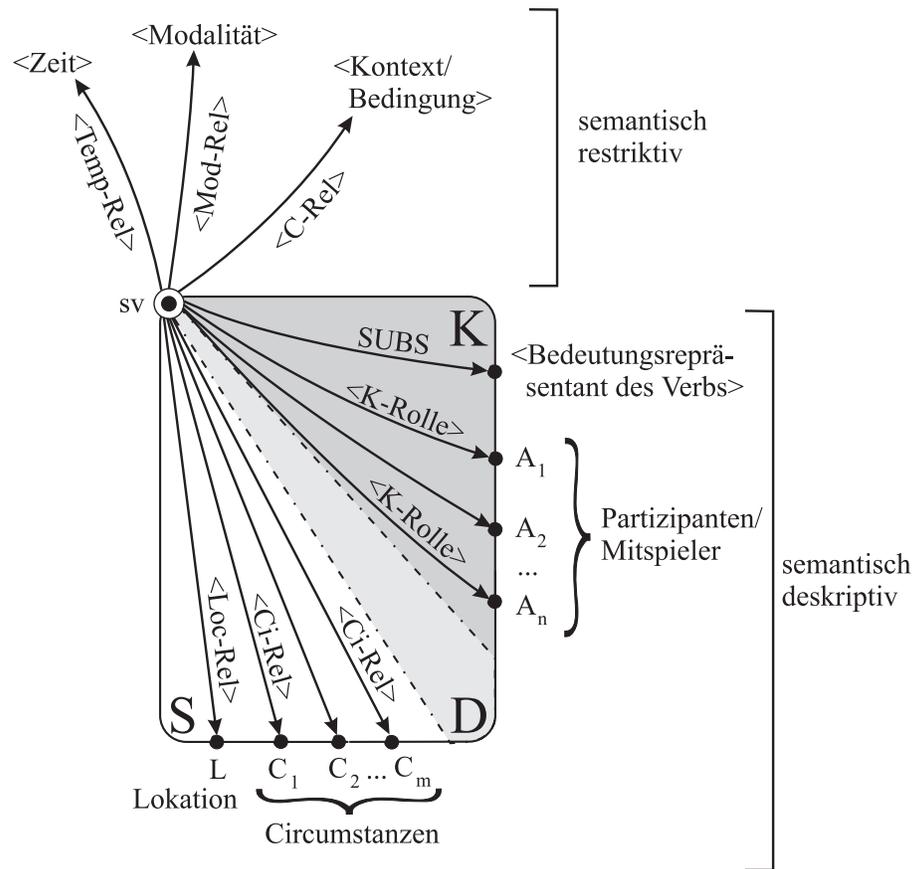


Abbildung 5.1. Typische Bedeutungskomponenten eines Sachverhalts

dürfen. Das ist im PK1 nicht erlaubt und würde zumindest eine höherstufige Logik erfordern.

Diese Darstellungsformen sind deshalb für ein FAS wenig geeignet. Die Überlegung, daß jeder Sachverhalt selbst eine begriffliche Entität darstellt und sich die Argumentstellen der Verben semantisch deuten lassen, führt auf einen anderen Weg, der nachfolgend beschrieben wird.

Entsprechend der Tradition der semantischen Netze und in Übereinstimmung mit der in Abschn. 3 erhobenen Forderung, daß jede begriffliche Entität durch einen Knoten des Netzes zu repräsentieren ist, wird auch ein Sachverhalt sv durch einen Netzknoten dargestellt. Alle Informationen, die den Sachverhalt beschreiben, werden in einer Begriffskapsel zusammengefaßt (s. hierzu Abb.

5.1). Der zu sv gehörende Knoten im Netz wird in der Regel mit der Relation **SUBS** dem Bedeutungsrepräsentanten desjenigen Verbs untergeordnet, das semantisch den Charakter des betreffenden Sachverhalts bestimmt (s. hierzu 5.2.2).

Die am Sachverhalt sv beteiligten Objekte  $A_i$  (die Mitspieler oder **Partizipanten** bzw. **Aktanten**), deren Anzahl nicht von vornherein festgelegt ist, werden entsprechend ihrer kognitiven Rollen im Sachverhalt (einem Vorgang oder einem Zustand) mit entsprechenden Relationen bzw. in der graphischen Darstellung mit Kanten (sogenannten **K-Rollen**) an sv angeschlossen, s. hierzu Abschn. 5.2 und 5.3. Diese Rollen konstituieren typischerweise das immanente Wissen über einen Sachverhalt, das auch bei der Antwortgenerierung im Frage-Antwort-Spiel zu reproduzieren ist (falls eine entsprechende Frage auf den Sachverhalt zielt). Im Gegensatz dazu beschreiben die Circumstanzen  $C_i$  (hier mit  $\langle Ci-Rel \rangle$  angeschlossen, s. Abschn. 5.2.3) die situative Einbettung von sv, die i.a. bei der Generierung einer knappen Antwort weggelassen werden kann, ohne daß sich am Wahrheitsgehalt der Antwort etwas ändert.<sup>2</sup> Die bisher beschriebenen und innerhalb der Kapsel von sv dargestellten semantischen Bedeutungskomponenten bezeichnen wir als **semantisch deskriptiv**.

Im Gegensatz dazu gibt es Bedeutungskomponenten in einem Satz, die den Gültigkeitsbereich eines Sachverhalts einschränken, sei es temporal (s. Abschn. 7.3), sei es modal (s. Abschn. 8) oder kontextuell (s. Abschn. 11.4) bzw. konditional (s. Abschn. 11.2.3). Die entsprechenden Bedeutungskomponenten werden deshalb **semantisch restriktiv** genannt. Sie dürfen bei einer Antwortgenerierung auf keinen Fall weggelassen werden, ohne den Wahrheitsgehalt der Antwort zu verfälschen.<sup>3</sup>

Eine besondere Rolle spielen die lokalen Spezifikationen (s. Abschn. 7.2), die in manchen Sachverhalten als rein situative Zusatzinformationen vorkommen („*Peter hat gestern am Bahnhof seinen Freund getroffen.*“) und in anderen Sachverhalten semantisch restriktiv wirken können („*In der Arktis tragen alle Jäger Pelzkleidung.*“).

Es muß betont werden, daß MultiNet nicht vorschreibt, welche der semantisch deskriptiven Bestimmungen zum situativen und welche zum immanenten Wissen gehören. Es stellt lediglich die Darstellungsmittel bereit, um die

<sup>2</sup> Lediglich der Grad der Informiertheit des Fragenden wird durch die Einbeziehung von situativem Wissen in die Antwort beeinflusst. Das ist aber bereits eine Frage der Antwortstrategie im FAS, die hier nicht weiter erörtert werden kann.

<sup>3</sup> Die in Abb. 5.1 an den Kanten stehenden Metasymbole haben folgende Bedeutung:  $\langle Temp-Rel \rangle$  – temporale Relation,  $\langle Mod-Rel \rangle$  – modale Relation,  $\langle C-Rel \rangle$  – konditionale oder Kontext-Relation,  $\langle K-Rolle \rangle$  – Tiefenkasusrelation,  $\langle Ci-Rel \rangle$  – Relation zur Spezifikation von Circumstanzen,  $\langle Loc-Rel \rangle$  – lokale Relation. Diese Relationen werden jeweils in den oben zitierten Abschnitten erklärt.

entsprechende Charakterisierung durchführen zu können (dabei spielt wieder – wie bei Objekten – das Kantenmerkmal **K-TYPE** eine wichtige Rolle). In diesem Sinne sind die vorhergehenden Ausführungen als Orientierung zu verstehen. Das trifft nicht auf die semantisch restriktiven Bestimmungen zu; diese sind stets als Einschränkungen der Gültigkeit von Sachverhalten zu interpretieren. Sie sind immer auf die gesamte Begriffskapsel desjenigen Sachverhalts bezogen, den sie restringieren.

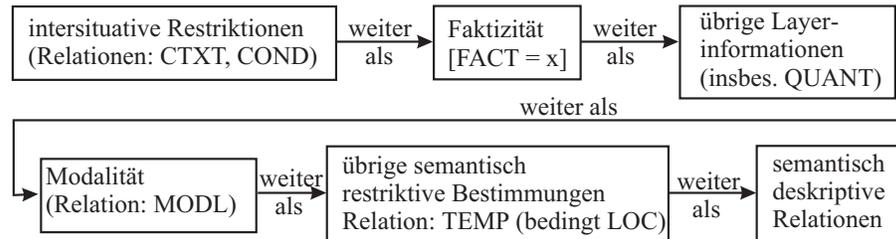


Abbildung 5.2. Wirkungsbereich (Skopus) der Darstellungsmittel

Im Zusammenhang mit der Unterscheidung zwischen semantisch restriktiven und semantisch deskriptiven Darstellungsmitteln, aber auch im Hinblick auf die noch zu behandelnden Problemkreise: Negation, Modalität und Quantifikation ist es wichtig, den Wirkungsbereich (**Skopus**) der Ausdrucksmittel festzulegen. Dieser wird durch das in Abb. 5.2 angegebene Schema beschrieben.

Die Sachverhalte lassen sich entsprechend Abb. 5.3 unterteilen. Diese Gliederung entspricht weitestgehend einer semantikorientierten Klassifikation der Verben wie man sie in der traditionellen Grammatik vorfindet (vgl. [105]). Dort unterscheidet man **Handlungsverben** („schlagen“, „rechnen“, „lesen“ usw.), **Geschehensverben**<sup>4</sup> („schmelzen“, „schneien“ usw.) und **Zustandsverben** („enthalten“, „besitzen“ usw.). In den Abschnitten 5.2 bzw. 5.3 werden erst die Vorgänge und dann die Zustände untersucht. Da sich Handlungen und Geschehnisse nur durch An- bzw. Abwesenheit eines Agenten unterscheiden, werden sie in Abschn. 5.2 gemeinsam behandelt (für sie wird deshalb auch eine gemeinsame Sorte *dy* eingeführt).

<sup>4</sup> Bei Jung [105] als Vorgangsverben bezeichnet.

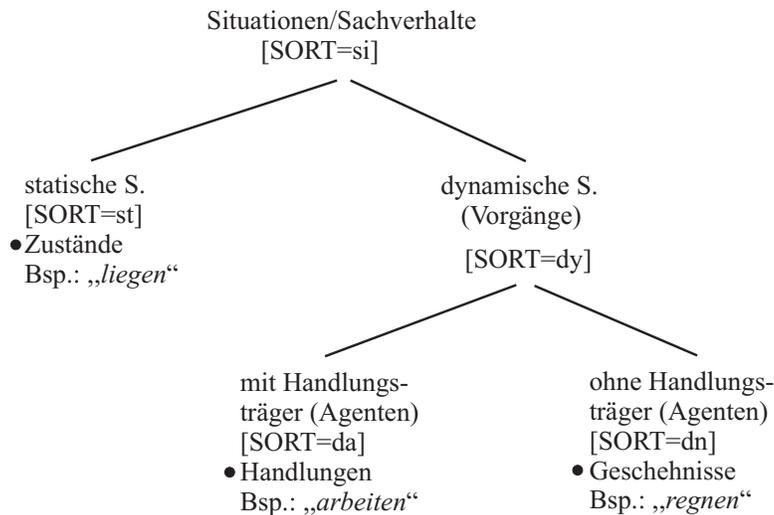


Abbildung 5.3. Gliederung der Sachverhalte

## 5.2 Vorgänge [dynamische Sachverhalte/Situationen]

### 5.2.1 Partizipanten und K-Rollen [Valenzrahmen]

Die MultiNet-Repräsentation eines Sachverhalts wird wesentlich von der Semantik desjenigen Verbs bestimmt, das diesen Sachverhalt charakterisiert. Diese bestimmt letztlich auch die Sortenzugehörigkeit des Sachverhalts (Vorgang – [SORT = *dy*] und Zustand – [SORT = *st*]). Die an einem Vorgang beteiligten Objekte werden – wie bereits erwähnt – in **Partizipanten** (auch **Aktanten** oder **Mitspieler** genannt) und **Circumstanzen** unterteilt.<sup>5</sup>

Die Partizipanten sind eng mit der Verbsemantik verknüpft und stellen diejenigen Mitspieler an einem Vorgang dar, die durch die Valenzen des Verbs gefordert sind.

- Unter **Valenzen** versteht man die von einem Wort eröffneten Argumentstellen bzw. Erwartungen (in KI-Terminologie **Slots**), die von anderen Konstituenten (den **Fillers**) ausgefüllt werden müssen, damit eine komplette Sachverhaltsbeschreibung entsteht.

Valenzen gehen nicht nur von Verben aus, sondern auch von Adjektiven, Nomen und Präpositionen. Eine relativ umfangreiche Zusammenstel-

<sup>5</sup> Diese Unterteilung geht auf den französischen Linguisten Tesnière zurück [199], der die entsprechenden Bezeichnungen „Actants“ und „Circonstants“ einführte. Hier soll der Terminus **Aktanten** auf die Verwendung im Zusammenhang mit Handlungen beschränkt bleiben.

lung solcher Valenzen findet sich in [85], [190] und [191]. Seit den Arbeiten von Fillmore [55] (s.a. [31], [162]) ist es üblich, die semantischen Valenzen durch sogenannte **Tiefenkasusrelationen** oder **kognitive Rollen** zu beschreiben.<sup>6</sup> Diese sind durch Vergleich der Kasussysteme verschiedener Sprachen und entsprechende semantische Generalisierungen entstanden. Wie diese Entstehungsgeschichte zeigt, ist das entsprechende Vorgehen syntaxbasiert, d.h. man beginnt mit einem Oberflächenkasus (einem reinen Kasus oder Präpositionalkasus) und versucht, die zugrundeliegende semantische Relation zu finden, wobei gleichzeitig eine entsprechende Klassifikation der gefundenen Relationen vorgenommen wird. Ein solches Vorgehen ist offensichtlich auch in [11] gewählt worden. Das führt in der letztgenannten Arbeit zu Tiefenkasusrelationen wie EXCL (**Exclusion**):

Beispiel (24) aus [11]:

(5.2) „Everybody slept [except him<sub>EXCL</sub>].“

Hier liegt aber keine Relation vor (in diesem Fall EXCL), die den semantischen Repräsentanten von „him“ / „ihm“ an den Sachverhalt bindet. Es ist semantisch vielmehr eine Gesamtheit  $\langle \text{Everybody except him} \rangle$  zu bilden, wofür in MultiNet die Ausdrucksmittel der präextensionalen Ebene (insbesondere die Funktion \*DIFF) einzusetzen sind, und diese Gesamtheit ist dann mit der Relation MEXP (s. dort) mit dem Schlafenssachverhalt zu verknüpfen.

Auch die Ordnungsrelation ORD (Order) aus [11] wie in dem Beispiel (65) (loc. cit.):

(5.3) „He filed the Baker file [before the Abel file<sub>ORD</sub>].“

ist keine Relation zwischen  $\langle \text{Abel file} \rangle$  und dem Sachverhalt, sondern zwischen den beteiligten Objekten. Außerdem werden durch das geschilderte Vorgehen die Unterschiede zwischen Relationen für Mitspieler, Circumstanzen und intersituativen Beziehungen vollständig verwischt.

In MultiNet werden folgende Relationen als Tiefenkasus bereitgestellt, die Partizipanten an einen dynamischen Sachverhalt (einen Vorgang) binden:

<sup>6</sup> Zum Verhältnis der verwandten Termini **Tiefenkasus(relation)**, **thematische oder kognitive Rollen** und **Thetarollen** sei auf [157] verwiesen. Weitere Arbeiten zu diesem Thema, die den Begriff der Thetarollen in das Zentrum der Untersuchungen stellen und auch Kriterien für deren Definition behandeln, sind [102] und [47].

AFF	$[si \cup abs] \times [o \cup st]$	Affiziertes Objekt
AGT	$[si \cup abs] \times o$	Handlungsträger / Agent
AVRT	$[dy \cup ad] \times o$	Wegwendung / Abwendung
BENF	$[si \cup abs] \times [o \setminus abs]$	Benefaktiv
CSTR	$[si \cup abs] \times o$	Causator
EXP	$[si \cup abs] \times o$	Experienter
INIT	$[dy \cup ad] \times [o \cup si]$	Ausgangspunkt / Anfangszustand
INSTR	$[si \cup abs] \times co$	Instrument
MCONT	$[si \cup o] \times [\tilde{o} \cup \tilde{si}]$	Inhalt einer geistigen Handlung oder eines informationellen Objekts
METH	$[si \cup abs] \times [dy \cup ad \cup io]$	Methode
OBJ	$si \times [o \cup si]$	Neutrales Objekt
OPPOS	$[si \cup abs] \times [si/cupo]$	In Opposition stehendes Objekt
ORNT	$[si \cup abs] \times o$	Hinwendung / Orientierung
RSLT	$[si \cup abs] \times [o \cup si]$	Resultat
SUPPL	$[si \cup abs] \times o$	Supplement

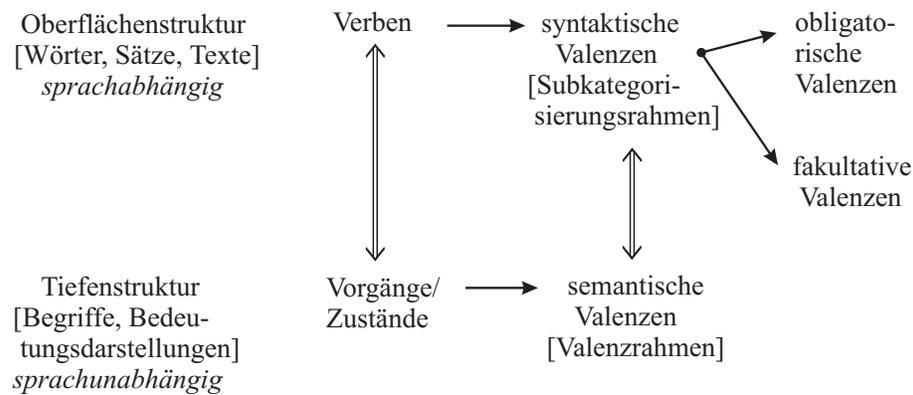
Diese Tiefenkasusrelationen müssen bestimmten Kriterien genügen, die aber erst nach Erläuterung der **SUBS**-Hierarchie (s. Abschn. 5.2.2) geschlossen behandelt werden können. Eine detaillierte Beschreibung dieser Relationen findet sich unter der Bezeichnung **K-Rollen** im Teil II, Abschn. 18.2.

Genau genommen muß man zwischen sprachabhängigen syntaktischen Valenzen, die nur in der Oberflächenstruktur eines Satzes wirksam werden, und sprachunabhängigen semantischen Valenzen unterscheiden, die der Ebene der semantischen Repräsentation (der Tiefenstruktur) angehören (s. hierzu Abb. 5.4). Die Formulierung der ersteren werden wir als **Subkategorisierungsrahmen** bezeichnen und die der letzteren als **(semantischen) Valenzrahmen**.<sup>7</sup>

Zwischen syntaktischen und semantischen Valenzen besteht ein enger Zusammenhang, der in Abb. 5.5 an einem Beispiel verdeutlicht wird.<sup>8</sup> Die kognitiven Rollen sind in der Tiefenstruktur des Konzepts angelegt, das die Verbbedeutung ausmacht (im Bild 5.5 durch das Merkmal SEMV gekennzeichnet).

<sup>7</sup> Tatsächlich waren über lange Zeit Subkategorisierungsschemata in der Grammatiktheorie rein syntaktisch orientiert. Inzwischen werden aber auch hier verstärkt semantische Aspekte berücksichtigt, wie die sogenannten  **$\theta$ -Rollen** in der Chomskyschen Government and Binding Theory ausweisen (s. hierzu [40]).

<sup>8</sup> In der graphischen Darstellung sind syntaktische und semantische Charakterisierungen von Valenzen bewußt „auseinandergezogen“ worden, um die Zugehörigkeit der verschiedenen Kategorien zur syntaktischen bzw. semantischen Ebene hervorzuheben. In einem Computerlexikon werden beide natürlich kompakter dargestellt, wodurch auch ihre enge Verflechtung besser zum Ausdruck kommt (s. Abschn. 12).



**Abbildung 5.4.** Syntaktische und semantische Valenzen

Die syntaktischen Valenzen (im Bild durch das Merkmal SYN<sub>V</sub> gekennzeichnet) spezifizieren, welche kognitive Rolle (K-Rolle bzw. Tiefenkasusrelation) in einer bestimmten Sprache durch welchen (reinen) Kasus bzw. Präpositionalkasus oder eine andere grammatische Kategorie in der Oberflächenstruktur markiert wird. Außerdem ist auf syntaktischer Ebene zwischen obligatorischen Valenzen und fakultativen Valenzen zu unterscheiden. Erstere müssen unbedingt in einem vollständigen Satz sprachlich realisiert sein, damit dieser grammatisch korrekt gebildet ist, für letztere gilt das nicht. Es muß betont werden, daß es den Begriff der „fakultativen Valenz“ auf semantischer Ebene nicht gibt. Daß die Handlungen *zeigen*.1.1 (im Sinne von *beweisen*) mit einer Methode (METH) oder *schlagen*.1.1 (im Sinne von *prügeln*) mit einem Instrument (INSTR) durchgeführt werden, gehört immanent zur Tiefenstruktur dieser Konzepte. Beide können, müssen aber nicht in der Oberflächenstruktur eines entsprechenden Satzes umschrieben werden.<sup>9</sup> Der Valenzrahmen bzw. die Subkategorisierungsinformationen für zwei Lesarten des Verbs „*zeigen*“ sind in Abb. 5.5 in schematisierter Form dargestellt.

Der erste Rahmen für *zeigen*.1.1 sagt aus, daß das zugrundeliegende Konzept einen Handlungsträger  $\hat{k}_1$  mit dem Merkmal potentieller Agent besitzt, der syntaktisch im Normalsatz durch eine nominale Konstituente  $k_1$  (eine **Nominalphrase NP**) im Nominativ ausgedrückt wird (Kasusmerkmal: [CASE 1]). Diese Konstituente ist ebenso wie die Konstituente  $k_2$ , die als Objektsatz mit der Konjunktion „*daß*“ anzuschließen ist, obligatorisch. Das Pendant  $\hat{k}_2$  auf semantischer Ebene zu  $k_2$  ist mit der K-Rolle **OBJ** markiert und stellt einen

<sup>9</sup> „*Max zeigte (mit einem einfachen Beweis), daß die Formel gültig ist.*“ – „*Max schlug das Pferd (mit der Peitsche).*“

Sachverhalt dar (d.h. es gilt  $\hat{k}_2 \in si$ ).<sup>10</sup>

Die dritte Konstituente  $k_3$  schließlich ist fakultativ und wird in der Oberflächenstruktur des Satzes mit Hilfe eines Präpositionalkasus (Präposition „mit“ plus Dativ oder Präposition „durch“ plus Akkusativ) ausgedrückt. Semantisch füllt diese Konstituente die Rolle einer Methode (K-Rolle: **METH**) aus und ihr semantischer Repräsentant  $\hat{k}_3$  ist ein Abstraktum (Sorte: **abs**). Die zweite Lesart **zeigen.1.2** ist analog zu **deuten**. Sie hat drei obligatorische Valenzen ( $k_1$ ,  $k_2$  und  $k_3$ ) und keine fakultative Valenz. Auf semantischer Ebene besitzt sie einen Handlungsträger (Relation **AGT**), ein belebtes Objekt, dem sich die Handlung zuwendet (Relation **ORNT**) und ein neutrales Objekt, das gezeigt wird (Relation **OBJ**). Die übrigen Bestimmungsstücke dürften nach den vorangegangenen Erläuterungen selbsterklärend sein.

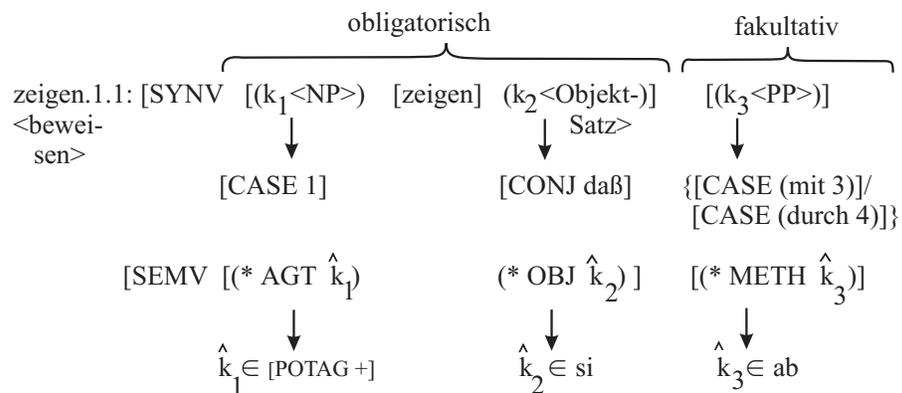
Im Unterschied zu den Partizipanten gehören die Circumstanzen, die Umstände bzw. situative Einbettung von Sachverhalten charakterisieren, nicht zur Verbsemantik im engeren Sinne. Ihre Beschreibungen werden in der Linguistik als freie Fügungen angesehen, die in der Oberflächenstruktur eines Satzes praktisch zu jedem Verb hinzutreten können. Die entsprechenden Tiefenrelationen werden im Abschn. 5.2.3 behandelt und sind in Abb. 5.1 summarisch im situativen Teil der Begriffskapsel dargestellt. Man muß allerdings feststellen, daß die Grenzen zwischen freien Fügungen und Valenzen (oder wie es linguistisch auch ausgedrückt wird: zwischen Adjunkten und Komplementen) nicht scharf durch Klassifikation der beteiligten Tiefenrelationen gezogen werden kann. So gibt es Verben, wie z.B. **wohnen**, die obligatorisch entweder eine Lokation (Relation: **LOC**) oder eine Art und Weise (Relation: **MANNR**) verlangen („*Er wohnt in Berlin.*“ bzw. „*Er wohnt gut.*“ aber nicht: „*Er wohnt.*“). Die Relationen **LOC** und **MANNR** charakterisieren aber typischerweise auf semantischer Ebene freie Fügungen der Oberflächenstruktur.

Abschließend sei noch kurz ein Phänomen erwähnt, daß man in der Sprachwissenschaft als **Alternation** bezeichnet (s. z.B. [124]). Hierunter versteht man den systematischen Wechsel in bestimmten diathetischen Verhältnissen des Verbs, insbesondere den Wechsel im transitiven und intransitiven Gebrauch eigentlich transitiver Verben.

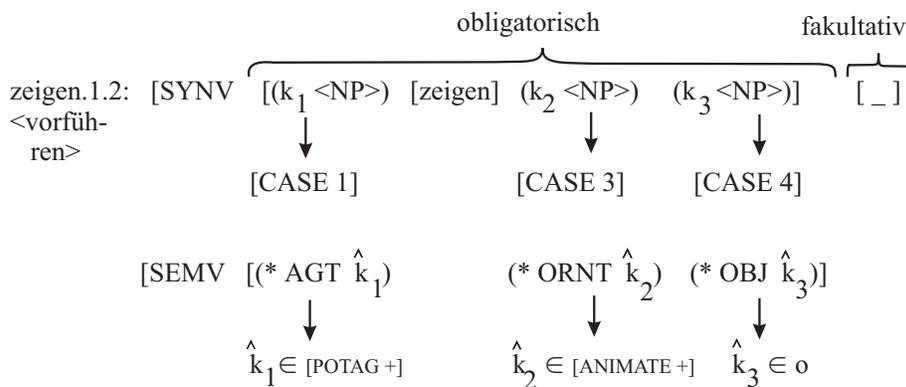
(5.4) „*Max rollte den Stein weg.*“ (transitiver Gebrauch)

(5.5) „*Der Stein rollte weg.*“ (intransitiver Gebrauch)

<sup>10</sup> Der Stern '\*' ist als Platzhalter für das Handlungskonzept als erstes Argument zu verstehen. Zur Vereinfachung der Darstellung von **zeigen.1.1** wurde die Möglichkeit weggelassen, daß  $k_2$  auf syntaktischer Ebene auch durch eine Nominalphrase <NP> als direktes Objekt im Akkusativ beschrieben werden kann: „*Er zeigte die Gültigkeit der Formel durch vollständige Induktion.*“ Für diesen Fall ist auch  $\hat{k}_2 \in abs$  vorzusehen. Auch für **zeigen.1.2** wurden der Einfachheit halber nicht alle syntaktischen Realisierungsmöglichkeiten angegeben.



„Er zeigte mit der Methode der vollständigen Induktion, daß die Formel gilt.“



„Er zeigte dem Freund den Garten / die Ausstellung.“

**Abbildung 5.5.** Ausschnitt aus dem Subkategorisierungs- bzw. Valenzrahmen zweier Lesarten des Verbs „zeigen“

In MultiNet wird die Auffassung vertreten, daß es sich hierbei nicht um zwei verschiedene Lesarten ein und desselben Verbs (in diesem Fall von **weg-**rollen) handelt, da sich die semantischen Rollen nicht ändern.<sup>11</sup> Vielmehr liegt

<sup>11</sup> In beiden Fällen wird (der Stein) durch die K-Rolle **OBJ** charakterisiert, und obwohl im zweiten Satz nur ein Aktant erwähnt ist, hat auch das intransitive Verb zumindest implizit einen Agenten oder Kausator.

hier ein syntaktischer Effekt vor, der wegen seiner inhärenten Systematik in der Analysephase oder durch lexikalische Regeln zu behandeln ist.

### 5.2.2 Die begriffliche Subordination von Vorgängen (Die SUBS-Hierarchie)

Ähnlich wie sich Objektbegriffe hierarchisch ordnen lassen (s. Abschn. 4.1), bestehen auch zwischen Sachverhaltsbegriffen Unterordnungsbeziehungen. Diese werden aber wegen anderer Vererbungs-Gesetze durch eine gesonderte Subordinationsbeziehung

**SUBS:** [si ∪ abs] × [si ∪ abs]

dargestellt.

In Abb. 5.6 sind Verben der Veränderung und Bewegung mit ihren semantischen Valenzrahmen (Tiefenkasus-Rahmen) dargestellt. Die in der **SUBS**-Hierarchie untergeordneten Begriffe erben jeweils den Valenzrahmen des übergeordneten Begriffs (dieser wird durch [-] symbolisiert); es sei denn der Slot x des übergeordneten Begriffs wird in der niedrigeren Hierarchiestufe durch eine speziellere K-Rolle gekennzeichnet, wie das für die durch (\* **CSTR** x) bzw. (\* **AGT** x) und die gleiche Variable x gekennzeichnete Valenz bei **bewegen** bzw. **umherwälzen** zutrifft.<sup>12</sup> Die Vererbungs-Gesetze sind relativ kompliziert und lassen sich nicht durch einfache Axiome (sondern bestenfalls durch Axiomenschemata) darstellen. Am effektivsten ist es allerdings, wegen der variablen Anzahl von Valenzen bei den einzelnen Begriffen der Hierarchie, die entsprechenden Übertragungsmechanismen prozedural zu beschreiben. Wichtig ist, daß der untergeordnete Vorgang die gleichen oder speziellere Valenzen besitzt wie der übergeordnete, wobei zu ersterem weitere Valenzen hinzutreten können. Daß die Spezialisierung von oben nach unten auch durch Hinzutreten weiterer Informationen zu den Valenzangaben verstärkt werden kann, ist in der untersten Hierarchieebene durch eine informelle Angabe zu einem möglichen Besitzwechsel angedeutet.

Analoge Begriffshierarchien lassen sich auch für andere Vorgänge (wie z.B. Arbeitsvorgänge mit

arbeiten ← schaffen bzw. bearbeiten ← verformen ← hobeln, kneten oder schnitzen usw.) aufstellen. Dabei kann es durchaus zu Kreuzklassifikationen kommen, da ein Begriff wie transportieren nicht nur der Hierarchie der Bewegungs-Konzepte, sondern auch der Hierarchie der Arbeits-Konzepte angehört.

<sup>12</sup> Der Stern „\*“ dient auch hier wieder als Platzhalter für das charakterisierte Handlungskonzept als erstes Argument der Relation.

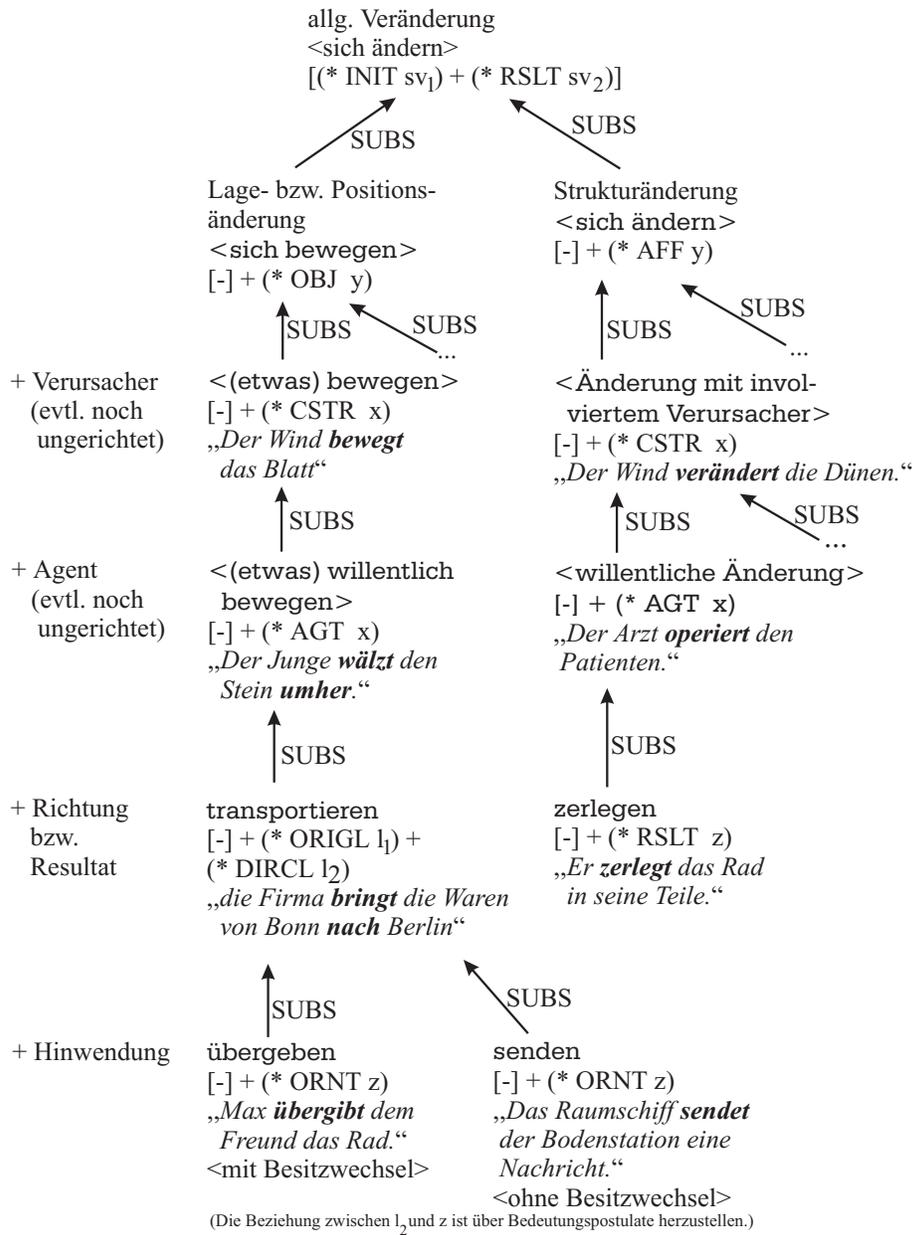


Abbildung 5.6. Teil einer SUBS-Hierarchie für Konzepte der Veränderung und Bewegung

Nachdem die **SUBS**-Hierarchie näher erläutert wurde, soll noch einmal auf die Kriterien eingegangen werden, denen die Tiefenkasusrelationen genügen müssen.

- **Eindeutigkeit:**

Ein und dieselbe kognitive Rolle darf nicht durch mehrere verschiedene Tiefenrelationen darstellbar sein; es sei denn zwischen letzteren besteht eine Unterordnungsbeziehung.<sup>13</sup>

- **Substituierbarkeit:**

Konstituenten eines Satzes, die in einer paradigmatischen Beziehung zueinander stehen (also gegeneinander austauschbar sind), müssen die gleiche semantische Rolle spielen.<sup>14</sup>

- **Kontrastierung/Differenzierung:**

Mitspieler, die in ein und demselben Satz vorkommen und verschiedene Rollen spielen, dürfen nicht durch die gleiche Tiefenrelation an den Sachverhalt gebunden werden, wenn sich dieser Unterschied nicht anderweitig (z.B. durch Vererbung zusätzlicher Charakteristika) ergibt.

- **Konsistenz:**

Der Valenzrahmen eines Vorgangs muß sich konsistent in die Begriffshierarchie von Sachverhalten (**SUBS**-Hierarchie) und die entsprechenden Vererbungsregeln einordnen.

Es muß betont werden, daß diese Kriterien entgegen der Fillmoreschen Auffassung nicht ausschließen, daß ein Aktant verschiedene kognitive Rollen in einem Sachverhalt spielen kann.

Beispiel:

(5.6) „*Peter wäscht sich.*“

Hier nimmt **Peter** die **AGT**- und die **AFF**-Rolle zu gleicher Zeit ein. Es kann auch sein, daß zwei verschiedene Aktanten die gleiche Rolle in einem Sachverhalt spielen.

Beispiel:

(5.7) „*Max spielt mit Peter eine Partie Schach.*“

Sowohl Max als auch Peter treten hier in der Rolle von Handelnden (Relation: **AGT**) auf. Wenn zwischen beiden Konstituenten „*Max*“ und „*Peter*“ ein Unterschied besteht, dann liegt dieser in der Topic/Focus-Struktur des Satzes, die hier nicht Gegenstand der Erörterung ist (s. hierzu [179], [72]).

<sup>13</sup> So ist z.B. jeder Agent (Relation **AGT**) auch Kausator (Relation **CSTR**), oder jedes **DIRCL** auch **GOAL** usw.

<sup>14</sup> „*[Max / die Firma / der neue Schüler aus der 5. Klasse /...] feierte ein Fest.*“ → **AGT**

Das Kriterium der Kontrastierung hilft z.B. zu erkennen, daß die beiden unterstrichenen Konstituenten im nachfolgenden Satz durch verschiedene Tiefenbeziehungen dargestellt werden müssen:

(5.8) „Max schreibt der Mutter<sub>BENF</sub> einen Brief an das Finanzamt<sub>ORNT</sub>.“

Diese Kriterien lassen sich auch auf die anderen Tiefenbeziehungen ausdehnen (wie im folgenden Satz auf die Circumstanzen, wo eine Differenzierung zwischen **VIA** und **DIRCL** vorzunehmen ist):

(5.9) „Max fährt durch die Steppe<sub>VIA</sub> nach Ulan Bator<sub>DIRCL</sub>.“

Schließlich zeigt Abb. 5.7 die komplexe Wirkung des Kontrastierungs- bzw. Differenzierungs-Kriteriums für die Ermittlung von Tiefenkasus-Relationen (Kontrast durch unterschiedliche Vererbung).

Betrachtet man die Sätze:

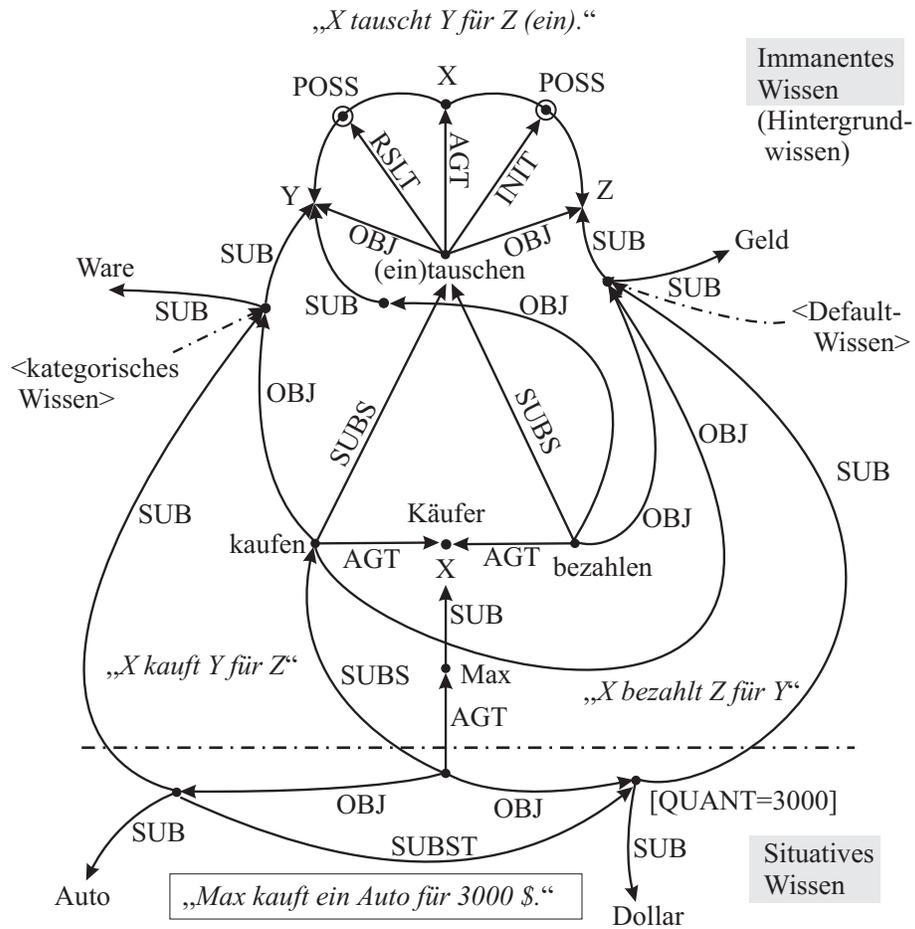
(5.10) „Max kaufte ein Auto für 3000 \$.“

(5.11) „Max bezahlte 3000 \$ für ein Auto.“,

so spielen einerseits aus einem tieferen Verständnis die Konstituenten  $Y = \langle \text{ein Auto} \rangle$  und  $Z = \langle 3000 \$ \rangle$  in beiden Sätzen die Rolle von Objekten in einem Austauschprozeß, wobei ersteres die Ware und letzteres der Preis (ein Geldbetrag) ist. Andererseits besteht natürlich zwischen beiden Partizipanten ein Unterschied, den es darzustellen gilt. Hier hilft die Überlegung, daß sowohl kaufen als auch bezahlen dem Begriff (ein-)tauschen untergeordnet sind, wie das in Abb. 5.7 dargestellt ist. Durch Vererbung entlang der **SUBS**- bzw. **SUB**-Relationspfade überträgt sich der Unterschied zwischen den Tauschobjekten Y und Z (nämlich, daß Y nach der Handlung und Z vor der Handlung im Besitz von X sind) auf die entsprechenden Aktanten von kaufen und bezahlen. Damit ist der Unterschied in den Rollen von Y und Z erklärt und das Kontrastierungskriterium wird nicht verletzt.

Darüber hinaus sollte die zweifelsohne vorhandene Unsymmetrie zwischen den Aktanten Y und Z in einem Kaufensprozeß dadurch unterstrichen werden, daß noch eine Relation (Y **SUBST** Z) in die Darstellung aufgenommen wird, die ausdrückt, daß Z in dem betrachteten Vorgang durch Y ersetzt wird (bei bezahlen müßte die **SUBST**-Relation gerade in der anderen Richtung zwischen Y und Z verlaufen, was in Abb. 5.7 der Übersichtlichkeit wegen nicht eingezeichnet wurde). Die Diskussion des Beispiels zeigt, wie die in [145] angegebenen Defekte im Zusammenhang mit dem Einsatz von thematischen Relationen in MultiNet vermieden werden.

Gegen die Einführung einer besonderen Tiefenkasus-Relation MEAS (**Measure**) für die Anbindung des Objekts „3000 \$“ an den Sachverhalt „Max bezahlte 3000 \$ für ein Auto.“ (wie das in [11] vorgeschlagen wurde), spricht



**Abbildung 5.7.** Die innere Konsistenz der Valenzen in der SUBS-Hierarchie

die Tatsache, daß man mit Naturalien, mit Aktien usw. bezahlen kann, was nur sehr indirekt etwas mit Maßangaben zu tun hat.<sup>15</sup> Da diese Angaben die gleiche Rolle (nämlich die eines Zahlungsmittels) spielen, müßten sie dann auch durch die gleiche Tiefenkasusrelation dargestellt werden. Analoges trifft für <(ein)tauschen für/gegen> zu, das die gleiche Rollenkonfiguration besitzt, aber primär nichts mit MEAS zu tun hat.

<sup>15</sup> Die in Abb. 5.7 angegebene Darstellung wird der Tatsache gerecht, daß sich „3000 \$“ gegen „Naturalien“, „Aktien“ usw. als Zahlungsmittel austauschen lassen, ohne daß sich die K-Rolle (hier **OBJ**) ändert, was man nach dem Substituierbarkeitskriterium auch erwarten sollte.

Die exakte (und u.U. sogar automatische) Differenzierung von kognitiven Rollen bzw. Tiefenkasusrelationen ist recht schwierig. In Abb. 5.8 sind Entscheidungskriterien zusammengestellt, die diesen Prozeß unterstützen. Diese Kriterien können insbesondere dem Lexikographen eine Orientierung geben, der ein (Computer-)Lexikon auf der Basis der Darstellungsmittel von Multi-Net zu erstellen hat (s. Abschn. 12). Die genannten Kriterien werden durch die in Teil II bei den Relationsdefinitionen angegebenen Fragemuster und die im Teil I Anhang B zusammengestellten semantischen Templates ergänzt. Für die unterschiedliche Behandlung der K-Rollen im Inferenzprozeß sind – wie bei anderen Relationen auch – die Bedeutungspostulate und R-Axiome von entscheidender Bedeutung. Diese Axiome stützen sich bezüglich der richtigen Verwendung der K-Rollen u.a. auf die in Abb. 5.8 enthaltenen Informationen.

Zur Erläuterung der Tabelle betrachten wir die Relationen **AGT** und **AFF**. Der Handlungsträger (**AGT**) ist immer unabhängig vom Vorgang vorhanden (sonst könnte er letzteren nicht hervorbringen). Bei affizierten Objekten (Relation **AFF**) gibt es sowohl Fälle, in denen die Unabhängigkeit verneint werden muß (z.B. bei *zerstören* – Existenzvernichtung oder bei *erzeugen* – in die Existenz rufen), als auch Fälle, in denen die Unabhängigkeit des Objekts bejaht werden kann (z.B. bei *anstreichen* wird das Objekt zwar verändert, ist im wesentlichen aber unabhängig von der Handlung). Dies steht im Gegensatz etwa zu **MCONT**, wo das zweite Argument typischerweise nur in Verbindung mit dem ersten Argument (einem mentalen Prozeß) existiert oder gar von letzterem erst erzeugt wird (Beispiel: „*denken, daß*“). Der Agent (**AGT**) wird – im Gegensatz zur Relation **AFF** – typischerweise nicht verändert. Ausnahmen hiervon bilden die reflexiven Verben („*sich schneiden*“, „*sich umbringen*“ u.a.), bei denen der Agent auf sich selbst einwirkt (deshalb kann die Beantwortung des Kriteriums „Änderung“ bei **AGT** nicht kategorisch verneint werden, sondern nur prototypisch). Bei den letztgenannten Verben liegt eine semantische Doppelcharakterisierung des Subjekts durch **AGT** und **AFF** vor, wobei die Information zum Kriterium „Veränderung“ bei **AGT** (nein<sup>proto</sup>) durch die bei **AFF** (ja<sup>categ</sup>) überschrieben wird. Greift man noch das Kriterium des direkt Betroffenseins heraus, so ist dies für **AFF** kategorisch zu bejahen und für **AGT** aus den gleichen Gründen wie oben als Default-Annahme zu verneinen. Die jeweils grau schattierten Bereiche in Abb. 5.8 bedeuten, daß die entsprechende Entscheidung als wesentliches Charakteristikum für die betreffende Relation anzusehen ist.

Abbildung 5.8. Differenzierungskriterien für die Unterscheidung kognitiver Rollen

Fragetyp	AGT/ CSTR	AFF	AVRT	BENF	EXP / MEXP	MCONT	OBJ	OPPOS	ORNT
(1) Unabhängigkeit	ja <sup>categ</sup>	(--)	ja <sup>proto</sup>	ja <sup>proto</sup>	ja <sup>categ</sup>	nein <sup>proto</sup>	ja <sup>categ</sup>	ja <sup>proto</sup>	ja <sup>proto</sup>
(2) Änderung	nein <sup>proto</sup>	ja <sup>categ</sup>	nein <sup>proto</sup>	nein <sup>categ</sup>	nein <sup>categ</sup>	nein <sup>proto</sup>	nein <sup>categ</sup>	nein <sup>proto</sup>	nein <sup>proto</sup>
(3) Nutznießer bzw. Bedachter	nein <sup>proto</sup>	(--)	(--)	ja <sup>categ</sup>	nein <sup>proto</sup>	nein <sup>proto</sup>	nein <sup>proto</sup>	nein <sup>proto</sup>	(--)
(4) direkt betroffen	nein <sup>proto</sup>	ja <sup>categ</sup>	(--)	nein <sup>proto</sup>	ja <sup>proto</sup>	ja <sup>proto</sup>	(--)	(--)	(--)
(5) Hinwendung	nein <sup>proto</sup>	(--)	nein <sup>categ</sup>	nein <sup>proto</sup>	nein <sup>proto</sup>	nein <sup>proto</sup>	nein <sup>proto</sup>	(--)	ja <sup>categ</sup>
(6) Abwendung	nein <sup>proto</sup>	(--)	ja <sup>categ</sup>	nein <sup>proto</sup>	nein <sup>proto</sup>	nein <sup>proto</sup>	nein <sup>proto</sup>	(--)	nein <sup>categ</sup>
(7) Gegnerschaft/ Entgegenwirkung	nein <sup>proto</sup>	(--)	(--)	nein <sup>proto</sup>	nein <sup>proto</sup>	nein <sup>proto</sup>	nein <sup>proto</sup>	ja <sup>categ</sup>	(--)
(8) Verursacher	ja <sup>categ</sup>	nein <sup>proto</sup>	nein <sup>proto</sup>	nein <sup>categ</sup>	nein <sup>proto</sup>				

Subjekt-  
stellung
Objekt-  
stellung
→ Neutrale (unspe-  
zifischste) K-Rolle

*categ* bedeutet: kategorische Festlegung; (--) bedeutet: beide Fälle (Bejahung und Verneinung) möglich  
*proto* bedeutet: Default-Annahme (kann überschrieben werden bei doppelter Vergabe von Rollen)

### 5.2.3 Circumstanzen – Umstandsbestimmungen

Im Gegensatz zu den Mitspielern/Aktanten eines Sachverhalts, die bereits durch die Semantik des den Sachverhalt regierenden Verbs bestimmt werden, sind Circumstanzen als Begleitumstände anzusehen, die zwar eine Situation näher beschreiben, diese aber nicht in ihrem Gültigkeitsbereich einschränken.

Typische Darstellungsmittel zur Beschreibung solcher Begleitumstände sind die folgenden Relationen (in Abb. 5.1 mit  $\langle \text{Ci-Rel} \rangle$  bezeichnet):<sup>16</sup>

CIRC	$si \times [ab \cup si]$	Relation zwischen Vorgang und äußerer Begleiterscheinung
CONC	$[si \cup abs] \times [si \cup ab]$	Konzessivbeziehung
CONF	$si \times [ab \cup si]$	Referenz auf äußeren Rahmen, mit dem eine Handlung im Einklang steht
DIRCL	$[si \cup o] \times [l \cup o]$	Relation zur Angabe des lokalen Zieles oder einer Richtung
GOAL	$[si \cup o] \times [si \cup o \cup t]$	Verallgemeinertes Ziel
MANNR	$si \times [ql \cup st \cup as]$	Relation zur Spezifizierung der Art und Weise des Bestehens einer Situation
MODE	$[si \cup abs] \times [o \cup si \cup ql]$	Relation der verallgemeinerten Art und Weise
ORIG	$o \times [d \cup io]$	Relation zur Angabe einer geistig-informationellen Quelle
ORIGL	$[o \cup si] \times [l \cup o]$	Relation der lokalen Herkunft
PURP	$[si \cup o] \times [si \cup ab]$	Relation zur Angabe eines Zwecks
SOURC	$[si \cup o] \times [si \cup o \cup l]$	Verallgemeinerte Herkunft/Quelle
VIA	$[d \cup dy \cup ad] \times [l \cup d]$	Relation zur Angabe eines räumlichen Pfades

Als These wird angenommen, daß Circumstanzen normalerweise im situativen Teil einer Sachverhaltskapsel einzutragen sind (vgl. Abb. 5.1). Bei einer

<sup>16</sup> Es muß darauf hingewiesen werden, daß die nachstehende Aufstellung zunächst nur orientierenden Wert hat. Zum einen ist die Abgrenzung von Umständen zur raum-zeitlichen Einbettung von Sachverhalten mit **LOC** und **TEMP** nicht ganz scharf, und zum anderen lassen sich Partizipanten und Circumstanzen nicht streng trennen: ist z.B. „Methode“ (Relation **METH**) eine Art und Weise und damit ein Umstand oder wie „Instrument“ (Relation **INSTR**) ein Partizipant? Offensichtlich sind die Übergänge fließend. Hier findet sich eine deutliche Parallele zum Problem der Sprachwissenschaft, wo die Trennung zwischen fakultativen Valenzen und freien Fügungen ebenfalls nicht strikt durchgeführt werden kann.

restriktiven (sparsamen) Antwortstrategie können sie bei einer Frage, die auf den Kern des Sachverhalts zielt, i.a. außer Acht bleiben.

Beispiel:

(5.12) „Linda ging gestern Nachmittag [trotz schlechten Wetters]<sub>CONC</sub> spazieren.“

Frage: „Was tat Linda gestern Nachmittag?“

sparsame Antwort: „Sie ging spazieren.“

kooperative Antwort: „Sie ging trotz schlechten Wetters (bei schlechtem Wetter) spazieren.“

Ob eine Konstituente semantisch im situativen Teil oder im kategorischen Teil einer Sachverhaltskapsel zu verankern ist, kann letztlich nicht schematisch anhand der Tiefenrelation bestimmt werden, sondern hängt ganz wesentlich von der Bedeutung des Trägerverbs ab. So gehört **DIRCL** bei gerichteten Verben wie <schießen auf> immanent zur Verbbedeutung und ist hier kein Begleitumstand.<sup>17</sup> Im Gegensatz dazu würde man eine Richtungsangabe bei verkaufen nicht als zur Verbbedeutung gehörig ansehen („Max verkaufte seine Sammlung [nach München]<sub>DIRCL</sub>“).

Ob der oben getroffenen Einteilung mehr als Überblickscharakter zukommt, müssen die Behandlung der Antwortgenerierung und die analytischen Möglichkeiten in einem FAS entscheiden. Das Anliegen dieser Arbeit ist aber die Bereitstellung der Darstellungsmittel, nicht das Problem der Antwortgenerierung oder der Analyse.

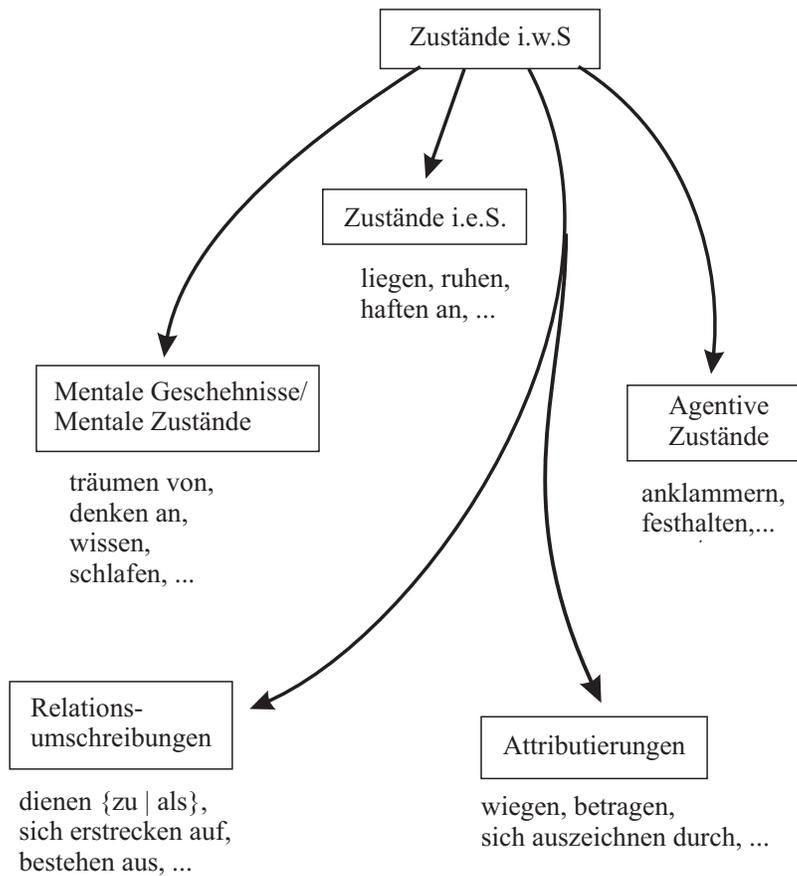
### 5.3 Zustände [statische Sachverhalte/Situationen]

Zustände und Zustandsverben sind Stiefkinder der semantischen Untersuchungen. Das liegt schon daran, daß ein großer Teil der sogenannten Zustandsverben keine Zustände im physikalischen bzw. psycho-physischen Sinn bezeichnet, sondern eine sehr abstrakte Bedeutung besitzt. Dadurch ist es wesentlich schwieriger, die kognitiven Rollen der Partizipanten bzw. der beteiligten Entitäten an einem solchen stark verallgemeinerten Zustand semantisch zu deuten.<sup>18</sup> Trotzdem soll hier der Versuch unternommen werden, eine gewisse Systematik herbeizuführen. Einen Überblick über die semantischen Er-

<sup>17</sup> Verben, die als Valenz Konstituenten verlangen, die typischerweise aus dem Bereich der Circumstanzen stammen, nennen einige Grammatiken **umstandsgebunden** (s. hierzu [105], Abschn. 3.7.1).

<sup>18</sup> Der Begriff der **Aktanten** oder **Mitspieler** ist wegen der aktiven Bedeutungskomponente dieser Termini bei Zuständen nicht angebracht, weshalb hier der neutralere Begriff der **Partizipanten** oder **Beteiligten** verwendet wird.

scheinungen im Bereich der Zustandsverben gibt Abb. 5.9. Er soll nachfolgend diskutiert werden.



**Abbildung 5.9.** Systematik der Zustandsverben nach semantischen Gesichtspunkten

Es sei noch angemerkt, daß im Bereich der Zustände im weitesten Sinne als sprachliche Umschreibungen häufig Verben mit obligatorisch präpositionaler Rektion auftreten, deren semantische Deutung besonders schwierig ist. In der Tat sind die betreffenden Präpositionen so eng mit der Verbbedeutung verknüpft, daß sich bei Weglassen oder Wechsel der Präposition eine völlig andere Grundbedeutung ergibt. (Beispiel: *bestehen* vs. *⟨bestehen aus⟩*, *⟨bestehen auf⟩*, *⟨bestehen in⟩*). Aus diesem Grund werden die entsprechenden Präpositionen in den nachfolgenden Darstellungen bei den zugehörigen Begriffen mit angeführt.

### 1. Zustände i.e.S.

Zustände im engeren Sinne sind physikalische oder psycho-physische Zustände, wie z.B. ruhen, stehen, halten, liegen usw. Typisch für die semantische Repräsentation dieser Sachverhalte sind die Rollen Zustands-träger (Relation: **SCAR**) und Zustandsspezifikator (Relation: **SSPE**), die Partizipanten charakterisieren. Aber auch Circumstanzen und (meist ungerichtete) Lokalangaben können diese Zustände näher spezifizieren<sup>19</sup>, s. hierzu Abb. 5.10. Typisch für Zustände ist im allgemeinen das Fehlen eines Agenten (Ausnahme s. Punkt 3).

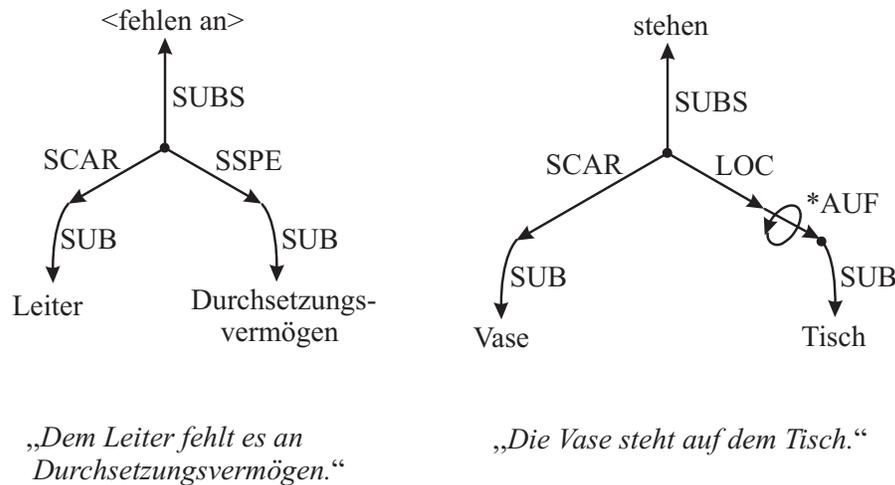


Abbildung 5.10. Zustände im engeren Sinne

Es gibt auch Zustände, die nicht mit Hilfe von Zustandsverben, sondern mit Hilfe von Adjektiven bzw. Adverbien und der Kopula „sein“ beschrieben werden, wie z.B. <krank sein>, <tot sein>, <kalt sein> usw. Die diesen Phrasen semantisch zugrundeliegenden Zustände sind nicht unmittelbar lexikalisiert, deshalb muß in diesem Fall der Zusammenhang zwischen der betreffenden Eigenschaft (z.B. kalt) und dem Zustand (in diesem Fall dann <kalt sein>) über die Relation **CHPS** hergestellt werden (s. Abb. 5.11).<sup>20</sup>

<sup>19</sup> Obwohl Richtungsangaben nicht total ausgeschlossen sind. Beispiel: „Der Tumor drückt [auf den Sehnerv]<sub>DIRCL</sub>.“

<sup>20</sup> Der Zustand ist gewissermaßen mit Hilfe der Eigenschaft erst zu erzeugen. Daß hierfür durchaus nicht alle Eigenschaften in Frage kommen, erkennt man an nicht akzeptablen Paraphrasierungen: „Max ist groß.“ oder „Die Blume ist rot.“ bedeutet nicht „Max ist im Zustand des Großseins.“ bzw. „Die Blume befindet sich im Zustand des Rotseins.“

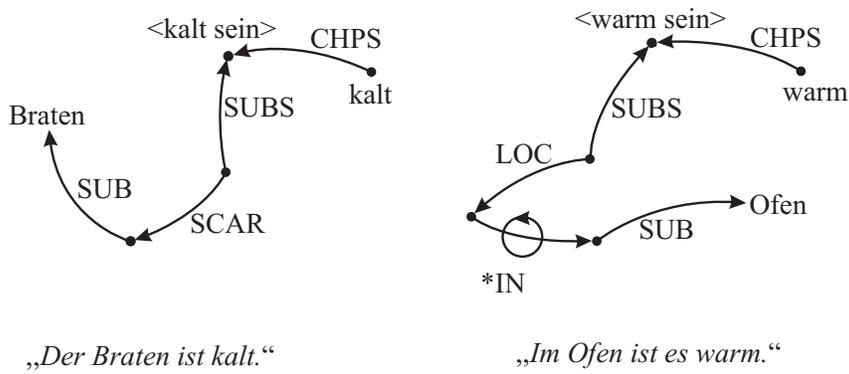


Abbildung 5.11. Beziehungen zwischen Zuständen und Eigenschaften

## 2. Mentale Geschehnisse

Eine besondere Rolle spielen mentale Zustände, die gleichzeitig wie Geschehnisse wirken, also einen gewissen Prozeßcharakter und eine innere Dynamik aufweisen (Beispiele: denken, glauben, träumen). Diese werden vorwiegend mit den Rollen „mentaler Experiencer“ (**MEXP**) und „mentaler Gehalt/Inhalt“ (**MCONT**) dargestellt (s. Abb. 5.12). Im Gegensatz zur Rolle **SCAR**, die eine völlige Passivität des Partizipanten beinhaltet, setzt **MEXP** die Fähigkeit des Partizipanten zu geistiger Aktivität voraus.

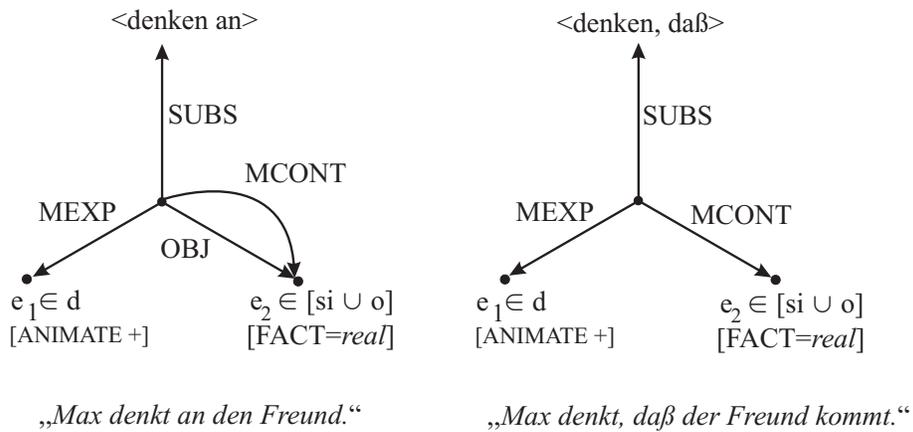


Abbildung 5.12. Mentales Geschehen

Wichtig ist, daß die Rolle ( $sv_1$  **MCONT**  $sv_2$ ) einen semantisch restriktiven Charakter trägt, indem sie den Sachverhalt  $sv_2$  auf den modalen Kontext  $sv_1$  einschränkt. Sie kann mit anderen Rollen (wie **OBJ**) kombiniert werden, wodurch die modale Restriktion wieder aufgehoben wird (man vergleiche die kategorische Antwort bezüglich des Kriteriums „Unabhängigkeit“ bei **OBJ** mit der Default-Festlegung bei **MCONT** in Abb. 5.8). Dieser Zusammenhang läßt sich am Bedeutungsunterschied zwischen  $\langle$ denken an $\rangle$  und  $\langle$ denken, daß $\rangle$  illustrieren (s. Abb. 5.12). Während für ersteres als Objekt des Denkens ein realer Sachverhalt oder eine reale Entität  $e_2 \in [si \cup o]$  in Frage kommt (Doppelcharakterisierung des Objekts  $e_2$  mit **OBJ** und **MCONT**), kann ohne zusätzliche Information für  $\langle$ denken, daß $\rangle$ , welches nur mit **MCONT** verknüpft ist, das Objekt  $e_2$  des Denkens nur als hypothetisch angesehen werden (es muß weder existieren, im Falle  $e_2 \in o$ , noch gelten, im Falle  $e_2 \in si$ ).

### 3. Zustände mit aktiver Bedeutungskomponente

Manche Zustände können nur durch aktive Mitwirkung des Zustandsträgers aufrecht erhalten werden. Hierzu gehören anklammern, festhalten u.a. Aus diesem Grunde sind die in einem solchen Zustand befindlichen Objekte gleichzeitig auch Handlungsträger (Agenten), vgl. Abb. 5.13. Das Beispiel aus Abb. 5.13 zeigt außerdem, daß auch andere K-Rollen aus dem Bereich der Vorgangscharakterisierung (hier **ORNT**) an der Beschreibung von Zuständen beteiligt sein können.

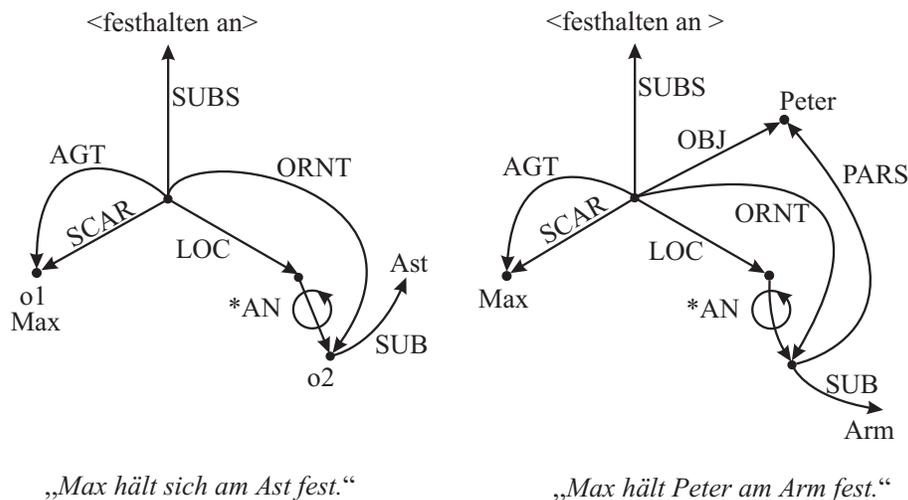
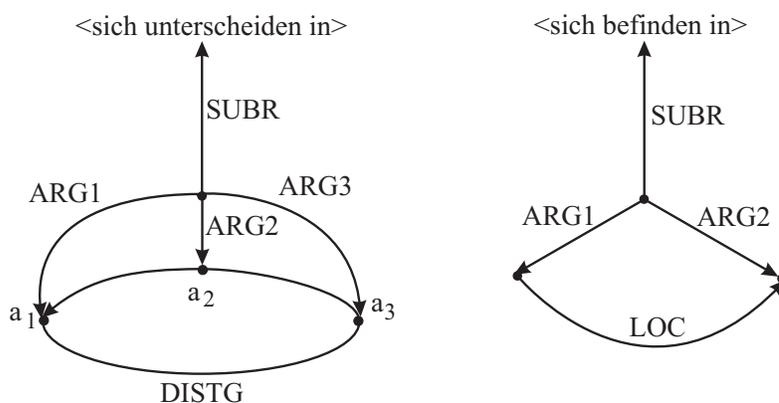


Abbildung 5.13. Zustände mit aktivem Handlungsträger

#### 4. Relationsumschreibungen

Es gibt auch Zustandsverben, die überhaupt nichts oder bestenfalls nur auf einer Metaebene etwas mit Zuständen zu tun haben. Hierzu gehören Verben, die Relationen im Sinne der Darstellungsmittel von MultiNet umschreiben, z.B. ⟨bestehen aus⟩ – **PARS**, **ORIGM** oder **ELMT** (je nach Lesart), ⟨sich befinden⟩ / ⟨sein in⟩ – **LOC**, ⟨sich erstrecken über⟩ – **LEXT** oder **DUR**, darstellen – **RPRS**, ⟨sich unterscheiden in⟩ – **DISTG** usw. Zur Charakterisierung dieser Zusammenhänge wird der entsprechende Metasachverhalt über **SUBR** mit dem natürlichsprachlich bezeichneten Relationskonzept verknüpft, dessen Argumente (je nach Stelligkeit) durch **ARG1**, **ARG2** bzw. **ARG3** spezifiziert werden. Gleichzeitig werden diese Argumente untereinander durch die entsprechende MultiNet-Relation verbunden (s. hierzu Abb. 5.14).



„Max unterscheidet sich von Emil in der Haarfarbe.“

„Max befindet sich/ist in München.“

Abbildung 5.14. Metazustände als Relationsumschreibungen

#### 5. Attributierungen

Eine Zwischenstellung zwischen den Zuständen und den Relationsumschreibungen nehmen die Beschreibungen von Attributierungen ein (Beispiele: **wiegen**, **kosten** – im Sinne von „Preis haben“ u.a.). In einer Hinsicht charakterisieren sie die psychische oder physische Konstitution von Entitäten und gehören damit zu den Zuständen im weitesten Sinne (s. Sorte *st*, Teil II, Abschn. 17.1). In anderer Hinsicht besteht eine Beziehung zu

den Relationsumschreibungen, da diese Zustandsverben eine Kombination von Relationen, sozusagen ein kleines semantisches Teilnetz beschreiben (s. Abb. 5.15). Aus diesem Grund wird in MultiNet ein Kompromiß vorgeschlagen: im Lexikon und zur Unterstützung der Analyse wird für diese Art von Zuständen eine Repräsentation mit den bereits erwähnten Relationen **SCAR**, **SSPE** und **SUBS** wie für andere Zustände auch gewählt (s. Punkt 1 und linke Seite in Abb. 5.15). Für eine tiefere semantische Darstellung im SN ist aber der bereits in Abschn. 4.3.3 beschriebene Attributwert-Formalismus heranzuziehen (s. rechte Seite in Abb. 5.15).<sup>21</sup>

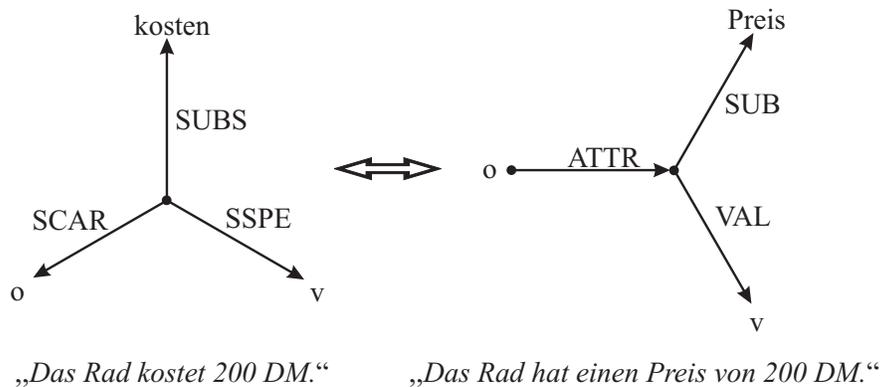


Abbildung 5.15. Metazustände als Attributierungen

Der Zusammenhang in Abb. 5.15 kann durch ein Bedeutungspostulat ausgedrückt werden:

$$\bullet (z \text{ SUBS } \text{kosten}) \wedge (z \text{ SCAR } o) \wedge (z \text{ SSPE } v) \rightarrow \exists a (o \text{ ATTR } a) \wedge (a \text{ SUB } \text{Preis}) \wedge (a \text{ VAL } v) \quad (26)$$

Auch die Abgrenzung von Zuständen zu Geschehnissen ist nicht unproblematisch. Hier muß auf die in der Literatur insbesondere unter dem Gesichtspunkt des Verbaspekts durchgeführten Untersuchungen verwiesen werden (s. z.B. [208] zur Klassifikation der Verben nach „states“, „activities“, „accomplishments“ und „achievements“, sowie [48] Abschn. 2.2.1 bezüglich verschiedener Unterscheidungskriterien zwischen diesen Klassen).

<sup>21</sup> Daß hier ein klarer Unterschied zu den Zuständen im engeren Sinne vorliegt (vgl. Punkt 1), zeigen schon Repräsentanten der Klasse „Attributierungen“, wie z.B. *wiegen*, *kosten* usw. Ein Objekt befindet sich nicht im Zustand des Wiegens oder Kostens, im Gegensatz etwa zu *schlafen* (Zustand i.e.S.), wo sich der Zustandsträger tatsächlich im Schlafzustand befindet.



## Kapitel 6

# Vergleiche von Entitäten

## 6.1 Typische Vergleichsrelationen

Zur Bildung von Vergleichsaussagen steht in der deutschen Sprache eine ganze Reihe lexikalisch-morphologischer sowie grammatischer Mittel zur Verfügung (Analoges gilt für verwandte Sprachen):

### 1. Lexikalische Mittel

- Substantive, wie „Unterschied“, „Ähnlichkeit“, „Analogie“, „Entsprechung“, „Gleichheit“, „Äquivalenz“
- Verben, wie „sich unterscheiden“, „sich ähneln“, „entsprechen“, „gleichen“
- Adjektive, wie „unterschiedlich“, „verschieden“, „ähnlich“, „analog“, „gleich“, „äquivalent“
- Zahlwörter (Multiplikativa) wie „doppelt (so)“, „dreifach“, „dreimal (so)“ usw.

### 2. Die Steigerungsstufen des Adjektivs bzw. Adverbs

- Positiv („so groß wie“, „ebenso groß wie“)
- Komparativ („größer als“)
- Superlativ („der größte“, „am größten“)

### 3. Komparativsätze

- einen realen Vergleich ausdrückend mit den Konjunktionen „als“, „wie“ und deren Korrelaten „so“, „ebenso“, „insofern“
- einen irrealen Vergleich ausdrückend mit den Konjunktionen „als ob“, „als wenn“

### 4. Modalsätze, die miteinander korrelierende Steigerungen ins Verhältnis setzen

- (Konjunktionen: „je ... desto“, „je ... umso“)

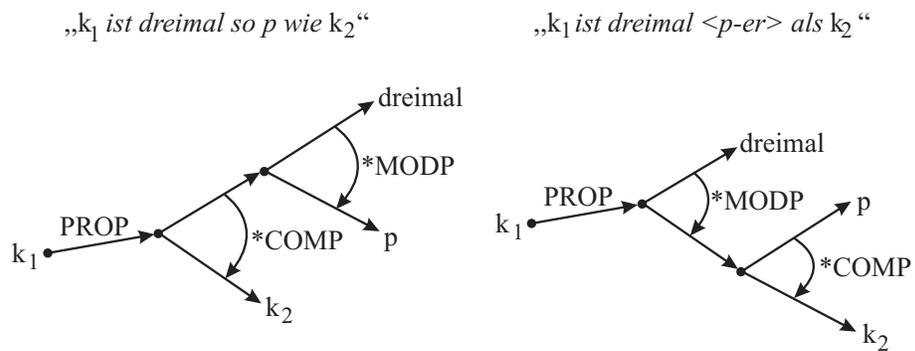
Natürlichsprachliche Konstruktionen, die mit den unter 1. aufgezählten lexikalischen Mitteln (mit Ausnahme der Zahlwörter) gebildet werden, sind als Paraphrasierungen der Tiefenbeziehungen **DISTG** (für Unterschied), **ANLG**

(für Ähnlichkeit), **CORR** (für Entsprechung) und **EQU** (für Gleichheit) aufzufassen und somit auf diese zurückzuführen.

Für die semantische Repräsentation der **Multiplikativa** kann folgendes Schema als paradigmatisch angesehen werden:

$$k_1 \text{ ist } \left\{ \begin{array}{l} \text{doppelt} \\ \text{dreimal/dreifach} \end{array} \right\} \text{ so } p \text{ wie } k_2$$

Der in diesem Schema angegebene Vergleich wird wie in Abb. 6.1 dargestellt. Dadurch wird ausgedrückt, daß Multiplikativa als Gradatoren für gesteigerte Eigenschaften gedeutet werden.



**Abbildung 6.1.** Die semantische Repräsentation von Multiplikativa

Für den Vergleich von Objekten (aber auch von Vorgängen und Zuständen) spielen die Steigerungsmöglichkeiten von Eigenschaften eine besonders wichtige Rolle. Sie sollen deshalb in Abschn. 6.2 gesondert behandelt werden. Wenden wir uns zunächst noch der semantischen Repräsentation von Komparativsätzen (Punkt 3 oben) und von speziellen Modalsätzen (Punkt 4 oben) zu.

#### **Komparativsätze:**

Bei den Komparativsätzen unterscheidet man solche, die **reale Vergleiche** zum Ausdruck bringen, und solche, die **irreale Vergleiche** ausdrücken. Flämig spricht bei ersteren von unbedingter Gleichsetzung und bei letzteren von bedingter Gleichsetzung ([56], S. 95). Während der reale Vergleichssatz mit dem Indikativ gebildet wird, steht der untergeordnete Gliedsatz beim irrealen Vergleich im Konjunktiv. Dementsprechend treten in den semantischen Darstellungen für erstere nur reale Sachverhalte auf [**FACT** = *real*], während die semantische Darstellung für letztere unter Verwendung von Pseudosachverhal-

ten [**FACT** = *hypo*] oder von explizit in ihrer Gültigkeit verneinten Sachverhalten [**FACT** = *non*] aufgebaut werden muß.

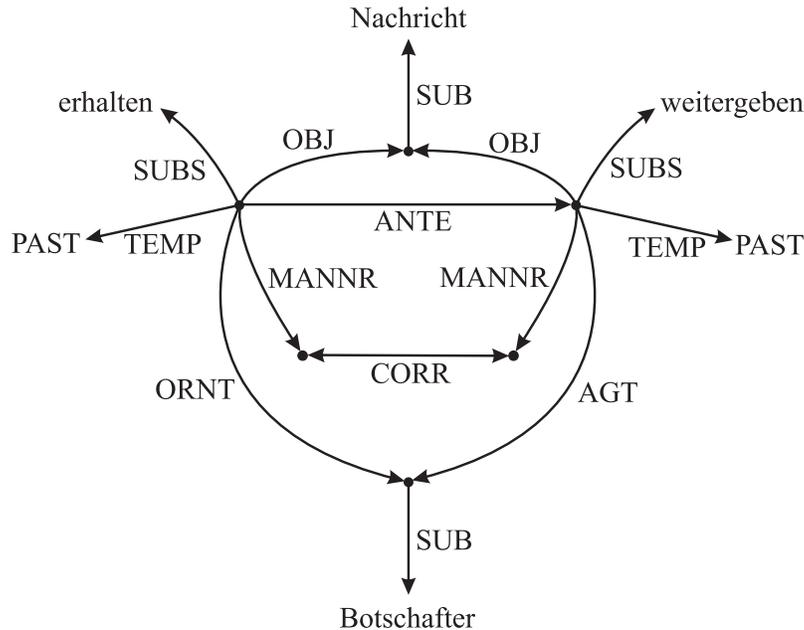


Abbildung 6.2. Darstellung eines realen Vergleichs

a) Realer Vergleich (Beispiel):

(6.1) „Der Botschafter hat die Nachricht ebenso weitergegeben, wie er sie erhalten hatte.“

Die Darstellung dieses realen Vergleichs findet sich in Abb. 6.2, wobei die Relation **CORR** der Träger der Komparation ist. Bei der semantischen Repräsentation des Beispiels wurde die Deutung *ebenso*  $\Rightarrow$   $\langle$ in gleicher Weise $\rangle$ / $\langle$ auf gleichem Weg $\rangle$  zugrundegelegt. Es wäre auch die Deutung *ebenso*  $\Rightarrow$  *unverändert* möglich gewesen. Die verschiedenen Deutungsmöglichkeiten, die es auch bei Komparativsätzen gibt, müssen in dem weiteren Rahmen „semantische Deutung von Konjunktionen“ noch tiefergehend untersucht werden, tangieren aber nicht die Darstellungsmittel an sich.

b) Irrealer Vergleich (Beispiel):

(6.2) „Die Maschine knirscht, als ob Sand in das Getriebe geschüttet worden wäre.“

Die semantische Repräsentation dieses irrealen Vergleichs findet sich in Abb. 6.3, wobei auch hier wieder die Relation **CORR** das zentrale Vergleichselement ist.<sup>1</sup>

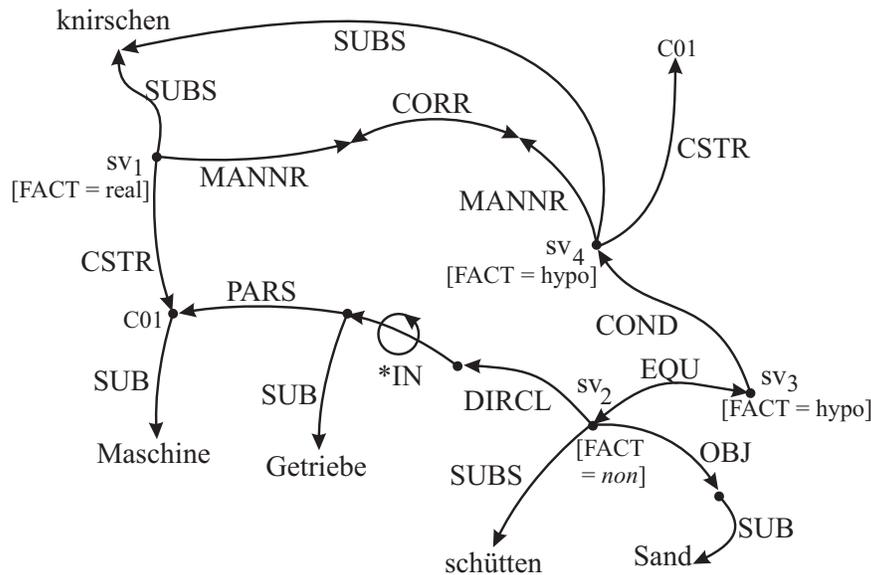


Abbildung 6.3. Semantische Repräsentation eines irrealen Vergleichs

Die Interpretation dieser Aussage ist relativ kompliziert: Zunächst wird in dem Beispielsatz zum Ausdruck gebracht, daß die Maschine knirscht, was durch den realen Sachverhalt sv<sub>1</sub> beschrieben wird. Weiterhin folgt aus dem Satz der Sachverhalt sv<sub>2</sub>, daß tatsächlich kein Sand ins Getriebe der Maschine geschüttet wurde (ausgedrückt durch [FACT = non] bei sv<sub>2</sub>). Außerdem enthält der Satz implizit eine Konditionalbeziehung der Art: „Wenn man Sand in das Getriebe (der Maschine oder einer beliebigen Maschine) schüttet, knirscht sie auf bestimmte Weise.“ Und diese Art und Weise entspricht genau der, wie

<sup>1</sup> Die Beziehung zwischen Getriebe und Maschine (Referenz des Artikels „das“) kann nur über das immanente Wissen erschlossen werden, das die Beziehung (Getriebe **PARS** Maschine) enthält.

die Maschine tatsächlich knirscht.<sup>2</sup> Das wird durch Bildung eines zum Sachverhalt  $sv_2$  intensional gleichartigen, hypothetischen Sachverhalts  $sv_3$  ausgedrückt, der zu einem ebenfalls hypothetischen Knirschens-Vorgang  $sv_4$  in der Konditionalbeziehung ( $sv_3$  COND  $sv_4$ ) steht. Letzterer wird wiederum durch die Kette **MANNR-CORR-MANNR** sowie die **CSTR**-Relation genauer spezifiziert und mit  $sv_1$  in Beziehung gesetzt.

#### Korrelierenden Steigerungen:

Zur Behandlung des Punktes 4 oben, Beschreibung des Verhältnisses zwischen korrelierenden Steigerungen, kann man von folgendem Grundmuster der Modalsätze ausgehen, die mit den synonymen Konjunktionen „je ... desto“, „je ... umso“ gebildet werden:

„je ⟨Komparativ von  $p_1$ ⟩ desto ⟨Komparativ von  $p_2$ ⟩“.

Die semantische Repräsentation dieser Korrelation erfolgt nach dem in Abb. 6.4 angegebenen Schema.

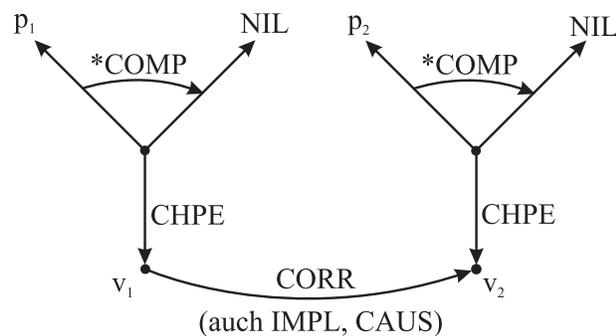


Abbildung 6.4. Allgemeines Schema miteinander korrelierter Steigerungen

Das bedeutet, daß die Steigerung (das Anwachsen) der Eigenschaft  $p_1$  der Steigerung der Eigenschaft  $p_2$  entspricht (oder in bestimmten Fällen letztere sogar aus ersterer gefolgert werden kann oder kausal durch erstere bedingt ist). Der dynamische Charakter des Vergleichs zweier sich ändernder Eigenschaften wird durch die Sortenumwandlung der Eigenschaften  $p_1$  und  $p_2$  mit Hilfe der Relation **CHPE** in die Vorgänge  $v_1$  und  $v_2$  zum Ausdruck gebracht. Die explizite Angabe eines Vergleichsrahmens entfällt hier (symbolisiert durch das NIL), da bei dem u.U. nur gedachten Änderungsprozeß der Eigenschaften

<sup>2</sup> Wenn man die generalisierte Lesart für die implizite Konditionalbeziehung bevorzugt, dann dürfen  $sv_3$  und  $sv_4$  natürlich nicht mit der speziellen Maschine (Knoten C01) bzw. deren Getriebe in Verbindung gebracht werden, sondern müssen mit einer generischen Maschine bzw. einem Teil derselben – einem generischen Getriebe – spezifiziert werden.

jeweils mit dem vorhergehenden Zustand verglichen wird.

Beispiel (s. Abb. 6.5):

(6.3) „Je kleiner das Volumen des Behälters wird, umso größer wird der Druck in diesem Behälter.“

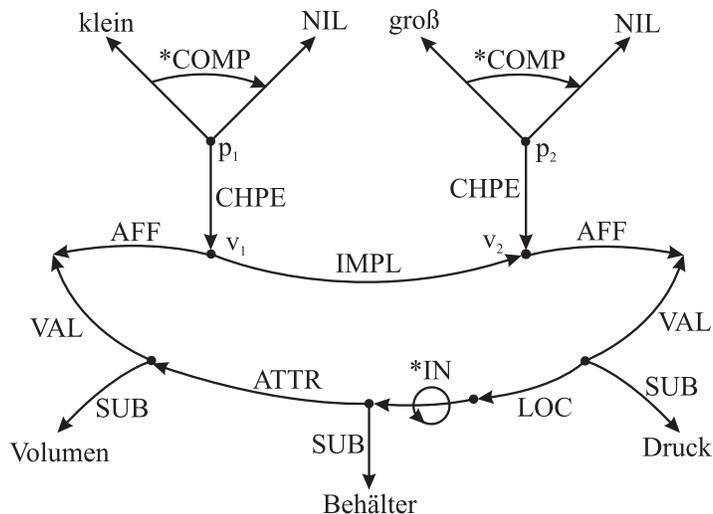


Abbildung 6.5. Beziehung zwischen Druck- und Volumenänderung als Beispiel für korrelierte Steigerungen

## 6.2 Die semantische Behandlung der Komparation

### 6.2.1 Der Positiv

Bei der Steigerung graduierbarer Eigenschaften kann man auf semantischer Ebene wie auf grammatischer Ebene drei Stufen unterscheiden: die Grundstufe (den **Positiv**), den **Komparativ** als erste Steigerungsstufe und den **Superlativ** als zweite Steigerungsstufe.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Wir wollen uns hier auf graduierbare Eigenschaften (Sorte: *gq*) beschränken, obwohl auch Vergleiche mit totalen Eigenschaften möglich sind: „weiß wie Schnee“, „tot wie ein Stein“ usw. Das zeigt aber nur, daß eine lebendige Sprache Ausdrucksmittel zuläßt, die letztlich nicht starr zu behandeln sind. Zum einen hat man es bei Farbeigenschaften mit unscharfen Begriffen zu tun, was auch „Steigerungen“ derselben möglich macht (wie in dem Werbeslogan „Weißer geht’s nimmer!“), zum anderen gestatten es bestimmte Stilmittel, durch Vergleiche von Eigenschaften diese besonders plastisch zu machen (z.B. „still wie im Grab“). Diese sprachlichen Feinheiten können hier nicht weiter verfolgt werden.

Wie wir bereits in Abschn. 4.3.2 festgestellt hatten, enthält schon der Positiv graduierbarer Eigenschaften ein Vergleichsmoment. Was „groß“ oder „klein“ bedeuten, kann nur bei gleichzeitigem Bezug auf eine entsprechende Vergleichsklasse festgestellt werden (in Abschn. 4.3.2 hatten wir eine „eine große Fliege“ und „ein kleines Tier“ gegenübergestellt, vgl. Abb. 4.10).

Ein positiver Vergleich kann aber auch durch Verwendung von Vergleichskonjunktionen, wie „so ... wie“, „ebenso/genauso ... wie“ beschrieben werden. Dadurch wird die Gleichheit von Entitäten bezüglich eines bestimmten Merkmals zum Ausdruck gebracht (s. Abb. 6.6).

Um die nachfolgenden Ausführungen und die Darstellungen in Abb. 6.6 zu verstehen, sei daran erinnert, daß die Polarität von Eigenschaften ein geradezu charakteristisches Element der Sorte *gq* ist (vgl. die Relationen **COMPL** und **CONTR**), wobei man einen negativen und einen positiven Pol unterscheiden kann (jeweils das erste bzw. das zweite Argument in den nachfolgenden Ausdrücken).

Beispiele: (kurz      **CONTR** lang)  
               (schmal **CONTR** breit)  
               (leicht **CONTR** schwer)

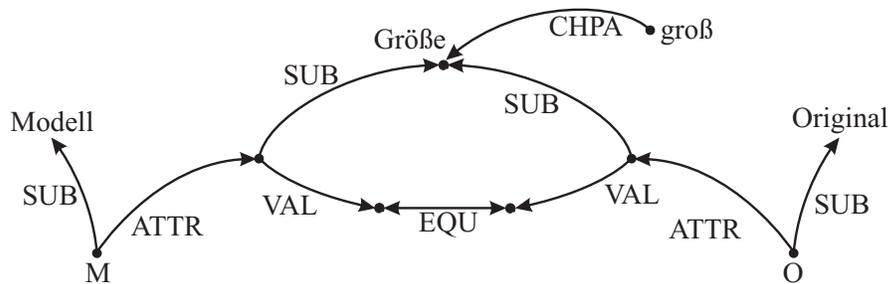
Typisch für meßbare Eigenschaften ist es, daß quantitative Angaben immer mit der Eigenschaft am positiven Pol gebildet werden („3 mm groß“ aber nicht „3 mm klein“ oder „500 g schwer“ aber nicht „500 g leicht“ usw.). In diesen sprachlichen Kombinationen hat die Eigenschaft am positiven Pol aber neutralen Wert und drückt nicht die höchste Ausprägung dieser Eigenschaft aus. Das Wesen der Polarität ist zu berücksichtigen, wenn Vergleiche zwischen Eigenschaftsausprägungen semantisch zu analysieren sind. Abb. 6.6 macht den Unterschied deutlich, der zwischen den folgenden Sätzen besteht.

- a) „Das Modell ist genau so groß wie das Original.“
- b) „Das Modell ist genau so klein wie das Original.“

Zunächst ist zum Ausdruck gebracht, daß der Wert des aus der Eigenschaft groß bzw. klein abgeleiteten abstrakten Merkmals (in beiden Fällen ist das Größe) gleich ist. Dabei wird die Beziehung zwischen der Eigenschaft am positiven Pol (groß) zum Merkmal (hier: Größe) direkt über **CHPA** hergestellt, während für die Eigenschaft am negativen Pol (klein) die Beziehung zu Größe über die Relationskombination **CONTR** + **CHPA** verläuft (das korrespondierende Merkmal zu polaren Begriffspaaren wie groß / klein wird immer vom positiven Pol abgeleitet).

Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß bei den meßbaren Eigenschaften der positive Pol des Antonympaares (hier groß) hinsichtlich des Ausprägungsgrades ebenso wie das Merkmal selbst (hier Größe) neutralen Charakter tra-

a) „Das Modell ist genauso groß wie das Original.“



b) „Das Modell ist genauso klein wie das Original.“

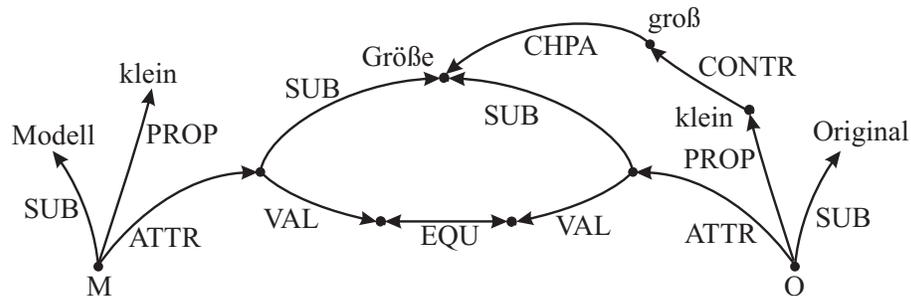


Abbildung 6.6. Positiver Vergleich und Polarität von Eigenschaften

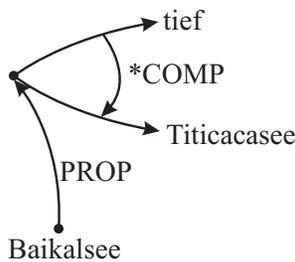
gen, d.h. der Satz a) kann auch geäußert werden, wenn Modell und Original sehr klein sind (das gleiche gilt für den als synonym anzusehenden Satz „Das Modell und das Original haben die gleiche Größe.“). Eine Phrase wie „A ist genauso groß wie B“ bedeutet nicht, daß auch nur eines der beiden Objekte A oder B groß sein muß. Aus diesem Grund darf in der Darstellung a) an den Knoten M und O auch nicht die Relation **PROP** zur Eigenschaft groß angeschlossen werden. Im Gegensatz dazu kommt im Beispiel b) sehr wohl zum Ausdruck, daß Modell und Original klein sind, d.h. bei Verwendung der am negativen Pol des Antonympaares stehenden Eigenschaft (hier klein) ist diese für sich genommen tatsächlich zutreffend und deshalb über **PROP** an die verglichenen Entitäten anzuschließen.

## 6.2.2 Der Komparativ

Der Komparativ als erste Steigerungsstufe einer Eigenschaft bringt eine Ungleichheit von Eigenschaften - genauer: einen höheren Ausprägungsgrad der komparierten Eigenschaft zum Ausdruck. Diese Eigenschaftssteigerung wird durch Vergleich mit bestimmten Objekten spezifiziert. Für seine semantische Repräsentation stehen die Funktion **\*COMP** und die Relationen **MIN** bzw. **MAJ** (für den quantitativen Vergleich) zur Verfügung. In der natürlichen Sprache entspricht dieser semantischen Komparation die Bildung des Komparativs als spezielle Wortform im Bereich der Adjektive bzw. Adverbien. Nicht alle Adjektive / Adverbien sind steigerbar (z.B. haben „tot“, „leer“, „rund“, „eckig“, „ledig“, „rot“, „gelb“, „grün“ usw. keine Komparativformen), und nur von wenigen „echten“ Adverbien (wie „bald“  $\Rightarrow$  „eher“, „gern“  $\Rightarrow$  „lieber“ u.a.) bzw. Partizipien („naheliegend“  $\Rightarrow$  „näherliegend“ u.a.) lassen sich Komparativformen bilden.

Über Eigenschaften, die nicht graduiert werden können, sind im Prinzip auch keine Vergleichsaussagen möglich. Beispiele für die Repräsentation von Steigerungen sind in Abb. 6.7 angeführt. Bei der quantitativen Komparation bedeutet das Wort „größer“ eine Umschreibung der Relation **MIN**, so daß in der semantischen Darstellung nicht etwa die Eigenschaft groß auftreten darf (s. Bildteil b).

a) „Der Baikalsee ist tiefer als der Titicacasee.“



b) „Blei hat eine um  $3,6 \text{ g/cm}^3$  größere Dichte als Eisen.“

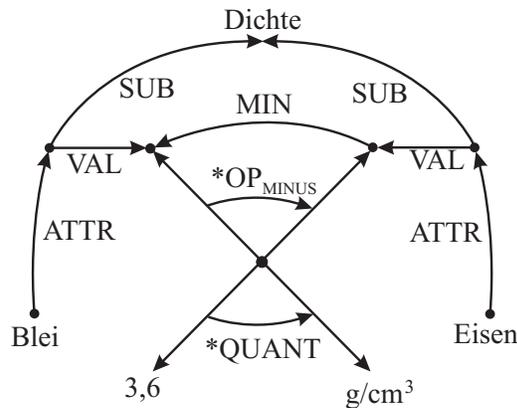


Abbildung 6.7. Qualitative und quantitative Komparation

Die Funktion **\*COMP** kann auch benutzt werden, um die lexikalischen Beziehungen zwischen den verschiedenen Formen unregelmäßig gesteigerter Adjektive herzustellen, z.B.:

gut	(Positiv);	besser = ( <b>*COMP</b> gut NIL)	(Komparativ)
viel	(Positiv);	mehr = ( <b>*COMP</b> viel NIL)	(Komparativ).

Von F. Kiefer wurde das Problem der mit Komparativsätzen verknüpften Präsuppositionen untersucht [109]. Auch er hebt hervor, daß sich aus gesteigerten Eigenschaften, die am positiven Pol liegen, nicht auf die Eigenschaft selbst schließen läßt. Beispiel:

$$(6.4) \quad \begin{array}{l} \text{„Peter ist } \underline{\text{größer}} \text{ als Bernd.“} \\ \text{+ Pol} \end{array} \quad \left\{ \begin{array}{l} \not\rightarrow \text{„Peter ist groß.“} \\ \not\rightarrow \text{„Bernd ist groß.“} \end{array} \right.$$

Demgegenüber läßt sich nach Kiefer sehr wohl aus der Zuordnung einer am negativen Pol liegenden, gesteigerten Eigenschaft auf das Vorhandensein der ungesteigerten Eigenschaft bei den entsprechenden Objekten schließen. Beispiel:

$$(6.5) \quad \begin{array}{l} \text{„Lena ist } \underline{\text{häßlicher}} \text{ als Julia.“} \\ \text{- Pol} \end{array} \quad \left\{ \begin{array}{l} \rightarrow \text{„Lena ist häßlich.“} \\ \rightarrow \text{„Julia ist häßlich.“} \end{array} \right.$$

Mit den Darstellungsmitteln von MultiNet ließe sich die Kiefersche Behauptung etwa wie folgt allgemein darstellen:

$$\bullet (o_1 \text{ PROP } (*\text{COMP } p_+ o_2)) \not\rightarrow (o_1 \text{ PROP } p_+) \quad (27)$$

$$\bullet (o_1 \text{ PROP } (*\text{COMP } p_+ o_2)) \not\rightarrow (o_2 \text{ PROP } p_+) \quad (28)$$

mit  $p_+$  Eigenschaft am positiven Pol.

$$\bullet (o_1 \text{ PROP } (*\text{COMP } p_- o_2)) \rightarrow (o_1 \text{ PROP } p_-) \quad (29)$$

$$\bullet (o_1 \text{ PROP } (*\text{COMP } p_- o_2)) \rightarrow (o_2 \text{ PROP } p_-) \quad (30)$$

mit  $p_-$  Eigenschaft am negativen Pol.

Während die in den ersten beiden Formeln (27) und (28) enthaltenen Aussagen zweifelsohne zutreffen, muß doch die Allgemeingültigkeit der letzten beiden Formeln (29) und (30) angezweifelt werden. Es ist zwar richtig, daß diese für Eigenschaften wie  $p_- = \text{arm}$ ,  $p_- = \text{häßlich}$ ,  $p_- = \text{faul}$  u.a. gelten (wobei man allerdings auch hier bei (30) schon Bedenken anmelden kann; heißt „Peter ist fauler als Bernd“ wirklich, daß Bernd „faul“ ist?). Für Eigenschaften wie  $p_- = \text{leicht}$ ,  $p_- = \text{klein}$  gelten beide Formeln (29) und (30) u.E. nicht uneingeschränkt. Man kann sehr wohl von zwei großen Menschen sagen, daß einer

„etwas kleiner“ als der andere sei oder von zwei immerhin noch schweren Gegenständen, daß der eine „leichter“ als der andere sei usw. Demgegenüber ist es (in Übereinstimmung mit Kiefer) nicht möglich, von N. Rockefeller und P. Getty zu behaupten, daß der eine „ärmer“ als der andere sei, weil das implizieren würde, daß beide arm sind. Es wird die These vertreten, daß die Formeln (29) und (30) für quantifizierbare Eigenschaften nicht (oder bestenfalls als Default-Annahme) gelten, während sie für die übrigen steigerbaren Eigenschaften zutreffen. Hier sind aber noch weitere Untersuchungen nötig.

Eine Erscheinung, die nur vor dem Hintergrund der Polarität von Eigenschaften verstanden werden kann, ist der sogenannte **absolute Komparativ** (z.B. „ein älterer Herr“). Dieser bringt keinen Vergleich von Objekten zum Ausdruck. Es läßt sich auch nicht aus der gesteigerten Eigenschaft (hier: „älter“) auf die Eigenschaft selbst schließen (ein „älterer Herr“ ist kein „alter Herr“). Der absolute Komparativ beschreibt lediglich eine deutliche Verschiebung einer Eigenschaft gegenüber dem Gegenpol dieser Eigenschaft (hier: jung) in Richtung auf den durch die gesteigerte Eigenschaft selbst bezeichneten Pol (hier: alt), mit anderen Worten ein „älterer Herr“ ist nicht mehr jung aber noch nicht alt.<sup>4</sup> Eine weitere wesentliche Eigenschaft ist die **Transitivität** des Komparativs, die durch folgendes Axiom zum Ausdruck gebracht werden kann:

$$\bullet (o_1 \text{ PROP } (*\text{COMP } p \ o_2)) \wedge (o_2 \text{ PROP } (*\text{COMP } p \ o_3)) \rightarrow (o_1 \text{ PROP } (*\text{COMP } p \ o_3)) \quad (31)$$

Beispiel:

(6.6) Aus „Peter ist größer als Bernd.“  
und „Bernd ist größer als Günter.“  
folgt: „Peter ist größer als Günter.“

Es muß darauf hingewiesen werden, daß Axiome wie (31) nur für semantische Tiefenstrukturen gelten und nicht gedankenlos auf Oberflächenstrukturen angewendet werden dürfen. Andernfalls kommt man zu völlig falschen Aussagen, worauf bereits Patzig aufmerksam gemacht hat ([146], S. 30). So kann man nicht aus „Niemand ist größer als Peter.“ und dem ersten Satz oben auf „Niemand ist größer als Bernd.“ schließen (das geht schon daraus hervor, daß „niemand“ zwar grammatisch die Stelle eines Nomens vertritt, aber semantisch kein reales Objekt ist, s. Abschn. 8.2).

<sup>4</sup> Brinkmann ([30], S. 120) schreibt bezüglich des absoluten Komparativs: „Weil der Vergleich sich am Gegenpol orientieren kann, ist es möglich, daß die Vergleichsstufe einen geringeren Grad als die Grundstufe des Adjektivs bezeichnet.“

Ein besonderes Merkmal der meisten Komparativsätze ist ihr **elliptischer Charakter**, d.h. sie können durch das Weglassen von Satzteilen bzw. durch Zusammenziehen von Sätzen entstanden gedacht werden. Beispiel:

(6.7) „*Er läuft wie ein Blitz.*“

müßte eigentlich lauten:

(6.8) „*Er läuft so schnell, wie ein Blitz niederfährt.*“

Besonders häufig wird der Vergleichsrahmen bei der Bildung von Komparativ bzw. Superlativ weggelassen, wenn er sich aus dem sprachlichen Kontext, aus der Situation heraus oder aus dem Hintergrundwissen ergibt. Für das FAS entsteht somit das sehr schwierige Problem der (u.U. automatischen) Ergänzung der weggelassenen Satzteile. Dieses Problem ist generell noch nicht gelöst. Hierfür sind noch intensive Forschungsarbeiten nötig. Zur Illustration der Schwierigkeiten seien folgende Paare von Sätzen angegeben, wobei der erste immer den sprachlichen Kontext, der zweite den elliptischen Satz und die in Klammern stehende Phrase den zu ergänzenden Vergleichsrahmen angeben.

(6.9) „*Peter lief 1977 die 100 m noch in 12,0 Sekunden.*“

(6.10) „Jetzt läuft Peter schneller.“ (als 1977)

(6.11) „*Paul war Peter bisher immer im 100 m-Lauf überlegen.*“

(6.12) „Jetzt läuft Peter schneller.“ (als Paul)

(6.13) „*Peter hätte niemals geglaubt, daß er die 100 m-Distanz in 12,0 Sekunden laufen würde.*“

(6.14) „Jetzt läuft Peter sogar noch schneller.“ (als er jemals geglaubt hätte / als 100 m in 12,0 Sekunden)

Ein enger Zusammenhang besteht auch zwischen Komparation und Negation (vgl. Abschn. 8.2), und zwar in der Weise, daß bei jeder Komparativ- bzw. Superlativbildung einer Eigenschaft zugleich das Nicht-Zutreffen der gesteigerten Eigenschaft für die im Vergleichsrahmen angegebenen Entitäten mitgesetzt ist. Beispiele:

(6.15) „*Es ist kälter geworden.*“ → „*Gestern/vorhin war es nicht so kalt.*“

(6.16) „*Der Algorithmus A\* ist am effektivsten.*“ → „*Die anderen (in Frage kommenden) Algorithmen sind nicht so effektiv.*“

Diese Zusammenhänge lassen sich auch in Axiomen festhalten, deren Anwendung allerdings voraussetzt, daß der Vergleichsrahmen entweder direkt aus dem Satz hervorgeht oder automatisch aus diesem erschlossen werden kann.

Eine **zunehmende Steigerung**, die in der Oberflächenstruktur durch ⟨Komparativ⟩ + „werden“ oder „immer“ + ⟨Komparativ⟩ beschrieben wird, ist in der

Tiefenstruktur mit Hilfe der Relation **CHPE** und der Funktion **\*COMP** darzustellen (vgl. Abb. 6.8).

Als Vergleichsrahmen ist hier jeweils der vorhergehende Zeitpunkt einzutragen. Beispiel:

(6.17) „Der Motor lief immer schneller.“

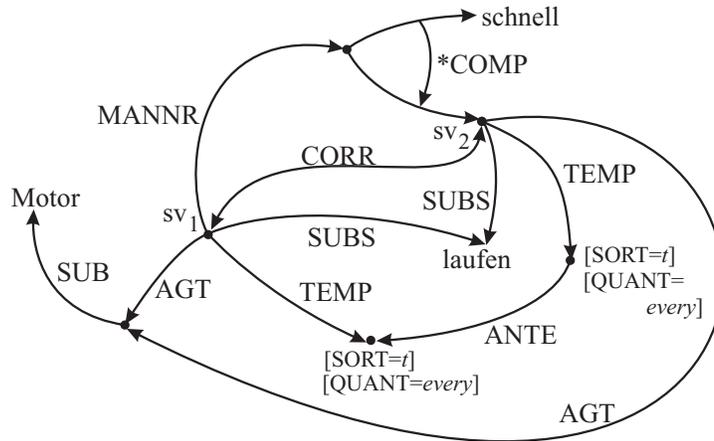


Abbildung 6.8. Das Anwachsen von Eigenschaften und der Komparativ

Die **Verstärkung des Komparativs** durch „weit“, „bei weitem“, „weitaus“, „viel“ wird mit Hilfe der Funktionen **\*MODP** und **\*COMP** dargestellt (Analoges gilt für die Verstärkung des Superlativs mit „weitaus“, „bei weitem“ usw.). Beispiel (s. Abb. 6.9a):

(6.18) „viel tiefer als die Ostsee“ ↔ (**\*MODP** viel (**\*COMP** tief, Ostsee)).

Schließlich kann noch **der zu hohe Grad** einer Eigenschaft durch die Adverbien „zu“, „allzu“ ausgedrückt werden (s. Abb. 6.9b). Der Vergleichsrahmen wird dabei durch eine Bezugssituation (Relation **CTXT**), einen Zweck (Relation **PURP**) oder eine Bestimmung (Relation **BENF**) definiert, deren automatische Erschließung die derzeitigen Möglichkeiten eines technisch realisierten FAS aber überschreitet.

### 6.2.3 Der Superlativ

Der Superlativ bringt den höchsten Steigerungsgrad einer Eigenschaft innerhalb eines bestimmten Vergleichsrahmens zum Ausdruck. Er kann ebenso wie

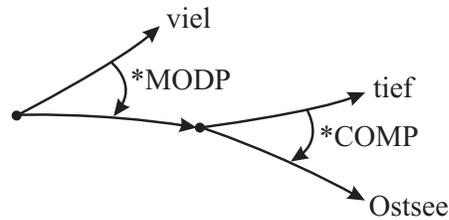
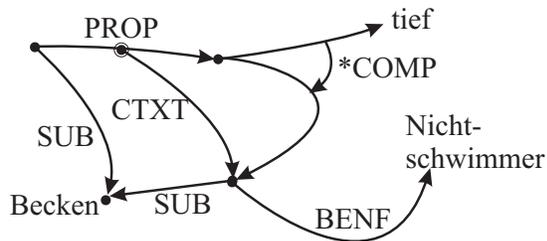
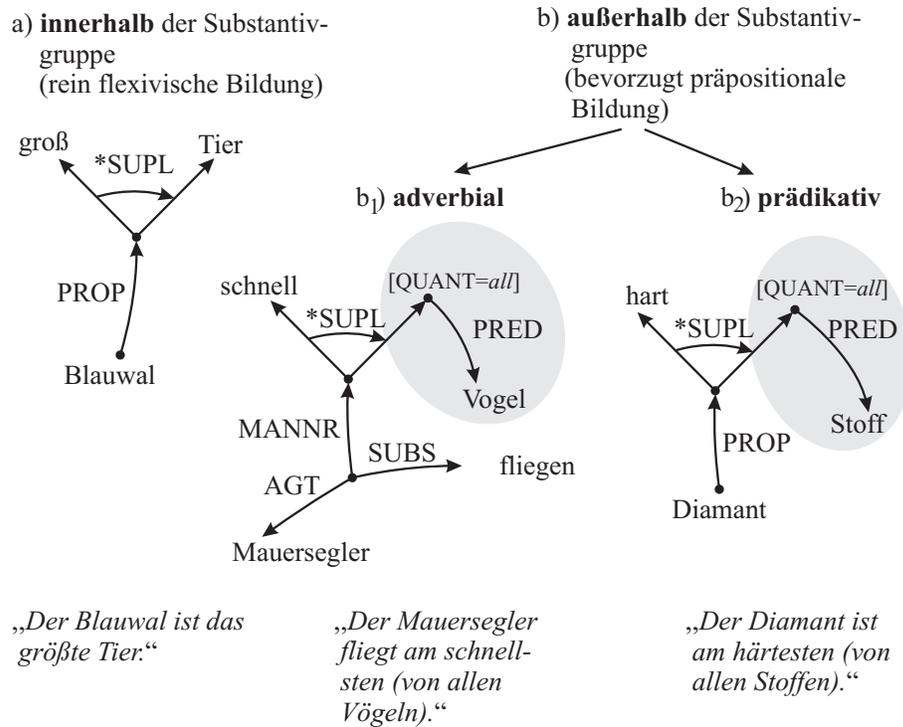
a) „*viel tiefer als die Ostsee*“b) „*Das Becken ist zu tief für Nichtschwimmer.*“

Abbildung 6.9. Modifizierungen des Komparativs

der Komparativ nur von graduierbaren Eigenschaften, d.h. Eigenschaften die einer Abstufung fähig sind, gebildet werden. Der Superlativ als grammatische Form tritt im Satz sowohl innerhalb der Substantivgruppe als auch außerhalb derselben auf (s. Abb. 6.10).

Wenn man nur die Verwendung des Superlativs innerhalb einer Substantivgruppe (d.h. seinen attributiven Gebrauch) im Auge hat, so liegt es nahe, den Superlativ als Objekt-erzeugende Funktion  $*\text{SUPL}' : gq \times [\bar{o} \cup \ddot{o}] \rightarrow o$  zu deuten, die aus einer Klasse von Objekten (einer Begriffsextension oder einer Gesamtheit) das Element auswählt, das die stärkste Ausprägung einer gegebenen Eigenschaft  $p$  besitzt. Diese Darstellung hätte aber zur Folge, daß präpositionale Bildungen des Superlativs im adverbialen Gebrauch (wie in „*Der Porsche fährt am schnellsten.*“) eine andere Darstellung verlangen würden. Im Interesse einer einheitlichen semantischen Repräsentation des Superlativs, die unabhängig von seiner Einbettung in die Oberflächenstruktur ist, wird deshalb die einheitliche Deutung des Superlativs als eigenschaftserzeugende Funktion:  $*\text{SUPL} : gq \times [\bar{o} \cup \ddot{o}] \rightarrow tq$  bevorzugt (s. Abb. 6.10). Diese Deutung gestattet es, zusätzliche Axiome einzusparen und die semantische Äquivalenz solcher Bildungen wie „*Der Blauwal ist das größte Tier.*“ und „*Der Blauwal ist*



**Abbildung 6.10.** Die semantische Darstellung der Superlativbildungen in der natürlichen Sprache

am größten von allen Tieren.“ bzw. „Der Diamant ist der härteste Stoff.“ und „Der Diamant ist am härtesten von allen Stoffen.“ transparenter zu machen. Darüber hinaus fügt sich diese Darstellungsweise organischer in die semantische Repräsentation der Reihe **Positiv – Komparativ – Superlativ** ein (s. Abb. 6.11).

Die Äquivalenz eines Komparativs, der sich auf alle Elemente einer Gesamtheit bezieht, mit einem Superlativ (siehe die letzten beiden Beispielsätze in Abb. 6.11) kann durch folgendes Axiom ausgedrückt werden:

- $(o \text{ PROP } (*\text{COMP } p \ e)) \wedge (g \text{ PRED } c) \wedge [\text{QUANT}(g) = \text{all}]$   
 $\wedge [e_{\text{EXT}} = (*\text{DIFF } g_{\text{EXT}} \ o_{\text{EXT}})] \rightarrow (o \text{ PROP } (*\text{SUPL } p \ c)) \quad (32)$

„Der Blauwal ist  
groß.“

„Der Blauwal ist größer  
als alle anderen Tiere.“

„Der Blauwal ist  
das größte Tier.“

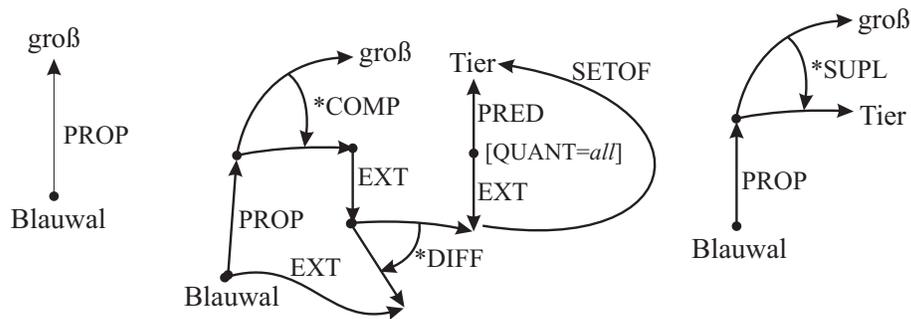


Abbildung 6.11. Positiv, Komparativ und Superlativ im Vergleich

Bezüglich der Darstellung des **absoluten Superlativs** (auch **Elativ** genannt<sup>5</sup>), der keinen Vergleich sondern nur einen sehr hohen Ausprägungsgrad einer Eigenschaft zum Ausdruck bringt, sei nur vermerkt, daß dieser ebenfalls mit der Funktion **\*SUPL** und einem Platzhalter NIL für das zweite Argument dieser Funktion (dem Vergleichsrahmen) dargestellt wird.

Die gleiche Darstellung wird bei einem Superlativ gewählt, der zwar einen Vergleich ausdrückt, dessen Vergleichsrahmen im Satz aber nicht spezifiziert ist (s. Abschn. 6.2.2 über den elliptischen Charakter von Vergleichssätzen). So wäre in Abb. 6.10 in den Beispielen b<sub>1</sub> und b<sub>2</sub> jeweils der mit grauer Schattierung unterlegte Teil in der Darstellung durch NIL zu ersetzen, wenn die entsprechenden in Klammern stehenden Satzteile nicht angegeben worden wären. Auch **Zusammensetzungen** von (Substantiv oder Adjektiv) + Positiv der zu steigernden Eigenschaft können einen sehr hohen Grad zum Ausdruck bringen; z.B. **totsicher** = (**\*MODP** absolut sicher), **blitzschnell** = (**\*MODP** außerordentlich schnell), **steinreich** = (**\*MODP** unbeschreiblich reich) usw.

<sup>5</sup> Unter dem Elativ versteht man die Steigerungsstufe des Adjektivs, die dem Superlativ entspricht aber ohne äußeren Vergleichsrahmen gebildet wird. Im Deutschen mit „sehr“, „überaus“, „äußerst“, „außerordentlich“ und ähnlichen Gradatoren gebildet.

## Kapitel 7

# Raum-zeitliche Charakterisierung von Entitäten

### 7.1 Allgemeines zu Raum und Zeit

Aufgrund der Komplexität der Phänomene **Raum** und **Zeit** und der bereits über 2000 Jahre währenden philosophischen Auseinandersetzungen um diese Begriffe können hier nur einige Aspekte gestreift werden. Bezüglich der tiefergehenden philosophischen Probleme, für welche u.a. die bereits im Altertum geführten Diskussionen um die Zenonschen Paradoxien charakteristisch sind, muß auf die Literatur verwiesen werden (s. z.B. [54], [37], [68], [36]).

Vom naturwissenschaftlichen Standpunkt, insbesondere aufgrund der Ergebnisse der Physik des 20. Jahrhunderts, ist anzunehmen, daß Raum und Zeit keine absoluten Gegebenheiten sind. Ihnen kommt also genau genommen nicht der gleiche ontologische Status zu wie Objekten oder Ereignissen. Trotzdem denkt und spricht der Mensch so, als wären Lokationen und Zeiten objektive Gegebenheiten, in die hinein Objekte bzw. Ereignisse eingebettet werden.

Beispiele:

(7.1) *„Er hängt die Lampe in die linke obere Ecke des Zimmers.“*

(7.2) *„Im Weltraum gibt es eine Hintergrundstrahlung von 2.7° Kelvin.“*

(7.3) *„Das Klassentreffen fällt in die Weihnachtszeit.“*

Man kann annehmen, daß erkenntnistheoretisch und auch in der Geistesgeschichte der Menschheit Objekte bzw. Ereignisse (d.h. die Veränderung von Objekten) das Primäre sind und Raum bzw. Zeit das Sekundäre. Mit wachsendem Abstraktionsvermögen, mit zunehmender Rolle von Raum- und Zeitmessungen durch Maßstäbe, Uhren und Kalender haben aber Zeit und Raum kognitiv immer größere Selbständigkeit erlangt. So erscheint heute wahrscheinlich die Zeit im Vergleich zu Ereignissen vielen Menschen kognitiv als das grundlegendere Konzept, mit dem sich sehr leicht Veränderungen, Beginn und Ende von Ereignissen, Nachfolgerelationen zwischen Ereignissen usw. angeben las-

sen.<sup>1</sup> Analoges gilt für die kognitive Selbständigkeit des Raums, kann man doch scheinbar einzelne Objekte aus dem Raum entfernen, ohne daß der anschauliche Raum verlorengeht.<sup>2</sup>

Auch hinsichtlich ihrer intensionalen Deutungen unterscheiden sich lokale und zeitliche Angaben von Objekten bzw. Ereignissen. Durch Lokalangaben, wie „*unter dem Tisch*“ (eine Raumregion), werden andere Vorstellungen stimuliert und andere Assoziationen ausgelöst, als durch Objektbezeichnungen, wie z.B. „*der Tisch*“ (ein Gegenstand). Auch Zeitangaben wie „*im Januar*“/„*in der Weihnachtszeit*“ lösen jeweils eigene Vorstellungen beim Menschen aus (z.B. Assoziationen zu Schnee oder Ferien), was eine kognitive Autonomie dieser Konzepte belegt.

Insgesamt spiegelt sich die Eigenständigkeit von Raum- und Zeitbegriffen in praktisch allen ontologischen Systemen bzw. Betrachtungen wider – sei es im Rahmen der Linguistik [45], [102], der Logik [206], [57] oder der Künstlichen Intelligenz [123], [92].

Auch Newton gelangte zu einer absoluten Raum- und Zeitauffassung, was geradezu als ein Beleg für den genannten Sachverhalt angeführt werden kann, da diese (aus heutiger physikalischer Sicht) „naive“ Auffassung der menschlichen Denkweise näher zu stehen scheint, als die zwar umfassender gültige, aber nur mit abstrakten mathematischen Beschreibungen verstehbare allgemeine Relativitätstheorie Einsteins. Es ist durchaus einleuchtend, daß wissenschaftsgeschichtlich der intuitiv naheliegendere absolute Raum- und Zeitbegriff zuerst als gültig angenommen wurde, bevor sich die heutige naturwissenschaftliche Auffassung durchsetzen konnte. Man muß sich aber bewußt sein, daß zwischen der Raum-Zeit-Auffassung der modernen Physik und der kognitiven Rolle von Raum und Zeit sowie ihrer Widerspiegelung in der Sprache bzw. in Wissensrepräsentationen ein erheblicher Unterschied besteht. Dieser drückt sich auch darin aus, daß man in der kosmologischen bzw. relativistischen Physik von einer kompakten **Raum-Zeit** als Einheit spricht (s. hierzu z.B. [80]), während psychologisch Raum und Zeit eher als getrennte Erfahrungsbereiche anzusehen sind.

Auch die Perzeption räumlicher und zeitlicher Gegebenheiten ist nicht mit den physikalischen Auffassungen von Raum und Zeit identisch (perspektivische Raumwahrnehmung, Gestaltwahrnehmung, psychologische Zeitdehnung

<sup>1</sup> Interessanterweise kommen auch Autoren, die den Zeitbegriff sekundär über Äquivalenzklassen von Ereignissen definieren, nicht ohne den Begriff der Gleichzeitigkeit aus, [60], S. 224.

<sup>2</sup> Freilich funktioniert das Gedankenexperiment nicht für die Entfernung aller Objekte. Analoges gilt für die Zeit. Wenn man sich vorstellt, daß einige Ereignisse aus einer Gesamtheit von Ereignissen wegfallen, verschwindet nicht die Zeit. Wenn man sich aber eine ereignislose Welt vorstellt, dann hat in dieser Welt die Zeit keinen Platz.

bei Langeweile, subjektive Zeitkomprimierung bei hoher Ereignisdichte usw.), vgl. hierzu auch [207], [133].

In einem Wissensrepräsentationssystem, das kognitive Gegebenheiten modelliert, die wesentlich von Alltagserfahrungen des Menschen geprägt sind, werden Raum und Zeit als Bezugssysteme angesehen, die durch die gegenseitige Anordnung von Objekten (Raum) bzw. Ereignissen (Zeit) bestimmt werden. Dabei ist der Raum in drei Richtungen (Dimensionen) ausgedehnt; er ist auch in kognitiver Hinsicht homogen und isotrop, wie das in der klassischen Physik schon postuliert wurde. Demgegenüber ist die Zeit nur in einer Richtung ausgedehnt; sie ist wie der Raum homogen, aber nicht isotrop, d.h. es gibt wegen der Irreversibilität bestimmter Vorgänge eine ausgezeichnete Richtung von der Vergangenheit über die Gegenwart in die Zukunft.

Die Begriffe **Raum** und **Zeit** sind erkenntnistheoretisch durch eine besondere Dialektik einander widersprechender Aspekte charakterisiert:

- **Raum**

Einerseits ist eine geschlossene Raumvorstellung nicht möglich, ohne eine Gesamtheit von Objekten als eine den Raum aufspannende Einheit zu begreifen (das Universum, das Sonnensystem, die Erde, ein Wohnzimmer, das Atom usw.).

Andererseits wäre es nicht möglich, Lage und Abstandsbeziehungen (insbesondere Raummaße) zu definieren, ohne ein Ganzes in *räumlich getrennte* Teile zu zerlegen oder die Verschiedenartigkeit der Elemente eines Ensembles von Objekten herauszuheben.

- **Zeit**

Einerseits bestimmt die Irreversibilität vieler Prozesse, insbesondere der Lebensprozesse, wesentlich die menschliche Zeitauffassung und ihre Strukturierung in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft.

Andererseits beruht die Zeitmessung ganz wesentlich auf dem Vorhandensein reversibler Prozesse und wäre ohne periodische Vorgänge (Erdrotation, Bewegung eines Uhrpendels, Schwingungen von Atomen usw.) nicht denkbar.

## 7.2 Lokale Beziehungen

Es gibt im wesentlichen zwei verschiedene Vorgehensweisen, räumliche Konzepte zu modellieren: eine geometrische, am Bildhaften orientierte Methode und eine logisch-symbolische Methode (s. Tab. 7.1).

	<b>Methode I</b>	<b>Methode II</b>
Darstellungsform Formalismus Aspekt Operation	geometrisch-bildhafte Darstellung (analog) Geometrie quantitativer Aspekt Berechnung (Basis: Koordinatensystem)	symbolische Darstellung (diskret)  Logik qualitativer Aspekt Inferenz (Basis: Formelmenge)
Vorteile	Effizienz der Berechnung;  Vollständigkeit und Genauigkeit der Beschreibung	(relativ) leicht aus NL-Beschreibung zu gewinnen; die den räumlichen NL-Beschreibungen inhärente Vagheit und Unvollständigkeit muß nicht aufgelöst werden; automatische Gewinnung der Darstellungen für sehr diverse Bereiche möglich
Nachteile	sehr weit von NL-Beschreibungen entfernt; komplette Modellierung immer nur für eingeschränkte Bereiche	aufwendige Deduktionen erforderlich; kontinuierliche Übergänge schwer modellierbar

**Tabelle 7.1.** Vergleich von Methoden zur Behandlung räumlicher Gegebenheiten

Der Mensch ist offensichtlich in der Lage, mit beiden Methoden der Modellierung zu arbeiten.<sup>3</sup> Dabei ist es ihm im Bereich der Methode I sowohl möglich, geometrische Berechnungen vorzunehmen, als auch in rein bildlichen Vorstellungen (sozusagen durch inneres Schauen) räumliche Zusammenhänge zu begreifen bzw. zu verarbeiten.<sup>4</sup> Für den Computer und die Künstliche Intelligenz ist die letztgenannte Vorgehensweise vorerst noch nicht zugänglich. Auch in spatiotemporalen Datenbanken wird das Raumkonzept vorwiegend geometrisch bzw. topologisch definiert (s. [1]). Wegen der größeren Nähe zur natürlichen Sprache (vgl. Tab. 7.1) wird in MultiNet die Methode II bevorzugt, wobei die Angaben in dieser Tabelle nur tendenziell zu verstehen sind, da es in MultiNet durchaus möglich ist, mit quantitativen Bestimmungen zu operieren (s. Funktionen \*QUANT, \*OP<sub>j</sub>).

Miller und Johnson-Laird [139] haben Raumkonzepte aus psychologischer Sicht untersucht und vorgeschlagen, lokale Präpositionen durch perzeptuelle Schemata zu erklären, die zwar prädikatenlogisch notiert werden, aber mit einer prozeduralen Semantik unterlegt sind (Suche in räumlichen Regionen). Als

<sup>3</sup> Z.B. das miteinander Verknüpfen von räumlichen Begriffen, wie *nah* und *fern*, vs. Schätzung oder Messung von Abständen.

<sup>4</sup> Man denke daran, wie der Mensch Fragen folgender Art behandelt: „*Wo steht der Schreibtisch in deinem Zimmer?*“ Hier geschieht keine Berechnung und keine logische Inferenz. Der Gefragte läßt das Zimmer vor seinem „inneren Auge“ entstehen und „liest“ die entsprechenden räumlichen Gegebenheiten ab.

allgemeine Form der Definition der Semantik lokaler Präpositionen kann nach [139] das nachfolgende Schema (33) angesehen werden:

- LOC-REL( $x, y$ ) mit LOC-REL: lokale Beziehung (33)
  - $x$  : Referent (**Target object**)
  - $y$  : Relatum (**Landmark**)
  - ⟨Conditions over  $x, y$ ⟩

Dabei werden die als letzte Komponente angegebenen Bedingungen (Conditions in (33)) mit Hilfe von perzeptiv als elementar anzusehenden Prädikaten definiert. Hierzu gehören z.B.:

- Adjcent( $x, y$ ) – „ $x$  und  $y$  berühren sich“,
- Incl( $x, y$ ) – „ $x$  ist räumlich in  $y$  enthalten“,
- Part( $x, y$ ) – „ $x$  ist Teil von  $y$ “ u.a.

Der Referent (**Target object**) ist die Entität, deren räumliche Position zu bestimmen ist, und das Relatum (**Landmark**), ist dasjenige Objekt, das zur Bestimmung der durch die Präposition auszuwählenden Raumregion dient. Als Beispiel für eine konkrete Präpositionsdeutung sei die folgende Definition für die Präposition „in“ angeführt (loc. cit. S. 385; vgl. hierzu auch Abb. 7.4):

- IN( $x, y$ ): A referent  $x$  is „in“ a relatum  $y$  if:  
 $[Part(x, z) \ \& \ Incl(z, y)]^5$  (34)

Für das Begriffspaar „Referent – Relatum“ werden in der Literatur auch die aus der Gestaltpsychologie entlehnten Termini „Figure – Ground“ verwendet [96].

In MultiNet wird die Bedeutung von lokalen Präpositionen nicht allgemein als Relation sondern noch etwas schärfer als Funktion aufgefaßt, die einem gegebenen Objekt (im Falle von „zwischen“ einer Menge von Objekten) eine Raumregion nach folgendem Schema zuordnet (s. die Beschreibung der Funktionsfamilie \*FLP<sub>j</sub>):

- \*LOC-FKT: ⟨Objekt⟩ → ⟨Lokation⟩ (35)

Nach dieser Semantikauffassung stellen die meisten lokalen Präpositionen (wie „an“, „auf“, „in“, „unter“ usw.) primär nicht Beziehungen zwischen Objekten her, sondern sie sind als Funktionen zu deuten, die aus einem Objekt eine Lokation erzeugen.<sup>6</sup>

<sup>5</sup> Dieser Ausdruck ist so zu deuten, daß „ $x$  in  $y$ “ gilt, wenn  $x$  einen Teil  $z$  besitzt, der räumlich in  $y$  enthalten ist. Dabei bleibt offen, wie groß dieser Teil sein muß (man vergleiche „Die Rosine im Kuchen“ und „Der Löffel in der Tasse“).

<sup>6</sup> Auf die Besonderheit direktonaler Präpositionen, wie „nach“, „aus (heraus)“, „von (her)“ kommen wir weiter unten zu sprechen.

Mit dieser Interpretation vertreten wir eine andere Positionen als sie von Bierwisch in [18] eingenommen wird, wonach den lokalen Präpositionen generell auf semantischer Ebene ein Merkmal *Dir* des Gerichtetseins zuzuordnen ist. So wird in [18], S. 7, unter Bezugnahme auf die Government and Binding Theory von Chomsky [40] die Präposition „über“ (im Sinne von „oberhalb“) wie folgt charakterisiert:

- /über/: [-V, -N, -Dir]  $\hat{y}$  [ $\hat{x}$  [x [ABOVE y]]] (36)

Im Gegensatz dazu wird in MultiNet die Auffassung vertreten, daß das Merkmal des Gerichtetseins (in [18]  $\pm$ Dir) i.a. nicht der Präposition, sondern dem Verb oder einem Nomen zukommt, das dieses Merkmal selektiert.

Beispiele:

(7.4) „in der Stadt leben“ – „das Leben in der Stadt“

(7.5) „in die Stadt fahren“ – „die Fahrt in die Stadt“

(7.6) „in den Sessel setzen“ – „im Sessel sitzen“

Ein Bedeutungsunterschied zwischen „leben“ und „fahren“ besteht darin, daß ersteres nicht mit einer Direktion kompatibel ist, während das für letzteres zutrifft. Die Kombination von „in“ und „Stadt“ in den ersten beiden Sätzen erzeugt zunächst semantisch eine Lokation (kognitiv eine Raumregion, der selbst noch keine Richtung innewohnt). Erst die Kombination mit „fahren“ bringt semantisch die Relation des „Gerichtetseins“ ins Spiel. Auch die Selektion des Kasus (in diesem Fall Dativ oder Akkusativ) wird im Deutschen nicht von der Präposition, sondern vom Gerichtetsein des die Präposition regierenden Verbs oder Deverbativums bestimmt.<sup>7</sup> Bei „setzen“ und „sitzen“ wird der Bedeutungsunterschied geradezu dadurch bestimmt, daß ersteres semantisch inhärent mit einer Direktion verbunden ist (in MultiNet durch eine fakultative Valenz mit der Relationen DIRCL ausgedrückt) und daß letzteres nicht mit der Richtungsangabe DIRCL kompatibel ist.

Da die Direktionalität inhärentes Merkmal von Verben und Nomen ist, und dort das Gerichtetsein oder Nichtgerichtetsein unbedingt zur Wortbedeutung gehört, würde die zusätzliche Angabe eines Merkmals  $\pm$ Dir bei der Präposition nur eine Verdopplung semantischer Features bedeuten (was im übrigen auch **Ockhams Rasiermesser**<sup>8</sup> widersprechen würde).

<sup>7</sup> Im Englischen oder in artikellosen deutschen Pluralkonstruktionen hätte man nicht einmal die Kasusunterscheidung um festzustellen, ob „in the cup“ oder „in Tassen“ direktional aufzufassen ist oder nicht. Erst das Verb ermöglicht diese Entscheidung: „to put it in the cup“ vs. „to be in the cup“ oder „gieße es in Tassen“ vs. „sich in Tassen befinden“.

<sup>8</sup> Entia non sunt multiplicanda praeter necessitatem. – Hier zu beziehen auf das Merkmal **Dir**.

Aus den genannten Gründen wird das Gerichtetsein bzw. Nichtgerichtetsein in MultiNet durch folgende Relationen zum Ausdruck gebracht:

- LOC** – statische Lokation, ohne Richtungsangabe
- ORIGL** – von einer Lokation weg Gerichtetsein
- DIRCL** – das auf ein lokales Ziel hin Gerichtetsein

Es gibt aber auch lokale Präpositionen, wie „nach“ in „nach Berlin“ oder „aus“ in „aus Berlin“, die direkt als Umschreibung von Relationen anzusehen sind, die eine räumliche Richtung zum Ausdruck bringen (also von **DIRCL** bzw. **ORIGL**). Bei Präpositionen, wie „in (hinein)“ (englisch: „into“) bzw. „aus (heraus)“ (englisch: „out of“) besteht die adäquate semantische Darstellung aus einer Kombination von lokaler Relation und Funktion, in diesem Fall aus **DIRCL** + \*IN bzw. **ORIGL** + \*IN (vgl. hierzu Abb. 7.1 und Tab. 7.2).

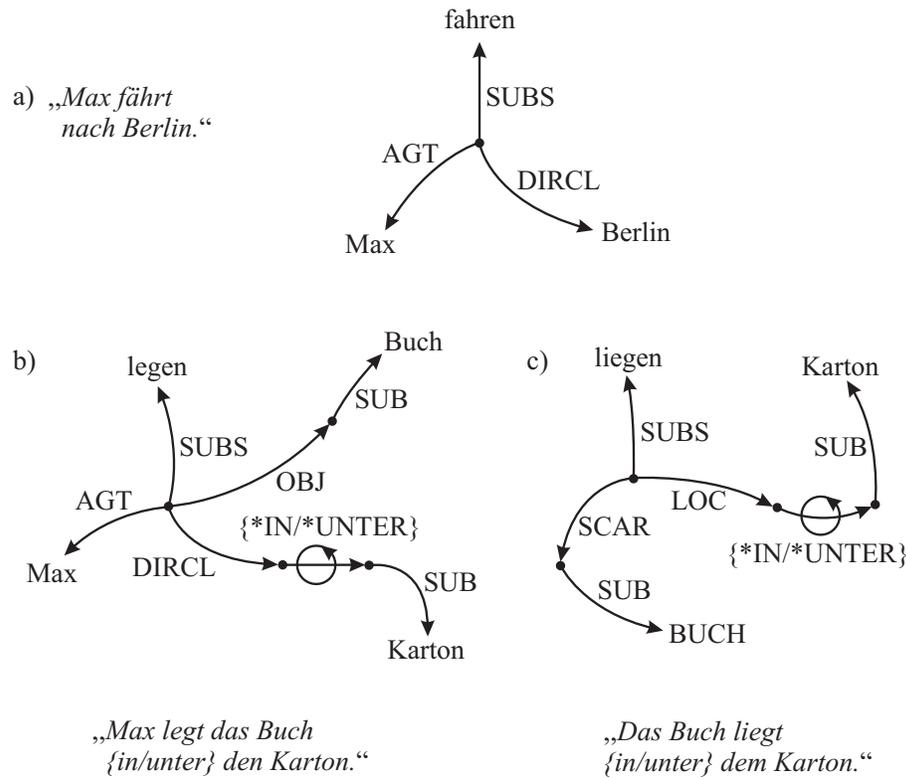


Abbildung 7.1. Die semantische Repräsentation von lokalen Präpositionen

Allgemein gesagt, werden in MultiNet räumliche Bestimmungen (wenn keine reine Relationsumschreibung vorliegt) durch eine Kombination von lokalen Relationen und Funktionen ausgedrückt:<sup>9</sup>

- die Bedeutung einer Präposition als Selektor einer Raumregion wird durch lokationserzeugende Funktionen repräsentiert, denen kein Merkmal der Direktionalität zukommt;
- Gerichtetsein oder Nichtgerichtetsein wird durch die Relationen ausgedrückt, die Objekte bzw. Situationen mit Lokationen verbinden.

Ein weiteres in der Literatur kontrovers diskutiertes Problem besteht darin, ob man lokale Angaben mit Objekten verbindet oder mit Situationen. Ersteres Vorgehen, das sicher physikalisch angemessen wäre, bezeichnet man als **Objektlokalisierung**, letzteres, das womöglich sprachlichem Verhalten nähersteht, als **Situationslokalisierung** (s. hierzu auch [152]). Zur Erläuterung sollen nachstehende Situationsbeschreibungen herangezogen werden:

Beispiele:

(7.7) „Die Mutter bäckt in der Küche einen Kuchen.“

(7.8) „Die Mutter bäckt im Ofen einen Kuchen.“

(7.9) „Viele Leute haben schon ihre Wertsachen auf einer Auktion in München verkauft.“

(7.10) „In München haben schon viele Leute ihre Wertsachen auf einer Auktion verkauft.“

(7.11) „Der Polizist beobachtete die Kinder auf der Straße.“

(7.12) „Der Polizist traf die Kinder auf der Straße.“

Diese wenigen Beispiele zeigen, daß umfangreiches semantisches Hintergrundwissen erforderlich ist, um aus einem Satz zu erschließen, welche Objekte sich wo befinden. Die Sätze (7.7) und (7.8) belegen, daß diese Entscheidung nicht allein vom Verb bestimmt wird (man muß z.B. wissen, ob sich ein Mensch in einem Ofen bzw. einer Küche befinden kann oder nicht). Sätze (7.11) und (7.12) dagegen zeigen, daß die Verbbedeutung eine wichtige Rolle spielt („Beobachten“ kann man etwas Entferntes, der Polizist muß sich nicht selbst auf der Straße befinden. „Treffen“ kann man jemand nur, wenn man sich in der gleichen Raumregion befindet, Kinder und Polizist müssen sich in diesem Fall beide auf der Straße befinden). Schließlich belegen die Sätze (7.9) und

<sup>9</sup> Den Umstand, daß die Phrase „in München“ eine geschlossene kognitive Einheit (eine Lokation) beschreibt, trägt MultiNet durch Bildung eines funktionellen Terms (\*IN München) Rechnung, der eine Entität der Sorte *l* darstellt. Dagegen haftet der Phrase „nach München“ etwas Unvollständiges an (wie einem freien Radikal in der Chemie), was in MultiNet durch  $\lambda x$  (x DIRCL München) mit offenem ersten Argument auszudrücken wäre (das ist ein offener relationaler Ausdruck, keine Entität, dem also auch keine Sorte zukommt).

(7.10) die Rolle der Wortstellung im Satz. In Situation (7.9) war sicher München der Ort der Auktion, aber weder die Wertsachen noch die Leute müssen sich selbst dort befunden haben. In Satz (7.10) bleibt die Lokationszuweisung offen, d.h. entweder die Leute oder die Auktion oder beides können in München lokalisiert gewesen sein.

Wegen der genannten Schwierigkeiten gehen wir von der These aus, daß der Mensch beim ersten spontanen Verstehen eines Satzes nicht sofort diese komplizierten semantischen Zusammenhänge auflöst und eine Lokationszuweisung für alle an der betreffenden Situation beteiligten Objekte vornimmt. Dementsprechend wird vorgeschlagen, auch Situationen mit Lokalangaben zu versehen (s. Definition der Relationen **LOC**, **DIRCL**, **ORIGL**) und die Zuweisung von Lokationen zu den involvierten Objekten über Bedeutungspostulate zu vermitteln.<sup>10</sup>

Wenn in der natürlichsprachlichen Beschreibung eines Sachverhalts *sv* explizit keine Lokalangabe enthalten ist, wird diese auch in der semantischen Darstellung von *sv* weggelassen. Ein solcher Sachverhalt ist dann implizit als mit (*sv* **LOC** (irgendwo)) spezifiziert anzusehen (s. hierzu Tab. 8.1).

Obwohl erkenntnistheoretisch primär den Objekten Raumangaben zukommen, wird methodisch also die Situationslokalisierung bevorzugt. Als Beispiele für Bedeutungspostulate, die es gestatten, eine Objektlokalisierung aus einer Situationslokalisierung zu erschließen, seien die folgenden angeführt:<sup>11</sup>

$$\bullet [(v \text{ SUBS treffen}) \wedge (v \text{ EXP } a) \wedge (v \text{ OBJ } b) \wedge (v \text{ LOC } l)] \rightarrow [(a \text{ LOC } l) \wedge (b \text{ LOC } l)] \quad (37)$$

„*a* trifft *b* am Ort *l*“  $\Rightarrow$  „*a* und *b* befinden sich am Ort *l*“

$$\bullet [(v \text{ SUBS beobachten}) \wedge (v \text{ AGT } a) \wedge (v \text{ OBJ } b) \wedge (v \text{ ORIGL } l)] \rightarrow (a \text{ LOC } l) \quad (38)$$

„*a* beobachtet *b* von *l* aus“  $\Rightarrow$  „*a* befindet sich am Ort *l*“

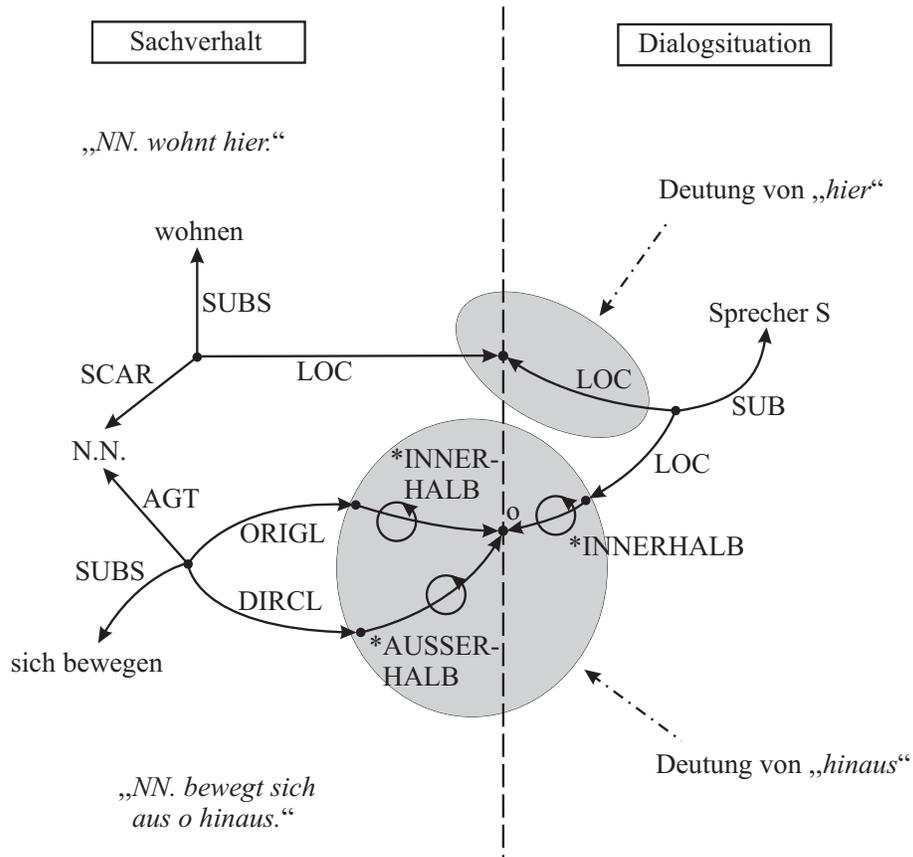
(für *b* gilt die analoge Folgerung in diesem Fall nicht!)

Auch Adverbien können als Ausdrucksmittel zur Beschreibung lokaler Angaben dienen. Eine besondere Schwierigkeit, die mit Lokaladverbien wie „links“, „rechts“, „vorn“, „hinten“, „hier“, „dort“, „hinein“, „herein“, „hin-aus“, „heraus“ verknüpft ist, besteht in ihrem deiktischen Charakter. Das heißt,

<sup>10</sup> Es muß aber unterstrichen werden, daß dieses methodische Vorgehen eher das Zusammenspiel von syntaktisch-semantischer Analyse und logischen Inferenzen in einem FAS betrifft, als die Darstellungsmittel, da MultiNet sowohl die Objektlokalisierung als auch die Situationslokalisierung darzustellen gestattet.

<sup>11</sup> Die Auffassung, daß bei geeigneter Verwendung von Bedeutungspostulaten Objektlokalisierung und Situationslokalisierung äquivalent sind, wird auch in [224] vertreten.

zu ihrer semantischen Interpretation ist die Modellierung der Dialogsituation und insbesondere die räumliche Lage des Sprechers heranzuziehen.



**Abbildung 7.2.** Die Einbeziehung der Dialogsituation (der Lage des Sprechers) in die semantische Interpretation

	ORIGL von N.N.	DIRCL von N.N.	Lage von S
hinaus	(*INNERHALB o)	(*AUSSERHALB o)	(*INNERHALB o)
heraus	(*INNERHALB o)	(*AUSSERHALB o)	(*AUSSERHALB o)
hinein	(*AUSSERHALB o)	(*INNERHALB o)	(*AUSSERHALB o)
herein	(*AUSSERHALB o)	(*INNERHALB o)	(*INNERHALB o)

**Tabelle 7.2.** Kombination der Lokationen bei der Deutung von „hinaus“, „heraus“, „hinein“, „herein“ (N.N. = Bezugsobjekt, S = Sprecher)

In Abb. 7.2 sind die semantischen Beziehungen für die Lokaladverbien „hier“ und „hinaus“ angegeben. Im Satz „N.N. wohnt hier.“ bezeichnet das Adverb „hier“ die gleiche Lokation, an der sich auch der Sprecher befindet. In der Äußerung „N.N. bewegt sich hinaus (aus einem Objekt o).“ liegt eine Situation vor, in der sich der Sprecher „innerhalb“ des Objekts o befindet, und die Bewegung des N.N von „innerhalb von o“ (**ORIGL**) nach „außerhalb von o“ (**DIRCL**) gerichtet ist. Analog sind die anderen Adverbien zu deuten, wobei man die Kombinationen von \*INNERHALB und \*AUSSERHALB in den semantischen Darstellungen durch entsprechende Vertauschungen erhält (diese sind in Tabelle 7.2 zusammengestellt).

Adverbien wie „links“, „rechts“, „vorn“, „hinten“ sind inhärent mit zwei verschiedenen Deutungsarten verknüpft. Je nachdem, ob die entsprechende Äußerung vom Standpunkt des Sprechers aus interpretiert wird, oder ob sich die Interpretation auf ein Orientierungssystem stützt, das fest mit dem Bezugsobjekt verknüpft ist, in dem bestimmte Vorzugsrichtungen („vorn“ – das Gesicht/ die Fahrtrichtung, „hinten“ – das Heck eines Schiffes oder eines Autos usw.) ausgezeichnet sind (s. Abb. 7.3). Die erstgenannte Interpretation nennen wir **extrinsische Deutung** und die letztgenannte **intrinsische Deutung**. Aus Abb. 7.3 ist ohne weiteres ersichtlich, daß z.B. die Phrase „hinter dem Auto“ jeweils verschiedene Raumregionen selektiert, je nachdem, ob man sich in den Sprecher oder in das Auto versetzt.<sup>12</sup>

Bei der Spezifikation der Bedeutung von lokalen Präpositionen kann man einerseits ein konstruktives Verfahren wählen, indem man versucht, sie ohne Rekurs auf andere lokale Präpositionen durch entsprechende Bedeutungspostulate zu definieren. Ein Beispiel wäre die in (34) angegebene Definition von IN, die mit MultiNet-Ausdrucks Mitteln etwa wie folgt zu übersetzen wäre (wobei \*IN das funktionale Pendant zur Relation IN aus (34) ist):

$$\bullet (y \text{ LOC } (*\text{IN } x)) \leftrightarrow \exists z \exists s [(z \text{ PARS } y) \wedge (s \text{ SUBS } \text{umschließen}) \wedge (s \text{ SCAR } x) \wedge (s \text{ OBJ } z)] \quad (39)$$

Der **PARS**-Term ist erforderlich, da nicht das gesamte Objekt y von x umschlossen werden muß, wenn „y in x“ gilt (s. Abb. 7.4).

Die konstruktive Spezifikation von Präpositionsbedeutungen stößt bei rein symbolischen Darstellungen (s. Methode II in Tab. 7.1) an ihre Grenzen, da bei der Bestimmung der Bedeutung von Präpositionen wie „auf“, „oberhalb“,

<sup>12</sup> Die doppelten Pfeile in Abb. 7.3 beziehen sich auf das fest mit dem Auto verbundene Bezugssystem und die einfachen Pfeile auf dasjenige des Sprechers.

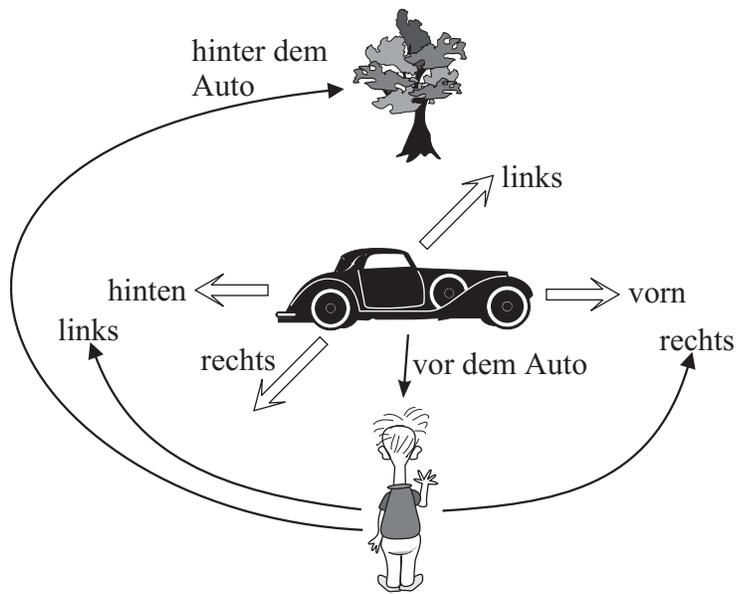
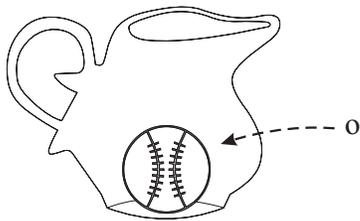


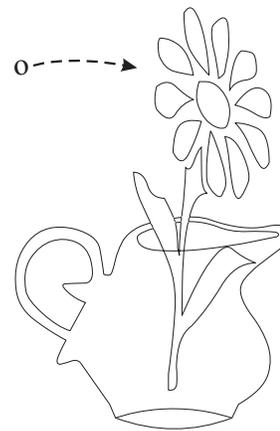
Abbildung 7.3. Der deiktische Charakter lokaler Adverbien

„Der Ball im Krug.“

(o LOC (\*IN Krug))  $\wedge$   
 (o LOC (\*INNERHALB Krug))



„Die Blume im Krug.“



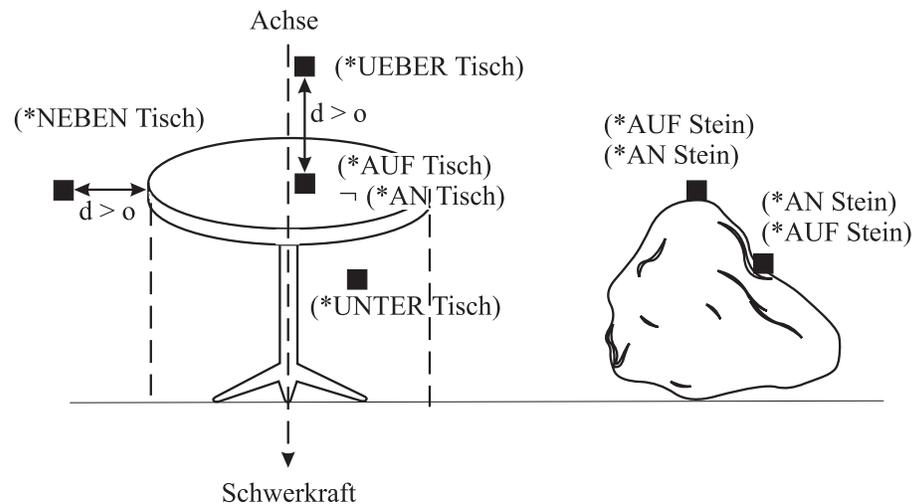
(o LOC (\*IN Krug))  $\wedge$   
 $\neg$ (o LOC (\*INNERHALB Krug))

Abbildung 7.4. Feindifferenzierung lokaler Präpositionen

„unter“, „neben“ usw. das Vorhandensein einer Raumachse beim Referenzobjekt, die Richtung der Schwerkraft, der Begriff eines Lots u.a. eine Rolle spielen. Obwohl das alles mit den Mitteln von MultiNet darstellbar wäre, halten wir hier eine symbolische Darstellung für nicht adäquat. Es sollte vielmehr von geometrischen Darstellungsformen (s. Methode I in Tab. 7.1) oder einer Kombination von symbolischer und geometrischer Methode Gebrauch gemacht werden. Aus diesem Grund soll hier nur halbformal das Vorgehen skizziert werden, mit dem man Präpositionsbedeutungen konstruktiv definieren kann:

oberhalb(x, o)	$\leftrightarrow$	[Lot von x auf o in Richtung der Schwerkraft trifft o]
auf(x, o)	$\leftrightarrow$	[oberhalb(x, o) $\wedge$ stützt(x, o)] (Default)
unterhalb(x, o)	$\leftrightarrow$	[Lot von x auf o entgegen der Schwerkraft trifft o]
über(x, o)	$\leftrightarrow$	[oberhalb(x, o) $\wedge$ $\neg$ stützt(x, o)] usw.

Wie kompliziert die Verhältnisse tatsächlich sind, zeigt Abb. 7.5.



**Abbildung 7.5.** Die Rolle der Schwerkraft und von Körperachsen für die Deutung von Präpositionen

Wie Abb. 7.5 zu entnehmen ist, kann aus (o LOC (\*AUF m)) nicht immer auf (o LOC (\*OBERHALB m)) geschlossen werden. Bei einem Stein, der keine Körperachse besitzt, kann „Auf dem Stein befindet sich ein Farbtupfer / ein dichtes Moospolster.“ bedeuten, daß sich der Farbtupfer an der Seite bzw. das Moospolster auf der ganzen sichtbaren Oberfläche des Steins befindet. Bei ei-

nem Tisch dagegen würde die analoge Aussage „Auf dem Tisch befindet sich ein Farbtupfer / ein dichtes Moospolster.“ sicher bedeuten, daß sich der Farbtupfer bzw. das Moospolster auf der Tischplatte befinden.<sup>13</sup>

Man kann die Bedeutungen lokaler Präpositionen auch dadurch axiomatisch charakterisieren, daß man sie gegenüber den semantischen Repräsentationen anderer lokaler Präpositionen abgrenzt, was teilweise sogar auf eine negative Begriffsbestimmung hinausläuft.<sup>14</sup>

$$\bullet (\text{o LOC (*OBERHALB m)}) \rightarrow [\neg(\text{o LOC (*IN m)}) \wedge \neg(\text{o LOC (*UNTER m)}) \wedge \neg(\text{o LOC (*NEBEN m)})] \quad (40)$$

$$\bullet (\text{o LOC (*IN m)}) \rightarrow [\neg(\text{o LOC (*AUF m)}) \wedge \neg(\text{o LOC (*NEBEN m)}) \wedge \neg(\text{o LOC (*OBERHALB m)})] \quad (41)$$

$$\bullet (\text{o LOC (*AUF m)}) \rightarrow [\neg(\text{o LOC (*UNTER m)}) \wedge \neg(\text{o LOC (*NEBEN m)}) \wedge \neg(\text{o LOC (*IN m)})] \quad (42)$$

Es gibt aber auch Axiome, die keine „Negativcharakterisierung“ lokaler Funktionen enthalten:

$$\bullet (\text{o LOC (*IN m)}) \wedge (\text{m LOC (*IN n)}) \rightarrow (\text{o LOC (*IN n)}) \quad (43)$$

$$\bullet (\text{o LOC (*OBERHALB m)}) \rightarrow (\text{o LOC (*ÜBER m)}) \vee (\text{o LOC (*AUF m)}) \quad (44)$$

Zur Axiomatik der lokalen Verhältnisse ist noch folgendes anzumerken: Die Tatsache, daß sich bestimmte Raumregionen, die über lokale Funktionen definiert werden, gegenseitig ausschließen, kann auf der Metaebene einfach mit Hilfe der Relation CONTR ausgedrückt werden.<sup>15</sup> Dabei bedeutet der Zusammenhang (\*FLP<sub>1</sub> CONTR \*FLP<sub>2</sub>), daß die beiden lokalen Funktionen \*FLP<sub>1</sub> und \*FLP<sub>2</sub> (s. Teil II, Abschn. 18.3) konträr sind, was durch folgendes Axiomenschema formal definiert wird:

$$\bullet (*\text{FLP}_1 \text{ CONTR } *\text{FLP}_2) \rightarrow \forall \text{o} \forall \text{m} [(\text{o LOC (*FLP}_1 \text{ m)}) \rightarrow \neg(\text{o LOC (*FLP}_2 \text{ m)})] \quad (45)$$

Zusammenfassend kann man feststellen, daß die Modellierung räumlicher Verhältnisse mit rein symbolisch-logischen Methoden sicher unzureichend ist,

<sup>13</sup> Daß nicht nur die die Körperachse des als Landmark dienenden Objekts (s. Abschn. 7.1), sondern auch diejenige des Target objects eine Rolle spielen kann, zeigt das Beispiel: „Die Vase auf dem Stein.“ oder „Die Vase befindet sich auf dem Stein.“ Hier ist eine Deutung, bei der sich die Vase an der Seite des Steins befinden kann, unzulässig.

<sup>14</sup> Die nachstehenden Formeln erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sie sollen lediglich das Prinzip illustrieren.

<sup>15</sup> Es sei daran erinnert, daß auf der Metaebene Relationen und Funktionen Knoten, d.h. Konzepte höherer Ordnung, repräsentieren.

während andererseits geometrische Darstellungen sehr weit von natürlich-sprachlichen Formulierungen und den in der Computerlinguistik automatisch erzeugbaren Bedeutungsrepräsentationen entfernt sind. In der KI werden beide Methoden der Repräsentation räumlicher Verhältnisse eingesetzt, wobei erstere (d.h. Methode II in Tab. 7.1) bevorzugt in der automatischen Sprachverarbeitung und letztere (d.h. Methode I in Tab. 7.1) z.B. in der Robotertechnik oder auch in spatiotemporalen Datenbanken eingesetzt wird. Eine Fusion beider Methoden steht noch aus.

### 7.3 Temporale Beziehungen

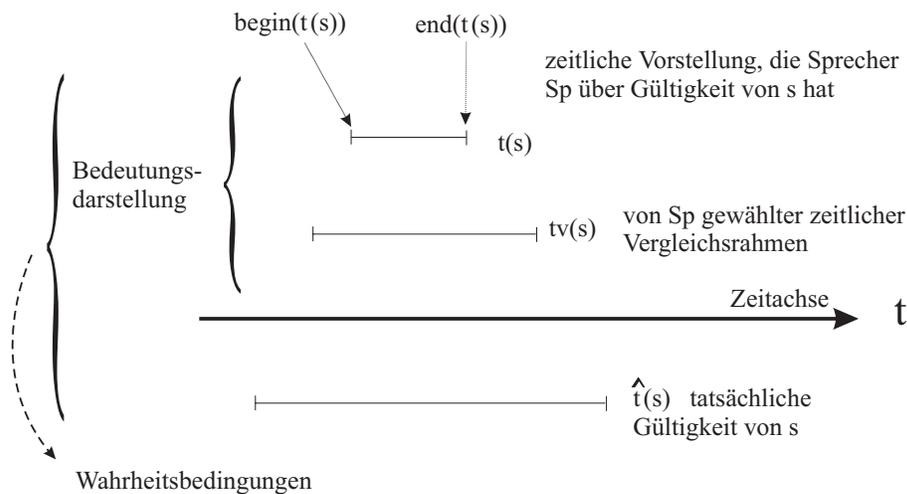
Jeder Situation  $s$ , d.h. jedem Vorgang und jedem Zustand, die ein Schreiber/Sprecher  $Sp$  beschreibt und die er zeitlich einordnet, wird durch  $Sp$  gedanklich ein Zeitintervall oder Zeitpunkt  $t(s)$  zugeordnet, in dem er  $s$  als gültig bzw. bestehend annimmt. Um diese Vorstellung nach außen (d.h. einem Kommunikationspartner) mitzuteilen, setzt er dieses „subjektive“ Zeitintervall  $t(s)$  seiner inneren Vorstellung mit Hilfe bestimmter zeitlicher Relationen mit expliziten Zeitangaben in Beziehung. Diese Zeitangaben werden unter Zuhilfenahme eines Vergleichsrahmens gebildet, der  $s$  im Satz/in der Äußerung zugeordnet wird. Den Vergleichsrahmen bezeichnen wir mit  $tv(s)$  oder – wenn keine Verwechslung möglich ist – kurz mit  $tv$  (er muß nicht mit  $t(s)$  übereinstimmen).

- Ein **Zeitintervall**  $z$  ist generell ein Paar  $z = (t_1, t_2)$  von Zeitpunkten  $t_1$  und  $t_2$ , wobei  $t_1 = \text{begin}(z)$  bzw.  $t_2 = \text{end}(z)$  den Beginn bzw. das Ende von  $z$  bezeichnen.

Es muß betont werden, daß das oben eingeführte „subjektive“ Zeitintervall  $t(s)$  des Sprechers  $Sp$  nicht mit dem Zeitintervall der tatsächlichen Gültigkeit von  $s$  übereinstimmen muß. Letzteres bezeichnen wir mit  $\hat{t}(s)$ . Dieses Intervall muß dem  $Sp$  gar nicht bekannt sein, es spielt erst bei der Entscheidung über die Wahrheit der Aussage eine Rolle, die  $Sp$  über  $s$  trifft, und nicht bei der semantischen Repräsentation von  $s$ .

In Abb. 7.6 sind die Ebenen, die für die zeitliche Beschreibung von Situationen und deren Einordnung in die Realzeit relevant sind, noch einmal zusammenfassend dargestellt. Dabei verstehen wir unter **Realzeit** die intersubjektive, durch gesellschaftlichen Konsens festgelegte Zeit. Daß die in Abb. 7.6 dargestellten drei Ebenen tatsächlich verschieden sind, kann an folgender Überlegung deutlich gemacht werden. Der Sprecher  $Sp$  kann ein Ereignis  $s$  durchaus richtig mit

dem Erdzeitalter „Kambrium“ assoziieren (ausgedrückt z.B. über die Relation **TEMP**). Er kann aber das Kambrium selbst gegenüber der von den Geologen/Paläontologen festgelegten und allgemein akzeptierten Zeiteinteilung ( $\rightarrow$  Realzeit) völlig falsch einordnen. Umgekehrt kann der von Sp als Kambrium angesehene Zeitraum mit der allgemeinen Konvention übereinstimmen, aber das im Kambrium stattfindende Ereignis  $s$  wurde von Sp fälschlich in eine andere Zeit (z.B. in das Karbon) verlegt; d.h.  $\hat{t}(s)$  liegt auf der Zeitachse an ganz anderer Stelle als  $t(s)$ . Auch in Sätzen, wie „*Im Mittelalter gab es keine allgemeine Schulpflicht.*“ wird die Situation  $s$  (das Nichtbestehen der allgemeinen Schulpflicht) nur auf das Mittelalter ( $\hat{=}$   $t(s)$ ) bezogen. Darüber hinaus wird keine Aussage getroffen. Tatsächlich gilt der Sachverhalt  $s$  bzw. dauert  $\hat{t}(s)$  viel länger (in Deutschland etwa bis in das 17./18. Jh.). Schließlich sind auch  $t(s)$  und  $t_v(s)$  im allgemeinen verschieden, wie der folgende Satz zeigt: „*In den Ferien ( $t_v$ ) besuche ich meinen Freund.*“. Obwohl ich genau weiß, wie lange der Besuch dauern wird (z.B. zwei, drei Tage) reicht für bestimmte Kommunikationszwecke eine ungenauere Zeitangabe wie „*in den Ferien*“ völlig aus.



**Abbildung 7.6.** Die verschiedenen Betrachtungsebenen bei der zeitlichen Einordnung von Situationen

Die Beschreibungssituation und damit auch die Wissensrepräsentation wird dadurch zusätzlich kompliziert, daß der Sprecher/Schreiber Sp sich nicht auf eine explizite Zeitangabe  $t_v$  zur Eingrenzung der einer Situation  $s_1$  zugeordneten Zeit  $t(s_1)$  stützen muß, sondern dafür eine zweite Situation  $s_2$  mit  $t(s_2)$

als Orientierungszeitraum (gewissermaßen als **Temporal landmark**) benutzen kann (s. das nachfolgende Beispiel).<sup>16</sup>

Beispiel:

(7.13) „*Als Max nach Hause kam, war das Essen fertig.*“

In der natürlichen Sprache werden Zeitintervalle je nach Kontext mehr oder weniger scharf spezifiziert, m.a.W. die entsprechenden Angaben sind inhärent vage. Die verwendete Genauigkeit oder Granularität der Zeitbestimmung hängt insbesondere von der Dauer der beschriebenen Situation ab.

Beispiele:

(7.14) „*Der Unterricht dauerte von 8<sup>30</sup> bis 10<sup>00</sup> Uhr.*“

Granularität: Bei Zeitangaben innerhalb eines Tages → Stunden oder Minuten.

(7.15) „*Das assyrische Reich bestand vom 20. Jh. v.u.Z. bis zum 6. Jh. v.u.Z.*“

Granularität: Bei historischen Zeiträumen reichen als Angabe mitunter Jahrhunderte.

(7.16) „*Das Paläozoikum dauerte 340 Millionen Jahre.*“

Granularität: In erdgeschichtlichen Zeiträumen kommt es im allgemeinen auf hunderttausend Jahre nicht an. Auch 335 Millionen Jahre wäre unter Umständen noch eine akzeptable Angabe (aber nicht 340 329 247 Jahre, weil dadurch eine bis auf das Jahr genaue Zeitangabe suggeriert würde).

Ein **Zeitpunkt** kann als Spezialfall eines Zeitintervalls  $TP = (t_1, t_2)$  angesehen werden, für das gilt:  $\text{begin}(TP) = \text{end}(TP) = t_1 = t_2$ . Damit überträgt sich das für Zeitintervalle festgestellte Prinzip der Vagheit oder Ungenauigkeit auch auf Zeitpunkte. Die Phrase „*am 31.1.1998*“ bezeichnet demgemäß in vielen Kontexten einen Zeitpunkt, der nur entsprechend grob spezifiziert wurde (und kein Zeitintervall). Analog definiert die Phrase „*von Januar bis Dezember 1997*“ ein Zeitintervall mit sehr unscharfen „Zeitpunkten“ als Anfang und Ende. Es scheint so, als hätte der Mensch sowohl kognitiv als auch sprachlich eine Art „Zooming“-Möglichkeit, so daß je nach Satzkontext und je nach Auflösungsperspektive ein Zeitpunkt (wie z.B. „*der 20. August*“) einmal als Zeitelement ohne innere Erstreckung und Struktur und einmal als Zeitraum (Intervall) angesehen werden kann, in den hinein viele disjunkte Einzelereignisse eingebettet werden können.

<sup>16</sup> Es muß hervorgehoben werden, daß es an dieser Stelle noch nicht darauf ankommt, ob die hier verwendeten Sätze wahr oder falsch sind. Ihre intensionale Bedeutung muß zunächst unabhängig von dieser Entscheidung diskutierbar und darstellbar sein. Es bedarf erst eines zweiten Schritts, um festzustellen, ob einer bestimmten Bedeutungsdarstellung überhaupt ein Wahrheitswert zukommt, und, wenn ja, welcher (s. hierzu Abschn. 8.2).

Beispiele:

(7.17) „Goethe wurde am 20.8.1749 geboren.“

(7.18) „Am 20.8. war schönes Wetter.“

(7.19) „Am 20. August ging Max früh in die Schule. Dann aß er zu Mittag und anschließend spielte er mit seinen Freunden.“

In den Definitionen für die Zeitrelationen wurde versucht, diese Vagheit zu berücksichtigen (s. (46) bis (51) unten). Danach kann bei einer Zeitangabe ( $s_1$  TEMP  $s_2$ ) sowohl  $t(s_1)$  mit  $t(s_2)$  zusammenfallen als auch echt in  $t(s_2)$  eingebettet sein. Was genau zutrifft, hängt wesentlich von dem Verbkonzept V ab, das  $s_1$  regiert (duratives Verb oder nicht, „normale“ Dauer des Vorgangs / Zustands V vs. Dauer von  $s_2$  usw., s. hierzu Abschn. 7.4).

Beispiele:

(7.20) „Peter aß gestern Nachmittag eine Birne.“

→ Das Essen dauert nicht den ganzen Nachmittag.

(7.21) „Peter erholte sich gestern Nachmittag am Strand.“

→ Die Erholung dürfte den ganzen Nachmittag in Anspruch genommen haben.

In der Logik wird die Zeit (d.h. die modelltheoretisch als „Realzeit“ anzusehende Zeit) oft als eine unendliche Gesamtheit von dicht liegenden Zeitpunkten (dies im mathematischen Sinne) mit einer Ordnungsrelation  $\leq$  definiert, die reflexiv, antisymmetrisch und transitiv ist, wobei Zyklen der Art  $a \leq b \leq c \leq a$  ausgeschlossen werden (s. hierzu [137]). Allen [4] baut demgegenüber einen Zeitkalkül allein auf der Basis des Intervallbegriffs auf und argumentiert, daß praktisch alle sogenannten **Zeitpunkte** im Prinzip eine endliche Ausdehnung besitzen (also eigentlich Zeitintervalle sind). In den meisten Arbeiten über Zeitlogik werden sieben (oder, wenn man die inversen extra zählt, dreizehn) mögliche Relationen zwischen Zeitintervallen angegeben (s. Abb. 7.7).

Es kann hier nicht untersucht werden, welche logischen Konsequenzen sich aus der Zeitintervallauffassung gegenüber der Zeitpunktauffassung ergeben, oder ob die Zeitpunkte ein Kontinuum bilden (wie die reellen Zahlen, was der Zeitmodellierung in der Physik entspricht) oder ob sie überall dicht liegen (wie die rationalen Zahlen). Für eine Diskussion dieser und weiterer zeitlogischer Probleme muß auf die Literatur verwiesen werden (s. z.B. [206]). Wir wollen hier die Definition der zeitlichen Relationen angeben, wie sie in MultiNet für die Modellierung kognitiver Zusammenhänge und für die Bedeutungsdarstellung natürlichsprachlicher Sätze verwendet werden (obere Hälfte in Abb. 7.6). Dabei ist entscheidend, welche Inferenzen sich aufgrund dieser Definitionen in einem FAS ausführen lassen. Es ist für das unmittelbare Verstehen

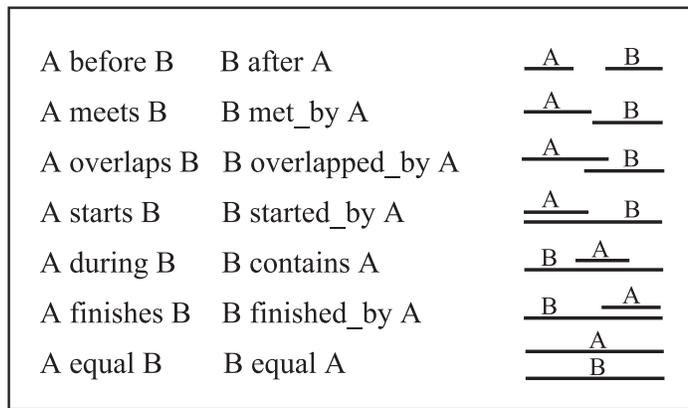


Abbildung 7.7. Die Relationen zwischen Zeitintervallen nach [4]

eines von Sp geäußerten Satzes „*Bis zu seiner Beförderung hatte er nur wenig Geld.*“ und für dessen Bedeutungsdarstellung in erster Instanz viel wichtiger zu wissen, daß Sp dann auch den Satz Sz = „*Vor seiner Beförderung hatte er nur wenig Geld.*“ akzeptieren muß, als über den Wahrheitswert von Sz zu befinden. In den nachfolgenden Relationsdefinitionen wird ohne Einschränkung der Allgemeinheit eine Situation  $s_2$  als zweites Argument (und damit  $t(s_2)$  als zeitlicher Orientierungspunkt bzw. Vergleichsrahmen) verwendet. Bei expliziter Zeitangabe  $tv$  als zeitlicher Vergleichsrahmen wäre einfach als zweites Argument  $tv$  anstelle von  $s_2$  einzusetzen. <sup>17</sup>

- ANTE.

Typische Präpositionen: „*vor*“ bzw. „*nach*“

$$(s_1 \text{ ANTE } s_2) \Leftrightarrow [\text{begin}(s_1) < \text{begin}(s_2) \wedge \text{end}(s_1) \leq \text{begin}(s_2)] \quad (46)$$

Korrespondierende Relationen in Abb. 7.7 : *before* bzw. *after*.

Durch die Definition (46) wird gewährleistet, daß bei einem punktuellen Ereignis  $s_1$   $t(s_1)$  nicht in  $t(s_2)$  liegt. Im Gegensatz zu den Relationen *before* bzw. *after* wird aber bei ANTE zugelassen, daß sich die Intervalle  $t(s_1)$  und  $t(s_2)$  berühren (s. hierzu FIN).

Beispiel:

(7.22) „[*Vor dem ersten Weltkrieg*]<sup>ANTE<sub>arg2</sub></sup> [*gab es nur wenige Autos.*]<sup>ANTE<sub>arg1</sub></sup>“

<sup>17</sup> Mit  $REL_{arg1}$  bzw.  $REL_{arg2}$  wird nachstehend die natürlichsprachliche Umschreibung des ersten bzw. zweiten Arguments der Relation REL in einem Satz gekennzeichnet. Der Terminus **korrespondierende Relation** in den Definitionen ist nur als lose Entsprechung, nicht als Übereinstimmung zu deuten. Das geht schon daraus hervor, daß sich die entsprechenden Definitionen auf ganz verschiedene Ebenen in Abb. 7.6 beziehen.

- **FIN.**

Typische Präposition: „bis“ (nur definiert, wenn  $t(s_1)$  ein Intervall ist)  
 $(s_1 \text{ FIN } s_2) \Leftrightarrow [\text{end}(s_1) = \text{begin}(s_2)]$  (47)

Korrespondierende Relationen in Abb. 7.7: *meets* bzw. *met\_by*.

Aus (47) folgt:

$$(s_1 \text{ FIN } s_2) \rightarrow (s_1 \text{ ANTE } s_2) \quad (48)$$

d.h. **FIN** ist ein Spezialfall von **ANTE**.

Beispiel:

(7.23) „[Bis zum Eintreffen der Polizei]<sup>FIN<sub>arg2</sub></sup> [waren alle Spuren beseitigt.]<sup>FIN<sub>arg1</sub></sup>“

- **STRT.**

Typische Präposition: „seit“ (nur definiert, wenn  $t(s_1)$  ein Intervall ist)  
 $(s_1 \text{ STRT } s_2) \Leftrightarrow [\text{begin}(s_1) = \text{begin}(s_2)]$  (49)

Korrespondierende Relationen in Abb. 7.7: *starts* bzw. *started\_by*.

Beispiele:

(7.24) „[Seit dem zweiten Weltkrieg]<sup>STRT<sub>arg2</sub></sup> [gibt es Düsenflugzeuge.]<sup>STRT<sub>arg1</sub></sup>“

(7.25) „[Seit Bestehen des Universums]<sup>STRT<sub>arg2</sub></sup> [gibt es Raum und Zeit.]<sup>STRT<sub>arg1</sub></sup>“

Wie das zweite Beispiel zeigt, wäre es nicht günstig, in der Definition von **STRT** den Ausdruck  $[\text{end}(s_2) < \text{end}(s_1)]$  konjunktiv auf der rechten Seite der Definition von **STRT** hinzuzufügen, da dann die Bedeutung von „seit“ nicht richtig erfaßt würde. Damit unterscheidet sich **STRT** in diesem Term von der Relation *starts* aus Abb. 7.7.

- **TEMP.**

Typische Präposition: „in/im“, „an/am“, „zu/zum“

$$(s_1 \text{ TEMP } s_2) \Leftrightarrow [\text{begin}(s_1) \geq \text{begin}(s_2) \wedge \text{end}(s_1) \leq \text{end}(s_2)] \quad (50)$$

Korrespondierende Relationen in Abb. 7.7: *during* bzw. *contains*.

(50) drückt aus, daß  $t(s_1)$  in den Zeitraum  $t(s_2)$  hineinfällt, diesen aber auch ganz ausfüllen kann.

Beispiele:

(7.26) „[Zu Weihnachten]<sup>TEMP<sub>arg2</sub></sup> [erhielt Max ein Fahrrad.]<sup>TEMP<sub>arg1</sub></sup>“

(7.27) „[Im Mittelalter]<sup>TEMP<sub>arg2</sub></sup> [gab es keine Schulpflicht.]<sup>TEMP<sub>arg1</sub></sup>“

- **DUR.**

Typische Präposition: „während“, „im Verlaufe von“

$$(s_1 \text{ DUR } s_2) \Leftrightarrow [\text{begin}(s_1) = \text{begin}(s_2) \wedge \text{end}(s_1) = \text{end}(s_2)] \quad (51)$$

Korrespondierende Relationen in Abb. 7.7: *equal*.

(51) drückt aus, daß die beiden Zeitintervalle bzw. Zeitpunkte gleich sind,

d.h. **DUR** ist ein Spezialfall von **TEMP**. Außerdem gilt:

$$(s \text{ DUR } z) \wedge z = (t_1, t_2) \leftrightarrow [(s \text{ STRT } t_1) \wedge (s \text{ FIN } t_2)] \quad (52)$$

Beispiele:

(7.28) „[Während des Vortrags]<sup>DUR<sub>arg2</sub></sup> [schliefe<sup>r</sup>.]<sup>DUR<sub>arg1</sub></sup>“

Da die Funktionen  $\text{begin}(x)$  bzw.  $\text{end}(x)$  sowohl für Sachverhalte als auch für Zeitintervalle definiert sind, ist ohne weiteres ersichtlich, daß auch die Relationen (46) bis (51) auf Zeiten als Argumente ausgedehnt werden können (s. die Relationsdefinitionen im Teil II).

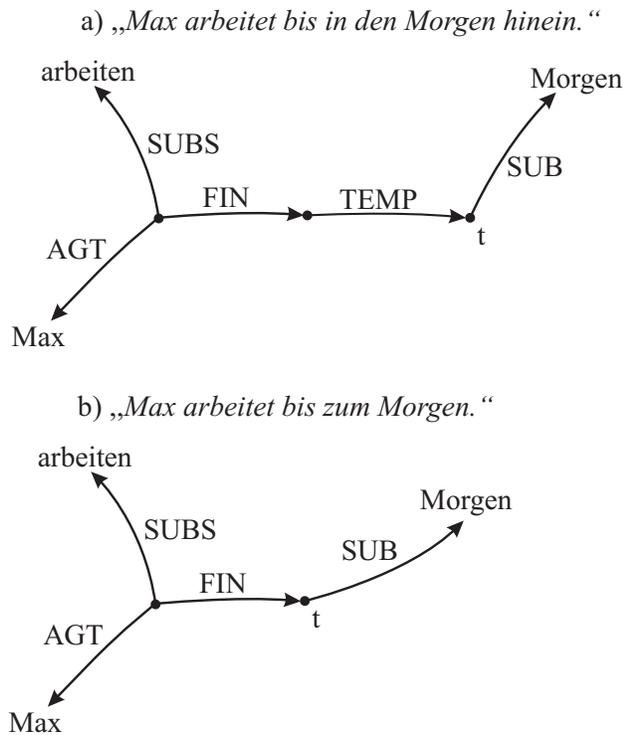


Abbildung 7.8. Die Überlappung von Zeitintervallen

Der Relation  $\text{overlaps}$  bzw.  $\text{overlapped\_by}$  aus Abb. 7.7 wurde kein entsprechendes Pendant gegenübergestellt, weil diese Beziehung durch die Kombination **FIN** + **TEMP** ausdrückbar ist (s. Abb. 7.8). Auch die mit  $\text{finished\_by}$  bzw.  $\text{finished\_by}$  bezeichnete Relation aus Abb. 7.8 scheint hinsichtlich der semantischen Darstellung nicht elementarer Natur zu sein (im Kern eine Umschreibung von  $\text{end}(B)=\text{end}(A)$ ), wobei als überlagernde Effekte bei der semanti-

schen Deutung noch die Vagheit von A und der oben beschriebene Zooming-Effekt sowie eine bestimmte kognitive Dominanz des Beginns des als Temporal landmark verwendeten Sachverhalts (Zeitintervalls) eine Rolle spielen<sup>18</sup>. Schließlich muß noch angemerkt werden, daß die Präpositionsangaben bei den Relationen nur orientierenden Wert haben, da es keine 1:1-Entsprechung zwischen Präpositionen und semantischen Relationen gibt. So ist „während“ zwar eine typische Umschreibung der Relation DUR; es gibt aber auch Sätze, wie „Während der Veranstaltung explodierte eine Bombe.“, wo diese Präposition mit TEMP zu übersetzen ist.

Von Reichenbach wurde ein temporales Modell für die Behandlung der grammatischen Kategorie Tense im Englischen vorgeschlagen [158], das auch für das Deutsche seine Gültigkeit hat (s. Abb. 7.9). Danach ist zur richtigen semantischen Einordnung des Temporalsystems auch noch der Zeitpunkt des Sprechens einzubeziehen, so daß insgesamt drei Zeiten zur semantischen Interpretation der grammatischen Kategorie Tempus erforderlich sind.

Für die Behandlung des Tempus (engl.: „Tense“) werden aus Sicht von MultiNet keine zusätzlichen Darstellungsmittel benötigt. Hierfür ist die Einbettung der Äußerung in die Dialogsituation erforderlich. Diese Einbettung kann unter Berücksichtigung der von Reichenbach vorgeschlagenen Bezugszeitpunkte wie folgt umschrieben werden (bezüglich der semantischen Darstellung s. Abb. 7.10):

(7.29) „Sp sagt/äußert zum Zeitpunkt  $t_s$ , daß zum Referenzzeitpunkt  $t_r$  der Sachverhalt/die Situation  $s_e$  mit der zeitlichen Einschränkung ( $s_e$  TEMP =  $t_e$ ) zutrifft/gilt/besteht.“

Das Problem besteht hier weniger in der semantischen Darstellung sondern in der richtigen inferentiellen Ausnutzung dieser temporalen Zusammenhänge bei der Antwortfindung in einem FAS. Dabei ist zu beachten, daß das Tempus eine grammatische Kategorie und die Zeit eine semantische Kategorie ist. Die Übersetzung aus der einen in die andere Schicht ist durch die Analyse (einschließlich Assimilation) bzw. in umgekehrter Richtung durch die Generierung natürlichsprachlicher Ausdrücke im FAS zu leisten.

Wenn sich der Sprecher und der Zeitpunkt des Sprechens nicht ändern (das ist im allgemeinen bei der Interpretation eines Textes der Fall), dann kann man

<sup>18</sup> So ist die Beziehung zwischen den semantischen Repräsentanten der Satzteile A und B in „The economical rise (B) of the state has been finished by the Second World War (A)“ nicht durch die Allensche Relation (B finished\_by A) darzustellen (was man aufgrund der Benennung der Relation vermuten könnte), sondern eher durch die MultiNet-Relation FIN. Analoges gilt natürlich für: „Der politische Aufstieg des Staates wurde durch den Zweiten Weltkrieg beendet.“

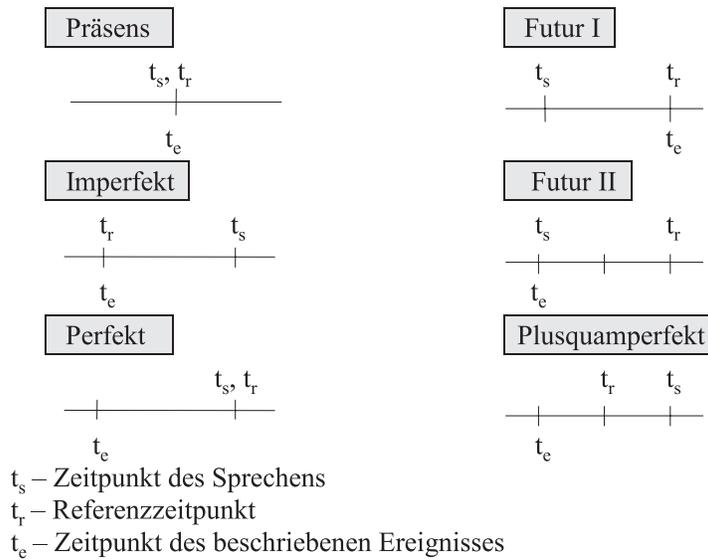


Abbildung 7.9. Die logische Interpretation des Tempussystems

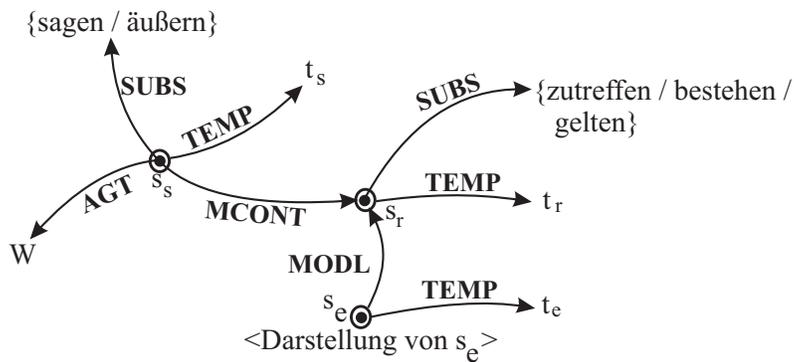


Abbildung 7.10. Die Einbettung einer temporal spezifizierten Aussage (Situationsbeschreibung) in die Dialogsituation unter Einbeziehung der Reichenbachschen Bezugszeitpunkte

auf die explizite Darstellung von  $s_s$  und die Angabe des Zeitpunktes  $t_s$  verzichten.<sup>19</sup> Wenn man sich auf die Wiedergabe von Präsens, Futur und Imperfekt beschränkt, bei denen die Zeitpunkte  $t_r$  und  $t_e$  zusammenfallen, kann die semantische Repräsentation auf den eigentlich interessanten Sachverhalt  $s_e$  und den mit ihm verknüpften Zeitpunkt  $t_e$  reduziert werden.

Eine besondere Schwierigkeit besteht in der semantischen Interpretation der Tempusform „Präsens“ (wie z.B. in dem Satz „*Delphine schwimmen im Meer.*“). Hier gibt es prinzipiell drei Möglichkeiten:

- a) Die Deutung als aktuell stattfindender Vorgang bzw. bestehender Zustand („*Gerade jetzt schwimmen Delphine im Meer.*“); Darstellung erfolgt mit [**GENER**(sv) = *sp*] und (sv **TEMP** PRESENT).
- b) Die Deutung als potentielle Möglichkeit („*Delphine sind prinzipiell in der Lage, im Meer zu schwimmen.*“); Darstellung mit [**GENER**(sv) = *ge*] ohne Zeitrelation.
- c) Die Deutung als zeitlich allquantifizierte Aussage („*Delphine schwimmen immer im Meer.*“); Darstellung durch (sv **TEMP** immer), s. hierzu Tab. 9.3).

Wenn bei speziellen Sachverhalten in der semantischen Darstellung explizit keine Zeitrelationen angegeben sind, so ist per conventionem immer Deutung a) gemeint.

## 7.4 Situationen und Zeiten

In modelltheoretisch fundierten Systemen der Zeitlogik findet man im wesentlichen drei verschiedene Ansätze zur Spezifikation der zeitlichen Gültigkeit von Sachverhalten, die von ihrem Ausgangspunkt her als Alternativen betrachtet werden können:

- den **Zeitpunkt-basierten** Ansatz (Vertreter: [136], [137]), wonach die Zeit eine lineare Gesamtheit von idealisierten Zeitpunkten ist;
- den **Intervall-basierten** Ansatz (Vertreter: [4]), der jedes noch so elementare Ereignis als zeitlich ausgedehnt auffaßt und die Zeitpunkte als der Sprache nicht angemessene Idealisierungen ansieht;
- den **Ereignis-basierten** Ansatz (Vertreter: [60], [106]), der Ereignisse als das Primäre auffaßt und die Zeitstruktur aus der Struktur der Ereignisse abzuleiten versucht.

<sup>19</sup> In diesem Fall sind der Sachverhalt  $s_s$  und der Zeitpunkt  $t_s$  in Abb. 7.10 immer hinzuzudenken.

Jede dieser Herangehensweisen ist mit ihren eigenen Schwierigkeiten behaftet, wofür hier nur das Problem des „trennenden Augenblicks“ angeführt werden soll, das für die ersten beiden Ansätze charakteristisch ist (bezüglich einer ausführlicheren Diskussion muß auf die Literatur verwiesen werden, s. z.B. [206], [106], chapt. 5, [209]). In Abb. 7.11 ist dieses Problem illustriert. Die ganze Schwierigkeit rührt daher, daß versucht wird, sprachliche Prädikate (wie „ausgeschaltet/eingeschaltet“, „aus/ein“ usw.), die schon von ihrer Bedeutung her eine Zweiwertigkeit in sich tragen, auf Übergangssituationen anzuwenden, für deren Beschreibung weder diese natürlichsprachlichen Ausdrücke noch die Logik (und schon gar nicht eine zweiwertige Logik) angemessen sind.<sup>20</sup> Ein ähnliches logisches Problem entsteht übrigens, wenn man bei Zugrundelegen eines Intervall-basierten Ansatzes die Frage stellt, welcher Wahrheitswert der Aussage „Das Licht ist verlöscht.“ bzw. „Das Licht leuchtet.“ im Gesamtintervall  $T = T_1 + T_2$  in Abb. 7.11 zukommt (s. hierzu [106], chapt. 5).

Für ein FAS sind alle drei Arten der zeitlichen Charakterisierung von Situationen (durch Zeitpunkte, durch Zeitintervalle und durch andere Situationen, insbesondere Ereignisse) relevant. Dabei muß aber nochmals betont werden, daß der Begriff des Zeitpunkts nicht einen idealisierten Punkt auf der Zeitachse charakterisiert, sondern eine mehr oder weniger genau spezifizierte Zeitangabe repräsentiert, die nur vom Sprecher als nicht weiter aufgelöst betrachtet wird (dementsprechend genau oder ungenau kann dann auch eine Frage nach einem Zeitpunkt im FAS beantwortet werden).

Mit der Klassifizierung der Situationen in Zustände [**SORT** = *st*] und Vorgänge [**SORT** = *dy*] (s. Abschn. 3.2.1) sind bei weitem noch nicht alle semantischen Merkmale derselben erfaßt. So kann ein Vorgang abgeschlossen sein oder gewohnheitsmäßig wiederholt werden, er kann einmalig punktuell sein oder über längere Zeit andauern usw. Für die Beschreibung dieser und anderer Merkmale steht in einigen Sprachen (insbesondere in den slawischen Sprachen, im geringeren Umfang auch im Englischen und Französischen) ein besonderes Ausdrucksmittel zur Verfügung, das man **Aspekt** nennt. Die semantische Deutung des Aspekts im Englischen wird in [59] diskutiert.<sup>21</sup> Im

<sup>20</sup> Eine adäquate Beschreibung des Zusammenbrechens elektromagnetischer Felder bei einem Ausschaltvorgang wäre bestenfalls mit partiellen Differentialgleichungen zu leisten. Diese beschreiben sehr komplizierte Vorgänge, die zwar im Prinzip auch natürlichsprachlich charakterisiert werden könnten, was aber niemand tun wird. Der „trennende Augenblick“ ist einfach für die normale menschliche Kommunikation uninteressant, darüber wird nichts ausgesagt und auch nichts inferiert.

<sup>21</sup> Im Russischen hat man im Bereich der Bewegungsverben darüber hinaus noch weitere Differenzierungsmöglichkeiten. So wird das gewohnheitsmäßige, wiederholte Gehen bereits lexikalisch vom einmaligen Gehen unterschieden: „*On chodit v shkolu.*“ – „*Er geht (regel-*

## Übergang zwischen zwei Zuständen zu einem bestimmten Zeitpunkt t

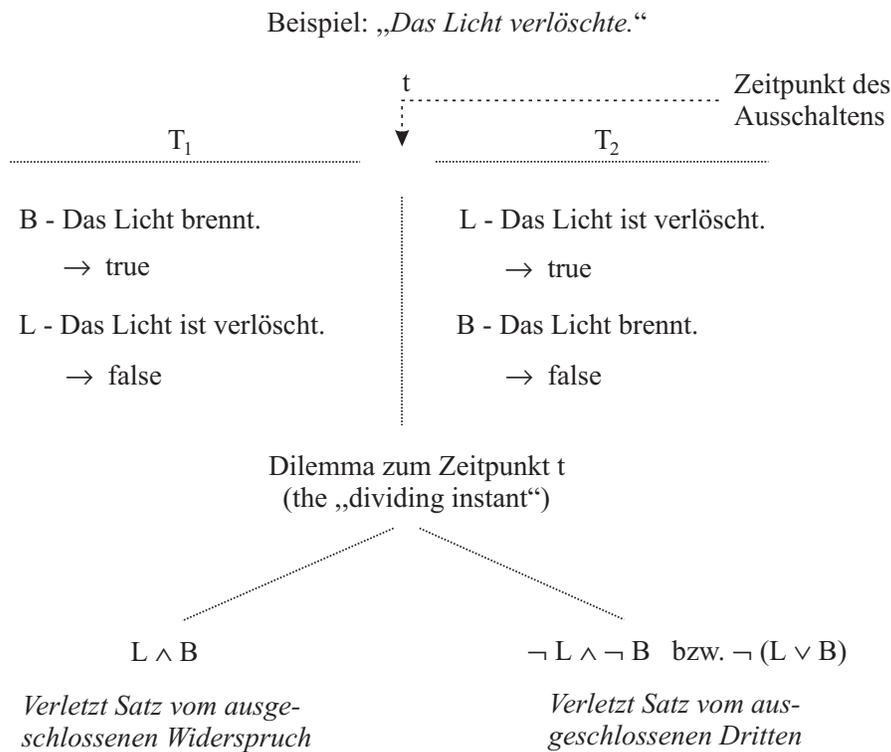


Abbildung 7.11. Das Problem des trennenden Augenblicks (the dividing instant)

Deutschen gibt es die grammatische Kategorie des Aspekts nicht. Hier sind als äquivalente Ausdrucksmittel bestimmte Adverbien und die Aktionsarten der Verben zu nennen. In Tab. 7.3 sind die Aktionsarten des Deutschen zusammengestellt, soweit sie lexikalisiert oder morphologisch markiert sind. Zu jeder Aktionsart ist in einer gesonderten Zeile in stark verkürzter Form angegeben, mit welchen MultiNet-Darstellungsmitteln die semantische Besonderheit der betreffenden Situation (hier durchgehend mit s bezeichnet) ausgedrückt werden kann.<sup>22</sup> s' bezeichnet in der Tabelle eine jeweils mit s assoziierte Situation.

*mäßig/wiederholt* in die Schule.“ vs. „On idiot v schkolu.“ – „Er geht (gerade jetzt) in die Schule.“, s. hierzu [143].

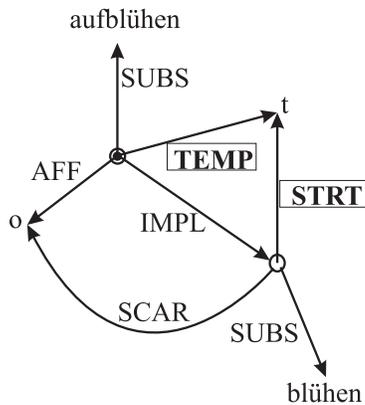
<sup>22</sup> Mit SORT(x) bezeichnen wir hier die Sorte von x und mit QUANT(x) die intensionale Quantifizierung von x, ausgedrückt durch die Layerinformation QUANT. t(s) bezeichnet wieder die der Situation s vom Sprecher zugeordnete Zeit. Bezüglich der Quantifizierung von Zeiten muß auf Abschn. 9 verwiesen werden.

Aktionsart	Beispiele	semantische Charakteristik
1. attenuativ/ diminutiv/deminutiv	<i>etwas schlafen,</i> <i>etwas nachdenken</i>	[geringe Intensität]
$(s \text{ MANNR } \langle \text{Grad der Intensität} \rangle)$		
2. delimitativ	<i>ausschlafen, aufessen,</i> <i>zuendelesen,</i>	[zeitliche Begrenzung]
$\exists s' (s' \text{ FIN } s) \wedge (s' \text{ RSLT } \langle \text{spezif. Endzustand} \rangle)$		
3. diminutiv-iterativ	Suffix „-eln“; <i>werkeln,</i> <i>hüsteln, kränkeln</i>	[in unregelmäßigen Zeitabständen sich abgeschwächt wiederholen]
$\langle \text{wie 1.} \rangle \wedge \exists t (s \text{ TEMP } t) \wedge [\text{QUANT}(t) = \text{wiederholt}]$		
4. durativ	<i>lieben, fühlen, schlafen,</i>	[längere Dauer]
$\exists t (s \text{ DUR } t) \wedge [\text{SORT}(s) = \text{dy}]$		
5. egressiv	Präfix „er-“; <i>ersteigen, erobern</i>	[Abschluß der Handlung das Zuendegehen betont]
$\exists s' (s \text{ RSLT } s') \wedge [\text{SORT}(s') = \text{st}]$		
6. evolutiv	<i>sich entwickeln,</i> <i>wachsen, schrumpfen</i>	[nicht auf Resultat ausgerichtet; qualitative u. quantitative Veränderung]
$(s \text{ INIT } \langle \text{Merkmal mit Wert } v_1 \rangle) \wedge (s \text{ RSLT } \langle \text{Merkmal mit Wert } v_2 \rangle) \wedge ((v_1 < v_2) \vee (v_2 < v_1))$		
7. faktitiv	<i>bauen, schreiben,</i>	[Handlung mit Objekt als Ergebnis]
$\exists x (s \text{ RSLT } x) \wedge [\text{SORT}(x) = \text{o}]$		
8. inchoativ	<i>verwelken, festigen,</i> <i>erblühen, erröten</i>	[allmähliche Entwicklung]
$\exists x (x \text{ CHPE } s) \wedge [\text{SORT}(x) = \text{p}] \wedge [\text{SORT}(s) = \text{dy}]$		
9. ingressiv/initiv	Präfix „auf-“; <i>aufgehen,</i> <i>aufleuchten, losgehen</i>	[Ansatzpunkt einer Handlung]
$(s \text{ AFF } o) \wedge (s \text{ TEMP } t) \implies \exists s' (s' \text{ SCAR } o) \wedge (s' \text{ STRT } t)$ oder: $(s \text{ AGT } o) \wedge (s \text{ TEMP } t) \implies \exists s' (s' \text{ AGT } o) \wedge (s' \text{ STRT } t)$		
10. iterativ/frequentativ/ multiplikativ	<i>schaufeln, zittern,</i>	[in sich wiederholte oder zur Gewohnheit gewordene Handlung]
$\exists s', t' \langle s' = \text{Teilhandlung von } s \text{ (parametrisiert durch } t') \rangle \wedge (s \text{ DUR } t) \wedge [t(s') = t'] \wedge (t' \text{ TEMP } t) \wedge [\text{QUANT}(t') = \text{wiederholt}]$		
11. kausativ	<i>töten, veranlassen, induzieren</i>	[eine Handlung, einen Zustand bewirkend/verursachend]
$\exists s' (s \text{ CAUS } s') \text{ auf Individualebene,}$ $\text{und } (s \text{ IMPL } s') \text{ auf generischer Ebene}$		
12. momentan/punktuell	<i>explodieren, blitzen,</i>	[auf Zeitpunkt beschränkt]
$t(s) = \langle t_1, t_1 \rangle$		
13. mutuell	<i>miteinander spielen, ringen,</i>	[wechselseitig durchgeführte Handlung]
$\exists x, y (s \text{ AGT } x) \wedge (s \text{ AGT } y) \wedge x \neq y$		
14. resultativ/perfektiv/ effektiv	<i>zerreißen, sich überarbeiten</i>	[über Beendigung der Handlung hinaus ist Resultat eingeschlossen]
$\exists s', t (s \text{ TEMP } t) \wedge (s \text{ RSLT } s') \wedge [\text{SORT}(s') = \text{st}] \wedge (s' \text{ STRT } t)$		
15. semelfaktiv	<i>spalten, sprengen, zerstören</i>	[einmalig durchgeführte Handlung]
$\exists t (s \text{ TEMP } t) \wedge \neg [\text{QUANT}(t) = \text{wiederholt}]$		
16. stativ	<i>liegen, schweigen</i>	[Zustände]
$t(s) = \langle t_1, t_2 \rangle \wedge t_1 \neq t_2$		

Tabelle 7.3. Die Aktionsarten im Deutschen, nach [42]

Die genauen Zusammenhänge können nur mit Hilfe von ausführlichen Bedeutungspostulaten beschrieben werden, die auf die Spezifik der beschriebenen Situation Bezug nehmen. Zeile 2 der Tabelle ist z.B. wie folgt zu lesen: Zu dem delimitativen Vorgang s („*ausschlafen*“, „*aufessen*“ usw.) gibt es eine assoziierte Situation s' („*schlafen*“, „*essen*“ usw.), die durch s beendet wird und einen spezifischen, zu s' gehörenden Endzustand (Zustandsträger hat ausgeschlafen, Teller ist leer usw.), der nach dem Ende von s' gilt.

a) ingressive Handlung



b) evolutive Handlung

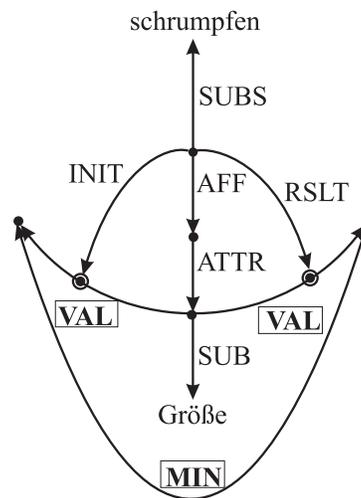


Abbildung 7.12. Beispiel für die Darstellung zweier Aktionsarten

Es muß betont werden, daß die Aktionsarten nicht scharf voneinander zu trennen sind. So bestehen in der Tab. 7.3 z.B. Beziehungen zwischen den Aktionsarten aus Zeile 2 und 5 oder zwischen 8 und 9; auch die semantische Einordnung von Verben in die Aktionsarten 11 und 15 kann nicht als disjunkte Klasseneinteilung angesehen werden. Ebenso sind die in Spalte 2 angegebenen Affixe nur als typisch, nicht als strenges Kriterium anzusehen. Trotzdem gibt Tab. 7.3 eine gewisse Orientierung, und die jeweils in der letzten Zeile einer Aktionsart angeführten halbformalen semantischen Charakterisika liefern Hinweise auf Inferenzregeln, die mit dieser Aktionsart verbunden sind. Das hat in einem FAS auch Konsequenzen für die Analyse. So sind z.B. punktuelle Handlungen nicht mit den Relationen **DUR**, **STRT**, **FIN** kompatibel, was Sätze wie „*Die Bombe explodierte seit 18.30 Uhr.*“ ausschließt. In Abb. 7.12 sind

die dargestellten Zusammenhänge jeweils für eine ingressive und eine evolutive Handlung etwas genauer ausgeführt. Die für die jeweilige Aktionsart typischen Darstellungselemente von MultiNet (sozusagen das Grundgerüst) sind durch Einrahmung der Relationsnamen und Fettdruck hervorgehoben.

Allen führt in seiner „Theory of action and time“ [4] drei Prädikate ein, nämlich:  $HOLDS(p, t)$ ,  $OCCUR(e, t)$  und  $OCCURRING(pr, t)$ , die wesentlich die Semantik von „Eigenschaften“  $p$  (bei Allen: „*properties*“) bzw. „Ereignissen“  $e$  (bei Allen: „*events*“) bzw. „Prozessen“  $pr$  (bei Allen: „*processes*“) bestimmen. Leider wird nicht ganz deutlich, was genau Eigenschaften bei ihm sind. So führt er u.a. als Sorte ein: „*Terms of type PROPERTY, denoting propositions that can hold or not hold during a particular time.*“ (loc. cit. S. 128), was im Sinne von MultiNet sowohl Eigenschaftszuordnungen als auch Sachverhalte bzw. Situationen (einschließlich Ereignissen und Prozessen) umfaßt. Auch die Trennung zwischen Ereignissen und Prozessen (Zählbarkeit vs. Nicht-Zählbarkeit) scheint nicht zwingend zu sein. So beschreibt „*I'm walking.*“ nach Allen einen Prozeß, aber „*I'm walking to the store.*“ ein Ereignis. Der Begriff *walk* kennzeichnet u.E. einen Vorgang (genauer eine Handlung), unabhängig davon, ob er morpho-syntaktisch in der „progressive form“ „*walking*“ verwendet wird oder nicht, s.a. die untenstehenden Axiome und die obigen Ausführungen zum Aspekt.

Nachstehend sollen die drei genannten Prädikate etwas genauer betrachtet und die Parallelen zur semantischen Repräsentation in MultiNet aufgezeigt werden.

- $HOLDS(p, t)$ : diese Relation gilt (nach Allen) genau dann, wenn die Eigenschaft  $p$  zum Zeitpunkt  $t$  zutrifft. Für dieses Prädikat wird folgendes Axiom postuliert<sup>23</sup>:

$$HOLDS(p, T) \leftrightarrow [\forall t \text{ IN}(t, T) \rightarrow HOLDS(p, t)] \quad (53)$$

Aus MultiNet-Sicht sind hier zwei Fälle zu unterscheiden:

- a) Situation  $s$  vom Typ: (o **PROP**  $p$ ) [Eigenschaftszuweisung i.e.S.]

Es gilt **kategorisch**:

$$(s \text{ DUR } T) \rightarrow [\forall t (t \text{ TEMP } T) \rightarrow (s \text{ TEMP } t)] \quad (54)$$

- b) Situation  $s$  vom Typ: (s **SUBS**  $z$ )  $\wedge$  [SORT( $z$ ) = st] [Zustand]

In diesem Fall gilt das zu (54) analoge Axiom nicht streng (d.h. nur mit Ausnahmen)

**Default-Annahme:**

$$(s \text{ DUR } T) \rightarrow [\forall t (t \text{ TEMP } T) \rightarrow (s \text{ TEMP } t)] \quad (55)$$

<sup>23</sup> Das Prädikat  $\text{IN}(t, T)$  gilt bei Allen genau dann, wenn das Zeitintervall  $t$  vollständig in dem umfassenderen Zeitintervall  $T$  enthalten ist.

- OCCUR(e, T): diese Relation gilt (nach Allen) genau dann, wenn sich e im Intervall T, aber nicht in irgendeinem Teilintervall t von T ereignet. Allen postuliert folgendes Axiom:

$$(\text{OCCUR } e, T) \wedge \text{IN}(t, T) \rightarrow \neg \text{OCCUR}(e, t) \quad (56)$$

Eine solche Relation erscheint zu scharf gefaßt (wann trifft z.B. OCCUR(e, T) genau zu, wenn e = „Peter erhielt gestern ein neues Fahrrad.“ ist?). Die Relation OCCUR entspricht weder sprachlichen Gegebenheiten, noch läßt sich ihr Zutreffen i.a. modelltheoretisch genau entscheiden. Was gebraucht wird, ist ein Ausdrucksmittel, das formal auszudrücken gestattet, daß das Ereignis e in den Zeitraum T hineinfällt, wobei entsprechende Inferenzen, wie „e liegt nicht vor T bzw. nach T“ möglich sein müssen.

In MultiNet gibt es hierfür die Relation (e **TEMP** t) mit u.a. folgendem Axiom:

$$(e \text{ TEMP } t) \rightarrow [\neg(e \text{ ANTE } t) \wedge \neg(t \text{ ANTE } e)] \quad (57)$$

- OCCURRING(pr, T): diese Relation gilt (nach Allen) genau dann, wenn der Prozeß pr im Intervall T und in mindestens einem Teilintervall t von T abläuft. Danach gilt folgendes Axiom:

$$\text{OCCURRING}(\text{pr}, T) \leftrightarrow [\exists t \text{ IN}(t, T) \wedge \text{OCCURRING}(\text{pr}, t)] \quad (58)$$

Dieses Axiom läßt im Prinzip eine unendliche Schachtelung von echt ineinander enthaltenen Intervallen zu, in denen pr immer noch sinnvoll behauptet werden kann. Dabei gibt es für jeden Prozeß s eine untere zeitliche Auflösungsgrenze  $\bar{t}_s$ , unterhalb derer s nicht mehr behauptet werden kann. Tatsächlich ist  $\bar{t}_s$  für jedes s verschieden, bei s = rattern kann  $\bar{t}_s = 0.1 \text{ sec}$  sein, bei s = schaufeln sind eventuell  $\bar{t}_s = 10 \text{ sec}$ . zutreffend usw.

Zusammengefaßt kann man für MultiNet postulieren:

Situation s vom Typ: (s **SUBS** Prozeß)

**Default-Annahme:**

$$(s \text{ DUR } T) \rightarrow [\forall t (t \text{ TEMP } T) \wedge (\bar{t}_s \subseteq t) \rightarrow (s \text{ TEMP } t)] \quad (59)$$

Diese Zusammenhänge lohnt es sich nicht weiter formal auszuarbeiten, da sie für ein FAS eine untergeordnete Rolle spielen und das erwähnte  $\bar{t}_s$  praktisch kaum zu bestimmen ist.

Insgesamt dürfte eine Definition von Zeitrelationen, die den unscharfen Sprachgebrauch mit Hilfe exakter Zeitintervalle (nach welchem Ansatz auch immer) semantisch modellieren will, zu Problemen führen. Aus diesem Grund sind auch die in den Formeln (46) bis (51) verwendeten Terme begin(s) bzw. end(s) genau genommen für Situationen als unscharfe Konzepte aufzufassen. Dieser Umstand findet in einem FAS u.a. bei der Antwortgenerierung Berücksichtigung, indem die genannten Terme in entsprechend unscharfe natürlichsprachliche Ausdrücke, wie „beginnen zu“/„Beginn“/„Anfang“ bzw.

„Ende“/„aufhören zu“ (evtl. verknüpft mit unscharfen Zeitangaben, wie „am Abend“ „im Sommer“ usw.) übersetzt werden.

Auf die Unterschiede zwischen Zuständen, Ereignissen und Prozessen, die nach häufig vertretener Auffassung im wesentlichen dadurch charakterisiert sind, daß erstere homogen in der Zeit (d.h. ohne Unterbrechung) gelten, die zweiten einmalig in einem kurzen Zeitraum/Zeitmoment stattfinden und letztere als heterogen anzusehen sind, kann hier nicht näher eingegangen werden. Insbesondere die letztgenannte Heterogenitätsbedingung für Prozesse ist strittig (s. hierzu die Diskussion in [60]).



## Kapitel 8

# Modalität und Negation

### 8.1 Modale Charakterisierung von Situationen

Unter Modalitäten im weitesten Sinn wird hier die Geltung verstanden, die der Sprecher seiner Aussage gibt (s. [30], S. 345). Die verschiedenen Möglichkeiten, die eine Sprache zur Angabe der Modalität zur Verfügung stellt, werden als **Modalfeld** oder **Modalsystem** bezeichnet.<sup>1</sup>

Eine umfassende Untersuchung des Modalsystems der deutschen Sprache stammt von Gerstenkorn [63]. Er rechnet folgende Erscheinungen zum Modalsystem:

1. Negationen (s. Abschn. 8.2) [1. - 2. Verneinung]
2. Bestimmte Konjunktionen und Präpositionen  
(wie z.B. „weder - noch“ oder „ohne“, „außer“)
3. Modalwörter (Modaladverbien, modale Hilfsverben)
4. Bestimmte Nomen und Adjektive
5. Verbmodi: Indikativ, Konjunktiv I, [3. - 7. Modalitäten  
Konjunktiv II, Imperativ im engeren Sinne]
6. Modaler Infinitiv
7. Modalverben
8. Modalpartikeln, Interjektionen [emotionaler Aspekt]

Wie aus der Zusammenstellung ersichtlich ist, werden auch die Verneinung und die mit dieser in Zusammenhang stehenden Konjunktionen und Präpositionen in das Modalsystem einbezogen (s. Punkt 1 und 2). Dieser Komplex

---

<sup>1</sup> Zur terminologischen Klärung muß darauf aufmerksam gemacht werden, daß die Begriffe „modal“ bzw. „Modal-“ (in Zusammensetzungen) in der Grammatik-Literatur in mehreren Bedeutungen verwendet werden. Einmal verwendet man „modal“ (modale Konjunktionen, modale Adverbien, modale Bestimmungen usw.) zur Charakterisierung von oder im Zusammenhang mit adverbialen Bestimmungen (Circumstanzen), die zum Einzugsbereich des Verbs gehören und die Art und Weise einer Handlung (im weitesten Sinne) spezifizieren. In diesem Sinne wird „modal“ in Abschn. 5.2.3 verwendet. Zum anderen bezeichnet „modal“ (Modalwort, modales Hilfsverb usw.) eine Modifikation des gesamten Satzes oder eines Teiles des Satzes durch Angabe der Stellungnahme des Sprechers (Schreibers) zum Satzinhalt. In letzterem Sinne wird dieser Terminus durchgängig im vorliegenden Kapitel verwendet.

wird in Abschn. 8.2 gesondert behandelt.<sup>2</sup> Ebenso wird von einigen Autoren die subjektive, emotional-expressive Stellungnahme des Sprechers zum Modalsystem gezählt. Dieser Aspekt findet vor allem in den Modalpartikeln und Interjektionen (s. Punkt 8) seinen Ausdruck. Zu den Modalpartikeln rechnet man: „denn“, „doch“, „ja“, „auch“, „nur“, „bloß“, „eben“, „halt“, „aber“, „mal“, „etwa“ u.a. Unter Umständen könnte für ein FAS die Unterscheidung zwischen Modalpartikeln und anderen homonymen Partikeln wichtig werden, weil erstere ohne weiteres weggelassen werden können, letztere aber nicht. Für die gesprochene Sprache ist für die Disambiguierung die Tatsache hilfreich, daß Modalpartikeln im Satz stets unbetont sind (obwohl sie besonderen expressiven Charakter tragen).

Beispiel:

- (8.1) „Ist der Rechner auch billig?“ [Modalpartikel]  
 (8.2) „Ist der Rechner auch billig?“ [keine Modalpartikel]

Modalpartikeln spielen in vielen Diskursbereichen eine untergeordnete Rolle, da in Fakteninformationen und sachlichen Beschreibungen emotional-expressive Stellungnahmen geradezu unerwünscht sind. Außerdem besitzen die Modalpartikel einen relativ geringen Mitteilungswert. Aus diesem Grunde soll dieser Aspekt hier außerhalb der Betrachtung bleiben. In Abschn. 8.3 wird deshalb nur die semantische Repräsentation der in den Punkten 3 bis 7 zusammengefaßten Modalitäten behandelt.

Der in Präsens-Aussagen verdeckt vorhandene modale Aspekt ist eher ein Problem der logischen Interpretation von generischen Sachverhalten als eins der expliziten semantischen Repräsentation von Modalitäten.

Beispiel:

- (8.3) „Peter spielt Klavier.“

Dieser Satz hat zwei Deutungen:

- a) eine **aktuelle**, die z.B. realisiert wird, wenn der Satz als Antwort auf die Frage dient „Was tut Peter gerade?“. In diesem Fall wird das Präsens zur Angabe der Zeit verwendet, dargestellt etwa durch (s **TEMP** now).  
 b) eine **generische**, die z.B. realisiert wird, wenn der Lehrer in der Schule nach den Fähigkeiten einzelner Schüler fragt. Bei der dann präferierten Deutung kommt ein modaler Aspekt ins Spiel, der etwa besagt „Peter kann Klavier

<sup>2</sup> Die Zugehörigkeit der Negation zum Modalsystem, die in den Darstellungsmitteln von MultiNet ihren Niederschlag findet, bringt auch Admoni ([2], S. 33) zum Ausdruck, wenn er feststellt, daß die Negationswörter die Einstellung des Sprechenden zum Inhalt seiner Rede zum Ausdruck bringen, und somit die Verneinung „eine modale Kategorie“ ist.

*spielen.*“, d.h. er übt die Tätigkeit im Moment des Fragens nicht tatsächlich aus.

Ein ähnliches Problem tritt bei der Interpretation genereller Aussagen im Präsens auf, die Pluralkonstruktionen oder generische Aktanten enthalten: *„Webervogel bauen kunstvolle Nester.“* bzw. *„Der Webervogel baut kunstvolle Nester.“* Auf die semantische Deutung solcher Aussagen kommen wir in Abschn. 9 zurück.

## 8.2 Verneinung

Es gibt in der deutschen Sprache eine Fülle von Negationsträgern, die direkt oder indirekt eine Verneinung zum Ausdruck bringen. Nachstehend sollen zusammenfassend die Negationsträger aufgeführt werden, die von Gerstenkorn [63], Helbig/Rickens [83] und Stickel [196] angegebenen werden:

### A) Negationswörter:

„nicht“, „nichts“, „kein(-e, -er, -es)“, „niemand“, „nie“, „niemals“, „nirgend“, „nirgendwo“, „nirgendwohin“, „nirgendwoher“, „keinesfalls“, „keineswegs“, „nein“ sowie das „Gattungszahlwort“: „keinerlei“

### B) Affixnegation:

„un-“, „dis-“, „a-“, „des-“, „i(n)-“, „miß-“, „-los“

### C) Negation durch Konjunktionen:

- koordinative Negation: „weder – noch“, „entweder – oder“
- konditionale Negation: „sonst“, „andernfalls“
- modale Negation: „ohne daß“, „(an)statt daß“, „ohne zu“, „(an)statt zu“

### D) Negation durch Präpositionen:

„außer“, „ohne“, „(an)statt“, „anstelle“

### E) Beziehung zwischen Negation und Limitation:

„nur“, „bloß“, „lediglich“

### F) Beziehung zwischen Negation und Komparation:

„weniger“, „die meisten“, „mehr“, ...

### G) Verben, die negative Aussagen enthalten:

„abrateten“, „vermeiden“, „verhindern“, „verbieten“, „warnen“, ...

### H) Irrealer Konditionalis und Wunschsätze

Ein besonderes Problem im Zusammenhang mit negierten Aussagen besteht darin, zu entscheiden, ob Satznegation oder Konstituentennegation (Sondernegation in [83]) vorliegt, d.h. ob der ganze Satz oder nur ein Satzglied verneint ist.

Bezüglich dieses Punktes gibt es keine ganz einheitliche Auffassung in der Literatur. Während Hartung die Notwendigkeit der Unterscheidung von Satz- und Konstituentennegation (bei ihm Wortnegation) in der Tiefenstruktur nicht anerkennt [79]<sup>3</sup>, vertreten andere Autoren, z.B. Hajičova [71], Helbig/Rickens [83] u.a. die Meinung, daß die verschiedenen Arten von Negation nicht nur der Oberflächenstruktur, sondern auch in der Tiefenstruktur zu unterscheiden sind. Dieser zuletzt genannten Auffassung schließen wir uns an, da andernfalls die als Präsuppositionen in negierten Sätzen enthaltenen Positiv-Aussagen nicht erschließbar wären.

Helbig/Rickens geben in [83] folgende Regel für die Unterscheidung von Satz- und Sondernegation (Konstituentennegation) an, die die Stellung des Negators „*nicht*“ im Satz betreffen:

- a) „*nicht*“ steht als **Sondernegation** unmittelbar vor dem negierten Glied. Ausnahmen:
- wenn das negierte Glied stark betont ist „Heute ist mein Freund nicht gekommen.“
  - bei negierten Modalwörtern erfolgt Nachstellung des „*nicht*“.
- b) „*nicht*“ als **Satznegation** strebt nach dem Ende des Satzes und bildet zusammen mit dem finiten Verb eine Satzklammer. Ausnahmen:
- infinite Verben oder Verbzusätze verdrängen das „*nicht*“ vom Satzende
  - das Prädikativum hat Anspruch auf Endplatz im Satz
  - Satznegation „*nicht*“ kann auch vor freien lokalen Angaben stehen:
    - „Er stellt das Buch nicht in den Schrank.“
    - „Er stellt das Buch in den Schrank nicht.“ (??)

Für die semantische Repräsentation der Negation stehen folgende Darstellungsmittel zur Verfügung:

- die Familie der Metafunktionen

$$\left. \begin{array}{l} *NON_1 : \langle \text{Relation} \rangle \longrightarrow \langle \text{Relation} \rangle \\ *NON_2 : \langle \text{md} \rangle \longrightarrow \langle \text{md} \rangle \\ *NON_3 : \longrightarrow \text{FALSCH} \end{array} \right\} *NON$$

<sup>3</sup> So schreibt er auf S. 15 der zitierten Arbeit:

„Es gibt besondere Argumente innerhalb der generativen Grammatik, die die herkömmliche Unterscheidung zwischen Satz- und Wortnegation . . . erschüttern. . . Eine Alternative besteht in der Annahme, daß wir es primär (d.h. in der Tiefenstruktur – Anm. d.V.) mit einer einheitlichen Negation zu tun haben und daß erst sekundär (d.h. in der Oberflächenstruktur – Anm. d.V.) unter bestimmten Kontextbedingungen eine Art Wortverneinung zustande kommt.“

Diese Funktionen sollen in der oben angegebenen Reihenfolge vorerst mit  $*\text{NON}_1$ ,  $*\text{NON}_2$  und  $*\text{NON}_3$  bezeichnet werden. Sie werden später einheitlich mit  $*\text{NON}$  bezeichnet, wenn die Bedeutung aus dem Kontext ersichtlich ist.

$*\text{NON}_1$  dient vorwiegend der Darstellung der Konstituentennegation und erzeugt aus einer Relation  $R$  die komplementäre Relation  $\overline{R} = *\text{NON}_1(R)$ , die besagt, daß  $a$  und  $b$  genau dann nicht in der Relation  $R$  stehen, wenn ( $a \overline{R} b$ ) gilt.

$*\text{NON}_2$  dient zur Behandlung negierter Modalitäten (s. Abschn. 8.3), während die nullstellige Funktion  $*\text{NON}_3$  den Wahrheitswert FALSCH vertritt.

- die Relation **MODL**:  $\tilde{si} \times \text{md}$   
diese dient im Zusammenhang mit  $*\text{NON}_3$  zur Darstellung der Satznegation
- die Relation **SUBST**:  $[o \times o] \cup [si \times si]$   
für Negation durch Präpositionen und für modale Negation (s. Punkt C, dritter Anstrich oben)

- die Funktionen

$*\text{DIFF}$ :  $\text{pe}^{(n)} \times [\text{pe}^{(n)} \cup \text{pe}^{(n-1)}] \rightarrow [\text{pe}^{(n)} \cup \text{pe}^{(n-1)}]$   
(für Negation durch Präpositionen)

$*\text{ALTN2}$ :  $o \times o \dots \times o \rightarrow o$  (für koordinative Konstituentennegation)

$*\text{VEL2}$ :  $\tilde{si} \times \tilde{si} \times \dots \times \tilde{si} \rightarrow si$  (für koordinative Satznegation)

- die Layerinformationen [**FACT** = *real*] bzw. [**FACT** = *nonreal*]

Auf der Grundlage dieser Darstellungsmittel sollen nun die wichtigsten sprachlichen Erscheinungen, die in der eingangs angeführten Tabelle der Negationsträger angeführt sind, semantisch behandelt werden.<sup>4</sup> In den nachfolgenden Grafiken wird zur Vereinfachung der relativ aufwendigen Kapseldarstellung von der in Teil II, Abb. 16.3f angegebenen Konvention Gebrauch gemacht, wonach ein Sachverhalts- bzw. Situationsknoten durch einen Kreis eingeschlossen wird. Die in das innere führenden Kanten gehören zur Begriffskapsel, während sich die außen angreifenden Kanten (meist semantisch restriktive Relationen), auf den gesamten Sachverhalt/die gesamte Situation beziehen.

### zu A) Negationswörter/Negatoren

Die Negatoren außer „nicht“ bilden Antonympaare mit jeweils einem positivem Pendant (z.B. (niemand **ANTO** jemand) oder (nirgendwo **ANTO** ir-

<sup>4</sup> Die Zeitbestimmungen sind in den folgenden semantischen Strukturen der Einfachheit halber weggelassen; sie können leicht hinzugedacht werden (meist: **TEMP** + PAST oder **TEMP** + PRESENT, vgl. hierzu auch die Anmerkung auf S. 62).

gendwo) usw.). Die Bedeutungen von Negationswörtern bzw. von deren Gegenstücken stellen natürlich auch Begriffe dar, die im Netz als Knoten repräsentiert werden können. Typisch für die Negatoren und ihre Antonyme ist, daß sie nur durch Layerinformationen bzw. Sorten- und eventuell Feature-Angaben charakterisiert werden, die in Tab. 8.1 zusammengefaßt sind. Wenn in den Netzdarstellungen z.B. das Konzept **etwas** als Knotenmarkierung auftritt, so ist dies als Abkürzung für die entsprechende Merkmalskombination aus dieser Tabelle aufzufassen.

	<b>FACT</b>	<b>VARIA</b>	<b>REFER</b>	<b>SORT</b>	FEAT
kein/e/er/es	<i>non</i>	<i>varia</i>	<i>indet</i>	<i>d</i>	-
(irgend)ein/e/er/es	<i>real</i>	<i>con</i>	<i>indet</i>	<i>d</i>	-
nichts	<i>non</i>	<i>varia</i>	<i>indet</i>	<i>o</i>	-
etwas	<i>real</i>	<i>con</i>	<i>indet</i>	<i>o</i>	-
niemand	<i>non</i>	<i>varia</i>	<i>indet</i>	<i>d</i>	[POTAG +]
jemand	<i>real</i>	<i>con</i>	<i>indet</i>	<i>d</i>	[POTAG +]
nie(mals)	<i>non</i>	<i>varia</i>	<i>indet</i>	<i>t</i>	-
jemals/einstmals	<i>real</i>	<i>con</i>	<i>indet</i>	<i>t</i>	-
nirgend(wo)	<i>non</i>	<i>varia</i>	<i>indet</i>	<i>l</i>	-
irgendwo	<i>real</i>	<i>con</i>	<i>indet</i>	<i>l</i>	-
keinesfalls/keineswegs	<i>non</i>	<i>varia</i>	<i>indet</i>	<i>si</i>	-
gegebenenfalls	<i>real</i>	<i>con</i>	<i>indet</i>	<i>si</i>	-

**Tabelle 8.1.** Die Negatoren und ihre Antonyme

### A1) nicht

Die Bedeutung des Negators „*nicht*“ wird durch **MODL + \*NON** (im Falle der Satznegation) oder durch **\*NON** ((Relation)) (im Falle der Konstituenten-negation) ausgedrückt.

Beispiele:

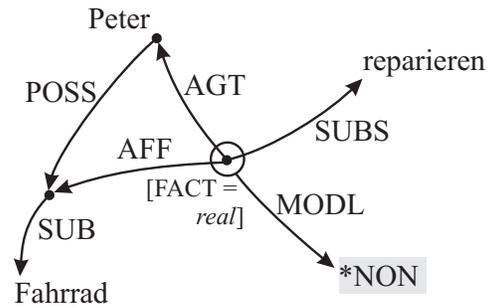
(8.4) „*Peter reparierte sein Fahrrad nicht.*“ (Satznegation)

(8.5) „*Die Elbe fließt nicht in die Ostsee.*“ (Konstituentennegation)

Am Beispiel Abb. 8.1 b) wird deutlich, daß der Teil des Sachverhaltes, der „*die Elbe fließt*“ darstellt, als Präsupposition zu betrachten ist, die in diesem Sachverhalt nicht mit negiert ist. Das läßt sich auch durch das Hintergrundwissen (Elbe **SUB** Fluß)  $\wedge$  (Fluß **ASSOC** fließen) stützen, wonach der Begriff Fluß immanent mit dem Begriff fließen verknüpft ist.

- Nach Kiefer [109] ist eine **Präsupposition** P wie folgt definiert:  
Seien  $S_1$  und  $S_2$  zwei Sätze. Weiter sei  $S_2$  nicht durch  $S_1$  behauptet. Wenn  $S_2$  sowohl aus  $S_1$  als auch aus  $\neg S_1$  folgt, dann ist  $P = S_2$  eine Präsupposition von  $S_1$ . P ist also invariant gegenüber der Negation.

- a) „Peter hat sein Fahrrad **nicht** repariert.“  
(Satznegation)



- b) „Die Elbe fließt **nicht** in die Ostsee.“  
(Konstituentennegation)

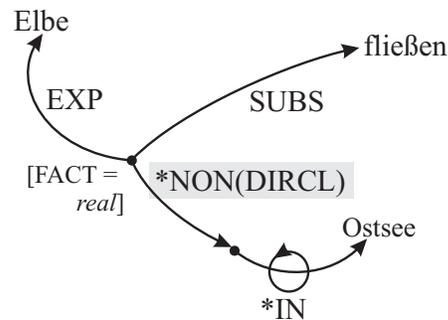


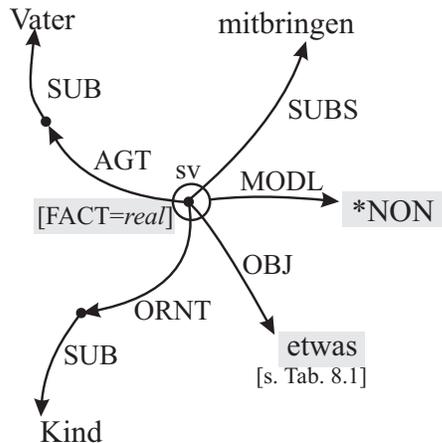
Abbildung 8.1. Satznegation und Konstituentennegation mit „nicht“

Zur Erschließung dessen, was bei einer Aussage präsupponiert wird, bildet das immanente Hintergrundwissen eine wichtige Ausgangsbasis. Ein Typ von Präsuppositionen wird in MultiNet standardmäßig berücksichtigt: das ist die sogenannte **existenzielle Präsupposition** (s. hierzu Abschn. 10). Das bedeutet, daß alle Objekte, über die eine Aussage gemacht wird (mit Ausnahme derjenigen, deren Existenz explizit verneint wird oder die in opaken Kontexten auftreten) als existent angenommen werden.<sup>5</sup> Zu Spezialproblemen, die

<sup>5</sup> Eine Aussage steht in einem opaken Kontext, wenn sie in eine modale Bestimmung eingebettet ist, wie z.B. „Peter glaubt, ein Einhorn gesehen zu haben“. In diesem Fall muß natürlich das Einhorn nicht existieren, im Gegensatz etwa zu dem Satz „Peter hat ein Einhorn gesehen.“, wo dies zumindest aus Sicht des Sprechers der Fall sein sollte.

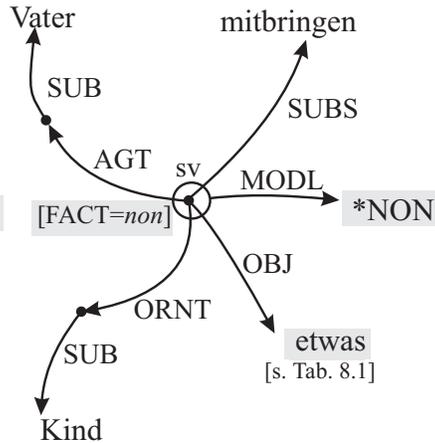
mit dem Begriff der Präsuppositionen verknüpft sind – wie z.B. Präsuppositionen höherer Ordnung, Verben mit negativer Präsupposition, Transitivität von Präsuppositionen – muß auf die Literatur verwiesen werden (s. z.B. [116]).

a) „Der Vater hat dem Kind  
*nichts* mitgebracht.“



Verneinung auf intensionaler Ebene (mit MODL+\*NON)

b) „Es *trifft nicht zu*, daß der  
Vater dem Kind *nichts*  
mitgebracht hat.“



Verneinung auf extensionaler Ebene (mit [FACT=non]) + Verneinung mit MODL+\*NON

Abbildung 8.2. Verneinung auf intensionaler Ebene und auf präextensionaler Ebene

## A2) nichts<sup>6</sup>

- ähnelt morphologisch/grammatisch (Zeichen:  $\cong$ ) einem Substantiv
- nichts  $\hat{=}$  nicht + etwas
- es dient der Satznegation

In MultiNet kann die Verneinung auf zwei verschiedenen Ebenen ausgedrückt werden:

- auf intensionaler Ebene (sozusagen als innerer Bestandteil der Bedeutung eines Sachverhalts); hierfür werden die eingangs erwähnten Darstellungs-

<sup>6</sup> Die bei den folgenden Negationswörtern angegebenen Kommentarzeilen gehen in der angegebenen Reihenfolge auf Ausführungen von Admoni [2] (1. Zeile), auf Regeln der Entsprechung von Bech (2. Zeile), zitiert nach [63], und auf Stickel [196] (3. Zeile) zurück.

- mittel (insbesondere die Relation **MODL** und die Metafunktion **\*NON**) eingesetzt;
- auf präextensionaler Ebene mit Hilfe des Layermerkmals **FACT**, wobei **[FACT = nonreal]** bzw. abgekürzt **[FACT = non]** das Nichtzutreffen des so spezifizierten Sachverhalts sv in der Realität angibt und **[FACT = real]** sein Zutreffen. Dabei kann sv selbst wieder (intensional) Negationen enthalten, wie das in Abb. 8.2 b) der Fall ist (doppelte Verneinung). Obwohl sich **[FACT = non]** und (sv **MODL \*NON**) nach dem Gesetz der doppelten Negation rein wahrheitsfunktionell aufheben (d.h. aus der Darstellung Abb. 8.2 b) ist ableitbar, daß „der Vater dem Kind etwas mitgebracht hat“), ist es doch sinnvoll, die beiden verschiedenen Negationen in der Repräsentation zu belassen. Wenn man die Griceschen Konversationsmaximen [66] berücksichtigt (insbesondere das Gebot der Redundanzvermeidung), so kann man annehmen, daß die Doppelnegation bewußt verwendet wurde (zum Beispiel, um auf eine vorhergehende Behauptung zu antworten oder eine Annahme zu revidieren usw.).

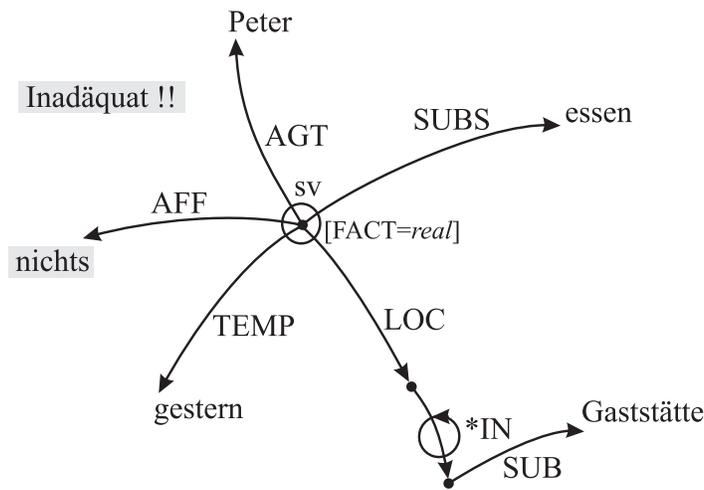


Abbildung 8.3. Semantisch inadäquate Repräsentation der Satznegation mit „nichts“

Das Beispiel in Abb. 8.4 a) als Repräsentation des Satzes „Peter hat gestern in der Gaststätte nichts gegessen.“ und die zur Erläuterung gegenübergestellte inadäquate Darstellung dieses Satzes in Abb. 8.3 zeigen, daß man auf keinen Fall das nichtexistente Objekt (symbolisiert durch das Konzept nichts, s. Tab. 8.1) unreflektiert wie ein „normales“ Objekt in die semantische Repräsentation

tion eines realen Sachverhalts einführen darf. Wegen der in MultiNet geltenden Konjunktionskonvention (s. Teil II, Abschn. 16.3) würde nämlich vor dem Hintergrund der Darstellung Abb. 8.3 die Frage „*Hat Peter gestern in der Gaststätte gegessen?*“ mit „*Ja*“ zu beantworten sein (was offensichtlich falsch ist). Das liegt einfach daran, daß **AFF** im Gegensatz zur Relation **MODL** nicht zu den semantisch restriktiven Relationen gehört.

Es gibt im Prinzip zwei Möglichkeiten die Bedeutung dieses Satzes korrekt darzustellen (s. Abb. 8.4 a und b). Man kann zunächst den Sachverhalt  $sv =$  „*Peter hat gestern in der Gaststätte (etwas) gegessen*“ bilden (wobei man das „*etwas*“ auch weglassen kann; im Bild entspricht das der grau schattierten **AFF**-Kante). Anschließend ist dieser Sachverhalt mit **MODL** + **\*NON** zu verneinen. Das Layer-Merkmal [**FACT** = *real*] in Abb. 8.4 a) drückt aus, daß dieser negierte Sachverhalt tatsächlich gilt (s. hierzu auch Abb. 5.2). Die zweite Möglichkeit (s. Abb. 8.4 b) besteht darin, mit einem **hypothetischen** Sachverhalt  $sv$  ein Objekt  $o$  zu definieren, das von Peter gegessen wird<sup>7</sup>, und die Existenz des so definierten Objekts ist dann durch [**FACT** = *non*] zu verneinen. Da die Relation **MODL** im Teilbild a) bzw. [**FACT** = *hyppo*] in Teilbild b) die Gültigkeit **aller** am Knoten  $sv$  in der jeweiligen Darstellungen des Satzes beteiligten Elementarbeziehungen einschränken, kann dort nicht auf die Gültigkeit der Substruktur, die „*Peter aß gestern in der Gaststätte.*“ entspricht, geschlossen und damit obige Frage nicht falsch beantwortet werden.

### A3) kein

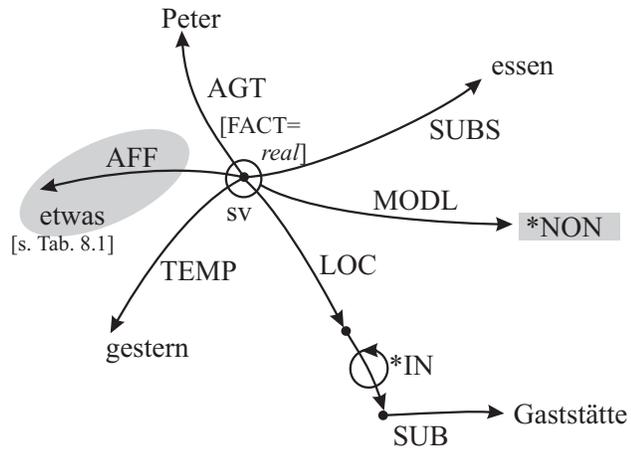
- kein  $\cong$  ein (unbestimmter Artikel, wie Possesivpronomen)
- kein  $\hat{=}$  nicht + eine/r/s (evtl. auch: nicht + jemand)
- Satzverneinung, wenn „*keiner*“ anstelle eines nominalen Satzgliedes auftritt; Konstituentennegation, wenn „*kein*“ vor nominalem Satzglied auftritt (attributiver Gebrauch); vor allem, wenn Ergänzung mit „*sondern*“ folgt.

Das Beispiel aus Abb. 8.5 zeigt, daß in der Bedeutungsdarstellung des Satzes „*Keiner hat Peter sein Werkzeug geliehen.*“ unbedingt ein semantischer Repräsentant für das grammatische Subjekt (er entspricht einer existenzialquantifizierten Variablen) benötigt wird. Andernfalls ließe sich die Besitzrelation nicht ausdrücken. Die adäquate Darstellung des Satzes entspricht also der Paraphrase „*Es trifft nicht zu, daß jemand Peter sein Werkzeug geliehen hat.*“

Im Gegensatz zu der hier ausgedrückten Negation des gesamten Sachverhalts (semantisch repräsentiert durch **MODL** + **\*NON**) gibt der Satz aus Abb. 8.6 ein Beispiel für die Verneinung einer einzelnen Konstituente (ausgedrückt durch **\*NON(OBJ)**).

<sup>7</sup> d.h. die entsprechende **AFF**-Kante ist im immanenten Teil der Begriffskapsel von  $o$  einzutragen.

a) „Peter hat gestern in der Gaststätte **nichts** gegessen.“



b) „Das, was Peter gestern in der Gaststätte gegessen {hat/haben soll}, gibt es **nicht**.“

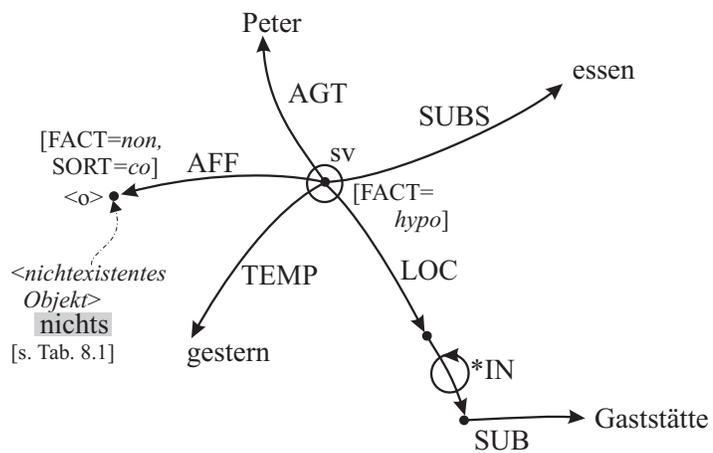


Abbildung 8.4. Semantisch adäquate Repräsentation der Satznegation mit „nichts“

„**Keiner** hat Peter sein Werkzeug geliehen.“

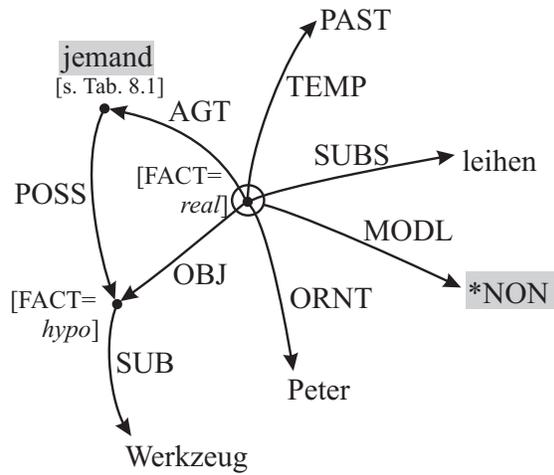


Abbildung 8.5. Satznegation mit „kein“

„Peter kauft sich **kein** Motorrad, sondern ein Fahrrad.“

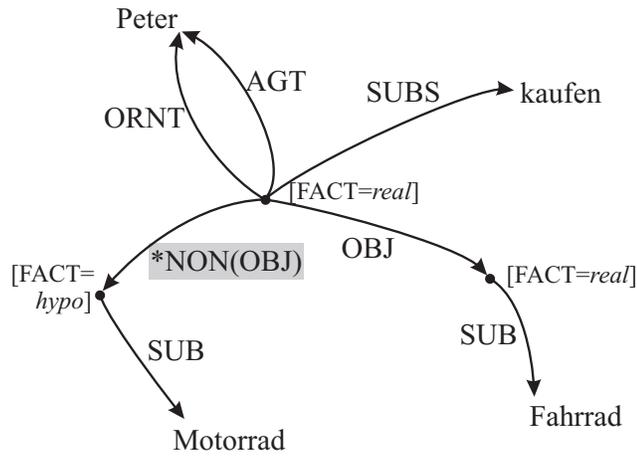


Abbildung 8.6. Konstituentennegation mit „kein“

**A4) niemand**

- niemand  $\cong$  jemand (substantivisches Indefinitpronomen mit personalem Charakter)
- niemand  $\hat{=}$  nicht + jemand
- dient der Satzverneinung

Beispiel:

(8.6) „Niemand hat bis jetzt ein Perpetuum mobile gebaut.“

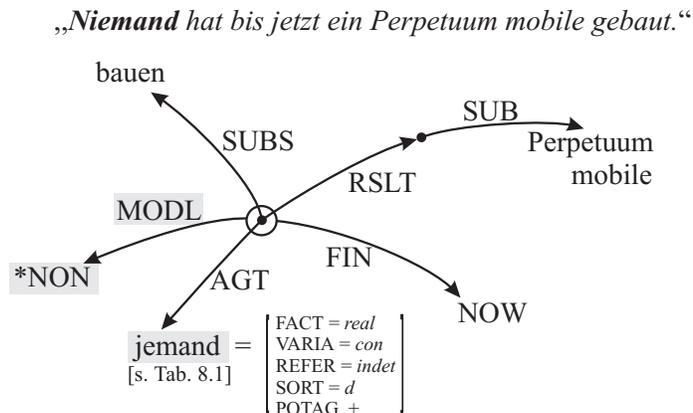


Abbildung 8.7. Satznegation durch den Negator „niemand“

In der Grafik ist zur Illustration die Layerinformation zum Indefinitpronomen „jemand“ explizit angegeben (s. hierzu Tab. 8.1).

**A5) nie, niemals**

- Pronominaladverbien, zur Gruppe des Verbs gehörig
- nie, niemals  $\hat{=}$  nicht + jemals
- Satzverneinung

Beispiel:

(8.7) „Der Patient ist nie/niemals operiert worden.“

Zunächst ist festzustellen, daß die adäquate semantische Repräsentation des obigen Satzes durch Abb. 8.8 a) gegeben ist, da hier zweifelsohne Satznegation vorliegt. Es läßt sich aber eine zu dieser Darstellung äquivalente Repräsentation Abb. 8.8 b) angeben, die den Vorzug hat, daß sie analog aufgebaut ist

„Der Patient ist **niemals** operiert worden.“

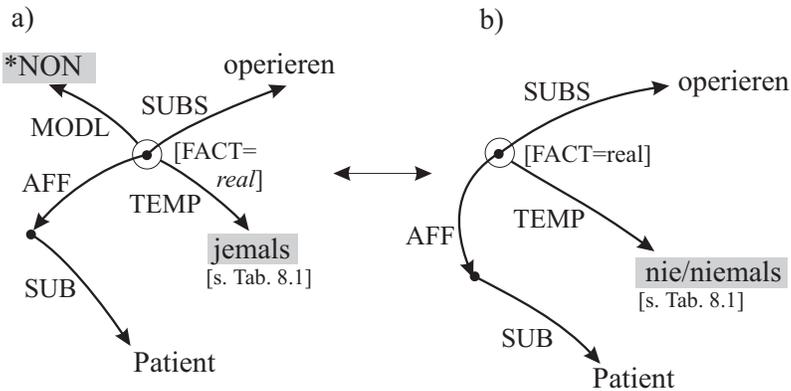


Abbildung 8.8. Satznegation durch den Negator „niemals“

wie die für eine entsprechende nicht negierte Aussage (z.B. wie die für „Der Patient ist gestern operiert worden.“). Diese Darstellung kollidiert nicht wie diejenige in Abb. 8.3 mit der Konjunktionskonvention, da **TEMP** im Gegensatz zu **OBJ** eine semantisch restriktive Relation ist und sich auf den gesamten Sachverhalt bezieht. Damit ist in Darstellung Abb. 8.8 b) eine gleichartige Behandlung der negierten wie der entsprechenden unnegierten Aussage bei der syntaktisch-semantischen Analyse möglich. Zum anderen gestatten diese Repräsentationen den gleichen Beantwortungsmechanismus für Fragen der Art „Wann wurde der Patient operiert?“ für negierte und unnegierte Sachverhalte einzusetzen (Antwort in dem einen Fall: „Niemals“, im anderen Fall: „Gestern“). Auf jeden Fall müssen Ersetzungsregeln bereitgestellt werden, die es ermöglichen, diese Darstellungen ineinander überzuführen:

$$(sv \text{ TEMP nie(mals)}) \leftrightarrow (sv \text{ MODL *NON}) \wedge (sv \text{ TEMP jemals}) \quad (60)$$

Diese Musterersetzungsregeln können wegen des semantisch restriktiven Charakters der beteiligten Relationen nicht im üblichen Sinne als Axiome betrachtet werden, mit deren Hilfe die rechts vom Implikationspfeil stehenden Muster bei einer Vorwärtsdeduktion **zusätzlich** zu dem links stehenden relationalen Tripel abgeleitet werden können (d.h. die ersteren Muster sind bei dieser Prozedur aus der Ausgangsstruktur zu streichen;  $\rightsquigarrow$  Nichtmonotonie).

Die Einführung von Axiomen der obengenannten Art stellt keinen Mehraufwand dar, da solche Axiome in einem FAS auch benötigt werden, um den

Zusammenhang zwischen Fakten und Fragen der in Abb. 8.9 angegebenen Art herzustellen.<sup>8</sup>

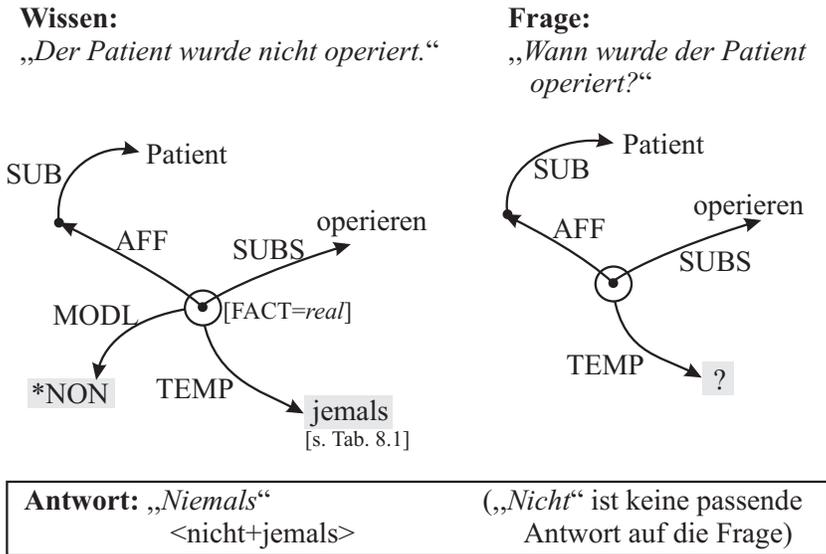


Abbildung 8.9. Fragebeantwortung bei negierten temporalen Informationen

#### A6) nirgends, nirgendwo, nirgendwohin, nirgendwoher

- Pronominaladverbien, zur Gruppe des Verbs gehörig
- nirgends/nirgendwo  $\hat{=}$  nicht + irgendwo (LOC)
- nirgendwohin  $\hat{=}$  nicht + irgendwohin (DIRCL)
- nirgendwoher  $\hat{=}$  nicht + irgendwoher (ORIGL)
- Satzverneinung

Beispiele:

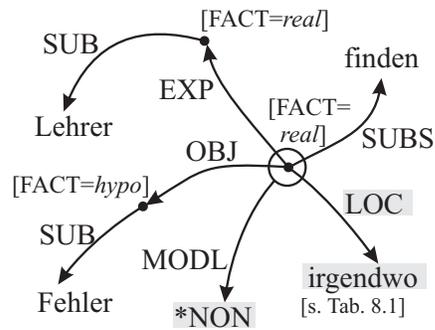
(8.8) „Der Lehrer findet nirgends einen Fehler.“

(8.9) „Peter fährt in den Ferien nirgendwo hin.“

Die Bedeutungsrepräsentanten von „nirgends“, „nirgendwo“, „nirgendwohin“, „nirgendwoher“ erhalten die Sortenzugehörigkeit I (Lokation), s. Tab. 8.1. In der semantischen Repräsentation eines Satzes wird diese Art der Verneinung, da sie eine Satznegation ausdrückt, mit **MODL + \*NON** an den Sachverhaltsknoten angeschlossen. Darüber hinaus ist evtl. noch eine Direktion zu

<sup>8</sup> Auch die Einfachheit der Fragebeantwortung auf der Grundlage der Darstellung Abb. 8.8b ist ein Argument für die Verwendung dieser Repräsentationsform.

a) „Der Lehrer findet **nirgends** einen Fehler.“



b) „Peter fährt in den Ferien **nirgendwo** hin.“

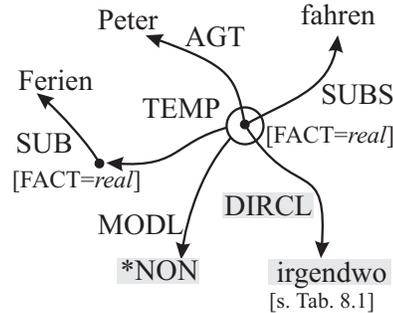


Abbildung 8.10. Satznegation mit lokalen Negatoren

berücksichtigen; der Anschluß an den Sachverhalt erfolgt dementsprechend mit **LOC** bei „nirgends“ bzw. „nirgendwo“, mit **DIRCL** bei „nirgendwohin“ und **ORIGL** bei „nirgendwoher“.

### A7) keinesfalls, keineswegs

– beide dienen der Satzverneinung.

Beispiel:

(8.10) „Peter wird dem Vorschlag keinesfalls/keineswegs zustimmen.“

„keinesfalls/keineswegs“ erhalten die Sortenzugehörigkeit *si* (Situation/-Sachverhalt) und stellen die nicht-erfüllbare Bedingung dar. Da **COND** eine semantisch restriktive Relation ist, gibt es wie bei **TEMP** zwei im wesentlichen äquivalente Darstellungen. Die erstere (s. Abb. 8.11 a) ist dem Sachverhalt „Peter wird dem Vorschlag nicht zustimmen.“ semantisch äquivalent, was u.U. mit dem Verlust einer kleinen Bedeutungsnuance einhergeht. Die zweite (s. Abb. 8.11 b) hebt hervor, daß Peter **unter keinen Umständen/Bedingungen** dem Vorschlag zustimmen wird, was der ursprünglichen Intention näher kommen dürfte.

**A8) nein** Das modale Satzäquivalent spielt lediglich im Dialog als Antwort eine Rolle; es braucht in einer Wissensbasis nicht gesondert repräsentiert zu werden.

### zu B) Affixnegation

Die durch Affix negierten Adjektive, Substantive und Verben (z.B. „unfreund-

„Peter wird dem Vorschlag **keinesfalls** zustimmen.“

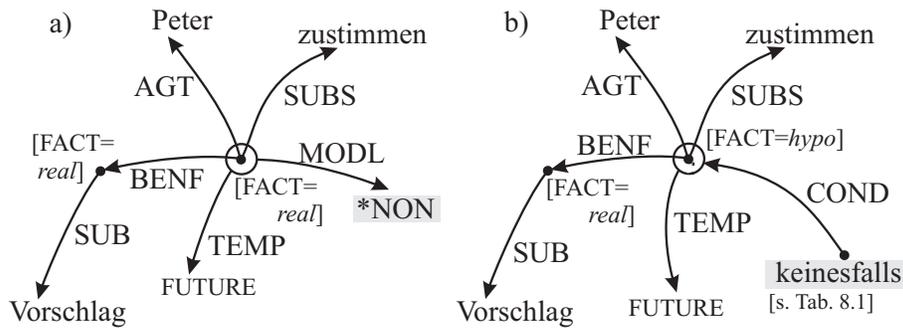


Abbildung 8.11. Satznegation mit konditionalen Negatoren

lich“, „Illegalität“, „mißverstehen“) werden als untrennbare Lexeme behandelt. Die Beziehung zu den positiven Pendanten („freundlich“, „Legalität“, „verstehen“) wird über die Antonymiebeziehung hergestellt. Dabei ist zu beachten, daß bei graduierbaren Adjektiven eine „doppelte Verneinung“ (nicht + Affix) semantisch nicht der Bedeutung des positiven Wortes entspricht:

(8.11) ⟨nicht unsportlich⟩ ≠ sportlich.

### zu C) Negation durch Konjunktionen

#### C1) Koordinative Negation

„weder – noch“ (bezüglich „entweder – oder“ s. Abb. 11.3, Beispiel K1)

Hier sind analog zur einfachen Negation die Konstituentennegation (Abb. 8.12) und die Satznegation (Abb. 8.13) zu unterscheiden. Der Unterschied besteht nur darin, daß bei „weder – noch“ mehrere Konstituenten bzw. Sachverhalte zugleich verneint sind. In Abb. 8.12 bzw. 8.13 sind die Bedeutungen folgender Sätze dargestellt:

(8.12) „Der Artist arbeitet weder mit Netz noch mit Balancierstange.“

(s. Abb. 8.12)

(8.13) „Das Gerät wies weder bei der Überprüfung einen Fehler auf, noch wurde es bei der Auslieferung beschädigt.“

(s. Abb. 8.13)

#### C2) konditionale und kausale Negation

s. hierzu Abschn. 11

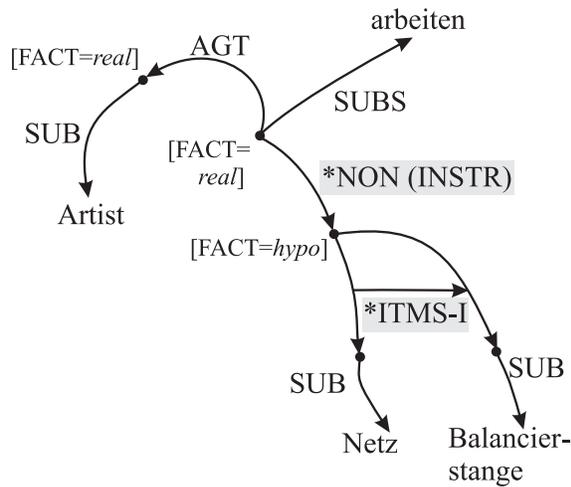


Abbildung 8.12. Konstituentennegation mit „weder – noch“

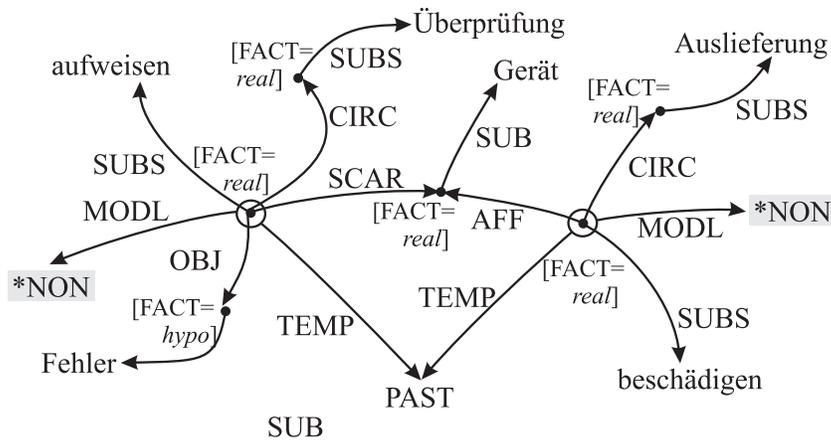


Abbildung 8.13. Satznegation mit „weder – noch“

### C3) modale Negation<sup>9</sup>

Als typische Konjunktionen sind in diesem Zusammenhang „statt“ und „ohne“ zu nennen.

Beispiele (vgl. die Abbildungen 8.14 bzw. 8.15):

(8.14) „Statt zu fragen, benutzte der Kunde eigenmächtig das Telefon.“

(Negation + **SUBST**)

<sup>9</sup> Hier ist „modal“ im Sinne von Umstandsbestimmung gemeint.

(8.15) „Ohne die Sicherheitsvorschriften zu beachten, betrat der Angestellte die Werkhalle.“  
 (Negation + **CIRC**)

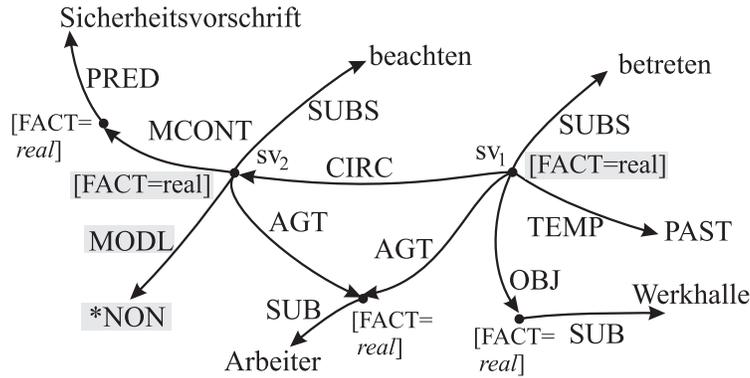


Abbildung 8.14. Negation eines Begleitumstands mit „ohne“

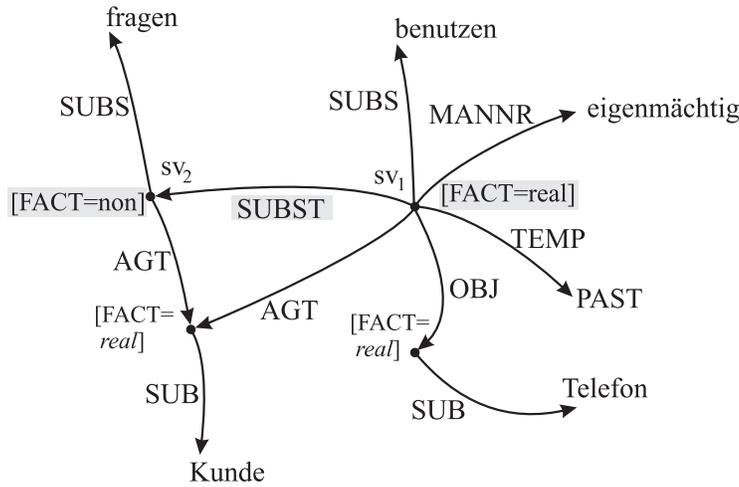


Abbildung 8.15. Ersetzung eines erwarteten Sachverhalts durch einen anderen mittels SUBST

Die semantische Interpretation der Konjunktionen „ohne“ bzw. „statt“ zeigen deutlich die Notwendigkeit der Unterscheidung von Negationen auf intensionaler Ebene (**MODL + \*NON**) und auf präextensionaler Ebene (**[FACT = non]**). In beiden Fällen wird ein faktischer Sachverhalt sv<sub>1</sub> (charakterisiert

durch [**FACT** = *real*]) mit einem zweiten Sachverhalt  $sv_2$  kontrastiert. Im Falle von „ohne“ (Abb. 8.14) gehört die Negation zur intensionalen Bedeutung des Begleitumstandes  $sv_2 = \langle \text{die Sicherheitsvorschrift wurde nicht beachtet} \rangle$ , der den Sachverhalt  $sv_1$  über die Relation **CIRC** näher bestimmt, und dieser Begleitumstand  $sv_2$  gilt tatsächlich, ausgedrückt durch [**FACT** = *real*]. Im Fall von „statt“ (Abb. 8.15) ist es der im Nebensatz ausgedrückte Sachverhalt  $sv_2 = \langle \text{der Kunde fragt} \rangle$ , auf den sich die Erwartung des Sprechenden richtet und der durch  $sv_1$  ersetzt/substituiert wird (ausgedrückt durch die Relation **SUBST**). Gleichzeitig umfaßt die Bedeutung von „statt“, daß  $sv_2$  tatsächlich nicht gilt/zutrifft (ausgedrückt durch [**FACT** = *non*]). Hier ist es nicht möglich, die als Präsupposition in der Bedeutung von „statt“ enthaltene Negation auf intensionaler Ebene durch **MODL** + \***NON** darzustellen (wie in Abb. 8.14). Dies würde bedeuten, daß sich die Erwartung auf  $s\tilde{v}_2 = \langle \text{der Kunde fragt nicht} \rangle$  richten würde, und dieser Sachverhalt wäre durch  $sv_1$  ersetzt. Das trifft aber nicht zu. Mit der Darstellung in (Abb. 8.15) und einem geeigneten Bedeutungspostulat für **SUBST**, kann dann die Frage „Hat der Kunde gefragt?“ richtig mit „Nein“ und die Frage „Was war zu erwarten?“ mit „daß der Kunde fragt“ beantwortet werden. Mit den Ausdrucksmitteln der Prädikatenlogik, die nur eine Art der Verneinung kennt, wäre eine solche Differenzierung nicht möglich. Analoge Überlegungen gelten für nicht zutreffende Ursachen (Negation von **CAUS**), nicht zutreffende Art und Weise (Negation von **MANNR**) usw.

Die Notwendigkeit der Unterscheidung der Negation auf intensionaler Ebene (mit **MODL** + \***NON**) und auf präextensionaler Ebene (mit [**FACT** = *non*]) wird besonders deutlich, wenn der mit „statt“ eingeleitete Nebensatz selbst eine Negation enthält. In dem Satz „Statt der Freundin nichts zu erzählen, hat sie alles ausgeplaudert.“, kommt bereits in dem zu substituierenden Sachverhalt durch das Negationswort „nichts“ intensional eine Verneinung vor. Diese allein ist zu berücksichtigen, wenn eine Frage beantwortet werden muß, die sich auf die Erwartungen der Kommunikationspartner richtet. Durch die Konjunktion „statt“ kommt im Vergleich zum vorhergehenden Beispiel eine zweite Negation ins Spiel (auszudrücken durch [**FACT** = *non*]), die besagt, daß der eigentlich erwartete Sachverhalt in Wirklichkeit so nicht gilt. Bei Fragen, die sich auf den Wahrheitsgehalt des im Nebensatz beschriebenen Sachverhalts insgesamt richten (etwa: „Hat sie der Freundin etwas erzählt?“), sind beide Negationen in die Inferenz einzubeziehen. Sie heben sich in diesem Fall, wo es nur um den propositionalen Gehalt geht, nach dem Satz von der doppelten Negation  $A \leftrightarrow \neg(\neg A)$  auf und die adäquate Antwort wäre „Ja“. Es muß aber noch einmal darauf hingewiesen werden, daß der Satz von der doppelten Ne-

gation im Frage-Antwort-Spiel nicht uneingeschränkt gilt (s. hierzu 8.11 zur Affixnegation und Abschn. 13.2).

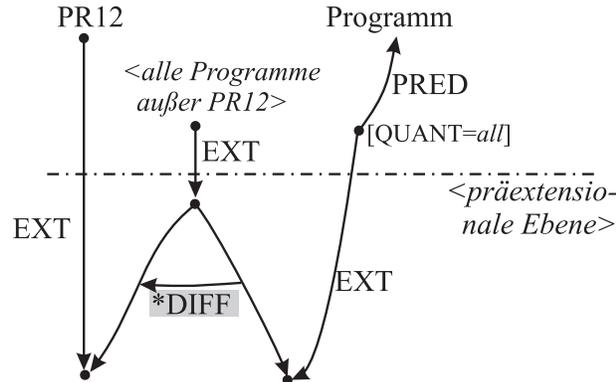


Abbildung 8.16. Ausschluß eines Elements oder einer Teilmenge aus einer Gesamtheit

## zu D) Negation durch Präpositionen

### D1) außer/ohne

Beispiel:

(8.16) „Alle Programme **außer** PR 12 ...“

Die Darstellung erfolgt mit Hilfe der Funktion **\*DIFF** unter Einbeziehung der präextensionalen Ebene (wie das Beispiel in Abb. 8.16 zeigt).

### D2) anstelle/(an)statt

Beispiel (vgl. Abb. 8.17):

(8.17) „Peter kaufte sich ein Fahrrad anstelle eines Motorrads.“

Typisch für die Konstruktionen mit „*anstelle/(an)statt*“ ist die Ersetzung einer hypothetischen oder gedachten Entität (eines Objekts oder Sachverhalts), die auf semantischer Ebene durch die Layer-Information [**FACT** = *hypo*] charakterisiert werden, durch eine andere, reale Entität (die auf semantischer Ebene durch die Layer-Information [**FACT** = *real*] zu kennzeichnen ist). Die Darstellung stützt sich wesentlich auf die Relation **SUBST** (s. Abb. 8.17).

## zu E) Negation und Limitation

Die begrenzenden Partikel „*nur*“, „*lediglich*“, „*bloß*“ werden wegen ihres geringen Mitteilungswertes vorerst in der semantischen Repräsentation unterdrückt. Für ihre Berücksichtigung im Zusammenhang mit quantitativen Angaben steht die Funktion **\*MODQ** zur Verfügung. Insgesamt bilden diese Partikel

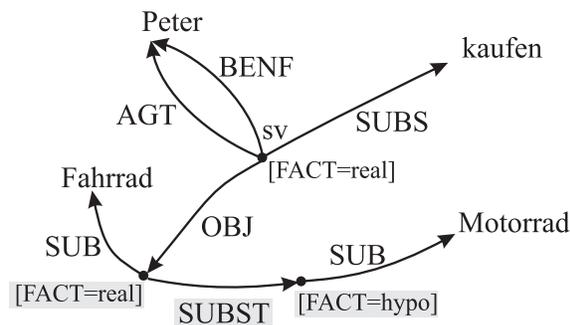


Abbildung 8.17. Ersetzen eines Objekts durch ein anderes

aber weniger eine Schwierigkeit hinsichtlich der semantischen Repräsentation, sondern das Problem besteht in der (automatischen) Erschließung der durch diese Partikel präsupponierten Erwartungen (das ist aber nicht Gegenstand dieser Arbeit).

### zu F) Negation und Komparation

Jede Komparation ist implizit auch mit einer Verneinung verbunden (vgl. hierzu Abschn. 6.2):

- beim Positiv einer polaren Eigenschaft ist die Negation der konträren Eigenschaft mitgesetzt. So folgt nach Definition der Relation **CONTR** aus (alt **CONTR** jung) und (o **PROP** alt) die Aussage  $\neg$  (o **PROP** jung).
- beim Komparativ ergibt sich aus (o' **PROP** p') und  $p' = (*\mathbf{COMP} \text{ p o})$ , daß o die Eigenschaft p nicht in so hohem Maße hat wie o'.
- beim Superlativ mit (o' **PROP** p') und  $p' = (\mathbf{SUPPL} \text{ p o})$  haben schließlich alle Elemente der durch den Vergleichsrahmen o bestimmten Gesamtheit die Eigenschaft p im geringeren Maße als o'.

### zu G) Verben mit negativer Aussage

Verben mit negativer Aussage (wie z.B. „mißachten“, „mißfallen“ usw.) bedürfen keiner besonderen Darstellungsform gegenüber derjenigen anderer Verben. Sie stehen in konträrer Beziehung zu jeweils entsprechenden positiven Verben (wie z.B. „achten“ bzw. „gefallen“). Es gibt allerdings Axiomenschemata, die einen direkten Übergang vom semantischen Repräsentanten eines Verbs mit negativer Bedeutung zum entsprechenden positiven Verb und zugehöriger Negation beschreiben:

$$\begin{aligned}
 & (\text{sv } \mathbf{SUBS} \langle \text{neg-vb} \rangle) \wedge (\langle \text{neg-vb} \rangle \mathbf{CONTR} \langle \text{pos-vb} \rangle) \longrightarrow \\
 & \quad \exists \text{sv}' (\text{sv}' \mathbf{SUBS} \langle \text{pos-vb} \rangle) \wedge (\text{sv}' \mathbf{MODL} * \mathbf{NON}) \quad (61)
 \end{aligned}$$

### zu H) Irrealer Konditionalis

Diese Erscheinung wird im Abschn. 11.3 behandelt.

Abschließend noch eine Bemerkung zur **Verneinung der Existenz von Objekten**, die mit Phrasen wie „*Es gibt kein  $\langle o \rangle$ , das  $P(o)$ .*“, „*Ein  $\langle o \rangle$ , das  $P(o)$ , existiert nicht.*“ usw. umschrieben wird, wobei hier P ein geeignetes Prädikat bezeichnen soll. In diesem Fall ist die semantische Repräsentation von  $\langle o \rangle$  mit **[FACT = non]** zu spezifizieren, da es sich hierbei um einen klaren Bezug zur extensionalen Ebene handelt, wobei die Darstellung der Prädikation  $P(o)$  im immanenten Teil der Begriffskapsel von  $o$  verankert werden muß, vgl. Abb. 9.11b (abgesehen von Signaturverletzungen wäre eine Darstellung mit **MODL + \*NON** auch deshalb inadäquat, weil letztere eine Negation auf intensionaler Ebene, z.B. innerhalb der Objektbeschreibung von  $\langle o \rangle$ , ausdrückt).

Zusammenfassend kann man vier Möglichkeiten unterscheiden, um eine Verneinung mit Hilfe eines Negationswortes semantisch darzustellen. Diese sind in Tab. 8.2 noch einmal zusammengestellt.

Kurzcharakteristik	Anwendungsbereich
<b>MODL + *NON</b>	Satznegation (intensionale Verneinung)
<b>*NON</b> (/Relation)	Konstituentennegation
<b>[FACT = non]</b>	Negation mit Bezug zur Realität (extensionale Verneinung)
Einsatz dualer Quantifikatoren: z.B. niemand $\hat{=}$ jemand + <b>(MODL + *NON)</b>	logisch äquivalente Darstellung zu erstem Fall (Zeile 1)

**Tabelle 8.2.** Darstellungsmittel für die Negation

## 8.3 Modalitäten im engeren Sinne

Zur semantischen Repräsentation von modalen Restriktionen der Gültigkeit von Situationen (Sachverhalten) stehen zwei Darstellungsweisen zur Verfügung:

- eine **Kurzform**, die sich auf die Relation **MODL**:  $\tilde{s}i \times md$  stützt, wobei das erste Argument (eine Situation) durch das zweite Argument modal eingeschränkt wird. Dabei enthält die Sorte **md** semantische Repräsentanten von Modalwörtern oder genauer: Klassenrepräsentanten für Modalwörter<sup>10</sup>, die jeweils eine Gruppe inhaltlich zusammengehöriger Modalitäten (alethische, deontische, epistemische Modalitäten usw.) charakterisieren, s. hierzu

<sup>10</sup> Hierunter verstehen wir die Modaladverbien und die modalen Hilfsverben.

Tabellen 8.3 und 8.4. Mit dieser Darstellung ist eine engere Anlehnung an die modallogischen Systeme der philosophischen und mathematischen Logik möglich, die jeweils durch Paare von dualen Operatoren gekennzeichnet sind (s. hierzu z.B. [14]), deren Eigenschaften bereits sehr gut untersucht wurden. Dem Vorteil der besseren logischen Fundierung steht hier der Nachteil der geringen Differenzierungsmöglichkeit gegenüber.

- eine **Vollform**, die wesentlich von der Relation **MCONT**:  $[si \cup o] \times [\tilde{si} \cup \tilde{o}]$  Gebrauch macht. Diese Darstellung erlaubt zwar eine wesentlich bessere Feindifferenzierung in der semantischen Repräsentation (z.B. kann man damit ausdrücken „*Wer, was, zu welcher Zeit und an welchem Ort [glaubt/erlaubt/für möglich hält usw.]*“). Sie geht aber hinsichtlich ihrer inferentiellen Möglichkeiten weit über das in der Logik gut untersuchte „Terrain“ hinaus. In einem FAS (insbesondere in seiner programmtechnischen Realisierung als Frage-Antwort-System) können in vielen Fällen komplexere modale Restriktionen nur in der Phase der Antwortgenerierung wiederum als modale Einschränkungen verbaler Art rückübersetzt werden, ohne z.Zt. ihr inferentielles Potential voll ausschöpfen zu können.

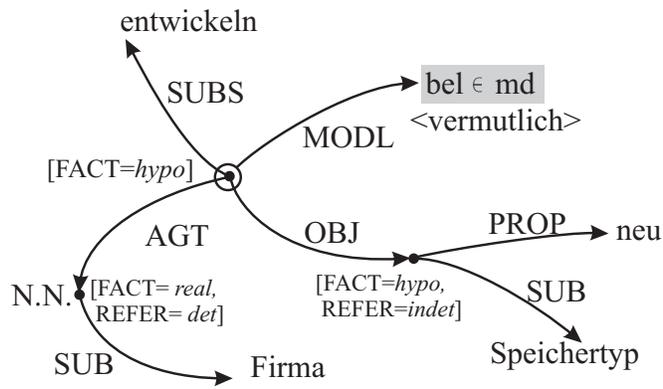
Die Abb. 8.18 bzw. 8.19 zeigen je ein Beispiel für die Kurzform und eine entsprechende Vollform.<sup>11</sup> Typischerweise wird die Kurzform natürlichsprachlich mit einem modalen Adverb (s. Beispiel Abb. 8.18, hier: „*vermutlich*“) und die Vollform mit einem Vollverb (s. Beispiel Abb. 8.19, hier: „*vermuten*“) beschrieben.

Beispiele:

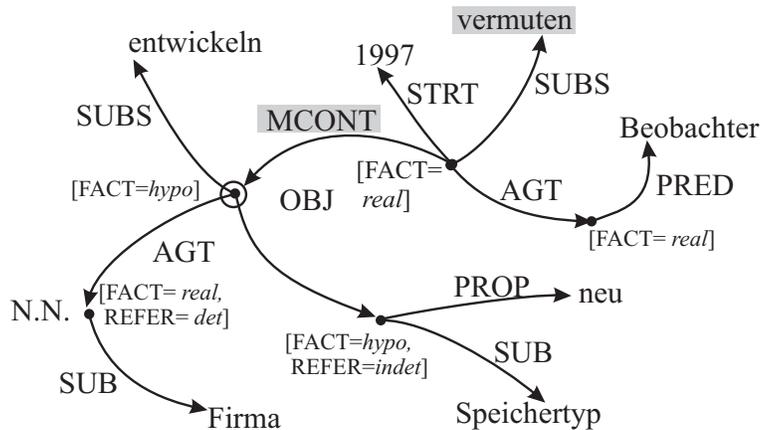
- (8.18) „*Die Firma N.N. entwickelt vermutlich einen neuen Speichertyp*“  
(s. Abb. 8.18 )
- (8.19) „*Beobachter vermuten seit 1997, daß die Firma N.N. einen neuen Speichertyp entwickelt.*“  
(s. Abb. 8.19 )

Ein besonderes Problem besteht darin, (automatisch) zu entscheiden, welchen Wert das Faktizitäts-Merkmal der in opaken Kontexten vorkommenden Objekte erhalten soll. Es wird hier die These vertreten, daß bei Referenzdeterminiertheit [**REFER** = *det*] die Spezifikation [**FACT** = *real*] zu wählen ist, und bei indeterminierter Referenz [**REFER** = *indet*] der Wert [**FACT** = *hypo*] zutrifft, s. Abb. 8.18 und 8.19 .

<sup>11</sup> Auf die Problematik, daß man den Beliefoperator *bel* wenigstens auf den Sprecher einschränken sollte, kann hier nicht näher eingegangen werden. Hierfür werden in der Modallogik und in deren Anwendung für Multiagentensysteme der KI die entsprechenden Operatoren gewöhnlich mit dem Träger des Glaubens/Beliefs indiziert, vgl. [62]. In der Vollform besteht dieses Problem nicht, da der Träger des Beliefs im Falle epistemischer Modalverben der Agent (**AGT**) oder der mentale Experiencer (**MEXP**) ist.



**Abbildung 8.18.** Kurzform einer modalen Charakterisierung mit dem Operator  $bel \in md$  (in Anlehnung an den epistemischen Beliefoperator)



**Abbildung 8.19.** Vollform einer modalen Charakterisierung mit dem semantischen Repräsentanten eines Verbs

Nachstehend sollen die in Abschn. 8.1 unter den Punkten (3) bis (7) aufgeführten Modalausdrücke näher untersucht werden.

#### A) Modalwörter – Modaladverbien und modale Hilfsverben

Unter Modaladverbien versteht man Wörter wie: „*vermutlich*“, „*wahrscheinlich*“, „*vielleicht*“, „*möglicherweise*“, „*schwerlich*“, „*gewiß*“, „*sicher*“, „*leider*“, „*glücklicherweise*“.<sup>12</sup>

<sup>12</sup> Die zuletzt genannten Modaladverbien „*leider*“, „*glücklicherweise*“ gehören dem emotional-expressiven Bereich an und dürften somit für praxisrelevante Diskursbereiche eine untergeordnete Rolle spielen.

Die semantischen Repräsentanten der Modalwörter sind in die Sorte der Modalisatoren *md* aufzunehmen und, wenn sie in einem Satz vorkommen, über **MODL** an den entsprechenden, dem Satz als Bedeutung zugeordneten Sachverhalt anzuschließen. Einige (aber nicht alle) Modaladverbien lassen sich im Sinne der eingangs erwähnten Klassenbildung in Standardmodalisatoren abbilden, die eine deutliche Parallele zu den modallogischen Operatoren besitzen.

Modaladverb	Modalisator $\in$ md	Mnemonik
möglich(erweise)	possib	Möglichkeit (possibility)
notwendig(erweise)	nec	Notwendigkeit (necessity)
vielleicht	possib	Möglichkeit (possibility)
vermutlich	bel	Glauben (belief)

**Tabelle 8.3.** Die Abbildung einiger Modaladverbien auf Standardmodalisatoren

modales Hilfsverb	Modalisator $\in$ md	Mnemonik
(nicht) brauchen <sub>1</sub>	norm + *NON	Nicht-Gebot (normative)
brauchen <sub>2</sub> (benötigen)	intent	Wunsch/Absicht (intention)
dürfen	perm	Erlaubnis (permission)
können <sub>1</sub>	perm	Erlaubnis (permission)
können <sub>2</sub>	possib	Möglichkeit (possibility)
mögen <sub>1</sub>	intent	Wunsch/Absicht (intention)
mögen <sub>2</sub>	possib	Möglichkeit (possibility)
müssen	norm	Gebot (normative)
sollen	norm	Gebot (normative)
wollen	intent	Wunsch/Absicht (intention)

**Tabelle 8.4.** Die Abbildung modaler Hilfsverben auf Standardmodalisatoren

Eine weitere Schwierigkeit im Zusammenhang mit den Modalwörtern besteht in ihrer Trennung von gewöhnlichen Adverbien. Admoni [2] gibt folgende Abgrenzung der Modalwörter von den Adverbien an:

*„Die Modalwörter bezeichnen nicht das Merkmal eines Vorgangs, sondern die Einschätzung des Inhalts einer syntaktischen Beziehung von seiten des Sprechenden.“*

Zur Unterscheidung der beiden Wortarten werden in der Literatur drei Kriterien genannt [63]:

- a) Im Unterschied zu den Adverbien lassen sich die Modalwörter in einen selbständigen übergeordneten Satz transformieren:

„Er kommt vermutlich.“  $\rightsquigarrow$  „Man vermutet, daß er kommt.“

Diese Transformation ist nicht möglich bei: „Er kommt pünktlich.“

b) Bei einer Entscheidungsfrage ist es möglich, allein mit dem Modalwort zu antworten (wichtig für das FAS):

„Kommt er?“ – „Vermutlich.“ aber nicht: „Pünktlich.“

c) In der Oberflächenstruktur artikuliert sich der Unterschied in der verschiedenen Stellung des „nicht“: „Er kommt vermutlich **nicht**.“ aber: „Er kommt **nicht** pünktlich.“

## B) Nomen und Adjektive, die eine Modalität ausdrücken

### B1) Adjektive

Die hier in Betracht kommenden Adjektive sind bei prädikativem Gebrauch synonym zu den Modaladverbien und gehören wie letztere zum Bestand der Modalisatoren. Beim attributiven Gebrauch dieser Adjektive ist zu beachten, daß hier nicht der gesamte Satz in seiner Geltung eingeschränkt wird, sondern meist nur eine Subordinationsrelation (oder auch eine andere Tiefenbeziehung):

Beispiele:

(8.20) „Der *vermutliche* Täter“

(s. Abb. 8.20 a)

(8.21) „Das *wahrscheinliche* Ergebnis“

(s. Abb. 8.20 b)

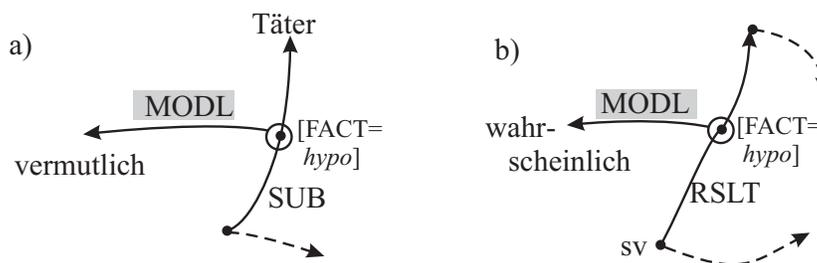


Abbildung 8.20. Modale Restriktion relationaler Zusammenhänge

### B2) Nomen

Hierzu gehören „Gewißheit“, „Unsicherheit“, „Notwendigkeit“, „Möglichkeit“, „Glaube“, „Wissen“, „Wahrscheinlichkeit“ usw.

Bezüglich der semantischen Darstellung besteht bei einfachen, nichtattributierten Nominalisierungen von Adjektiven die Möglichkeit durch Transformationen unter Zuhilfenahme der Relation **CHPA** den Fall B2) auf den Fall A) zurückzuführen.

(8.22) „Es besteht eine Wahrscheinlichkeit, das der Patient überlebt.“  $\rightsquigarrow$   
 „Der Patient überlebt wahrscheinlich.“<sup>13</sup>

Wenn das Nomen, das eine Modalität beinhaltet, attribuiert ist oder selbst Subjekt einer Aussage ist, bedeutet das immer, daß Aussagen auf verschiedenen logischen Ebenen vorliegen, deren Behandlung die z.Zt. existierenden logischen Systeme stark überfordert.<sup>14</sup>

Beispiel:

(8.23) „Die Wahrscheinlichkeit, daß der Patient überlebt, wurde von Tag zu Tag geringer.“

**Operatorebene:** „Wahrscheinlichkeit“  $\Leftarrow$  „diese wurde von Tag zu Tag geringer“  $\hat{=} sv_2$

$\uparrow$  **MODL**

**Aussagenebene:** „der Patient überlebt“  $\hat{=} \tilde{sv}_1$

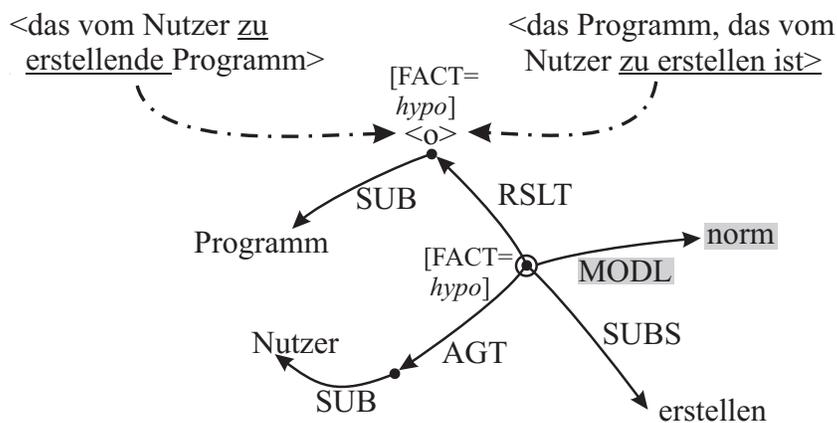


Abbildung 8.21. Die semantische Repräsentation des modalen Infinitivs

**C) Modaler Infinitiv**

Der modale Infinitiv und die durch Transformationen in solche Infinitive überführbaren modalen Partizipialkonstruktionen dienen zur Angabe normativer Handlungen (Aufforderung an Hörer/Leser bzw. an einen Dritten, etwas zu

<sup>13</sup> obwohl die vollständige Synonymie beider Sätze angezweifelt werden kann

<sup>14</sup> Es muß hervorgehoben werden, daß auch das nachstehende Schema nur erläuternden Charakter hat und nicht etwa als detaillierte semantische Repräsentation anzusehen ist. Trotzdem fehlt es hier nicht so sehr an geeigneten Repräsentationsmitteln (das ist ein relativ geringes Problem), sondern vor allem an geeigneten logischen Mechanismen zu deren Verarbeitung.

tun). Ein typisches Beispiel für eine entsprechende semantische Repräsentation findet sich in Abb. 8.21 für das Partizip Präsens Passiv.

#### D) Modalverben

Neben den bereits erwähnten und weiter oben behandelten modalen Hilfsverben (s. Punkt A) gehören hierzu Verben wie „*vermuten*“, „*glauben*“, „*wissen*“, „*zweifeln*“, „*verbieten*“ u.a. Sie gehören semantisch meist dem Bereich der mentalen Situationen an und bringen ebenfalls eine Modalität zum Ausdruck. Sie werden wie gewöhnliche Vollverben behandelt und sind dadurch gekennzeichnet, daß sie obligatorisch mit der Tiefenrelation **MCONT** verknüpft sind, deren zweites Argument ein Pseudosachverhalt  $\tilde{sv}$  mit der Layercharakteristik [**FACT** = *hypo*] ist. In unpersönlichen Ausdrücken („*man glaubt*“, „*es ist erlaubt*“ usw.) läßt sich die Bedeutung von Modalverben ebenso wie die unter A) behandelten Modalwörter mit Hilfe von Standardmodalisatoren darstellen, die hier noch einmal nach den verschiedenen Typen modallogischer Systeme zusammengestellt werden sollen:

##### a) alethische Modalitäten:

- a<sub>1</sub>) – **nec** (Abkürzung für „*necessity*“)
- a<sub>2</sub>) – **possib** (Abkürzung für „*possibility*“)
- zu a<sub>1</sub>) gehört „*notwendig wahr sein*“
- zu a<sub>2</sub>) gehören „*können*“, „*möglich sein*“

##### b) deontische Modalitäten:

- b<sub>1</sub>) – **norm** (Abkürzung für „*norm*“, „*normative*“)
- b<sub>2</sub>) – **perm** (Abkürzung für „*permission*“)
- zu b<sub>1</sub>) gehören „*müssen*“, „*sollen*“, „*gefordert sein*“
- zu b<sub>2</sub>) gehören „*dürfen*“, „*erlaubt sein*“

##### c) epistemische Modalitäten:

- c<sub>1</sub>) – **know** (steht für „*know*“)
- c<sub>2</sub>) – **bel** (Abkürzung für „*believe*“)
- zu c<sub>1</sub>) gehören „*wissen*“, „*bekannt sein*“
- zu c<sub>2</sub>) gehören „*glauben*“, „*vermuten*“

##### d) intentionale Modalitäten:

- d<sub>1</sub>) – **intent** (für „*intent*“)
- d<sub>2</sub>) – **hope** (für „*hope*“)
- zu d<sub>1</sub>) gehören „*wünschen*“, „*wollen*“, „*mögen*“
- zu d<sub>2</sub>) gehören „*hoffen*“, „*erwarten*“

Die durch Fettdruck hervorgehobenen „Kunstabgriffe“ sind, wie bereits erwähnt, Repräsentanten von Klassen von Modalitäten und gehören zur Sorte

*mdl.* Damit ist ein Zusammenhang zur Modallogik gegeben, deren Teilbereiche (alethische, deontische, epistemische, intentionale Logik) jeweils durch Paare von modalen Operatoren  $\Box$  und  $\Diamond$  bestimmt sind, die in der Modallogik durch Wahrheitsbedingungen im Rahmen einer Kripke-Semantik (s. [113], [114]) definiert werden können. Diese Wahrheitsbedingungen haben die Form:

$$\bullet [\Box S \text{ ist wahr in } w_o] \leftrightarrow \forall w [(w_o R w) \longrightarrow (S \text{ ist wahr in } w)] \quad (62)$$

$$\bullet [\Diamond S \text{ ist wahr in } w_o] \leftrightarrow \exists w [(w_o R w) \longrightarrow (S \text{ ist wahr in } w)] \quad (63)$$

$R$  ist eine Relation, die alternative Welten  $w$  miteinander verbindet.  $w_o$  ist die reale Welt. Die Wahrheitsbedingungen und die Eigenschaften der Alternativwelt-Relation  $R$  (ob transitiv, symmetrisch usw.) bestimmen wesentlich die Axiomensysteme, die diese Operatoren in ihren formalen Eigenschaften festlegen.

Obwohl in MultiNet keine modelltheoretische Fundierung der Semantik der Darstellungsmittel vorgenommen wird, ist doch die Vorstellung der möglichen Welten auch für ein Frage-Antwort-Spiel relevant. Wenn z.B. ein Sachverhalt  $sv$  mit (**MODL** + **possib**) charakterisiert ist und eine Frage gestellt wird der Art: „Ist eine Situation/ein Weltzustand möglich/denkbar/... , in der bzw. dem  $sv$  gilt?“, dann ist diese Frage mit „Ja“ zu beantworten.

Bezüglich der logischen Behandlung der Modalitäten in einem FAS können wegen der oben angegebenen Korrespondenzen viele der in modallogischen Systemen untersuchten axiomatischen Festlegungen und regelhaften Zusammenhänge in MultiNet übertragen werden.

Beispiele<sup>15</sup>:

$$\bullet (sv \text{ MODL know}) \longrightarrow [\text{FACT} (sv) = \text{real}] \quad (64)$$

entspricht:  $\mathbf{K} sv \longrightarrow sv$

Anzuzweifeln ist dagegen die Gültigkeit des sogenannten **negativen Introspektionsaxioms**

$$\bullet \neg \mathbf{K} sv \longrightarrow \mathbf{K} \neg \mathbf{K} sv \quad (65)$$

Es besagt, daß jemand, der etwas nicht weiß, weiß, daß er es nicht weiß.

<sup>15</sup>  $\mathbf{K}$  bezeichnet in den nachfolgenden Formeln den Wissensoperator der epistemischen Logik, der bei mehreren Agenten (epistemischen Subjekten) u.U. mit dem Namen des betreffenden Agenten (epistemischen Subjekts) zu indizieren ist.

Aus dem Bereich der deontischen Logik ließe sich in Analogie zu:

$$\bullet \mathbf{P}(s_1 \wedge s_2) \longrightarrow \mathbf{P}(s_1) \vee \mathbf{P}(s_2) \quad (66)$$

die nachstehende MultiNet-Beziehung postulieren<sup>16</sup>:

$$\bullet sv' = (*\text{AND } s_1 s_2) \wedge (sv' \text{ MODL perm}) \wedge [\mathbf{FACT}(sv') = \textit{hypo}] \longrightarrow \\ (s_1 \text{ MODL perm}) \vee (s_2 \text{ MODL perm}) \quad (67)$$

Insgesamt können aber von der deontischen Logik nicht so starke „Anleihen“ wie von der epistemischen Logik genommen werden, da viele der in Betracht kommenden Axiome umstritten sind und zu paradoxen Schlußfolgerungen führen (s. hierzu [112], Kap. 5.4.5).

---

<sup>16</sup>  $\mathbf{P}$  steht für den Erlaubnisoperator und  $sv' = (*\text{AND } s_1 s_2)$  ist eine abkürzende Schreibweise für  $(sv' \text{ HSIT } s_1) \wedge (sv' \text{ HSIT } s_2)$ , die sich auf die Konjunktionskonvention stützt.



## Kapitel 9

# Quantifizierung und Gesamtheiten

Die natürliche Sprache hält (vor allem im Bereich der Nominalphrasen) eine Fülle von Ausdrucksmöglichkeiten bereit, um die referentielle Determiniertheit und den Umfang des durch eine bestimmte Phrase beschriebenen Begriffs zu charakterisieren. Als spezifische Ausdrucksmittel in diesem Bereich sind die **Determinatoren**, die **Quantifikatoren** und die **Klassifikatoren** zu nennen. Da letztere in den indoeuropäischen Sprachen kaum eine Rolle spielen, wollen wir uns auf die ersten beiden beschränken.<sup>1</sup>

- **Determinatoren** sind Modifikatoren, die mit Nomen kombiniert Ausdrücke ergeben, deren Referenz bezüglich der Identität des Referenten durch eben diese Modifikatoren mehr oder weniger genau bestimmt wird.  
Beispiele: „dieses Haus“, „ein Haus“, „jedes Haus“, ...
- **Quantifikatoren** sind Modifikatoren, die mit Nomen kombiniert Ausdrücke ergeben, deren Referenz bezüglich des Umfangs der beschriebenen Individuen- oder Substanzmenge durch eben diese Modifikatoren bestimmt wird.<sup>2</sup>  
Beispiele: „fast alle Häuser“, „einige Häuser“, „jedes Haus“, ...  
Hierzu gehören aber auch Adverbien, die (ohne Einbettung in Nominalphrasen) den Referenzumfang von Zeiten bzw. Lokationen angeben.  
Beispiele: „immer“ ≐ „zu jeder Zeit“, „selten“ ≐ „zu wenigen Zeiten“...  
Beispiele: „überall“ ≐ „an allen Orten“, „mancherorts“ ≐ „an einigen Orten“, ...

In der linguistischen Tradition unterscheidet man **definite Determinatoren**, wie „der“, „dieser“ (engl.: „this“, „that“; russ.: „etot“), und **indefinite Determinatoren**, wie „ein“ (engl.: „a“, „an“; russ.: „nekotoryj“) oder der Nullartikel. Hinsichtlich der Quantifikation stehen in der Prädikatenlogik, die einen

<sup>1</sup> Die nachstehenden Definitionen orientieren sich an [129]. Klassifikatoren drücken die Art des Konzepts aus, das quantifiziert wird. Sie kommen in Sprachen wie Chinesisch oder Maya-Sprachen vor, die deshalb auch **Klassifikatorensprachen** genannt werden.

<sup>2</sup> Um die Verschiedenheit der sprachlichen **Quantifikatoren** bzw. deren Bedeutungsrepräsentanten von den logischen **Quantoren** hervorzuheben, wird in MultiNet die Trennung dieser Termini bewußt aufrechterhalten. Wie die Beispiele zeigen, sind die sprachlichen Ausdrucksmittel für die Beschreibung von Determinatoren und Quantifikatoren nicht disjunkt.

großen Teil der Semantiktheorie beherrscht, nur die Quantoren  $\forall x$  und  $\exists x$  zur Verfügung, was bereits in der Generalisierten Quantoren-Theorie von Barwise und Cooper [12] kritisiert wurde. Auf diese Theorie werden wir in Abschn. 15.3.3 eingehen.

Dem Universalquantor  $\forall$  werden gewöhnlich die natürlichsprachlichen Wörter „alle“, „jeder“ (engl.: „each“, „every“, „any“, „all“; russ.: „vse“, „každyj“) und dem Existenzialquantor  $\exists$  die natürlichsprachlichen Wörter „ein“, „einige“ (engl.: „a(n)“, „some“, „someone“; russ.: „odin“, „neskol'ko“ sowie der Nullartikel) zugeordnet, wodurch bereits die Unterschiede in der Bedeutung von „alle“ und „jeder“ eingeebnet werden (was sich im Englischen mit der feineren Differenzierung im Bereich des Allquantors - mit „each“, „every“, „any“, „all“ - noch stärker bemerkbar macht<sup>3</sup>).

Mit der Verfügbarkeit von nur zwei Quantoren wird die Prädikatenlogik den Differenzierungen in den Bedeutungen von Determinatoren und Quantifikatoren bei weitem nicht gerecht. Wir werden sehen, daß zu deren semantischer Behandlung das gesamte Repertoire der Layer-Informationen erforderlich ist. Es ist außerdem festzustellen, daß eine strenge Klassifizierung von Wörtern hinsichtlich ihrer Zugehörigkeit zu den Determinatoren bzw. Quantifikatoren nicht möglich ist. So trägt „ein“ sowohl zur referentiellen Bestimmung (genauer eigentlich zur Unterbestimmung) als auch zur Quantifikation bei, was sich in MultiNet durch entsprechende Werte der Layer-Merkmale **REFER** und **QUANT** ausdrückt (s. hierzu Abb. 10.3).

Quantifikatoren und (die meisten) Determinatoren sind selbst Begriffe (Knoten) des semantischen Netzes, wobei die Quantifikatoren eine **Halbordnung** mit der Beziehung **MINE** (s. Teil II) als Ordnungsrelation bilden, s. Abb. 9.1. Es lassen sich also durchaus qualitative Vergleiche über den Umfang von quantifizierten Begriffen angeben (z.B.  $\langle \text{einige } o \rangle$  ist weniger als  $\langle \text{viele } o \rangle$ ), ohne daß die genaue Kardinalität der zugrundeliegenden Begriffsextensionen bekannt ist.<sup>4</sup>

Selbstverständlich gehören auch die natürlichen Zahlen zu den Quantifikatoren. Sie werden in MultiNet aber nicht allein durch das Merkmal **QUANT**,

<sup>3</sup> Die fremdsprachigen Beispiele deuten den unterschiedlichen Nuancenreichtum und die unterschiedlichen Ausdrucksmöglichkeiten im Bereich der Determinatoren/Quantifikatoren in verschiedenen Sprachen an. Diese Aufzählung ist bei weitem nicht vollständig, da in dieses Umfeld z.B. auch die Indefinitpronomen zählen. Diese sind im Russischen besonders reichhaltig angelegt: „neko“, „ktonibud“, „ktolibo“ für „irgendein“ usw.

<sup>4</sup> „Reine“ Determinatoren, die praktisch nur die Referenzidentität festlegen, wie „der“, „diese“, „jene“, werden nur im Lexikon verankert. Sie repräsentieren im Gegensatz etwa zu den Quantifikatoren „fast alle“, „mehr als die Hälfte“ selbst keine Begriffe und werden demgemäß nicht als Knoten in das semantische Netz aufgenommen. Zu ihrer Beschreibung im Lexikon werden aber die gleichen Layer-Informationen herangezogen, wie für die Quantifikatoren (s. hierzu Abschn. 10).

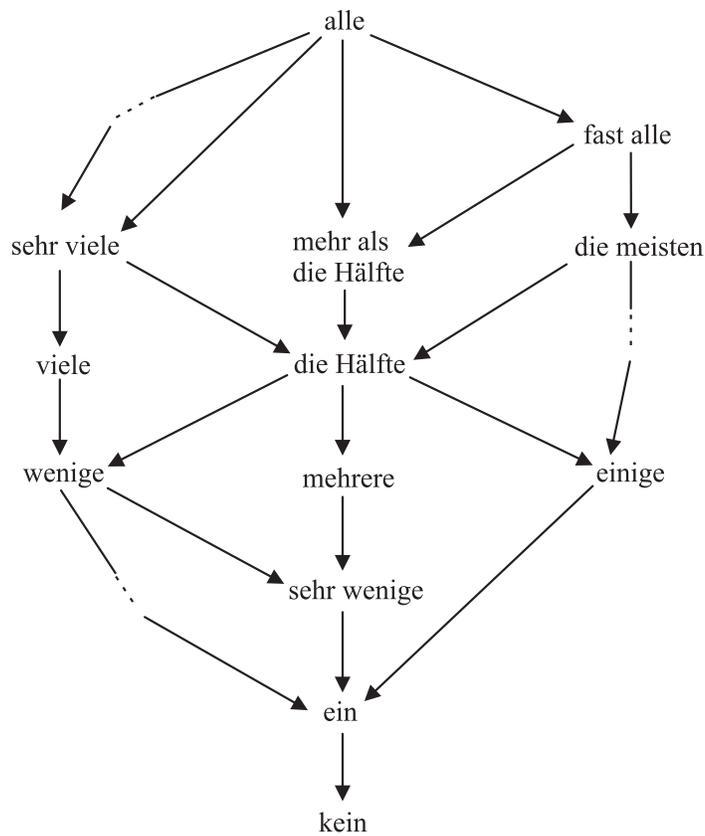


Abbildung 9.1. Ausschnitt aus der Halbordnungsstruktur der Quantifikatoren

sondern zusätzlich mit dem Merkmal **CARD** charakterisiert (vgl. auch Abb. 10.3). Dabei erhalten alle natürlichen Zahlen  $>1$  den unterspezifizierten Merkmalswert [**QUANT** = *nfquant*] (für *non-fuzzy quantification*). Nur bei der Zahl eins wird der konkrete Merkmalswert [**QUANT** = *one*] spezifiziert. Diese Festlegung wird u.a. dadurch gerechtfertigt, daß Kombinationen von **QUANT**- und **CARD**-Werten möglich sind, die eine andere Information ergeben als jeweils ein Merkmalswert allein und bestimmte Kombinationen von Quantifikatoren ausgeschlossen werden müssen (wie z.B. „viele zwanzig“ im Gegensatz zu „alle zwanzig“, s. hierzu Abschn. 10).

Beispiel:

(9.1) „alle zwanzig Schüler der Klasse 9b“      [**QUANT** = *all*, **CARD** = 20]

enthält eine andere Information als:

- (9.2) „alle Schüler der Klasse 9b“ [QUANT = *all*, CARD = *card*]  
 (9.3) „zwanzig Schüler der Klasse 9b“ [QUANT = *nfquant*, CARD = 20]

Der Determinator/Quantifikator „*ein*“ ist mehrdeutig, weil er einerseits wie der  $\exists$ -Quantor der Logik im Sinne von „*mindestens ein*“ gedeutet werden kann, wie in dem Satz: „*In jeder Wüste gibt es eine Oase*“. Andererseits ist „*ein*“ auch Zahlwort, und zieht in diesem Sinne [CARD = 1] in der semantischen Repräsentation nach sich, wie in dem Satz „*Max kaufte gestern ein neues Auto*“. Hier ist sicher nicht gemeint „*mindestens ein neues Auto*“. Die vollständigen Layer-Informationen für den unbestimmten Artikel „*ein*“ finden sich in Abb. 10.3.

Als Darstellungsmittel zur semantischen Repräsentation von Quantifizierung und Referenzdeterminiertheit allgemein stehen in MultiNet folgende Ausdrucksmittel zur Verfügung, wobei die Unterscheidung zwischen Individuen und Gesamtheiten einerseits und die Unterscheidung zwischen Aussagen über generische Begriffe bzw. Gesamtheiten andererseits ausdrücklich einbezogen wird (bezüglich der genauen Definitionen der nachstehend genannten Darstellungsmittel s. Teil II):

- Die Layer-Informationen, insbesondere die Merkmale **REFER, QUANT, CARD, ETYPE, GENER, VARIA**
- Die Relationen **ELMT, SUBM, EXT, SETOF, DPND**<sup>5</sup>
- die Funktionen **\*DIFF, \*UNION, \*INTSC, \*ITMS** bzw. **\*ITMS-I, \*ALTN1/2** und **\*TUPL**
- Auch die Unterteilung der Begriffskapseln in kategorische und prototypische Informationen bei generischen Begriffen (s. Abb. 9.2) steht in Beziehung zur Quantifizierung.<sup>6</sup> In Abb. 9.2 sind die Beziehungen zur Generalisierten Quantoren-Theorie [12] und zur Prädikatenlogik (PK1) hergestellt; in Abb. 9.3 sind alternative Quantifikatordarstellungen von MultiNet angegeben.

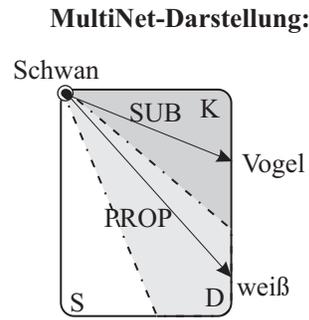
<sup>5</sup> Es sei darauf hingewiesen, daß die Verwendung einer einzigen DPND-Relation zur Charakterisierung der Abhängigkeiten in gemischt quantifizierten Ausdrücken eine Abschwächung gegenüber dem Konzept der Skolemfunktion in der Prädikatenlogik ist. In der Skolemnormalform eines prädikatenlogischen Ausdrucks ist für jede in der ursprünglichen Formel enthaltene existenziell quantifizierte Variable eine gesonderte Skolemfunktion einzuführen, die die Abhängigkeit dieser Variablen von den davorstehenden allquantifizierten Variablen zum Ausdruck bringt. Für ein FAS dürfte aber ausreichend sein, festzustellen (und gegebenenfalls in einer Antwort zu berücksichtigen), welche Konzepte von welchen anderen in einer Repräsentation abhängen.

<sup>6</sup> Hier sind allerdings Sorten- bzw. Feature-Restriktionen zu beachten, da andernfalls aus generalisierten Aussagen falsche spezielle Aussagen gewonnen werden, vgl. dazu Absch. 13.2.

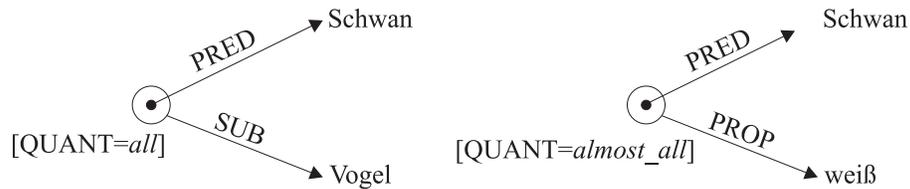
- a) „{Der/ein} Schwan ist ein Vogel.“  
 b) „{Der/ein} Schwan ist {weiß/sieht weiß aus}.“

- a<sub>1</sub>) GQT: (Alle Schwan)  $\wedge x$ [Vogel(x)]  
 a<sub>2</sub>) PK1:  $\forall x$ [Schwan(x)  $\rightarrow$  Vogel(x)]

- b<sub>1</sub>) GQT: (FastAlle Schwan)  $\wedge x$ [weiß(x)]  
 b<sub>2</sub>) PK1: -- [nicht ausdrückbar]



**Abbildung 9.2.** Beziehung zwischen logischer Quantifizierung und den verschiedenen Typen des immanenten Wissens



**Abbildung 9.3.** Reinterpretation der Komponenten eines generischen Begriffs (s. Abb. 9.2) mit den Mitteln der Quantifikatordarstellung

Bevor die semantische Repräsentation von Ausdrücken, die Determinatoren und Quantifikatoren enthalten, systematischer behandelt werden kann, ist zunächst noch auf die Mehrdeutigkeiten einzugehen, die im Bereich der quantifizierten Nominalphrasen bestehen (s. hierzu Abb. 9.4 und 9.5). Bei singularischen NPs, die mit den Determinatoren „der/die/das“ bzw. „ein(e)“ gebildet werden, unterscheidet man eine individuelle Lesart, eine generalisierte Lesart und eine prototypische (generische) Lesart. Diese sind mit den entsprechenden Repräsentationen und den korrespondierenden prädikatenlogischen Ausdrücken in Abb. 9.4 stellvertretend für „ein“ angegeben (für „der/die/das“ gilt Analoges).

Besondere Schwierigkeiten bereiten die Mehrdeutigkeiten im Bereich der Plural-NPs. Bei diesen gibt es zunächst die gleichen Interpretationen, wie sie in Abb. 9.4 für singularische NPs angegeben sind.

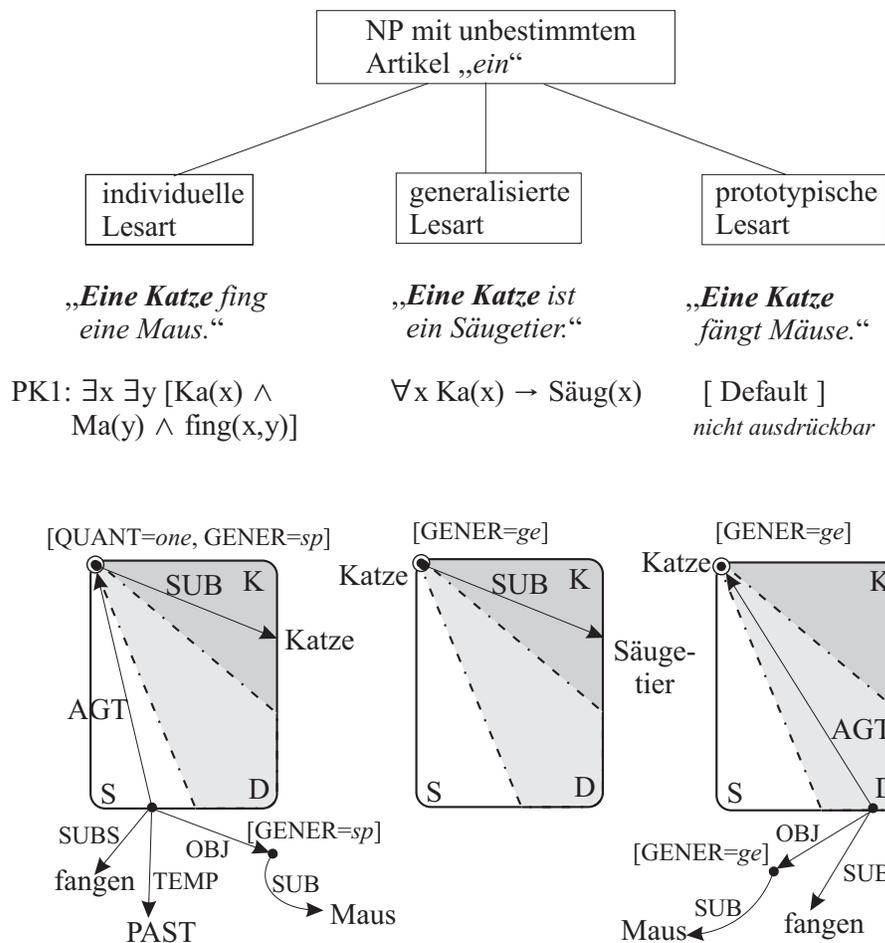


Abbildung 9.4. Die Deutungsmöglichkeiten von indeterminierten Nominalphrasen mit „ein“

Beispiele:

- (9.4) „Die Katzen fangen viele Mäuse.“ (spezialisierend)
- (9.5) „(Die) Katzen sind Säugetiere.“ (generalisierend)
- (9.6) „(Die) Katzen fangen Mäuse.“ (prototypisch)

Darüber hinaus gibt es aber bei Plural-NPs noch die Unterscheidung von **kollektiver Lesart** – mehrere Individuen führen gemeinsam **eine** Handlung aus, die **kumulative Lesart** – mehrere Individuen bringen gemeinsam oder nacheinander ein bestimmtes Resultat zustande und die **distributive Lesart** – bei der jeweils eine gesonderte Handlung von jedem einzelnen Element

der durch die Subjekt-NP charakterisierten Gesamtheit ausgeführt wird. Diese Lesarten können durch die Verwendung bestimmter Adverbien oder Quantifikatoren erzwungen oder zumindest wahrscheinlicher gemacht (verstärkt) werden, s. hierzu Abb. 9.5.

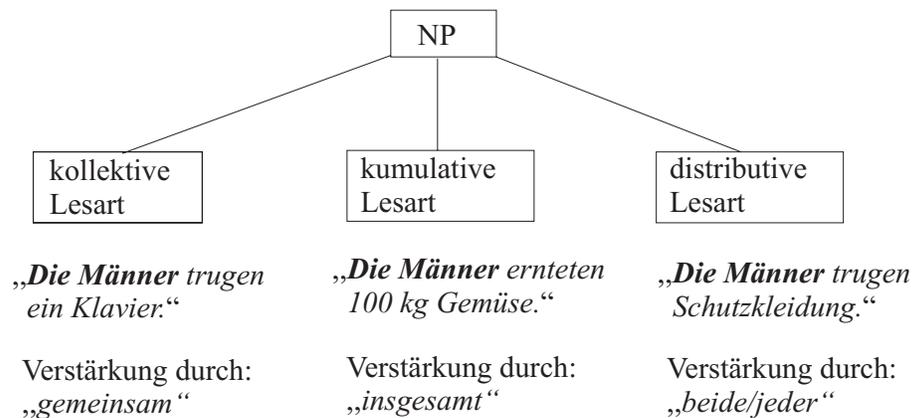
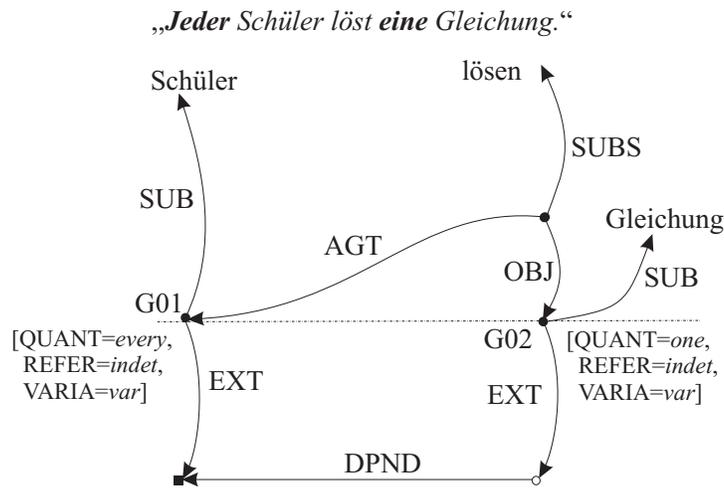


Abbildung 9.5. Die Deutungsmöglichkeiten von Plural-NPs

Im Zusammenhang mit der generischen Deutung von NPs wird ein weiteres Problem sichtbar, das auch in Abb. 9.4, rechte Seite, auftritt. Es ist sicher unstrittig, daß in Sätzen wie „*Katzen fangen Mäuse.*“, „*Bären lieben Honig.*“, „*Pilze haben Stiele.*“ hinsichtlich der Subjekt-NP die prototypische Lesart die allein zutreffende ist. Die Frage ist nun, ob in diesen Sätzen auch eine prototypische Aussage über die generischen Konzepte Maus, Honig, Stiel vorliegt. Einerseits ist anzunehmen, daß der adäquate semantische Repräsentant für die Objekt-NP nicht das jeweilige Gesamtkonzept Maus, Honig bzw. Stiel mit [**GENER** = *ge*] ist, was insbesondere der letzte Beispielsatz deutlich macht. Andererseits ist sicher nicht von einer speziellen Maus, speziellem Honig oder einem spezifischen Stiel die Rede. Aus diesem Grund wird hier ein Mittelweg vorgeschlagen, und zwar einen generischen Zwischenknoten mit [**GENER** = *ge*] als Repräsentant der Objekt-NP zu generieren, der dem durch das Kopfnomen spezifizierten Begriff subordiniert wird (in Abb. 9.4, rechte Seite, durch [**GENER** = *ge*] und **SUB** – Maus dargestellt).

Abb. 9.6 zeigt ein Beispiel für den Einsatz der MultiNet-Darstellungsmittel zur semantischen Repräsentation eines Satzes mit gemischter Quantifizierung. Typisch für solche Sätze ist, daß Quantifikatoren bzw. Determinatoren in verschiedenen Kombinationen vorkommen. Für die semantische Darstellung sei



PK1:  $\forall x[\text{Schüler}(x) \rightarrow \exists y \text{Gleichung}(y) \wedge \text{löst}(x,y)]$   
 Skolem-NF:  $[\neg \text{Schüler}(x) \vee \text{Gleichung}(f(x))] \wedge$   
 $[\neg \text{Schüler}(x) \vee \text{löst}(x,f(x))]$

**Abbildung 9.6.** Darstellung der gemischten Quantifizierung mit Hilfe der Layer-Informationen und der DPND-Relation auf präextensionaler Ebene

noch einmal daran erinnert, daß Quantifikatoren [**SORT** = *qn*] bzw. quantifizierte Ausdrücke in MultiNet eine innere Struktur besitzen, die im allgemeinen durch mehrere Layer-Merkmale beschrieben wird. Diese sind in Tab. 9.1 für einige typische Vertreter auszugsweise angeführt. Eine systematischere Behandlung dieser Merkmale, ihrer Kombinatorik und der damit verbundenen Unifikation von Layer-Merkmalen findet sich in Abschn. 10.

	<b>QUANT</b>	<b>CARD</b>	<b>VARIA</b>	<b>REFER</b>
drei	<i>nfquant</i>	3	<i>varia</i>	<i>refer</i>
alle	<i>all</i>	<i>card</i>	<i>con</i>	<i>det</i>
jeder	<i>every</i>	1	<i>var</i>	<i>indet</i>

**Tabelle 9.1.** Auszug aus der Beschreibung von Quantifikatoren durch Layer-Merkmale

In Tab. 9.2 sind weitere Fälle gemischter Verwendung von Determinatoren und Quantifikatoren angegeben, deren semantische Darstellungen sich von derjenigen in Abb. 9.6 im wesentlichen durch die Layer-Informationen bei den Knoten G01 bzw. G02 unterscheiden, sowie durch das Vorhandensein bzw.

Fehlen einer Dependenzrelation auf präextensionaler Ebene (d.h. durch bestimmte Abhängigkeiten der Knoten untereinander).

Phrase mit zwei NPs	G01 bzw. G02			Abhängigk.
	REFER	QUANT	VARIA	
<u>Der Schüler</u> (G01), der <u>jede Gleichung</u> (G02) löst.	<i>det</i> <i>indet</i>	<i>one</i> <i>every</i>	<i>con</i> <i>var</i>	-
<u>Der Schüler</u> (G01), der <u>eine Gleichung</u> (G02) löst.	<i>det</i> <i>indet</i>	<i>one</i> <i>one</i>	<i>con</i> <i>con</i>	-
<u>Ein Schüler</u> (G01), der <u>alle Gleichungen</u> (G02) löst.	<i>indet</i> <i>det</i>	<i>one</i> <i>all</i>	<i>con</i> <i>con</i>	-
<u>Dieser Schüler</u> (G01), der <u>jene Gleichung</u> (G02) löst.	<i>det</i> <i>det</i>	<i>one</i> <i>one</i>	<i>con</i> <i>con</i>	-
<u>Alle Schüler</u> (G01) lösen <u>eine Gleichung</u> (G02).	<i>det</i> <i>indet</i>	<i>all</i> <i>one</i>	<i>con</i> <i>con</i>	-
	bei kollektiver Lesart			
<u>Alle Schüler</u> (G01) lösen <u>eine Gleichung</u> (G02).	<i>indet</i> <i>indet</i>	<i>every</i> <i>one</i>	<i>var</i> <i>var</i>	G02 → G01
	bei distributiver Lesart (analog zu jeder)			
<u>Alle Schüler</u> (G01) lösen <u>alle Gleichungen</u> (G02).	<i>refer</i> <i>refer</i>	<i>all</i> <i>all</i>	<i>varia</i> <i>varia</i>	- offen
	bei nichtauflösbarer Mehrdeutigkeit → Unterbestimmtheit der Merkmalswerte			
<u>Jeder Schüler</u> (G01) löst <u>eine Gleichung</u> (G02).	<i>indet</i> <i>indet</i>	<i>every</i> <i>one</i>	<i>var</i> <i>var</i>	G02 → G01

**Tabelle 9.2.** Die Repräsentation gemischter Verwendung von Determinatoren und Quantifikatoren

Nach dieser Tabelle lassen sich bei der semantischen Deutung von „*alle*“ in den verschiedenen Lesarten im Gegensatz zu „*jeder*“ drei Fälle unterscheiden (vgl. Abb. 9.4):

a) kollektive und kumulative Lesart:

[REFER = *det*, QUANT = *all*, VARIA = *con*]

b) distributive Lesart:

[REFER = *indet*, QUANT = *every*, VARIA = *var*]

( $\hat{=}$  „*jeder*“)

c) unterbestimmt/nicht aufgelöst:

[REFER = *refer*, QUANT = *all*, VARIA = *varia*],

wobei das Referenzmerkmal und die Variabilität maximal unterspezifiziert sind.

Das Merkmal **ETYPE** (für den Extensionalitätstyp) des semantischen Repräsentanten NP = ⟨alle N⟩ einer durch „alle“ quantifizierten Nominalphrase N hat einen um 1 höheren Wert, als der semantische Repräsentant von ⟨diese(r/s) N⟩, während ⟨jede(r/s) N⟩ den gleichen Extensionalitätstyp wie ⟨diese(r/s) N⟩ besitzt.

<b>Objekte</b>	alle	fast alle	...	viele	einige	einige wenige	kein
<b>Lokationen</b>	überall	fast überall	...	an vielen Orten	mancherorts	an wenigen Orten	nirgends
<b>Zeiten</b>	immer	fast immer	...	oft/häufig	manchmal	selten	nie(mals)

**Tabelle 9.3.** Parallelen zwischen Quantifikatoren im Bereich der Objektbegriffe, der Lokationen und der Zeiten

Es sei an dieser Stelle noch einmal darauf aufmerksam gemacht, daß nicht nur Objektbegriffe mit [**SORT** = *o*], sondern auch Lokationen und Zeiten ([**SORT** = *l*] bzw. [**SORT** = *t*]) quantifiziert werden können. Dabei gibt es offensichtlich Parallelen, die in Tab. 9.3 zum Ausdruck kommen. Dort wird deutlich, daß sich die entsprechenden Quantifikatoren nur in der Sorte, nicht aber in den Layer-Informationen unterscheiden<sup>7</sup>.

Auch auf den **Wirkungsbereich** (**Skopus**) der Quantifikation hat die Art des gewählten Quantifikators Einfluß. So wird für die englische Sprache weitgehend die Auffassung vertreten [130], daß „any“ und seine Zusammensetzungen einen weiteren Skopus haben als alle anderen Operatoren der Negation, Quantifikation oder die Modaloperatoren. Demgegenüber habe „every“ immer einen engen Skopus, was in bestimmter Parallele zu der in Abschn. 8.2 behandelten Unterscheidung von Satznegation und Konstituentennegation steht.

Beispiele:

(9.7) „I don't know anyone here.“ (wide scope)  
 Deutsch: „Ich kenne hier niemand.“ (Satznegation)  
 $\forall x \neg \text{KNOW}(I, x)$

(9.8) „I don't know everyone here.“ (narrow scope)  
 Deutsch: „Ich kenne nicht jeden hier.“ (Konstituentennegation)  
 $\neg \forall x \text{KNOW}(I, x)$

<sup>7</sup> In der letzten Spalte der Tabelle findet bereits der Übergang zur Verneinung statt; die Konzepte kein, nirgends/nirgendwo, niemals werden u.a. durch [**FACT** = *non*] und die entsprechende Sorte: [**SORT** = *o*], [**SORT** = *l*] bzw. [**SORT** = *t*] charakterisiert (vgl. hierzu Abschn. 8.2).

Da es hierfür aber auch Gegenbeispiele gibt und dieses Problem eher für die syntaktisch-semantische Analyse als im Bereich der Wissensrepräsentation Schwierigkeiten bereitet, soll nicht weiter darauf eingegangen werden.

Wesentlich wichtiger in dem hier untersuchten Kontext ist die Frage der **Präsuppositionen** und **Entailments** (Schlußfolgerungen), die mit verschiedenen Quantifikatoren verknüpft sind.

So sind mit der Verwendung von „not + everyone“ bzw. „nicht jeden“ andere Präsuppositionen verknüpft als mit „not + anyone“ bzw. „niemand“.<sup>8</sup>

Beispiele:

(9.9) „I don't know everyone with yellow lips.“

Deutsch: „Ich kenne nicht jeden mit gelben Lippen.“

Präsupposition:  $\sim$  Es gibt Leute mit gelben Lippen.

(9.10) „I don't know anyone with yellow lips.“

Deutsch: „Ich kenne niemanden mit gelben Lippen.“

$\sim$  neutral, keine Präsupposition

Typische Schlußfolgerungen (Entailments), die sich aus quantifizierten Ausdrücken ziehen lassen sind in Abb. 9.7 zusammengestellt. Aber auch die bereits von Aristoteles aufgestellten Syllogismen gehören in diesen Bereich (s. Abschn. 13.2).

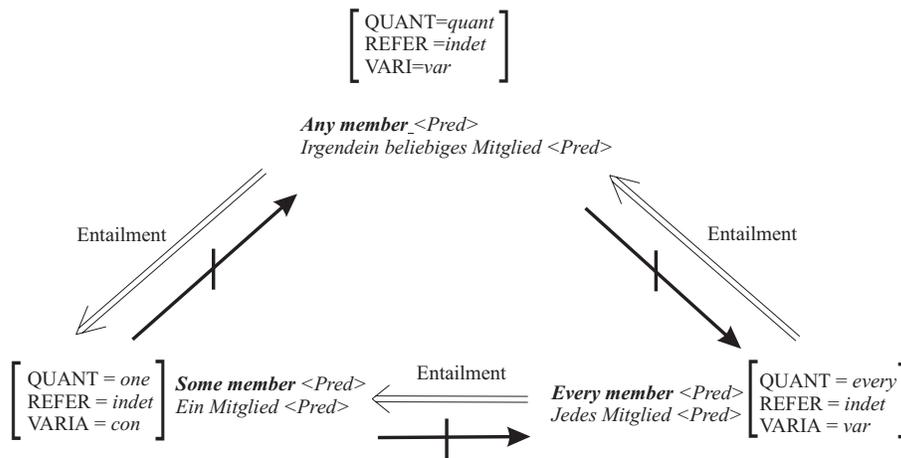


Abbildung 9.7. Schlußfolgerungen (Entailments) zwischen quantifizierten Ausdrücken

<sup>8</sup> Die nachfolgenden Belege stammen aus [130], S. 459.

Um den Bedeutungsunterschied adäquat darzustellen, der sich im Zusammenwirken von **Topik-Fokus-Struktur**, restriktiver (definitorischer) vs. assertorischer Anteile in der Bedeutungsrepräsentation und Quantifizierung ergibt, ist das Instrument der Begriffskapseln einzusetzen (s. Abb. 9.8 und Teil II, Abschn. 17.3). Eine einfache Netzdarstellung, die ohne Kapselung von Teilnetzen zu einem übergeordneten Begriff (umrandete Teile in Abb. 9.8) auszukommen versucht, würde wichtige Bedeutungsunterschiede „einebnen“.

Dieser Defekt einfacher Netzwerke wurde bereits von Woods mit dem Terminus **Shared Subpart Fallacy** bezeichnet und entsprechend kritisiert (s. [223], Abschn. 7.3). Nur unter Einsatz besonderer Strukturierungsmittel, wie derjenigen der Begriffskapseln, kann vermieden werden, daß die Sätze a) und b) in Abb. 9.8 die gleiche semantische Repräsentation erhalten. Diese würde entstehen, wenn man die durch gestrichelte Ellipsen angedeuteten Kapseln wegläßt.<sup>9</sup>

Ein weiteres Problem besteht hinsichtlich der Kombination von **Quantifikation** und **Negation**. Hier geht es vor allem um die Frage, was in der semantischen Repräsentation quantifiziert bzw. negiert wird (in der Terminologie der Logik ist das die Frage nach dem Skopus der Operatoren) und um die kognitive Adäquatheit (diese Frage wird in der Logik gewöhnlich nicht gestellt). Wir wollen in die nachfolgenden Erörterungen vor allem die Layermerkmale **FACT** und **QUANT** einbeziehen.

#### Fall I

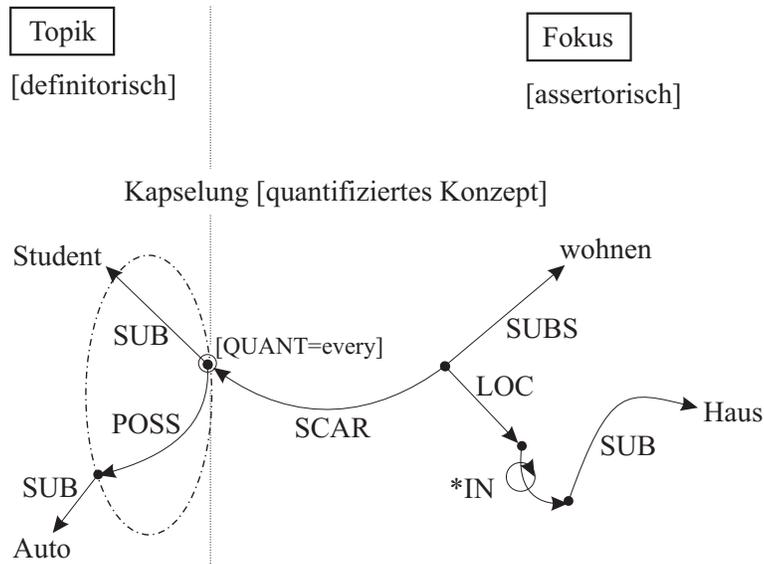
Als Ausgangspunkt der Diskussion soll ein einfacher positiver Satz (ohne Negation) mit einem Existenzialquantifikator dienen, s. Abb. 9.9. Die Phrase „es gibt ein  $\langle o \rangle$ “ wird semantisch durch [**FACT** = *real*] an dem Repräsentanten für das Konzept  $\langle o \rangle$  dargestellt, dessen Existenz behauptet wird<sup>10</sup>. Der entsprechende Knoten in Abb. 9.9. ist dadurch beschrieben, daß er einen Schüler repräsentiert (Relation **SUB**), der ein Buch erhält (Relation **ORNT**). In diesem Fall, bei dem weder Negationen noch andere Modalausdrücke im Spiel sind, erhalten auch alle übrigen Knoten der Beschreibung von  $\langle o \rangle$  den Merkmalswert [**FACT** = *real*] (s.a. die Bemerkungen zu existenziellen Präsuppositionen in Abschn. 8.2).

- Als allgemeine Regel bezüglich des Faktizitätsmerkmals halten wir fest, daß nichtlexikalisierte Knoten in faktischen Sachverhalten und nichtmodalen bzw. nichtnegierten Kontexten das Merkmal [**FACT** = *real*] erhalten.

<sup>9</sup> Weitere Effekte des Zusammenwirkens von kontextueller Gebundenheit (Topik) bzw. Nicht-Gebundenheit (Fokus) und Quantifizierung werden in [126], Abschn. 3.4 untersucht.

<sup>10</sup> Dementsprechend ist die Nichtexistenz – wie bereits bei der Negation behandelt – durch [**FACT** = *non*] am entsprechenden Objektknoten auszudrücken.

a) „Jeder Student, der ein Auto besitzt, wohnt in diesem Haus.“



b) „Jeder Student, der in diesem Haus wohnt, besitzt ein Auto.“

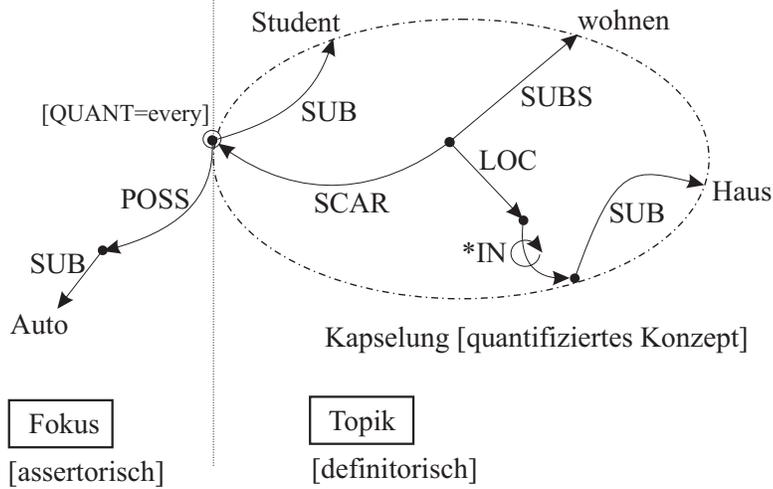


Abbildung 9.8. Topik-Fokus-Struktur und der Umfang des quantifizierten Begriffs

„Es gibt einen Schüler, der ein Buch erhielt.“

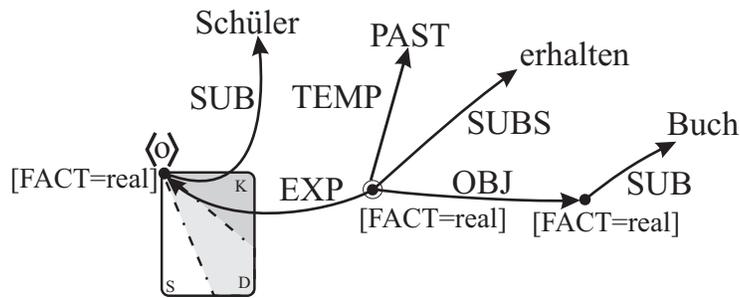


Abbildung 9.9. Unnegierter Satz mit Existenzialquantifikator

Die in Abb. 9.9 angegebene semantische Repräsentation entspricht hinsichtlich der Wahrheitsbedingungen dem logischen Ausdruck:

$$\bullet \exists x \exists y \text{ Schüler}(x) \wedge \text{Buch}(y) \wedge \text{erhielt}(x, y) \quad (68)$$

### Fall II

Hier (s. Abb. 9.10) wird zunächst im Knoten G01 zum Ausdruck gebracht, daß jeder einzelne Schüler in einen Sachverhalt G02 eingebunden ist, der dadurch bestimmt wird, daß jemand (nämlich G01) einen Ball und kein Buch erhält. Im Gegensatz zu Fall I ist aber der Knoten G01 *definitiv* nur durch (G01 SUB Schüler) charakterisiert, während dessen Eingebundensein in G02 über die Relation ORNT **asser**torischen Charakter trägt. Der Sachverhalt G02 enthält wegen der Konstituentennegation eine hypothetische Entität G04, die ein Buch repräsentiert. G04 ist mit  $[FACT = hypo]$  und nicht mit  $[FACT = non]$  zu spezifizieren (wie man wegen der Negation denken könnte), weil über die Existenz eines Buches in diesem Satz nichts ausgesagt ist.<sup>11</sup>

- Als allgemeine Regel bezüglich des Faktizitätsmerkmals halten wir fest, daß Knoten in modalen bzw. negierten Kontexten standardmäßig das Merkmal  $[FACT = hypo]$  erhalten, wenn sie indeterminiert sind (Merkmal  $[REFER = indet]$ ). Referenzdeterminierte Entitäten mit Merkmal  $[REFER = det]$  erhalten auch in modalen bzw. negierten Kontexten den Merkmalswert  $[FACT = real]$ .

<sup>11</sup> Man vergleiche den Satz „Er sah keinen Geist, sondern eine Fledermaus.“, wo über die Existenz eines Geistes auch nichts ausgesagt ist. Zur Vereinfachung wurde in Abb. 9.10 die Dependenzbeziehung zwischen den Knoten G03 und G01 weggelassen; die Behandlung dieser Abhängigkeit geht aus Abb. 9.6 hervor.

„**Jeder** Schüler erhält **kein** Buch sondern einen Ball.“

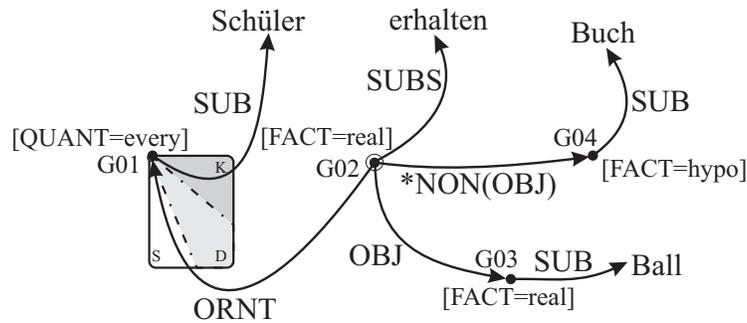


Abbildung 9.10. Allquantifizierung und Konstituentennegation

Betrachtet man den logischen Ausdruck (69), der die Bedeutung des Satzes in Abb. 9.10 vielleicht am besten widerspiegelt, so ist dieser auch wahr, wenn es gar keine Schüler oder keine Bücher gibt. Das ist ein deutlicher Hinweis darauf, daß Formel (69) bezüglich des Inhalts des unter Fall II diskutierten Satzes kognitiv nicht adäquat ist.

- $\forall x \forall y (\text{Schüler}(x) \wedge \text{Buch}(y) \rightarrow \exists z [\text{Ball}(z) \wedge \text{erhält}(x, z) \wedge \neg \text{erhält}(x, y)])$   
(69)

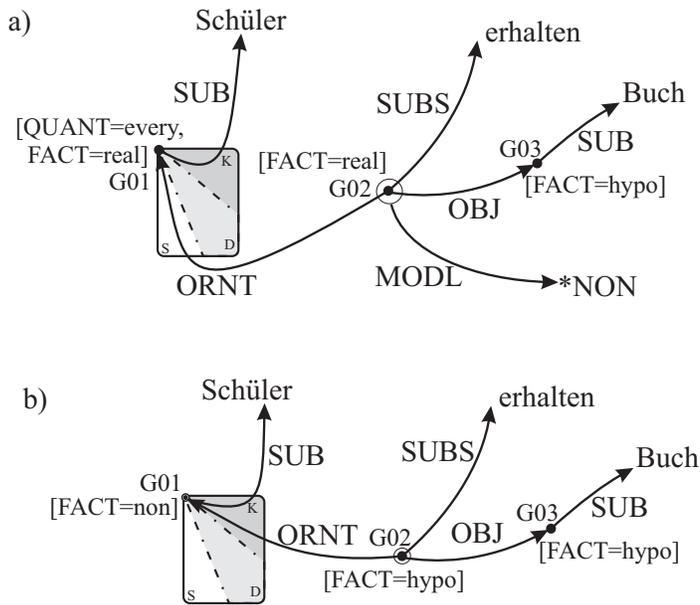
### Fall III

Zur Repräsentation des Satzes „Kein Schüler erhält ein Buch.“ gibt es zwei semantisch äquivalente duale Repräsentationen (s. Abb. 9.11).

Entweder man betrachtet den Satz als eine Aussage über alle Schüler (Repräsentation Abb. 9.11a), wobei von jedem einzelnen von ihnen gilt, daß ein bestimmter mit **MODL** + \*NON negierter Sachverhalt tatsächlich zutrifft (ausgedrückt durch **[FACT = real]**) oder als eine Aussage über die Nichtexistenz eines in bestimmter Weise spezifizierten Schülers (Repräsentation Abb. 9.11b). Im zweiten Fall ist ein Begriffsrepräsentant G01 zu bilden, der immanent durch (G01 **SUB** Schüler) **und** durch einen hypothetischen Sachverhalt G02 des Bucherhalts charakterisiert ist (ausgedrückt durch die **ORNT**-Relation). In beiden Fällen trägt der Knoten G03 das Merkmal **[FACT = hypo]**, weil über ihn nichts bezüglich Existenz oder Nichtexistenz ausgesagt ist<sup>12</sup>. Dem Negator „kein“ entspricht in Darstellung b) schließlich der Merkmalswert **[FACT = non]** bei G01. Dadurch wird ausgedrückt, daß eine Entität, die wie G01 charakterisiert

<sup>12</sup> Man vergleiche den Satz „Kein Mensch sah bisher einen Yeti.“

„**Kein** Schüler erhält ein Buch.“



„**Einen** Schüler, der ein Buch erhält, gibt es nicht.“

Abbildung 9.11. Allquantifizierung und Satznegation

ist, nicht existiert.

Betrachtet man die logischen Ausdrücke (70) bzw. (71), die semantisch dem Satz aus Fall III und den Darstellungen in Abb. 9.11 a) bzw. b) am nächsten kommen, so sind sie selbst dann zulässig (und sogar wahr), wenn gar keine Bücher oder gar keine Schüler existierten<sup>13</sup>.

- $\forall x (\text{Schüler}(x) \rightarrow \neg \exists y [\text{Buch}(y) \wedge \text{erhält}(x, y)])$  (70)
- $\neg \exists x \exists y \text{Schüler}(x) \wedge \text{Buch}(y) \wedge \text{erhält}(x, y)$  (71)

Demgegenüber könnte in einem FAS, das auf MultiNet-Darstellungsmitteln beruht, die semantische Repräsentation a) gar nicht erst erzeugt werden, wenn es keine Schüler gäbe. Da in diesem Fall das Konzept Schüler das Merkmal [FACT = non] – den Indikator für Nichtexistenz – trüge, würde ein Eintrag

<sup>13</sup> Der Satz zu Fall III würde sicher nicht geäußert, wenn überhaupt keine Schüler existierten. Die Ausdrücke (70) bzw. (71) spiegeln diesen Sachverhalt nicht wider.

von [FACT = *real*] bei dem subordinierten Knoten G01 zu einem Widerspruch führen. Die Darstellung b) würde zwar ebenso wie (71) logisch akzeptabel sein, beide Darstellungen wären aber ebenso wie der natürlichsprachliche Satz redundant, wenn es gar keine Schüler gäbe. Zusammenfassend kann man sagen, daß (70) kognitiv inadäquat ist; Darstellung a) bringt den semantischen „Defekt“ des Beispielsatzes bei generell nichtexistierenden Schülern am deutlichsten hervor. Wenn keine Schüler existieren, sind die Darstellungen (71) bzw. Abb. 9.11 b) zwar logisch akzeptabel, verletzen aber (wenn man sie als Grundlage einer Antwortgenerierung nimmt) ebenso wie der Satz selbst die Griceschen Konversationsmaximen (s. [66]); sie sind also beide als semantische Repräsentationen wenig geeignet.

#### Fall IV

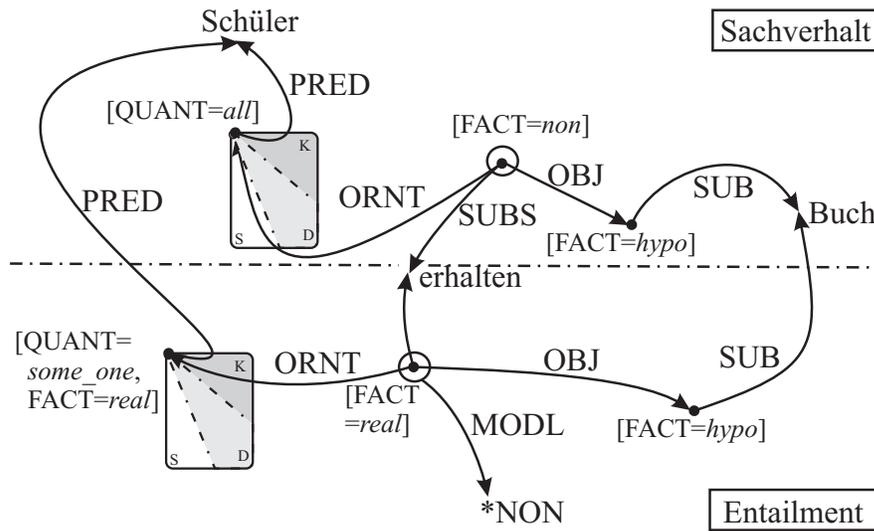
Betrachtet man die Sätze „*Nicht alle Schüler erhalten ein Buch.*“ bzw. „*Nicht jeder Schüler erhält ein Buch.*“, so ist die Darstellung in Abb. 9.12 a) als semantisch adäquat anzusehen, wobei die Verneinung mit [FACT = *non*] den maximalen Skopus der Negation gegenüber der Quantifikation sichert (vgl. Abb. 5.2).

Die duale Darstellung zu Abb. 9.12 a) wird durch Abb. 9.12 b) gegeben. Sie ist aber gegenüber den eingangs unter Fall IV zitierten Sätzen bereits als Schlußfolgerung (Entailment) anzusehen. Zum Vergleich dazu ist in Darstellung c) ein kontrastierender Sachverhalt angeführt, der zu a) bzw. b) **nicht** äquivalent ist. Er soll demonstrieren, in welcher Weise sich Bedeutungsunterschiede von Sätzen - hier hervorgerufen durch unterschiedlichen Skopus der Operatoren - in der semantischen Repräsentation niederschlagen. Wie zu erwarten, ist die Darstellung des Satzes aus Abb. 9.12 c) bis auf die Anordnung der Knoten identisch mit der semantischen Repräsentation des entsprechenden Satzes in Abb. 9.11 b). Der Unterschied liegt in den Layerinformationen des ‚Schülerknotens‘.

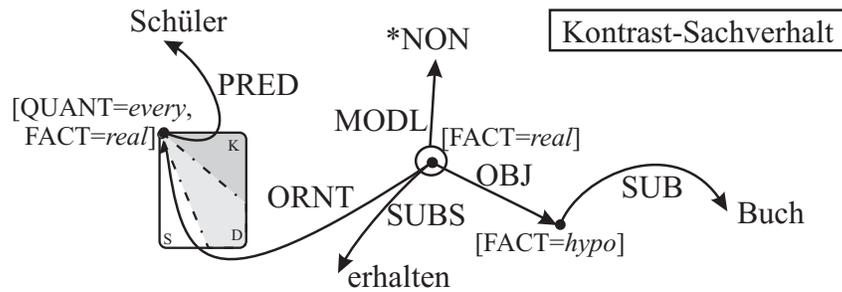
Die Notwendigkeit zur Unterscheidung zwischen Knotendarstellungen mit [QUANT = *all*], die bei der Antwortfindung in einem FAS bzw. bei den Inferenzen eine kumulative oder auch kollektive Lesart zulassen, und Knotencharakteristiken mit [QUANT=*every*], für die das nicht gilt, zeigt folgender Satz: „*Köchel stellte einen Katalog aller Werke zusammen, die Mozart verfaßte.*“ Die entsprechende semantische Darstellung zeigt Abb. 9.13. Würde man in dieser Darstellung<sup>14</sup> den Merkmalswert des Knotens G11 von [QUANT = *all*] in [QUANT = *every*] abändern, so entspräche das dem Satz: „*Köchel stell-*

<sup>14</sup> Der Knoten G11 repräsentiert die Gesamtheit aller Werke, die Mozart verfaßte. Er wird definitorisch sowohl durch die PRED- als auch die RSLT-Kante festgelegt, was durch die mit einem Kreis symbolisierte Kapsel verdeutlicht werden soll.

a) „*Nicht alle* Schüler erhalten ein Buch.“/  
 „*Nicht jeder* Schüler erhält ein Buch.“



b) „*Es gibt (mindestens) einen* Schüler, der *kein* Buch erhält.“



c) „Für *jeden* Schüler gilt, daß er *kein* Buch erhält.“

Abbildung 9.12. Duale Repräsentation des negierten Quantifikators (nicht jeder) ↔ (mindest einer + nicht)

te einen Katalog eines jeden Werks zusammen, das Mozart verfaßte.“ Dieser Satz (und auch die semantische Darstellung) wären aber eindeutig unzulässig (nicht etwa nur hinsichtlich des Wahrheitswertes falsch), da es prinzipiell keinen Katalog für einzelne Werke gibt (diese Darstellung würde übrigens auch den Selektionsrestriktionen des Lexems *Katalog* in einem Lexikon widersprechen).

„Köchel stellte einen Katalog aller Werke zusammen,  
die Mozart verfaßte.“

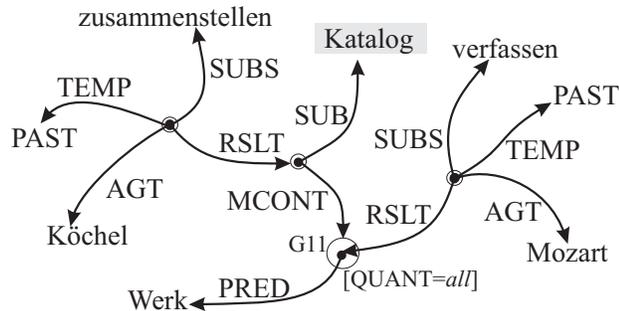


Abbildung 9.13. Konzepte, die kumulatives [QUANT = all] bei einem ihrer Adjunkte verlangen

Abschließend zu diesem Themenkreis soll noch kurz auf die in der Logik oft zitierten „Eselssätze“ eingegangen werden (vgl. [163]), für die der nachfolgende Satz charakteristisch ist.

(9.11) **Eselssatz:** „Jeder Farmer, der einen Esel besitzt, schlägt ihn.“

Als logische Darstellung, die nach allgemeiner Auffassung der Bedeutung dieses Satzes am nächsten kommt, ist die folgende anzusehen:

$$\bullet \forall x \forall y [\text{Farmer}(x) \wedge \text{Esel}(y) \wedge \text{besitzt}(x, y) \rightarrow \text{schlägt}(x, y)] \quad (72)$$

Die entsprechende MultiNet-Repräsentation ist in Abb. 9.14 angegeben.

Eine Diskussion der Probleme, die mit dieser Bedeutungsdarstellung aus logischer Sicht verknüpft sind und die sich vorwiegend um das Problem der richtigen Darstellung von Quantorskopos bzw. Referenzbeziehungen ranken, findet sich in [61]. Hier soll lediglich der Aspekt der kognitiven Adäquatheit interessieren, die gerade durch die Formel (72) verletzt wird, und zwar aus folgenden Gründen:

„Jeder Farmer, der einen Esel besitzt, schlägt ihn auch.“

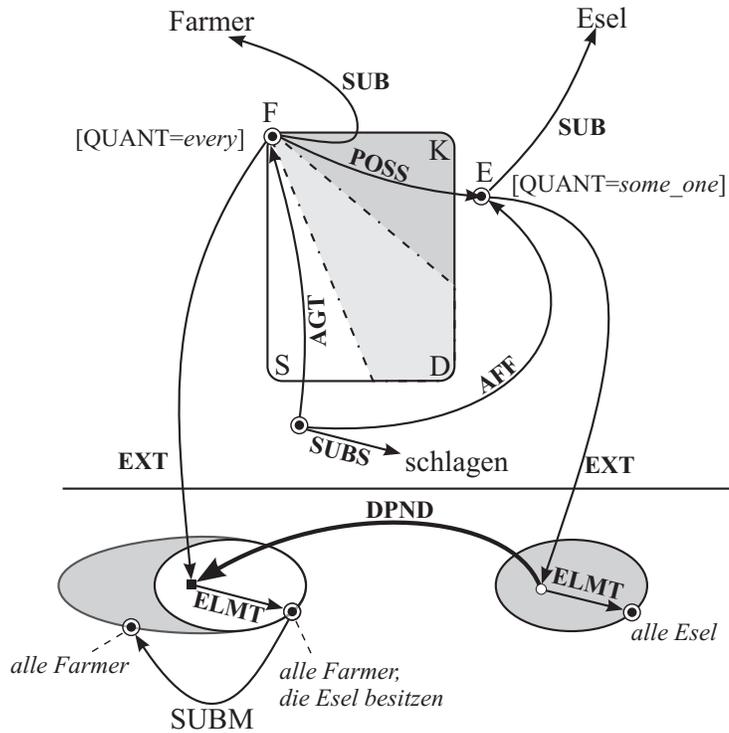


Abbildung 9.14. Semantische Repräsentation eines typischen „Eselssatzes“

- Formel (72) enthält zwei All-Quantoren und eine Implikation, die intuitiv nicht im Eselssatz vorkommen.
- Formel (72) ist symmetrisch in  $x$  (den Farmern) und  $y$  (den Eseln), was für den Eselssatz nicht zutrifft.
- Formel (72) ist auch wahr, wenn die Farmer gar keine Esel besitzen, sondern z.B. nur Pferde; darüber macht der Eselssatz aber keine Aussage.<sup>15</sup>

Betrachtet man die MultiNet-Darstellung in Abb. 9.14, so enthält diese je eine Repräsentation für ein Konzept  $F = \langle \text{Farmer, der Esel besitzt} \rangle$  (dieser ist mit dem Quantifikator [QUANT = every] verknüpft), und für ein Konzept

<sup>15</sup> Auf das Problem, daß Sätze, deren semantische Repräsentationen mit logischen Mitteln Allquantoren erfordern, in ihren Wahrheitsbedingungen meist nur im positiven Fall (d.h. wenn sie wahr sind) mit den entsprechenden logischen Ausdrücken übereinstimmen, hat auch Löbner hingewiesen [127].

$E = \langle \text{Esel, der von Farmer besessen wird} \rangle$  (letzteres ist mit dem Quantifikator [**QUANT** = *some-one*] verknüpft). Hier wird auf intensionaler Ebene jeweils die richtige Zusammenfassung von Netzspezifikationen zu konzeptuellen Einheiten, jede mit den intuitiv adäquaten Merkmalswerten der Quantifikation, gebildet.<sup>16</sup> Auch die Referenzbeziehung, die im Satz durch das Pronomen „*ihn*“ ausgedrückt ist, wird korrekt wiedergegeben. Der zutreffende Quantorkopus wird schließlich auf präextensionaler Ebene durch die **DPND**-Relation ausgedrückt. Daß diese Abhängigkeit zwischen Farmer und Esel beim ersten intuitiven Verstehen des Satzes von den meisten Hörern nicht wahrgenommen, sondern bestenfalls beim genaueren Nachfragen intellektuell erschlossen wird, stärkt die Auffassung, daß diese Zusammenhänge kognitiv verschiedenen Ebenen angehören. Wichtig ist auch der Umstand, daß die Darstellung in Abb. 9.14 explizite Objekt-Repräsentationen enthält (hier handelt es sich um Farmer, die Esel besitzen, bzw. um Esel, die besessen werden), während das für die logische Formel (72) nicht der Fall ist.

Auf die Verwendung der Wissensrepräsentation aus Abb. 9.14 im Inferenzprozeß bzw. bei der Antwortgenerierung auf entsprechende Fragen und auf die Unterschiede zu logischen Darstellungen wird in Abschn. 13.2 noch einmal eingegangen.

---

<sup>16</sup> Die Begriffskapsel für das Konzept E, die im wesentlichen durch die einlaufende **POSS**-Kante und die auslaufende **SUB**-Kante bestimmt wird, wurde in Abb. 9.14 nur angedeutet, um die Darstellung nicht zu überladen.



## Kapitel 10

# Die Rolle der Layer-Informationen für die semantische Repräsentation

### 10.1 Allgemeines

Da über die Layer-Merkmale und deren Einsatz in der Bedeutungsrepräsentation in anderem Zusammenhang ausführlich berichtet wurde (so u.a. in den Abschnitten 3, 8.2, 9 und Teil II, Abschn. 17.2), soll hier nur noch auf einige spezielle Aspekte eingegangen werden.

Zunächst stellt sich die Frage, wie sich die Layer-Informationen eines komplex beschriebenen Begriffes aus den einzelnen Beschreibungselementen, d.h. schließlich aus den beteiligten Lexemen, ermitteln lassen (vgl. auch Abschn. 12). Hier spielen die Determinatoren und Quantifikatoren, die in einer Nominalphrase vorkommen, die entscheidende Rolle, wobei für bestimmte Merkmale, wie **GENER** und **VARIA** auch syntaktische Beziehungen (Satzstellung) oder prosodische Charakteristika (Betonung) von Wichtigkeit sind. Die Werte des Merkmals **FACT** werden vor allem durch das Modalsystem (s. Abschn. 8) festgelegt.

Als Grundthese für die Ermittlung der Layer-Informationen eines Begriffes, der durch eine Nominalphrase beschrieben ist, wird folgendes angenommen:<sup>1</sup> Jedes Lexem wird im Lexikon so spezifisch wie möglich mit Layer-Informationen beschrieben, ohne daß dadurch Deutungsmöglichkeiten, die sich durch Kombination mit anderen Lexemen ergeben können, eingeschränkt werden. Dabei wird von der in Teil II, Abschn. 17.2 angegebenen Typhierarchie der Layer-Merkmale Gebrauch gemacht. Als Merkmalswert für **ETYPE** wird bei nominalen Lexemen der niedrigste Wert angegeben, der mit diesem Lexem verträglich ist. Eine etwaige Erhöhung dieses Wertes durch einen Determinator bzw. Quantifikator (in der Oberflächenstruktur meist einhergehend mit Pluralbildung) wird durch + 1 symbolisiert. Bei Kombination von mehreren Determinatoren bzw. Quantifikatoren wird nur einmal die maximale Erhöhung wirksam.

---

<sup>1</sup> Hier soll zunächst nur das prinzipielle Vorgehen geschildert werden; eine ausführlichere Darstellung findet sich am Ende dieses Abschnitts.

Beispiele:

	<b>CARD</b>	<b>ETYPE</b>	<b>GENER</b>	<b>QUANT</b>	<b>REFER</b>	<b>VARIA</b>
Bär	<i>card</i>	0	<i>gener</i>	<i>quant</i>	<i>refer</i>	<i>varia</i>
alle	> 1	+ 1	<i>gener</i>	<i>all</i>	<i>det</i>	<i>con</i>
dieser	1	0	<i>sp</i>	<i>one</i>	<i>det</i>	<i>con</i>
drei	3	+ 1	<i>gener</i>	<i>nfquant</i>	<i>refer</i>	<i>varia</i>

Durch Kombination (genauer durch Unifikation) der Merkmalswerte aus Abb. 17.4 in Teil II ergeben sich nachstehende Charakteristiken, wobei nur solche Werte miteinander unifiziert werden können, die entweder gleich sind oder in einer Unterordnungsbeziehung in der Typhierarchie der Merkmalswerte stehen. Das Ergebnis der Unifikation ist der jeweils spezifischste Wert<sup>2</sup>.

	<b>CARD</b>	<b>ETYPE</b>	<b>GENER</b>	<b>QUANT</b>	<b>REFER</b>	<b>VARIA</b>
⟨drei Bären⟩	3	1	<i>gener</i>	<i>nfquant</i>	<i>refer</i>	<i>varia</i>
⟨dieser Bär⟩	1	0	<i>sp</i>	<i>one</i>	<i>det</i>	<i>con</i>
⟨alle Bären⟩	> 1	1	<i>gener</i>	<i>all</i>	<i>det</i>	<i>con</i>
⟨alle drei Bären⟩	3	1	<i>gener</i>	<i>all</i>	<i>det</i>	<i>con</i>

## 10.2 Generalisierungsgrad: GENER

Obwohl der Mensch sehr wohl in der Lage ist, zu unterscheiden, ob ein Begriff im generischen Sinn [**GENER** = *ge*] oder im spezialisierten Sinn [**GENER** = *sp*] verwendet wird, ist es schwer, allgemeingültige Regeln hierfür anzugeben<sup>3</sup>. Es lassen sich zwar diesbezüglich einige Kriterien aufstellen, die aber leider nur heuristischen Charakter tragen.

- Aussagen über generische Konzepte werden vorwiegend im Präsens gebildet. Beispiel:

<sup>2</sup> Der Wert des Merkmals **ETYPE** wird nach der entsprechenden Operationsanweisung errechnet, wenn eine solche angegeben ist, sonst ebenfalls nach Unifikationsvorschrift. So ergibt sich der Wert von [**ETYPE** = 1] für ⟨drei Bären⟩ aus 0 (von Bär) plus 1 aus der entsprechenden Angabe + 1 bei drei. Analog würde man für das Konzept ⟨drei Familien⟩ den Wert [**ETYPE** = 2] erhalten, da Familie im Lexikon mit [**ETYPE** = 1] spezifiziert ist. Bei ⟨alle drei Bären⟩ wird die Erhöhung des Merkmalswertes von **ETYPE** nur einmal wirksam.

<sup>3</sup> Gerade das ist aber für die automatische Sprachverarbeitung wichtig.

(10.1) „Der Grizzly frißt gern Beeren.“ [GENER = ge]

Gegenbeispiel:

(10.2) „Der Tyrannosaurus war ein gefährlicher Räuber.“ trotz Imperfekt  
[GENER = ge]

- Determinatoren bei generischen Begriffen sind unbetont.

Beispiel:

(10.3) „Der Grizzly frißt gern Beeren.“ (Grizzly betont) [GENER = ge]

Bei spezialisierender Wirkung sind sie (zumindest im Subjekt des Satzes) betont.

Beispiel:

(10.4) „Der (=dieser) Grizzly frißt gern Beeren.“ (Der betont)  
[GENER = sp]

- In einer Prädikation über einen generischen Begriff kommen i.a. keine Individuennamen, keine Spezialisierungen, keine engen Zeitintervalle oder eingeschränkte Lokationen vor.

Beispiel, für generischen Gebrauch:

(10.5) „Der Bär frißt gern Honig.“ [GENER = ge]

Beispiele, für nicht-generischen Gebrauch:

(10.6) „Der Bär frißt gern den Honig vom Imker Müller.“ [GENER = sp]

(10.7) „Der Bär frißt morgen den Honig.“ [GENER = sp]

Eine umfassendere Untersuchung der Probleme, die mit generischen Konzepten verknüpft sind, findet sich in [34].

## 10.3 Faktizität: FACT

Wie in Abschn. 17.2.3, Teil II beschrieben, dient das Merkmal **FACT** bei Objektbegriffen zur Repräsentation von Existenz [**FACT** = *real*] bzw. Nichtexistenz [**FACT** = *non*] oder, wenn das nicht entscheidbar ist, zur Spezifikation eines hypothetischen Objekts mit [**FACT** = *hypo*]. Die Festlegung auf einen der genannten Merkmalswerte führt beim Sprachverstehen bzw. bei der semantischen Analyse auf das Problem der **existenziellen Präsupposition**. Die Frage besteht darin, ob in einer Situationsbeschreibung die erwähnten Objekte existieren müssen oder nicht. Wie wir bereits festgestellt hatten (s. Abschn. 8.2 und 8.3), kann in modalen Kontexten nicht ohne weiteres auf die Existenz der involvierten Objekte geschlossen werden. Aber selbst in normalen Aussagesätzen, gehen die Meinungen der Logiker auseinander, wie am folgenden in der Literatur häufig zitierten Satz illustriert werden soll (s. [192], chapt. 10).

Beispiel:

(10.8)  $S = \text{„Der jetzige König von Frankreich hat eine Glatze.“}$

Einerseits wird mit Strawson die Meinung vertreten, daß die Existenz eines Königs von Frankreich heute und jetzt eine **Präsupposition**  $P$  des Satzes  $S$  ist, d.h.  $P$  ist in dem Satz  $S$  selbst nicht mitbehauptet und folgt sowohl aus  $S$  als auch aus dessen Negation  $\neg S$ . Der Satz  $S$  ist in dieser Auffassung weder wahr noch falsch, sondern sinnlos, wenn es derzeit keinen König von Frankreich gibt (sogenannter **Truth-value gap**).

Andererseits gibt es im Gefolge von Russell die Meinung, daß die Existenz eines heutigen Königs von Frankreich in  $S$  mitbehauptet sei, d.h. es gilt  $S \leftrightarrow P \wedge S_0$  (mit  $P$  – Existenzbehauptung bzgl. des Königs,  $S_0$  – Glatzenbesitz). Damit wäre  $P$  aus  $S$ , aber nicht aus dessen Negation zu schlußfolgern ( $\sim \rightarrow$  Entailment). In diesem Fall ist  $S$  als falsch (nicht als sinnlos) anzusehen, wenn kein König von Frankreich existiert.

Wir schließen uns der Auffassung von Strawson an und betrachten implizite Existenzaussagen als Präsuppositionen. Das wird auch durch die Skopusfestlegungen für die Darstellungsmittel der Faktizität und der Negation unterstützt. Danach bleibt eine Spezifikation [**FACT** = *real*] bei einem Objektknoten  $K$ , der in der Repräsentation eines Sachverhalts vorkommt, invariant gegenüber einer Negation dieses Sachverhalts mit **MODL** + **\*NON**.

Noch subtiler stellt sich die Frage nach der Faktizität bei solchen Konzepten, die in der natürlichsprachlichen Umschreibung nicht im Subjekt eines Satzes vorkommen.

Beispiele:

(10.9) *„Peter kaufte ein Fahrrad.“*

(10.10) *„Peter sah ein Fahrrad.“*

(10.11) *„Peter träumte, daß er ein Fahrrad erhält.“*

Während im ersten Satz ein entsprechendes Fahrrad zweifelsfrei existieren muß, ist das im zweiten Satz bereits nicht mehr so sicher (Peter könnte ja einer Sinnestäuschung unterliegen<sup>4</sup>). Im dritten Satz ist es aber auf keinen Fall möglich, auf die Existenz des entsprechenden Fahrrads zu schließen, selbst wenn

<sup>4</sup> Wir vertreten aber die Auffassung, daß etwas, das „gesehen“ oder „beobachtet“ wurde, auch existiert. Zumindest sind die Valenzrahmen von „sehen“ und „beobachten“ im Computerlexikon COLEX (s. Abschn. 12) dementsprechend definiert. Wenn jemand eine andere Auffassung vertreten sollte, so läßt sich diese selbstverständlich mit den Darstellungsmitteln von MultiNet ebenfalls ausdrücken, und zwar durch einfache Charakterisierung des Objekts dieser Verben mit **MCONT**, anstelle der derzeitigen Doppelcharakterisierung mit **OBJ** + **MCONT**.

der Satz wahr sein sollte. In MultiNet werden diese Unterschiede durch verschiedene Tiefenkasusrahmen der betreffenden Verben ausgedrückt. Während bei „*kaufen*“ das Objekt nur mit **OBJ** angeschlossen wird, wird bei „*sehen*“ das Objekt (hier das Fahrrad) durch **OBJ** und **MCONT** an den Sachverhaltsknoten gebunden. Die Relation **OBJ** deutet aber auf [**FACT** = *real*] hin. Demgegenüber wird das grammatische Objekt von „*träumen, daß*“ (ein Sachverhalt) auf semantischer Ebene allein mit **MCONT** spezifiziert, was aufgrund der Definition dieser Relation nur auf [**FACT** = *hyppo*] für den semantischen Repräsentanten dieses Objekts schließen läßt.

## 10.4 Referenzdeterminiertheit: REFER

Ein weiteres schwieriges Problem, das ebenfalls die Logik bereits intensiv beschäftigt hat, ist das Problem der Referenz (vgl. [192]). Stellt man die Frage, was [**REFER** = *det*] bzw. [**REFER** = *indet*] bei einem Objektbegriff *b* (Knoten mit [**SORT** = *o*]) bedeuten, so sind zwei Fälle zu unterscheiden:<sup>5</sup>

- (a) Der Begriff *b* wird in einem Text/Dialog zum ersten Mal eingeführt. Wenn *b* mit [**REFER** = *det*] markiert ist, muß es entweder ein real existierendes Objekt geben, auf das *b* eindeutig verweist, oder *b* beschreibt ein dem Schreiber/Sprecher und dem Leser/Hörer gemeinsam bekanntes Konzept, das durch *b* eindeutig identifiziert wird. In allen anderen Fällen kommt für *b* nur [**REFER** = *indet*] in Frage.
- (b) Der Begriff *b* kommt zum wiederholten Mal in einem Text/Dialog vor. In diesem Fall löst [**REFER** = *det*] eine Referenz auf ein bereits eingeführtes Konzept aus, das mit *b* identifiziert werden kann. Es ist dann Aufgabe der Assimilation (s. Abb. 1.2) diese Identifikation durchzuführen und die für den gesamten Text/Dialog geltende Referenzdeterminiertheit des Konzepts zu ermitteln (s. Fall a). Wenn *b* mit [**REFER** = *indet*] markiert ist, handelt es sich um eine Neueinführung des entsprechenden Konzepts (auf das dann später mit [**REFER** = *det*] Bezug genommen werden kann).

Beispiel:

(10.12) „*Peter kaufte ein altes Auto.*“ [**REFER** = *indet*]

(10.13) „*Dieses Fahrzeug war ausgesprochen schlecht gefedert.*“ [**REFER** = *det*]

<sup>5</sup> Es sei noch einmal daran erinnert, daß die primären Werte des Merkmals **REFER** im Einzelsatz im wesentlichen durch das System der Determinatoren und Quantifikatoren in der Beschreibung eines Konzepts bestimmt werden.

Im ersten Satz wird mit „*ein altes Auto*“ [**REFER** = *indet*] ein neues Konzept b eingeführt, auf das im zweiten Satz typischerweise mit einem Oberbegriff „*Dieses Fahrzeug*“ [**REFER** = *det*] Bezug genommen wird. Insgesamt erhält der Begriffsrepräsentant für b im Netz nach der Assimilation das Merkmal [**REFER** = *indet*], wie es zuerst für b eingeführt wurde.

Es muß darauf aufmerksam gemacht werden, daß aus dem Merkmal [**REFER** = *det*] bei einem Objektrepräsentanten b nicht unbedingt auf [**FACT** = *real*] geschlossen werden darf (obwohl dies eine gute Default-Annahme ist und auch in der philosophischen Literatur eine Parallele hat.<sup>6</sup>) Beispiel:

(10.14) „*Die Schüler unterhielten sich mit ihrem Lehrer besonders gern über den Yeti.*“ [**REFER** = *det*]

Obwohl nach allgemeiner Auffassung Yetis nicht existieren (ausgedrückt in der Wissensrepräsentation durch [**FACT** = *non*] beim Konzept Yeti, oder – falls man sich bezüglich der Existenz nicht festlegen will – durch [**FACT** = *hypo*]), ist eine determinierte Referenz hier durchaus statthaft, da der Begriff Yeti allgemein bekannt ist.

Welche Wirkung durch (gezielt) falschen Einsatz von Referenzmechanismen erreicht wird, zeigt folgender Dialog recht eindrucksvoll (vgl. die Diskussion in [5]).

(10.15) Sprecher A: „*Warum rennen diese Leute dort?*“ (S1)  
 Sprecher B: „*Der Gewinner erhält einen Preis.*“ (S2)  
 Sprecher A: „*Und warum rennen die anderen?*“ (S3)

Zunächst wird in Satz S1 durch Sprecher A eine determinierte Gesamtheit von Personen/Leuten eingeführt (vgl. Abb. 10.1). Sprecher B bezieht sich in Satz S2 mit „*der Gewinner*“ nur scheinbar auf eine bestimmte Person. Tatsächlich steht im Hintergrund das implizite Wissen „*jedes Rennen hat einen Gewinner*“ [**REFER** = *indet*]. Auf diesen indetermierten Gewinner bezieht sich Sprecher B (er meint: „*der Gewinner, wer es auch immer sein mag.*“). Deshalb ist der Gewinnerknoten in Sachverhalt S2 mit [**REFER** = *indet*] zu charakterisieren. Sprecher A bezieht sich in Satz S3 dagegen mit „*die anderen*“ und [**REFER** = *det*] ausdrücklich kontrastierend auf die determinierte Gesamtheit von Personen aus Satz S1. Durch die in Satz S3 implizit enthaltene Mengen-Differenzbildung benutzt Sprecher B indirekt ein weiteres determiniertes Objekt (zweites Argument von \*DIFF in Abb. 10.1 mit [**REFER** = *det*]). Dieses Objekt ist genauer gesagt ein determinierter Gewinner, d.h. Sprecher A erwidert B im Satz S3 so, als ob der Gewinner schon feststünde.

<sup>6</sup> So fordert Sommers von „echter Referenz“ u.a., daß dasjenige, worauf referiert wird, auch existieren muß, s. [192], S. 57.

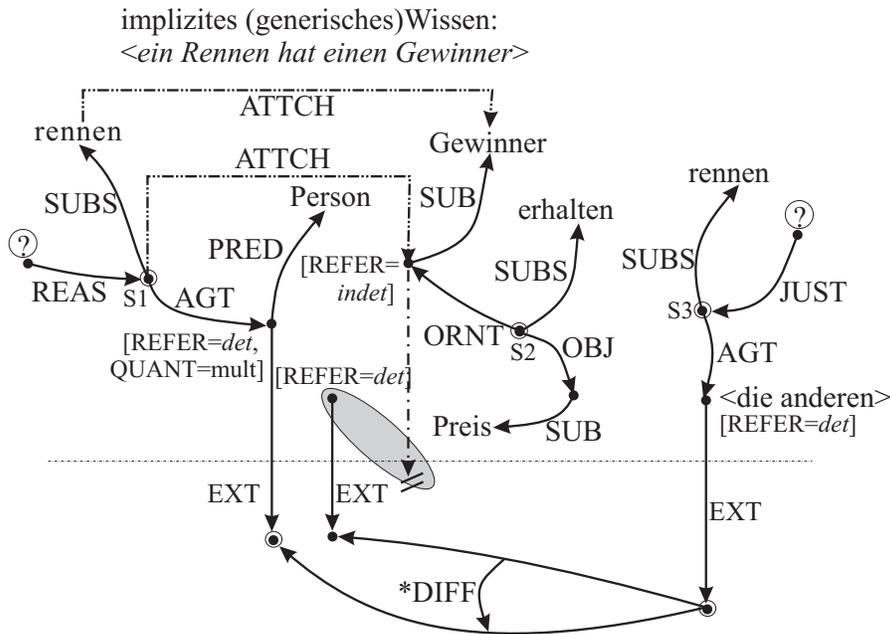


Abbildung 10.1. Wirkung der bewußten Verletzung der Konsistenz hinsichtlich Referenzdeterminiertheit

Die witzige Wirkung des Dialogs manifestiert sich in der semantischen Darstellung also in dem grau schattierten Bereich in Abb. 10.1. Dieser weist klar aus, warum beide Dialogpartner wegen unterschiedlichem Referenzgebrauchs „aneinander vorbeireden“ (es entsteht sozusagen eine **Referenzlücke**).<sup>7</sup>

## 10.5 Variabilität: VARIA

Das Merkmal **VARIA** kennzeichnet die Variabilität eines Begriffsrepräsentanten und darf nicht mit der Referenzdeterminiertheit bzw. -indeterminiertheit verwechselt werden.

In dem Satz: „Es gibt ein Buch, das von jedem Schüler gelesen wird.“ ist der semantische Repräsentant von „ein Buch“ durch [**REFER** = *indet*] und [**VARIA** = *con*] zu charakterisieren, da einerseits nicht gesagt ist, auf welches Buch genau referiert wird (deshalb [**REFER** = *indet*]); andererseits ist aber

<sup>7</sup> Es dürfte nur wenige Wissensrepräsentationsmethoden geben, die diesen „Defekt“ auch klar in der semantischen Darstellung zum Ausdruck bringen.

klar, daß es sich um ein bestimmtes (nicht in Abhängigkeit von anderen Entitäten variierendes) Buch handelt (deshalb [**VARIA** = *con*]).

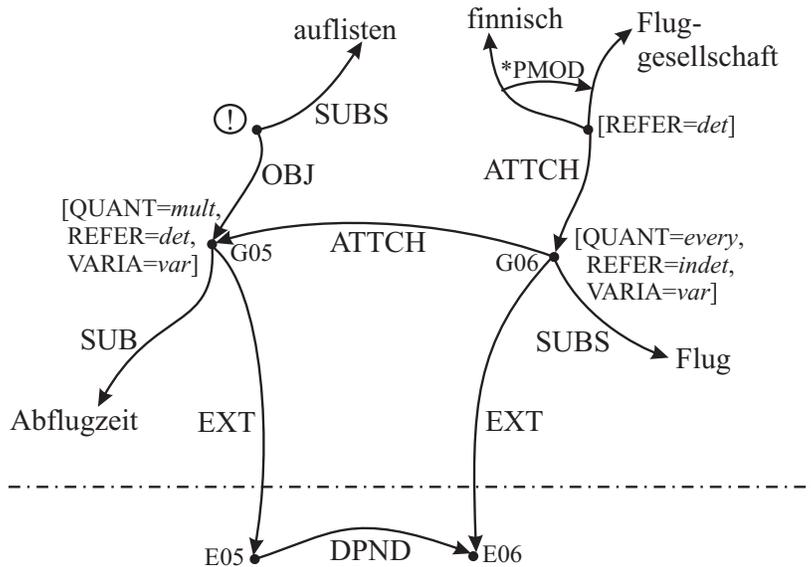


Abbildung 10.2. Zusammenwirken der Merkmale REFER und VARIA

In Abb. 10.2 ist die Repräsentation des Satzes „Liste die Abflugzeiten eines jeden Fluges der finnischen Fluggesellschaft auf!“ angegeben. Hier ist der Knoten G05 einerseits durch [**VARIA** = *var*] gekennzeichnet, weil sich sein Extensional E05 in Abhängigkeit vom Extensional E06 des Knotens G06 ändert. Andererseits wird aber G05 durch [**REFER** = *det*] charakterisiert, weil bei festem Flug die Referenz von G05 eindeutig bestimmt ist. Im Gegensatz dazu würde bei dem Satz „Liste für jeden Flug der finnischen Fluggesellschaft ein Crew-Mitglied auf.“ dessen semantische Repräsentation analog zur Darstellung in Abb. 10.2 aufgebaut ist, der Knoten G05 (der dann Crew-Mitglied unterzuordnen wäre) durch [**REFER** = *indet*] und [**VARIA** = *var*] zu kennzeichnen sein. Damit ist auch gleichzeitig die MultiNet-Darstellung für ein Problem angegeben, das von Woods unter dem Terminus **Functional nesting and quantifier reversal** benannt wurde (s. [223], 7.3). Das Problem besteht darin, daß die Phrase P1 = „eines jeden Fluges“ im ersten Beispielsatz der Phrase P2 = „die Abflugzeiten“ syntaktisch untergeordnet ist, während auf semantischer Ebene (s. Abb. 10.2) der Repräsentant G05 zu P2 von dem Reprä-

sentanten G06 für P1 abhängt (deshalb die Bezeichnung: „*Quantifier Reversal*“).

Determinatoren und Quantifikatoren sind – wie bereits erwähnt – die wichtigsten Träger der Informationen über die Layer-Merkmale in der natürlichen Sprache, wobei die Determinatoren Wörter oder sprachliche Ausdrücke sind, die innerhalb einer Nominalphrase deren Referenz festlegen, während die Quantifikatoren den zugrundeliegenden Begriffsumfang bestimmen (vgl. hierzu Kap. 11.4 in [130]). Determinatoren sind also Ausdrücke, die für die Beantwortung der Frage „*Wer ist gemeint?*“ relevant sind, während Quantifikatoren zur Beantwortung der Frage „*Wieviele sind gemeint?*“ beitragen. In Tab. 10.3 sind typische Wörter mit Determinator- bzw. Quantifikatorfunktion mit ihren Layerinformationen von MultiNet zusammengestellt; diese umfassen vor allem Artikel, Demonstrativpronomen sowie bestimmte und unbestimmte Zahlwörter. Der Beitrag eines Wortes zu den Layer-Merkmalen ist oft unspezifisch, so können beim Artikel „*die*“ ohne weiteren Satzkontext keine Rückschlüsse auf die genauen Werte von **CARD**, **GENER**, **QUANT** und **REFER** getroffen werden. Wenn man die Singular-/Plural-Unterscheidung trifft (in Tab. 10.3 durch „*die*<sub>1</sub>“ bzw. „*die*<sub>2</sub>“ gekennzeichnet), bleiben immerhin noch die Merkmale **GENER** und **REFER** unterspezifiziert. Die Tabelle zeigt weiter, daß z.B. „*alle*“ weder als reiner Determinator noch als reiner Quantifikator anzusehen ist<sup>8</sup>. So umfaßt „*alle*“ mit [**REFER** = *det*] eine Bedeutungskomponente, die eine Referenzdeterminiertheit ausdrückt (die Frage „*Wer ist gemeint?*“ ist eindeutig beantwortbar), es besitzt aber auch mit [**QUANT** = *all*] einen quantifizierenden Bedeutungsaspekt (was sich darin zeigt, daß die Frage „*Wieviele sind gemeint?*“ eindeutig mit „*alle*“ beantwortet werden kann).

Die Besonderheit der bestimmten Zahlwörter besteht darin, daß sie als Bedeutungskomponente eine explizite Kardinalitätsangabe enthalten und gleichzeitig spezifizieren, ob eine Gesamtheit vorliegt [**QUANT** = *mult*] oder nicht [**QUANT** = *one*]. Mit „*alle*“ haben die bestimmten Zahlwörter gemeinsam, daß sie keine Fuzzy-Quantifikatoren sind (ausgedrückt durch [**QUANT** = *nfquant*]) im Gegensatz etwa zu „*fast alle*“, „*mehrere*“ usw. die unscharfe Quantifizierungen darstellen (ausgedrückt durch [**QUANT** = *fquant*], s. Teil II, Abb. 17.4) und entsprechende Fuzzy-Inferenztechniken erfordern.

Die Tab. 10.3 zeigt, daß zwischen Wörtern und den Werten der Layer-Merkmale wohl zu unterscheiden ist, weshalb für die Merkmalswerte auch

<sup>8</sup> Um eine Kreuzklassifikation zu vermeiden, wurde darauf verzichtet, „*ein*<sub>1</sub>“ als bestimmtes Zahlwort dem Wertetyp *nfquant* zuzuordnen, da die für „*ein*<sub>1</sub>“ zutreffende Charakterisierung durch [**QUANT** = *one*] und [**CARD** = 1] ausreicht, eine „Unschärfe“ des zugrundeliegenden Begriffsumfangs auszuschließen.

englische Bezeichnungen verwendet werden, um deren Zugehörigkeit zu einer anderen sprachlichen Ebene zu unterstreichen. Die Bedeutungsrepräsentanten von Determinatoren und Quantifikatoren sind also komplexe Merkmalsbündel und keine elementaren Darstellungselemente. So wird z.B. der Determinator/Quantifikator „alle“ durch [**QUANT** = *all*] (was nur den Quantifizierungsaspekt beschreibt), durch [**REFER** = *det*] und gleichzeitig durch [**VARIA** = *con*] charakterisiert, was die Determiniertheit der Referenz bzw. das im Vergleich zu „jeder“ fehlende Variieren des entsprechenden Extensionals ausdrückt.<sup>9</sup> Im Gegensatz zu „jeder“ wurde für „alle“ [**GENER** = *gener*] festgelegt, weil „alle“ mit „diese“ kombinierbar ist („alle diese Bären“), und weil bei dieser Kombination bzw. der damit verbundenen Unifikation kein Widerspruch auftreten darf (der bei dieser Operation entstehende Merkmalswert ist dann [**GENER** = *sp*]). Analoges gilt für „jeder“ mit [**QUANT** = *every*] und [**REFER** = *indet*], das innerhalb einer einfachen NP nicht mit „dieser“ kombinierbar ist (s. die Ausführungen weiter unten). Wie bereits eingangs erwähnt, kann die Unifikation von Layer-Merkmalen genutzt werden, um die Werte dieser Merkmale für die Bedeutungsrepräsentanten komplizierterer Nominalphrasen (wie z.B. „diese vielen Bären“) zu ermitteln. Gleichzeitig gibt dieser Mechanismus einen Hinweis darauf, welche Kombinationen von Determinatoren und Quantifikatoren erlaubt und welche ausgeschlossen sind (vgl. hierzu Abb. 10.4). So weist z.B. Zeile 3 der Tabelle aus, daß die Kombination „diese + vielen“ erlaubt ist und zu der angegebenen Kombination von Werten der Layer-Merkmale beiträgt. Die Zeile 7 der Tabelle belegt dagegen, daß die Kombination „jede + diese“ nicht zulässig ist, da bei der Unifikation ein Konflikt in den Merkmalen **REFER** und **VARIA** auftritt.<sup>10</sup> Insgesamt kann man feststellen, daß mit Hilfe dieses Formalismus ein nicht unbeträchtlicher Teil der Regularitäten im Bereich der Kombination von Determinatoren und Quantoren (und auch der in einer kompletten NP noch hinzutretenden Nomen) erklärt werden kann. Man muß sich aber vor Augen halten, daß in diesem Bereich auch noch andere Gesetzmäßigkeiten wirken, so daß die Layer-Unifikation allein nicht alle Phänomene erklären kann. In diesem Zusammenhang sind folgende weiteren Restriktionen bzw. Kriterien zu berücksichtigen:

<sup>9</sup> Auf die Tatsache, daß einige Wörter, wie z.B. „alle“ sowohl Determinator- als auch Quantifikatorfunktion haben, wurde bereits in [130] hingewiesen.

<sup>10</sup> Natürlich ist ⟨jeder dieser Bären⟩ erlaubt. Durch den Genitiv gibt es hier aber nicht nur einen Knoten als semantischen Repräsentanten, sondern zwei. Diese sind auf präextensionaler Ebene durch eine **ELMT**-Relation zu verknüpfen. Es handelt sich hier also nicht um das Zusammenwirken von „jeder“ + „dieser“ innerhalb eines Konzepts.

- Syntaktische Einschränkungen, insbesondere Wortreihenfolge/Anordnungsbedingungen (so ist z.B. die Kombination „*diese* + *vielen*“ zulässig, aber nicht „*viele* + *diese*“).
- Berücksichtigung von Redundanzvermeidung; so sind zwar „*ein*“ und „*irgendein*“ hinsichtlich der Layer-Merkmale kompatibel, eine solche doppelte Charakterisierung wäre aber redundant.
- Manche Layer-Merkmale lassen sich nicht allein durch Unifikation lexikalischer Informationen weit genug eingrenzen (das betrifft vor allem das Merkmal **GENER**); hier spielen prosodische, syntaktische und auch temporale Aspekte eine wichtige Rolle (s. hierzu die Ausführungen in Abschn. 10.2).

Es muß an dieser Stelle darauf aufmerksam gemacht werden, daß zwar einerseits die konsequente Ausnutzung der Layer-Informationen völlig neue Möglichkeiten hinsichtlich der Erklärung des Zusammenwirkens von Determinatoren und Quantifikatoren bietet, daß aber andererseits eine empirische Überprüfung der hier vorgeschlagenen Thesen an einem größeren Korpus noch aussteht.

Determinator/Quantifikator	CARD	GENER	QUANT	REFER	VARIA
der/die <sub>1</sub> /das	1	gener	one	refer	con
die <sub>2</sub>	>1	gener	mult	refer	con
dieser/diese <sub>1</sub> /dieses	1	sp	one	det	con
diese <sub>2</sub>	>1	sp	mult	det	con
ein <sub>1</sub> (Zahlwort)	1	gener	one	refer	varia
ein <sub>2</sub> (unbest. Artikel)	≥1	gener	one	indet	varia
alle	>1	gener	all	det	con
fast alle	>2	gener	almost_all	indet	varia
jeder/jedes	1	sp	every	indet	var
einige	>1	gener	several	indet	varia
viele	>2	gener	many	refer	varia
eins	1	sp	one	refer	varia
zwei	2	gener	nfquant	refer	varia
drei	3	gener	nfquant	refer	varia
....					
wenige	>1	gener	few	refer	varia
mehrere	>2	gener	several	indet	varia
die meisten	>2	sp	most	indet	con
irgendein	1	sp	some-one	indet	varia
irgendwelche	>1	sp	some-mult	indet	varia

Abbildung 10.3. Die Layer-Informationen für Determinatoren und Quantifikatoren

Abbildung 10.4. Die Unifikation von Layer-Informationen für ausgewählte Kombinationen von Determinatoren und Quantifikatoren

Determinator/Quantifikator	CARD	GENER	QUANT	REFER	VARIA
der/das + ein <sub>1</sub>	1	gener	one	det <sup>*)</sup>	con
die <sub>2</sub> + viel	> 1	gener	many	det <sup>*)</sup>	con
dieser/dieses + viel	<b>reject</b>		----	Konflikt CARD/QUANT	----
diese + viel	> 1	sp	many	det	con
ein <sub>1/2</sub> + viel	<b>reject</b>		----	Konflikt CARD/QUANT	----
alle + diese	> 1	sp	all	det	con
jeder/jedes + diese	<b>reject</b>		----	Konflikt REFER/VARIA	----
einige + diese	<b>reject</b>		----	Konflikt REFER	----
alle + drei	3	gener	all	det	con
fast alle + diese	<b>reject</b>		----	Konflikt REFER	----
viele + alle	<b>reject</b>		----	Konflikt VARIA	----
eins + viele	<b>reject</b>		----	Konflikt CARD/QUANT	----
zwei/drei + viele	<b>reject</b>		----	Konflikt QUANT nfquant/fquant	
drei + fast alle	<b>reject</b>		----	Konflikt QUANT nfquant/fquant	
irgendwelche + viele	<b>reject</b>		----	Konflikt QUANT	----
ein <sub>2</sub> + irgendein			unifizierbar/aber verboten nach Redundanzregel		

<sup>\*)</sup> Wegen der in diesem Fall vorliegenden Synonymie zu diese(r/s)



## Kapitel 11

# Beziehungen zwischen Situationen

## 11.1 Die semantische Interpretation von Konjunktionen

### 11.1.1 Allgemeines

Neben den Verben und Präpositionen stellen die Konjunktionen die wichtigsten Träger semantischer Beziehungen im (zusammengesetzten) Satz dar. Während Verben und Präpositionen den inneren Aufbau elementarer Sachverhalte bestimmen, sind die Konjunktionen die Träger der semantischen Beziehungen zwischen Sachverhalten. Man unterscheidet bei den Konjunktionen<sup>1</sup>:

- **subordinierende Konjunktionen** (Subjunktionen): Diese leiten einen Nebensatz ein und verbinden diesen mit einem Hauptsatz;
- **koordinierende Konjunktionen**: Diese verbinden entweder
  - grammatisch gleichwertige Wörter bzw. Wortgruppen oder
  - Sätze gleichen Grades (Hauptsätze oder gleichgeordnete Nebensätze).

Obwohl diese Unterteilung vorwiegend grammatischen Charakter trägt, wurde sie in diesem Abschnitt beibehalten, um einen gewissen Überblick über die Konjunktionen zu wahren.

Es läßt sich aber feststellen, daß sich beide Gruppen von Konjunktionen auch von den semantischen Erscheinungen her, die sie charakterisieren, unterscheiden lassen. Während die Subjunktionen vorwiegend dazu dienen, das situative Umfeld von Sachverhalten und Begründungszusammenhänge zu beschreiben (s. Abschn. 11.1.2), werden die koordinierenden Konjunktionen vorwiegend zur Beschreibung logischer Junktoren und (wenn sie innerhalb eines Satzes auftreten) von Gesamtheiten verwendet. Das zeigt sich in praxisrelevanten Diskursbereichen darin, daß die kopulativen und disjunktiven Konjunktionen bei

---

<sup>1</sup> Die in diesem Abschnitt vorgenommene Einteilung der Konjunktionen stützt sich im wesentlichen auf Jung [105].

den koordinativen Verbindungen die ausschlaggebende Rolle spielen. Aus diesem Grund sollen diese auch in den Mittelpunkt der Betrachtungen des Abschn. 11.1.3 gestellt werden.

### 11.1.2 Subjunktionen

Für die Zuordnung von semantischen Tiefenrelationen zu den Subjunktionen (die bei der semantischen Interpretation durchzuführen ist) kann hier nur ein Überblick gegeben werden, weil diese Zuordnung teilweise als relativ unproblematisch angesehen werden kann (das betrifft vor allem den temporalen und lokalen Bereich) und teilweise auch noch nicht genügend untersucht ist (das betrifft vor allem den modalen Bereich). Hier sind vor allem für die automatische Sprachverarbeitung noch tiefergehende Untersuchungen nötig. Eine ausführlichere Diskussion der Verhältnisse im kausalen und konditionalen Bereich findet sich in den nachfolgenden Abschnitten.

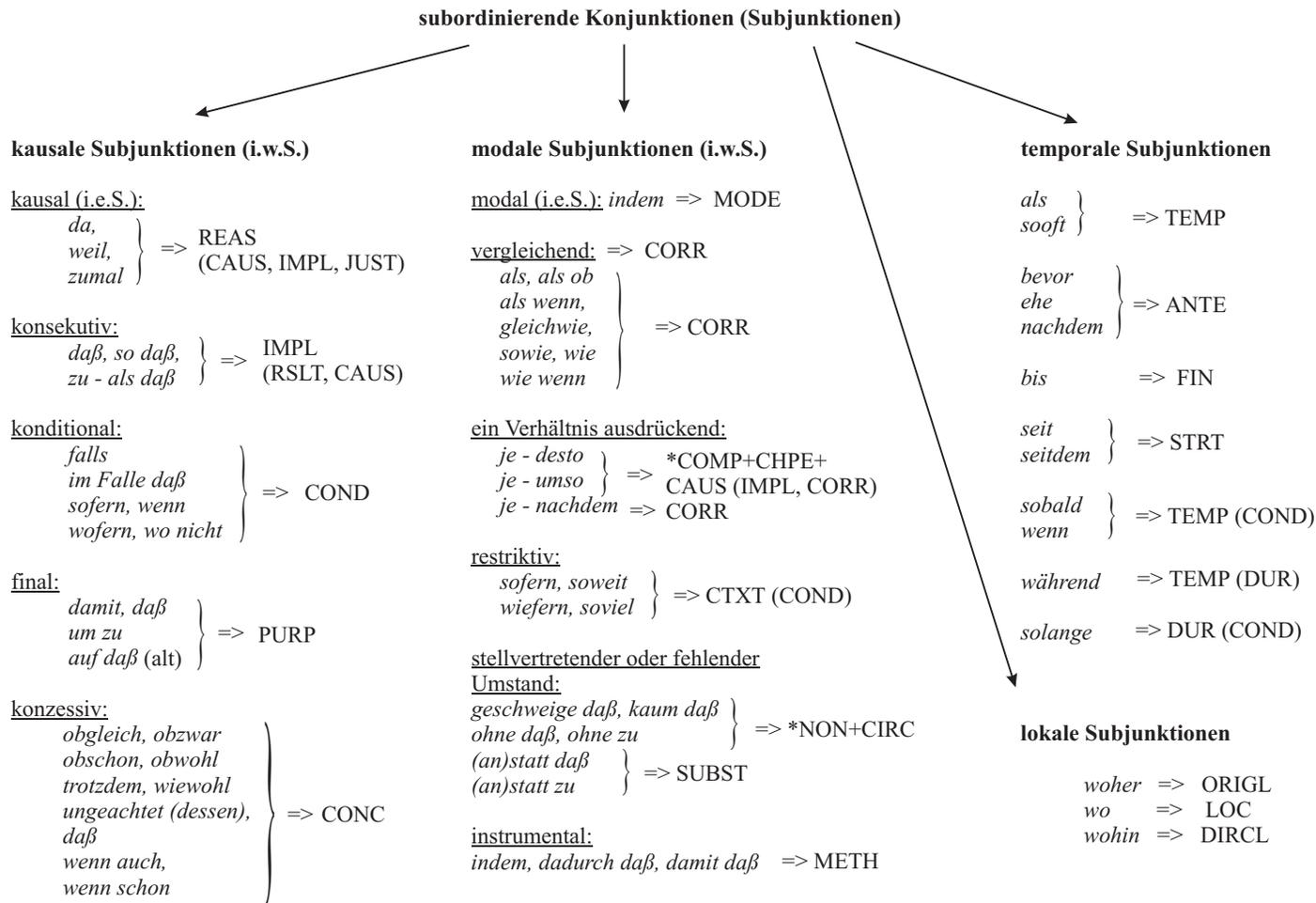
In Abb. 11.1 ist zu jeder Subjunktion bzw. zu den Gruppen von Subjunktionen (wenn diese gleiche Bedeutung besitzen) die Standard-Deutung angegeben. Dort, wo mehrere Deutungen in Frage kommen, ist die weniger häufige in Klammern angeführt. Die Mehrdeutigkeit der Konjunktionen führt vor allem zu Schwierigkeiten bei der automatisch durchzuführenden syntaktisch-semantischen Analyse. Denn selbst dort, wo es dem Menschen inhaltlich klar ist, welche Tiefenbeziehung die adäquate Deutung der betreffenden Konjunktion ist, kann die algorithmische Entscheidung für eine von mehreren Varianten schwierig und nur auf der Grundlage von Hintergrundwissen möglich sein. Beispiel: Trennung CAUS/IMPL im Rahmen der Grund-Folge-Beziehung (s. hierzu Abschn. 11.2):

(11.1) „Weil 6 durch 2 teilbar ist, ist 6 keine Primzahl.“ → IMPL

Hier liegt kein Kausalzusammenhang vor (zumindest nicht im Sinne der Definition der Relation CAUS; bestenfalls in dem sehr weiten Sinn, wie er in der traditionellen Grammatik verwendet wird).<sup>2</sup> Die richtige Deutung der Beziehung zwischen den durch Haupt- und Nebensatz beschriebenen Sachverhalten muß hier mit der Relation IMPL erfolgen, da in diesem Fall insgesamt

<sup>2</sup> Bei der Definition der Darstellungsmittel wird stets der engere semantisch begründete Kausalitätsbegriff, wie er in Abschn. 11.2.2 eingeführt wird, verwendet. In der traditionellen Grammatik wird etwas verwirrend von „Kausalsätzen“ und „kausalen Subjunktionen“ gesprochen, die „kausale“ (im engeren Sinne), „finale“, „konsekutive“, „konditionale“ und „konzessive“ Beziehungen umfassen. Wenn im Abschn. 11.1 der Begriff „kausal“ in diesem traditionellen grammatischen Sinn verwendet wird, ist das ausdrücklich als „kausal im weiteren Sinne“ hervorgehoben.

Abbildung 11.1. Überblick über die Standard-Deutungen der Subjunktionen



eine analytische Aussage vorliegt, die aufgrund rein definitorischer Zusammenhänge gilt.

Analoge Probleme bestehen bei der Analyse von Konsekutivsätzen. Als semantische Relationen, die in ihnen widergespiegelt werden, kommen vor allem **IMPL**, **CAUS** und **RSLT** in Frage. Für die semantische Repräsentation konsekutiver Beziehungen, die **faktische Einzelereignisse** miteinander verknüpfen, darf auf keinen Fall **IMPL** verwendet werden. Hier kommt nur **RSLT** oder **CAUS** in Frage.

Beispiel: Trennung **RSLT/CAUS** im Konsekutivsatz.

(11.2) „Es wurde zu einer Hilfsaktion aufgerufen, die dazu führte, daß das Baudenkmal gerettet werden konnte.“  $\rightarrow$  **RSLT**<sup>3</sup>

Hier ist die Deutung von **RSLT** vor **CAUS** zu bevorzugen. Das sollte immer dann getan werden, wenn die Relation **RSLT** als immanente Tiefenbeziehung der Handlung des dominierenden Satzes involviert ist (auch im Begriffsfeld von Aktion/Hilfsaktion ist zumindest implizit ein Ergebnis, d.h. die Relation **RSLT** angelegt). Die Beschreibung des Ergebnisses kann sich grammatisch u.a. in Form eines Konsekutivsatzes manifestieren. In der Relation **RSLT** kommt stärker das Zielgerichtete bzw. der Ergebnis-Charakter des zweiten Arguments zum Ausdruck. Die Relation **CAUS** kann ohnehin aus **RSLT** über nachstehende Formel geschlossen werden (nur gültig, wenn auch das zweite Argument von **RSLT** ein Sachverhalt ist).

$$\bullet (sv_1 \text{ RSLT } sv_2) \rightarrow (sv_1 \text{ CAUS } sv_2) \quad \text{für } sv_1, sv_2 \in si \quad (73)$$

**CAUS** kann auch zwei innerlich nicht zusammenhängende Ereignisse miteinander verbinden, was für **RSLT** nicht zutrifft (im nachfolgenden Beispiel ist die Relation **RSLT** zwischen den beiden Sachverhalten bereits von der Verbbedeutung her ausgeschlossen):

Beispiel:

(11.3) „Peter trat zu dicht hinter einem Auto hervor, so daß er von einem Motorrad erfaßt wurde.“  $\rightarrow$  **CAUS**

Bei Konjunktionen im temporalen Bereich, bei denen zwei Deutungsmöglichkeiten angegeben sind, geht es oft nicht darum, eine Entscheidung zu fällen, welche von beiden die „richtige“ ist. Diese Konjunktionen, wie z.B. „wenn“, besitzen tatsächlich einen Doppelcharakter. So gibt „wenn“ in vielen

<sup>3</sup> Die Phrase „die dazu führte“ ist in diesem Beispielsatz lediglich als eine Oberflächen-Umschreibung der Tiefenrelation **RSLT** zu betrachten.

Kontexten gleichzeitig einen temporalen und einen konditionalen Aspekt wieder:

Beispiel:

(11.4) „Wenn ein Fehlerabbruch eintritt, erscheint auf der Konsole eine Nachricht.“ → COND + TEMP

Auf die Wiedergabe grammatischer Beziehungen (Objektsverhältnis, Subjektivverhältnis, Attributverhältnis) durch Subjunktionen kann in diesem Zusammenhang nicht näher eingegangen werden (s. hierzu [105], S. 380–381).

### 11.1.3 Koordinierende Konjunktionen

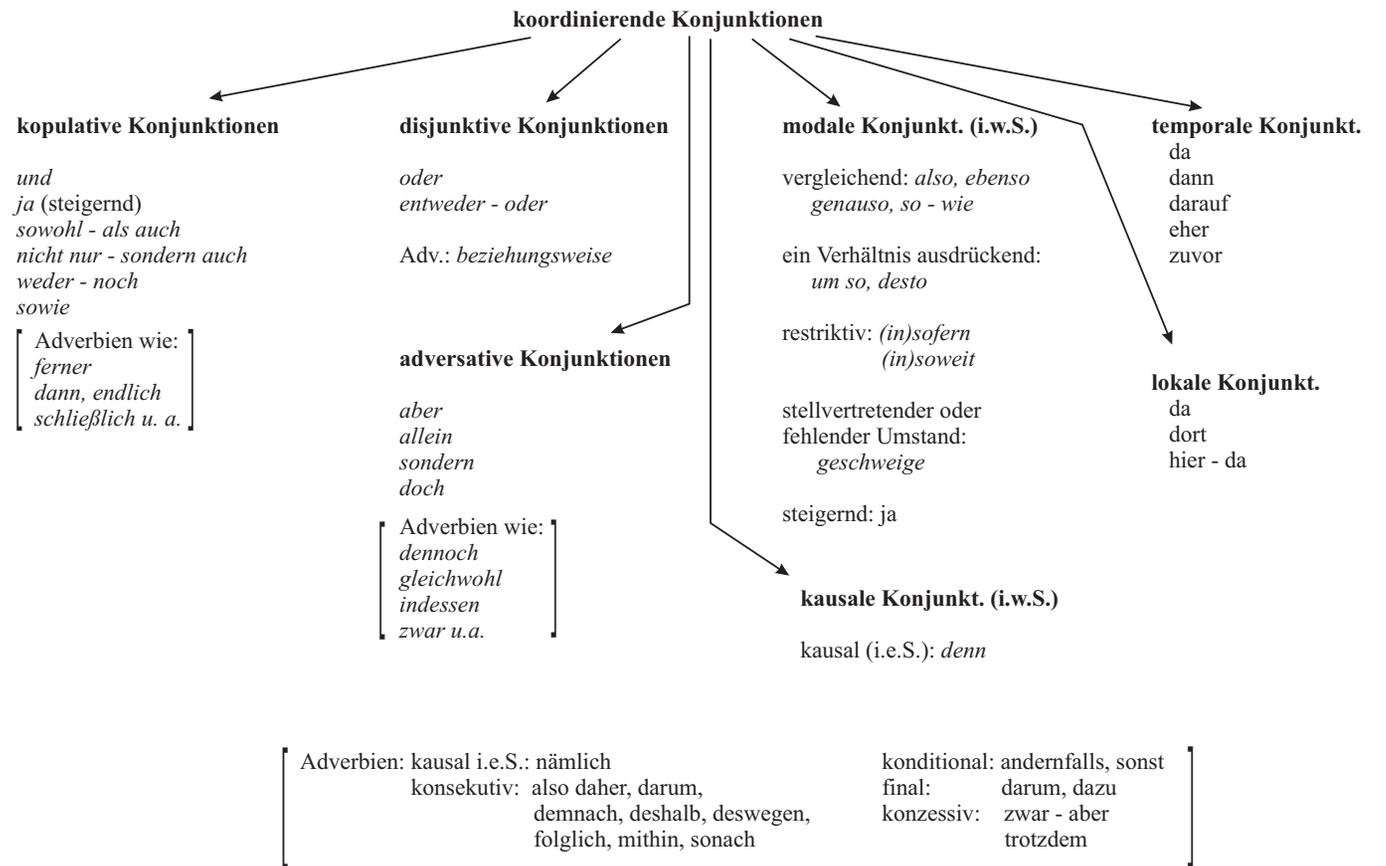
In Abb. 11.2 ist ein Überblick über die koordinierenden Konjunktionen gegeben. Da für die semantische Deutung derselben im kausalen, modalen, temporalen und lokalen Bereich die gleichen Tiefenbeziehungen verwendet werden wie bei den entsprechenden Subjunktionsgruppen, soll in diesem Abschnitt das Schwergewicht auf die kopulativen, disjunktiven und adversativen Konjunktionen gelegt werden.<sup>4</sup> Wenn im weiteren von Koordinationen bzw. koordinativen Verknüpfungen die Rede ist, so sollen damit im engeren Sinne Verbindungen von Sätzen oder Wortgruppen gemeint sein, die mit den oben genannten drei Gruppen von Konjunktionen (linke Hälfte in Abb. 11.2) gebildet sind.

Wie bereits von Lang in seiner Arbeit „Semantik der koordinativen Verknüpfung“ ([118]) dargelegt wurde, besteht zwar eine deutliche Verwandtschaft zwischen den koordinativen Konjunktionen der obengenannten drei Gruppen und den logischen Junktoren, für das allgemeine Sprachverstehen können die ersteren aber nicht ausschließlich auf letztere reduziert werden. Im Gegensatz zu den logischen Junktoren nehmen die sprachlichen Konjunktionen Bezug auf

- Verträglichkeit bzw. Unverträglichkeit zwischen den Konjunktbedeutungen,
- Abhängigkeit bzw. Unabhängigkeit zwischen den Konjunktbedeutungen,
- (intensionale) Distinktheit bzw. Nicht-Distinktheit zwischen den Konjunktbedeutungen.

<sup>4</sup> Feinere Unterscheidungen zwischen verwandten Konjunktionen, wie z.B. zwischen „denn“ (Koordination) und „weil“ (Subjunktion), sollen – falls sie überhaupt vorhanden sind (s. z.B. [95]) – in dieser Arbeit vernachlässigt werden. Im allgemeinen gilt für koordinierende Konjunktionen und besonders wieder für diejenigen im modalen Bereich die gleiche Bemerkung wie für die Subjunktionen (s. 11.1.2), d.h. es werden noch tiefergehende Untersuchungen für die semantische Deutung dieser Konjunktionen benötigt. Wie weit dabei die Feinheit der Nuancierung zu treiben ist, wird sich aus dem praktischen Einsatz von MultiNet in den verschiedenen Anwendungen ergeben.

Abbildung 11.2. Überblick über die koordinierenden Konjunktionen



Darüber hinaus haben die Konjunktionen

*„eine operative Bedeutung, die darin besteht, daß sie Anweisungen repräsentieren, über den Konjunktbedeutungen gewisse Operationen auszuführen. Als deren Resultat wird eine **gemeinsame Einordnungsinstanz (GEI)** als eine die Konjunktbedeutung übergreifende Einheit konstituiert und innerhalb dieser Einheit werden die jeweils konjunktionspezifischen Zusammenhänge zwischen den in den Konjunktbedeutungen repräsentierten Sachverhalten gesetzt.“*

(s. hierzu [118], S. 66 ff.).

Da die Ermittlung dieser GEI eine Schlußfolgerung aus dem Ursprungssachverhalt ist und damit in den Bereich der Inferenzen fällt, wird sie in den grafischen Darstellungen nicht mit angegeben.

Die Kenntnis der genannten Zusammenhänge ist wichtig für die semantische Interpretation koordinativer Satzverbindungen, da Koordinationen meist elliptischer Natur sind, die nur durch Parallelisierung geeigneter Konstituenten in den einzelnen Satzteilen unter Einbeziehung der GEI richtig vervollständigt werden können. Auch die witzige Wirkung mancher Koordinationen und insbesondere der Stilfiguren, die man **Zeugma** nennt, sind nur vor diesem Hintergrund zu verstehen.

Beispiel:

(11.5) *„Er spielt Blockflöte und sie ein ordentliches Instrument.“*

Die sarkastische bzw. provokatorische Wirkung eines solchen Satzes kommt dadurch zustande, daß die beiden Objekte im Kontrast zueinander stehen und eine GEI, d.h. einen gemeinsamen Oberbegriff, besitzen müssen, die bzw. der den beiden im Satz vorkommenden Konzepten **Blockflöte** und **ordentliches Instrument** echt übergeordnet ist. Dadurch bringt der Sprecher (gewollt oder ungewollt) zum Ausdruck, daß eine Blockflöte kein ordentliches Instrument sei.

Ähnlich wie bei der Negation hat man auch bei der Koordination zwei verschiedene Erscheinungen zu berücksichtigen:

- **Satzkoordination**, bei der grammatisch zwei ganze Sätze, semantisch zwei Sachverhalte koordiniert werden;
- **Phrasenkoordination**, bei der grammatisch zwei Satzkonstituenten (Phrasen), semantisch i.a. zwei Elemente einer Sachverhaltsbeschreibung (meist zwei Objekte) miteinander koordiniert werden.<sup>5</sup> Es kann aber auch sein, daß syntaktisch eine Phrasenkoordination vorliegt, semantisch aber trotzdem

<sup>5</sup> Diese Art der Koordination wird auch **Konstituentenkoordination** genannt.

zwei verschiedene Sachverhalte konjunktiv oder disjunktiv miteinander zu verknüpfen sind.<sup>6</sup>

Zur semantischen Repräsentation der durch koordinierende Konjunktionen ausgedrückten Zusammenhänge stehen folgende Darstellungsmittel von MultiNet zur Verfügung:

- Satzkoordination:
  - Die Konjunktionskonvention (s. Teil II, Abschn. 16.3)
  - **\*VEL1**:  $\tilde{s}i \times \tilde{s}i \times \dots \tilde{s}i \rightarrow si$  für „oder“ (inklusives „oder“)
  - **\*VEL2**:  $\tilde{s}i \times \tilde{s}i \times \dots \tilde{s}i \rightarrow si$  für „entweder-oder“ (exklusives „oder“)
- Phrasenkoordination:
  - **\*ALTN1**:  $o \times o \dots \times o \rightarrow o$  für inklusives „oder“
  - **\*ALTN2**:  $o \times o \dots \times o \rightarrow o$  für exklusives „oder“
  - **\*ITMS**:  $pe^{(n)} \times \dots \times pe^{(n)} \rightarrow pe^{(n+1)}$  für kopulative Konjunktionen (Aufzählungen ohne Berücksichtigung der Reihenfolge)
  - **\*ITMS-I** (analog auf intensionaler Ebene)
  - **\*TUPL**:  $sort \times \dots \times sort \rightarrow sort$  für kopulative Konjunktionen (Aufzählungen mit Berücksichtigung der Reihenfolge)

Die Einführung sogenannter **alternativer Gesamtheiten** als Objekte im Wertebereich der Funktionen **\*ALTN1** und **\*ALTN2** stellt eine abkürzende Hilfskonstruktion dar. Diese ist im Inferenzprozeß als Disjunktion von Sachverhalten aufzulösen.

Die kopulativen Konjunktionen dienen bei Phrasenkoordination zur exhaustiven Aufzählung von Gesamtheiten, wobei **\*TUPL** eine Anordnung der Elemente der Gesamtheit berücksichtigt, **\*ITMS** bzw. **\*ITMS-I** hingegen nicht. Bezüglich der logischen Interpretation von Sachverhalten, in denen mit Hilfe von **\*ITMS** oder **\*TUPL** gebildete Gesamtheiten auftreten, bestehen die gleichen Probleme wie sie in Abschn. 9 im Zusammenhang mit quantifizierten Gesamtheiten diskutiert wurden (Unterscheidung von kumulativer und distributiver Interpretation).

Nachstehend sollen einige Beispiele für die semantische Repräsentation koordinativer Verknüpfungen angegeben werden (s. hierzu Abb. 11.3 bis 11.5): Die Beispiele K1), K3) und K4) sind typisch für die Satzkoordination, während die übrigen Beispiele K2) K5) und K6) von der Oberflächenstruktur her zur Phrasenkoordination gehören. Im Beispiel K3) ist die Satzkoordination – was sehr häufig bei einer Koordination mit „und“ ist – mit einer zeitlichen Anordnung der die Konjunkte repräsentierenden Ereignisse verknüpft. Diese

<sup>6</sup> Dieser Fall wird durch das Beispiel K2) in Abb. 11.3 illustriert.

zeitliche Anordnung ( $e_1$  ANTE  $e_2$ ) hätte übrigens auch inhaltlich erschlossen werden müssen, wenn sie nicht explizit im Satz angezeigt wäre (so ist der Satz: „Peter reparierte sein Auto und fuhr ins Kino.“ auf die gleiche Weise darzustellen). Im Beispiel K4) wurde die adversative Komponente bei der Repräsentation durch die Relation OPPOS ausgedrückt. Im übrigen ist die semantische Interpretation so zu behandeln, als stünde im Satz als Konjunktion ein „und“.

Im Beispiel K1) ist es notwendig, einen übergeordneten Sachverhalt sv zu generieren, dem die Konjunkt-Repräsentanten über die Funktion \*VEL2 untergeordnet sind. Es ist darauf zu achten, daß das Vorkommen der Sachverhalte  $\widetilde{sv}_1$  und  $\widetilde{sv}_2$  als Argumente von \*VEL2 bewirkt, daß ohne zusätzliche Information weder der Sachverhalt  $\widetilde{sv}_1$  noch der Sachverhalt  $\widetilde{sv}_2$  für sich gültig zu sein brauchen (beide sind als hypothetische Sachverhalte zu betrachten). Das gilt generell für die Argumente der Funktionen \*VEL1 und \*VEL2.

Die Funktionen \*VEL1 und \*VEL2 tragen also hinsichtlich der Faktizität ihrer Argumente genau in demselben Sinne einschränkenden Charakter wie die in Abschn. 5.1 erwähnten semantisch restriktiven Relationen.

Im Fall des Satzes K2) sind – obwohl eine Phrasenkoordination vorliegt – zwei getrennte Vorgänge  $v_1$  und  $v_2$  zu generieren, da aufgrund von Hintergrundwissen klar ist, daß hier nicht eine einzige von zwei Agenten getragene Handlung vorliegt, in der nur ein Objekt (im Beispiel: eine Flöte) vorkommt. Dieses Vorgehen scheint allgemein bei der Koordination von Subjektphrasen mittels „sowohl - als auch“ angezeigt zu sein, im Gegensatz zur Subjektkoordination mit „und“ (siehe Beispiel K5), wo es ohne zusätzliches Wissen offen bleibt, ob ein oder mehrere Vorgänge zur adäquaten semantischen Repräsentation des Sachverhaltes generiert werden müssen. Ebenso offen ist diese Entscheidung bei der Koordination anderer Aktanten mit Hilfe von „sowohl - als auch“ oder mittels „und“:

Beispiel:

(11.6) „Er arbeitet sowohl mit Zirkel als auch mit Lineal.“

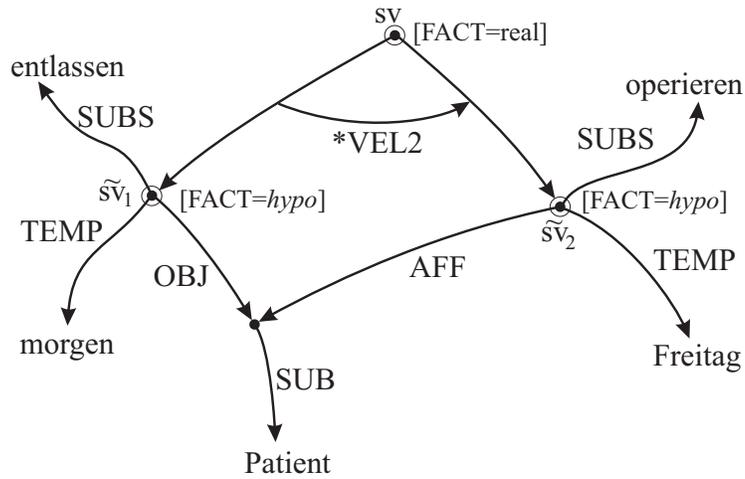
→ ein Vorgang möglich,

(11.7) „Er benutzt sowohl das Fahrrad als auch das Auto für seine Einkäufe.“

→ verschiedene Vorgänge notwendig.

Im konkreten Beispiel K5) kann man aufgrund von Hintergrundwissen schließen, daß Peter und Bernd gemeinsam als Agent in ein und demselben Vorgang auftreten müssen. Denn, wenn man eine Normalgröße des Klaviers voraussetzt, ist nicht anzunehmen, daß jeder ein Klavier trägt. Unter dieser Voraussetzung (ein Klavier ist für eine Person zu schwer zum Tragen) wäre die Subjektkoordination mit „sowohl - als auch“ anstelle von „und“ (d.h. „sowohl Peter als auch Bernd tragen ein Klavier“) nicht akzeptabel (vgl. Beispiel K2).

K1) „Der Patient wird *entweder* morgen entlassen, *oder* er wird am Freitag operiert.“



K2) „Sowohl Peter *als auch* Bernd spielen Flöte.“

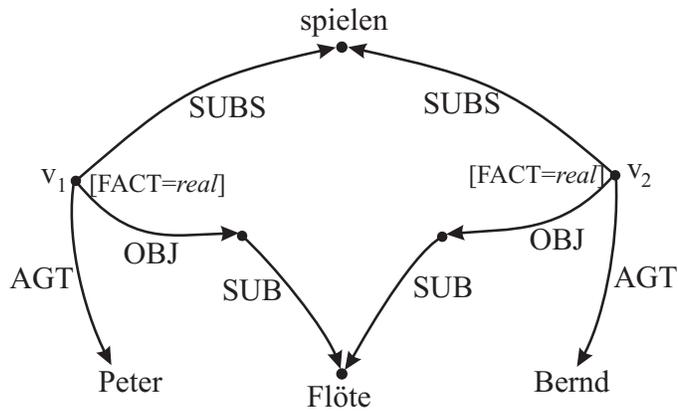
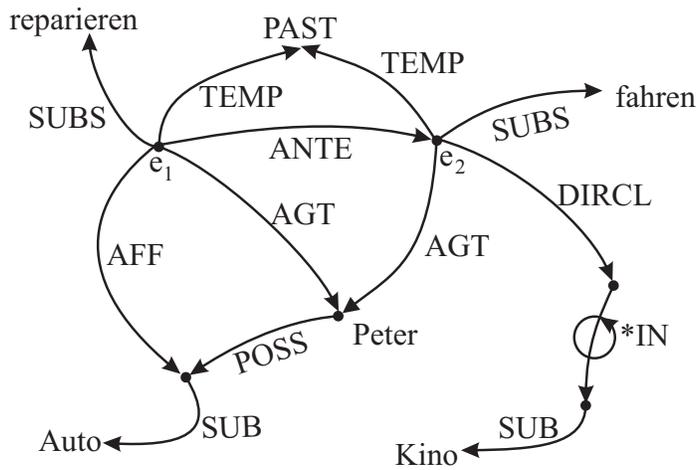


Abbildung 11.3. Koordinierende Konjunktionen I (ohne Nebenbedeutung)

K3) „Peter reparierte sein Auto, **und**  
(anschließend) fuhr (er) ins Kino.“



K4) „Peter erledigte seine Hausaufgaben, **aber** Bernd spielte auf dem Hof.“

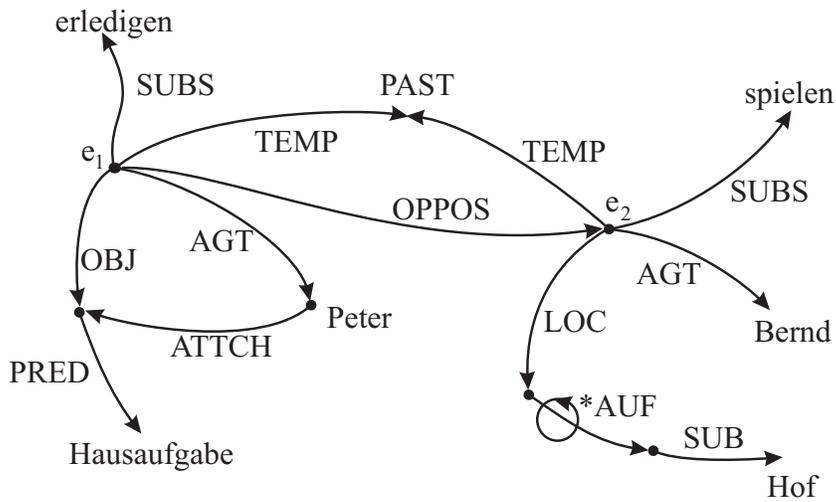
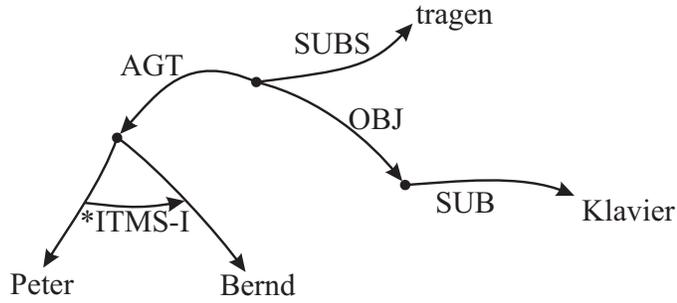


Abbildung 11.4. Koordinierende Konjunktionen II (mit Nebenbedeutung)

K5) „Peter **und** Bernd tragen ein Klavier.“



K6) „In dem Ausdruck A7 darf für die Variable X eine reelle **oder** eine imaginäre Größe eingesetzt werden.“

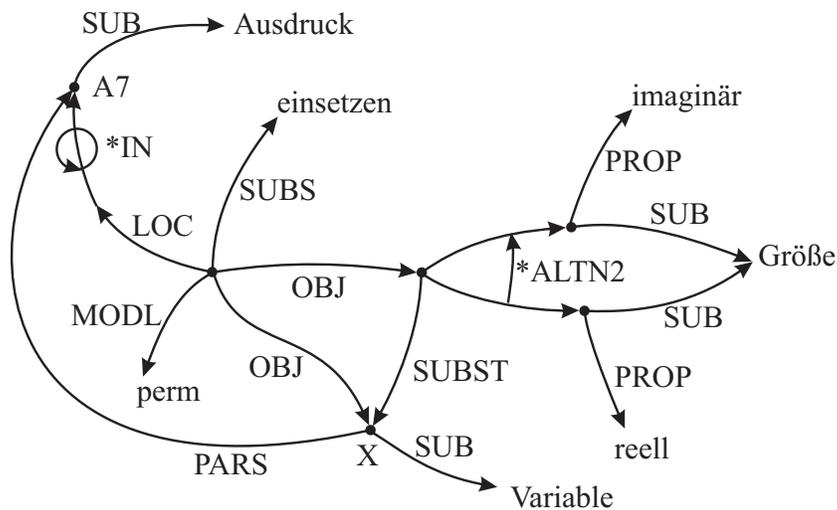


Abbildung 11.5. Koordinierende Konjunktionen III (Konstituentenkoordination)

Die Beispiele K2) und K5) machen deutlich, welche Rolle das Hintergrundwissen bei der Disambiguierung koordinativer Sätze spielt (was natürlich allgemein für die Behandlung elliptischer Konstruktionen gilt).<sup>7</sup> Im Beispiel K6) schließlich liegt eine Koordination von Objektphrasen vor, die deutlich macht,

<sup>7</sup> Eine andere Frage ist die nach der algorithmischen Beherrschung dieses Prozesses. Hier steht man in der Computerlinguistik erst am Beginn der Entwicklung.

daß die Konjunktion „oder“ nicht unbedingt als „inklusive oder“ (Funktion \*ALTN1) gedeutet zu werden braucht (obwohl das als die Normaldeutung anzusehen ist, die im Zweifelsfalle immer bevorzugt werden sollte und die auch nicht ausgesprochen falsch ist). Da bekannt ist, daß sich die Eigenschaften „imaginär“ und „reell“ gegenseitig ausschließen – im Hintergrundwissen müßte diese Tatsache als Beziehung (reell COMPL imaginär) verankert sein – ist die adäquate Repräsentation des Satzes K6) wie angegeben mit \*ALTN2 und nicht mit \*ALTN1 durchzuführen.

Abschließend soll noch angemerkt werden, daß eine erschöpfende Behandlung der semantischen Disambiguierung von Koordinationen und der semantischen Rekonstruktion der vollständigen Sachverhalte, die elliptischen Konstruktionen zugrunde liegen, zur Zeit noch aussteht.<sup>8</sup>

## 11.2 Bedingungen und Begründungen

### 11.2.1 Sprachliche Erscheinungen und zugehörige Darstellungsmittel

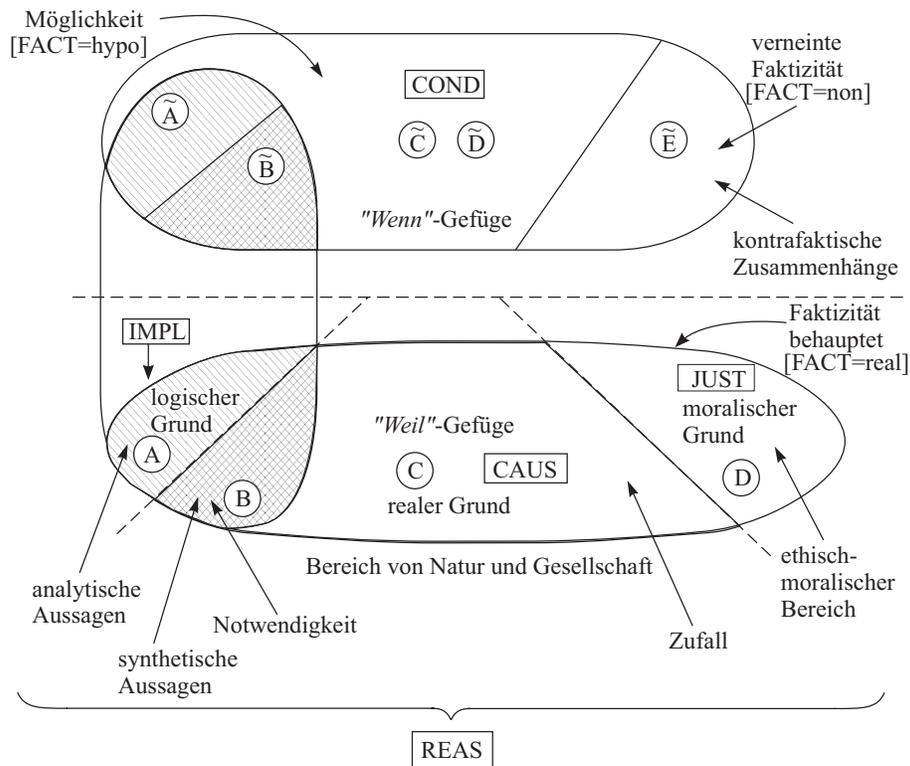
In diesem Abschnitt soll zunächst ein zusammenfassender Überblick über die Konditionalbeziehung (Relation: COND), die Kausalbeziehung (Relation: CAUS), die Folgerungsbeziehung (Relation: IMPL) und die meist durch gesellschaftliche Normen oder Gewohnheiten bestimmten Begründungszusammenhänge (Relation: JUST) gegeben und eine Abgrenzung zwischen diesen Relationen versucht werden. Dies scheint umso erforderlicher zu sein, da im Zusammenhang mit der semantischen Repräsentation von Wissen diesbezüglich noch nicht ausreichend differenziert wurde.

Zur Veranschaulichung der Problematik diene Abb. 11.6 zusammen mit je einem (nachstehend angegebenen) Beispielsatz, der für die einzelnen Anwendungsbereiche der obengenannten Relationen typisch ist (weitere Beispielsätze s. Abschn. 11.2.2 und 11.2.3). Die eingegrenzten Flächen sollen jeweils den Abdeckungsbereich der betreffenden Relation symbolisieren.<sup>9</sup> Die Bezeichnung der Satztypen korrespondiert jeweils mit derjenigen des entsprechenden semantischen Bereichs in Abb. 11.6.

A) „Weil die Funktion  $f(x)$  an der Stelle  $x=a$  eine Unstetigkeit aufweist, ist sie dort nicht differenzierbar.“

<sup>8</sup> Diese Feststellung betrifft nicht die semantische Repräsentation dieser Erscheinungen. Hierfür stehen völlig ausreichende Darstellungsmittel zur Verfügung.

<sup>9</sup> Für die Beispielsätze wurden bewußt nur „weil“-Gefüge und „wenn“-Gefüge ausgewählt, da diese prototypisch für Satzgefüge im kausalen bzw. konditionalen Bereich sind. Bezüglich synonymen Konstruktionen s. Abschn. 11.2.2 und 11.2.3.



**Abbildung 11.6.** Zusammenhänge zwischen Kausalität, Konditionalität und Folgerungsbeziehung nach [89]

- B) „Weil das Auto ohne Katalysator fährt, ist der Schadstoffausstoß zu hoch.“  
 C) „Weil Peter unvorsichtig über die Straße lief, wurde er von einem Auto überfahren.“  
 D) „Weil er die Arbeitsdisziplin wiederholt verletzte, wurde er fristlos entlassen.“  
 $\tilde{A}$ ) „Wenn ein reelles Polynom keine reellen Nullstellen besitzt, ist es entweder positiv oder negativ definit.“  
 $\tilde{B}$ ) „Wenn das Volumen des Behälters verringert wird, erhöht sich der Druck in diesem Behälter.“  
 $\tilde{C}$ ) „Wenn jemand unvorsichtig über die Straße läuft, gefährdet er sein Leben.“  
 $\tilde{D}$ ) „Wenn das Projekt rechtzeitig abgeschlossen wird, erhalten die beteiligten Mitarbeiter eine Prämie.“  
 $\tilde{E}$ ) „Wenn die Erde einen wesentlich geringeren Abstand zur Sonne hätte, gäbe es auf unserem Planeten kein Leben.“

Bezüglich des in Abb. 11.6 dargestellten Überblicks lassen sich in erster Instanz zwei große Bereiche unterscheiden:

- Ein Bereich, der sprachlich durch die sogenannten „*weil*“-Gefüge gekennzeichnet ist<sup>10</sup>, und der semantisch Beziehungen abdeckt, die **faktische** Sachverhalte miteinander verbinden (unterer Teil in Abb. 11.6).
- Ein Bereich, der sprachlich durch die sogenannten „*wenn*“-Gefüge charakterisiert wird<sup>11</sup>, und der semantisch Beziehungen abdeckt, die **nicht-faktische** bzw. **hypothetische** Sachverhalte miteinander verbinden (oberer Teil in Abb. 11.6).

Für die Bedeutungsdarstellung dieser komplexen Sachverhalte stehen im wesentlichen die folgenden Relationen zur Verfügung:

<b>CAUS</b>	$[si' \cup abs'] \times [si' \cup abs']$	Kausalitätsrelation, Beziehung zwischen Ursache und Wirkung
<b>COND</b>	$\tilde{si} \times \tilde{si}$	Relation zur Wiedergabe einer Konditionalbeziehung
<b>IMPL</b>	$[si \cup abs] \times [si \cup abs]$	Implikationsbeziehung zwischen Sachverhalten
<b>JUST</b>	$[si \cup abs] \times [si \cup abs]$	Begründungszusammenhang aufgrund gesellschaftlicher Normen
<b>REAS:</b>	$[si \cup abs] \times [si \cup abs]$	Allgemeinster Begründungszusammenhang

- Die Relation ( $\tilde{sv}_1$  **COND**  $\tilde{sv}_2$ ) bringt zum Ausdruck, daß der hypothetische Sachverhalt  $\tilde{sv}_1$  hinreichende Bedingung für die Gültigkeit bzw. das Eintreten des hypothetischen Sachverhaltes  $\tilde{sv}_2$  ist.<sup>12</sup> Das bedeutet:  $\tilde{sv}_2$  wird gültig ([**FACT** = *real*]), wenn dies für  $\tilde{sv}_1$  zutrifft.

Betrachten wir zunächst die Begründungszusammenhänge etwas näher, die durch die Relation **REAS**, sowie ihre Spezialisierungen **CAUS**, **IMPL** und **JUST** semantisch beschrieben werden (die Konditionalbeziehung **COND** wird in den Abschnitten 11.2.3 und 11.3 ausführlicher behandelt).

- Die Relation ( $sv'_1$  **REAS**  $sv'_2$ ) sagt aus, daß der faktische Sachverhalt  $sv'_1$  den allgemeinen Grund für die Gültigkeit bzw. das Eintreten des faktischen Sachverhaltes  $sv'_2$  angibt.

<sup>10</sup> Die Bezeichnung rührt daher, daß sie durch Kausalsätze beschrieben werden, die typischerweise – aber nicht immer – mit Hilfe der Konjunktion „*weil*“ gebildet werden.

<sup>11</sup> Die Bezeichnung rührt daher, daß sie durch Konditionalsätze beschrieben werden, die typischerweise – aber nicht immer – mit Hilfe der Konjunktion „*wenn*“ gebildet werden.

<sup>12</sup>  $\tilde{sv}_1$  und  $\tilde{sv}_2$  tragen also das Merkmal [**FACT** = *hyppo*].

Diese Relation ist vor allem dann wichtig für die semantische Interpretation von Grund-Folge-Beziehungen, wenn das entsprechende Hintergrundwissen für deren feinere Differenzierung fehlt. Nach Bech und Heyse-Lyon<sup>13</sup> lassen sich innerhalb dieser allgemeinen Begründungszusammenhänge weitere Unterscheidungen vornehmen:

- **realer Grund** (oder Ursache); dieser deckt sich mit dem Anwendungsbereich der Relation **CAUS** (veranschaulicht durch die Bereiche B und C in Abb. 11.6);
- **moralischer Grund** (Motiv, Beweggrund); entsprechend Bereich D in Abb. 11.6; wird durch die Relation **JUST** beschrieben;
- **logischer Grund** (Erkenntnisgrund); entspricht dem Bereich A in Abb. 11.6 und wird semantisch durch die Relation **IMPL** beschrieben.

Auf die Relation **CAUS** werden wir im Abschn. 11.2.2 zurückkommen. Hier sei nur noch einmal daran erinnert, daß man klar zwischen Kausalsätzen im grammatischen Sinne und der Kausalbeziehung im semantischen (und auch philosophischen) Sinn unterscheiden muß. Erstere umfassen einen wesentlich größeren Bereich von semantischen Beziehungen als letztere.

- Die Relation ( $sv'_1$  **CAUS**  $sv'_2$ ) im semantischen Bereich bringt den Zusammenhang zwischen einer Ursache  $sv'_1$  (einem faktischen Sachverhalt) und einer Wirkung  $sv'_2$  (ebenfalls ein faktischer Sachverhalt) zum Ausdruck, wobei  $sv'_2$  in dem Sinn von  $sv'_1$  abhängt, daß letzterer Sachverhalt nicht ohne ersteren gültig (oder im Falle eines Ereignisses: eingetreten) wäre.

Die Kausalsätze im grammatischen Sinne, für die – wie bereits erwähnt – die „weil“-Gefüge repräsentativ sind, überdecken alle Bedeutungsbereiche der Grund-Folge-Beziehung (oder der Begründungszusammenhänge, Relation: **REAS**).<sup>14</sup> Hermodsson [95] unterscheidet fünf Anwendungsbereiche der „weil“-Gefüge:

H1 – **Kausalzusammenhänge in der Natur:** (gehören zum Bereich B oder C in Abb. 11.6)

„Die Wellen gehen hoch, weil es sehr windig ist.“ → **CAUS**

„Weil das Seil stark belastet wurde, ist es plötzlich gerissen.“ → **CAUS**

H2 – **Zusammenhänge menschlichen Verhaltens:** (gehören zum Bereich D in Abb. 11.6)

<sup>13</sup> Zitiert nach [95].

<sup>14</sup> Wenn in diesen Abschnitten von „kausalen Satzgefügen“ bzw. von „Satzgefügen im kausalen Bereich“ gesprochen wird, so ist „kausal“ hier (und nur in diesem Zusammenhang) in diesem weiteren traditionell-grammatischen Sinn gemeint.

„Er geht nicht mehr ins Kino, weil er keine Lust hat.“ → **JUST**

„Weil er Angst hat, läßt man ihn nicht mehr allein ausgehen.“ → **JUST**

H3 – **Ethische Zusammenhänge:** (überdecken zusammen mit Gruppe H2 den Bereich D in Abb. 11.6)

„Er handelt so, weil er es für richtig hält.“ → **JUST**

„Weil er unter Schweigepflicht stand, hat er kein Wort geäußert.“ → **JUST**

H4 – **Institutionelle Zusammenhänge:** (sollte besser gesellschaftliche oder sozial-ökonomische Zusammenhänge heißen; gehören zu Bereich B oder Bereich C)

„Die Zahl der Arbeitslosen steigt, weil gegenwärtig eine wirtschaftliche Rezession herrscht.“ → **CAUS**

H5 – **Logische Zusammenhänge:** (entsprechend dem Bereich A in Abb. 11.6)

„Weil diese Dreiecke gleichwinklig sind, sind sie auch gleichseitig.“

→ **IMPL**

„Weil die Quersumme der Zahl nicht durch 3 teilbar ist, ist die Zahl selbst auch nicht durch 3 teilbar.“ → **IMPL**

Als Wahrheitsbedingungen für „weil“-Gefüge lassen sich nach Hermodsson die folgenden formulieren:

- Wahrheit – d.h. Tatsächlichkeit – der in den Teilsätzen beschriebenen Sachverhalte,
- Gültigkeit einer allgemeinen, dem „weil“-Gefüge zugrundeliegenden Norm.

Was diese Norm darstellt, kann allgemein nicht genauer gesagt werden. Sie ist für jeden Anwendungsbereich verschieden und stellt eine Präsupposition dar, die jedem „weil“-Gefüge zugrundeliegt. In der Gruppe H1 bezieht sich diese Norm auf allgemeine, in der Natur geltende Gesetzmäßigkeiten. Dabei ist der Begriff „Natur“ hier sehr weit zu fassen. Auch ein solcher an anderer Stelle bereits erwähnter Zusammenhang wie „Weil Peter unvorsichtig über die Straße lief, wurde er von einem Auto überfahren.“ gehört in diese Kategorie. In diesem Fall, der zum Bereich C in Abb. 11.6 gehört, hat die Norm mehr den Charakter einer korrelativen oder statistischen Gesetzmäßigkeit ( $\langle \text{unvorsichtig über die Straße laufen} \rangle \implies \langle \text{überfahren werden} \rangle$ ) und nicht den Charakter eines streng geltenden Naturgesetzes, wie im Bereich B der Abb. 11.6 (dorthin gehört z.B.  $\langle \text{Stromfluß durch Leiter} \rangle \implies \langle \text{Ausbildung eines Magnetfeldes} \rangle$ ).

In der Gruppe H2 gelten als „Norm“ Prinzipien, Regeln und Gepflogenheiten des menschlichen Lebens und in der Gruppe H3 handelt es sich um ethische Normen. Beide sind oft nicht leicht voneinander zu trennen. Deshalb wurden die Anwendungsgruppen H2 und H3 in Abb. 11.6 zu einem Bereich

(D) zusammengefaßt. Der Gruppe H4 liegen ökonomische oder soziale Gesetzmäßigkeiten zugrunde. Die Gruppen H4 und H1 überdecken gemeinsam die Bereiche B und C in Abb. 11.6. Die Gruppe H5 schließlich wird durch logische Gesetzmäßigkeiten bestimmt. Sie ist mit dem Bereich A in Abb. 11.6 identisch.

Obwohl aus dem oben Gesagten und aus Abb. 11.6 die Zuordnung der in MultiNet verwendeten Tiefenrelationen zu den von Hermodsson angegebenen Anwendungsbereichen der Satzgefüge im kausalen Bereich bereits hervorgeht, soll diese Zuordnung nachstehend in Tab. 11.1 noch einmal zusammengefaßt werden:

Bereich	H1	H2	H3	H4	H5
Tiefenrelation	CAUS	JUST	JUST	CAUS	IMPL

**Tabelle 11.1.** Zuordnung: Anwendungsbereich – Tiefenrelation (immer einsetzbar: REAS)

Wegen der wichtigen Rolle der kausalen Beziehungen bzw. Begründungszusammenhänge für die menschliche Kommunikation im allgemeinen sowie für das Schlußfolgern und Problemlösen im besonderen gibt es eine Fülle von Ausdrucksmöglichkeiten auf diesem Gebiet. Durch eine tabellarische Zusammenstellung des Zusammenhangs zwischen Fügungen, die zumindest partiell synonym zu den „weil“-Gefügen sind, und den obengenannten Anwendungsbereichen soll in Tab. 11.2 wenigstens eine Orientierung für die semantische Deutung dieser Fügungen gegeben werden<sup>15</sup>. Der Zusammenhang zwischen den entsprechenden Fügungen und semantischen Tiefenbeziehungen läßt sich durch Kombination der Tab. 11.1 und der fünf mittleren Spalten aus Tab. 11.2 herstellen (Ergebnis s. letzte Spalte von Tab. 11.2).

Es muß aber betont werden, daß hier noch wesentlich vertiefte Untersuchungen nötig sind, da für eine genaue semantische Deutung der genannten Fügungen unbedingt die Inhalte der durch sie verknüpften Teilphrasen hinzugezogen werden müssen, so daß die Tab. 11.2 nur einen gewissen heuristischen Wert hat. Das Zeichen + in Tab. 11.2 bedeutet, daß die betreffende Fügung für den in der zugehörigen Spalte stehenden Anwendungsbereich relevant ist. Ein eingeklammertes Plus (+) bedeutet, daß die betreffende Fügung zwar möglich, aber in diesem Zusammenhang seltener ist.<sup>16</sup>

<sup>15</sup> Wenn (wie im Bereich D und A) zwei Relationen in Frage kommen, wurde in der Tabelle jeweils die vorrangig in dem entsprechenden Bereich anzuwendende Relation angegeben; die andere wurde in Klammern gesetzt.

<sup>16</sup> Weitere Ausdruckstypen, die ebenfalls hierher gehören sind: „kommt daher“, „rührt daher“, „beruht darauf“, „aus Anlaß“, „anläßlich“ usw.

Ausdrucksstyp	Anwendungsbereiche					Vorzugsdeutung
	H1	H2	H3	H4	H5	
„Ursache“, „verursachen“	+			+		CAUS
„Begründung“, „begründen“		(+)	(+)		+	IMPL (JUST)
„Grund“	+	+	+	+	+	REAS
„darum“, „deshalb“	+	+	+	+	+	REAS
„deswegen“, „daher“	+	+	+	+	+	REAS
„Folge“	+	(+)	(+)	+		CAUS (JUST)
„Folgerung“, „folgen“	(+)			(+)	+	IMPL (CAUS)
„folgern“, „schließen“	+			+	+	IMPL
„so daß“	+	+	+	+	+	REAS
„denn“, „da“	+	+	+	+	+	REAS
„Wirkung“, „bewirken“	+			+		CAUS

**Tabelle 11.2.** (Partiell) synonyme Fügungen zu den „weil“-Gefügen

Abschließend noch einige Bemerkungen zur Relation **IMPL**:

- Die **Folgerungsbeziehung** ( $sv_1$  **IMPL**  $sv_2$ ) stellt einen Zusammenhang zwischen zwei Sachverhalten  $sv_1$  und  $sv_2$  dar, der dadurch gekennzeichnet ist, daß aufgrund einer allgemeinen Gesetzmäßigkeit und damit auch aufgrund des Vorhandenseins einer intensionalen Beziehung<sup>17</sup> zwischen  $sv_1$  und  $sv_2$  aus der Wahrheit von  $sv_1$  auf die Wahrheit des Sachverhaltes  $sv_2$  geschlossen werden kann.

Es muß darauf aufmerksam gemacht werden, daß auch die semantische Repräsentation der in dieser Definition genannten allgemeinen Gesetzmäßigkeit (diese liegt auf generischer Ebene) mit Hilfe der Relation **IMPL** erfolgen kann. Also sowohl

(11.8) „Wenn eine Funktion differenzierbar ist, dann ist sie auch stetig.“  
(generische Ebene) → **IMPL**

als auch

(11.9) „Da die Funktion  $f_1$  differenzierbar ist, ist sie auch stetig.“  
(Ebene der Spezialisierungen) → **IMPL**

wird mit der Folgerungsbeziehung **IMPL** dargestellt.

Im Bereich B der Abb. 11.6 kann die Folgerungsbeziehung zwischen den beiden Sachverhalten z.B. durch physikalische oder ökonomische Gesetzmäßigkeiten gegeben sein. Im Bereich A entspricht die Folgerungsbeziehung

<sup>17</sup> s. hierzu die Abgrenzung zur materialen Implikation weiter unten.

**IMPL** dem inhaltlichen Folgern in der Logik (Bolzanoscher Folgerungsbegriff). In einem FAS bedeutet  $(P \text{ IMPL } Q)$ , daß sich der Sprecher, der  $P$  behauptet, auch zu  $Q$  bekennen muß (oder  $Q$  nicht gleichzeitig ablehnen kann). Die Bereiche  $B$  und  $A$  unterscheiden sich dadurch, daß die Aussagen in ersterem Bereich **synthetische Aussagen** sind, die durch Empirie gewonnen und durch Abstraktion aus der Erfahrung als allgemeine Gesetze abgehoben wurden, während es sich in Bereich  $A$  um **analytische Aussagen** handelt, die aufgrund definitorischer Zusammenhänge gelten. Beiden Bereichen ist gemeinsam, daß sie einer Theorienbildung zugänglich sind. Im Bereich  $B$  überlappen sich die Relationen

**IMPL** und **CAUS** in ihrer Bedeutung. Hier gilt:

$$\bullet (P \text{ REAS } Q) \rightarrow (P \text{ CAUS } Q) \wedge (P \text{ IMPL } Q) \quad (\text{nur im Bereich } B) \quad (74)$$

d.h. man kann im FAS nach  $Q$  sowohl mit „Was folgt aus  $P$ ?“ als auch mit „Was wird durch  $P$  bewirkt/verursacht?“ fragen. Im Bereich  $A$  wäre letzteres falsch und im Bereich  $C$  wäre ersteres zumindest fraglich. Weiterhin ist hervorzuheben, daß die aus der Logik bekannte materiale Implikation (Zeichen:  $\rightarrow$ ) nicht mit der oben eingeführten Folgerungsbeziehung **IMPL** verwechselt werden darf, da erstere rein wahrheitsfunktionalen Charakter trägt, letztere nicht. Die Wahrheit einer materialen Implikation ( $P \rightarrow Q$ ) hängt bekanntlich nur von den Wahrheitswerten von  $P$  und  $Q$  ab und nicht davon, ob zwischen  $P$  und  $Q$  ein innerer Zusammenhang besteht.

Ein Satz wie:

(11.10) „Wenn der Mond ein Stern ist, so ist 6 eine Primzahl.“

kann in der Logik als Interpretation einer wahren Implikationsbeziehung ( $P \rightarrow Q$ ) angesehen werden. Abgesehen davon, daß ein solcher Satz im Widerspruch zum normalen Sprachempfinden steht und zumindest semantisch als abweichend empfunden wird, kann der Zusammenhang zwischen den Teilsätzen  $P$  und  $Q$  nach der oben angegebenen Definition der Folgerungsbeziehung niemals durch  $(P \text{ IMPL } Q)$  wiedergegeben werden, weil eben zwischen  $P$  und  $Q$  kein intensionaler Zusammenhang (oder wie Sinowjew, [189], S. 195, formuliert, kein „**Sinnzusammenhang**“) besteht.

### 11.2.2 Die Kausalbeziehung

Kausalzusammenhänge besitzen eine fundamentale Bedeutung für die menschliche Erkenntnis. Eine dementsprechend lange Tradition besitzt die philosophische Diskussion um die Kausalitätsbeziehung (s. z.B. [107], [32]). Wesentlich

für die Kausalbeziehung, die in MultiNet durch die Relation **CAUS** repräsentiert wird, sind folgende Bestimmungen (vgl. [81]):

- I. ihre Asymmetrie in den Argumenten und ihre Transitivität ( $\rightarrow$  Kausalketten);
- II. ihre Verbindung zur Zeit: die Ursache muß der Wirkung vorausgehen;
- III. Ursachen erzeugen eine entsprechende Wirkung (**Producing case** bei Mill [138]) oder sind wesentliche Bedingungen für das Eintreten der Wirkung (**Preventing case** bei Mill) und liefern eine Erklärung für letztere, nicht umgekehrt (Zugrundeliegen einer allgemeinen Gesetzmäßigkeit, Erklärungskraft der Kausalrelation),<sup>18</sup>
- IV. sie verbindet immer spezielle, faktische Sachverhalte (mit [**GENER** = *sp*, **FACT** = *real*]), niemals generische oder hypothetische Sachverhalte.

Die Relation **CAUS** ist aufgrund der zweiten Bedingung eng mit der Relation der zeitlichen Aufeinanderfolge **ANTE** verknüpft. Dies schlägt sich auch in der Definition der Relation **CAUS** im Teil II nieder. Intuitiv ist man zunächst geneigt, wegen Punkt II oben das folgende Gesetz annehmen:

- $(sv_1 \text{ CAUS } sv_2) \rightarrow (sv_1 \text{ ANTE } sv_2)$  (75)

Die generelle Forderung, daß die Ursache echt vor der Wirkung liegt (d.h.  $sv_1$  bereits abgeschlossen ist, bevor  $sv_2$  beginnt), würde aber nicht in jedem Fall dem Sprachgebrauch entsprechen und für die Modellierung der kausalen Schlußfolgerungen in einem FAS eine zu strenge Forderung bedeuten.

Beispiel:

(11.11) „Weil die Cholera wütete ( $sv_1$ ), verließen viele das Land ( $sv_2$ ).“

In diesem Beispiel läge bestenfalls das Ausbrechen der Cholera (ein Teilaspekt von  $sv_1$ ) echt vor dem Verlassen des Landes durch die Einwohner. Man sollte also für ein FAS nur fordern, daß auf keinen Fall die Wirkung vor der Ursache liegen darf<sup>19</sup>:

<sup>18</sup> Auch die Abwesenheit eines Sachverhalts  $sv_1$  (im nachfolgenden Beispiel „*fehlende Wachsamkeit*“) kann Ursache eines anderen Sachverhalts  $sv_2$  sein: „Weil die Posten nicht wachsam waren, wurde die Festung vom Feind erobert.“ Trotzdem muß die fehlende Wachsamkeit im Beispiel nicht unmittelbar mit der Aktivität der Feinde in Beziehung stehen.

<sup>19</sup> Man denke auch an Sätze wie: „Weil das Skelett lange Zeit in der Erde lag ( $sv_1$ ), hat sich ein Abdruck in der Lehmschicht gebildet ( $sv_2$ ).“ In diesem Fall wirkt  $sv_1$  zeitlich weit in  $sv_2$  hinein.

$$\bullet (sv_1 \text{ CAUS } sv_2) \rightarrow \neg (sv_2 \text{ ANTE } sv_1) \quad (76)$$

und (75) abschwächen zu<sup>20</sup>:

$$\bullet (sv_1 \text{ CAUS } sv_2) \rightarrow (sv_1 \text{ ANTE } sv_2) \vee (sv_2 \text{ STRT } sv_1) \\ \vee (sv_1 \text{ FIN } sv_2) \vee (sv_1 \text{ DUR } sv_2) \quad (77)$$

Eine wichtige Beziehung besteht zweifelsohne zwischen den Kausalbeziehungen und den kontrafaktischen Zusammenhängen (den sogenannten **Counterfactuals**, s. Abschn. 11.3). Wenn man nämlich  $(sv_1 \text{ CAUS } sv_2)$  behauptet, so drückt man gleichzeitig aus, daß  $sv_2$  ohne  $sv_1$  nicht gelten würde bzw. nicht eingetreten wäre.

Die mitunter von Philosophen (so von Hume, vgl. [49]) geforderte zeitliche und räumliche Berührung der Ereignisse  $sv_1$  bzw.  $sv_2$  läßt sich in Anbetracht des Vorkommens von längeren Kausalketten und der in der Physik als gesichert angesehenen Fernwirkungen nicht aufrechterhalten (man denke an Zusammenhänge wie „*Weil das Universum durch einen Urknall entstand, beobachten wir im Weltall noch heute eine Hintergrundstrahlung von einigen wenigen Grad Kelvin.*“).

Zum Axiom (76) ist noch folgendes zu bemerken: Sätze der Art

(11.12) „*Weil seine Mutter morgen Geburtstag hat, kam Peter gestern nach Hause.*“

stehen nur scheinbar im Widerspruch zu (76).

Zunächst ist dazu festzustellen, daß nicht jedes „*weil*“-Gefüge eine Kausalbeziehung im Sinne der Definition von **CAUS** (s. Abschn. 11.2) zum Ausdruck bringt. Wenn man im Zusammenhang mit obigem Beispielsatz eine **CAUS**-Relation erschließen wollte, so müßte man zunächst überlegen, daß die unmittelbare Ursache für Peters Reise nach Hause etwa sein geistiger Zustand vor Antritt der Reise, seine Reflexion über ein zukünftiges Ereignis, nämlich über den Geburtstag seiner Mutter, war (und nicht der in der Zukunft liegende Geburtstag war die unmittelbare Ursache für die Reise, er war bestenfalls der moralische Grund,  $\rightarrow$  **JUST**).

Ein automatisches Erschließen solch komplizierter Zusammenhänge steht vorläufig außerhalb der Möglichkeiten eines Frage-Antwort-Systems und ist auch für den Menschen nicht trivial. Aus diesem Grunde ist es sinnvoll, den Zusammenhang zwischen dem im ersten und im zweiten Teilsatz des obigen Beispielsatzes beschriebenen Sachverhalt semantisch durch die allgemeinere Relation

<sup>20</sup> Der letzte Term in der nachfolgenden Formel wird zumindest für einen menschlichen Beobachter dadurch nahegelegt, daß in vielen Fällen Ursache und Wirkung quasi gleichzeitig auftreten (z.B. Stromfluß – (Ausbilden eines Magnetfeldes)), s.a. [65].

**REAS** zu repräsentieren, da diese nicht zwangsläufig über ein Axiom der Art (76) mit der zeitlichen Ordnungsrelation **ANTE** verknüpft ist. Dieses Vorgehen kann außerdem dadurch gestützt werden, daß man obiges Beispiel sehr wohl dem Bereich D der Abb. 11.6 zuordnen kann, wobei dem Beispiel grob gesprochen die ethische Norm  $\langle \text{Mutter's Geburtstag} \rangle \longrightarrow \langle \text{Besuch erforderlich} \rangle$  zugrundegelegt werden kann.

Die Relation **CAUS** umfaßt sowohl Zusammenhänge, die einer strengen Gesetzmäßigkeit unterliegen, wofür die Naturgesetze typisch sind (Bereich B in Abb. 11.6), als auch Zusammenhänge, denen eine gewisse Zufälligkeit anhaftet (Bereich C). Beide Bereiche widerspiegeln objektive Gesetzmäßigkeiten in Natur oder Gesellschaft. Demgegenüber haben die Zusammenhänge im Bereich D vorwiegend ihre Wurzel auf ethisch-moralischem Gebiet, d.h. in den Normen, die sich eine Gesellschaft selbst gibt.

Manche Philosophen bringen den Begriff der „Kausalität“ in engen Zusammenhang mit dem Begriff der „Notwendigkeit“ (so z.B. [110]). Dies ist für die Bestimmung der Kausalitätsbeziehung im Hinblick auf die Wissensrepräsentation im FAS eine zu strenge Forderung. Denn, wenn man „notwendig“ als das faßt, „*was unter den gegebenen Bedingungen nicht anders sein kann, als es ist*“, so muß man feststellen, daß viele Kausalzusammenhänge (s. Beispielsatz C in Abschn. 11.2) zumindest phänomenologisch ein Element des Zufälligen enthalten. Ein eventuell vorhandener notwendiger innerer Zusammenhang ist in diesen Fällen meist weder praktisch entscheidbar noch aus der sprachlichen Beschreibung der Beziehung erschließbar. Aus diesem Grund fordern einige Autoren (z.B. [197]) nur, daß bei einer behaupteten Relation (A **CAUS** B) die bedingte Wahrscheinlichkeit  $P(B|A)$  größer sein muß als die apriorische Wahrscheinlichkeit  $P(B)$ , wobei vorausgesetzt wird, daß  $P(A) > 0$  gilt. Damit wird gleichzeitig ein enger Zusammenhang zwischen kausalem Schließen und probabilistischem Schließen hergestellt [180]. Diese Art von Schließen stützt sich ganz wesentlich auf das **Bayes-Theorem**, in das die oben angeführten bedingten Wahrscheinlichkeiten für kausal verknüpfte Ereignisse A und B eingehen (s. hierzu [180], [197]):

$$\bullet P(B|A) = \frac{P(A|B)P(B)}{P(A)} \quad (78)$$

Leider sind diese (theoretisch sehr gut ausgebauten) Formalismen für das Schließen in einem FAS nur eingeschränkt verwendbar, da – abgesehen von engen Anwendungsbereichen – die benötigten Wahrscheinlichkeiten (oder auch nur Abschätzungen dafür) i.a. nicht zur Verfügung stehen. Epistemologisch bedenklicher ist aber die Tatsache, daß mit dieser Auffassung rein korrelative Zusammenhänge, die nur statistisch belegt werden können, in den Rang von Kausalitäten erhoben werden.

Im Bereich der Kausalbeziehungen (im philosophischen Sinne) besteht ein Spannungsfeld zwischen mindestens drei grundlegenden Begriffen, die Gegenstand intensiver philosophischer Auseinandersetzungen sind, nämlich **Kausalität – Determinismus – Willensfreiheit** (s. hierzu [213], [217], [200]). Diese Problematik ist insbesondere durch die moderne Physik (und hier wiederum durch die Quantentheorie) verschärft worden. Es ist hier nicht der Rahmen, auf diese Diskussionen näher einzugehen. Für die Semantik der natürlichen Sprache – so für die Selektionsbeschränkungen, für die Antwortfindung auf Fragen, für das Hintergrundwissen beim Sprachverstehen – spielt das angesprochene Spannungsfeld aber durchaus eine Rolle. Denn man kann streng kausale Zusammenhänge mit ihren deterministischen Eigenschaften, wie sie z.B. in der klassischen Physik angenommen wurden (Relation: **CAUS**, Bereich B in Abb. 11.6), zwar „wissen“, „ignorieren“, aber nicht „ändern“, „aufheben“ usw. Das Gleiche gilt übrigens auch für die logischen Zusammenhänge (ausgedrückt durch die Relation: **IMPL**, Bereich B in Abb. 11.6). Es ist aber durchaus denkbar, daß sich Kausalzusammenhänge auf ökonomischem oder gesellschaftlichem Gebiet (Bereich C in Abb. 11.6) „verändern“ oder „umgehen“ lassen. Das letztgenannte trifft erst recht auf die allgemeinen Begründungszusammenhänge (Relation: **JUST**, Bereich D in Abb. 11.6) zu.

Bereits in [138] wurde darauf hingewiesen, daß die einfache Verknüpfung zweier singulärer Sachverhalte  $sv_1$  und  $sv_2$  zu einer Kausalbeziehung ( $sv_1$  **CAUS**  $sv_2$ ) den realen Gegebenheiten genau genommen nicht gerecht wird. Tatsächlich hat man es in Wirklichkeit meist mit einem ganzen Komplex von „positiven“ und „negativen“ Bedingungen zu tun, die eine Wirkung hervorbringen, von denen aber der Mensch nur eine hervorhebt, wenn er eine Kausalbeziehung postuliert.<sup>21</sup>

Man kann dies so ausdrücken, daß zwar die Bedingungskonstellationen ( $B_1$  und  $B_2$  und ...  $B_n$ ) oder die Konstellation ( $C_1$  und  $C_2$  und ...  $C_m$ ) jede für sich regelmäßig die Wirkung  $W$  hervorrufen (also jede Konstellation für sich hinreichend ist), formal:

$$\bullet (B_1 \wedge B_2 \wedge \dots B_n) \vee (C_1 \wedge C_2 \wedge \dots C_m) \xrightarrow{CAUS} W \quad (79)$$

daß aber der Mensch nur z.B. ( $B_2 \xrightarrow{CAUS} W$ ) postuliert (mit  $\xrightarrow{CAUS}$  als Kausalbeziehung). Diese Heraushebung einer nach dem „gesunden Menschenverstand“

<sup>21</sup> So formuliert man zwar den Satz „Weil der Autofahrer die Zigarette achtlos wegwarf, entstand ein Waldbrand.“, unterdrückt aber dabei Sachverhalte wie „das Vorhandensein einer ausreichenden Luftzufuhr durch Wind“ (positive Bedingung) oder „das Fehlen von Feuchtigkeit“ (negative Bedingung) die ebenfalls für die Entstehung des Waldbrandes relevant sind.

besonders hervorstechenden Bedingung als „Gesamtursache“ bezeichnet man auch als **INUS-Bedingung**<sup>22</sup>.

Eine Besonderheit im Bereich der Kausalzusammenhänge (im grammatischen Sinn) stellen die **inkausalen Satzgefüge**<sup>23</sup> dar. Als typische Vertreter sind hier die „*obwohl*“-Gefüge anzusehen. Sie bilden das Pendant zu den in „*weil*“-Gefügen dargestellten Zusammenhängen.

„Sie geben Fälle an, in denen die normale, die zu erwartende Grund-Folge-Beziehung nicht verwirklicht wird.“ ([95])

Für die semantische Repräsentation dieser inkausalen Satzgefüge steht die Relation **CONC** zusammen mit den Relationen **CAUS**, **JUST** und **COND** zur Verfügung.

Beispiel (vgl. Abb. 11.7):

(11.13) „Obwohl die Baustelle gut abgesichert wurde, stürzte ein Fußgänger in den Graben.“

Zugrundeliegende Norm:  $\langle \text{Gute Absicherung einer Baustelle} \rangle \implies \langle \text{Kein Unfall} \rangle$ , diese ist mit **COND** darzustellen und in der Wissensbasis als Default-Annahme zu kennzeichnen (in Abb. 11.7 nicht mit eingetragen).

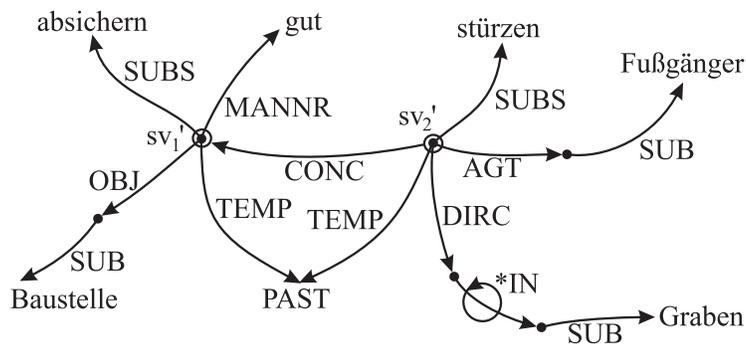


Abbildung 11.7. Die semantische Repräsentation inkausaler Gefüge

Ebenso wie bei den „*weil*“-Gefügen beschreiben die Teilsätze eines inkausalen Satzgefüges faktische Sachverhalte. Wie an dem Beispiel ersichtlich ist (das gilt übrigens auch für die „*weil*“-Gefüge) trägt die präsupponierte

<sup>22</sup> INUS – „insufficient, but non-redundant part of an unnecessary but sufficient condition“ [131]

<sup>23</sup> Der Begriff „inkausale Gefüge“ sowie der in Abschn. 11.2.3 verwendete Begriff „inkonditionale Gefüge“ wurde von Hermodsson geprägt.

Norm einen allgemeineren Charakter als die konkreten miteinander verknüpften Sachverhalte. Sie liegt also auf generischer Ebene und verbindet hypothetische Sachverhalte. Im Unterschied zu den „*weil*“-Gefügen wird diese Norm aber bei den „*obwohl*“-Gefügen in dem beschriebenen Sachverhalt negiert bzw. außer Kraft gesetzt.

Aus diesem Grunde sind im Bereich A in Abb. 11.6 keine „*obwohl*“-Gefüge als Pendant zu „*weil*“-Gefügen möglich (Der Satz: „*Obwohl des Dreieck gleichseitig ist, ist es nicht gleichwinklig.*“ ist semantisch widersprüchlich und damit nicht akzeptabel). Im Bereich B werden „*obwohl*“-Gefüge normalerweise ebenfalls als abweichend empfunden. Sie können aber u.U. ein Indiz dafür sein, daß Annahmen oder Randbedingungen, die bei der Aufstellung eines Naturgesetzes zugrundegelegt wurden, nicht erfüllt sind.

Beispiel:

(11.14) „*Obwohl der Gefrierpunkt unterschritten wurde, gefror das Wasser in dem Gefäß nicht.*“ (→ „unterkühlte Flüssigkeit“)

Bei sozialen oder ökonomischen Gesetzen, die ja oft nur statistischen Charakter tragen, kennzeichnen die durch „*obwohl*“-Fügungen beschriebenen Sachverhalte die zulässigen Ausnahmen von der Regel. In den übrigen Anwendungsbereichen der „*weil*“-Gefüge sind die jeweils korrespondierenden „*obwohl*“-Gefüge ohne Einschränkung akzeptabel. Auf jeden Fall bedeutet das Konstatieren der Relation (sv<sub>1</sub> **CONC** sv<sub>2</sub>), daß man vor dem Wissenshintergrund sv<sub>2</sub> gerade das Gegenteil von sv<sub>1</sub>, nämlich dessen Negation, erwartet hätte (wichtig für Fragebeantwortung bei: „*Was war angesichts von sv<sub>2</sub> zu erwarten?*“).

Als synonyme Fügungen zu den „*obwohl*“-Gefügen kommen Sätze mit den inkausalen Subjunktionen „*obschon*“, „*obgleich*“, „*obzwar*“, „*wenn - auch*“, „*wenngleich*“, „*trotzdem (daß)*“, subjunktionslose Satzgefüge mit „*auch*“ und „*doch*“ („*War er auch stark erkältet, kam er doch zur Arbeit.*“) sowie Satzverbindungen mit „*doch*“, „*dennoch*“, „*trotzdem*“ in Frage. Sie werden semantisch in gleicher Weise wie die „*obwohl*“-Gefüge mit Hilfe der Relation **CONC** und – was die im Hintergrund stehende Norm anbelangt – mit **COND** dargestellt.

Für die logische Behandlung kausaler Zusammenhänge gibt es verschiedene Vorgehensweisen, die überblicksweise in [52] mit den entsprechenden Zitaten zusammengestellt sind:

- Modallogische Ansätze, die auch kontrafaktische Zusammenhänge einbeziehen (Burks, Lewis),
- Erweiterungen einer Logik der notwendigen und hinreichenden Bedingungen (Mackie),

- Logiken der sich verzweigenden Zeit (Prior, Reichenbach),
- Probabilistische Ansätze (Suppes, Shafer).

Im Augenblick ist noch nicht entschieden, welche logische Formalisierung der intuitiven Ursache-Wirkungs-Beziehung am ehesten gerecht wird. Man muß konstatieren, daß sich die Kausalbeziehung selbst immer wieder einer befriedigenden Definition zu entziehen scheint<sup>24</sup>. So ist z.B. nicht ganz klar, was die im Punkt III eingangs postulierte Regelmäßigkeit, die Ursache und Wirkung miteinander verbindet, genau ausmacht. Sicher ist einerseits, daß zwei rein zufällig zusammen auftretende Ereignisse (wie die tägliche Einnahme des Frühstücks zu einer bestimmten Zeit und das regelmäßige Erklingen einer bestimmten Melodie im Radio zur selben Zeit) nicht in Kausalzusammenhang stehen. Eine rein statistisch untermauerte Korrelation zwischen zwei sich in bestimmter Weise wiederholenden Ereignissen (wie z.B. die Aufeinanderfolge von Tag und Nacht), begründet aber andererseits auch noch keine Kausalbeziehung. Da Tag und Nacht logische Verneinungen voneinander darstellen, ausdrückbar durch: (Tag **CONTR** Nacht), liegt hier trotz eines klaren korrelativen Zusammenhangs gerade keine Kausalbeziehung vor. Man kann allgemein konstatieren, daß analytische bzw. logische Zusammenhänge zwischen zwei Sachverhalten geradezu ein Ausschlußkriterium für Kausalität sind (s. Relation **IMPL**).

Eine in der Psychologie untersuchte Frage ist die nach der kognitiven Wahrnehmbarkeit der Kausalbeziehung. Hier sind besondere Teilaspekte der Kausalität untersucht worden, die auch eine Relevanz für die Wissensrepräsentation (ausgedrückt durch B- bzw. R-Axiome) besitzen.

- Kausalitäten im Bereich des menschlichen Handelns; diese sind mit Motivationen, Absichten und Zielen verknüpft.
- Kausalitäten im Bereich der mechanischen Prozesse (typisch hierfür sind Stoßvorgänge), bei denen Ursache und Wirkung als zeitlich und räumlich zusammenhängend wahrgenommen werden.

Piaget hat insbesondere darauf aufmerksam gemacht, daß der Kausalbegriff nichts Statisches ist, sondern im Verlaufe der Individualentwicklung ebenfalls eine Entwicklung durchläuft [149]. Auf diese Problemstellung kann hier nicht näher eingegangen werden (ein Überblick findet sich in [49]). In Multi-Net wird versucht, die Kausalbeziehung **CAUS** so zu modellieren, wie sie

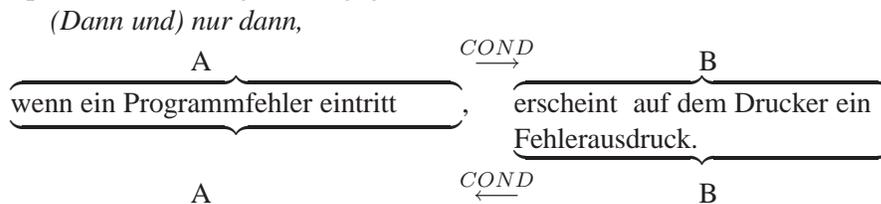
<sup>24</sup> Russell geht sogar so weit, die Kausalbeziehung überhaupt für eine Fiktion zu erklären, wenn er schreibt:

„The law of causality . . . is a relic of bygone age, surviving, like the monarchy, only because it is erroneously supposed to do no harm.“ [165]

im alltäglichen Sprachgebrauch verwendet wird, wobei es für die Axiomatisierung problematisch ist, daß man es in der natürlichen Sprache scheinbar mit mehreren verschiedenen Kausalrelationen zu tun hat. So sind Kausalitäten im mechanischen Bereich (oder allgemeiner im Geltungsbereich der klassischen Physik) mit **Determiniertheit** verknüpft, während Ursache-Wirkungs-Beziehungen im Bereich des willentlichen Handelns mit Konzepten wie **Intention**, **Ziel** aber auch **Vermeidbarkeit** verknüpft sind. Die letztgenannten Zusammenhänge gelten aber bereits im Bereich der agentiven Handlungen nicht mehr allgemein (vgl. „Weil Peter aus Versehen an den Tisch stieß, fielen alle Gläser um.“ – In diesem Vorgang ist Peter zwar Agent und seine Handlung ist Ursache, aber sie ist nicht mit einer Absicht (Intention) von Peter verbunden.).

### 11.2.3 Konditionale Beziehungen

Die **Konditionalbeziehung** ( $sv_1$  **COND**  $sv_2$ ) bringt zum Ausdruck, daß der nicht faktische Sachverhalt  $sv_1$  (Layer-Information [**FACT** = *hypo*]) **hinreichende Bedingung** für den Sachverhalt  $sv_2$  ist, d.h. die Realisierung bzw. das Gültigwerden des zunächst nur möglichen Sachverhaltes  $sv_1$  zieht zwangsläufig die Gültigkeit des (zunächst ebenfalls nur möglichen) Sachverhaltes  $sv_2$  nach sich.<sup>25</sup> Eine **notwendige Bedingung** A für einen Sachverhalt B ist dadurch charakterisiert, daß ohne ihre Gültigkeit die Gültigkeit des durch sie bedingten Sachverhaltes B unmöglich ist. Die notwendige Bedingung wird im Vergleich zur hinreichenden Bedingung durch eine Konditionalbeziehung in umgekehrter Richtung beschrieben: (B **COND** A). Als Beispiel für die Beschreibung einer notwendigen und hinreichenden Bedingung in natürlicher Sprache soll das folgende angegeben werden:



Dafür, daß die Konditionalbeziehung nicht auf die materiale Implikation der Aussagenlogik reduziert werden kann, gelten die gleichen Gründe wie für

<sup>25</sup> Auch dies ist ähnlich wie bei den in Abschn. 11.2.2 erwähnten INUS-Bedingungen eine Vereinfachung. Genau genommen ist der bewußt herausgehobene Sachverhalt  $sv_1$  nur zusammen mit einem ganzen Komplex von Voraussetzungen V „hinreichende“ Bedingung für  $sv_2$ . Nur wenn V hinreichend stabil, sozusagen stillschweigend im Hintergrund als gültig angenommen werden kann, ist  $sv_1$  als hinreichende Bedingung anzusehen (vgl. hierzu die Arbeit über eine **Defeasible logic** der Konditionalbeziehungen [3]).

die Folgerungsbeziehung (s. Abschn. 11.2); und zwar ist die Konditionalbeziehung ebenfalls nicht rein wahrheitsfunktional deutbar.

Auch die strikte Implikation  $\Box(p \rightarrow q)$  der modalen Logik ist keine adäquate Darstellung der **COND**-Beziehung, da erstere zum Ausdruck bringen würde, daß der Ausdruck  $p \rightarrow q$  „wahr in allen möglichen Welten“ sein muß. Die letztgenannte Wahrheitsbedingung ist aber für die Konditionalbeziehung **COND**, die höchstens gegenüber einer bestimmten Norm gelten muß oder willkürlich gesetzt sein kann, eine zu strenge Forderung. Analoges gilt – wie bereits bemerkt – auch für die Folgerungsbeziehung **IMPL**, die ebenfalls nicht mit der strikten Implikation der Modallogik identifiziert werden darf. Einen Überblick über die Logik der Konditionalbeziehungen gibt [75].

Die Konditionalbeziehungen können nach [189], S.294 folgende Herkunft haben:

- S1: empirische Untersuchungen; diese Konditionalbeziehungen werden vor dem Hintergrund von kausalen Zusammenhängen aufgestellt:  
*„Wenn man durch einen Leiter Strom schickt, bildet sich um diesen ein Magnetfeld.“*
- S2: aus der logischen Folgebeziehung:  
*„Wenn  $A \vee B$  gilt und  $\neg A$ , dann gilt auch  $B$ .“*
- S3: aus anderen konditionalen Aussagen mit Hilfe von Inferenzregeln (z.B. durch Ausnutzung der Transitivität der Implikationsbeziehung)
- S4: aus Definitionen; in diesem Fall werden Definitionen der Form  $A =_{def} B$ , in denen  $A$  und  $B$  Aussagen sind, in der Form ( $A$  **COND**  $B$ ) geschrieben  
*„Wenn Max Junggeselle ist, dann ist er auch nicht verheiratet.“*
- S5: durch Setzen von Postulaten; hier werden einfach Bedingungen gesetzt:  
*„Wenn die Klimaanlage ausfällt, sollte das Gerät abgeschaltet werden.“*

Fall S1 entspricht den Bereichen  $\tilde{B}$  und  $\tilde{C}$  in Abb. 11.6 und die Fälle S2 bzw. S4 dem Bereich  $\tilde{A}$ . Die Konditionalbeziehungen nach Fall S5 gehören zum Bereich  $\tilde{D}$ , wobei dieser Fall („willkürliches Setzen von Bedingungen“) im Alltagsgebrauch als besonders häufig anzusehen ist. Der Fall S3 kommt in jedem Bereich der Abb. 11.6 vor. Im Bereich  $\tilde{E}$  (kontrafaktische Aussagen) sind alle fünf obengenannten Herkunftsmöglichkeiten denkbar.

Wie aus dem Gesagten hervorgeht, besitzen die Anwendungsfälle der Folgerungsbeziehung im Bereich des Faktischen (s. Bereich  $A$  und  $B$  in Abb. 11.6) jeweils ein Pendant im Bereich des Möglichen (Bereiche  $\tilde{A}$  und  $\tilde{B}$ ). Das bedeutet, daß die Folgerungsbeziehung **IMPL** nicht nur eine Überlappung mit der Relation **REAS**, sondern auch mit der Relation **COND** aufweist. Dies steht auch im Einklang mit der Definition der Folgebeziehung **IMPL** (s. Teil II).

Dort wurde im Gegensatz zur Relation **REAS** bewußt keine Einschränkung der Argumente auf faktische Sachverhalte vorgenommen. In den Bereichen A und B (s. Abb. 11.6) haben wir es also mit Folgerungsbeziehungen zwischen realen Sachverhalten zu tun ( $sv'_1$  **IMPL**  $sv'_2$ ) und in den Bereichen  $\tilde{A}$  und  $\tilde{B}$  mit Folgerungsbeziehungen zwischen Pseudosachverhalten ( $\tilde{sv}_1$  **IMPL**  $\tilde{sv}_2$ ).

Abschließend eine Bemerkung zum Problem der automatischen Trennung der Relationen **COND**, **CAUS**, **IMPL** und **JUST** im Prozeß der syntaktisch-semanticen Analyse. In den Fällen, in denen es aufgrund einfacher heuristischer Regeln (s. Abschn. 11.2, Tab. 11.1) gelingt, bestimmten Oberflächenstrukturen möglichst spezielle Relationen zuzuordnen, sollten diese spezielleren Relationen auch eingesetzt und gegenüber der allgemeineren Relation bevorzugt werden (das betrifft vor allem **IMPL** bzw. **CAUS** gegenüber **REAS**). Dies ist sinnvoll, da sich aus den spezielleren Relationen mehr Zusammenhänge erschließen lassen, als aus den allgemeineren. So ist die **CAUS**-Relation mit den zeitlichen Beziehungen verknüpft, und die Relation **IMPL** mit einer dem **modus ponens** der Logik entsprechenden Schlußregel. Beides gilt für **REAS** nicht. Wenn eine Bedeutungsaufspaltung in speziellere Relationen nicht möglich ist, sollte mit der allgemeineren Relation **REAS** gearbeitet werden, deren Abgrenzung gegenüber **COND** bei weitem nicht so problematisch ist.

Wie bereits erwähnt, können die „weil“-Gefüge für den kausalen Bereich und die „wenn“-Gefüge für den konditionalen Bereich als repräsentativ angesehen werden. Wenn in diesem Abschnitt von „wenn“-Gefügen die Rede ist, so sollen dabei folgende spezielle Arten außer Betracht bleiben:

a) quasikonditionale „wenn“-Gefüge:

*„Ich habe das Buch verbrannt, wenn Du es unbedingt wissen willst.“*

(Der Nebensatz gibt **keine** Bedingung an, die die Gültigkeit des Hauptsatzes beeinflusst.)

b) temporale „wenn“-Gefüge:

*„Wenn die Prüfungen beendet sind, fahren wir in den Urlaub.“*

(Substitution des „wenn“ in temporalen Gefügen entweder durch „sobald“, „sooft“, „sowie“ oder „indem“ möglich.)

c) Thema-Rhema-Gefüge (auch Topik-Fokus-Gefüge):

*„Wenn man beide Arbeiten miteinander vergleicht, so sieht man, daß sie sich in wesentlichen Punkten unterscheiden.“*

Die unter a) und c) genannten Satzgefüge dürften für praxisrelevante Diskursbereiche eine untergeordnete Rolle spielen, während die Gruppe b) sehr häufig auftritt. Sie stellt ein echtes Problem für die Behandlung im FAS dar, da sie nicht mit Hilfe von **COND** semantisch dargestellt werden darf und noch

keine ausreichenden Kriterien existieren, die es gestatten, diese Beziehungen von konditionalen Beziehungen zu unterscheiden (was insbesondere der automatischen Sprachverarbeitung erhebliche Probleme bereitet). Auch das unter b) angedeutete Substitutionskriterium dürfte für die automatische Analyse nur schwer verwertbar sein.

Dem Vorgehen von Hermodsson in [95] folgend, soll zunächst auf die indikativischen „wenn“-Gefüge und die inkonditionalen Satzgefüge eingegangen werden. Die konjunktivischen „wenn“-Gefüge werden in Abschn. 11.3 gesondert behandelt.

**„Wenn“-Gefüge im Indikativ.** Die „wenn“-Gefüge besitzen die gleichen Anwendungsbereiche wie die „weil“-Gefüge, was sich schon darin ausdrückt, daß alle indikativischen „wenn“-Sätze auch mit „weil“ formulierbar sind. Zur Verdeutlichung des Unterschiedes zwischen diesen Arten von Satzgefügen ist in Tab. 11.3 ein schematischer Überblick über beide angegeben.

„weil“-Gefüge		„wenn“-Gefüge
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Tatsächlichkeit, Verknüpfung faktischer Sachverhalte</li> <li>– im Anwendungsbereich C (Abb. 11.6) ist das Präteritum die bevorzugte Zeit</li> <li>– Adverbialbestimmungen der Zeit sind typisch</li> </ul>	Faktizität $\Leftrightarrow$ verschieden	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Verknüpfung möglicher Sachverhalte</li> <li>– das Präsens ist die bevorzugte Zeit (oft mit futurischer Bedeutung)</li> <li>– Adverbien, die auf Vergangenheit deuten, fehlen weitgehend</li> </ul>

**Tabelle 11.3.** Vergleich von „weil“-Gefügen und „wenn“-Gefügen

Für die semantische Repräsentation der „wenn“-Gefüge im Indikativ stehen die Relation **COND** und die Layerinformationen zum Merkmal **FACT** zur Verfügung. Wichtig hinsichtlich der Unterscheidung von Kausalzusammenhängen ist die Verknüpfung sogenannter **Pseudosachverhalte**  $\tilde{sv}$  (mit [**FACT** = *hypo*]) im Falle von **COND** gegenüber der Verknüpfung realer/faktischer Sachverhalte  $sv'$  (mit [**FACT** = *real*]) bei Kausalbeziehungen.

Beispiel:

(11.15) „Wenn bei einem Unfall eine Person verletzt wird, muß die Polizei benachrichtigt werden.“

Für die Behandlung in einem Frage-Antwort-Spiel bedeutet die Behauptung der Relation ( $\tilde{sv}_1$  **COND**  $\tilde{sv}_2$ ), daß der Sprecher, der diese Beziehung behauptet, mit der Faktizität von  $sv_1$  auch die von  $sv_2$  akzeptieren muß. In einer etwas technischen Sprechweise könnte man sagen, daß das Zutreffen des

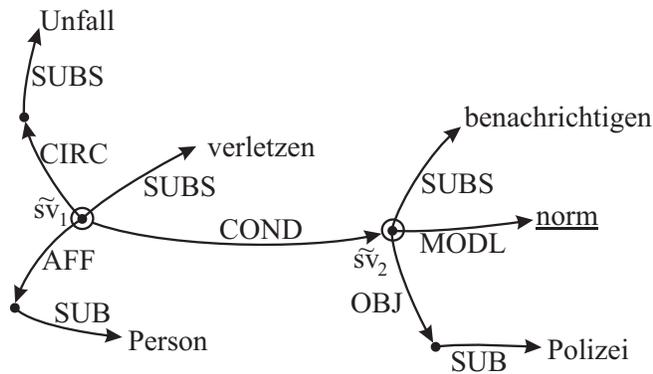


Abbildung 11.8. Semantische Repräsentation einer Konditionalbeziehung

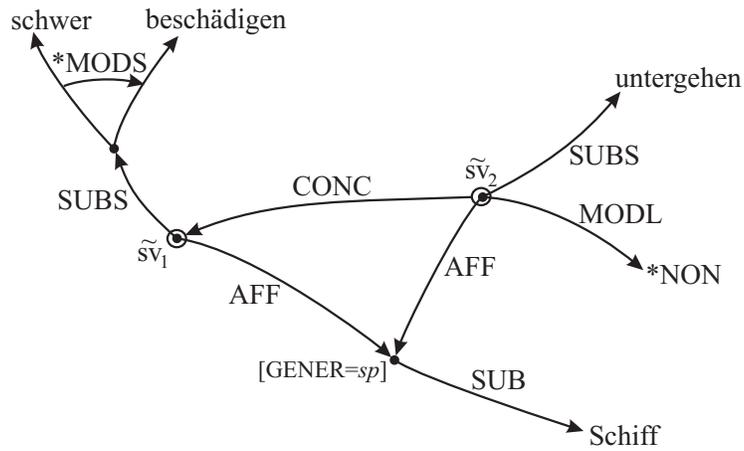
zweiten Sachverhaltes  $sv'_2$  (jetzt mit [**FACT** = *real*]) durch die Gültigkeit das ersten Sachverhaltes  $sv_1$  getriggert wird. So lange  $\tilde{sv}_1$  nur hypothetisch gesetzt ist, gilt wegen des semantisch restriktiven Charakters der Relation **COND** auch der zweite Sachverhalt  $\tilde{sv}_2$  nur hypothetisch. Bei einer Frage nach der Gültigkeit von  $sv_2$  ist in einem FAS die eingeschränkte Bejahung, etwa: „Ja, aber nur wenn  $sv_1$ .“, die adäquate Antwort. Die Beziehung zu den in der Logik untersuchten Eigenschaften der Konditionalbeziehungen wird im Anschluß an Abschn. 11.3 hergestellt. Hier sei nur noch vermerkt, daß die **COND**-Beziehung im Gegensatz etwa zu **CAUS** und **IMPL** nicht als transitiv charakterisiert werden kann. Aus „Wenn das Wetter schöner wird, geht Max angeln.“ und „Wenn Max angeln geht, zieht er sich warm an.“ folgt nicht „Wenn das Wetter schöner wird, zieht sich Max warm an.“.

Eine analoge Deutung wie die oben behandelten Konditionalgefüge erfahren die zu den „wenn“-Gefügen synonymen Fügungen. Hier sind vor allem die folgenden zu nennen: „falls“, „im Falle daß“, „insofern (als)“, „insoweit (als)“, „unter der Bedingung (Voraussetzung), daß“, „angenommen, daß“ u.a. Fügungen, die mit diesen Subjunktionen bzw. Ausdrücken aufgebaut werden, sind semantisch im wesentlichen in gleicher Weise wie die „wenn“-Gefüge zu behandeln (meist sind die Unterschiede nur stilistischer Art). Die ebenfalls in diesen Kontext gehörenden subjunktionslosen Satzgefüge der Art „Ist eine Person verletzt, muß die Polizei gerufen werden.“ und **Imperativ + Aussagesatz** („Komm her, und Du erhältst Deinen Anteil.“) dürften in praxisrelevanten Diskursbereichen eine untergeordnete Rolle spielen; sie sind analog zu den „wenn“-Gefügen zu deuten.

**Inkonditionale Satzgefüge.** In ähnlicher Weise, wie die „inkausalen Gefüge“ als Negierung bzw. Außerkräftsetzen einer normalerweise erwarteten Grund-

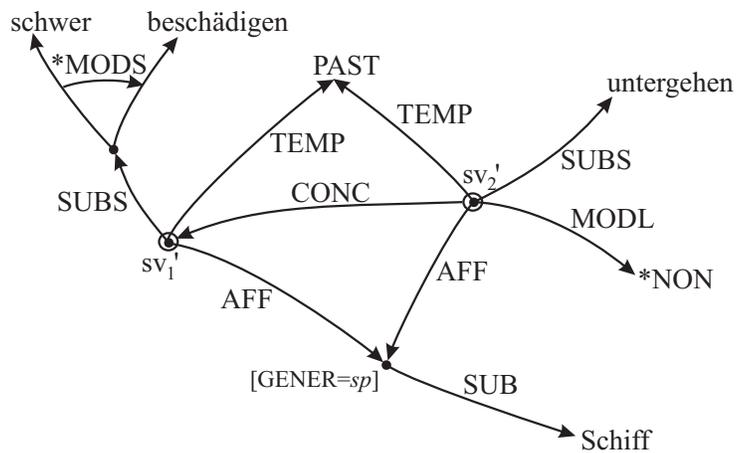
Beispiel a): Inkonditionale Beziehung

„{Auch wenn/selbst wenn/sogar wenn} das Schiff schwer beschädigt wird, geht es nicht unter.“



Beispiel b): Inkausale Beziehung

„{Obwohl/wenn auch} das Schiff schwer beschädigt wurde, ging es (doch) nicht unter.“



**Abbildung 11.9.** Semantische Repräsentation einer inkonditionalen Fügung und der dazu analogen inkausalen Fügung

Folge-Beziehung anzusehen ist, gibt es sogenannte **inkonditionale Satzgefüge**, die eine als normal anzusehende Konditionalbeziehung verneinen. Typisch für inkonditionale Gefüge sind die Subjunktionen „*auch wenn*“ und „*selbst wenn*“ und „*sogar wenn*“. Die erstere darf nicht mit der Subjunktion „*wenn auch*“ verwechselt werden. Während „*auch wenn*“ angenommene (hypothetische) Sachverhalte miteinander verbindet, bezieht sich „*wenn auch*“ auf gegebene (faktische) Sachverhalte ( $\rightarrow$  inkausale Gefüge).

Der Hauptunterschied zwischen inkausalen und inkonditionalen Aussagen besteht wiederum in der Faktizität der durch sie verknüpften Teilaussagen (und damit im Merkmal **FACT** der die Teilaussagen repräsentierenden Sachverhalte). Beide – sowohl die inkausalen als auch die inkonditionalen Satzgefüge – werden semantisch mit Hilfe der Relation **CONC** dargestellt. Bezüglich der bevorzugten Zeiten gilt jeweils das Gleiche wie für konditionale bzw. kausale Satzgefüge.

In Abb. 11.9 sind zum Vergleich die semantischen Repräsentationen je eines inkonditionalen (Beispiel a) und eines inkausalen Satzgefüges (Beispiel b) angegeben. Die Beispiele machen deutlich, welche Rolle die Unterscheidung von faktischen und nicht-faktischen Sachverhalten ( $sv'_1$  und  $sv'_2$  in Beispiel b) bzw.  $\widetilde{sv}_1$  und  $\widetilde{sv}_2$  in Beispiel a) für die semantische Deutung inkausaler bzw. inkonditionaler Satzgefüge spielt. Sie lassen ferner erkennen, daß die Ersetzung der Relation **CONC** durch **COND** in Fall a) und durch **CAUS** im Fall b) zu einer unzutreffenden semantischen Repräsentation führt (s. hierzu auch Abb. 11.7). Was in diesen inkonditionalen bzw. inkausalen Satzgefügen tatsächlich an Konditionalbeziehungen bzw. Kausalbeziehungen erschlossen werden kann, ist als Präsupposition zu betrachten. Diese bringen die als „normal“ anzusehende/erwartete Konditionalbeziehung bzw. Kausalbeziehung zum Ausdruck und können wie folgt charakterisiert werden.

Beispiel a) „normale“ (hier außer Kraft gesetzte) Konditionalbeziehung:  
 ⟨Schiff wird schwer be-  $\xrightarrow{COND}$  ⟨Schiff geht unter⟩  
 schädigt)

Beispiel b) b<sub>1</sub>) Präsupposition:  
 ⟨Schiff ist tatsächlich schwer beschädigt worden)
   
b<sub>2</sub>) „normale“ (hier außer Kraft gesetzte) Kausalbeziehung:  
 ⟨Schiff wird schwer be-  $\xrightarrow{CAUS}$  ⟨Schiff geht unter⟩  
 schädigt)

Die präsupponierten „normalen“ oder „erwarteten“ Konditionalbeziehungen bzw. Kausalbeziehungen werden gerade durch die inkonditionalen bzw. inkausalen Satzgefüge aufgehoben.

### 11.3 Kontrafaktische Zusammenhänge

Die „wenn“-Gefüge im Konjunktiv beschreiben **kontrafaktische Zusammenhänge** (engl.: **Counterfactuals**). Sie werden so genannt, weil der Konjunktiv II im Konditionalgefüge lediglich ein vorgestelltes (kein faktisches) Geschehen bezeichnet. Ob die Verwirklichung möglich, zweifelhaft, unwahrscheinlich oder unmöglich ist, hängt vom Sinnzusammenhang ab (s. hierzu [56], S. 9 ff). Der Konjunktiv II im Konditionalgefüge kann auch ein noch ausstehendes (futurisches) Geschehen bezeichnen. Er kann mit „würde“, „möchte“, „sollte“, „wollte“, „könnte“, „müßte“, „dürfte“ umschrieben werden.

Bei der Behandlung kontrafaktischer Zusammenhänge hat man zwei verschiedene Erscheinungen zu berücksichtigen.

Typ I „Wenn die Firma das Material gestern gekauft hätte, hätte sie einen Produktionsausfall vermieden.“ → Konjunktivisches Konditionalgefüge im Präteritum

Typ II „Wenn die Anlage ausfiel, würde das Gerät beschädigt werden.“ → Konjunktivisches Konditionalgefüge im Futur

Zur Illustration der semantischen Repräsentation von „wenn“-Gefügen im Konjunktiv sollen die in Abb. 11.10 und 11.11 angegebenen Darstellungen diskutiert werden, die hinreichend repräsentativ für diese Art von Satzgefügen sind.

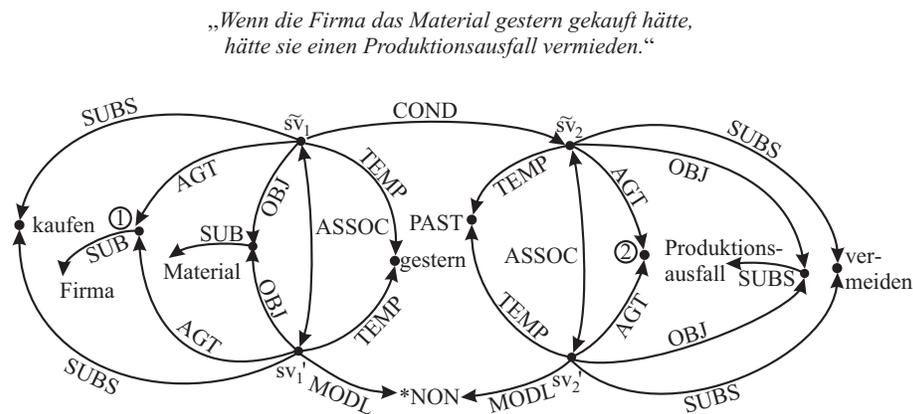


Abbildung 11.10. Konjunktivisches Konditionalgefüge im Präteritum

#### Typ I:

Wenn der Antezedent der Konditionalbeziehung (wie der 1. Teilsatz des „wenn“-

Gefüges in Abb. 11.10) im Präteritum steht, hat man es mit einem echt kontrafaktischen Zusammenhang zu tun. Das bedeutet, daß in der semantischen Repräsentation zwei Pseudosachverhalte  $\tilde{sv}_1$  und  $\tilde{sv}_2$ , die die Bedeutung des ersten bzw. des zweiten Teilsatzes repräsentieren, durch eine Konditionalbeziehung zu verknüpfen sind, wobei beide Pseudosachverhalte – zumindest von einer Vorvergangenheit aus gesehen – möglich waren. Ihre Faktizität ist aber in dem Konditionalsatz explizit durch den Konjunktiv verneint, weshalb beiden Pseudosachverhalten  $\tilde{sv}_1$  und  $\tilde{sv}_2$  je ein negierter faktischer Sachverhalt  $sv'_1$  bzw.  $sv'_2$  zu assoziieren ist, der in seiner semantischen Darstellung bis auf eine durch **MODL + \*NON** ausgedrückte zusätzliche Verneinung und die Layerinformation [**FACT** = *real*] mit  $\tilde{sv}_1$  bzw.  $\tilde{sv}_2$  übereinstimmt. Die Kontrafaktizität der Teilaussagen ist nicht als Präsupposition zu betrachten, sondern zum Aussageinhalt selbst zu rechnen, was in der semantischen Darstellung explizit (in Form der Sachverhalte  $sv'_1$  und  $sv'_2$ ) zum Ausdruck kommt.

„Wenn die Anlage ausfiele, würde das Gerät beschädigt werden.“

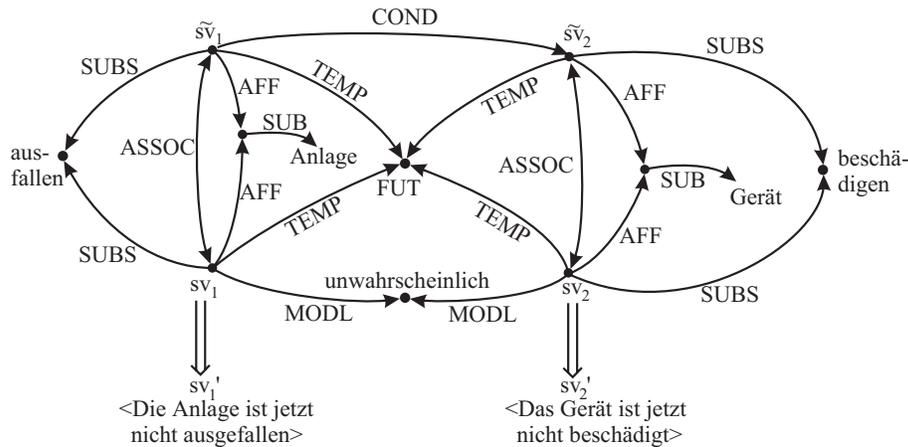


Abbildung 11.11. Konjunktives Konditionalgefüge im Futur

**Typ II:**

Bei Konditionalgefügen im Konjunktiv, die futurischen Charakter tragen (häufig ist hier die Umschreibung mit „würde“, „könnte“ usw.), kann nicht ohne weiteres auf die Kontrafaktizität der in den Teilsätzen beschriebenen Sachverhalte geschlossen werden.

Im Beispielsatz aus Abb. 11.11 kann man also nicht ausschließen, daß die An-

lage nicht doch ausfällt und damit das Gerät beschädigt wird. Man kann bestenfalls eine gewisse Unwahrscheinlichkeit für das Eintreten dieser Sachverhalte annehmen. Das ist in der semantischen Repräsentation durch die Sachverhalte  $sv_1$  und  $sv_2$  (die bis auf die Modalität und die Faktizitäts-Angabe mit  $\widetilde{sv}_1$  bzw.  $\widetilde{sv}_2$  übereinstimmen) ausgedrückt worden.

In vielen Fällen von Konditionalbeziehungen (so im Beispielsatz aus Abb. 11.11) läßt sich die Kontrafaktizität wenigstens für den Zeitpunkt des Sprechens annehmen (im Beispiel kann man annehmen, daß im Moment des Sprechens die Anlage nicht ausgefallen ist). Das gilt aber nicht immer, z.B. in dem Satz: „Wenn Peter morgen käme, würde er Gerda antreffen.“ ist nicht gesagt, daß Peter heute nicht kommt oder im Zeitpunkt des Sprechens nicht etwa gerade durch die Tür treten könnte usw. Hier liegen komplizierte zeitlich-modale Zusammenhänge vor, die noch genauer zu untersuchen sind. Das ist aber für ein FAS (insbesondere in seiner technischen Realisierung als Frage-Antwort-System) insofern nicht so gravierend, weil bei Sätzen vom Typ II kein großer Informationsverlust eintritt, wenn sie wie Konditionalgefüge im Indikativ behandelt werden (d.h. der Satz b) kann annähernd wie der Satz „Wenn die Anlage ausfällt, wird des Gerät beschädigt.“ interpretiert werden).

Bezüglich der logischen Behandlung von Konditionalbeziehungen (sei es indikativischer oder konjunktivischer) gibt es eine reichhaltige Literatur, einen Überblick hierzu vermittelt [43]. In der Einleitung dieses Buches werden fünf Arten von Konditionalbeziehungen unterschieden, die sich z.T. mit den in Abschn. 11.2.3 zitierten decken, aber unter logischen Blickwinkel auch andere Aspekte (wie Handlungen) ins Spiel bringen:

C1: kausal begründete

Schema: „If A then causally B.“

Beispiel: „Wenn Strom durch den Leiter fließt, bildet sich ein Magnetfeld aus.“

C2: konditionierte Handlungen

Schema: „If A then B is obtained.“

Beispiel: „Wenn Du hungrig bist, ißt du eine Pizza.“

C3: konditionierte Verpflichtungen

Schema: „If A then B should be the case.“

Beispiel: „Wenn er bankrott ist, muß er den Laden verkaufen.“

C4: generische Bedingungen

Schema: „If A then normally B.“

Beispiel: „Wer Aktien besitzt, ist (normalerweise) wohlhabend.“

C5: kontrafaktische Zusammenhänge

Schema: „If it were the case that A then it would be the case that B.“

Beispiel: „Wenn es klare Steuergesetze gäbe, hätten wir weniger Steuerbeiträge.“

Als Methoden zur logischen Behandlung konditionaler Beziehungen (oder von „conditionals“, wie sie im Englischen genannt werden) der Art (A **COND** B), lassen sich drei hervorheben [74]:

- die Ableitbarkeitstheorie

Die Aussage „Wenn A, dann B.“ ist genau dann wahr, wenn B aus A zusammen mit einer generellen Gesetzmäßigkeit (Hintergrundwissen) H ableitbar ist;

$A, H \vdash B$  (mit  $\vdash$  als Ableitungsrelation der Logik)

- Welt-Auswahl-Methode

Sei  $W_0$  die reale (aktuelle) Welt und sei  $f(W_0, A)$  eine Menge von möglichen Welten, die sich nur geringfügig von  $W_0$  unterscheiden und in denen A gilt. Dann ist „Wenn A, dann B.“ wahr in  $W_0$ , wenn B in allen Welten  $W_i \in f(W_0, A)$  gilt.<sup>26</sup>

- Belief-Revision<sup>27</sup>

Sei G eine Menge von Beliefs, die inkonsistent mit A ist. Die Revision G unter Einschluß von A (Symbolik:  $G \otimes A$ ) erhält man, indem man  $\neg A$  aus G entfernt, dann A hinzufügt und die Hülle der logischen Ableitungsoperation über dem so erhaltenen Ergebnis berechnet.

Die Aussage „Wenn A, dann B.“ wird von G gestützt, wenn  $B \in G \otimes A$ .

## 11.4 Kontextuelle Restriktionen und situative Einbettung

Die Konditionalbeziehungen besitzen eine Verwandtschaft mit den kontextuellen Einschränkungen, die mit Hilfe der Relation **CTXT** dargestellt werden. Eine Relation ( $sv_2$  **CTXT** o), die den Sachverhalt  $sv_2$  in seiner Gültigkeit auf den Kontext o einschränkt, kann als „Kurzdarstellung“ eines Konditionalgefüges ( $sv_1$  **COND**  $sv_2$ ) aufgefaßt werden, wobei das Objekt o Bestandteil der semantischen Repräsentation der Bedingung  $sv_1$  ist, die von o abhängt.

Beispiel:

<sup>26</sup> Die verschiedenen Auffassungen dieser Version der Konditionallogik unterscheiden sich vor allem in der Interpretation der Funktion f (gibt es genau eine Welt in  $f(W_0, A)$  oder mehrere?).

<sup>27</sup> Unter **Beliefs** versteht man in der Modallogik und in der KI Annahmen bzw. Glaubensinhalte, die revidierbar sind und die Grundelemente eines Wissenssystems bilden.

(11.16) „Die Workstation ist völlig ausreichend ( $sv_2$ ) für diese Schule (o).“

kann sinngemäß paraphrasiert werden als:

„Die Workstation ist völlig ausreichend ( $sv_2$ ), wenn sie in dieser Schule eingesetzt wird  $sv_1(o)$ .“

Die in Abschn. 5.2.3 behandelte Relation **CIRC** dient ebenfalls zur Beschreibung des situativen Umfelds eines Sachverhaltes (einer Situation). Im Gegensatz zu den Relationen **CTXT** und **COND** wirkt sie aber nicht semantisch restriktiv.

Wenn also ein Sachverhalt  $sv_2$  durch eine Relation ( $sv_2$  **CIRC**  $sv_1$ ) spezifiziert wird, so hängt die Antwort auf eine Frage nach der Gültigkeit von  $sv_2$  nicht von  $sv_1$  ab. Demgegenüber wird in der Relation ( $sv_1$  **COND**  $sv_2$ ) die Faktizität von  $sv_2$  durch diejenige von  $sv_1$  bestimmt („getriggert“, s. Abschn. 11.2.3). Durch die Relation ( $sv_2$  **CTXT** o) wird demgegenüber die Gültigkeit von  $sv_2$  zwar auf den Kontext o eingeschränkt, es ist aber ebenso wie im Falle **CIRC** davon auszugehen, daß die Faktizität von  $sv_2$  mit [**FACT** = *real*] gegeben ist.

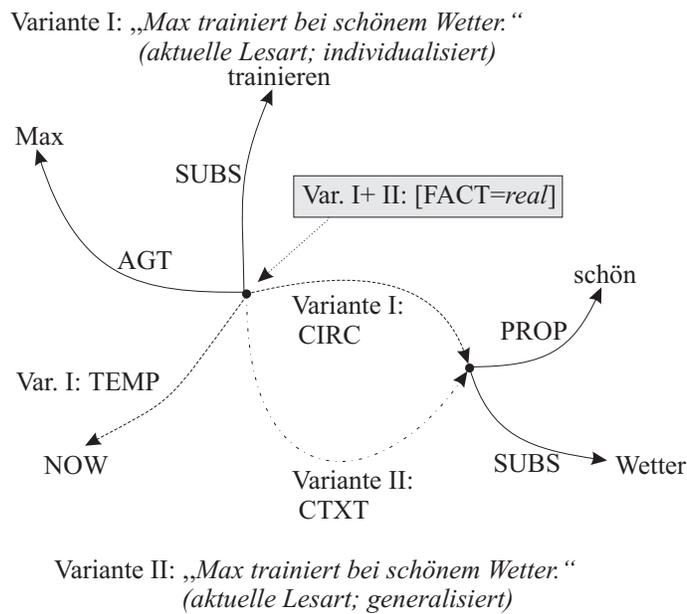


Abbildung 11.12. Kontextuelle Restriktionen und situative Einbettung

Zur Erläuterung betrachten wir nachstehenden Satz und seine möglichen Deutungen (s. Abb. 11.12 und 11.13). Beispiel:

(11.17) „Max trainiert bei schönem Wetter.“

Dieser Satz hat mehrere Deutungen:

Variante I: Max trainiert gerade jetzt. Die Tatsache, daß schönes Wetter ist, wird nur als Begleitumstand angegeben (aktuelle Lesart, individualisiert).

Um die entsprechende semantische Repräsentation zu erhalten, ist in Abb. 11.12 die strichpunktierte CTXT-Kante zu streichen. Der Sachverhalt bleibt wahr, wenn man den Begleitumstand (Relation CIRC) wegläßt.

Variante II: Max trainiert immer nur bei schönem Wetter. Das Training ist auf die Schönwetterperioden eingeschränkt (aktuelle Lesart, generalisiert).

Um die entsprechende semantische Repräsentation zu erhalten, sind in Abb. 11.12 die gestrichelten CIRC- bzw. TEMP-Kanten zu streichen. Der Sachverhalt verliert seine Gültigkeit, wenn man die kontextuelle Einschränkung (Relation CTXT) wegläßt.

Variante III: Wenn schönes Wetter ist, trainiert Max. Für das Training ist eine Bedingung gesetzt, die u.U. nicht erfüllt wird (konditionale Lesart, Verbindung hypothetischer Sachverhalte). Die entsprechende semantische Repräsentation ist in Abb. 11.13 angegeben.

Diese verschiedenen Lesarten sind automatisch (aber auch für den Menschen) äußerst schwer zu disambiguieren, weshalb es sich anbietet, entsprechend (3) eine unterspezifizierte Relation CIRCOND einzuführen, die alle drei genannten Beziehungen CIRC, CTXT und COND umfaßt. Diese Relation ist, wenn keine weiteren Zusatzinformationen vorliegen, als semantisch restriktiv zu interpretieren. Das bedeutet, wenn  $(sv_1 \text{ CIRCOND } sv_2)$  spezifiziert ist und nach  $sv_1$  gefragt wird, ist im FAS als Antwort „Ja, aber i.a. nur wenn  $sv_2$ .“ auszugeben.

$$\bullet (sv_1 \text{ CIRCOND } sv_2) \leftrightarrow_{Def} (sv_1 \text{ CIRC } sv_2) \vee (sv_1 \text{ CTXT } sv_2) \vee (sv_2 \text{ COND } sv_1) \quad (80)$$

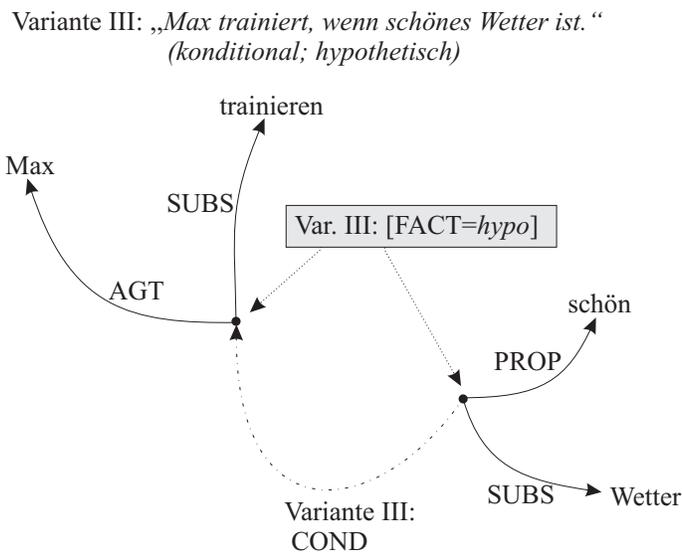


Abbildung 11.13. Situative Einbettung und Konditionalbeziehung

## 11.5 Beziehungen zur Rhetorical Structure Theory (RST)

Obwohl das Thema dieser Arbeit nicht die Text-konstituierenden Beziehungen im weitesten Sinne sind (diese wurden vor allem in der **Rhetorical Structure Theory**, abgekürzt: **RST**, untersucht [99], [135], [134]), ist es nur natürlich, daß ein organischer Übergang zwischen den in diesem Abschnitt untersuchten intersituativen Relationen und den in der RST diskutierten Beziehungen besteht. Daß ein solcher Zusammenhang existiert, ist schon deshalb zu erwarten, weil die hier diskutierten intersituativen Relationen für die Bedeutungsdarstellung beliebig komplexer Satzgefüge bzw. Satzverbindungen ausreichen. Ein solcher komplexer Satz kann aber auch in mehrere Sätze, d.h. in einen kleinen Text, aufgelöst werden, wodurch man bereits in den Bereich der Text-konstituierenden Beziehungen, also in eine Domäne der RST, gelangt.

Auf der einen Seite findet man in der RST Beziehungen, die sich auch in MultiNet in ähnlicher Weise (meist differenzierter ausgestaltet) wiederfinden: „*Circumstance*“ (↔ **CIRC**, **MANNR**, **CONC** u.a. in MultiNet); „*Cause/Result*“ (↔ **CAUS**, **RSLT**, **PURP** in MultiNet) oder „*General Condition*“ (↔ **COND**, **CTXT** in MultiNet) usw.

Auf der anderen Seite geht die RST über den Bereich der semantischen Relationen hinaus, indem sie auch die Intention des Sprechers in die Textre-

präsentation einbezieht. Typische Ausdrucksmittel hierfür sind Relationen, die Motivationen, Rechtfertigungen oder Bewertungen für das Gesagte beschreiben (s. hierzu [99]). Aber auch die in anderen Texttheorien (s. z.B. [67]) verwendeten Operatoren zur Beschreibung von Beliefs und Intentionen des Sprechers gehören nicht mehr zum Bereich der Semantik, sondern führen bereits in die Pragmatik und in die Theorie der illokutiven Akte [177], die nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit sind. Hier muß auf die zitierte Literatur verwiesen werden.

## Kapitel 12

# Lexikon und Wissensrepräsentation

### 12.1 Allgemeine Zusammenhänge

In automatischen Sprachverarbeitungssystemen wird das verfügbare Wissen über Wörter und Begriffe gewöhnlich in **Sprachwissen** (Computerlexikon) und **Weltwissen** (Wissensbasis i.e.S.) unterteilt. Diese Trennung trägt nach unserer Auffassung rein methodologischen Charakter, obwohl unstrittig ist, daß ein deutlicher Unterschied hinsichtlich der Relevanz beider Komponenten für den Sprachverstehensprozeß besteht. Es muß aber festgestellt werden, daß sich die Grenze zwischen beiden Wissensarten nicht scharf ziehen läßt.

Das „Sprachwissen“ umfaßt vereinfacht gesagt diejenigen Informationen, die bestimmen, wie Wörter im Prozeß der Sprachverarbeitung „funktionieren“, d.h. wie sie aufgrund ihrer morpho-syntaktischen Eigenschaften und ihrer Bedeutung mit anderen Wörtern zu grammatisch wohlgeformten Konstrukten (Phrasen, Sätzen oder Texten) kombiniert werden können. Diese Informationen werden in einem automatischen Sprachverarbeitungssystem – soweit sie das einzelne Wort betreffen – in das Computerlexikon eingetragen (lexikalisches Wissen, Wissen über die Sprache).<sup>1</sup> Die übrigen Informationen zu den Begriffen, die den Wörtern als Bedeutung zugrundeliegen, gehören zum Weltwissen (Wissen über die Welt und deren Aufbau). Da die Auffassungen darüber, was zum Sprachwissen oder zum Weltwissen gehört, auseinandergehen und auch von einem Grammatikparadigma zum anderen verschieden ist, sei ein Beispiel zur Erläuterung angeführt:

- Für den richtigen Gebrauch des Wortes „*Granit*“ ist es wichtig zu wissen, daß es einen konkreten Begriff und etwas Unbelebtes benennt. So kann man Phrasen bilden wie: „*den Granit sehen/betasten/sprengen*“ usw. aber nicht

---

<sup>1</sup> Die allgemeinen Regularitäten einer Sprache, die unabhängig vom einzelnen Wort sind, werden üblicherweise in der Grammatik zusammengefaßt. Man kann aber heute keine scharfe Trennung mehr zwischen lexikalischem und grammatikalischem Wissen ziehen. Vielmehr besteht eine Tendenz, immer mehr „grammatikalisches Wissen“ in das Lexikon hinein zu verlagern (sog. Lexikalisierung der Grammatik).

„den Granit belehren/konjugieren“ usw. Aus diesem Grunde werden semantische Merkmale wie konkretes/abstraktes Konzept oder belebt/unbelebt üblicherweise in das Lexikon integriert. Die Tatsache, daß Granit aus Feldspat, Quarz und Glimmer besteht, ist dagegen für die korrekte Verwendung des Wortes „Granit“ im Sprachgebrauch kaum relevant. Deshalb ist diese Information typisch für das Weltwissen.

Wie in Kap. 3 ausgeführt wurde, besteht zwischen Wörtern und Begriffen eine enge Beziehung, wobei die Begriffe kognitiv als die den Wörtern zugrundeliegenden Bedeutungen anzusehen sind. Leider gibt es aber in den natürlichen Sprachen keine eindeutige Beziehung zwischen Wörtern und Begriffen. Im Bereich der (lexikalischen) Mehrdeutigkeiten<sup>2</sup> sind vor allem zwei wichtige Phänomene zu nennen (auf die Bedeutungsmoleküle als dritte Erscheinung werden wir später eingehen, s. hierzu Abb. 12.4):

- **Homographie.** Hierunter wird die Erscheinung verstanden, daß Wörter mit verschiedenem morpho-syntaktischen Verhalten und verschiedener Bedeutung gleich geschrieben werden.<sup>3</sup>

Beispiele:

(12.1) „Bank“ - Geldinstitut (Plural: „Banken“), „Bank“ - Sitzgelegenheit (Plural: „Bänke“);

(12.2) „sein“ - Possessivpronomen, „sein“ - Hilfsverb;

- **Polysemie.** Die meisten Wörter der natürlichen Sprache(n) haben mehrere Bedeutungen. Die Erscheinung, daß ein Wort verschiedene Begriffe bezeichnen kann, aber in all diesen Bedeutungen gleiche morpho-syntaktische Eigenschaften besitzt, nennt man Polysemie. Die einem Wort zugrundeliegenden verschiedenen Bedeutungen bezeichnet man als **Lesarten** oder auch als **Sememe**.

Beispiele:

(12.3) „Zylinder“ - Kopfbedeckung, „Zylinder“ - Teil eines Motors;

(12.4) „lesen“ - ein Buch lesen, „lesen“ - Wein lesen

Wenn man diese Mehrdeutigkeiten von Wörtern in einem doppelten Indexierungssystem berücksichtigt, so kann man wie folgt zu einer eindeutigen Benennung der Lexeme kommen, die zu einem Grundwort gehören:

<sup>2</sup> Sie werden im Unterschied zu den grammatikalischen Mehrdeutigkeiten so genannt, weil sie ihren Ursprung im Wort haben.

<sup>3</sup> Es sei nur angemerkt, daß diese Definition von der in der Sprachwissenschaft verwendeten etwas abweicht. Dort wird bei Homographen verschiedene etymologische Herkunft verlangt. Für Zwecke der automatischen Sprachverarbeitung sowie für das menschliche Sprachverstehen (und übrigens auch für den praktisch arbeitenden Lexikographen) ist dieses Kriterium kaum brauchbar.

⟨Grundwort⟩.⟨Index für verschiedene Homographen⟩.⟨Index für Sememe⟩

Beispiel<sup>4</sup>:

- (12.5) face.1.1 - Vorderteil des Kopfes;
- (12.6) face.1.2 - Oberfläche („*face of the earth*“);
- (12.7) face.2.1 - einem Ereignis (mutig) entgegensehen;
- (12.8) face.2.2 - Karten mit Bild nach oben legen.

Mit dieser Indizierung läßt sich eine eineindeutige Beziehung zwischen Lexikoneintragungen (Lexemen) und lexikalisierten Begriffen im semantischen Netz (in der Wissensbasis) herstellen.<sup>5</sup>

Für die Beschreibung der semantischen Komponente des lexikalischen Wissens werden durch MultiNet folgende Darstellungsmittel bereitgestellt:

- **Sorten und Features** (s. Abschn. 3.2.1 und Abschn. 12.2) für die semantische Klassifizierung der Lexeme selbst und für die Charakterisierung derjenigen Konstituenten, die für die Sättigung von Valenzen dieser Lexeme in Frage kommen;
- **Layerinformationen** (s. Abschn. 3.2.2 und Abschn. 17.1 in Teil II) für den gleichen Zweck;
- die **lexikalischen Relationen** (s. Abb. 3.9, links oben) zur Herstellung von direkten Bezügen zwischen den Lexemen; diese dienen auch zur Unterscheidung von Lesarten;
- alle übrigen **Relationen** und **Funktionen** einschließlich der mit ihnen formulierten Bedeutungspostulate zur Einbindung der Lexeme in den Wissenshintergrund (s. Merkmal NET in den Abbildungen des nachfolgenden Abschnitts).

## 12.2 Die semantische Komponente eines Lexikons

Um den Zusammenhang zwischen Wissensrepräsentation und lexikalischen Informationen zu verdeutlichen, sollen einige typische Lexikoneintragungen diskutiert werden. Die Lexemspezifikationen sind zwar an einem konkreten Computerlexikon orientiert [176] und rechnergestützt mit einer speziellen Werkbank für den Computerlexikographen (s. Abschn. 14.4 und [175]) erstellt,

<sup>4</sup> Das Englische wurde gewählt, weil hier - wegen der häufig übereinstimmenden Schreibweise von Verben und Nomen - die Erscheinung der Homographie besonders ausgeprägt ist.

<sup>5</sup> Unter „lexikalisierten“ Begriffen verstehen wir Begriffe, die durch ein einzelnes Wort bezeichnet werden.

sie können aber völlig theorieneutral gelesen werden. Jeder Lexikoneintrag ist als Merkmals-Wert-Struktur (Engl.: **Feature structure**) beschrieben, wie sie in vielen Grammatikformalismen verwendet wird (vgl. z.B. [50] oder [151], [108]).

Der Aufbau einer solchen **Merkmals-Wert-Struktur** (kurz: M-W-Struktur) kann etwas verkürzt wie folgt charakterisiert werden<sup>6</sup>:

$$\begin{aligned}
 \langle \text{M-W-Struktur} \rangle & ::= [\langle \text{M-W-Paar} \rangle^*] | [ ] \\
 \langle \text{M-W-Paar} \rangle & ::= \langle \text{Merkmal} \rangle \langle \text{Wert} \rangle \\
 \langle \text{Wert} \rangle & ::= \langle \text{M-W-Struktur} \rangle | < \langle \text{M-W-Struktur} \rangle^* > | \\
 & \quad \{ \langle \text{M-W-Struktur} \rangle^* \} | \langle \text{atomarer Wert} \rangle
 \end{aligned} \tag{81}$$

Der wesentliche Unterschied zu anderen Lexikonauffassungen ist die Semantikorientierung, die sich sowohl in der Beschreibung der Selektionsbeschränkungen (Argumentstruktur bzw. Valenzen) der Lexeme ausdrückt (Merkmal SELECT) als auch in der semantischen Beschreibung des Lexems selbst (Merkmal SEM)<sup>7</sup>. Die Merkmalsstrukturen sind getypt (der für eine M-W-Struktur zutreffende Typ wird gelegentlich zur Hervorhebung links oben am Klammersymbol „[“ angeschrieben).

Von den in Abschn. 12.1 genannten Darstellungsmitteln zur Beschreibung der semantischen Komponente des lexikalischen Wissens sind allein die Feature-Informationen lexikonspezifisch, weshalb sie hier gesondert behandelt werden sollen. Sie gestatten es, sowohl für lexikographische Untersuchungen als auch für automatische Sprachverarbeitungen die Lexemspezifikationen hinreichend differenziert zu beschreiben. Es muß aber darauf hingewiesen werden, daß hierfür letztlich **kein** vorgefertigter Satz von Features oder „semantic markers“ (wie feindifferenziert auch immer) ausreicht. Beim Sprachverstehen spielen alle Schichten (Syntax, Semantik und Pragmatik) in ihrem komplizierten Wechselverhältnis zusammen, wobei sich insbesondere die Tiefe des semantischen Verstehens der in eine Sprachäußerung involvierten Konzepte nicht von vornherein bestimmen läßt. So gibt es zu jedem festen Repertoire von Sorten und Features Fälle, in denen gerade diese Darstellungsmittel zur

<sup>6</sup> Der „\*“ bezeichnet den Kleene-Operator, die geschweiften Klammern schließen Alternativen ein und die spitzen Klammern ’<’ bzw. ’>’ dienen der Aufzählung von Wertemengen. Merkmale und atomare Werte werden im Text erklärt.

<sup>7</sup> Das Merkmal MORPH spezifiziert das zum Lexem gehörige Grundwort (BASE) und die entsprechende Wurzel (ROOT); auf die Angabe von Flexionsmerkmalen wurde verzichtet. Unter dem Merkmal SYN werden die syntaktischen Eigenschaften spezifiziert. Diese sind bei nominalen Kategorien unter dem Agreement-Merkmal AGR als Kasus (CASE) und Genus (GEND) spezifiziert (der Numerus spielt als Kategorie im Lexikon eine untergeordnete Rolle). Bei Verben sind unter SYN der Verb-Typ (Vollverb **main** oder Hilfsverb **aux**), die Perfektbildung (mit „sein“ oder „haben“) ein eventuell vorhandenes abtrennbares Präfix (SEP-PREFIX) und die Control-Eigenschaft des Verbs (unter V-CONTROL) angegeben.

Beschreibung der Selektionsrestriktionen nicht ausreichen, wo also dann die volle Wissensrepräsentation zur Lexikonbeschreibung herangezogen werden muß.

Beispiele:

(12.9) miauen - **AGT** nur Katzen oder Katzenartige

(12.10) ticken - **CSTR** nur Objekte, die ein Uhrwerk als Teil enthalten

(letzteres wird mit **PARS** unter Merkmal **NET** spezifiziert)

(12.11) konjugieren - **AFF** nur für Verben zulässig

Trotz dieser Einschränkungen kommt kein Sprachverarbeitungssystem ohne solche Klassen von Sorten und Features aus, da die Einbeziehung des vollen Wissensbestandes in die automatische Sprachverarbeitung bisher noch nicht gelungen ist. Die in dem auf MultiNet aufbauenden Lexikonkonzept COLEX verwendeten Features [176], sind in Tab. 12.1 angegeben und sollen nachstehend kurz erläutert werden (Definitionen nach [175]).<sup>8</sup> Diese Lexikonkonzeption wird im Nachfolgesystem HaGenLex fortgeführt und weiterentwickelt.

Name	Bedeutung	Beispiele für Wert	
		+	-
<b>ANIMAL</b>	Tier	Fuchs	Mensch
<b>ANIMATE</b>	belebt	Baum	Stein
<b>ARTIF</b>	Artefakt	Haus	Baum
<b>AXIAL</b>	axial	Stift	Kugel
<b>GEOGR</b>	geographisches Objekt	Alpen	Tisch
<b>HUMAN</b>	Mensch	Frau	Affe
<b>INFO</b>	Information(sträger)	Buch	Gras
<b>INSTIT</b>	Institution	UNO	Apfel
<b>INSTRU</b>	Instrument	Hammer	Berg
<b>LEGP</b>	juristische Person	Firma	Tier
<b>MENTAL</b>	mental	Freude	Stille
<b>METHOD</b>	Methode	Verfahren	Buch
<b>MOVABLE</b>	beweglich	Auto	Wald
<b>POTAG</b>	potentieller Agent	Motor	Plakat
<b>SPATIAL</b>	räumlich	Tisch	Idee
<b>THCONC</b>	theoretisches Konzept	Mathematik	Freude

**Tabelle 12.1.** Features zur semantischen Feincharakterisierung von Objekten [175]

<sup>8</sup> Die semantischen Features haben die Werte „+“, wenn die zugehörige Merkmalscharakterisierung zutrifft, bzw. „-“, wenn sie nicht zutrifft. In den Beschreibungen ist der Kürze wegen nur der positive Wert erläutert

- ANIMAL** kennzeichnet Tiere i.e.S., wobei Menschen nicht als Tiere betrachtet werden. Dieser Unterschied ist z.B. für die Subkategorisierungsanforderungen von Verben relevant, die menschliche gegen tierische Tätigkeiten abgrenzen: **essen** vs. **fressen**, **sterben** vs. **verenden** usw.
- ANIMATE** markiert Lebewesen, d.h. Menschen, Tiere und Pflanzen. Nur Belebtes kann z.B. **erkranken**, **sterben** oder **(sich fortpflanzen)**.
- ARTIF** steht für Artefakte wie **Auto** oder **Haus**. Diese Entitäten können im Gegensatz zu solchen natürlichen Ursprungs z.B. **repariert** oder **erneuert** werden.
- AXIAL** stellt den Besitz einer Achse fest. Entitäten mit [**AXIAL** +] lassen sich **stellen**, können **umfallen** usw.
- GEOGR** kennzeichnet geographische Bezeichnungen wie **Alpen**, **Paris**, **Frankreich** oder **Äquator**. Dieses Feature unterstützt z.B. die Analyse bei der Disambiguierung von Präpositionen, um lokale Interpretationen zu ermitteln bzw. auszuschließen.
- HUMAN** kennzeichnet Menschen. Das Feature ist u.a. für die Subkategorisierungsanforderungen von Tätigkeiten relevant, die nur von Menschen ausgeführt werden, wie **komponieren** oder **erklären**, aber auch für die Spezifikation der Kompatibilität bestimmter Eigenschaften, wie **gütig** oder **gläubig**, mit passenden Objekten.
- INFO** markiert sowohl (abstrakte) Informationen, wie **Nachricht**, **Vortrag**, **Aufführung**, als auch (konkrete) Informationsträger wie **Zeitung**, **Tonband**, **Film(rolle)**. Entsprechende Nomen besitzen ein optionales Komplement, das die Relation **MCONT** (geistiger Gehalt) ausdrückt. Meist bezeichnen sie auf semantischer Ebene Bedeutungsmoleküle (s. Abb. 12.4), deren Bedeutungsspektrum konkrete und abstrakte Facetten umfaßt.
- INSTIT** identifiziert Institutionen, wie z.B. **Universität** oder **Gericht**. Natürlichsprachliche Bezeichnungen für Institutionen bilden semantisch ebenfalls Moleküle. Das Feature **INSTIT** charakterisiert dabei die Facette der (abstrakten) Institution, die als Handlungsträger in Frage kommt, wie im Satz „Das Gericht *verurteilt den Angeklagten zu drei Jahren Haft.*“.
- INSTRU** kennzeichnet potentielle Instrumente wie **Hammer**, **Violine** oder **Waage**; dieses Feature unterstützt - ähnlich wie **GEOGR** bei geographischen Bezeichnungen - die Präpositionsdeutung.
- LEGP** umfaßt alle juristischen Personen. Dies sind Institutionen und bestimmte Gruppen von Menschen (aber z.B. keine Babies). Beide können **verhandeln**, **mahnen**, **raten**.
- MENTAL** markiert im Gegensatz zu **THCONC** abstrakte geistige Zustände und Vorgänge wie **Freude**, **Angst** oder **Wut**, die sich **empfinden** lassen.

METHOD markiert als Entsprechung zu **INSTRU** bei den Abstrakta Methoden wie Pasteurisierung, Gefriertrocknung oder Räuchern.

MOVABLE kennzeichnet Bewegliches. Hierunter fällt alles, was sich einer Ortsveränderung unterziehen läßt. Diese Entitäten kommen als mögliches Objekt für Transportvorgänge in Frage, die durch Verben wie bewegen, hochheben, liefern, wegschaffen, tragen bezeichnet werden.

POTAG charakterisiert potentielle Agenten. Diese Entitäten besitzen eine „innere Kraft“, die es ihnen ermöglicht, Handlungen zu vollziehen. Potentielle Agenten müssen nicht notwendigerweise belebt sein. Neben Lebewesen und Institutionen kommen auch der Wind, ein Motor oder ein Autopilot als Handlungsträger in Frage, nicht aber z.B. ein Stein, ein Haus oder ein Verkehrsschild<sup>9</sup>.

SPATIAL charakterisiert Objekte mit räumlicher Ausdehnung. Diese eignen sich zum Sehen, Anfassen.

THCONC steht bei theoretischen Konzepten wie Linguistik oder Idempotenz. Diese lassen sich definieren, erklären.

Zwischen den Features und den Sorten bestehen regelhafte Zusammenhänge, die in einem vererbungsbasierten Lexikon [175], [78] in Typhierarchien verankert sind und ausgenutzt werden können, um alle zulässigen Kombinationen von Sorten und Featurewerten zu erhalten (s. hierzu Teil II, Abb. 17.2).

Ein Ausschnitt der Abhängigkeiten, die zwischen Werten von semantischen Features bestehen, ist in Abb. 17.2 dargestellt. Menschen [**HUMAN** +] und Tiere [**ANIMAL** +] sind z.B. immer auch als belebt markiert [**ANIMATE** +]. Alles Belebte ist natürlichen Ursprungs, gekennzeichnet durch [**ARTIF** -]. Darüber hinaus stellen Menschen i.a. juristische Personen [**LEGP** +] dar (was allerdings eine vereinfachende Annahme ist, s. das Beispiel „Babies“ oben). Dies haben sie mit Institutionen [**INSTIT** +] gemeinsam. Juristische Personen und alle Lebewesen (auch Tiere) sind als potentielle Agenten [**POTAG** +] anzusehen. Menschen und Tiere sind wiederum beweglich [**MOVABLE** +] usw. Darüber hinaus gibt es weitere Abhängigkeiten, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann (s. hierzu [175]).

<sup>9</sup> Letzteres kann zwar auch, wie in dem Satz „Das *Verkehrsschild* veranlaßte ihn zu einer *Vollbremsung*.“, eine Handlung auslösen. Dies ist jedoch nicht mit einer Aktivität des Verkehrsschildes verbunden (→ **CSTR**, nicht **AGT**). Dem Feature **POTAG** kommt eine besondere Bedeutung zu, weil es zur Charakterisierung möglicher Handlungsträger dient.

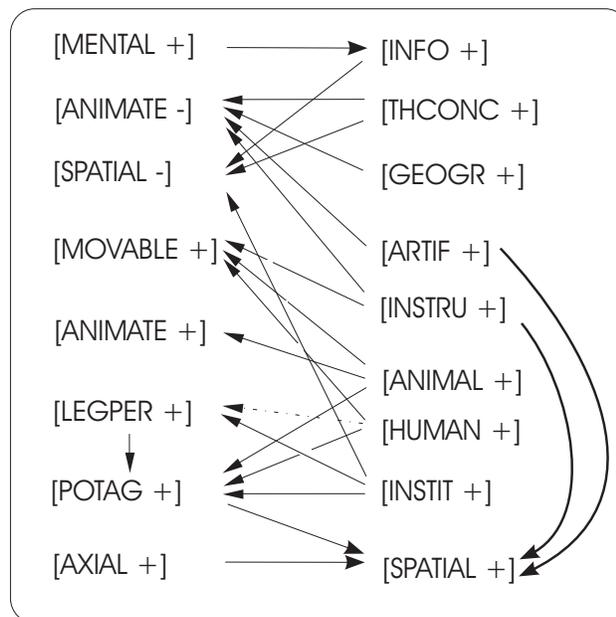


Abbildung 12.1. Typische Abhängigkeiten zwischen den Werten der semantischen Features

Wir wollen uns in der Diskussion auf die semantischen Merkmale beschränken und als typische Beispiele zwei Lesarten des Verbs „schicken“ erörtern, deren Spezifikationen in Abb. 12.2 und 12.3 angegeben sind.<sup>10</sup> Zur Vereinfachung wird die semantische Charakterisierung von Argumentstellen (so z.B. Merkmal SEM unter ...|SELECT|SEL|SEMSEL) teilweise weggelassen, wenn sie sich aus der Signatur der entsprechenden Tiefenkasusrollen (K-Rollen) ergibt.

Das Lexem *schicken.1.1* charakterisiert eine nichtmentale Transport-Handlung [**SORT** = *da*] und [**MENTAL**-] die als Synonym von *zusenden* aufgefaßt werden kann (dargestellt unter dem Merkmal **NET**). Das Layer-Merkmal **LAY** ist gegenüber anderen Situationen nicht weiter eingegrenzt und erhält seinen endgültigen Wert durch Vererbung (s. [78]). *schicken.1.1* fordert drei jeweils durch K-Rollen charakterisierte Argumente, von denen das erste und das dritte obligatorisch und das zweite fakultativ sind:

<sup>10</sup> Es ist nicht Aufgabe der Wissensrepräsentation, zu entscheiden, ob zwei verschiedene Lesarten getrennt werden müssen oder nicht (tatsächlich werden die zwei behandelten Sememe *schicken.1.1* und *schicken.1.2* in [215] zu einer Lesart zusammengefaßt). Es kommt hier vielmehr darauf an, daß der Lexikograph - wenn er sich für eine Trennung von Lexemen entscheidet - die Ausdrucksmittel für ihre Unterscheidung vorfindet.

		<b>schicken.1.1</b>	
MORPH		[BASE "schicken"] [ROOT "schick"]	
SYN		[v-syn V-TYPE main PERF-AUX haben SEP-PREFIX "" V-CONTROL nocontr]	
SEM		[sem ENTITY [SORT da MENTAL -] NET ((* SYNO zusenden.1.1) ^ (* SUBS transportieren.1.1)) LAY si-lay C-ID "schicken.1.1" DOMAIN general]	
SEMSEL		[select-element REL (AGT) OBLIG + SEL [SYN [np-syn CAT np AGR [CASE nom]]] SEMSEL [SEM [ENTITY [SORT d LEGPOR +]]]]]	
SELECT		[select-element REL (ORNT) OBLIG - SEL [SYN { [np-syn CAT np AGR [CASE dat]] [pp-syn P-POS pre P-CASE acc P-FORM "an"] }]]]	
		[select-element REL (OBJ) OBLIG + SEL [SYN [np-syn CAT np AGR [CASE acc]]]]]	
COMPAT-R		(dircl goal instr meth origl purp sourc via)	
EXAMPLE		"(Peter) (schickt) (der Freundin) (ein Paket)."	

Abbildung 12.2. Lexikonspezifikation für das Wort „schicken“ in der Bedeutung „zusenden“

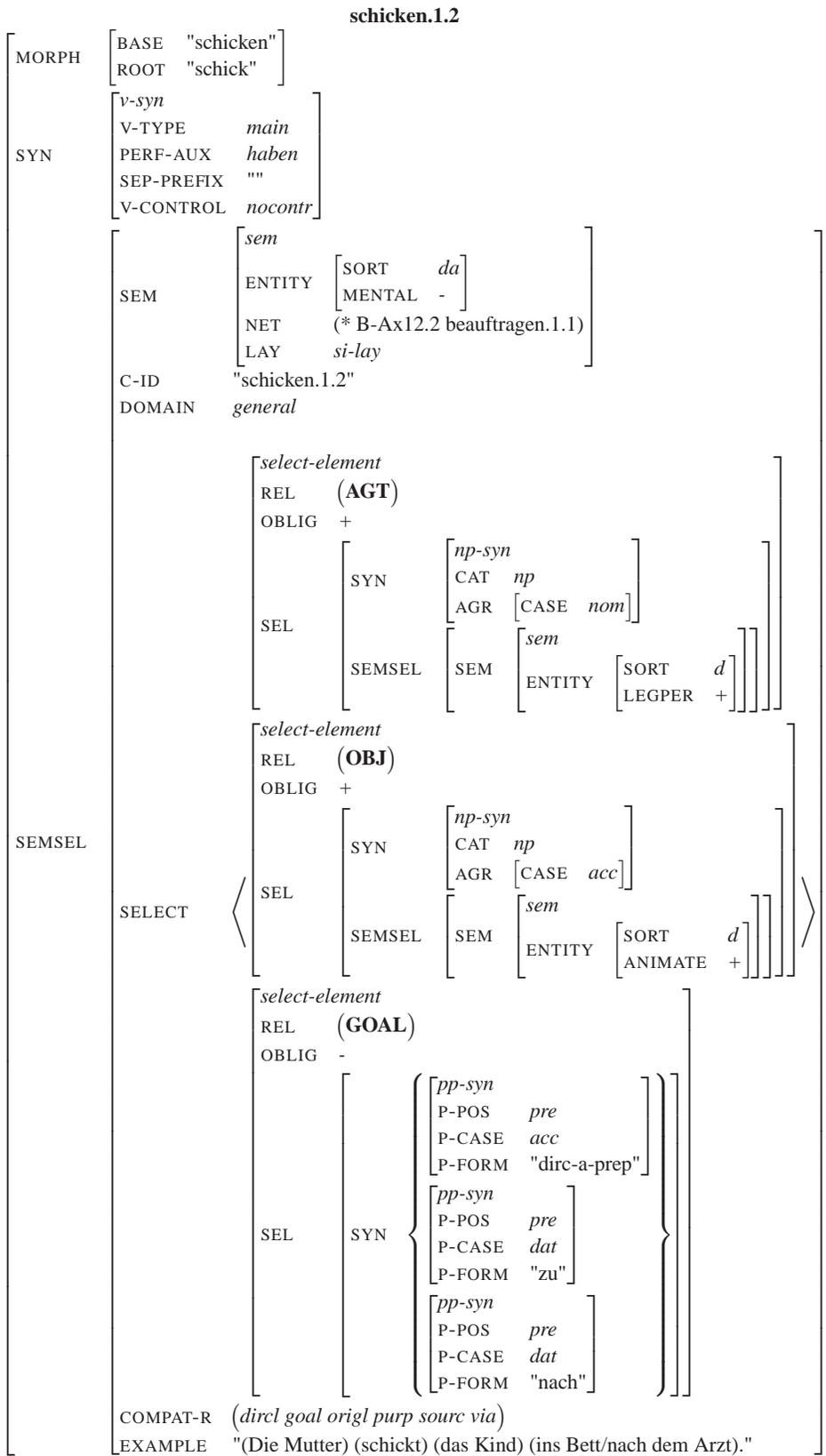


Abbildung 12.3. Lexikonspezifikation für das Wort „schicken“ in der Bedeutung „jemanden beauftragen zu gehen“

- **AGT** - eine Nominalphrase im Nominativ, die semantisch von der Sorte *d* mit dem Feature-Wert [**LEGP**ER +] sein muß;
- **ORNT** - eine Nominalphrase im Dativ oder eine Präpositionalphrase mit „an“, deren NP semantisch entsprechend der Signatur von **ORNT** von der Sorte *o* sein muß („etwas an den Freund/an die Konferenz schicken“);
- **OBJ** - eine Nominalphrase im Akkusativ, die semantisch ein Objekt bezeichnet.

Das Merkmal COMPAT-R gibt die Relationen an, mit denen schicken.1.1 semantisch kompatibel ist. Im Gegensatz zu schicken.1.2 ist schicken.1.1 z.B. mit **INSTR** oder **METH** kompatibel („mit der Post schicken“).

Das Lexem schicken.1.2 charakterisiert ebenfalls eine nichtmentale Handlung [**SO**RT = *da*] und [**MENTAL**-]. Gegenüber schicken.1.1 erhält es aber bereits dadurch eine andere Bedeutung, daß es keine Transporthandlung ist. Es erhält aber trotz [**MENTAL**-] einen gewissen „mentalen Bezug“, indem es über ein Bedeutungspostulat (Axiom (82), s.u.) mit dem Konzept **beauftragen** verbunden ist. Dieses Postulat bringt zum Ausdruck, daß der-, die- oder dasjenige, das irgendwo hingeschickt wird, gleichzeitig beauftragt ist, sich an diesen Ort zu begeben.

- B-Ax12.2:

$$\begin{aligned}
 & (s_1 \text{ **SUBS** schicken.1.2}) \wedge (s_1 \text{ **AGT}** o_1) \wedge (s_1 \text{ **OBJ}** o_2) \wedge (s_1 \text{ **GOAL}** o_3) \\
 & \rightarrow \exists s_2 s_3 [(s_2 \text{ **SUBS** beauftragen}) \wedge (s_2 \text{ **AGT}** o_1) \wedge (s_2 \text{ **OBJ}** o_2) \wedge \\
 & \quad (s_2 \text{ **MCONT}** s_3) \wedge (s_3 \text{ **SUBS}** \langle \text{sich begeben} \rangle) \wedge \\
 & \quad (s_3 \text{ **AGT}** o_2) \wedge (s_3 \text{ **DIRCL}** o_3)] \quad (82)
 \end{aligned}$$

Im Unterschied zu schicken.1.1 ist schicken.1.2 nicht mit **INSTR** oder **METH** kompatibel (s. Merkmal COMPAT-R). Der Satz „Die Mutter schickt das Kind mit dem Fahrrad in die Schule.“ steht nur scheinbar im Widerspruch zu dieser Feststellung. In diesem Fall ist  $\langle \text{das Fahrrad} \rangle$  nicht Instrument des Schickens, sondern der Fortbewegung des Kindes.<sup>11</sup>

Anhand des Wortes „Schule“ soll ein weiteres lexikalisches Phänomen erörtert werden, das vor allem im Bereich der Nomina auftritt und das wir als **Bedeutungsmolekül** bezeichnen. Es wurde unter dem Aspekt der Mehrdeutigkeit bereits in der Linguistik untersucht [17] und dort mit dem Terminus

<sup>11</sup> Genau genommen müßte man schicken.1.2 semantisch noch weiter aufspalten, nämlich in ein schicken.1.21, das semantisch nur mit  $\langle \text{sich an einen Ort begeben} \rangle$  verknüpft ist („Die Mutter schickt das Kind ins Bett.“  $\rightarrow$  **DIRCL**) und in ein schicken.1.22 (im Sinne von „Die Mutter schickt das Kind nach dem Arzt.“). Letzteres wäre dann über ein weiteres Bedeutungspostulat mit **beauftragen**,  $\langle \text{jemanden zu holen} \rangle$  zu verknüpfen ( $\rightarrow$  **PURP**). Da **DIRCL** und **PURP** der verallgemeinerten Relation **GOAL** untergeordnet sind, wurden diese beiden Bedeutungen vereinfachend in Abb. 12.3 zusammengefaßt.

**Konzeptfamilie** bezeichnet. Es soll hier in den Kontext der Wissensrepräsentation gestellt werden.

- **Bedeutungsmoleküle.** Unter diesem Begriff (auch kurz: **Molekül**) verstehen wir Wörter, denen ähnlich wie den Polysemen mehrere Bedeutungen zugrundeliegen. Im Unterschied zu letzteren können die Begriffsbedeutungen bei Molekülen (hier **Facetten** genannt) im gleichen Satzkontext und bei Bezug auf das gleiche Wort gewechselt werden. Die einzelnen Bedeutungsfacetten sind meist durch systematische metonymische Übertragung auseinander hervorgegangen.

Beispiele:

(12.12) Schule<sub>I</sub> - als Gebäude („*die Schule an der Ecke*“)

(12.13) Schule<sub>II</sub> - als Institution („*die Schule protestierte*“)

(12.14) Schule<sub>III</sub> - als Unterrichtsvorgang („*die Schule langweilte ihn*“)

Beispiel für erlaubten Bedeutungswechsel bei Molekülen:

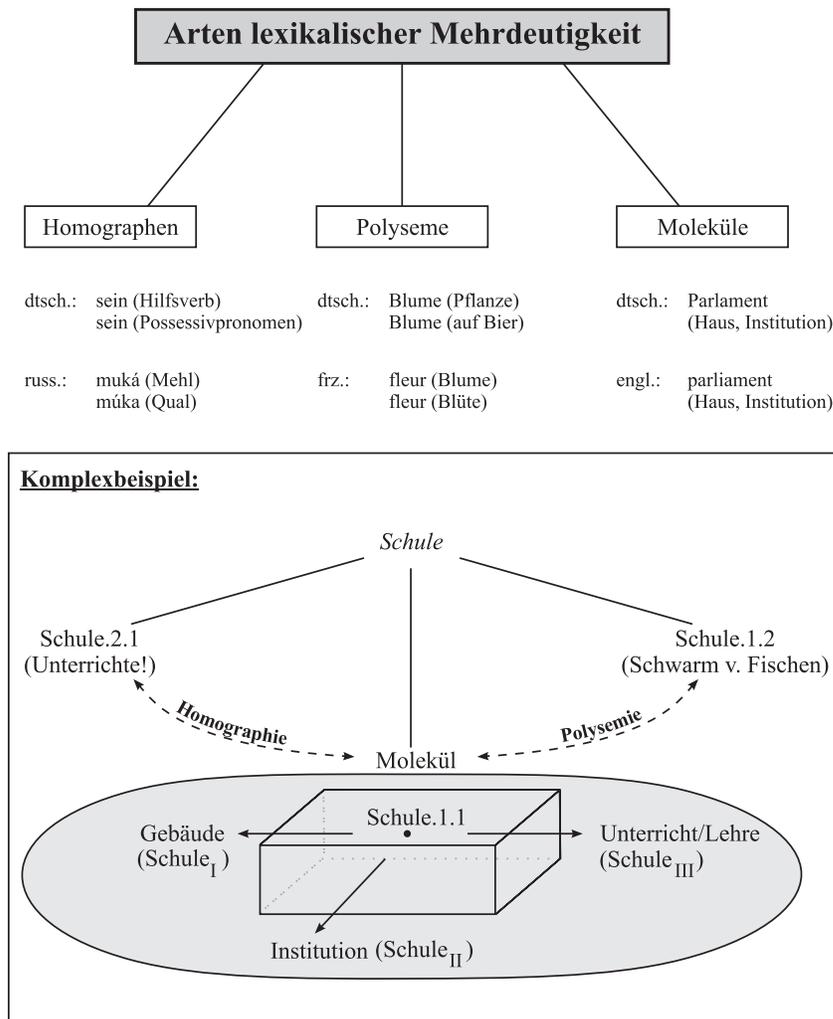
(12.15) „*Die Schule [Schule<sub>I</sub>] an der Ecke spendete 3000 DM.*“  
(Schule als Subjekt von spenden → Schule<sub>II</sub>)

Beispiel für verbotenen Bedeutungswechsel bei „normalen“ Polysemen:

(12.16) „*Er setzte sich auf die Bank und hob dort Geld ab.*“  
[semantisch defekt]

Abb. 12.4 gibt noch einmal einen Überblick über die Erscheinungen im Bereich der lexikalischen Mehrdeutigkeiten. Dort wird auch ersichtlich, daß diese Phänomene nicht nur für das Deutsche charakteristisch sind. Außerdem verlaufen sie in den einzelnen Sprachen nicht parallel, was erhebliche Schwierigkeiten für die Übersetzung (insbesondere für die automatische Übersetzung) bereitet. Die Abbildung zeigt das Lexem Schule.1.1 als Bedeutungsmolekül und gleichzeitig als Semem, das zusammen mit anderen Lesarten - wie Schule.1.2 als Schwarm von Fischen - dem polysemen Substantiv „*Schule*“ als Bedeutung zugrundeliegt. Auf das Problem der Homographie von Schule.2.1 (Imperativform am Satzanfang im Sinne von „*unterrichte!*“) zu Schule.1.1 bzw. Schule.1.2 kann hier nicht näher eingegangen werden, da dieses nur im Rahmen der morphologischen Analyse, aber nicht im Lexikon eine Rolle spielt<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> Es gibt noch weitere Lesarten des Wortes „*Schule*“, wie *Künstlerschule* oder (*wissenschaftliche Schule*), die hier ebenfalls außerhalb der Betrachtung bleiben sollen.



**Abbildung 12.4.** Überblick über die lexikalischen Mehrdeutigkeiten

Der Lexikoneintrag für das Lexem *Schule.1.1* ist in Abb. 12.5 angegeben. Typisch für ein solches Bedeutungsmolekül ist die Tatsache, daß es mehreren disjunkten Sorten angehören kann und i.a. mehrere sich eigentlich ausschließende Features besitzt (s. Merkmal ENTITY). In unserem Fall bedeutet der Typ **dyn-abs-situation** eine abstrakte Situation [SORT abs, LEGPER -] (→ *Schule<sub>III</sub>* in Abb. 12.4) und der Typ **nonmov-art-discrete** bezeichnet ein Konkretum mit [SORT co, MOVABLE -, ARTIF +] (→ *Schule<sub>I</sub>* in Abb. 12.4). Schließlich kennzeichnet der Typ **instit** das Lexem im Sinne von *Schule<sub>II</sub>* in

<b>Schule.1.1</b>																							
MORPH	<table style="border-collapse: collapse;"> <tr><td style="padding-right: 5px;">BASE</td><td>"Schule"</td></tr> <tr><td style="padding-right: 5px;">ROOT</td><td>"Schule"</td></tr> </table>	BASE	"Schule"	ROOT	"Schule"																		
BASE	"Schule"																						
ROOT	"Schule"																						
SYN	<table style="border-collapse: collapse;"> <tr><td style="padding-right: 5px;"><i>n-syn</i></td><td></td></tr> <tr><td style="padding-right: 5px;">AGR</td><td>[GEND <i>fem</i>]</td></tr> </table>	<i>n-syn</i>		AGR	[GEND <i>fem</i> ]																		
<i>n-syn</i>																							
AGR	[GEND <i>fem</i> ]																						
SEMSEL	<table style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding-right: 5px;">SEM</td> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 10px;"> <table style="border-collapse: collapse;"> <tr><td style="padding-right: 5px;"><i>sem</i></td><td></td></tr> <tr><td style="padding-right: 5px;">ENTITY</td><td>{   [<i>dyn-abs-situation</i>]   [<i>nonmov-art-discrete</i>]   [<i>instit</i>] }</td></tr> <tr><td style="padding-right: 5px;">NET</td><td>()</td></tr> <tr><td style="padding-right: 5px;">LAY</td><td>[<i>o-lay</i> 0]</td></tr> <tr><td style="padding-right: 5px;">ETYP</td><td>[0]</td></tr> </table> </td> </tr> <tr><td style="padding-right: 5px;">C-ID</td><td>"Schule.1.1"</td></tr> <tr><td style="padding-right: 5px;">DOMAIN</td><td><i>general</i></td></tr> <tr><td style="padding-right: 5px;">SELECT</td><td>⟨⟩</td></tr> <tr><td style="padding-right: 5px;">COMPAT-R</td><td>(<i>benf dur fin lext loc oppos orig origl origm purp sourc strt temp</i>)</td></tr> <tr><td style="padding-right: 5px;">EXAMPLE</td><td>"Peter besucht die Schule."</td></tr> </table>	SEM	<table style="border-collapse: collapse;"> <tr><td style="padding-right: 5px;"><i>sem</i></td><td></td></tr> <tr><td style="padding-right: 5px;">ENTITY</td><td>{   [<i>dyn-abs-situation</i>]   [<i>nonmov-art-discrete</i>]   [<i>instit</i>] }</td></tr> <tr><td style="padding-right: 5px;">NET</td><td>()</td></tr> <tr><td style="padding-right: 5px;">LAY</td><td>[<i>o-lay</i> 0]</td></tr> <tr><td style="padding-right: 5px;">ETYP</td><td>[0]</td></tr> </table>	<i>sem</i>		ENTITY	{ [ <i>dyn-abs-situation</i> ] [ <i>nonmov-art-discrete</i> ] [ <i>instit</i> ] }	NET	()	LAY	[ <i>o-lay</i> 0]	ETYP	[0]	C-ID	"Schule.1.1"	DOMAIN	<i>general</i>	SELECT	⟨⟩	COMPAT-R	( <i>benf dur fin lext loc oppos orig origl origm purp sourc strt temp</i> )	EXAMPLE	"Peter besucht die Schule."
SEM	<table style="border-collapse: collapse;"> <tr><td style="padding-right: 5px;"><i>sem</i></td><td></td></tr> <tr><td style="padding-right: 5px;">ENTITY</td><td>{   [<i>dyn-abs-situation</i>]   [<i>nonmov-art-discrete</i>]   [<i>instit</i>] }</td></tr> <tr><td style="padding-right: 5px;">NET</td><td>()</td></tr> <tr><td style="padding-right: 5px;">LAY</td><td>[<i>o-lay</i> 0]</td></tr> <tr><td style="padding-right: 5px;">ETYP</td><td>[0]</td></tr> </table>	<i>sem</i>		ENTITY	{ [ <i>dyn-abs-situation</i> ] [ <i>nonmov-art-discrete</i> ] [ <i>instit</i> ] }	NET	()	LAY	[ <i>o-lay</i> 0]	ETYP	[0]												
<i>sem</i>																							
ENTITY	{ [ <i>dyn-abs-situation</i> ] [ <i>nonmov-art-discrete</i> ] [ <i>instit</i> ] }																						
NET	()																						
LAY	[ <i>o-lay</i> 0]																						
ETYP	[0]																						
C-ID	"Schule.1.1"																						
DOMAIN	<i>general</i>																						
SELECT	⟨⟩																						
COMPAT-R	( <i>benf dur fin lext loc oppos orig origl origm purp sourc strt temp</i> )																						
EXAMPLE	"Peter besucht die Schule."																						

Abbildung 12.5. Lexikonspezifikation für das Bedeutungsmolekül „Schule“

Abb. 12.4 mit [SORT *io*, LEGPER +]. Gerade in den verschiedenen Alternativen der Merkmalswerte von ENTITY drücken sich die einzelnen Facetten eines Moleküls aus.<sup>13</sup>

Das Lexem Schule.1.2 (s. Abb. 12.6) wird dagegen durch genau eine Sorte und durch zueinander kompatible Features ausgezeichnet (der lexikalische Typ **animal** entspricht: [SORT *co*, ANIMAL +, POTAG +, MOVABLE +]). Im Gegensatz zum Lexem Schule.1.1, das wegen seiner Vorgangsfacette Schule<sub>III</sub> neben anderen Relationen mit einem zeitlichem Beginn (Relation STRT) und Ende (Relation FIN) kompatibel ist (s. das Merkmal COMPAT-R in Abb. 12.5), ist Schule.1.2 nicht mit den zeitlichen Relationen, aber auch z.B. nicht mit einem Zweck (Relation PURP) verknüpfbar (s. das Merkmal COMPAT-R in Abb. 12.6). Eine weitere Besonderheit von Schule.1.2 gegenüber Schule.1.1 drückt sich im Merkmal ETYP aus. Der Wert [ETYP 1] bei Schule.1.2 bedeutet, daß der zu diesem Lexem gehörige Begriff in der präextensionalen Ebene durch eine Gesamtheit repräsentiert wird.

<sup>13</sup> Bei der Explizierung der Typen, die Sorten und alle Features spezifizieren, wurden nur einige wenige charakteristische Werte für die Diskussion herausgegriffen. Tatsächlich legen diese Typen die jeweilige Sorte und alle Feature-Werte fest (s. hierzu Teil II, Abb. 17.2).

Auch Substantive können Argumentstellen (Valenzen) eröffnen (vgl. [191]), was im Lexikoneintrag von Nomina ebenfalls unter dem Merkmal SELECT zu spezifizieren ist. Hätten wir z.B. zur Illustration das Wort „Schulung“ anstelle von „Schule“ gewählt, so wären dort unter SELECT zwei fakultative Argumente: **AGT** für den Lehrer (Anschluß mit Präposition „durch“) und **AFF** für den Schüler (Anschluß mit Genitivattribut) vorzusehen.

Als Beispiel für die dritte der offenen Wortklassen, soll der Lexikoneintrag für das Adjektiv „behilflich“ angegeben werden, s. Abb. 12.7. Er beschreibt das Lexem behilflich.1.1 als nur prädikativ verwendbar (Merkmal A-USE), als der Sorte tq zugehörig (Merkmal SORT) und mit dem Lexem Hilfe assoziiert (Merkmal NET). Hervorzuheben ist die Tatsache daß auch Adjektive Valenzen haben können (vgl. [190]). Bei dem Lexem behilflich.1.1 drückt sich das durch die fakultative Argumentstelle **BENF** mit Merkmal [OBLIG -] im Merkmal SELECT aus. Die syntaktische Restriktion der Konstituente, die diese Argumentstelle ausfüllen kann, ist unter SYN angegeben und die semantische Restriktion ergibt sich aus der Signatur von **BENF**.

Die hier vorgestellte semantikorientierte Lexikonkonzeption, die sich stark auf die Darstellungsmittel von MultiNet stützt und im Computerlexikon COLEX realisiert ist [175], besitzt große Vorteile für den Aufbau mehrsprachiger (Computer-)Lexika. Der Hauptgrund hierfür liegt darin, daß sich das se-

<b>Schule.1.2</b>	<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">MORPH</td> <td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 0 10px;"> <table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">BASE</td> <td>"Schule"</td> </tr> <tr> <td>ROOT</td> <td>"Schule"</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;">SYN</td> <td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 0 10px;"> <table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;"><i>n-syn</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td>AGR</td> <td>[GEND <i>fem</i>]</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;">SEMSEL</td> <td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 0 10px;"> <table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">SEM</td> <td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 0 10px;"> <table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;"><i>sem</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ENTITY</td> <td>[SORT <i>co</i> ANIMAL +]</td> </tr> <tr> <td>NET</td> <td>((<i>* SYNO Schwarm.1.2</i>))</td> </tr> <tr> <td>LAY</td> <td>[<i>o-lay</i> ETYP E I]</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;">C-ID</td> <td>"Schule.1.2"</td> </tr> <tr> <td>DOMAIN</td> <td><i>general</i></td> </tr> <tr> <td>SELECT</td> <td>⟨ ⟩</td> </tr> <tr> <td>COMPAT-R</td> <td>(<i>loc origl sourc</i>)</td> </tr> <tr> <td>EXAMPLE</td> <td>"eine Schule von Delphinen"</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	MORPH	<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">BASE</td> <td>"Schule"</td> </tr> <tr> <td>ROOT</td> <td>"Schule"</td> </tr> </table>	BASE	"Schule"	ROOT	"Schule"	SYN	<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;"><i>n-syn</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td>AGR</td> <td>[GEND <i>fem</i>]</td> </tr> </table>	<i>n-syn</i>		AGR	[GEND <i>fem</i> ]	SEMSEL	<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">SEM</td> <td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 0 10px;"> <table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;"><i>sem</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ENTITY</td> <td>[SORT <i>co</i> ANIMAL +]</td> </tr> <tr> <td>NET</td> <td>((<i>* SYNO Schwarm.1.2</i>))</td> </tr> <tr> <td>LAY</td> <td>[<i>o-lay</i> ETYP E I]</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;">C-ID</td> <td>"Schule.1.2"</td> </tr> <tr> <td>DOMAIN</td> <td><i>general</i></td> </tr> <tr> <td>SELECT</td> <td>⟨ ⟩</td> </tr> <tr> <td>COMPAT-R</td> <td>(<i>loc origl sourc</i>)</td> </tr> <tr> <td>EXAMPLE</td> <td>"eine Schule von Delphinen"</td> </tr> </table>	SEM	<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;"><i>sem</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ENTITY</td> <td>[SORT <i>co</i> ANIMAL +]</td> </tr> <tr> <td>NET</td> <td>((<i>* SYNO Schwarm.1.2</i>))</td> </tr> <tr> <td>LAY</td> <td>[<i>o-lay</i> ETYP E I]</td> </tr> </table>	<i>sem</i>		ENTITY	[SORT <i>co</i> ANIMAL +]	NET	(( <i>* SYNO Schwarm.1.2</i> ))	LAY	[ <i>o-lay</i> ETYP E I]	C-ID	"Schule.1.2"	DOMAIN	<i>general</i>	SELECT	⟨ ⟩	COMPAT-R	( <i>loc origl sourc</i> )	EXAMPLE	"eine Schule von Delphinen"
MORPH	<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">BASE</td> <td>"Schule"</td> </tr> <tr> <td>ROOT</td> <td>"Schule"</td> </tr> </table>	BASE	"Schule"	ROOT	"Schule"																														
BASE	"Schule"																																		
ROOT	"Schule"																																		
SYN	<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;"><i>n-syn</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td>AGR</td> <td>[GEND <i>fem</i>]</td> </tr> </table>	<i>n-syn</i>		AGR	[GEND <i>fem</i> ]																														
<i>n-syn</i>																																			
AGR	[GEND <i>fem</i> ]																																		
SEMSEL	<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">SEM</td> <td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 0 10px;"> <table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;"><i>sem</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ENTITY</td> <td>[SORT <i>co</i> ANIMAL +]</td> </tr> <tr> <td>NET</td> <td>((<i>* SYNO Schwarm.1.2</i>))</td> </tr> <tr> <td>LAY</td> <td>[<i>o-lay</i> ETYP E I]</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;">C-ID</td> <td>"Schule.1.2"</td> </tr> <tr> <td>DOMAIN</td> <td><i>general</i></td> </tr> <tr> <td>SELECT</td> <td>⟨ ⟩</td> </tr> <tr> <td>COMPAT-R</td> <td>(<i>loc origl sourc</i>)</td> </tr> <tr> <td>EXAMPLE</td> <td>"eine Schule von Delphinen"</td> </tr> </table>	SEM	<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;"><i>sem</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ENTITY</td> <td>[SORT <i>co</i> ANIMAL +]</td> </tr> <tr> <td>NET</td> <td>((<i>* SYNO Schwarm.1.2</i>))</td> </tr> <tr> <td>LAY</td> <td>[<i>o-lay</i> ETYP E I]</td> </tr> </table>	<i>sem</i>		ENTITY	[SORT <i>co</i> ANIMAL +]	NET	(( <i>* SYNO Schwarm.1.2</i> ))	LAY	[ <i>o-lay</i> ETYP E I]	C-ID	"Schule.1.2"	DOMAIN	<i>general</i>	SELECT	⟨ ⟩	COMPAT-R	( <i>loc origl sourc</i> )	EXAMPLE	"eine Schule von Delphinen"														
SEM	<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;"><i>sem</i></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ENTITY</td> <td>[SORT <i>co</i> ANIMAL +]</td> </tr> <tr> <td>NET</td> <td>((<i>* SYNO Schwarm.1.2</i>))</td> </tr> <tr> <td>LAY</td> <td>[<i>o-lay</i> ETYP E I]</td> </tr> </table>	<i>sem</i>		ENTITY	[SORT <i>co</i> ANIMAL +]	NET	(( <i>* SYNO Schwarm.1.2</i> ))	LAY	[ <i>o-lay</i> ETYP E I]																										
<i>sem</i>																																			
ENTITY	[SORT <i>co</i> ANIMAL +]																																		
NET	(( <i>* SYNO Schwarm.1.2</i> ))																																		
LAY	[ <i>o-lay</i> ETYP E I]																																		
C-ID	"Schule.1.2"																																		
DOMAIN	<i>general</i>																																		
SELECT	⟨ ⟩																																		
COMPAT-R	( <i>loc origl sourc</i> )																																		
EXAMPLE	"eine Schule von Delphinen"																																		

Abbildung 12.6. Das Wort „Schule“ in der Bedeutung „Schwarm von Fischen“

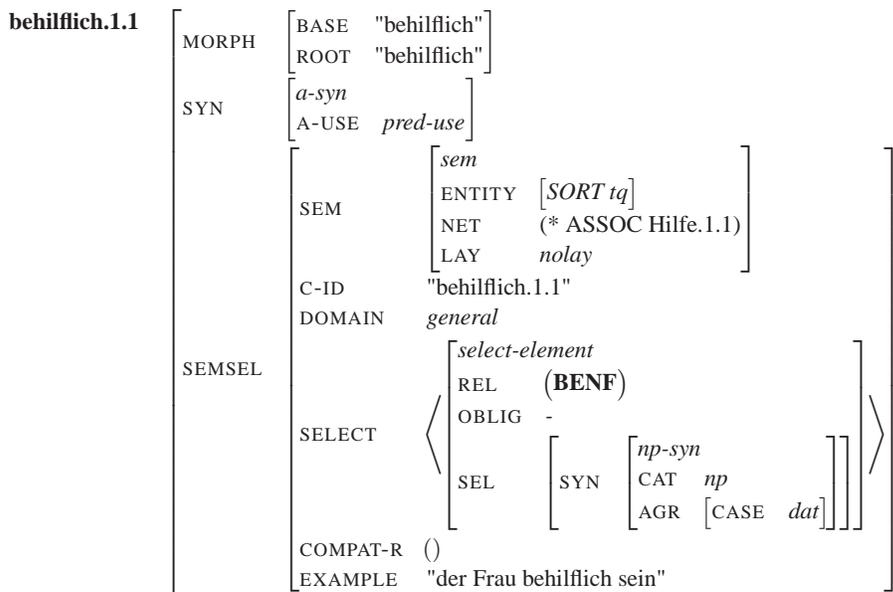
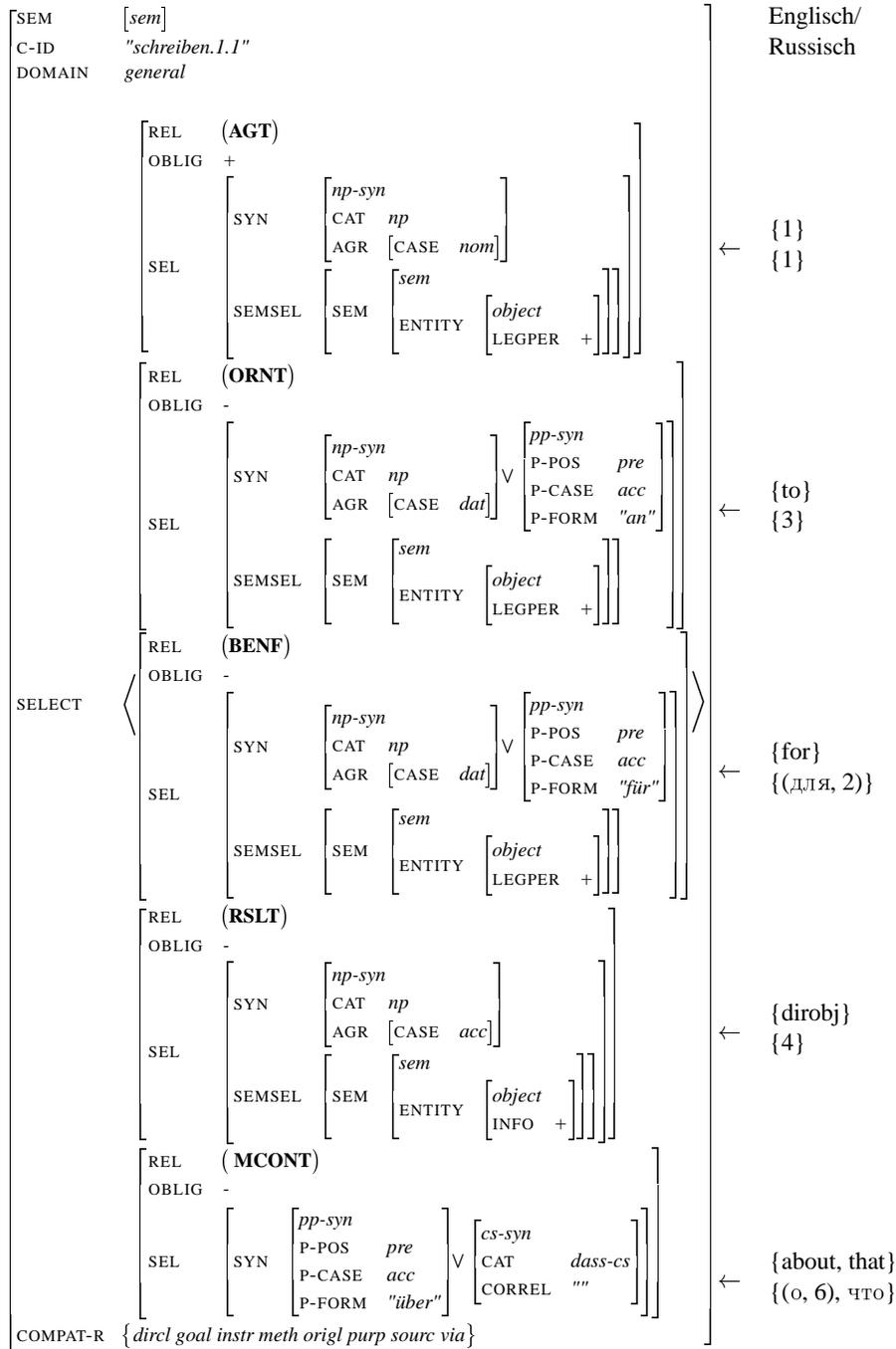


Abbildung 12.7. Lexikonspezifikation für das Wort „behilflich“

mantische Grundgerüst der Lexeme, das ja im Kern eine Konzeptbeschreibung darstellt, über die verschiedenen Sprachen hinweg nicht ändert.<sup>14</sup> Lediglich die morpho-syntaktische Charakterisierung ist von Sprache zu Sprache verschieden, wobei wir im folgenden das Augenmerk auf die Beschreibung der Valenzen richten wollen. Zur Illustration soll das Lexem *schreiben.1.1* im Deutschen, Englischen und Russischen betrachtet werden (s. Tab. 12.8). Alle drei Lexeme - *schreiben.1.1* im Deutschen, *write.1.1* im Englischen und *писать.1.1* im Russischen - haben die gleiche Valenzstruktur, und zwar besitzen sie einen Handlungsträger („*Wer schreibt?*“ - **AGT**) und vier weitere fakultative Aktanten (**K-Rollen**). Die letzteren sind das Objekt der Hinwendung („*An wen schreibt man?*“ - **ORNT**), das Resultat der Handlung („*Was schreibt man?*“ - **RSLT**), der Inhalt („*Worüber schreibt man?*“ - **MCONT**) und der Nutznießer der Handlung („*Für wen schreibt man?*“ - **BENF**). Der Status der Aktanten und ihre semantische Charakterisierung (letzteres nur verkürzt durch die Sorten angegeben) sind in den drei Sprachen gleich. Lediglich die syntaktische Charakterisierung der Aktanten (Komplemente) ist verschieden. Im Englischen wird die **ORNT**-Rolle mit der Präposition „*to*“ angebunden (im

<sup>14</sup> Zumindest, wenn man Sprachen des gleichen Kulturkreises betrachtet und annimmt, daß die entsprechenden Konzepte in den zu vergleichenden Sprachen lexikalisiert sind.

**schreiben.1.1/write.1.1/писать.1.1** (nur Valenzrahmen)



**Abbildung 12.8.** Charakterisierung des Lexems schreiben.1.1 in Deutsch, Englisch und Russisch

Deutschen und Russischen als direktes Dativobjekt; im Deutschen kommt auch eine präpositionale Anbindung mit „an“ und Akkusativ in Frage). Das Resultat (Relation **RSLT**) wird in allen drei Fällen durch das Akkusativobjekt (im Englischen genauer durch das direkte Objekt) ausgedrückt. Die **MCONT**-Rolle wird in allen drei Sprachen verschieden beschrieben: im Deutschen mit „über“ + Akkusativ oder mit Objektsatz (eingeleitet durch die Konjunktion „daß“)<sup>15</sup>; im Englischen analog durch eine präpositionale Anbindung mit „about“ oder mit Objektsatz und im Russischen mit Präposition о + 6. Fall oder ebenfalls mit Objektsatz (Konjunktion что). Schließlich wird die K-Rolle **BENF** im Englischen und Deutschen durch die analogen Präpositionen „für“ bzw. „for“ und im Russischen durch die Präposition для + Genitiv angebunden. Im wesentlichen zeigt aber dieses Beispiel deutlich den – bis auf syntaktische Charakterisierung – grundsätzlich gleichen Aufbau der Lexembeschreibung.

**Die semantische Interpretation von Präpositionen.** Es ist vielleicht ganz aufschlußreich, noch einen Hinweis auf die semantische Interpretation von **Präpositionen** und deren Charakterisierung im Lexikon zu geben. Die nachstehende lexikalische Spezifikation der Präposition „in“ kann aus linguistischer Sicht als Repräsentation der verschiedenen Wortbedeutungen von „in“ angesehen werden; sie kann aber auch in einer funktionellen Deutung in einem Sprachverarbeitungssystem unmittelbar zur semantischen Interpretation dieser Präposition eingesetzt werden, um automatisch entsprechende Multi-Net-Strukturen zu erzeugen (wie das tatsächlich im Analysesystem WCFA [78] geschieht).

Allgemein sind Präpositionen bzw. Konjunktionen und ihre Argumentstellen zusammen mit der Valenzstruktur derjenigen Lexeme, die zu den offenen Wortklassen gehören (Verben, Adjektive, Nomen), die Hauptquelle für die automatische Ermittlung der Relationen (Kanten) im semantischen Netz durch ein Sprachverarbeitungssystem.

In den folgenden Schemata sind c1 und c2 die semantischen Repräsentanten der jeweils entsprechenden Konstituenten in der zu interpretierenden Präpositionalphrase vom Typ  $\langle \text{Konsituente}_1 \rangle \langle \text{Präposition} \rangle \langle \text{Konsituente}_2 \rangle$ , zusammen mit der syntaktisch-semantischen Charakterisierung dieser Konstituenten. Unter **NET** ist die zugehörige semantische Deutung im linearisierten Multi-Net-Format angegeben. c3 bezeichnet einen u.U. erforderlichen Zusatzknoten (wie er z.B. in der lokalen Deutung in.LOC zur Erzeugung einer Lokation benötigt wird). Die Nebenbedingung ic (**Interconstituent constraint**) bei der Deutung in.elmt bringt zum Ausdruck, daß sich c1 und c2 im Layer-Merkmal

<sup>15</sup> Die im Deutschen ebenfalls mögliche Umschreibung der MCONT-Rolle mit „von“ + Dativ wurde aus Platzgründen weggelassen.

**ETYPE** um 1 unterscheiden müssen.

### Die semantische Deutung der Präposition „in“<sup>16</sup>

#### in.loc

„Urlaub in Wien“, „Milch im Glas“, „die Höchsttemperatur in Aachen“

<b>c1</b>	(sort ((o ∪ si) \ (at ∪ ta)))	⇒	<b>net</b>	(loc c1 c3) (*in c3 c2)
<b>c2</b>	(case 3) (sort d)		<b>c3</b>	(sort l)

<b>c1</b>	(sort ((o ∪ si) \ (at ∪ ta)))	⇒	<b>net</b>	(loc c1 c3) (*in c3 c2)
<b>c2</b>	(case 3) (geogr +)		<b>c3</b>	(sort l)

#### in.dircl

„Reise in den Teutoburger Wald“, „ein Wurf in das Tor“, „wir gehen ins Theater“, „eine Fahrt ins Blaue“ (nur im Kontext „gerichteter Vorgang“)

<b>c1</b>	(sort (ad ∪ dy))	⇒	<b>net</b>	(dircl c1 c3) (*in c3 c2)
<b>c2</b>	(case 4) (sort d)		<b>c3</b>	(sort l)

#### in.elmt

„Spieler im Verein XY“, „Minister in der Regierung“

<b>c1</b>	(sort (o \ at))	⇒	<b>net</b>	(elmt c1 c2)
<b>c2</b>	(case 3) (sort (o \ at))		<b>ic</b>	(= (+ (etype c1) 1) (etype c2))

<sup>16</sup> Die Funktion \*OP<sub>+</sub> in der Deutung in.temp<sub>op</sub> ermittelt die Zeit c3 durch Addition von c2 zum augenblicklichen Zeitpunkt now. Die übrigen Bezeichnungen dürften selbsterklärend sein. Die Funktion c3 = \*in(c2) ist in den Präpositionsdeutungen in relationaler Form geschrieben, also (\*in c3 c2).

**in.ctxt**

„Beweise in der Mathematik“, „Weltmeister im Schwimmen“, „die Präpositionen im Deutschen“

<b>c1</b>	(sort (abs $\cup$ si))	$\implies$	<b>net</b>	(ctxt c1 c2 )
<b>c2</b>	(case 3)			
	(sort (abs $\cup$ io $\cup$ si))			

**in.temp**

„Angriff im Morgengrauen“, „die Ritter im Mittelalter“, „die Höhlenmalerei in der Steinzeit“, „das Bruttosozialprodukt im Jahr 1995“, „Verhalten in der Kindheit“

<b>c1</b>	(sort (o $\cup$ si))	$\implies$	<b>net</b>	(temp c1 c2 )
<b>c2</b>	(case 3)			
	(sort (t $\cup$ ta))			
<b>ic</b>	$\neg$ (c2 SUB Zeitabstand)			

**in.temp\_op**

„die Besprechung in 3 Tagen“, „der Termin in 2 Stunden“, „in einer Woche“

<b>c1</b>	(sort (o $\cup$ si))	$\implies$	<b>net</b>	(temp c1 c3 )
<b>c2</b>	(case 3)			(*op <sub>+</sub> c3 now c2 )
	(sort (t $\cup$ ta))			
<b>ic</b>	(c2 SUB Zeitabstand)		<b>c3</b>	(sort t)

Abschließend soll noch kurz auf die **lexikalischen Relationen** eingegangen werden, die in Abb. 3.9 als Sortenwechselrelationen bezeichnet wurden. Sie sind dadurch charakterisiert, daß sie Beziehungen zwischen semantisch verwandten Begriffen zum Ausdruck bringen, denen in systematischer Weise bestimmte Paare von Sorten zugeordnet werden können (s. hierzu Tab. 12.2). Diesen Relationen entsprechen im Bereich der Wortbildung bestimmte Derivationsphänomene. Sie sind deshalb von Bedeutung, weil sie mit charakteristischen Gesetzmäßigkeiten verbunden sind, die sowohl im Bereich des Lexikons als auch im allgemeinen Hintergrundwissen eine wichtige Rolle spielen. So sind z.B. die Nominalisierungen von Verben im semantischen Bereich (Relation **CHEA**) mit der Übertragung von Valenzrahmen verbunden, wobei sich i.a. aber die syntaktische Anbindung der Argumente und ihr Status (ob-

ligatorisch/fakultativ) ändert. Aber auch diese Änderung vollzieht sich nach bestimmten Regeln:

Beispiel:

(12.17) **befreien.1.2:**

- AGT** - Subjekt,
- OBJ** - Akkusativobjekt,
- AVRT** - Präpositionalobjekt mit „von“.

(12.18) **Befreiung.1.2:**

- AGT** - Präpositionalobjekt mit „durch“,
- OBJ** - Genitivus obiectivus,
- AVRT** - Präpositionalobjekt mit „von“.

Auch für die Relationen **CHSP1** bzw. **CHSP2** sind diese Valenzübertragungen charakteristisch. Mit der Relation **CHPA** sind Bedeutungspostulate verknüpft, die Eigenschaften mit Attribut-Wert-Paaren in Beziehung setzen (s. Teil II, Relation **CHPA**). Die Relationen **CHPS** bzw. **CHSA** verbinden Eigenschaften mit analogen Zuständen bzw. setzen äquivalente Zustandsbeschreibungen miteinander in Beziehung. Schließlich ist die Relation **CHPE** typisch für die semantische Charakterisierung von inchoativen Verben, da das erste Argument die Situation näher beschreibt, die am Ende des durch das zweite Argument gegebenen Vorgangs steht.

Beispiel:

(12.19) (rot **CHPE** erröten):

rot {sein/aussehen} ist der Endzustand des Vorgangs erröten.

Relation	Sorte Arg1	Sorte Arg2	Derivations-Parallele (Morphologie)	Beispiel
<b>CHEA</b>	dy	ad	Bildung von Deverbata	befreien - Befreiung
<b>CHPA</b>	ql	at	Substantivierung/Adjektivierung	lang - Länge
<b>CHPE</b>	ql	dy	Verbbildung aus Adjektiven	grün - grünen
<b>CHPS</b>	p	as	Substantivierung/Adjektivierung	arm - Armut
<b>CHSA</b>	st	as	Verbalisierung	langweilen - Langeweile
<b>CHSP1</b>	si	p	Bildung Partizip I	schlafen - schlafend
<b>CHSP2</b>	si	p	Bildung Partizip II	retten - gerettet
<b>CHSP3</b>	si	p	Bildung Partizip III	lösen - zu lösend

**Tabelle 12.2.** Lexikalische Sortenwechselrelationen



## Kapitel 13

# Fragebeantwortung und Inferenzen

### 13.1 Logische Grundprinzipien

Obwohl das Thema dieser Arbeit die Beschreibung der Wissensrepräsentationssprache von MultiNet und nicht die Wissensverarbeitung (d.h. insbesondere nicht die Inferenzen über mehrschichtigen semantischen Netzen) ist, bliebe doch die Behandlung der Bedeutung der Darstellungsmittel ohne Hinweis auf ihren Einsatz in der inferentiellen Antwortfindung unvollkommen. Aus diesem Grund soll hier wenigstens kurz umrissen werden, in welcher Weise mit MultiNet-Repräsentationen im Rahmen eines formalisierten "vernünftigen Schließens" umgegangen werden soll<sup>1</sup>. Es muß allerdings betont werden, daß wir hier erst am Anfang stehen, da eine Logik im weitesten Sinne, die alle Mechanismen des "vernünftigen Schließens" in einem einheitlichen formalen System umfaßt, einfach noch nirgends existiert. Aus diesem Grund kann zum Thema „*Inferenzen über MultiNet*“ eher über ein Programm als über abschließende Resultate gesprochen werden. Natürlich bestehen gute Voraussetzungen für dieses Vorhaben, da in den verschiedensten Logiksystemen eine immense Vorarbeit geleistet wurde, auf die dabei aufgebaut werden kann. Trotzdem besteht ein zur Zeit noch nicht aufgelöstes Dilemma, das anhand der klassischen Logik erläutert werden soll:

Auf der einen Seite sind ausgefeilte Inferenzsysteme (u.a. in Theorembeweisverfahren der KI technisch realisiert) und sehr tiefgreifende Resultate hinsichtlich der Eigenschaften der klassischen Logik (wie Vollständigkeit, Entscheidbarkeit, Berechenbarkeit usw.) erzielt worden, die aber wegen des spezifischen Aufbaus der Prädikatenlogik nur auf einen relativ begrenzten Bereich natürlichsprachlich beschriebener Sachverhalte anwendbar sind. Trotzdem bilden

---

<sup>1</sup> Der etwas weiter gefaßte Terminus "vernünftiges Schließen" wurde anstelle des Terminus "logisches Schließen" bewußt gewählt, um auszudrücken, daß in Wissensrepräsentationssystemen, die die Semantik natürlichsprachlicher Texte und Dialoge umfassen, umfassendere als die in der klassischen Logik untersuchten Schlußweisen erforderlich sind (wobei in der Logik die weitreichendsten Ergebnisse im Bereich des rein deduktiven Schließens vorliegen).

diese Kenntnisse und Erfahrungen vor allem im Bereich der kategorisch geltenden Sachverhalte und Axiome eine wertvolle Grundlage auch für die inferentielle Antwortfindung über MultiNet-Wissensbasen.

Auf der anderen Seite besitzen die Prädikatenlogik und darüber hinaus die meisten anderen Logiksysteme aus Sicht der Semantikdarstellung natürlicher sprachlicher Informationen erhebliche Defizite:

1. die rein extensionale (modelltheoretische) Fundierung der Logik (Referenztheorie)
2. die Reduzierung der Bedeutung von Sätzen auf Wahrheitsbedingungen und die Abstützung derselben auf lediglich zwei Kategorien, nämlich Wahrheit oder Falschheit
3. die rein wahrheitsfunktionale Deutung der Junktoren
4. die fehlende kognitive Adäquatheit
5. die globale Auswirkung von Widersprüchen in logischen Wissensbasen
6. die Starrheit der Regelsysteme und die Verschiedenartigkeit der Ausdrucksmittel in den einzelnen Logiksystemen.

Bevor wir auf diese Punkte näher eingehen, soll die Problematik des Verstehens natürlicher Sprache an einigen Beispielsätzen erläutert werden.

(13.1) „*Ein Kind geht über die Straße.*“

(13.2) „*Gehe über die Straße!*“

(13.3) „*Jesus war ein jüdischer Wanderprediger.*“

Betrachtet man diese Sätze, so wird deutlich, daß sich eine vollständige Behandlung der Semantik der natürlichen Sprache auf drei Methoden (wie sie auch dem Menschen zur Verfügung stehen) stützen sollte:

- eine extensionale Deutung
- eine operationale (prozedurale) Deutung
- eine intensionale Deutung.<sup>2</sup>

In einem deklarativen Satz wie (13.1), der nur zur Informationsübermittlung dienen soll, wird sich das Verstehen des Satzes in erster Linie nur in der richtigen Einordnung der dabei übermittelten semantischen Struktur in das vorhandene Begriffsgefüge manifestieren (intensionale Deutung). Niemand wird

<sup>2</sup> In der Sprachphilosophie unterscheidet man im Zusammenhang mit der Begriffsbedeutung nur Intension und Extension (vgl. [35]), was sich auch in der auf Frege zurückgehenden Unterscheidung von „Sinn“ und „Bedeutung“ oder in der englischen Sprachphilosophie von „meaning“ und „sense“ widerspiegelt. Wenn man will, kann man die Korrespondenz eines Begriffes zu einer physischen Aktion ebenfalls als extensionale Deutung ansehen. Aus methodischen Gründen soll die sogenannte „prozedurale Deutung“ hier aber getrennt betrachtet werden, weil diese Deutungsarten ontologisch einen verschiedenen Hintergrund haben und auch in technischen Systemen verschieden zu behandeln sind.

beim ersten Verstehen des Satzes eine extensionale Deutung der verwendeten Begriffe heranziehen, was bereits bei Alltagsbegriffen wie **Kind** und **gehen** schwierig ist.<sup>3</sup> Nichtsdestotrotz ist bei vorliegender Notwendigkeit zur Entscheidung über Wahrheit oder Falschheit des Satzes (aber erst dann) ein Bezug zur Realität herzustellen (extensionale Deutung). Im Satz (13.2) ist ein vollständiges Verstehen der Bedeutung nicht denkbar ohne die Umsetzung des Begriffes **gehen** in eine entsprechende Bewegungshandlung (prozedurale Deutung i.w.S.). Aber auch die extensionale Deutung des Begriffes **Straße** ist für das Verständnis wichtig, denn der Satz (13.2) würde nicht korrekt verstanden (oder seine Bedeutung mißachtet), wenn der Angesprochene nach einer solchen Aufforderung über eine Wiese ginge. Schließlich macht Satz (13.3) die Problematik extensionaler Deutungen überhaupt sichtbar. Das Wort „Jesus“ besitzt mehrere Bedeutungsfacetten und Konnotationen, die alle beim Verstehen von (13.3) mitschwingen (was nicht mit der Erscheinung der Polysemie zu verwechseln ist, sondern semantisch in den Bereich der verschiedenen Manifestationen ein und derselben Entität gehört, s. hierzu Abschn. 4.5). Zum einen hat man es bei herausragenden Gestalten der Weltgeschichte mit einer "historischen" Person zu tun, die einer geschichtswissenschaftlichen Untersuchung zugänglich ist, in der z.B. über Existenz bzw. Nichtexistenz der in Frage stehenden Entität reflektiert wird. Zum andern hat man es mit einer "geschichtlichen" Person zu tun, die sich in der Bedeutsamkeit ausdrückt, die dieser Person durch die Menschheit (u.U. durch tausendjährige Legendenbildung angereichert) zugeschrieben wird (vgl. hierzu [203]). Beide Komponenten wirken untrennbar zusammen und sind semantisch nicht durch Reduktion auf entscheidbare Mengen bzw. auf einfache Mengenoperationen zu erklären (s. hierzu Abschn. 15.3). So ist es durchaus denkbar, daß der „historische“ Jesus nicht (oder zumindest nicht so, wie in den Evangelien beschrieben) gelebt hat; trotzdem würde der „geschichtliche“ Jesus als kognitives Konzept weiterhin seine besondere Bedeutung behalten. In diesem Sinne wird z.B. für einen gläubigen Christen der Satz (13.3) der geschichtlichen Person **Jesus** nicht gerecht, da er deren weltgeschichtliche Rolle nicht zum Ausdruck bringt (und damit womöglich sogar einen derogativen Sinn erhält: „Jesus war (nichts weiter als) ein jüdischer Wanderprediger.“).

Man muß in diesem Zusammenhang auch feststellen, daß ein Hörer sogar Sätze versteht, die Begriffe enthalten, deren Zutreffen auf Objekte der Welt er gar nicht unmittelbar entscheiden kann. Dies zeigen schon semantisch einfachere Begriffe, wie **Gold** in dem Satz „Der Ring besteht aus reinem Gold.“.

---

<sup>3</sup> Was sind die Kriterien, die ein Kind von einem Erwachsenen oder den Begriff **gehen** von den Konzepten **laufen** oder **rennen** trennen?

Obwohl der Satz von jedem verstanden wird, verfügen meist nur bestimmte Experten (wie z.B. Juweliere, Chemiker usw.) über die Möglichkeit der extensionalen Deutung dieses Begriffes, nämlich Gold von Nicht-Gold zu unterscheiden (Bedeutung als soziales Phänomen).

Kehren wir nun zu den eingangs erwähnten sechs Schwierigkeiten zurück, die mit dem Einsatz der Prädikatenlogik für die Bedeutungsdarstellung von Sätzen verknüpft sind:

Zu (1). In der Logik wird eine Art Surrogat für eine extensionale Semantik im philosophischen Sinn verwendet, indem bei einer modelltheoretischen Interpretation logischer Ausdrücke nicht unmittelbar in die reale Welt abgebildet wird, sondern in eine formale Struktur (s. hierzu Abschn. 15.3). Aufgrund der modelltheoretischen Fundierung der Prädikatenlogik und darüber hinaus der meisten Logik-orientierten Wissensrepräsentationssysteme muß jedes formale Konstrukt der Logiksprache in dieser Struktur extensional deutbar sein. Eine solche modelltheoretische Deutung ist aber für natürlichsprachliche Begriffe nicht uneingeschränkt möglich, worauf bereits in Abschn. 1 hingewiesen wurde. Sie führt bei manchen Begriffen, wie z.B. für Referenz, sogar zu Widersprüchen (vgl. [117], S. 239, „*What does the expression 'refer' refer to?*“). Auch die feste Stelligkeit der Prädikate, die mit der Interpretation von Prädikaten als Tupelmengen über einem vorgegebenen Universum zusammenhängt (s. ebenfalls Abschn. 15.3) ist ein echtes Hindernis für deren Einsatz zur Bedeutungsdarstellung natürlichsprachlicher Begriffe.<sup>4</sup> Die genannte Schwierigkeit betrifft insbesondere den Verbereich, da jedes Verb mit einer unterschiedlichen Anzahl von Partizipanten und Circumstanzen auftreten kann (s. hierzu Abschn. 5.2). Selbst solche einfachen Verben wie „rollen“ müßten wegen der Möglichkeit des transitiven und intransitiven Gebrauchs („*Max rollte den Stein den Berg hinab.*“ vs. „*Der Stein rollte den Berg hinab.*“) semantisch als verschiedenstellige Prädikate gedeutet werden. Hier handelt es sich aber um eine systematische grammatische Erscheinung (Wechsel in den diathetischen Verhältnissen, sog. **Alternation**) und keine semantische Mehrdeutigkeit.

Hinsichtlich der semantischen Fundierung der Darstellungsmittel wurden bereits von Löbner einige Grundsätze formuliert (vgl. [126], S.2), die auch die Nahtstelle zwischen intensionaler und extensionaler Deutung markieren:

- die semantische Beschreibung von natürlichsprachlichen Ausdrücken sollte generell von einer Theorie der Referenz abgetrennt werden (die erstere ist Voraussetzung für letztere),
- mit adäquaten Wahrheitsbedingungen allein ist die Bedeutung eines Satzes nicht vollständig beschreibbar,

<sup>4</sup> Man beachte aber hierzu die Anmerkung zur Ereignislogik auf S. 363.

- erst eine angemessene semantische Beschreibung liefert zusammen mit einer Theorie der Referenz die Grundlage für korrekte Wahrheitsbedingungen.

Zu (2). Wahrheitsbedingungen sind nur ein – und sicherlich nicht der wichtigste Aspekt – von Bedeutung.<sup>5</sup> Ein Satz wird auch verstanden, wenn der einzelne Hörer/Leser gar nicht in der Lage ist, über Wahrheit oder Falschheit desselben zu entscheiden. Ja, ersteres ist sogar Voraussetzung für letzteres. Darüber hinaus dürfte die Zuordnung zu den zwei Kategorien **wahr** und **falsch** eine zu starke Vereinfachung sein. Vielmehr wird sich der Mensch bei der Bewertung von Deklarativsätzen eher auf einen “Grad der Vertrauenswürdigkeit” des betreffenden Satzes bzw. von dessen Quelle stützen (vgl. Abb. 13.1). Dabei bilden die einzelnen Grade der Vertrauenswürdigkeit eine Art **Halbordnung**, mit der analytischen Wahrheit als obere Schranke und dem analytisch Falschen als untere Schranke<sup>6</sup>.

Es bleibt aber festzuhalten, daß ein umfassendes logisches System mit einer formalen Beschreibung von Aussagen mit unterschiedlichen Vertrauenswürdigkeiten und einem qualitativen Abwägen derselben im Prozeß des logischen Schließens zur Zeit noch nicht zur Verfügung steht.

Beim Verstehen eines Textes aus einer einheitlichen, zuverlässigen Quelle hat man es meist mit dem gleichen Grad an Vertrauenswürdigkeit für alle Aussagen zu tun, so daß in diesem Fall die normalen Gesetze der Logik gelten. Auf diesen Fall wollen wir uns hier beschränken.

Hinsichtlich der in der Logik vertretenen Auffassung von Wahrheitsbedingungen von Sätzen wurden ebenfalls von Löbner Einwände erhoben. So stellt er in [127] fest, daß in Logik-orientierten Semantiktheorien unmittelbar eigentlich nur Bedingungen für die Wahrheit eines Satzes (nicht aber für dessen Falschheit) angegeben werden. Ein Satz, eine Formel ist danach unter Ausnutzung des Satzes vom ausgeschlossenen Dritten genau dann falsch, wenn er nicht wahr ist (in der zitierten Arbeit sind auch Beispiele angegeben, die das Proble-

<sup>5</sup> Interessanterweise hat bereits Wittgenstein die Wahrheitsbedingungen im Rahmen der Semantikk Diskussion durch Behauptbarkeits- bzw. Rechtfertigungsbedingungen ersetzt, s. hierzu [195], Bd. IV „*Kripkes Wittgenstein*“.

<sup>6</sup> Aber selbst diese Halbordnung ist individuell verschieden. So ist es denkbar, daß ein religiöser Fanatiker den Aussagen seiner Dogmen einen höheren Grad an Vertrauenswürdigkeit zuordnet als dem “analytisch Wahren” (was die logische Wahrheit einschließt). Oder ein Esoteriker wird womöglich einer parapsychologischen Erklärung einen größeren Grad der Vertrauenswürdigkeit zumessen als einem Naturgesetz usw. Auch die Bewertung der Zuverlässigkeit der einzelnen Quellen ist viel differenzierter zu gestalten, da sicher ein Dokumentarbericht im Fernsehen einen größeren Grad an Vertrauenswürdigkeit besitzt als ein Science Fiction Film (Analoges gilt für die Gegenüberstellung: Belehrung vs. eigene Erfahrung).

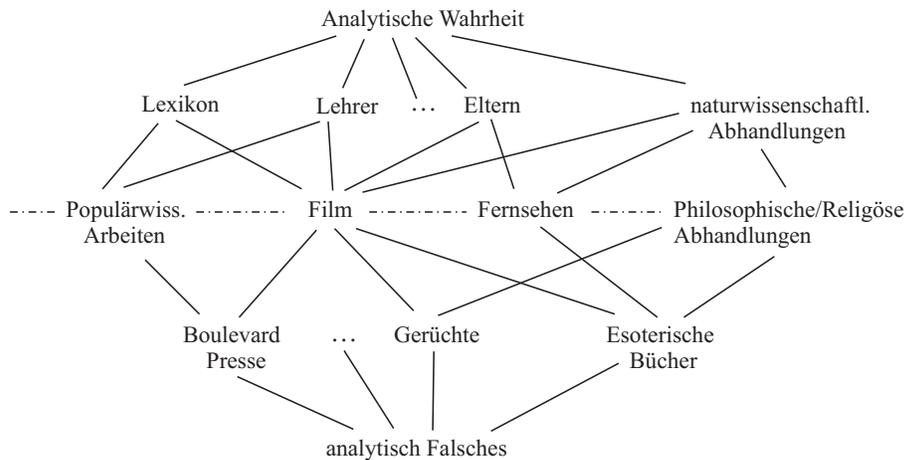


Abbildung 13.1. Mögliche Struktur von Vertrauenswürdigkeitsgraden (Ausschnitt)

matische dieses Herangehens verdeutlichen<sup>7</sup>). Stattdessen wird mit Recht gefordert, daß eine adäquate Definition der Wahrheitsbedingungen für natürlichsprachliche Sätze nicht nur spezifizieren darf, wann ein solcher Satz „wahr“ ist, sondern sie muß auch explizit angeben, unter welchen Bedingungen der Satz „falsch“ ist (s. [126], S. 20).

Zu (3). Ein weiteres Handicap für den Einsatz der Prädikatenlogik zur Semantikdarstellung natürlichsprachlicher Sätze ist die rein wahrheitsfunktionale Deutung der Junktoren, die natürlich mit der extensionalen Deutung logischer Ausdrücke zusammenhängt, und insbesondere damit, daß einem Aussagesatz als Extension schlicht ein Wahrheitswert zugeordnet wird. Das führt u.a. dazu, daß eine logische Implikation  $A \rightarrow B$  nur bei Belegung der Aussagevariablen  $A$  mit T (wahr) und der Variablen  $B$  mit F (falsch) den Wert F erhält und bei jeder anderen Belegung mit Wahrheitswerten den Wert T annimmt. Als Konsequenz ergeben sich zwei als konterintuitiv anzusehende Merkmale der Implikation:

- Die Implikation  $A \rightarrow B$  ist immer wahr, wenn  $A$  falsch ist, was sie zusammen mit dem nachfolgend genannten Merkmal als ungeeigneten Kandidaten für die logische Darstellung der natürlichsprachlichen Konditionalbeziehung erscheinen läßt.

<sup>7</sup> Wie zu erwarten, hängen die Schwierigkeiten eng mit der Zweiwertigkeitsauffassung der Logik und mit dem erwähnten Satz vom ausgeschlossenen Dritten zusammen.

- Eine logische Implikation  $A \rightarrow B$  kann auch dann wahr sein, wenn zwischen  $A$  und  $B$  überhaupt kein innerer semantischer Zusammenhang (kein Sinnzusammenhang) besteht.

Es erhebt sich natürlich die Frage, wie vor dem Hintergrund dieser Überlegungen die als Implikation  $A \rightarrow B$  geschriebenen Axiome in MultiNet zu deuten sind. Eine solche im Sprachspiel als Regel aufzufassende Implikation kann durch zwei Merkmale bzw. Kriterien charakterisiert werden:

- Zur Aufstellung der Implikation  $A \rightarrow B$  ist man nur berechtigt, wenn man einen Sinnzusammenhang zwischen  $A$  und  $B$  postuliert.<sup>8</sup>
- Derjenige, der die Implikation  $A \rightarrow B$  als gerechtfertigt anerkennt, muß im Sprachspiel  $B$  akzeptieren, wenn er  $A$  akzeptiert (“commitment principle”). In allen anderen Fällen trifft die Implikation keine Aussage (ist sie als Regel im Sprachspiel nicht einsetzbar).

Darüber hinaus ist beim Aufstellen einer solchen Implikation zu spezifizieren, ob sie kategorisch gilt wie Formel (83) oder nur prototypisch wie Formel (84). Diese Spezifikation bestimmt, ob die betreffende Regel im Rahmen eines strikten (monotonen) Schließens oder im Rahmen einer Default-Logik (eines nicht-monotonen Schließens) einzusetzen ist.

$$(\forall \text{ SUBS } a) \wedge (\forall \text{ AGT } a) \wedge (\forall \text{ OBJ } o) \wedge (\forall \text{ AVRT } d) \rightarrow \\ \exists w (w \text{ SUBS verkaufen}) \wedge (w \text{ OBJ } o) \wedge (w \text{ AGT } d) \wedge (w \text{ ORNT } a) \quad (83)$$

$$(k_1 \text{ PARS } k_2) \wedge (k_2 \text{ ORIGM } s) \rightarrow (k_1 \text{ ORIGM } s) \quad (84)$$

Zu (4). Gegen die kognitive Adäquatheit logischer Ausdrucksmittel spricht vor allem die fehlende Begriffszentriertheit (vgl. Abschn. 3) und ihre extensionale Fundierung (s. Punkt (1) oben). Vielen logischen Ausdrücken haftet aber auch ein konterintuitives Element an, was an Formel (85) verdeutlicht werden soll, die hinsichtlich ihrer Wahrheitsbedingungen dem Satz „*Alle Raben sind schwarz.*“ entspricht.

$$\forall x \text{ Rabe}(x) \rightarrow \text{schwarz}(x) \quad (85)$$

Zum einen enthält diese Formel eine kognitiv beim Verstehen nicht wahrgenommene (materiale) Implikation und zum anderen trifft sie eine Feststellung über Objekte, die gar keine Raben sind, was von dem Beispielsatz auf keinen Fall festgestellt werden kann. Der zweite Aspekt kommt am besten in der kontraponierten Gestalt (86) von (85) zum Ausdruck:

<sup>8</sup> Eine Regel, die dieses Kriterium verletzt, ist nicht etwa falsch, sondern sinnlos, d.h. unzulässig.

$$\forall x \neg \text{schwarz}(x) \rightarrow \neg \text{Rabe}(x) \quad (86)$$

Diese Formel behauptet von allen nichtschwarzen Gegenständen (darunter fallen z.B. rote/grüne Autos, Schneeflocken usw.), daß sie keine Raben sind. Obwohl das zweifellos zutrifft, ist dies nicht die Aussage des angegebenen Satzes und illustriert noch einmal die bereits oben diskutierte Tatsache, daß Bedeutung nicht durch Angabe von Wahrheitsbedingungen erfaßt werden kann.

Zu (5) Eine relativ selten diskutierte Eigenschaft der Prädikatenlogik, die im Zusammenhang mit der Einsetzbarkeit für die Repräsentation kognitiver Zusammenhänge wichtig ist, stellt ihre globale Wirksamkeit dar. D.h. beliebige Ausdrücke einer prädikatenlogisch aufgebauten Wissensbasis (auch solche, die inhaltlich gar nichts miteinander zu tun haben) können unter bestimmten Voraussetzungen miteinander verknüpft werden. Dies soll an folgenden beiden logischen Theoremen verdeutlicht werden (die in den meisten Logiksystemen entweder selbst als Axiom gesetzt sind oder aus dem entsprechenden Axiomensystem - und übrigens auch untereinander - leicht ableitbar sind).

$$A \rightarrow A \vee B \quad (\text{Ausdehnungsregel}) \quad (87)$$

$$A \wedge \neg A \rightarrow B \quad (\text{Ex falso quodlibet sequitur}) \quad (88)$$

Die Ausdehnungsregel (87) gestattet es, Begriffe aus inhaltlich nicht zusammengehörigen Bereichen der Wissensbasis zusammenzubringen (etwa: „Wenn ein Quadrat vier rechte Winkel hat, dann hat es vier rechte Winkel oder der Mond ist {ein/kein} Fixstern.“). Eine solche Regel sollte nicht nur wegen der globalen Wirkung sondern auch wegen ihrer kognitiven Inadäquatheit in einem umfassenden Wissensrepräsentationssystem nicht zugelassen werden (s. hierzu auch Abschn. 15.2.2).

Eine noch gefährlichere Wirkung besitzt Regel (88), da sie zwingend voraussetzt, daß eine Wissensbasis global keinen Widerspruch enthalten darf. Andernfalls wird die Wissensbasis wertlos, weil sich dann aus ihrem Faktenbestand jede beliebige Aussage ableiten läßt. Nun verfügt aber der Mensch fast immer über falsches (nichtzutreffendes) „Wissen“ und seine Wissensbasis ist durchaus nicht frei von Widersprüchen. Trotzdem verwechselt er eine Gabel nicht mit einem Löffel oder links mit rechts, wenn beispielsweise seine mathematischen Kenntnisse voller Widersprüche sind. Dies liegt daran, daß er seine Inferenzregeln lokal einsetzt und nur solche Konzepte miteinander in Verbindung bringt, die einen Sinnzusammenhang besitzen (vgl. hierzu auch Punkt 3 oben).

Diese Schwierigkeiten können behoben werden, wenn man eine **Lokaltätsforderung** für die Wirkung der Regeln erhebt, die im Zusammenwirken mit den unter Punkt 3 oben formulierten Kriterien gewährleistet, daß Widersprüche in einem Teil der Wissensbasis nicht zu falschen Schlußfolgerungen in

einem anderen, semantisch nicht mit ersterem verbundenen Teil führen. Diesem Gesichtspunkt wird im Inferenzsystem von MultiNet durch eine assoziativ geleitete Anwendung von Inferenzregeln Rechnung getragen (s. hierzu Abschn. 13.3).

Zu (6). In ihrer zweitausendjährigen Tradition (oder wenn man die moderne Logik ab Frege rechnet, in ihrer über hundertjährigen Tradition) ist eine fast unüberschaubare Fülle von Logiksystemen entstanden, die auf der Basis sehr heterogener Ausdrucksmittel die verschiedensten menschlichen Schlußweisen formalisiert haben. Hier liegt ein ungeheures Erkenntnisreservoir vor. Was fehlt, ist ein geschlossenes Logikgebäude, in dem all diese Kenntnisse auf der Basis einheitlicher Darstellungsmittel zusammengeführt werden. Bis dahin dürfte noch ein sehr weiter Weg sein, so daß es für ein Wissensrepräsentationssystem zur Bedeutungsdarstellung natürlichsprachlicher Informationen und ein darüber zu realisierendes FAS vorerst keine andere Möglichkeit zu geben scheint, als eine Art "opportunistische Logik" anzuwenden. Diese nimmt Anleihen aus allen einzelnen Logiksystemen und setzt lokal diejenigen Schlußweisen und diejenigen in den Einzelsystemen entdeckten logischen Gesetze ein, die für die Beantwortung eines bestimmten Fragetyps unter Zugrundelegung des konkreten, für die Fragebeantwortung relevanten Wissens erforderlich sind.

Wenn also eine Entscheidungsfrage der Art „*Hat Real Madrid gestern das Meisterschaftsspiel verloren?*“ gestellt wird, und in der Wissensbasis der Sachverhalt „*Max weiß, daß Real Madrid sein gestriges Spiel gewonnen hat.*“ vorhanden ist, dann ist diese Frage aufgrund modallogischer Zusammenhänge (genauer aufgrund des in Abschn. 8.3 angegebenen Gesetzes 64 der epistemischen Logik) und wegen der Komplementarität von gewinnen und verlieren mit NEIN zu beantworten. Wenn aber in der Wissensbasis nur der Sachverhalt „*Das Meisterschaftsspiel von Real Madrid ist auf nächste Woche verlegt worden.*“ vorhanden ist, so ist die Frage zwar auch mit NEIN zu beantworten, aber diesmal unter Hinzuziehung von Gesetzen der temporalen Logik (die unter anderem die Tatsache einbeziehen, daß das Resultat einer Handlung nicht vor Beginn derselben vorliegen kann). Entsprechend wird der Einsatz von Methoden des Default-Reasoning durch die Frage bestimmt, ob prototypisches oder nur kategorisches Wissen in die Antwortfindung einzubeziehen ist (s. hierzu Abschn. 3).

Insgesamt vertreten wir die These, daß es für die Modellierung menschlicher Schlußweisen viel stärker auf das Zusammenwirken eines breiten Spektrums von logischen Methoden als auf die Realisierung besonders tiefer, d.h. aus vielen Einzelschritten bestehenden Beweisketten ankommt (in letzterem

Punkt sind die vorhandenen Theorembeweisverfahren, wie sie für die klassische Prädikatenlogik - insbesondere für Hornklauseln entwickelt wurden - auf jeden Fall überlegen, s. hierzu [15], [21]).

Der traditionelle Aufbau der Logik führt zu einer Reihe von Grundgesetzen, die im Zusammenhang mit dem Einsatz für die Bedeutungsdarstellung der natürlichen Sprache problematisch sind. Hierzu gehören:

- der **Satz von der doppelten Negation**:  $\neg(\neg A) \leftrightarrow A$  (89)

- der **Satz vom ausgeschlossenen Dritten**:  $\neg A \vee A$  (90)

- das **Kontrapositionsprinzip**:  $(A \rightarrow B) \leftrightarrow (\neg B \rightarrow \neg A)$  (91)

Das bedeutet nicht, daß diese Gesetze prinzipiell nicht gültig wären. Sie sind nur in ganz bestimmten Kontexten einsetzbar. Z.B. wird eine intensionale Negation eines Sachverhalts sv mit (**MODL** + **\*NON**) nur dann von einer Charakterisierung von sv mit [**FACT** = *non*] aufgehoben, wenn es allein um die logische Wahrheit geht, nicht aber um präsupponierte Erwartungen (vgl. hierzu Abschn. 8.3). Auch für graduierbare Eigenschaften  $P_1$  und  $P_2$ , die konträr zueinander sind (wie z.B. unfreundlich und freundlich) ergibt die Negation von  $P_1$  nicht  $P_2$  (vgl. hierzu Abschn. 8.2).

Der Satz vom ausgeschlossenen Dritten ist dann als problematisch anzusehen, wenn man mehr als zwei Wahrheitswerte oder Wahrheitswertelücken in Betracht zieht, wofür es gute Gründe gibt<sup>9</sup>. Das Kontrapositionsprinzip hängt schließlich eng mit dem Satz von der doppelten Negation zusammen und ist deshalb genau wie dieser zu problematisieren.

Als wichtigste Schlußweisen, die im Bereich der deduktiven Logik bzw. der abduktiven Logik und natürlich auch für die Inferenzen in MultiNet gelten, sind der sogenannte “modus ponens” (Schlußregel (92)) und das abduktive Schlußschema (Schlußregel (93)) anzusehen.

A	<b>Modus ponens</b>	B	<b>Abduktion</b>
A → B	(92)	A → B	(93)
B		A (vertrauenswürdiger)	

Während die Schlußregel (92) den Wahrheitswert bzw. bei Arbeit mit gleichen Vertrauenswürdigkeiten den Grad der Vertrauenswürdigkeit von A auf B

<sup>9</sup> So wird von manchen Autoren für die Semantik der natürlichen Sprache von vornherein eine mehrwertige Logik vorgeschlagen, s. z.B. [22]. Der Satz vom ausgeschlossenen Dritten wird auch von der intuitionistischen Logik in Zweifel gezogen, s. [98]

überträgt, wird beim abduktiven Schließen der Grad der Vertrauenswürdigkeit von A selbst bei absolut sicherem Wissen über B und bei strenger Gültigkeit der Implikation  $A \rightarrow B$  gegenüber dem Kenntnisstand vor Durchführung der Abduktion (a priori-Wissen über A) nur erhöht, und zwar in einer relativ unbestimmten Weise. Wenn allerdings Abschätzungen oder statistische Kenntnisse über die a priori-Wahrscheinlichkeiten  $P(A)$ ,  $P(B)$  und für die bedingte Wahrscheinlichkeit  $P(B|A)$  existieren ( $P(B|A)$  entspricht der Implikation  $A \rightarrow B$ ), dann läßt sich der Zuwachs an Vertrauenswürdigkeit von A durch den abduktiven Schluß nach dem **Bayes-Theorem** mit

$$P(A|B) = \frac{P(B|A) \cdot P(A)}{P(B)} \quad (94)$$

auch quantitativ angeben, s. hierzu u.a. [147]. Damit wird auch eine Verbindung zwischen abduktivem Schließen und probabilistischem Schließen hergestellt. Insbesondere die abduktive Schlußweise zeigt, daß eine Arbeit mit Vertrauenswürdigkeitsgraden dem qualitativen Schließen angemessen ist. Auf andere Inferenztypen, wie das induktive Schließen (vgl. [8]), das analoge Schließen (vgl. [93]), das approximative Schließen (vgl. [69]), das temporale Schließen (vgl. [209]), das räumliche Schließen (vgl. [57]), das kausale Schließen (vgl. [180]) u.a., kann in diesem Rahmen nicht näher eingegangen werden.

Natürlich sind auch alle aus der Prädikatenlogik bekannten Schlußregeln (s. z.B. [186]) einschließlich der bereits von Aristoteles untersuchten klassischen Schlußweisen, die sogenannten **Syllogismen**, als Inferenzregeln in einem FAS einsetzbar. Als Beispiel für einen solchen Syllogismus sei nur die Schlußfigur „*ferio*“ angegeben, die folgende Gestalt hat:

$$\begin{array}{ll} \forall x R(x) \rightarrow \neg P(x) & \text{„Alle Räuber sind unhöflich.“} \\ \exists x H(x) \wedge R(x) & (95) \quad \text{„Es gibt Menschen, die Räuber sind.“} \\ \hline \exists x H(x) \wedge \neg P(x) & \text{„Es gibt unhöfliche Menschen.“} \end{array}$$

Für die Modellierung menschlicher Schlußweisen, die auch für das Verstehen natürlichsprachlicher Äußerungen wichtig sind, spielen die Griceschen **Konversationsmaximen** [66] eine wichtige Rolle. Die sich daraus ergebenden Schlußfolgerungen nennt man **Implikaturen**. Betrachten wir z.B. nachstehende Maxime:

- Ein Diskursbeitrag soll so informativ wie nötig, aber nicht informativer als erforderlich sein ( $\rightarrow$  impliziert Forderung nach Redundanzvermeidung).

Eine Schlußfolgerung (Implikatur), die sich aus der Beachtung dieser Maximen ergibt, kann an folgender Situation erläutert werden:

- Jemand tritt in ein Zimmer, dessen Fenster geöffnet ist, und sagt: „*Hier ist es aber kalt.*“ Eine andere Person, die im gleichen Zimmer sitzt, könnte auf der Basis der vorangehenden Maxime schließen: Der Eintretende will mir nichts sagen, was ich ohnehin schon weiß bzw. selbst merke, sondern die Aussage ist in Wirklichkeit eine Aufforderung, das Fenster zu schließen.

Wie dieses Beispiel zeigt, dienen die Konversationsmaximen und die auf ihnen beruhenden Implikaturen u.a. zur Erschließung der indirekten Sprechakte (ein Gebiet, das bis heute in der automatischen Sprachverarbeitung nur unzureichend berücksichtigt wurde, aber auch weit über den Rahmen der vorliegenden Arbeit hinausgeht, s. hierzu [177]).

Die Inferenzregeln von MultiNet und die damit verbundenen Inferenzverfahren sind so zu gestalten, daß sie zusammen mit den Analyseschritten und mit der Generierung natürlichsprachlicher Ausdrücke gerade die formalen Operationen darstellen, welche die Handlungen in einem Frage-Antwort-Spiel beschreiben bzw. Frage und Antwort richtig miteinander verknüpfen. Die zulässigen Inferenzen werden dabei durch die in MultiNet vorgesehenen Schlußregeln und die als Implikationen formulierten **Axiome** charakterisiert, die u.U. zusätzlichen, in Abschn. 3.3 erläuterten **Constraints** genügen.

Zusammenfassend kann man feststellen, daß ein Inferenzsystem für MultiNet folgende Anforderungen erfüllen sollte:

- Es besitzt nur lokale Wirkung, d.h. Widersprüche in einem Teil des Wissens wirken sich nicht auf die gesamte Wissensbasis aus.
- Die einzusetzenden Inferenzmechanismen besitzen zwar einen deduktiven Kern, sind aber i.a. opportunistisch am Fragetyp und an der Art des zugrundeliegenden Wissens orientiert.
- Die Inferenzen werden assoziativ geleitet, d.h. nur Wissensanteile zwischen denen ein Sinnzusammenhang besteht, werden miteinander in Beziehung gesetzt.
- Logische/analytische Wahrheit und Falschheit sind zwar wichtige Basiskategorien, stellen aber nur Spezialfälle in einer größeren Struktur (Halbordnung) von Vertrauenswürdigkeitsgraden dar.

## 13.2 Frageklassen und inferentielle Antwortfindung

Bei den in Abschn. 3.2.4 behandelten Haupttypen von Fragen, nämlich Ergänzungsfragen, Entscheidungsfragen und Essayfragen (s. Abb. 3.8) stand die Art der zu generierenden Antwort im Vordergrund. Aber bereits bei den Subtypen, wie bei Zählfragen, operationalen Fragen oder Fragen nach Begründungszusammenhängen kommen Aspekte der Antwortfindung ins Spiel. Genau genommen müßte eine Kreuzklassifikation durchgeführt werden, wobei die eine Klassifizierung Aspekte der Antwortgenerierung und die andere den Typ der einzusetzenden Antwortfindungsmethode (deduktives Schließen, abduktives Schließen, induktives Schließen, Berechnungsverfahren, Problemlösemethode usw.) charakterisiert. Aber gerade das letztere ist äußerst schwierig, da ein und derselbe Fragetyp (meist noch in Abhängigkeit von der zur Verfügung stehenden Information) mit Hilfe ganz unterschiedlicher Antwortfindungstechniken zu behandeln ist. So kann eine reine Entscheidungsfrage meist rein deduktiv behandelt werden (wie z.B. im Falle der Frage „Gibt es Motoren mit einer Leistung über 100 PS?“ bei hinreichend großer Wissensbasis über Motoren). Es kann aber auch sein, daß eine ganz ähnliche Entscheidungsfrage nur durch ein komplettes Forschungsprogramm beantwortet werden kann (z.B. „Gibt es Motoren mit einem Wirkungsgrad von 98%?“<sup>10</sup>). Wir wollen uns hier nur auf rein deduktive Fragebeantwortung beschränken und das Zusammenspiel von Antwortfindung und Antwortgenerierung an einigen Beispielen demonstrieren. Dazu setzen wir jeweils die in den Sätzen (S1), (S2) und (S3) gegebenen Informationen als Inhalt der Wissensbasis voraus (s. Abb.13.2 bis 13.4) und stellen sie den Fragen (F1), (F2) und (F3) gegenüber. Die letzteren sind zusammen mit den Antworten, die man auf der Basis dieser Sätze erhält, in den Abbildungen 13.5 bis 13.7 angegeben. Dabei ist für jedes Frage-Satz-Paar zuerst die Antwort bei rigider Antwortstrategie und dann die Antwort bei kooperativer (sozusagen „weicher“) Antwortstrategie angegeben.

Zum Verständnis der logischen Antwortsuche sind zunächst einige Vorbemerkungen zur semantischen Repräsentation von Fragen erforderlich.

- Der von der Analyse ermittelte Fragetyp (s. Abschn. 3.2.4) wird mit dem Merkmal FTYPE am semantischen Repräsentanten des Fragesatzes angegeben.
- Die Knoten der semantischen Repräsentanten von Objekten mit [SORT = o] erhalten in den Fällen, in denen die entsprechende NP keine vom un-

<sup>10</sup> Von der Problematik, daß diese Frage mehrdeutig ist, soll hier einmal abgesehen werden. Sie kann ja im prinzipiellen Sinn gemeint sein: „Kann es überhaupt einen solchen Motor geben?“, oder im Sinne von: „Kennst Du einen solchen Motor?“

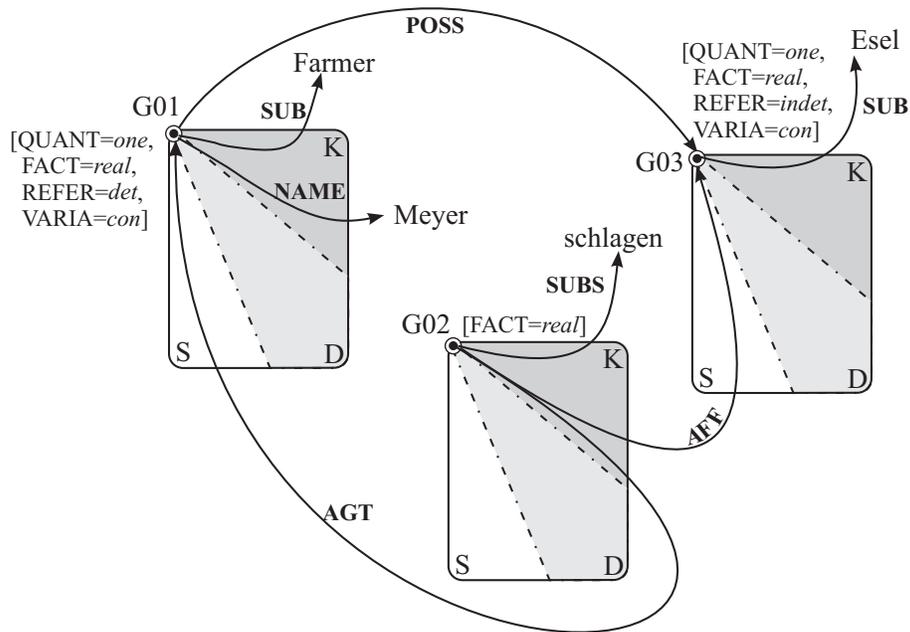


Abbildung 13.2. Darstellung von (S1): „Farmer Meyer besitzt einen Esel und schlägt ihn auch.“

bestimmten Artikel oder Nullartikel verschiedenen Determinatoren bzw. Quantifikatoren enthält, automatisch maximal unterspezifizierte Werte für die Layer-Merkmale **QUANT**, **REFER** und **VARIA**.<sup>11</sup>

- bei Ergänzungsfragen ([FTYPE=erg]) und Entscheidungsfragen mit Existenzcharakter ([FTYPE=entex]) wird der **Fragefokus** (das ist die Entität, auf die sich das Interesse des Fragenden richtet) mit einem Fragezeichen markiert.

Die zweite Festlegung ist dadurch begründet, daß offensichtlich die gleiche Intention des Fragenden vorliegt, ganz gleich ob die unterbestimmten NP's in den Fragesätzen im Singular oder im Plural formuliert sind oder ob ein unbestimmter Artikel verwendet wird oder nicht. Formal drückt sich dies dadurch aus, daß maximal unterbestimmte Layer-Merkmale mit allen anderen Werten der Worthierarchie unifizierbar sind, während das für spezielle Merkmalswerte nicht gilt. Wenn jemand fragt, ob ein Farmer Esel besitzt, dann erwartet er eine positive Antwort bei jeder Anzahl Esel (außer Null), die im Besitz des

<sup>11</sup> Dies führt z.B. dazu, daß die Farmer- und Esels-Knoten in Abb. 13.5 und 13.6 maximal unterspezifiziert sind, während der Farmer-Knoten in Abb. 13.7 wegen des expliziten Determinators „alle“ den Merkmalswert [**QUANT** = all] erhält.

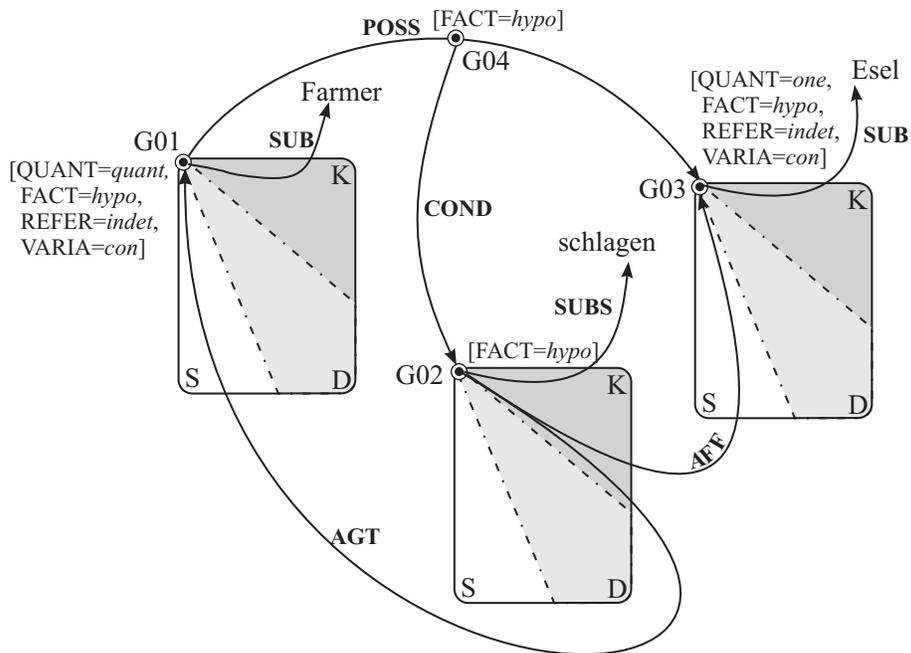


Abbildung 13.3. Darstellung von (S2): „Wenn Farmer einen Esel besitzen, schlagen sie ihn auch.“

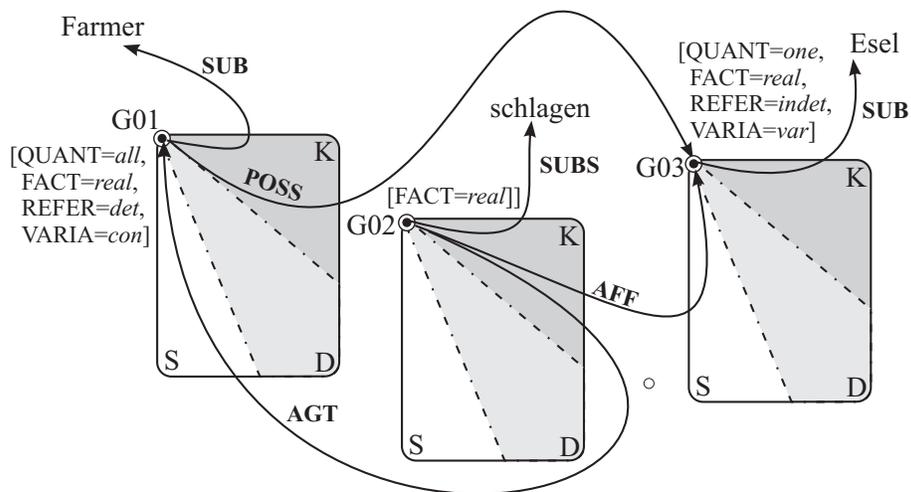
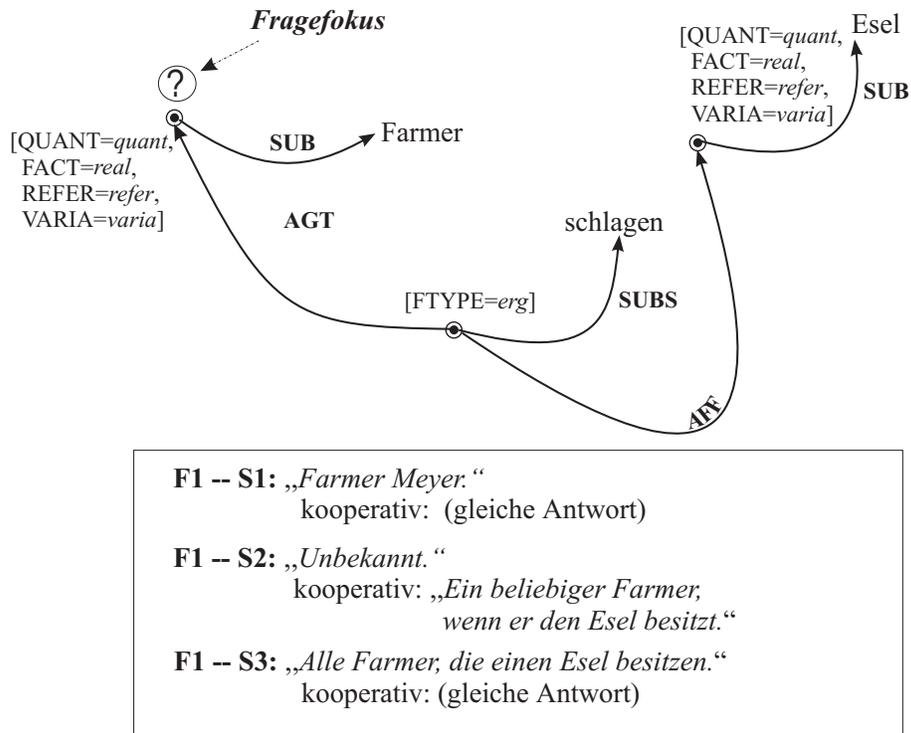


Abbildung 13.4. Darstellung von (S3): „Alle Farmer, die einen Esel besitzen, schlagen ihn auch.“

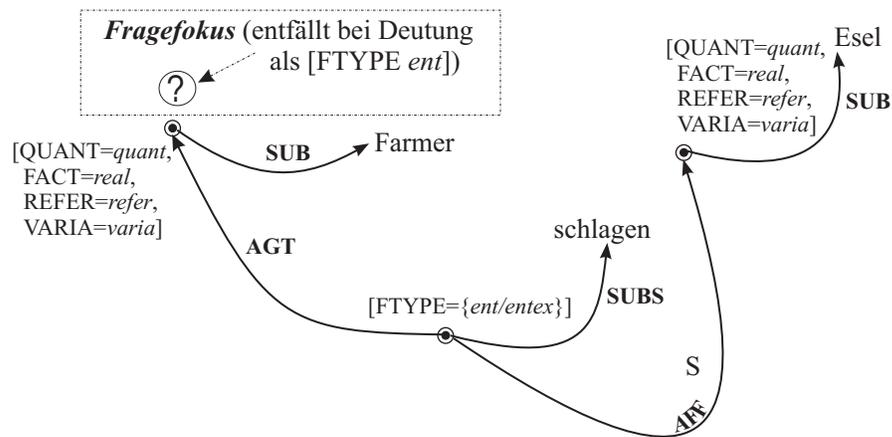


**Abbildung 13.5. Darstellung von (F1):** „*Welcher Farmer schlägt (einen) Esel?*“ oder mit gleicher Intention: „*Welche Farmer schlagen (einen) Esel?*“

Farmers sind. Wenn aber jemand danach fragt, ob ein Farmer drei oder alle Esel besitzt, dann meint er drei bzw. alle.

Zur Erläuterung des prinzipiellen Vorgehens bei der Fragebeantwortung wurden die Fragen (F1) bis (F3) so gestaltet, daß vor dem Wissenshintergrund (S1) bis (S3) für die Antwortfindung keine Axiome und kein weiteres Hintergrundwissen erforderlich sind (der Einsatz von Axiomen und Hintergrundwissen wird in Abschn. 13.3 behandelt). Die Antwortfindung läuft wie folgt ab:

- **ANSW1:** In einem ersten Schritt wird versucht, die semantische Grundstruktur der Frage vor dem Wissenshintergrund zu verifizieren, wobei die Layermerkmale der beteiligten Knoten und insbesondere des Frage-Fokus zunächst unberücksichtigt bleiben. Eventuell vorhandene Differenzen pro Knoten werden aber für den anschließenden Schritt vermerkt (Grobverifikation, s. hierzu Abschn. 13.3). Analog wird auch mit den semantisch restri-



**F2 -- S1:** „Ja!“

kooperativ: „Ja, Farmer Meyer.“

**F2 -- S2:** „Unbekannt.“

kooperativ: „Ja, wenn es Farmer gibt, die einen Esel besitzen.“

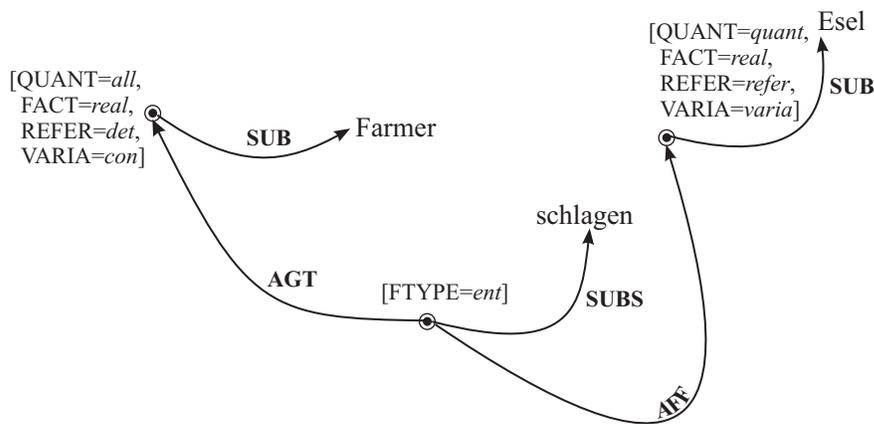
**F2 -- S3:** „Ja.“

kooperativ: „Ja - alle Farmer, die einen Esel besitzen.“

**Abbildung 13.6. Darstellung von (F2):** „Gibt es einen Farmer, der einen Esel schlägt?“ oder mit gleicher Intention: „Gibt es Farmer, die (einen) Esel schlagen?“

tiven Relationen verfahren, was im folgenden aber außerhalb der Betrachtungen bleiben soll.

- **ANSW2:** Im zweiten Schritt werden die Layermerkmale einbezogen (Feinverifikation). Wenn die Layermerkmale bei korrespondierenden Knoten von Frage und Antwort vollständig unifizierbar sind, wird die Frage im Falle einer Entscheidungsfrage bejaht, und im Falle einer Ergänzungsfrage wird der Knoten des semantischen Netzes, der im Verifikationsprozeß für den **Fragefokus** substituiert wurde, der Antwortgenerierung (sprachlichen Reformulierung) zugeführt. Wenn die Layermerkmale nicht unifizierbar sind, wird Schritt drei abgeschlossen.
- **ANSW3:** Im dritten Schritt wird die vorgegebene Antwortstrategie berücksichtigt (z.B. *rigid* - alles muß logisch exakt übereinstimmen oder ableitbar sein; *kooperativ* - Übereinstimmung muß bis auf Layer-Merkmale gegeben sein; es werden zusätzliche Informationen an den Fragenden gegeben; *robust* - es sind auch definierte Nichtübereinstimmungen in Frage- und Netzstruktur



- F3 -- S1:** „Weiß ich nicht.“  
kooperativ: „Ich kenne nur einen Farmer, auf den das zutrifft.“
- F3 -- S2:** „Unbekannt.“  
kooperativ: „Ja, wenn sie einen besitzen.“
- F3 -- S3:** „Nein.“  
kooperativ: „Zumindest trifft das auf die zu, die einen Esel besitzen.“

Abbildung 13.7. Darstellung von (F3): „Schlagen alle Farmer Esel?“

zugelassen, z.B. Fragestruktur enthält CAUS-Relation, in der Wissensbasis steht an entsprechender Stelle aber nur die unspezifischere REAS-Relation). Bei rigider Antwortstrategie ist das Verfahren mit Schritt zwei beendet, während bei den übrigen Strategien eine Art Überbeantwortung stattfindet, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann.<sup>12</sup>

Betrachten wir zunächst Frage (F1) vor dem Wissenshintergrund (S1). In diese Konstellation kann die Fragestruktur nicht nur grob (Schritt ANSW1), sondern auch unter Einbeziehung der Layer-Merkmale verifiziert werden (Schritt ANSW2), weil sie in diesem elementaren Fall isomorph zur semantischen Struktur ist, die durch den realen Sachverhalt G02 repräsentiert wird, und die Layermerkmale korrespondierender Knoten unifizierbar sind. Da der Knoten G01 im Verifikationsprozeß dem Fragefokus zugeordnet wird, braucht zur Antwort nur noch dieser Knoten G01 reformuliert zu werden; und zwar wird hierzu nur das immanente Wissen über G01 herangezogen (was selbst für eine ko-

<sup>12</sup> Beispiele für kooperative Antworten finden sich in den Abbildungen 13.5 bis 13.7.

operative Antwort völlig ausreichend ist). Die Reformulierung des situativen Wissens, das sich aus der POSS-Kante und der AGT-Kante zusammensetzt, würde als redundant empfunden.

Bei der Beantwortung von Frage (F1) vor dem Wissenshintergrund (S2) würde zwar auch die Grobverifikation erfolgreich verlaufen und damit die Korrespondenz "Fragefokus – G01" gefunden werden; die Feinverifikation (Schritt ANSW2) würde aber eine Diskrepanz im Layer-Merkmal **FACT** aufdecken. Aus diesem Grund ist bei unkooperativer (rigider) Strategie als Antwort „Unbekannt.“ auszugeben. Da aber in Schritt ANSW2 als Ursache für die Diskrepanz, die sich im Merkmal [**FACT** = *hypo*] bei G01, G02 und G03 manifestiert, die konditionale Restriktion (G04 COND G02) ermittelt wird, kann bei kooperativer Strategie unter Berücksichtigung von [**REFER** = *indet*] bei G01 als Antwort „Ein beliebiger Farmer.“ ausgegeben werden, wenn diese auf die genannte Bedingung „Wenn er den Esel besitzt.“ eingeschränkt wird.

Die Beantwortung der Frage (F1) vor dem Wissenshintergrund (S3) verläuft völlig analog zum ersten Fall, nur daß in (S2) der Knoten G01 immanent anders charakterisiert ist (POSS-Kante + SUB-Kante) und daß bei der Reformulierung das Merkmal [**QUANT** = *all*] berücksichtigt werden muß (führt zu „Alle Farmer, die einen Esel besitzen“).

Da die in den anderen Abbildungen dargestellten Fälle analog zu behandeln sind, soll hier nur noch auf einige Besonderheiten hingewiesen werden. Frage (F2) kann als Entscheidungsfrage mit [FTYPE=*ent*], die nur mit „Ja.“ oder „Nein.“ zu beantworten ist, gedeutet werden (dieser Fall wurde in Abb. 13.6 für die Beantwortung ausgewählt), oder sie ist als Entscheidungsfrage mit Existenzcharakter mit [FTYPE=*entex*] zu deuten und genau so wie Frage (F1) zu behandeln. Abschließend sei noch darauf hingewiesen, daß - wie auch der Vergleich der Antworten zu (F2) und (F3) zeigt - nicht nur der Inhalt der Antwort, sondern auch ihre Form von der jeweiligen Frage abhängt, was besonders deutlich beim Einsatz von Pronominalisierungen in der Antwortgenerierung sichtbar wird.<sup>13</sup>

### 13.3 Assoziativ geleitete logische Fragebeantwortung

Im vorangehenden Abschnitt hatten wir den elementaren Fall betrachtet, daß die gesamte Fragestruktur isomorph zu einem Teilnetz der Wissensbasis ist.

<sup>13</sup> Die Erzeugung der richtigen Pronomenreferenzen zur Gewährleistung einer "flüssigen" Antwort ist Aufgabe des Reformulierungsprozesses und kann deshalb hier nicht weiter untersucht werden.

Obwohl dies in den seltensten Fällen zutrifft, ist es das Ziel des Inferenzverfahrens, auch bei nicht unmittelbarer Übereinstimmung von Fragestruktur und SN die erstere schrittweise unter Einsatz von Hintergrundwissen und axiomatischen Zusammenhängen auf Teile des SN abzubilden und so die Antwort zu finden.

Zur Realisierung eines assoziativ geleiteten Inferenzverfahrens, das wir **Fragezentrierung** nennen und dessen Grundzüge bereits in [86] beschrieben wurden, betrachten wir folgendes Beispiel:

Textuell gegebene Information:

(S4) „Das Reisebüro TravelAgent kaufte 1998 von CompuTex einen PC.“

Frage: (F4) „An welche Firmen verkaufte CompuTex einen Rechner?“

Die linearisierte semantische Struktur von Frage (F4) lautet unter Berücksichtigung der Konjunktionskonvention:

$$[(\text{FOCUS } ?) \mid (s \text{ SUBS verkaufen}) \wedge (s \text{ AGT CompuTex}) \wedge (s \text{ OBJ } o) \wedge (o \text{ SUB Rechner}) \wedge (s \text{ ORNT } ?) \wedge (? \text{ SUB Firma})] \quad (96)$$

Dabei sind alle Argumente außer den Bezeichnern für lexikalisierte Konzepte als Variable aufzufassen. Da (F4) als Ergänzungsfrage interpretiert wird, ist in der korrespondierenden semantischen Struktur eine Variable (hier mit '?' bezeichnet) als **Fragefokus** markiert (vgl. Abschn. 3.2.4). Das Ziel besteht darin, durch geeignete Substitutionen der Variablen mit Hilfe der **Inferenzregeln** und von Axiomen diese Fragestruktur, die wir wegen der im Verifikationsprozeß zu findenden Belegungen für die Variablen auch **Fragemuster** (abgekürzt: FM) nennen, zu verifizieren. Dabei geht man rückwärts vor, indem die relationalen Tripel des Fragemusters deduktiv auf die Wissensbasis zurückgeführt werden und jeweils verifizierte Tripel bzw. Tripelgruppen aus dem Fragemuster entfernt werden. Am Ende einer erfolgreichen Suche steht also das leere Fragemuster. Derjenige Knoten des SN, der während der Verifikation als Substitut für den Fragefokus gefunden wird, bildet bei Ergänzungsfragen die Lösung der Suche und damit den **Antwortkern**, aus dem die natürlichsprachliche Antwort zu generieren ist.

Die assoziative Steuerung der logischen Prozesse kann durch folgende Überlegung erreicht werden. Man versucht von den terminalen (d.h. lexikalisierten) Knoten des Netzes, die im Fragemuster vorkommen, Pfade im SN zu den anderen terminalen Knoten voranzutreiben, wobei diese assoziative Suche durch das Fragemuster geleitet wird. Solche Pfade zwischen den terminalen Frageknoten muß es geben, sonst wären letztere im SN isoliert, und die Frage ließe sich nicht beantworten. Dabei kann es natürlich vorkommen, daß die relationalen Tripel des FM keine direkte Entsprechung im SN besit-

zen, sondern daß für eine erfolgreiche Suche mit Hilfe von Axiomen Brücken zwischen sonst unverbundenen Knoten zu schlagen sind oder das Fragemuster überhaupt mit Hilfe von Axiomen teilweise oder ganz in ein anderes Muster zu transformieren ist. Ein wesentlicher Grundgedanke des gesamten Verfahrens besteht nun darin, besonderes Augenmerk auf diejenigen Knoten des SN zu legen, die auf verschiedenen Pfaden erreichbar sind. Einen solchen Knoten nennen wir **Fragezentrum**, da sich die Wahrscheinlichkeit, bei der Fragebeantwortung in einem relevanten Teil des SN angelangt zu sein, bei Auffinden eines Fragezentrums wesentlich erhöht<sup>14</sup>. Die geschilderte logisch-assoziative Suche läßt sich durch ein Verfahren modellieren, das anhand von Abb. 13.8 unter Zugrundelegung des Frage-Satz-Paares (F4), (S4) erläutert werden soll.

Über dem semantischen Netz SN, das die Informationen enthält, die der Fragebeantwortung zugrundegelegt werden sollen, wird ein Suchgraph GS initialisiert. Dieser besteht zunächst nur aus der Wurzel W und jeweils einem Nachfolgeknoten von W für jeden terminalen Knoten der untersuchten Frage (jeder Knoten von GS entspricht einem Knoten des SN, so daß es also eine homomorphe Abbildung von GS in das SN gibt).

Allgemein haben die Knoten von GS folgende Gestalt:

$$\begin{aligned} \langle \text{GS-Knoten} \rangle ::= & (\langle \text{Knoten des SN} \rangle \\ & \langle \text{Bewertung} \rangle \\ & \langle \text{noch zu verifizierender Teil des Fragemusters} \rangle \\ & \langle \text{Liste der Vorgängerknoten auf dem Suchpfad} \rangle \\ & \langle \text{Liste der durchgeführten Variablensubstitutionen} \rangle) \quad (97) \end{aligned}$$

Die Wurzel W enthält als dritte Komponente das gesamte Fragemuster FM (vgl. Formel (96)), da noch nichts verifiziert ist; alle anderen Komponenten sind leer. Die erste Komponente eines jeden Knotens von GS nennen wir **Knotenkopf**, da sie die Stelle im SN markiert, bis zu der die Suche ausgehend von einem terminalen Frageknoten vorangetrieben wurde. Ziel des Verfahrens ist es, durch Verfolgen von Kanten des SN unter geeigneten Substitutionen für die Fragevariablen jedes einzelne relationale Tripel des Fragemusters zu verifizieren. Angenommen, man startet die Suche von einem Knoten  $G_1 \in \text{GS}$  mit dem Knotenkopf  $k_1$ . Wenn ein Tripel  $\text{Tr} = (k_1 \langle \text{Rel} \rangle x)$  aus FM auf eine Kante des SN paßt, d.h. vom Knoten  $k_1$  des SN ausgehend läßt sich eine mit  $\langle \text{Rel} \rangle$  markierte Kante zu einem Knoten  $k_2$  des SN finden, dann wird ein neuer Knoten  $G_2$  von GS gebildet. Dieser hat als Knotenkopf den Knoten  $k_2$ , als Fragemu-

<sup>14</sup> Bezüglich der Bewertung dieses Umstands und der Steuerung der Suche durch eine heuristische Evaluierungsfunktion wurden bereits in [86] entsprechende Vorschläge unterbreitet.

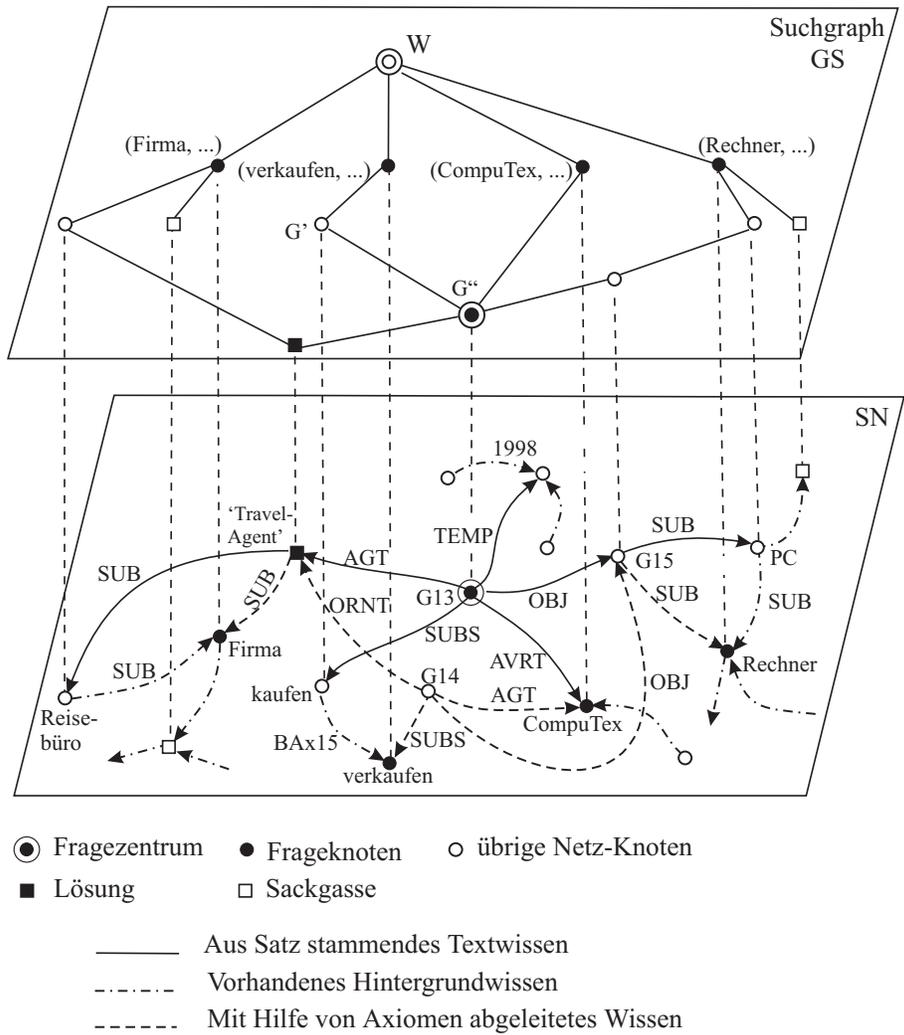


Abbildung 13.8. Assoziativ geleitete deduktive Suche mit der Methode der Fragefokussierung

ster das um das Tripel  $Tr$  verkürzte Muster  $FM$ , als vierte Komponente die um  $k_1$  erweiterte Vorgängerliste von  $G_1$  und als fünfte Komponente die um  $\sigma = \{k_2/x\}$  erweiterte Substitutionsliste von  $G_1$ . Zur Bewertung eines Knotens  $G \in GS$  (zweite Komponente von  $G$ ) sei hier nur so viel gesagt, daß man diese als Funktion der Zahl der in den Knotenkopf ein- bzw. auslaufenden Kanten, der Länge des (noch zu verifizierenden) Fragemusters und eines Bonus für das Erreichen eines Fragezentrums wählen sollte.

Betrachten wir Abb. 13.8 und denken uns am Anfang alle gestrichelten Kanten im SN gelöscht (diese sollen nicht ursprünglich im SN enthalten sein, sondern erst über Ableitungsprozesse erschlossen werden). Dann kommen zunächst nur drei Knoten des Suchgraphen GS in Frage, von denen aus man die Suche im SN weiterführen kann, und zwar sind dies die Knoten mit den Köpfen Firma, verkaufen und Rechner.<sup>15</sup> Wenn man die Suche mit dem Knoten beginnt, der die wenigsten ein- und auslaufenden Kanten besitzt, dann bietet sich in unserem Fall verkaufen an, das mit kaufen im SN über ein Bedeutungsposulat (das B-Axiom BAx15, Formel (98)) verbunden ist.<sup>16</sup>

$$\begin{aligned} \mathbf{BAx15:} \quad & (x \text{ SUBS kaufen}) \wedge (x \text{ AGT } y) \wedge (x \text{ OBJ } z) \wedge (x \text{ AVRT } u) \rightarrow \\ & (\text{sk}(x) \text{ SUBS verkaufen}) \wedge (\text{sk}(x) \text{ OBJ } z) \\ & \wedge (\text{sk}(x) \text{ AGT } u) \wedge (\text{sk}(x) \text{ ORNT } y) \end{aligned} \quad (98)$$

Durch Einsatz dieses Axioms kann eine Brücke von dem (ansonsten im SN isolierten) Knoten verkaufen zum Knoten kaufen geschlagen werden, wodurch ein neuer Knoten  $G' \in GS$  entsteht. Dieser erhält den Knotenkopf kaufen, das durch Transformation entstandene Fragemuster:

$$\begin{aligned} & [(x \text{ SUBS kaufen}) \wedge (x \text{ AGT } ?) \wedge (? \text{ SUB Firma}) \\ & \quad \wedge (x \text{ OBJ } o) \wedge (o \text{ SUB Rechner}) \wedge (x \text{ AVRT CompuTex})] \end{aligned} \quad (99)$$

die Substitutionsliste  $\Sigma_1 = \{\text{sk}(x)/s, ?/y, \text{CompuTex}/u, o/z\}$  und die um verkaufen verlängerte Vorgängerliste.

Nach der Anwendung dieses Axioms auf das Fragemuster ergibt sich eine Fortsetzungsmöglichkeit der Suche von  $G'$  aus mit dem Knotenkopf kaufen, indem man das Tripel  $(x \text{ SUBS kaufen})$  des Restfragemusters (99) mit der Kante  $(G13 \text{ SUBS kaufen})$  des SN zur Deckung bringt. Dies führt zu einem neuen Knoten  $G'' \in GS$  mit dem Knotenkopf G13. Die Besonderheit dieses Schrittes besteht darin, daß man mit der Substitution  $\Sigma_2 = \{G13/x\}$  gleich zwei Tripel des Fragemusters (99), nämlich  $(x \text{ SUBS kaufen})$  und  $(x \text{ AVRT CompuTex})$ , verifizieren kann, wodurch das neue verkürzte Fragemuster

$$[(G13 \text{ AGT } ?) \wedge (? \text{ SUB Firma}) \wedge (G13 \text{ OBJ } o) \wedge (o \text{ SUB Rechner})] \quad (100)$$

<sup>15</sup> Der Knoten CompuTex kommt vorerst nicht in Frage, da es im SN nach Voraussetzung (noch) keine zu CompuTex führende AGT-Kante gibt, und auch kein Axiom bekannt ist, das AGT und AVRT miteinander verbindet.

<sup>16</sup> Der Term  $\text{sk}(x)$  ist ein sogenannter Skolemterm, der etwas abgekürzt geschrieben wurde. Er vertritt eine existenzialquantifizierte Variable und müßte genau genommen von allen davor stehenden freien Variablen abhängen, also  $\text{sk}(x, y, z, u)$  lauten, vgl. das Axiom (83), das bis auf den explizit enthaltenen Existenzialquantor völlig analog aufgebaut ist.

entsteht. Dies ist genau so zu werten, als hätte man das im Axiom (98) implizit enthaltene Wissen explizit in das SN aufgenommen (gestrichelte Kanten, die in Abb. 13.8 von G14 ausgehen) und in diesem erweiterten Netz den Knoten G13 sowohl von **kaufen** aus als auch von **CompuTex** aus auf zwei verschiedenen Pfaden erreicht. Also bildet G13 ein sogenanntes Fragezentrum, von dem aus die Lösung in wenigen Schritten zu erreichen sein sollte.

Daß dies der Fall ist, sieht man leicht, wenn man in je zwei getrennten Aktionen von G13 aus die **OBJ**-Kante mit der Substitution  $\Sigma_3 = \{G15/o\}$  und die **AGT**-Kante mit der Substitution  $\Sigma_4 = \{TravelAgent/?\}$  verfolgt. Nach diesen etwas verkürzt zusammengefaßten Schritten bleibt nur noch die Aufgabe, das verbleibende Restmuster

$$[(TravelAgent \text{ SUB } Firma) \wedge (G15 \text{ SUB } Rechner)] \quad (101),$$

zu verifizieren, was durch zweimalige Anwendung des Transitivitätsaxioms für die **SUB**-Relation und Einbeziehung der SN-Knoten **Reisebüro** bzw. **PC** möglich ist. Der für unsere Betrachtungen entscheidende Effekt ist die Substitution  $\Sigma_4 = \{TravelAgent/?\}$ , die den für eine Ergänzungsfrage wie (F4) wichtigen **Antwortkern** liefert. Das ist derjenige Knoten des SN, dessen semantischer Gehalt im Verfahren der Antwortgenerierung natürlichsprachlich zu reformulieren ist (in dem hier vorliegenden Fall, in dem der Antwortkern durch einen Eigennamen benannt werden kann, würde sicher als lakonische Antwort auf (F4) die Ausgabe der Phrase „*An TravelAgent*“ oder etwas kooperativer: „*An das Reisebüro TravelAgent*“ bzw. „*An die Firma TravelAgent*“ genügen.

Mit diesem kurzen Exkurs – der nur eine Grundvorstellung vom Umgang mit MultiNet-Wissensbasen in der Phase der Antwortfindung vermitteln konnte – soll die Behandlung der wichtigsten Elemente des Frage-Antwort-Spiels abgeschlossen werden, um im nächsten Abschnitt noch einen Überblick über die zum MultiNet-Paradigma gehörenden Software-Werkzeuge zu geben.

## Kapitel 14

# Werkzeuge für den Wissensingenieur, Anwendungsbeispiele

### 14.1 Wissensmanagement als Ingenieursaufgabe

Der ingenieurmäßige Umgang mit Wissen hat vor allem durch die Entwicklung der Künstlichen Intelligenz eine starke Betonung erfahren. Er wird dort unter dem Terminus **Knowledge Engineering** zusammengefaßt. Ihren materiellen Ausdruck findet diese Arbeitsrichtung in der Entwicklung von Software-Werkzeugen zum Wissenserwerb (**Knowledge Acquisition**), zum Wissensmanagement und zur Manipulation von Wissensbeständen (**Editierungsfunktion**). Die Bereitstellung solcher Werkzeuge ist um so wichtiger, als für praxisrelevante Anwendungsbereiche das Wissen qualitativ so komplex und quantitativ so umfangreich ist, daß es ohne Hilfe der Rechentechnik nicht mehr bewältigt werden kann. Die bislang umfangreichste Software zur technischen Unterstützung der Wissensverarbeitung/Wissensakquisition dürfte im Projekt CYC [123] entwickelt worden sein, wobei aber auch hier noch ein großes Manko in der automatischen Ermittlung von Wissen aus natürlichsprachlichen Informationen zu bestehen scheint.<sup>1</sup>

Für das Wissensrepräsentationsparadigma MultiNet stehen zur Zeit drei Werkzeuge zur Verfügung, die eine rechnerbasierte Wissensverarbeitung unterstützen:

- **MWR**, das Werkzeug für den Wissensingenieur mit Schwerpunkt auf dem Prozeß der Assimilation bzw. Akkumulation von Wissensbeständen sowie der Wissensmanipulation (Bereitstellung von graphischen Editoren). Dieses System wurde von C. Gnörlich entwickelt [64]).
- **NatLink**, ein Übersetzungssystem zur automatischen Übertragung natürlichsprachlicher Informationen in die semantische Wissensrepräsentation, das auf dem Konzept der Wortklassen-gesteuerten Analyse von H. Helbig aufbaut [87], [88] und von S. Hartrumpf weiterentwickelt wurde [77], [91].

---

<sup>1</sup> Dies drückt sich u.a. in der Beschäftigung von Personen zur Wissens eingabe aus, die als **Knowledge Enterer** bezeichnet werden.

- **LIA**, eine Werkbank für den Computerlexikographen zur rechnergestützten Spezifikation der morfo-syntaktischen und semantischen Charakteristika von Lexemen. Dieses System wurde von M. Schulz konzipiert und implementiert [175] und von R. Osswald weiterentwickelt.

## 14.2 MWR – die Werkbank für den Wissensingenieur

Die Werkbank für den Wissensingenieur **MWR** (Abkürzung von: **M**ultinet **W**issensrepräsentation) dient zur Unterstützung der Arbeit mit dem Wissensrepräsentationssystem MultiNet. Sie kann neben vielen anderen denkbaren Anwendern sowohl von KI-Experten (insbesondere von Computerlinguisten) als auch von Sprachwissenschaftlern (z.B. zur Beschreibung der Semantik natürlichsprachlicher Ausdrücke) oder von Psychologen (u.a. zur kognitiven Modellierung) genutzt werden. Die derzeitige Hauptnutzung von MultiNet liegt in der Verwendung als Wissensrepräsentationssprache für natürlichsprachliche Interfaces zu Datenbanken und für natürlichsprachliche Auskunftssysteme. In diesen Anwendungen wird MWR vorwiegend zur Bereitstellung des Hintergrundwissens eingesetzt. Dieses umfaßt neben Allgemeinwissen in einem FAS sowohl Metawissen über die Zieldatenbanken und über das entsprechende Dialogmodell (s. [90]) als auch sprachliches Wissen, das als semantische Komponente im Computerlexikon integriert ist (s. hierzu Abschn. 12.2 und Abschn. 14.4).

Die Werkbank MWR besteht zur Zeit aus folgenden Komponenten, die nachstehend kurz erläutert werden (diese Zusammenstellung ist aber nicht als endgültig anzusehen, da MWR ständig um weitere Funktionalitäten ergänzt wird):

- nutzerfreundliches Grafik-Interface zur Präsentation von semantischen Netzen (mit umfangreichem Hilfesystem)
- geeignete graphische Netz-Editoren
- Mustererkenner für Teilnetze und Support für den Assimilationsprozeß
- Datenbankschnittstellen.

Abb. 14.1 zeigt ein „von Hand“ mit MWR aufbereitetes semantisches Netz, das die Bedeutung des Satzes „*Jeder Roboter, der in den Raum K7 geht, holt dort ein Werkstück.*“ repräsentiert. Ein solches Netz entsteht auch, wenn dieser Satz mit dem System NatLink (s. Abschn. 14.3) automatisch analysiert wird. Durch die enge Kopplung von MWR mit NatLink kann das von der Analyse

automatisch erzeugte Netz gegebenenfalls mit MWR weiterbearbeitet werden. So kann man z.B. zu jedem Knoten die Layerinformationen (s. Abschn. 10) abfragen und diese (falls nötig) auch verändern, s. Abb. 14.2. Darüber hinaus ist es möglich, mit Hilfe des graphischen Nutzerinterfaces durch Anfassen und Ziehen der Knoten mit der Maus das Layout des Netzes zu verändern, Knoten- und Kantenmarkierungen zu korrigieren oder sich durch Anwählen der Relations- und Funktionsbezeichnungen auf den Kanten die Definition der entsprechenden Kantenmarkierungen anzeigen zu lassen (s. hierzu Abb. 14.3). Sehr umfangreiche semantische Netze lassen sich ohne graphische Präsentationsmöglichkeiten und graphische Nutzerinterfaces nicht mehr effektiv handhaben. Dabei ist es wichtig, daß potentiell unbegrenzt große Netze so präsentiert werden können, daß sie kontinuierlich am Arbeitsfenster vorüberwandern und für die Bearbeitung relevante Knoten bzw. Kanten im Zentrum dieses Fensters erscheinen (virtuelles semantisches Netz). Dieser Prozeß wird in MWR durch spezielle Funktionen unterstützt, die nach entsprechend spezifizierten Knoten suchen. Um die Darstellung auf dem Bildschirm nicht zu stark zu belasten, lassen sich die Feinstruktur der Knoten und insbesondere die zu jedem Knoten gehörenden Layerinformationen in entsprechenden Pop-up-Menüs gesondert darstellen (s. hierzu Abb. 14.2, ein analoges Pop-up-Menü existiert für die Darstellung der Knoten-Sorten).

Für den Wissensingenieur ist es wichtig, die Dokumentation der Darstellungsmittel von MultiNet (das ist im wesentlichen der Teil II dieser Arbeit als Hypertext-Dokument mit entsprechender Verweisstruktur) jederzeit on-line zur Verfügung zu haben. Dieses Hilfesystem steht übrigens auch den anderen Werkzeugen (s. Abschn. 14.3 und 14.4) zur Verfügung. So erscheint z.B. bei Auswahl der Relation **CAUS** auf der rechten Funktionsleiste des MWR-Fensters oder als Markierung auf einer Kante die Definition dieser Relation aus Teil II, wobei von dort aus wieder weitere Links verfolgt werden können (s. Abb. 14.3).

Als weitere Unterstützung für den Wissensingenieur beim Aufbau einer größeren Wissensbasis sind die wichtigsten Grundprozesse zur Unterstützung der Assimilation in das MWR-Tool integriert. Hierzu gehören insbesondere:

- Pattern-matching Routinen zum Einsatz bei der Ausführung von Inferenzen (vgl. Abschn. 13.2) und von Transformationen von Fragen in andere Zielsprachen (s.u.)
- Inferenzverfahren mit dem Schwerpunkt auf den in Abschn. 13.3 beschriebenen Methoden zur assoziativ geleiteten deduktiven Fragebeantwortung

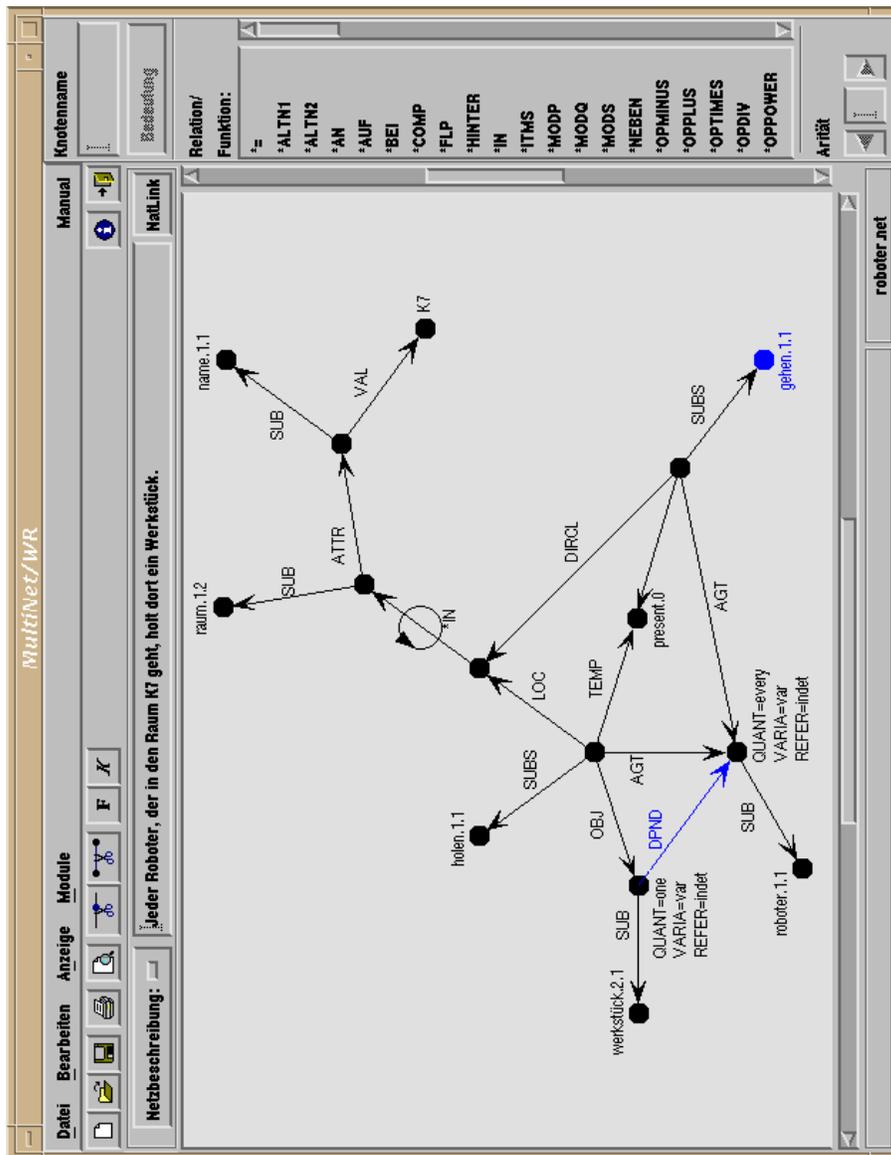


Abbildung 14.1. Das graphische Nutzerinterface von MWR

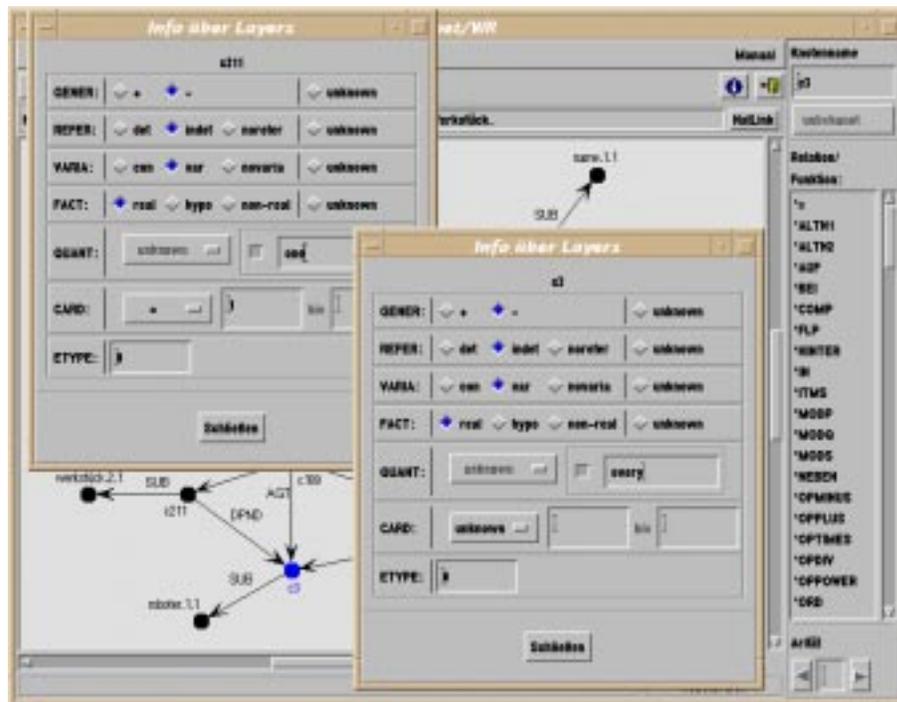


Abbildung 14.2. Darstellung detaillierter Layerinformationen über die Netzknoten c2 und c211

- Verfahren zum Testen von Netzknoten auf intensionale Gleichheit und auf Subordinationsbeziehungen.

Ein für praktische Anwendungen besonders wichtiger Gesichtspunkt ist die Bereitstellung von Schnittstellen bzw. von Transformationsmechanismen zwischen MultiNet und anderen Zielsprachen. So stellt MWR ein Interface zur Übersetzung von MultiNet-Fragestrukturen in SQL zur Verfügung, das u.a. für die natürlichsprachliche Anfrage an relationale Datenbanken eingesetzt wird (vgl. [90]). Auf das Z39.50-Gateway werden wir in Abschn. 14.3 eingehen. Abb. 14.4 zeigt oben links beginnend im Uhrzeigersinn eine natürlichsprachliche Anfrage an die Bibliotheksdatenbank des HBZ<sup>2</sup>, deren graphische MultiNet-Darstellung, einfaches Hintergrundwissen über Verlage, die Transformation der Frage in einen SQL-Ausdruck und schließlich die Antwort von der Bibliotheksdatenbank.

Zusammen mit den im folgenden Abschnitt behandelten Übersetzungsmethoden für natürlichsprachliche Ausdrücke in MultiNet-Strukturen bilden die

<sup>2</sup> Hochschulbibliothekszentrum des Landes Nordrhein-Westfalen in Köln

oben genannten Transformationstechniken die Grundbausteine für natürlich-sprachliche Interfaces zu technischen Zielsystemen, wie Datenbanken, Informationsrecherchesystemen usw.

The screenshot shows a help window titled "MWR/Net/WR Die-Lisa-Dokumentation". The main text discusses the **CAUS** relation, its characteristics (transitive, asymmetric, non-reflexive), and its use in forming questions. It also includes a logical formula for the relationship between **CAUS** and **CTR**.

**Merkmale:**  
 caus - Ursache

**Fragemuster:**  
 (Wann/Wie/Weshalb/Weshalb) <sp>  
 (Wann/Au <Wb>) ([studies]([idea]([situation]...)) <sb>  
 Wodurch [verursacht werden] <sp>  
 Wann liegt die Ursache für <sp>  
 Welche Wirkung (ist/war) <sp>  
 ([Dank/Aufgrund] <Wb> <sb> ([geschehen]([situation]...)) <sp>

**Kommentar:**  
 Die Kausalbeziehung steht in engem Zusammenhang zur Zeitrelation **ANTE**, da die Wirkung zeitlich nicht vor der Ursache liegen kann:  
 $\langle x \text{ CAUS } y \rangle \rightarrow \neg \langle y \text{ ANTE } x \rangle$  (13)

Zwischen den Relationen **CTR** und **CAUS** besteht folgende Beziehung:  
 $\langle y \text{ CTR } x \rangle \rightarrow \exists t_1 \langle t_1 \text{ AGT } x \rangle \vee \exists t_2 \langle t_2 \text{ INSTA } x \rangle \wedge \langle t_1 \text{ CAUS } t_2 \rangle$  (13)

Als typisch für die Beschreibung einer Kausalbeziehung kann der Satz 55 unten angesehen werden. Er macht deutlich, daß durch **CAUS** im Gegensatz zu **COND** und **IMPL** keine faktische Sachverhalte, die durch das Merkmal **[FACT = yes]** gekennzeichnet sind, miteinander verknüpft werden.

- (13) [Die Ziehung] (conn, 2) über [die ungewöhnliche Ereignis] (conn, 1) .<sup>+</sup>
- (14) [Peter kletter] (conn, 2) [an Gärten] (conn, 1) .<sup>+</sup>
- (15) [Wald [Peter über die Straße lag]] (conn, 1) [wurde er von einem Auto überfahren] (conn, 2) .<sup>+</sup>

The diagram below is a semantic network for the sentence "Peter überfuhr die Straße". It shows nodes for "Straße" (SUB, TEMP, VMA), "Peter" (AGT, AVF), and "Auto" (SUB, TEMP, CTR). The main relation is "überfahren" (SUBS, FACT=yes). Other relations include "Laufen" (SUBS, FACT=no) and "überfahren" (SUBS, FACT=no) connected to "Straße" and "Auto" respectively.

Abbildung 14.3. Das Hilfesystem von MWR

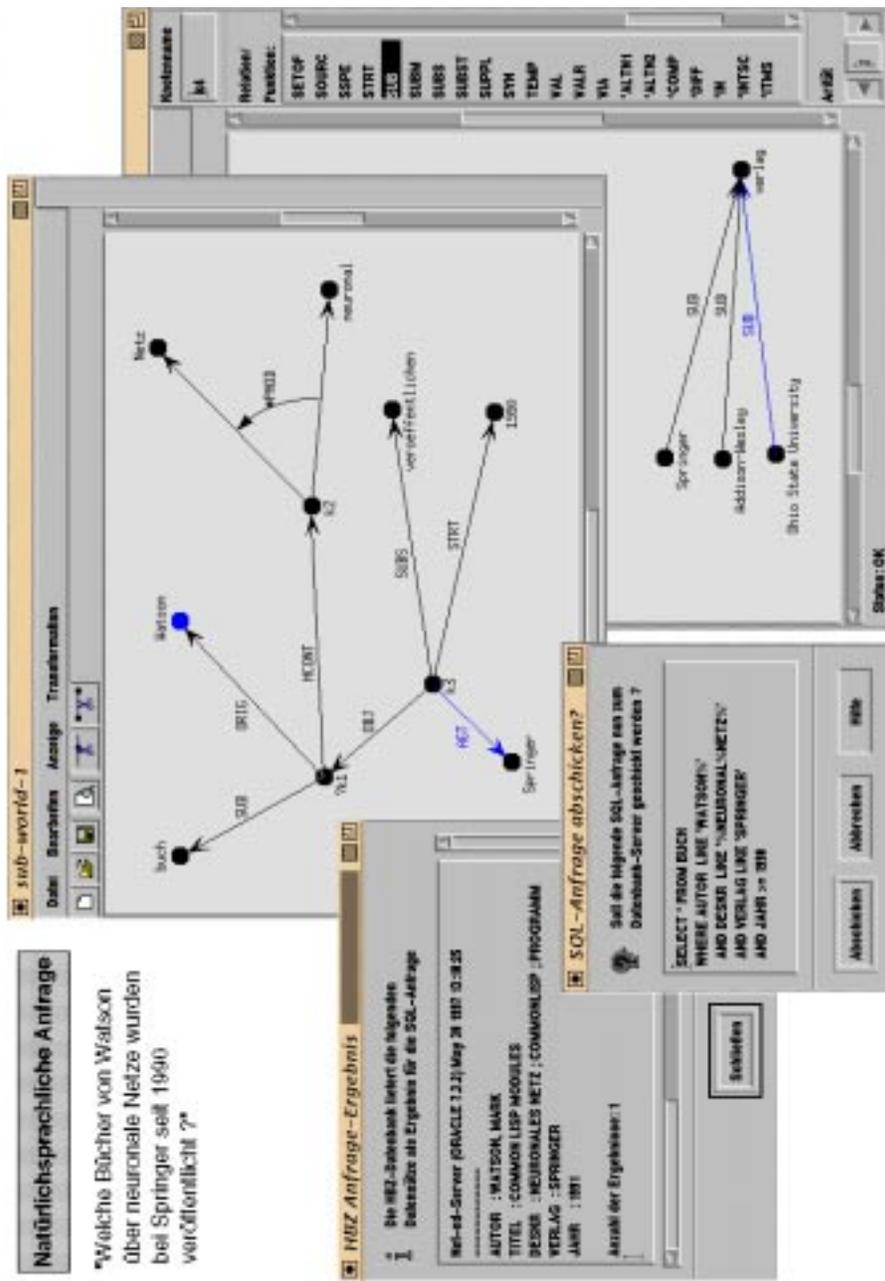


Abbildung 14.4. Die Schnittstelle von MWR zu relationalen Datenbanken (das SQL-Interface)

### 14.3 NatLink – ein semantischer Interpreter für MultiNet

Die Werkzeuge zur Erstellung und graphischen Editierung von MultiNet-Strukturen bilden zwar ein wichtiges Instrumentarium für die Bereitstellung von Basiswissen und für die Einbindung von semantischen Netzstrukturen in das Computerlexikon (s. hierzu Abschn. 14.4); für die Akquisition größerer Wissensbestände benötigt man aber noch weitergehende Methoden. Hierfür ist eine automatische Übersetzung natürlichsprachlicher Informationen in MultiNet-Wissensbasen erforderlich. Das Modul, das dieses leistet, heißt **NatLink** und basiert auf einer Wortklassen-gesteuerten syntaktisch-semantischen Analyse. Der Grundgedanke dieses Verfahrens, das in [87], [91] beschrieben ist, besteht in folgendem:

Das Wort spielt beim Sprachverstehen und damit auch für die Steuerung automatischer Sprachverarbeitungsprozesse eine zentrale Rolle, wobei vorrangig zwei Arten von Wissen einbezogen werden, die mit jedem Wort verbunden sind: das lexikalische Wissen (dieses wurde in Abschn. 12 behandelt) und das grammatikalische Wissen (auf das wir uns hier konzentrieren wollen). Daß der Mensch höchstwahrscheinlich bei jedem Sprachverstehen sofort sein gesamtes für die zu verarbeitende sprachliche Äußerung relevantes Wissen (also auch sogenanntes Weltwissen) einbezieht, zeigt die semantische Fragwürdigkeit von Sätzen wie „*Das Baby entdeckte einen Fehler in der Berechnung des Linienintegrals.*“. Die Erkennung solcher semantischer Aberrationen, wie übrigens auch die Behandlung von Metaphern und Metonymen betrachten wir als **Effekt zweiter Ordnung** beim Sprachverstehen, der außerhalb der weiteren Betrachtung bleiben soll.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Unter einem Effekt zweiter Ordnung verstehen wir eine Erscheinung beim Sprachverstehen, die eine semantische Analyse auf einer Vorstufe verlangt, bevor in einer zweiten Stufe die richtige semantische Deutung gefunden wird.

In dem genannten Beispiel, wird der Satz zunächst „ganz normal“ interpretiert, da alle Selektionsrestriktionen (insbesondere diejenigen für den Agenten) formal erfüllt sind. Erst in einer zweiten Stufe der Analyse, in der Hintergrundwissen einbezogen wird, kann erschlossen werden, daß der Beispielsatz einen semantischen Defekt hat, weil Babies (zumindest bislang) keine Integralrechnung beherrschen.

Bei Metaphern und metonymischen Wendungen liegen die Verhältnisse gerade umgekehrt, wie z.B. in dem Satz „*Nach Potsdam verschlechterte sich das Verhältnis der Alliierten rapid.*“ sichtbar wird. Hier wäre der Satz im ersten Verstehensschritt eigentlich zurückzuweisen, da die Präposition „nach“ in diesem Fall zeitlich zu deuten ist und damit als zweites Argument eine Zeit oder einen Sachverhalt verlangt (vgl. hierzu ANTE). Erst in einer zweiten Stufe der Deutung kann die metonymische Übertragung „Potsdam“ → „Potsdamer Konferenz“ erschlossen werden, die offenlegt, daß nicht der Ort Potsdam, sondern die Potsdamer Konferenz gemeint ist. Ohne die Entdeckung des Bruchs in der Selektionsrestriktion der Relation ANTE in einer ersten Stufe würde überhaupt keine Notwendigkeit für eine metony-

In der funktionellen Wirkung eines Wortes beim Sprachverstehen sind generell zwei Phasen zu unterscheiden:

**Eröffnungsphase.** Sobald ein Wort in den Sprachverarbeitungsprozeß einbezogen wird, werden bestimmte Erwartungen sowohl syntaktischer als auch semantischer Art ausgelöst, die durch die Valenzen des betreffenden Wortes bestimmt werden (s. hierzu 12). Diese Valenzen (in KI-Terminologie auch Slots genannt) können jedoch i.a. nicht sofort, sondern erst zu einem späteren Zeitpunkt erfüllt werden (müssen also gespeichert werden).

**Komplettierungsphase.** Wenn genügend Informationen angesammelt sind, d.h. weitere Wörter in die Sprachverarbeitung einbezogen und weitere Konstituenten semantisch analysiert wurden, die zu den in der Eröffnungsphase aufgespannten Erwartungen (Valenzen bzw. Slots) in definierter Weise “passen”, dann können diese Erwartungen erfüllt und entsprechende syntaktische und semantische Strukturen aufgebaut werden.

Ein Wort tritt also im Prozeß der Sprachverarbeitung i.a. zweimal in Aktion: einmal beim Eröffnen von Slots und einmal beim Füllen dieser Slots. Für die algorithmische Modellierung dieses Prozesses bedeutet dies, daß jedes Wort im Prinzip mit zwei Funktionen, OPEN-ACT bzw. COMPLETE-ACT genannt, zu verbinden ist, die die grammatische Funktion des Wortes insgesamt repräsentieren. Diese Funktionen werden auch zu verschiedenen Zeiten während der Verarbeitung natürlichsprachlicher Ausdrücke aktiviert.

Da bestimmte Gruppen von Wörtern bezüglich ihrer grammatischen Funktion starke Gemeinsamkeiten haben, braucht nicht jedes einzelne Wort mit solchen Aktionen verknüpft zu werden. Es lassen sich vielmehr Wortklassen bilden, deren Elemente sich durch die gleiche grammatische Funktion auszeichnen. Es ist recht aufschlußreich, daß die unter diesem Gesichtspunkt gefundenen Wortklassen der in der traditionellen Grammatik verwendeten Einteilung der Wörter sehr nahe kommen (ohne mit ihr identisch zu sein). Zur Zeit werden in NatLink 25 Wortklassenfunktionen eingesetzt, zu denen die in Tab. 14.1 angegebenen gehören:

Kennzeichnend für die in NatLink verwendete Analysestrategie ist der Umstand, daß keine syntaktischen Zwischenstrukturen erzeugt werden, sondern sofort nach Abschluß des COMPLETE-ACT einer Wortklassenfunktion ein semantischer Repräsentant, ein sogenannter **semantischer Kern**, für die entsprechende Konstituente aufgebaut wird. Abb. 14.5 zeigt das Fenstersystem von NatLink während der Analyse des Aufforderungssatzes *„Zeige mir eine Liste von weiterführenden C++-Büchern, die nach 1988 publiziert wor-*

---

mische Deutung des Begriffs **Potsdam** bestehen (es sei nur angemerkt, daß eine Deutung von „nach“ im Sinne von **DIRCL** wegen der Inkompatibilität des Begriffs verschlechtern mit dieser Relation hier nicht in Frage kommt).

Funktionsname	Wortklasse
*ADJ	Adjektiv
*ART	Artikel
*CONJC	koordinierende Konjunktion
*CONJS	subordinierende Konjunktion (Subjunktion)
*FPATTR	Fragepronomen mit attributivem Gebrauch
*FPNOM	Fragepronomen mit nominalem Gebrauch
*COMMA	das Satzzeichen ‘,’
*NEG	Negator (außer kein)
*NOM	Nomen/Substantiv
*PERSPRO	Personalpronomen
*POSSDET	Possessivpronomen
*PREP	Präposition
*RELPRO	Relativpronomen
*VB	Verb
...	...

**Tabelle 14.1.** Beispiele für typische Wortklassenfunktionen

den sind.“. Neben den Ergebnissen der morphologisch-lexikalischen Analyse sind auch die Resultate der semantischen Interpretation in linearisierter Form (für weiterverarbeitende Prozesse) und in graphischer Präsentationsform angegeben. Der Knoten c20 im unteren Fenster repräsentiert z.B. den semantischen Kern, welcher der komplexen Nominalphrase „Liste von weiterführenden C++-Büchern“ entspricht.<sup>4</sup>

Das Ergebnis in der linearisierten semantischen Zwischensprache (s. oberer Teil in Abb.14.5) zeigt auch die Charakterisierung der Kanten mit Werten des Merkmals **K-TYPE** (s. Abschn. 3.2.3).

Außerdem sind die bei der lexikalischen Disambiguierung entstandenen eindeutigen Konzeptnamen deutlich an ihrer Indizierung zu erkennen (die Indizes werden in der graphischen Darstellung unterdrückt). In den Abbildungen 14.6 und 14.7 ist der Einsatz von NatLink bzw. der Wortklassen-gesteuerten syntaktisch-semantischen Analyse im Rahmen eines natürlichsprachlichen Interfaces für die Informationsrecherche im Internet mit Hilfe des Standard-Protokolls **Z39.50** [144] illustriert. Über dieses Protokoll sind verschiedene Informationsanbieter im Internet erreichbar, insbesondere wichtige Bibliotheken und Fachinformations-Provider.

<sup>4</sup> Zur Vereinfachung der Graphen und zur besseren Lesbarkeit der Fenster wurden **SUB**-, **PRED**- und **SUBS**-Kanten in die Knotenbeschreibung hineingezogen. Es ist zu beachten, daß der Knoten c6, der semantisch den gesamten Imperativsatz repräsentiert, nicht im Sinne des Abschn. 13.2 als Fragefokus anzusehen ist. Imperativsätze bedürfen noch einer pragmatischen Interpretation, in der sie im FAS wie Fragesätze gedeutet werden. In diesem Schritt geschieht eine Verschiebung des Focus (nun im Sinne des in Abschn. 13.2 eingeführten Fragefokus) von Knoten c4 hin zu Knoten c12.

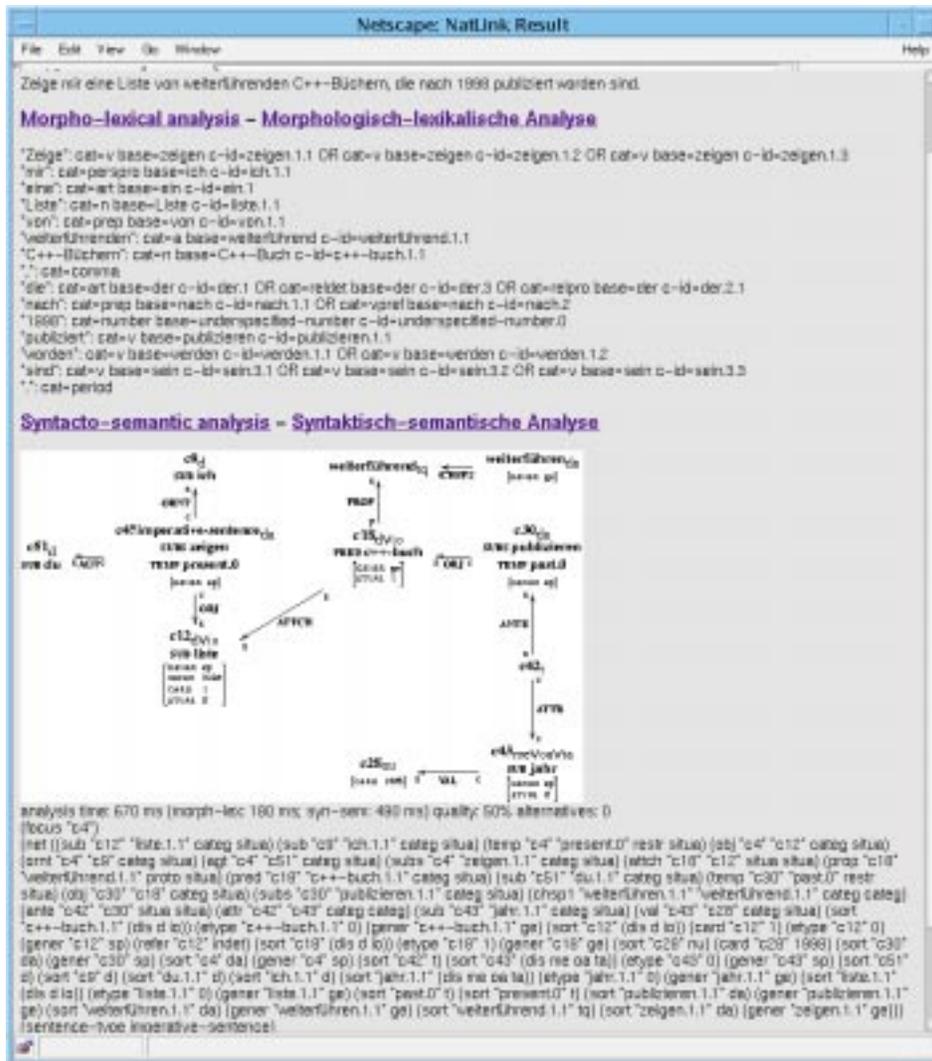


Abbildung 14.5. Die Arbeitsoberfläche des natürlichsprachlichen Interpreters

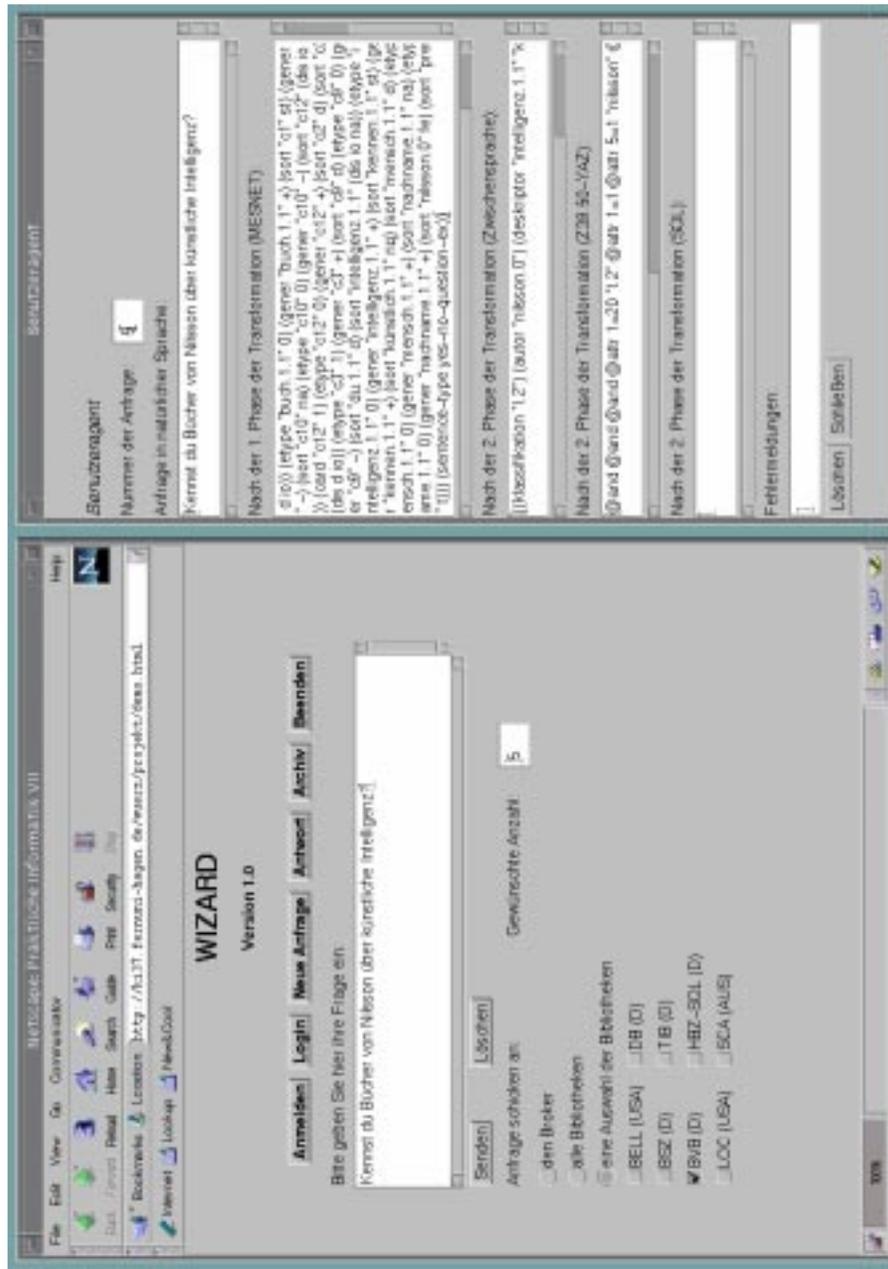


Abbildung 14.6. Der Einsatz von NatLink im natürlichsprachlichen Interface NLI-Z39.50 (Anfrageseite)

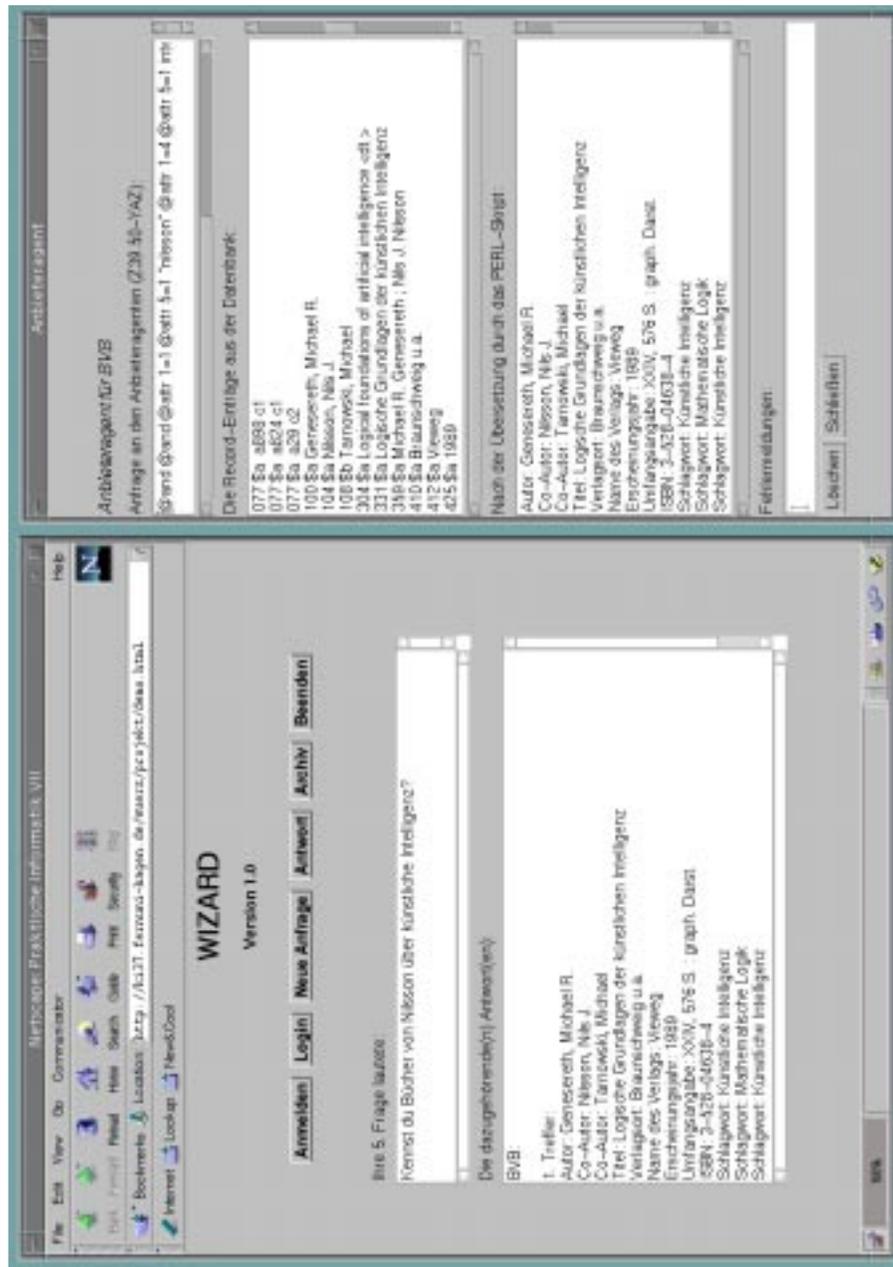


Abbildung 14.7. Der Einsatz von NatLink im natürlichsprachlichen Interface NLI-Z39.50 (Ergebnisseite)

Während Abb. 14.6 die Etappen der Übersetzung einer natürlichsprachlichen Anfrage in dieses Protokoll zeigt, sind in Abb. 14.7 die Ergebnisse der Recherche in verschiedenen Rückgabeformaten angegeben.<sup>5</sup>

Zusammenfassend kann man folgende wichtige Einsatzmöglichkeiten für NatLink bzw. die ihr zugrundeliegende Wortklassen-gesteuerte syntaktisch-semantische Analyse (WCFA) festhalten:

- NatLink als Kernbestandteil (d.h. vom Zielsystem unabhängiger Teil) eines natürlichsprachlichen Interfaces
- NatLink als Instrument zur Wissensakkumulation bzw. Wissensextraktion
- NatLink als Instrument zur Korpusanalyse
- NatLink als Instrument zur Evaluierung linguistischer Semantik-Theorien.

## 14.4 LIA – die Werkbank für den Computerlexikographen

Die Erstellung großer Computerlexika ist eine äußerst aufwendige und auch fehleranfällige Aufgabe, deren Bewältigung eine wesentliche Voraussetzung für eine gut funktionierendes Sprachverarbeitungssystem ist (vgl. Abschn. 14.3). Aus diesem Grund wurde eine Werkbank **LIA** (abgekürzt von: „*lexicon in action*“) zur rechnergestützten Erarbeitung von semantikbasierten Computerlexika geschaffen, die es auch Nichtfachleuten nach kurzer Einarbeitung gestattet, komplexe Lexikoneinträge zu erstellen.

LIA beruht zum einen auf der Lexikonkonzeption COLEX [175] (vgl. hierzu Abschn. 12) bzw. dem Prinzip eines vererbungs-basierten Computerlexikons, genauer dem IBL-Konzept von S. Hartrumpf [76], und zum anderen auf dem in den vorhergehenden Abschnitten beschriebenen MultiNet-Paradigma. Auf die Beziehung zwischen MultiNet und Computerlexikon wurde bereits in Abschn. 12 näher eingegangen. Während die im vererbungs-basierten Lexikon vordefinierten Klassen und Regeln generisches Wissen über ganze Gruppen von Lexemen enthalten, sind die für ein spezielles Lexem spezifischen lexikalischen Informationen mit Hilfe von LIA über ein interaktives Nutzerinterface einzugeben. Das Fenster- und Menüsystem von LIA ist so konzipiert, daß dem Nutzer (dem Lexikographen) möglichst allgemeinverständliche Fragen präsentiert

<sup>5</sup> Das zweite Fenster rechts oben in Abb. 14.7 zeigt das Ergebnis im Bibliotheks-Austauschformat MAB und das darunterliegende Fenster zeigt ein etwas nutzerfreundlicheres Rückgabeformat. Das links unten liegende Fenster dient dem Scrollen der Einzelergebnisse der Recherche.

werden, die er vorwiegend durch Selektion geeignet vorbereiteter Auswahlmöglichkeiten mittels Mausclick zu beantworten hat. Im Verlauf der Bearbeitung der Nutzerantworten werden die Auswahlmöglichkeiten immer weiter eingengt, bis die endgültige Spezifikation des betreffenden Lexems ermittelt wurde. Dabei gewährleistet die der Werkbank zugrundeliegende Konzeption die innere Konsistenz des Lexikons, die Übereinstimmung der Lexemspezifikationen mit den MultiNet-Konventionen sowie eine Fehlerfreiheit im formalen Aufbau der Lexikoneintragen.<sup>6</sup>

Um einen Eindruck von der Arbeit mit der Werkbank LIA zu vermitteln, soll anhand einiger ausgewählter Screenshots die Erstellung des Lexikoneintrags für das Verb „schicken“ (in der Bedeutung „jemanden beauftragen zu gehen“) erläutert werden, s. hierzu Abbildungen 14.8 bis 14.10..

- Nachdem in einer Eingangsseite (hier nicht abgebildet) die Wortart des zu spezifizierenden Lexems und einige formale Angaben (wie z.B. zum Autor der Eintragung) spezifiziert wurden, wird der Nutzer aufgefordert, einen Beispielsatz mit einer Wortform des betreffenden Lexems einzugeben (s. Abb. 14.8). Dabei sind die Konstituenten des Satzes entsprechend der Argumentstruktur des Verbs zu gliedern. Außerdem ist die Art der Perfektbildung des Verbs, sein semantischer Typ und die Zugehörigkeit zu einem bestimmten Bereich des Wortschatzes anzugeben.<sup>7</sup>
- Im nächsten Schritt wird die Spezifikation der Argumente durchgeführt (vgl. Abb. 14.9). Hierzu gibt es zwei Gruppen von Fragen an den Nutzer. Die einen (in Abb. 14.9 im Hintergrund zu sehen) richten sich auf die Ermittlung der semantischen Rolle des entsprechenden Verbargumentes, und die anderen Fragen (in Abb. 14.9 im Pop-up-Menü für das zweite Argument im Vordergrund links dargestellt) zielen auf die semantische Charakterisierung (Sorten und Features) der zulässigen Verbargumente.

<sup>6</sup> Es sollte nicht verschwiegen werden, daß auch bei ausgefeilter Lexikontechnologie - insbesondere wenn semantische Spezifikationen involviert sind - mitunter Nacheditierungen in den Lexikoneintragen erforderlich sind, da ein formaler Apparat, der mit einigermaßen vertretbarem Aufwand auskommt, der feinen Nuancierung der natürlichen Sprache nur angenähert gerecht werden kann. Die bisherige Erfahrung mit der Werkbank LIA bei der Spezifikation von Tausenden von Lexemen zeigt aber, daß sie eine wesentliche Hilfe für den Lexikographen und ein unverzichtbares Werkzeug zur Effektivierung seiner Arbeit darstellt.

<sup>7</sup> Bezüglich des Lexikons wird eine Art "Keulenmodell" verwendet, das grob wie folgt charakterisiert werden kann: Der allgemeine Wortschatz, dem u.a. alle Funktionswörter und die für jedem Bereich relevanten Inhaltswörter (mit Lexemen wie wissen.1.1, Buch.1.1, groß.1.1 usw.) angehören, bildet eine Basiskugel, aus der heraus bildlich gesprochen verschiedene Teillexika als Keulen wachsen, die den Fachwortschatz eines bestimmten Bereichs repräsentieren (so z.B. für den Bereich des Bankwesens mit Lexemen wie z.B. Wechsel.1.5, abheben.1.3 oder solvent.1.1).



Abbildung 14.8. Ermittlung syntaktischer und anderer formaler Charakteristika sowie der Sortenzugehörigkeit von Verben

**Argumentstruktur des Verbs**

Bitte nehmen Sie sich bei den Antworten Ihres Beispielsatz zu Hilfe:  
Zur Hilfe

	das Kind	ans Bett
Ist Arg 1 eingeschränkt auf <input checked="" type="checkbox"/> Mensch/Insekten <input type="checkbox"/> Menschen	Was bezeichnet Arg2? <input type="checkbox"/> Ausgangsstand <input type="checkbox"/> Ergebnis <input type="checkbox"/> Opposition <input type="checkbox"/> Nutznießer <input type="checkbox"/> Ziel der Hinwendung <input type="checkbox"/> Ursprung der Abwendung <input type="checkbox"/> Verankerter <input type="checkbox"/> Thema <input checked="" type="checkbox"/> Objekt	Was bezeichnet Arg3? <input type="checkbox"/> Ausgangsstand <input type="checkbox"/> Ergebnis <input type="checkbox"/> Opposition <input type="checkbox"/> (Räumliches) Ziel <input type="checkbox"/> Ziel der Hinwendung <input type="checkbox"/> Ursprung der Abwendung <input type="checkbox"/> Ausgangspunkt <input type="checkbox"/> Thema <input type="checkbox"/> Instrument <input type="checkbox"/> Ursprung <input type="checkbox"/> Objekt
Ist der Vorgang i.A. <input checked="" type="checkbox"/> punktuell <input type="checkbox"/> von Dauer <input checked="" type="checkbox"/> lokal gerichtet <input type="checkbox"/> ohne lokale Richtung	<input type="button" value="OK"/>	

**Objekt**

Ist Arg 2 eingeschränkt auf

- Menschen
- Tiere
- Pflanzen
- alles Belebte
- Kunststoffe
- Abstrakta
- nichts davon

Abbildung 14.9. Die Abfragen von LIA zur Ermittlung der Argumentstruktur von Verben

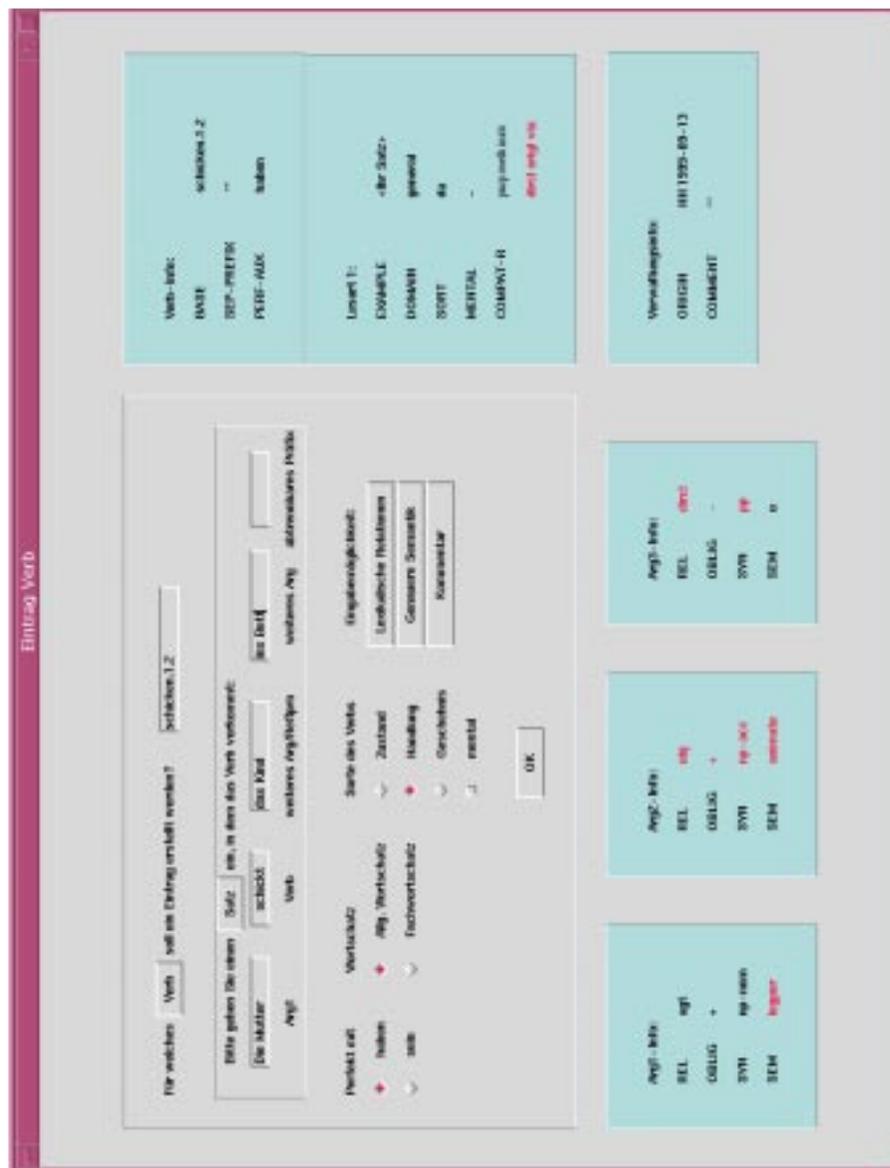


Abbildung 14.10. Das Abschlußfenster zur Überprüfung der Ergebnisse

- In einem weiteren Schritt (hier nicht abgebildet) entscheidet der Nutzer, welche Verbargumente als obligatorisch und welche als fakultativ anzusehen sind. Zu diesem Zweck werden von LIA verschiedene Varianten des vorgegebenen Mustersatzes angeboten, die durch Weglassen bestimmter Konstituenten entstehen. Der Nutzer hat dann lediglich die Akzeptabilität der verbleibenden Restsätze zu beurteilen.
- Im letzten Fenster kann schließlich das Ergebnis der Sitzung überprüft werden (vgl. Abb. 14.10), wobei im Fall des Nichtübereinstimmens desselben mit den Intentionen des (Computer-)Lexikographen eine nachfolgende Editierung möglich ist. Die letztere kann allerdings nur von einem entsprechend geschulten Nutzer durchgeführt werden.

Als Ergebnis entsteht die in Abb. 14.11 angegebene Lexikoneintragung im komprimierten IBL-Format. Die expandierte Form dieser Lexemspezifikation wurde bereits in Abschn. 12 diskutiert (s. Abb. 12.3). In der Darstellung werden folgende Klassenbezeichnungen verwendet:

- **v-nonment-action** - allgemeine Charakterisierung der Eigenschaften nicht-mentalener Handlungen
- **agt-select** - Charakterisierung der **AGT**-Rolle eines Handlungsverbs (umfaßt z.B. die [**POTAG** +] - Forderung für das entsprechende Argument)
- **obj-action-select** - Beschreibung der K-Rolle **OBJ**
- **dircl-select** - Kennzeichnung des Verbs als eine gerichtete Handlung (Charakterisierung der Richtungsangabe)

---

```

"schicken.1.2" [
  verb
  semsel [
    v-nonment-action
    select <
      [ agt-select
        sel semsel sem entity legper +]
      [ obj-action-select
        oblig +
        sel semsel sem entity animate +]
      dircl-select>
    compat-r { dircl origl via }
    example "(Die Mutter) (schickt) (das Kind) (ins Bett).]"
    origin "HH 2000-01-03"
  ]

```

---

**Abbildung 14.11.** Beispieleintrag des Vererbungslexikons im komprimierten IBL-Format



## Kapitel 15

# Vergleich zwischen MultiNet und anderen Wissensrepräsentationsmodellen

### 15.1 Einführende Bemerkungen

Keine umfassendere Arbeit über Wissensrepräsentation bzw. Wissensverarbeitung sollte ohne einen Vergleich mit anderen existierenden Systemen bleiben. Das ist bei der Fülle der vorhandenen Wissensrepräsentations-Systeme (WRS) nicht ganz einfach, da einerseits die Auswahl repräsentativer Paradigmen nicht leicht fällt, und andererseits ein systematischer Vergleich der verschiedensten WRS bisher von keiner Seite durchgeführt wurde. Außerdem fehlt ein einheitlicher, allgemein akzeptierter Kriterienkatalog der einem solchen Vergleich zugrundegelegt werden könnte, wobei noch erschwerend hinzukommt, daß viele Arbeiten auf diesem Gebiet ganz unterschiedliche Zielrichtungen verfolgen. Trotzdem soll hier ein (zugegebenermaßen bruchstückhafter) Vergleich gewagt werden, wobei für drei wichtige Wissensrepräsentationsparadigmen jeweils einige typische Arbeiten zum Vergleich herangezogen werden. Als Paradigmen wurden die folgenden ausgewählt:

- (Andere) Netzwerk-orientierte WRS
- Logik-orientierte WRS
- Frame-orientierte WRS

Natürlich haftet einer solchen Einteilung immer etwas Willkürliches an; trotzdem charakterisieren die gewählten Benennungen bestimmte Grundzüge der jeweiligen WRS. Damit erhebt sich auch die Frage nach der Fairness des angestrebten Vergleichs, denn wie will man eine stärker theoretisch orientierte Arbeit einer anwendungsorientierten angemessen gegenüberstellen, oder die – wie wir meinen – bessere kognitive und linguistische Fundierung von MultiNet gegen die tiefere logische Durchdringung von Logik-orientierten Systemen abwägen, wobei letztere wiederum eine nicht so breite Abdeckung der sprachlichen Erscheinungen aufweisen.

In den Vergleich wurden neben neueren Arbeiten bewußt auch einige weiter zurückliegende einbezogen, um anhand konkreter Systeme charakteristische Probleme der Wissensrepräsentation verdeutlichen zu können.

Wenn die nachstehenden Abschnitte trotz des Herausgreifens bestimmter Aspekte nicht als einseitige Kritik, sondern als Anregung zur Diskussion und damit zur Weiterentwicklung von Methoden der Wissensverarbeitung verstanden werden, ist das angestrebte Ziel erreicht.

## 15.2 Vergleich zwischen MultiNet und anderen Netzdarstellungen

Wie bereits in Abschn. 2 ausgeführt wurde, besitzen semantische Netze eine lange Tradition, so daß hier zum Vergleich mit MultiNet nur einige wenige Arbeiten zu diesem Wissensrepräsentationsparadigma herangezogen werden können, die es gestatten, bestimmte Aspekte herauszuheben und zu diskutieren. Im folgenden wollen wir kurz auf die nachstehend genannten WRS bzw. Darstellungsmethoden eingehen:

- Strukturierte Vererbungsnetze (Abkürzung: SVN) [211], [29]
- Das ‘Semantic Network Processing System’ (Abkürzung: SNePS) [181], [184]
- Sowa’s Conceptual Structures (Abkürzung: SCS) [193]
- Conceptual Dependency Theory (Abkürzung: CDT) [169]

### 15.2.1 Die Strukturierten Vererbungsnetze

**Strukturierte Vererbungsnetze (SVN)** stellen einen anderen Ansatz zur Repräsentation begrifflichen Wissens dar als die durch MultiNet vertretene Methode der kognitiv orientierten semantischen Netze (abgekürzt: **KSN**). Die SVN, deren typischster Vertreter KL-ONE ist, bauen wesentlich auf den Arbeiten [24], [29] auf. Sie gehen von zwei Basiskonstruktionen, den **Konzepten** und den **Rollen**, aus und nehmen im Grunde die Konzeption der definierenden Attribute (das sind die ”Rollen”) zum Ausgangspunkt der Strukturierung der Begriffswelt (vgl. Relation ATTR in Abschn. 4.3.3). Dabei bilden vor allem hierarchische Beziehungen zwischen den Konzepten (die sogenannte Begriffs-**Subsumption**) einen Schwerpunkt der Untersuchungen. Wir wollen uns hier auf die Diskussion von KL-ONE beschränken (zu seinen Nachfolgern gehören u.a. KL-TWO [210], CLASSIC [28], BACK [148] und SB-ONE [5]). Diese WRS sind besonders erfolgreich für die Darstellung taxonomischer Begriffssysteme und der in ihnen wirkenden Vererbungsmechanismen eingesetzt worden (daher auch der auf Brachman zurückgehende Name: Structured inheritance

networks). Allen diesen Systemen ist gemeinsam, daß sie folgende Kategorien zum Aufbau einer Wissensrepräsentation benutzen: Konzepte (individuelle und generische), Rollen oder definierende Attribute, Rollen-Restriktion und Rollen-Differenzierung, Subsumption und Klassifikation. Charakteristisch für diese Entwicklungslinie ist auch die extensionale Deutung von Konzepten und Rollen, die SVN in die Nähe der Logik-orientierten WRS bringen.<sup>1</sup> Aufgrund der deutlichen Analogie zwischen Rollen und Slots bzw. Rollenbeschreibungen und Filler-Deskriptionen in Frame-Repräsentationen (s. Abschn. 15.4) besteht auch eine enge Verwandtschaft zwischen KL-ONE-Konzepten und Frames. Da auf der anderen Seite die Vernetzung der Konzepte in KL-ONE ebenfalls eine wichtige Rolle spielt, sind die SVN genau genommen als hybride Systeme anzusehen, die zwischen Frame-Repräsentationen, Logik-orientierten WRS und semantischen Netzen stehen. Das Paradigma der SVN ist in den letzten Jahren sehr weitgehend ausgearbeitet worden, so daß neben graphischen Darstellungsmitteln für die Wissensrepräsentation auch formalsprachliche Beschreibungsmittel mit einer modelltheoretischen Fundierung der Semantik der Wissensrepräsentationssprache zur Verfügung stehen.

Anschließend sollen einige wichtige Unterschiede zwischen Strukturierten Vererbungsnetzen und kognitiv orientierten semantischen Netzen herausgearbeitet werden; dabei wollen wir uns zur Illustration auf Abb. 15.1 stützen:

**Kognitive Adäquatheit.** Ein wichtiger Unterschied besteht darin, daß in den KSN jeder Begriff durch einen Knoten dargestellt wird, während in einem SVN Begriffe sowohl durch Knoten (Konzepte) als auch durch Kanten (Rollen) repräsentiert werden können. Dadurch ist in einem SVN wie KL-ONE keine klare Trennlinie vorgegeben, welcher Begriff als Rolle und welcher als Konzept darzustellen ist. Diese Ad-hoc-Wahl der Rollen bringt nicht nur Probleme hinsichtlich des Zusammenhangs mit dem Lexikon mit sich (man denke z.B. an die Rollenfestlegung zur Darstellung der Verbvalenzen), sie ist auch kognitiv inadäquat. So ist in Abb. 15.1 nicht einzusehen, warum **Sender** bzw. **Empfänger** eine Rolle (eine Relation) sein sollte, **Person** aber ein Konzept.<sup>2</sup> Mitunter wird von KL-ONE-Vertretern argumentiert, daß mit den durch **Sen-**

<sup>1</sup> Was sich auch in der Entwicklung der den SVN verwandten Terminologischen Logik [148] und der Description Logics [10] dokumentiert.

<sup>2</sup> Diese Ad-hoc-Festlegung der Rollenbezeichnungen ist kein Einzelfall, man trifft sie in der gesamten KL-ONE-basierten Literatur. Dieses Vorgehen hat KL-ONE mit vielen Frame-basierten WRS gemeinsam (s. hierzu Abschn. 15.4).

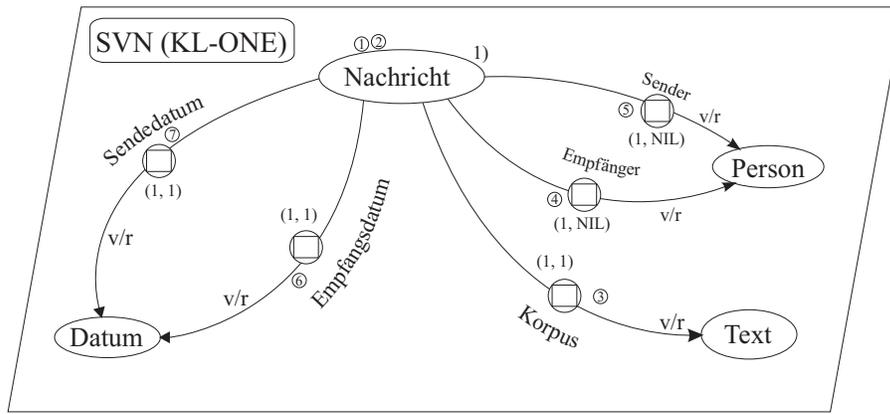
Natürlich wäre es denkbar, in KL-ONE analoge Relationen, wie sie in MultiNet vorgeschlagen werden, als Rollen einzusetzen. In diesem Fall würden sich beide Darstellungen im Kernbereich des SN sehr nahe kommen. Dann müßte man aber (evtl. mit bestimmten Ausnahmen, wie die Charakterisierung konkreter Objekte) die modelltheoretische Fundierung von KL-ONE wieder aufgeben.

der bzw. Empfänger bezeichneten Rollen eigentlich *Sender\_von* bzw. *Empfänger\_von* gemeint sei. Wenn das so ist, dann erhebt sich erstens die Frage, warum man dies nicht entsprechend notiert, und zweitens, wie denn die Beziehung der semantisch zusammengesetzten Relationen *Sender\_von* bzw. *Empfänger\_von* mit den Konzepten *Sender* bzw. *Empfänger* genau zu spezifizieren ist<sup>3</sup>. Auch der modelltheoretische Bezug, nach welchem Konzepte extensional als Mengen von Individuen eines Gegenstandsbereichs  $U$  und Rollen als Mengen von Paaren aus  $U \times U$  zu deuten sind, ist wenig hilfreich. Durch (gedankliches) Hinzufügen eines „von“ zu einer Begriffsumschreibung läßt sich praktisch jeder Begriff zu einer zweistelligen Relation umdeuten (*Absender* – *Absender\_von*, *Tür* – *Tür\_von* usw.).

In einem KSN (unterer Teil der Abb. 15.1) werden Begriffe und Relationen klar getrennt, wobei letztere aus einem bezüglich der natürlichsprachlichen Begriffswelt metasprachlichen Repertoire von Darstellungsmitteln stammen. Diese definieren eine semantische Interlingua, die unabhängig von der Begriffswelt des Diskursbereichs und von der untersuchten Sprache ist. In der MultiNet-Darstellung gehören alle drei Knoten: *Sender*, *Empfänger* und *Person* zur gleichen semantischen Sorte und die ersten beiden Begriffe sind dem letzteren subordiniert. Das bedeutet, daß im KSN *Sender* und *Empfänger* alle Merkmale von *Person* erben, während in KL-ONE keine Vererbung zwischen Konzepten und Rollen existiert (was auch nicht sinnvoll wäre).

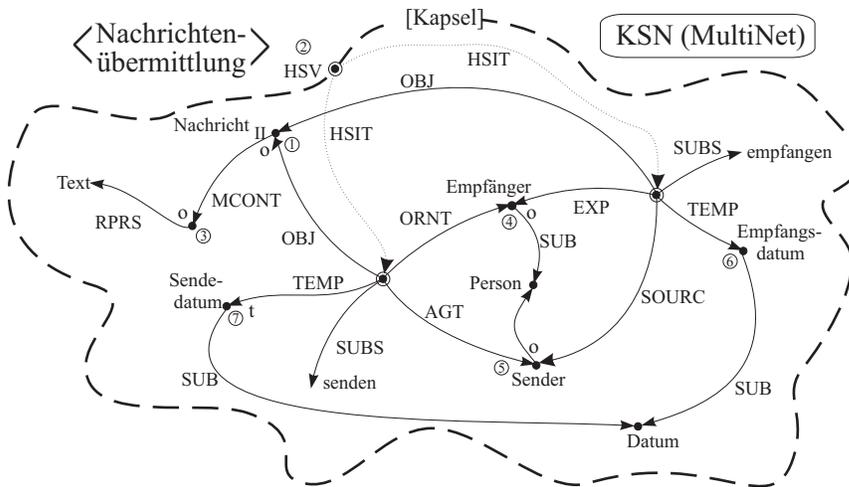
**Strukturelle Differenziertheit.** Die Darstellung im KSN ist im Hinblick auf die strukturelle Auflösung von Sachverhalten i.a. differenzierter als die eines SVN. In KL-ONE werden die meisten Zusammenhänge praktisch auf einen ATTR-VAL/VALR Mechanismus reduziert, worin sie den Frame-orientierten WRS ähneln (vgl. Abschn. 15.4). So ist in einer typischen KL-ONE-Auffassung (oberer Teil des Bildes) *Sendedatum* oder *Korpus* ebenso ein definierendes Attribut bzw. eine Rolle von *Nachricht* wie *Sender* oder *Empfänger*. Kognitiv handelt es sich hierbei aber durchaus um qualitativ verschiedene Beziehungen, die in einem KSN (unterer Bildteil) mit Relationen wie **TEMP**, **MCONT**, **AGT** oder **ORNT** ausgedrückt werden. Darüber hinaus bringt der Knoten 4 im KSN (unterer Teil des Bildes) sozusagen automatisch zum Ausdruck, daß derjenige, an den die Nachricht gesendet wird (**ORNT**-Kante zu Knoten 4), gleichzeitig der Empfänger der Sendung ist (**EXP**-Kante zu Knoten 4). Im Vergleich dazu repräsentiert das Konzept (der Knoten) *Person* im oberen Bildteil nicht etwa den Empfänger bzw. den Sender der Nachricht (beide müßten ja i.a. verschieden sein), sondern dieses Konzept bestimmt nur den

<sup>3</sup> Vgl. auch die Diskussion zu dem als **Representation Trap** bezeichneten Problem in Abschn. 15.4.



1) nach [BS 85], fig. 2

(die Unterordnung der KL-ONE-Konzepte unter das allgemeinste Konzept 'Thing' wurde weggelassen; sie entspricht der nicht weiter informativen Sortenzugehörigkeit [SORT=ent] eines beliebigen Knotens von MultiNet zur Sorte 'Entität')



HSV= Hypersachverhalt, HSIT= Konstituente eines HSV

① Konstrukte mit gleicher Kennzeichnung korrespondieren in den Abbildungen miteinander (ohne identisch zu sein)

**Abbildung 15.1.** Vergleich von SVN (KL-ONE) und KSN (MultiNet) anhand des Konzepts <Nachrichtenübermittlung>

Wertebereich der entsprechenden Rollen. Um den Sachverhalt genauer darzustellen, müßte im KL-ONE-Bild eine wesentlich feinere Rollendifferenzierung vorgenommen und die Übereinstimmung von Rollen ausdrücklich durch sogenannte Role-Value-Maps spezifiziert werden.

**Konzeptuelle Differenziertheit.** In SVN trifft man häufig auf eine globalisierende Darstellung von Begriffen, denen eigentlich mehrere Lesarten zugrundeliegen. Wie leicht bei undifferenzierter Behandlung verschiedene Konzepte miteinander verschmolzen werden, zeigt das Beispiel des Konzepts Nachricht (obere Bildhälfte) aus der KL-ONE-Darstellung. Genau genommen ist hier zwischen  $\text{Nachricht}_I$ , im Sinne von Nachrichtenübermittlung (ein Vorgang), und  $\text{Nachricht}_{II}$ , im Sinne einer materialisierten Information (z.B. als Text), zu unterscheiden.<sup>4</sup> Tatsächlich ist eine Nachrichtenübermittlung ( $\text{Nachricht}_I$ ) ein komplexes Geschehen, das mindestens aus einem Sende- und einem Empfangsvorgang jeweils mit entsprechenden Aktanten und deren besonderen Beziehungen zueinander besteht (unterer Teil des Bildes). Eigentlich kann nur dem Begriff  $\text{Nachricht}_I$  ein Sendedatum und ein Empfangsdatum zugeordnet werden. Dem materiellen Objekt  $\text{Nachricht}_{II}$  an sich kommt unmittelbar keine dieser Zeiten zu (bestenfalls indirekt über den Übermittlungsvorgang, eben als relativ undifferenziertes, rein assoziativ angebundenes Attribut). Wenn überhaupt, dann könnte man dem Objektbegriff  $\text{Nachricht}_{II}$  eine Existenzdauer (etwa definiert durch Entstehungs- und Vernichtungszeit) zuordnen; diese Zeiten sind aber i. a. verschieden von Sende- bzw. Empfangszeit.

**Kardinalitäten.** Hierzu muß man feststellen, daß zuerst in KL-ONE Ausdrucksmittel wie die Kardinalitätsrestriktionen von Rollen (oder in KL-ONE-Terminologie genauer: von Role Sets) eingeführt wurden, die in traditionellen KSN fast vollständig vernachlässigt wurden. Das ist um so bemerkenswerter, da diese Ausdrucksmittel in KL-ONE-ähnlichen Systemen bis hinein in die Klassifizierungsalgorithmen und in die Komplexitätstheoretischen Betrachtungen sehr gründlich untersucht worden sind. Durch die Kardinalitätsangaben lassen sich sehr einsichtig Mengen von gleichartigen Rollen bei ein und demselben Konzept behandeln, was in vielen semantischen Netzen traditioneller Art nicht oder nur sehr umständlich ausgedrückt werden kann. Erst mit den Layer-Informationen von MultiNet (genauer: mit den Layer-Merkmalen **CARD** und **QUANT**, s. Abschn. 10) stehen auch in kognitiv orientierten semantischen Netzen die Mittel zur Darstellung dieser Zusammenhänge zur Verfügung.

---

<sup>4</sup> In MultiNet-Terminologie stellen beide Konzepte semantische Facetten des Bedeutungsmoleküls Nachricht dar (vg. hierzu Abschn. 12).

**Semantische Fundierung.** Für die SVN existiert eine sehr gut ausgearbeitete modelltheoretische Semantik, die allerdings den gleichen Einschränkungen unterliegt, wie sie in Abschn. 15.3 für die Logik-orientierten WRS diskutiert werden. In dem dadurch abgesteckten Rahmen besitzt KL-ONE eine gute mathematische Basis, um Fragen wie die Entscheidbarkeit des Subsumptionsproblems und andere theoretische Fragestellungen zu behandeln. Dieser Vorteil beruht allerdings wesentlich darauf, daß in der KL-ONE-Literatur fast ausschließlich Beispiele von Objektbegriffen behandelt werden, die man (mitunter mit leichten Vorbehalten) extensional deuten kann. Für viele Begriffe ist das zumindest sehr fraglich (wie z.B. für semantisch nicht-totale Eigenschaften, die meisten Abstrakta, zeitliche und modale Begriffe usw.). Dort, wo eine mengentheoretisch formulierte denotationelle Semantik nicht ohne weiteres auf der Hand liegt, wie z.B. bei der semantischen Deutung von Verben mit ihrer variablen Stelligkeit als Relatoren oder der Behandlung von Adverbialbestimmungen sind die entsprechenden modelltheoretischen Grundlagen bisher kaum ausgearbeitet. Auch einem zeitlichen Konzept wie **Datum** (obere Bildhälfte) kann ontologisch nicht in gleicher Weise eine Menge von Zeiten zugeordnet werden, wie etwa dem Konzept **Person** eine Menge von Individuen (Einzelpersonen). Zeitangaben sind eher als Indizes in mögliche Welten oder raum-zeitliche Weltausschnitte aufzufassen und stehen damit Modalbegriffen (wie möglich, notwendigerweise usw.) näher als extensional deutbaren Begriffen (wie **Haus**, **Baum** usw.), vgl. hierzu [125].

Insgesamt kann festgestellt werden, daß sich KSN durch einen höheren Grad an kognitiver Adäquatheit auszeichnen als SVN. Demgegenüber sind letztere, die vor allem durch KL-ONE und seine Nachfolger vertreten sind, aufgrund ihrer modelltheoretischen Fundierung im Hinblick auf Entscheidungsprobleme oder komplexitätstheoretische Fragen der Klassifizierungsalgorithmen bisher genauer untersucht als die stärker kognitiv orientierten semantischen Netze.

### 15.2.2 Das ‘Semantic Network Processing System’ (SNePS)

Das Wissensrepräsentationssystem SNePS ähnelt dem MultiNet-Paradigma in mehreren Punkten (vgl. [184], [182]):

- Es ist von vornherein auf natürlichsprachliche Wissensakquisition orientiert.
- Jedes Konzept/jeder Begriff wird durch einen Knoten des SN dargestellt.
- Relationen (diese entsprechen den Kanten des SN) sind bezüglich der Begriffsrepräsentanten metasprachliche Konstrukte, die mit logischen Mitteln beschrieben werden.

- Die Konzepte bilden eine offene (potentiell unendliche) Menge, während die Relationen aus einem endlichen Repertoire von fest vorgegebenen Darstellungsmitteln stammen.

Über diese Gemeinsamkeiten hinaus unterscheiden sich beide Systeme doch wesentlich. So gibt es in SNePS kein Pendant zum Schichtenmodell von MultiNet. Insbesondere werden intensionale und präextensionale Ebene nicht unterschieden, was zur Folge hat, daß Mengenbeziehungen den gleichen Status erhalten, wie die anderen intensionalen Relationen. Generell haben die Knoten eine weniger reichhaltige innere Struktur im Vergleich zu MultiNet, wo sie durch Sorten- bzw. Layer-Informationen und die mit der Begriffskapselung verbundene Einteilung der Knotenspezifikation in immanentes bzw. situatives Wissen beschrieben sind. Relationen (Kantenmarkierungen) sind in SNePS relativ sparsam beschrieben (im Kern vergleichbar etwa mit den semantischen Mustern aus Anhang C plus Beispiele). Hinsichtlich des epistemischen Status gehören die SNePS-Relationen ganz heterogenen Bereichen an. So dürfte die Teil-Ganzes-Beziehung (in SNePS als PARTSHIP mit den Argumenten PART und WHOLE bezeichnet) epistemisch eine andere Rolle spielen als z.B. Verwandtschaftsbeziehungen (in SNePS als KINSHIP-Relation verankert) oder Relationen zur Beschreibung von Satzstrukturen. Aber selbst Relationen, die man in fast allen WRS findet, wie z.B. diejenige, die den Träger einer Handlung bezeichnet (in MultiNet **AGT**, in SNePS AGNT/ACT<sup>5</sup>), bleiben in SNePs relativ unklar, da neben „echten“ Handlungen auch solche Vorgänge wie *schlafen* mit dieser Tiefenkasus-Relation charakterisiert werden; *schlafen* ist aber nicht im gleichen Sinne eine agentive Handlung, wie z.B. *schlagen* (vgl. die Relationen **MEXP** und **AGT** in MultiNet).

Eine Besonderheit von SNePS besteht auch darin, daß gegenüber dem PK1 verallgemeinerte Junktoren und Quantifikatoren in der Semantikdarstellung verwendet werden.

Beispiele (s. hierzu [181]):

- Ein Ausdruck mit Junktor  $\text{andor}(i,j)$  ( $P_1, P_2, \dots P_n$ ) ist genau dann wahr, wenn wenigstens  $i$  und höchstens  $j$  der Ausdrücke  $P_i$  ( $1 \leq i \leq n$ ) wahr sind. Diese Konstruktion kann verwendet werden, um mit  $\text{andor}(1, 1)$  das „exklusive ODER“, mit  $\text{andor}(1, n)$  das „inklusive ODER“ bzw. mit  $\text{andor}(0, 0)$  das NOR darzustellen.
- Ein Ausdruck mit numerischem Quantor  $\text{nexists}(i,j,k)(x) [P_1(x), P_2, \dots P_n(x)]:Q(x)$  bedeutet, daß es  $k$  Individuen gibt,

<sup>5</sup> Die Zweiteilung kommt dadurch zustande, daß in SNePS jede Relation (hier die Agenten-Beziehung) wiederum als Knoten beschrieben wird, von dem Kanten zu den jeweiligen Argumenten der Relation (hier AGNT und ACT) gehen.

für die  $(P_1(x) \wedge P_2(x) \wedge \dots \wedge P_n(x))$  gilt, von denen wiederum wenigstens  $i$  und höchstens  $j$  auch  $Q(x)$  erfüllen.

Diese Junktoren bzw. Quantoren sind recht allgemein gehalten.<sup>6</sup> Sie dürften deshalb in ihren verschiedenen Ausprägungen nur sehr schwer automatisch aus einer natürlichsprachlichen Konstruktion erschließbar sein.

Interessanter erscheint der Vorschlag, statt der bereits in Abschn. 13.1 kritisch betrachteten Ausdehnungsregel (87) eine Art „disjunktiven Modus Ponens“ einzuführen:

$$A, (A \vee B) \rightarrow C \vdash C \quad (102)$$

Eine besondere Stärke von SNePS in logischer Hinsicht dürfte die Behandlung von Kontexten im Rahmen eines ‘Belief Revision’-Systems sein, wobei aber eine ontologische Charakterisierung der Knoten entsprechend dem Faktizitätsmerkmal von MultiNet zu fehlen scheint. Bezüglich der Lokalisierungsforderung – oder anders ausgedrückt hinsichtlich der Vermeidung der globalen Auswirkung von lokalen Widersprüchen – wird in SNePS die gleiche Auffassung vertreten wie in MultiNet. Zur Behandlung dieses Problems wird in SNePS eine Version der **Relevanz-Logik** eingesetzt [183], in der die Regel „Ex falso quodlibet“ (s. Abschn. 13.1, Formel (88)) nicht gilt.

### 15.2.3 Konzeptuelle Strukturen (Sowa)

Das Paradigma der Konzeptuellen Strukturen geht auf die Arbeit von Sowa über **Conceptual structures** zurück [193]. Eine kritische Wertung dieser Arbeitsrichtung ist nicht ganz einfach, da sich einerseits um dieses Paradigma eine wissenschaftliche Gemeinschaft mit eigenen Konferenzen (s. z.B. [198]) und anerkennenswerten Leistungen gebildet hat, die u.a. auf dem Gebiet der Beziehung zwischen Graphentheoretischen Konzepten und semantischen Netzen (vgl. [39]), zwischen PK1 und Konzeptuellen Strukturen (vgl. [188]) oder im Bereich der Repräsentation dynamischen Wissens liegen (vgl. [44]).

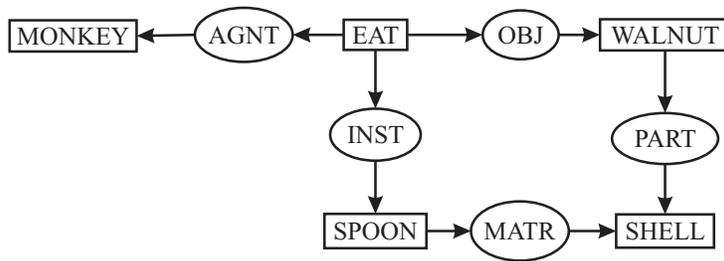
Auf der anderen Seite enthält bereits die zitierte Grundlagenarbeit eine Reihe von problematischen Punkten, die in vieler Hinsicht typisch für Beschreibungen von Wissensrepräsentationsmethoden sind und die hier Gegenstand der Diskussion sein sollen. Dabei lassen sich vier Problemkreise herausheben:

(I) Die skizzenhafte, wenig aussagefähige Einführung der Darstellungsmittel

Betrachtet man Abb. 15.2 als semantische Darstellung des Satzes „*A monkey eats a walnut with a spoon made out of that walnut’s shell.*“, so werden

<sup>6</sup> Hinsichtlich des natürlichsprachlichen Gebrauchs von Quantifikatoren kann man hier durchaus von einer ‘Übergeneralisierung’ sprechen.

Conceptual graph



Linearisierte Form:

[EAT] – (AGNT) → [MONKEY]  
 (OBJ) → [WALNUT:\*x]  
 (INST) → [SPOON] → (MATR) → [SHELL] ← (PART) ← [WALNUT:\*x]

**Abbildung 15.2.** Semantische Repräsentation des Satzes „A monkey eats a walnut with a spoon made out of that walnut’s shell.“ (nach [193], S.78)

den darin vorkommenden Relationen (AGNT, OBJ, INST, MATR) insgesamt nur wenige Zeilen der Erklärung gewidmet (bei kooperativer Einstellung kann man bestenfalls ahnen, was gemeint sein könnte; aber selbst dann ergeben sich Zweifel, ob z.B. die bei *eat* angegebene Relation OBJ dasselbe bedeutet wie bei *read* in [193], Abb. 4.9, wo sie ebenfalls eingesetzt wird. Wenn ja, was ist ihr gemeinsamer Bedeutungskern? – vgl. hierzu die Relationen **AFF** und **OBJ** von MultiNet). Analoges gilt für die Relation (STAT) in der semantischen Repräsentation (103) von „A cat sits on a mat.“

[CAT] → (STAT) → [SIT] → (LOC) → [MAT] (103)

Hier bleibt besonders die Bedeutung der Relation (STAT) unklar, und ob diese die gleiche Rolle bezeichnet, wie man sie bei „to dream/träumen“ oder bei „to hold/halten“ für das Subjekt verwenden würde.

Im Vergleich der Darstellungsformen aus Abb. 15.2 ist zunächst nicht erkennbar, warum in der linearisierten Form das Konzept WALNUT anders zu behandeln ist als die übrigen Konzepte (bis später deutlich wird, daß alle diese Knoten in gleicher Weise als existenzialquantifizierte Variablen zu betrachten sind, wobei die Namensangabe bei der Variablen WALNUT:\*x zur Kennzeichnung der Referenzidentität erforderlich ist). Da nicht alle Erwähnungen eines Konzepts in einem Ausdruck zu Existenzbehauptungen führen, ist aus den Beispielen das allgemeine Repräsentationsprinzip nicht ersichtlich.

Auch die Unterscheidung von „Wort“, „Konzept“ und „Typ“, die Sowa unter Berufung auf Peirce wie folgt beschreibt, bleibt sehr vage:

„The word „cat“ is a type, and every utterance of „cat“ is a new token. Similarly, each occurrence of a concept is a separate token, but the tokens are classified by a set  $T$  of basic types.“ ([193], S. 79).

Hier werden „Wörter“ mit semantischen Kategorien wie „Typ“ und „Konzept“ vermischt, was nur Verwirrung auslöst, abgesehen davon, daß man die Unterscheidung von „Types“ und „Tokens“ im Kontext ‘Wissensrepräsentation’ eher mit generischen Begriffen und Individualbegriffen in Parallele setzen kann, nicht aber mit dem „Vorkommen“ von Begriffen in Verbindung bringen sollte. In den graphischen Darstellungen fehlt überhaupt eine klare Unterscheidung entsprechend der verschiedenen in MultiNet durch Layermerkmale ausdrückbaren Bedeutungsunterschiede (wobei hier insbesondere die Merkmale **GENER**, **FACT**, **REFER** und **VARIA** relevant sind). So ist aufgrund der Ausführungen in [193], nicht klar, was dort unter „generic concept“ zu verstehen ist, da bei Sowa (loc. cit. S. 86) jedes Vorkommen eines solchen Konzepts mit einer existenziell quantifizierten Variablen in Verbindung gebracht wird. Ein generisches Konzept in der Auffassung von MultiNet mit [**GENER** = *ge*], wie in „*Katzen fressen Mäuse*.“, kann weder mit einer universellen noch mit einer existenziellen Quantifizierung adäquat dargestellt werden (s. dazu Abschn. 9). Auch die Problematik der lexikalischen Mehrdeutigkeit oder von Begriffsmolekülen bleibt unberücksichtigt, wie die konzeptuelle Struktur in Abb. 15.3 und die dort verwendeten Begriffe *child* und *mother* zeigen (warum sollte *child* eine Relation, *mother* dagegen ein „normales“ Konzept sein? – vgl. hierzu Abschn. 12 und Abb. 4.26 in diesem Buch).

(II) Inkonsequenz hinsichtlich der semantischen Fundierung der Darstellungsmittel

Einerseits wird die ausschließlich extensionale Deutung der Prädikatenlogik zu recht kritisiert ([193], S. 18), andererseits wird auf S. 80 die Denotation  $\delta t$  des Typs  $t$  als die Menge aller Entitäten eingeführt, die „Instanzen eines beliebigen Konzepts dieses Typs“ sind, wobei Instanzen ausdrücklich als Dinge der realen Welt angesehen werden. Da keine Angabe darüber gemacht wird, ob die Funktion  $\delta$  eventuell nur partiell definiert ist, muß man annehmen, daß jedes Konzept eine Denotation besitzt (was an sich fraglich ist, vgl. Abschn. 15.3). Dies ist auch ein Widerspruch zur Aussage (S. 80), daß die Menge vom Typ UNICORN (Einhorn) leer sei. Selbst wenn man den nicht weiter vertieften Hinweis auf mögliche Welten, in denen u.U. Einhörner existieren, ernst nimmt (S. 83), müßte die Funktion  $\delta$  wenigstens zweistellig sein, indem sie jeweils

ein Konzept (eine Intension) und eine mögliche Welt als Argumente nimmt und jedem solcher Paare eine Extension zuordnet.

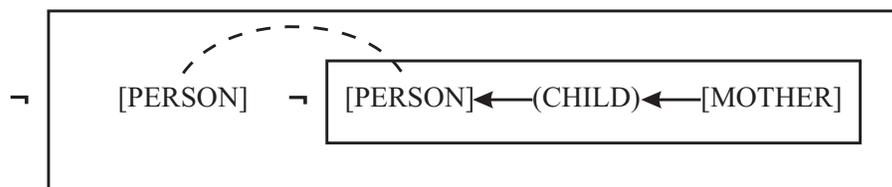
### (III) Formale Arbeit mit unklar eingeführten Begriffen

Es hat wenig Zweck mit formalen Konstrukten, mit Theoremen und Beweisen zu arbeiten, wenn die zu formalisierenden Grundbegriffe eines WRS inhaltlich unklar definiert sind, worauf bereits unter Punkt I im Zusammenhang mit der Intension der Darstellungsmittel hingewiesen wurde.

Im Bereich der extensionalen Deutung der Darstellungsmittel wird in [193], S. 85, der Begriff des „Referenten“ als Funktion  $\text{referent}(c)$  eingeführt, die jedem Konzept  $c$  ein Element  $i \in \text{IM} \cup C$ , mit  $\text{IM} = \{\#1, \#2, \#3, \dots\}$  und  $C = \{*\}$ , zuordnet. Die Elemente von IM heißen „Individual Markers“. Sie bilden die Referenten für Individualkonzepte und dienen als Ersatz (wörtl. „*surrogate*“) für Individuen der realen Welt; '\*' ist der Referent für ein (beliebiges) generisches Konzept. Im ersten Teil der Definition ist zu bezweifeln, ob man jedem Individualbegriff ein Individuum der realen Welt gegenüberstellen kann, und im zweiten Teil ist nicht klar, was „Referent“ inhaltlich bedeuten soll, wenn jeder generische Begriff den gleichen Referenten besitzt. Diese Definitionen sind unseres Erachtens nicht ausreichend, um eine der natürlichen Sprache angemessene semantische Fundierung eines Wissensrepräsentations-Formalismus zu leisten (s. hierzu die Ausführungen in Abschn. 15.3.1).

### (IV) Ignorieren der eigenen Grundpositionen

Die Theorie der „Conceptual structures“ fühlt sich stark den Prinzipien der kognitiven Adäquatheit verpflichtet, zumindest sollte man dies aus der eingangs in [193] betonten Abstützung auf psychologische Evidenz schließen. Aber gerade dies wird durch die Wahl einer an Peirceschen Darstellungskonventionen orientierten Repräsentationsform verhindert.



**Abbildung 15.3.** Konzeptuelle Struktur für den Satz „Every person has a mother.“ (nach [193], S. 141)

Betrachtet man Abb. 15.3 als semantische Repräsentation des Satzes „*Every person has a mother*“, so ist diese dadurch zu erklären, daß man von der folgenden – übrigens semantisch auch nur angenäherten – logischen Repräsentationsform ausgeht (vgl. auch die Bemerkung unter Punkt I zu den Konzepten *child and mother*):

$$\forall x [\text{person}(x) \rightarrow \exists y \text{ mother}(y) \wedge \text{child}(x, y)] \quad (104)$$

und daraus durch äquivalente Umformung unter Beseitigung des Allquantors die nachstehende Formel gewinnt:

$$\neg \exists x [\text{person}(x) \wedge \neg [\exists y \text{ mother}(y) \wedge \text{child}(x, y)]] \quad (105)$$

Hier ist wegen des angestrebten Zieles einer bestimmten Darstellungsform (Beseitigung von Allquantoren aus der Darstellung durch Ausnutzung der Beziehung:  $\neg \forall x P \leftrightarrow \exists x \neg P$ ) die kognitive Adäquatheit geopfert worden. Diese Umformung führt zu einer Häufung von Negatoren, die in den entsprechenden Ausgangssätzen gar nicht vorkommen. So entstehen im Beispiel aus Abb. 15.3 zwei Negatoren, während der dargestellte Satz überhaupt keine Negation enthält.<sup>7</sup> Damit werden – wenn man an die Erzeugung der Darstellung durch die Analyse oder an die Generierung von natürlichsprachlichen Ausdrücken aus einer semantischen Repräsentation denkt – auch die Griceschen Konversationsmaximen verletzt (vgl. Abschn. 13.2); denn wenn in einer Repräsentation zwei Negationen vorkommen, so sollte es dafür einen Grund geben (vgl. die Diskussion zur doppelten Negation in Abschn. 8.2). Umgekehrt sollte eine semantische Repräsentation kein Darstellungselement mehrfach enthalten (hier mehrfache Negationen), wenn der Ausgangssatz semantisch dazu keine Veranlassung gibt (Verletzung des von Ockham formulierten Prinzips der Einfachheit;  $\rightsquigarrow$  **Ockhams Rasiermesser**<sup>8</sup>).

Insgesamt bilden die von Sowa entwickelten Konzeptuellen Strukturen eine Art graphische Darstellung eines getypten Prädikatenkalküls erster Stufe (in Peircescher Notation), so daß eine enge Beziehung zu den Logik-orientierten WRS besteht.

#### 15.2.4 Scripts und konzeptuelle Abhängigkeiten

Bereits im Zusammenhang mit den definierenden Attributen (Abschn. 4.3) wurde auf die Beziehung zwischen Netzwerkdarstellungen und Frames hingewiesen. Dort standen vor allem statische Sachverhalte im Vordergrund. Aber auch bei dynamischen Sachverhalten (Handlungen, Vorgängen) spielen Frames eine wichtige Rolle. Diese werden in der KI mitunter als Scripts oder

<sup>7</sup> Ganz abgesehen davon, daß auch das Konzept PERSON unberechtigterweise zweimal in der Darstellung auftritt.

<sup>8</sup> s. die entsprechende Anmerkung auf S. 132

Scenarios bezeichnet (zur allgemeinen Definition von Frames s. auch Abschn. 15.3). Wir wollen uns hier auf den von Schank und Mitarbeitern eingeführten Begriff der Scripts [170] konzentrieren.

- Ein **Script** ist die Zusammenfassung einer in bestimmten Situationen immer wiederkehrenden Folge von Handlungen zu einem standardisierten Handlungsschema (Frame).

Bewußtseinsinhalte, die durch Scripts beschrieben werden, bestimmen wesentlich das Verhalten des Menschen und ermöglichen es ihm, sich sowohl im täglichen Leben als auch in besonderen Situationen zurechtzufinden (Fahrkartenkauf, Telefonat, Inbetriebnahme der Kaffeemaschine, Restaurantbesuch, Geburtstagsfeier, U-Bahn-Benutzung usw.). In der **Theorie der konzeptuellen Abhängigkeiten** [169] (im Englischen mit **Conceptual dependency theory** bezeichnet und im folgenden mit **CDT** abgekürzt) werden zur Beschreibung von Scripts alle Handlungen auf einige wenige Basiskonzepte (insgesamt sind es etwa ein Dutzend solcher fundamentaler Handlungen) zurückgeführt. Dabei wird folgende Position vertreten:

- Zwei natürlichsprachliche Sätze mit gleicher Bedeutung müssen durch ein und dieselbe Bedeutungsstruktur repräsentiert werden. Eine Darstellung mit dieser Eigenschaft nennt man eine **kanonische Bedeutungsdarstellung**.
- Jede Information, die implizit in der natürlichsprachlichen Beschreibung eines Sachverhaltes angelegt ist, muß explizit in der semantischen Repräsentation zum Ausdruck gebracht werden.

Diese Forderungen führten dazu, alle Bedeutungen von Aussagesätzen durch sogenannte Konzeptualisierungen darzustellen, die sich auf einige wenige Basiskonzepte stützen. Man unterscheidet aktive Konzeptualisierungen (vgl. Vorgänge im Abschn. 5.2) in der Darstellung

$$[\langle \text{Aktor} \rangle \langle \text{Aktion} \rangle \langle \text{Objekt} \rangle \langle \text{Direktion} \rangle \{ \langle \text{Instrument} \rangle \}] \quad (106)$$

und statische Konzeptualisierungen (vgl. Zustände im Abschn. 5.3) in der Darstellung

$$[\langle \text{Objekt} \rangle \langle \text{Zustand} \rangle \{ \langle \text{Wert} \rangle \}] \quad (107).$$

Die Angaben in geschweiften Klammern sind fakultativ. Der in der CDT verwendete Terminus „Aktor“ entspricht dem in der Linguistik gebräuchlicheren Begriff des „Agenten“ (s. AGT). Der bei den semantischen Netzen eingeführte Begriff „Partizipanten“ umfaßt sowohl die „Aktoren“ als auch die „Objekte“ der CDT. Den Schwerpunkt der Untersuchungen in der CDT bildeten die aktiven Konzeptualisierungen, die mit Hilfe etwa eines Dutzend semantisch primitiver (d.h. nicht weiter in ihrer Bedeutung reduzierbarer) Aktionen der folgenden Art dargestellt werden:

- ATRANS (o1, a, o2) – Ein Objekt o1 überträgt eine abstrakte Kategorie a (einen Besitz, ein Recht usw.) auf ein anderes Objekt o2.
- INGEST (o1, o2) – Ein Objekt o1, das ein Lebewesen sein muß, inkorporiert das Objekt o2 (die Direktion ist in diesem Fall o1 selbst).
- MTRANS (o1, f, o2) – Übertragung einer Information f von einem Lebewesen o1 auf ein anderes Lebewesen o2.
- PTRANS (o1, o2, o3) – Das Objekt o1 transferiert das Objekt o2 physisch auf ein Objekt o3, wobei o2 einen Ortswechsel erfährt.  
usw.

Nach den Grundsätzen der CDT werden intensional unterschiedlich zu deutende Sachverhalte, wie „a erhält b von c“ und „c gibt b an a“ auf das gleiche Tiefenkonzept PTRANS(c, b, a) zurückgeführt (vorausgesetzt, daß kein Besitzwechsel geschieht; in diesem Fall wäre dann ATRANS in die Darstellung einzubeziehen).

Obwohl durch die Reduzierung natürlichsprachlicher Bedeutungen auf eine handvoll Tiefenkonzepte eine starke Vergrößerung der Semantik der natürlichen Sprache geschieht, die dem Differenziertheitskriterium (s. Abschn. 1) nicht gerecht wird, hat die Theorie der Konzeptuellen Abhängigkeiten doch ihre Verdienste:

- Sie hat die Aufmerksamkeit verstärkt auf das Problem der kanonischen Darstellung von Bedeutungsstrukturen bzw. auf die Frage nach der „notwendigen Tiefe“ der semantischen Interpretation natürlichsprachlicher Ausdrücke gelenkt und auch Wege zur Gewinnung von Bedeutungsdarstellungen aufgezeigt, die einer „stärker kanonisierten“ Darstellung nahekommen.
- Sie hat das Verhältnis von explizit und implizit in der Bedeutungsstruktur eines natürlichsprachlichen Textes angelegtem Wissen diskutiert und entsprechende Lösungsvorschläge unterbreitet.
- Sie hat das Verstehen von textkonstituierenden Zusammenhängen („story understanding“) in den Schwerpunkt der Untersuchungen gestellt und damit Ergebnisse auf einem Gebiet erzielt, das sowohl in der KI als auch in der Linguistik bei weitem noch nicht ausreichend erforscht ist.

Trotz dieser unbestreitbaren Verdienste sind einige theoretische Grundpositionen der CDT anfechtbar, und zwar aus folgenden Gründen:

- Es gibt ernstzunehmende theoretische Argumente [222], daß eine kanonische Darstellung der Bedeutung natürlichsprachlicher Sätze im strengen Sinne gar nicht existiert.
- Für die technische Realisierung eines FAS ist folgendes zu bedenken: Selbst wenn es eine kanonische Darstellung gäbe, ist es wegen des hohen Aufwan-

des ihrer Herstellung in der Analysephase (d.h. bei der Wissensspeicherung) immer noch fraglich, ob sie in Systemen der KI überhaupt angestrebt werden sollte. Die Alternative besteht darin, mit einer etwas „flacheren“, d.h. näher an der Oberflächenstruktur der natürlichen Sprache liegenden Wissensrepräsentation zu arbeiten, und dafür bestimmte Transformationen bedeutungsäquivalenter Strukturen in der Phase der logischen Interpretation in Kauf zu nehmen. Hier ist ein vernünftiger Kompromiß zwischen beiden Möglichkeiten zu finden.

- Die in der Praxis erreichten, mehr oder weniger stark normalisierten Darstellungen bringen (ganz abgesehen von teilweise recht artifiziellen Bedeutungselementen) oft einen Verlust an Nuancenreichtum mit sich.

Zum letzten Punkt ist anzumerken, daß nach der Differenziertheitsforderung (Abschn. 1) intensional verschiedene Begriffe, wie **geben** und **erhalten**, unterschiedliche Bedeutungsdarstellungen besitzen sollten und in erster Instanz nicht auf ein und dasselbe Tiefenkonzept (hier PTRANS evtl. auch ATRANS) zurückgeführt werden dürfen. Das schließt nicht aus, daß hinter beiden Begriffen tieferliegende Konzepte als gemeinsamer Bedeutungskern liegen, die mit Hilfe der genannten semantisch primitiven Aktionen beschrieben werden können. Gerade diese Tatsache ist von der CDT nachdrücklich hervorgehoben worden. In MultiNet widerspiegeln sich diese tieferliegenden Zusammenhänge in den Axiomenschemata für Bedeutungspostulate (s. Teil II, Anhang B.7), in denen Klassen von Handlungen auftreten. Gerade durch diese Klassenbildung (z.B. durch Zusammenfassen aller Transporthandlungen oder aller Besitzwechselforgänge) lassen sich die logischen Inferenzregeln wesentlich ökonomischer beschreiben.

## 15.3 Vergleich zwischen MultiNet und Logik-orientierten WRS

### 15.3.1 Allgemeines

Beim Vergleich mit den Logik-orientierten Wissensrepräsentationssystemen (LoW) wollen wir uns auf zwei Arbeiten beschränken, obwohl auch viele andere Systeme hier eingeordnet werden können, wie z.B. die File Change Theorie [82] oder die “terminologische Logik” [148], die auch als “formalsprachlich linearisierte” Form von KL-ONE fungiert, und die “Beschreibungslogiken” (engl. Description Logics), s. hierzu [10], [28]. Zur Diskussion der Probleme werden die folgenden Paradigmen herangezogen (wobei das letztere kein WRS im eigentlichen Sinne ist):

- die Diskurs-Repräsentationstheorie (DRT) [106]
- die Generalisierte Quantorentheorie (GQT) [12].

Allen LoW ist gemeinsam, daß sie die Semantik der Darstellungsmittel modelltheoretisch extensional abstützen. Dabei geht man im wesentlichen von einer formalen Struktur  $\Sigma = \langle U, II \rangle$  aus, die aus einem Universum (einer Menge)  $U$  von Individuen und einem System  $II$  von Prädikaten besteht, wobei für ein  $n$ -stelliges Prädikat  $\tilde{P}_n \in II$  gilt:  $\tilde{P}_n \subseteq U^n$ . Eine Interpretation der sprachlichen Ausdrücke eines bestimmten LoW wird durch eine Abbildung  $I$  realisiert, die Konstantensymbolen des LoW Elemente aus  $U$  und jedem  $n$ -stelligen Prädikatsymbol  $P_n$  dieses LoW eine Menge von  $n$ -Tupeln (ein  $n$ -stelliges Prädikat)  $\tilde{P}_n \in II$  – die Extension von  $P_n$  – zuordnet.<sup>9</sup> Für die Diskussion ist wichtig, daß ein Prädikat  $P$  eines LoW rein extensional als Teilmenge eines kartesischen Produkts über  $U$  interpretiert wird.

Sei  $S$  ein beliebiger Ausdruck eines LoW und das mit einer Tilde gekennzeichnete Symbol  $\tilde{S}$  bezeichne jeweils das entsprechende durch die Interpretation  $I$  zugeordnete Beschreibungselement  $I(S)$  der Struktur  $\Sigma$ . Dann lassen sich Wahrheitsbedingungen wie folgt definieren:  $P_n(a_1, \dots, a_n)$  ist genau dann wahr bei der Interpretation  $I$ , wenn für das Argumenttupel  $\langle \tilde{a}_1, \dots, \tilde{a}_n \rangle \in \tilde{P}_n$  und  $\tilde{P}_n \in II$  gilt. Der weitere kompositionelle Aufbau der Semantik des LoW sei nur angedeutet:  $\exists x P(x)$  ist genau dann wahr, wenn es mindestens ein  $\tilde{a} \in U$  gibt, so daß  $\tilde{a} \in \tilde{P}$ . Seien weiter  $G$  und  $H$  Ausdrücke des LoW, denen durch die Interpretation  $I$  bereits ein Wahrheitswert zugewiesen ist, dann ist  $\neg G$  genau dann wahr, wenn  $G$  unter der Interpretation  $I$  nicht gilt und  $G \wedge H$  ist wahr, gdw.  $G$  und  $H$  jedes für sich wahr sind.

Es ist hier nicht der Ort, die modelltheoretische Semantik eines LoW in allen Einzelheiten auszuführen. Entscheidend ist hier vielmehr die Tatsache, daß den (an sich bedeutungslosen) formalsprachlichen Konstrukten aus LoW dadurch eine "Bedeutung" verliehen wird, daß sie in eine ebenfalls bedeutungslose formale Struktur abgebildet werden. Dieses Vorgehen wurde von linguistischer Seite bereits durch Lakoff [117] und aus philosophischer Sicht von Putnam [154] kritisiert bzw. als nicht adäquat zurückgewiesen. Auch der Hinweis darauf, daß die Elemente der formalen Struktur  $\Sigma$  ja nur Bezeichner für Dinge einer bestimmten Welt seien, ist wenig hilfreich. Man muß sich fragen, welcher Welt? – Die reale Welt steht uns nicht direkt für einen Abbildungsprozeß zur Verfügung und kann auch nicht durch entscheidbare Mengen und einfache Mengenoperationen (wie das bei der Struktur  $\Sigma$  vorausgesetzt wurde)

<sup>9</sup>  $n$ -stellige Funktionen können als  $(n+1)$ -stellige rechtseindeutige Prädikate gedeutet werden und müssen nicht gesondert betrachtet werden.

beschrieben werden. Es käme noch unser kognitives System (unser Begriffssystem) als Gegenstand der Modellierung in Frage. Ganz abgesehen davon, daß auch dieses ein Teil der Welt im weitesten Sinne ist, sind die in der Logik einer Interpretation zugrundegelegten Strukturen viel zu einfach und auch kognitiv inadäquat (s.u.), um eine angemessene Semantik-Beschreibung zu gestatten. Man müßte nach den Ausführungen in den Abschnitten 1 bis 11 für eine adäquate Modellierung der kognitiven Begriffswelt eine Struktur  $\Sigma$  durch eine formale Beschreibung definieren, die mindestens so komplex wie MultiNet oder noch komplexer ist. Durch die Frage: „Was ist nun deren Bedeutung?“ würde man bei ausschließlicher Verwendung modelltheoretischer Methoden zu einem unendlichen Regress gelangen, der mit den in Abschn. 13.1 diskutierten gebrauchstheoretischen Methoden vermieden werden kann.

### 15.3.2 Die Diskurs-Repräsentations-Theorie

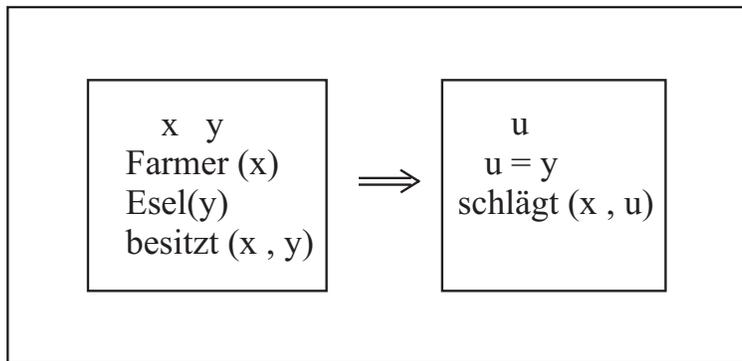
Kommen wir nun zu einem konkreten LoW, der **Discourse Representation Theory (DRT)**, s. [106]. Sie hat zunächst gegenüber dem PK1 den Vorteil, daß explizit Diskursreferenten eingeführt werden, die als Ansatzpunkte für Referenzmechanismen dienen können. Diese Referenten werden aber nicht im Sinne einer objekt- oder konzeptorientierten Darstellung genutzt, bei der alle Informationen zu einer Entität über deren einzigen Repräsentanten erreichbar sind. Wie die semantische Repräsentation des Eselssatzes in der DRT zeigt (s. Abb. 15.4), werden sogar für intensional und referenziell identische Entitäten zunächst verschiedene Diskursreferenten eingeführt (hier  $y$  und  $u$ ), die dann über Gleichheitsrelationen wieder miteinander verbunden werden. Außerdem sind in einer größeren Wissensbasis alle Informationen zu einem Referenzobjekt über verschiedene Diskursrepräsentationen und verschiedene Prädikationen verstreut.

Aufgrund der prädikatenlogischen Deutung der DRT ist die in Abb. 15.4 angegebene Darstellung des **Eselssatzes** „Jeder Farmer, der einen Esel besitzt, schlägt ihn.“ äquivalent zu dem Ausdruck:

$$\forall x \forall y [\text{Farmer}(x) \wedge \text{Esel}(y) \wedge \text{besitzt}(x, y) \rightarrow \text{schlägt}(x, y)] \quad (108)$$

Diese Interpretation zeigt deutlich, daß es nicht möglich ist, die Bedeutung von Sätzen auf Wahrheitsbedingungen zu reduzieren; sie zeigt auch, daß diese Interpretation kognitiv nicht adäquat ist, und zwar aus folgenden Gründen (vgl. auch die Ausführungen in Abschn. 13.1):

- Der Eselssatz enthält kognitiv nur einen Allquantor (und nicht zwei, wie Formel (108)).



**Abbildung 15.4.** Darstellung des Eselssatzes „Jeder Farmer, der einen Esel besitzt, schlägt ihn.“ in der DRT (nach [106], S. 168)

- Er ist nicht symmetrisch hinsichtlich seiner Aussage über Farmer und Esel.
- Er enthält intuitiv keine Implikation (wie das in Formel (108) der Fall ist).
- Er macht keine Aussage über Nicht-Farmer und Nicht-Esel, während die Implikation (108) auch wahr ist, wenn es im betrachteten Universum  $U$  gar keine Farmer oder keine Esel gibt, da sie auf alle anderen Individuen von  $U$  zutrifft.

Bemerkenswert an der semantischen Repräsentation allquantifizierter Aussagen in der DRT (wie z.B. des Eselssatzes) ist auch die Tatsache, daß sie den gleichen Aufbau haben wie die Diskursrepräsentations-Struktur eines entsprechenden Konditionalsatzes (in diesem Fall: „Wenn ein Farmer einen Esel besitzt, schlägt er ihn auch.“). Dies ist sicher kognitiv nicht adäquat, weshalb in MultiNet für beide Ausdrucksformen unterschiedliche semantische Repräsentationen eingesetzt werden (vgl. Abb. 13.4 und 13.3).

Abbildung 15.4 zeigt auch die fehlende Begriffsorientiertheit der DRT. Sie enthält im Gegensatz zur MultiNet-Darstellung 9.14 keinen direkten Repräsentanten im Sinne einer begriffszentrierten Darstellung für das Konzept  $FE = \langle \text{Farmer, der einen Esel besitzt} \rangle$ . Während in Abb. 9.14 genau ein Repräsentant für  $FE$  bzw. für *Farmer* existiert, die über die SUB-Relation in den allgemeinen Vererbungsmechanismus eingebunden sind, ist der in Abb. 15.4 eingeführte Diskursreferent  $x$  kein zentraler Repräsentant des *Begriffs*  $FE$  im oben genannten Sinne, sondern  $x$  tritt auch in der graphischen Darstellung eher als logische Variable in mehreren Prädikationen auf, die insgesamt den Begriff  $FE$  charakterisieren.

Auch die Behandlung von Quantifikatoren in der DRT als Relationen über Mengen (s. [106], S. 315) ist konterintuitiv, da erstere eher Merkmale von Ge-

samtheiten darstellen (vgl. Abschn. 9) und nicht als Relationen aufzufassen sind.<sup>10</sup> In diesem Punkt geht die DRT ähnlich vor wie die GQT (s. Abschn. 15.3.3).

Insgesamt erscheint die DRT trotz aller Verallgemeinerungsbestrebungen zu stark am PK1 verhaftet. Das zeigt sich auch an den Schwerpunkten der Grundlagenarbeit [106], die zu einem großen Teil Themen wie Quantifizierung, Junktoren und Konditionalen gewidmet ist. Eine adäquate Behandlung der lexikalischen Semantik, die dem Homogenitätskriterium (s. Abschn. 1) und insbesondere der komplizierten Verbsemantik gerecht wird, ist nicht zu erkennen. Positiv ist die Tatsache zu vermerken, daß die DRT als Ausgangspunkt für die Definition der semantischen Zwischensprache VIT (Verbmobil Interface Terms) im Projekt VERBMOBIL [214] gedient hat.

### 15.3.3 Die Generalisierte Quantoren-Theorie

Eine gegenüber der klassischen Prädikatenlogik verallgemeinerte Darstellungsweise von Quantifikatoren wurde in der Generalisierten Quantoren-Theorie (abgekürzt: GQT) angegeben, s. [12]<sup>11</sup>. Das große Verdienst dieser Theorie ist es, die Restriktion der Prädikatenlogik auf zwei Quantoren ( $\forall$ ,  $\exists$ ) überwunden zu haben, und insbesondere die Rolle der Quantifikatoren und Determinatoren richtig als Qualifikation des semantischen Repräsentanten einer Nominalphrase darzustellen, anstatt als Operatoren über Aussageformen wie in der Prädikatenlogik. Im Unterschied zu MultiNet wird aber in einem Satz wie „*Alle Schwäne sind Vögel*“ (vgl. Abb. 9.3) die gesamte NP als Quantor aufgefaßt, was bereits in [126] kritisiert wurde. Der Quantifikator „*Alle*“ (in MultiNet-Terminologie) wird in der GQT als Determinator aufgefaßt, der semantisch als Funktion gedeutet wird, die einer Menge eine Mengenfamilie zuordnet. Die Auffassung der GQT von Determinatoren und Quantoren soll an dem in Abb. 15.5 dargestellten Schema veranschaulicht werden.

<sup>10</sup> Außerdem ist nicht einzusehen, warum *alle*, *(die meisten)* oder *(fast alle)* semantisch unterschiedliche Darstellungsprinzipien erfordern, vgl. Abb. 2.43 und Abb. 4.22 in [106].

<sup>11</sup> Die GQT stellt, wie ihr Name schon ausdrückt, kein WRS und keine Wissensrepräsentationssprache im umfassenden Sinne dar. Sie wird aber hier in die Diskussion einbezogen, da sie doch erheblichen Einfluß auf die Behandlung des Quantifizierungsproblems in WRS ausgeübt hat.

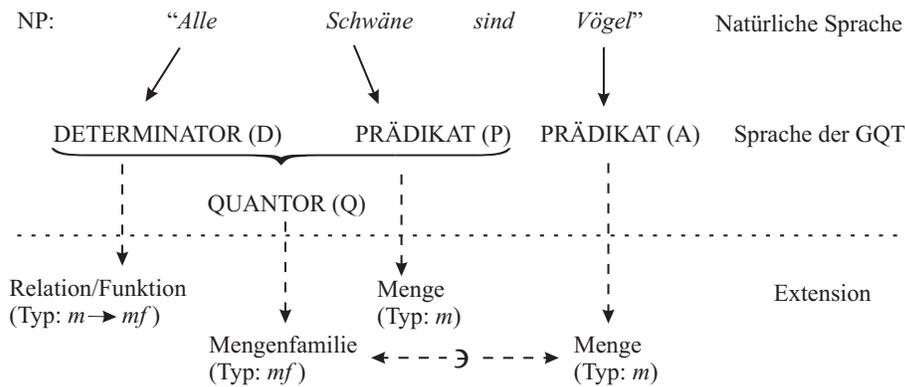


Abbildung 15.5. Schematischer Überblick über die Quantorauffassung der GQT

Bezeichnet man mit  $\|Q\|$  die Extension eines Quantors  $Q$  und mit  $\|A\|$  dementsprechend die Extension eines beliebigen Prädikats  $A$ <sup>12</sup>, so ist  $\|Q\|$  in der GQT die Familie derjenigen Mengen, für die  $\|A\| \in \|Q\|$  genau dann gilt, wenn  $Q A$  wahr ist. Das bedeutet, daß in der Mengenfamilie  $\|\langle \text{alle Schwäne} \rangle\|$  die Menge  $\|Ws\|$  aller weißen Dinge als Element enthalten ist, wobei  $\|Ws\|$  neben Schwänen auch Schneeflocken und Bettlaken enthält. Diese Auffassung von der „Extension“ bzw. dem „Denotat“ eines Quantors ist konterintuitiv und stellt eine rein mathematisch-logische Konstruktion dar.<sup>13</sup>

Es ist allerdings festzustellen, daß von der GQT auf der Basis einer modelltheoretischen Interpretation interessante Eigenschaften von Quantoren bzw. Determinatoren gewonnen wurden, die auch für das qualitative Schließen in MultiNet herangezogen werden können. Ein Beispiel hierfür ist die sogenannte **Monotonieeigenschaft**.

- Ein Quantor  $Q$  heißt **monoton wachsend** (Symbol:  $\text{mon}\uparrow$ ), wenn für zwei Prädikate  $A$  und  $B$  mit  $\|A\| \subseteq \|B\|$  aus  $Q A$  auch  $Q B$  folgt.
- Ein Quantor  $Q$  heißt **monoton fallend** (Symbol:  $\text{mon}\downarrow$ ), wenn für zwei Prädikate  $A$  und  $B$  mit  $\|B\| \subseteq \|A\|$  aus  $Q A$  auch  $Q B$  folgt.

<sup>12</sup> Wir behalten hier die Notation  $\|S\|$  für die Extension von  $S$  aus der Originalliteratur zur GQT bei. Sie entspricht der Bezeichnung  $\tilde{S}$  in Abschn. 15.3.1

<sup>13</sup> Ein Einwand, auf den Barwise und Cooper in [12] selbst eingehen, ohne ihn überzeugend zu entkräften.

Die Eigenschaft der Monotonie eines Quantors  $Q$  wird wesentlich von dem in  $Q$  enthaltenen Determinator  $D$  bestimmt, weshalb man auch von einem  $\text{mon}\uparrow$ - bzw.  $\text{mon}\downarrow$ -Determinator spricht (je nachdem welche Eigenschaft der mit diesem Determinator gebildete Quantor hat).

Beispiele:  $\text{mon}\uparrow$ : einige, viele, alle, die meisten<sup>14</sup>

$\text{mon}\downarrow$ : kein, wenige<sup>15</sup>, niemand

Mit der Quantor-Auffassung der GQT wird nicht dem unterschiedlichen Beitrag der entsprechenden sprachlichen Konstrukte zur Referenzdeterminiertheit einer NP bzw. zur Quantifizierung der beschriebenen Gesamtheit Rechnung getragen, wie dies in MultiNet differenziert zum Ausdruck kommt (vgl. Abschn. 9 und 10) und wie es auch der linguistischen Auffassung entspricht (s. [130]). Trotzdem liefert die GQT wichtige Hinweise für die logische Verwendung von Quantifikatoren in MultiNet.

Auch im Projekt **LILOG** [97] wurde ein am PK1 orientierter Wissensrepräsentationsformalismus verwendet. Dieser zeichnete sich durch Hinzunahme eines umfangreichen Typsystems zu den prädikatenlogischen Darstellungsmitteln aus (s. [13]), das allerdings dem in Abschn. 1 formulierten Universalitätskriterium nicht gerecht wurde. Dem Problem der variablen Stelligkeit von Verben vs. fester Stelligkeit von Prädikaten versuchte man dort durch Einführung von Prädikaten „maximaler“ Stelligkeit zu begegnen, was beim Erstellen großer Computerlexika erhebliche Probleme mit sich bringen dürfte. Die Heterogenität in der Ontologie der Sorten von LILOG wurde bereits in [119] einer kritischen Wertung unterzogen. Da die Wissensrepräsentation von LILOG viele der bereits allgemein diskutierten Eigenschaften eines LoW besaß, soll hier nicht weiter darauf eingegangen werden (s. Abschn. 15.3.1).

<sup>14</sup> Daß die Feststellung der Monotonieeigenschaft nicht unproblematisch ist, zeigt der Determinator *die meisten*, von dem man intuitiv annehmen sollte, daß er monoton steigend ist. So gilt unter der Annahme: „*die meisten Schüler trinken Cola*.“ wegen „*Cola trinken*“ → „*Erfrischungsgetränke trinken*“ auch „*die meisten Schüler trinken Erfrischungsgetränke*.“. Aber obwohl „*Erfrischungsgetränke trinken*“ → „*Flüssigkeiten trinken*“ gilt, besitzt der Satz „*die meisten Schüler trinken Flüssigkeiten*.“ nicht die gleiche Akzeptabilität wie die vorangehenden Aussagen, weil man eben eine Eigenschaft, die auf *alle* Elemente einer Menge zutrifft, nicht durch *(die meisten)* einschränken kann.

<sup>15</sup> Anmerkung: Wenn man *wenige* im Sinne von *(nicht viele, aber wenigstens einer)* deutet, dann trifft die  $\text{mon}\downarrow$ -Eigenschaft nicht zu. Interpretiert man dagegen *wenige* im Sinne von *(höchstens einige wenige)*, was dann *keine* nicht ausschließt, dann trifft die  $\text{mon}\downarrow$ -Eigenschaft zu.

## 15.4 Vergleich zwischen MultiNet und Frame-Repräsentationen

### 15.4.1 Allgemeines

Der Begriff des Frames (im Deutschen nicht übersetzt, etwaige Entsprechung: Schema, Rahmen) geht auf Minsky [Mins75] zurück und stellt eines der zentralen Konzepte der KI dar. Er ist eng mit der Auffassung verknüpft, daß sich das Denken wesentlich auf einen Prozeß der Erkennung stützt, in dem neu aufzunehmende Gedächtnisinhalte mit einer gespeicherten Menge prototypischer Wissens Elemente oder konzeptueller **Schemata** verglichen werden, die die Erwartungen eines intelligenten Systems bestimmen.

Ein **Frame** ist ein Schema zur Wissensrepräsentation, das eine bestimmte Entität (ein Objekt, einen Sachverhalt, ein Ereignis) oder eine Klasse von Entitäten innerhalb einer Hierarchie solcher Schemata mit Hilfe von Merkmals-Wert-Paaren beschreibt. Es ist ein Beschreibungsmuster, das in stereotyper Weise in den verschiedensten Situationen wiederkehrt. Die Merkmale, auch **Slots** genannt, werden als offene Stellen mit Variablencharakter betrachtet, die je nach zu beschreibender Entität durch spezifische Merkmalswerte, die sogenannten **Filler**, zu belegen sind.

Als Frame-basierte Sprachen bzw. WRS sollen die folgenden für einen Vergleich herangezogen werden:

- die Wissensrepräsentationssprache (Knowledge Representation Language) KRL [23]
- das Wissensrepräsentationssystem CYC [123].

### 15.4.2 Die Wissensrepräsentationssprache KRL

Obwohl **KRL** bereits zu den älteren WRS gehört, ist es für einen Vergleich dennoch interessant, weil es das Frame-Konzept in seiner ursprünglichen Form realisiert, und die von MultiNet zu KRL hergestellten Bezüge auch für andere Frame-Repräsentationen gelten. Der Terminus technicus für einen Frame ist in KRL der sogenannte "Unit" (etwa: "Informationseinheit", im folgenden nicht übersetzt). Der obere Teil von Abb. 15.6 zeigt auf der rechten Seite die Entsprechung zwischen dem generischen KRL-Unit **Reise**, einem Prototyp, und dem mit dem **ATTR-VALR**-Formalismus dargestellten generischen Begriff **Reise** von MultiNet (auf der linken Seite). Ganz links ist der Zusammenhang zu den entsprechenden K-Rollen des generischen Vorgangs **reisen** im MultiNet-Formalismus hergestellt.

Im unteren Teil sind die jeweiligen Spezialisierungen für das individuelle Ereignis (Peter reiste mit dem Flugzeug für 14 Tage nach Rom.) bzw. (Peters (konkrete) Reise mit dem Flugzeug ... nach Rom) angegeben, die mit MultiNet (links) bzw. mit KRL (rechts) beschrieben wurden. Wie der Vergleich zeigt, entsprechen den Slots in KRL die Attributangaben von MultiNet (vgl. Abschn. 4.3), wobei die Slot-Namen von KRL in MultiNet mit **SUB** am Attributknoten und die Value restrictions von KRL in MultiNet mit **VALR** angeschlossen werden. Was in KRL nicht so leicht zu modellieren ist, ist die Verbindung zu den K-Rollen des entsprechenden Vorgangs *reisen*, ganz abgesehen vom Fehlen eines entsprechenden axiomatischen Apparats in KRL für die semantische Definition dieser Rollen. Im Grunde lassen sich die angegebenen KRL-Darstellungsmittel vollständig mit Hilfe der MultiNet-Relationen **SUB**, **ATTR**, **VALR** und **VAL** beschreiben. MultiNet ist also im Hinblick auf die strukturellen Ausdrucksmittel (s. Abschn. 3.3) wesentlich ausdrucksstärker als KRL.

Auf der anderen Seite verfügt KRL aber über Ausdrucksmöglichkeiten, die man normalerweise weder in semantischen Netzen noch in Logik-orientierten WRS findet, und zwar handelt es sich um die Einbettung prozeduraler Wissens-elemente. Mit jedem Slot eines KRL-Unit lassen sich Prozeduren verbinden (sogenannte „Triggers“ und „Traps“), die wie Dämonen (ein Terminus technicus der KI) in der Wissensbasis bereitstehen und bei bestimmten auslösenden Ereignissen, wie z.B. Eintragen eines neuen Wissenslements in die Wissensbasis, in Aktion treten.

Ein wesentlicher Grundgedanke Frame-orientierter WRS ist die Einordnung von begrifflichen Entitäten (in KRL: der Units) in Vererbungshierarchien, wobei die untergeordneten Objekte (in KRL: die Instanzen) von den übergeordneten Objekten (in KRL: den Prototypen) Informationen erben. Dieser Vererbungsmechanismus wird in MultiNet wesentlich durch die hierarchiebildenden Relationen (vor allem durch **SUB** und **SUBS**) getragen, vgl. Abschn. 4.3 und Abschn. 5.2. Die Idee der Organisation von informationellen Objekten in Hierarchien von Klassen und Instanzen sowie der Einbettung von prozeduralen Elementen in die Repräsentationen dieser Objekte hat in den objekt-orientierten Programmiersprachen – angefangen von SMALLTALK [7], über FLAVORS [142] bis hin zu C++ [171] und JAVA [100] – ihren Ausdruck gefunden (in diesem Zusammenhang werden die prozeduralen Elemente auch als „Methoden“ bezeichnet).

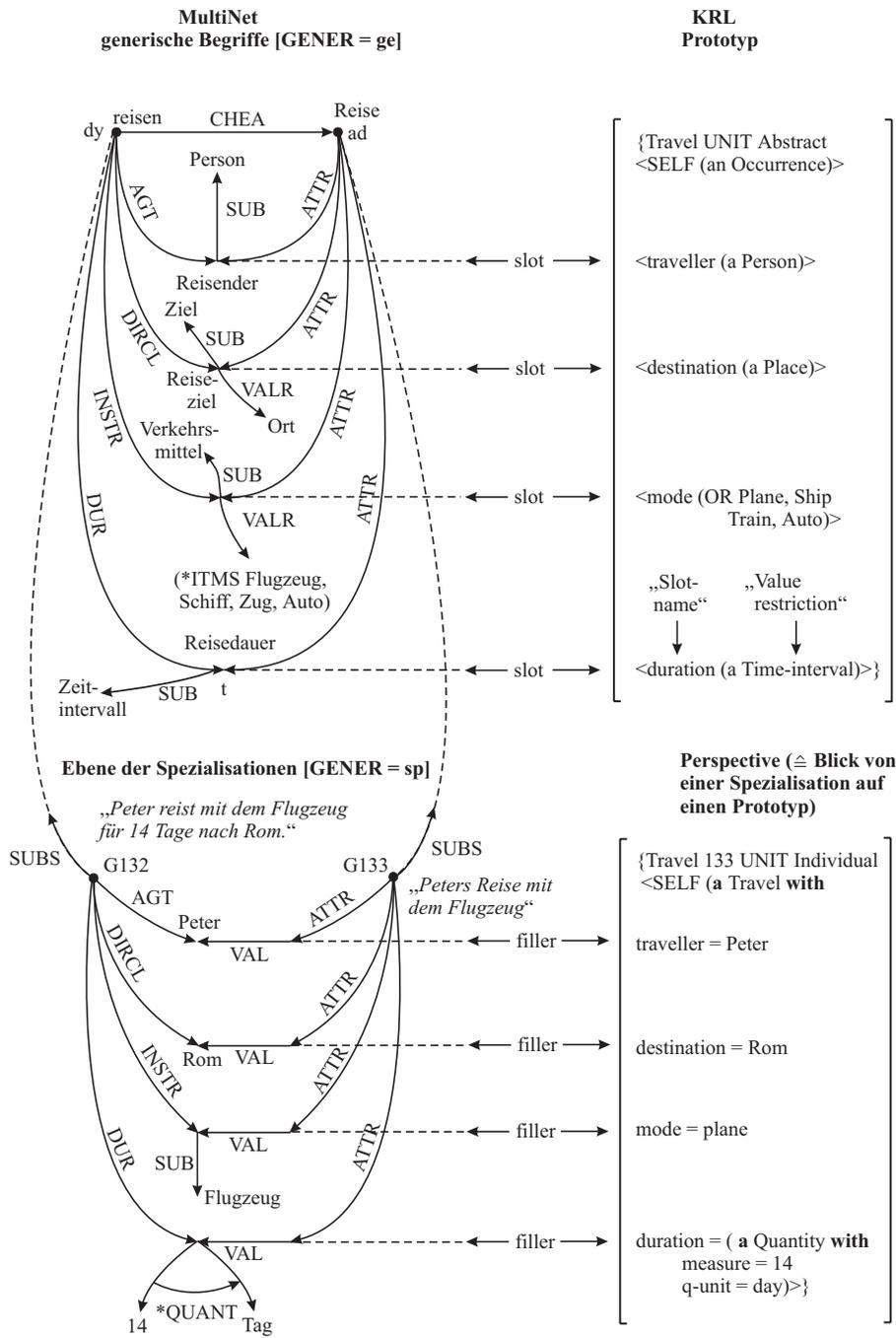


Abbildung 15.6. Vergleich zwischen dem Attribut-Wert-Mechanismus von MultiNet und Frame-Darstellungen

### 15.4.3 Das Wissensbank-Projekt CYC

Das wahrscheinlich umfangreichste Projekt zur Erstellung einer Wissensbasis (das Projekt **CYC**), das immer noch aktuell ist (vgl. [123]), basiert ebenfalls auf dem Begriff der Frames. Genau genommen bildet die Wissensbasis von CYC ein Frame-System (ähnlich dem von KRL) kombiniert mit prädikatenlogisch formulierten **Constraints** (einschränkenden Bedingungen) für die Slots. Wie in KRL wird in CYC ein Frame als Unit bezeichnet, wobei es aber im Gegensatz zu KRL nicht nur Units gibt, die „normale“ Konzepte beschreiben, sondern auch Units, die Slots beschreiben. Abb. 15.7 zeigt zwei CYC-Units, wobei der erste (obere Bildhälfte) um den Slot "residentOf" gegenüber [123] ergänzt wurde, um den Zusammenhang zwischen einem normalen Unit und einem Slot-Unit hervorzuheben (residentOf ist die inverse Relation zu residents, die in diesem Zusammenhang besser has\_residents heißen sollte).

Ein Kernproblem von CYC, wie vieler anderer Frame-orientierter WRS ist die relativ große Distanz zur natürlichen Sprache und die fehlende kognitive Adäquatheit hinsichtlich der Slotbeschreibungen. Slots werden völlig willkürlich mit Benennungen (wie z.B. computersFamiliarWith oder memberOfPoliticalParty, s. Abschn. 3.2.1.1 und Abb. 2-1 in [123]) versehen, die zwar einem menschlichen Bearbeiter „Bedeutung“ suggerieren, deren Einbindung in die übrige Welt der Units aber nicht ohne weiteres ersichtlich ist und für die Anbindung an die automatische Sprachverarbeitung (besonders an ein linguistisch fundiertes Computerlexikon) äußerst schwierig sein dürfte. Das ist um so verwunderlicher, da dieses Problem bereits in der CYC-Beschreibung [123] in Abschn. 1.5 unter dem Schlagwort **Representation Trap** angesprochen wurde. Folgt man dem dort, aber auch immer wieder in Diskussionen um Frame-Repräsentationen vorgeschlagenen Gedankenexperiment<sup>16</sup>, und ersetzt alle nicht-natürlichsprachlichen Konzepte durch Kunstnamen (wie z.B. X001, X002, ...), so erhält man für den Guha-Frame aus Abb. 15.7 die in Abb. 15.8 angegebene Struktur.

Geht man von der optimistischen Annahme aus, daß alle Eigennamen (wie Guha, LISP, Texas), natürliche Zahlen (wie 23) oder lexikalisierte Begriffe, wie age, korrekt über das Computerlexikon und die Sprachverarbeitungskomponenten (syntaktisch-semantische Analyse, Inferenzsystem und Generierung) in die natürlichsprachliche Begriffswelt eingebunden sind, dann besteht immer noch das Problem, alle "Kunstnamen" mit Bedeutungen zu versehen und sie letztlich mit natürlichsprachlichen Begriffen zu verknüpfen. Das erfordert z.B. formal zu spezifizieren, was X006 mit Computer und ⟨vertraut sein⟩ oder

<sup>16</sup> das übrigens auch für KL-ONE-artige Darstellungen sehr nützlich ist.

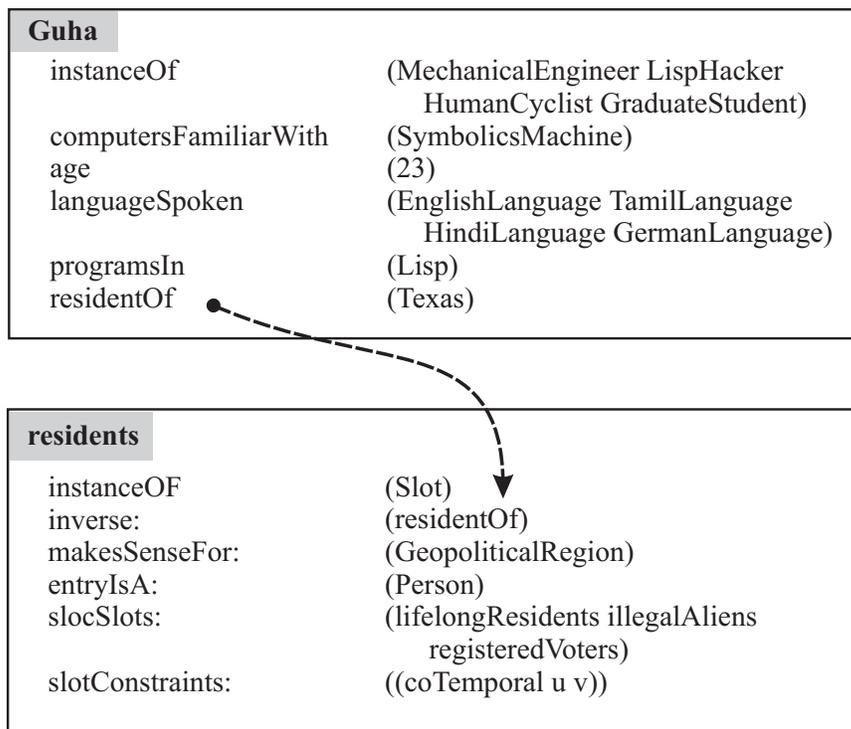


Abbildung 15.7. Frame-Repräsentationen mit Hilfe von Units in CYC (nach [123])

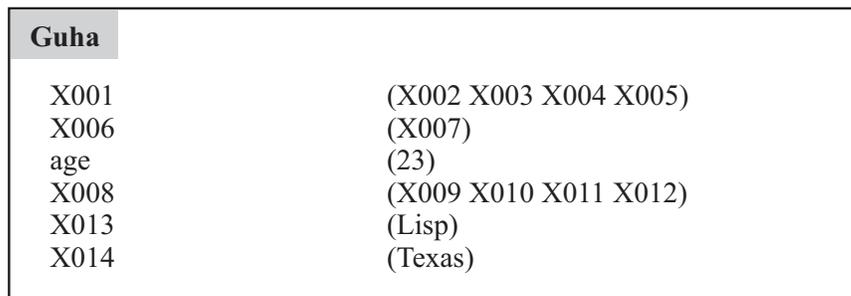


Abbildung 15.8. Gedankenexperiment zur Repräsentationsfalle

X008 mit **Sprache** bzw. **sprechen** zu tun haben, die ja in einer vollständigen Wissensbasis ebenfalls als Repräsentanten von Konzepten vorhanden sein sollten.<sup>17</sup>

Für einen Einsatz in einem natürlichsprachlich orientierten KI-System müßten Slots mit komplexer Bedeutung, wenn sie überhaupt einen Sinn haben sollen, über Bedeutungspostulate mit der übrigen Begriffswelt verbunden werden, was sehr aufwendig ist und kaum automatisiert werden kann. Aus diesem Grund halten wir den Ansatz von MultiNet für wichtig, der es ermöglicht, alle Konzepte eines Wissensgebietes und deren Beziehungen untereinander letztlich im Prozeß der morphologisch-lexikalischen und der syntaktisch-semanticen Analyse aus der textuellen Beschreibung des Wissens und aus dem Lexikon abzuleiten (s. das Homogenitätskriterium in Abschn. 1).

Besonders erwähnenswert ist die technologische Umgebung von CYC zur Wissenseingabe und zum Management der kooperativen Erstellung großer Wissensbasen, ohne die ein Projekt dieses Umfangs mit Hunderttausenden von Fakten und Regeln niemals durchgeführt werden könnte, und die vielen WRS fehlt.

Interessant ist auch das Inferenzsystem von CYC, da es monotones und nichtmonotones Schließen miteinander kombiniert und somit in diesem Punkt dem in Abschn. 13.2 vorgeschlagenen Konzept des „opportunistischen“ Schließens nahe kommt. Auch die Unterscheidung mehrerer Wahrheitswerte führt weg vom strikten Zweiwertigkeitsprinzip der klassischen Logik und besitzt eine Verwandtschaft zu der in Abschn. 13.1 vorgeschlagenen Bewertung von Aussagen mit Vertrauenswürdigkeitsgraden.

Trotz des immensen Aufwands, der im CYC-Projekt in die Akkumulation eines großen Bestandes an „Common sense knowledge“ investiert wurde, ist dieses Wissen nur schwer für die automatische Verarbeitung natürlicher Sprache nutzbar zu machen. Dies geht auch aus einer Studie der New Mexico State University hervor (s. hierzu [132]). Dieser Nachteil von CYC wird noch dadurch verstärkt, daß in den letzten Jahren ein Wechsel von der ursprünglich Frame-orientierten Darstellung in eine stärker Logik-orientierte Darstellung vorgenommen wurde, was zu einer Aufgabe der Begriffszentriertheit und zu einem unstrukturierten „sea of assertions“ [132] in der Wissensrepräsentation von CYC führt.

<sup>17</sup> Natürlich haben Bezeichnungen von Begriffen, wie **Texas**, **age** usw. für ein technisches KI-Systeme an sich genau so wenig 'Bedeutung' wie X001, X002 usw. Aber, unter der getroffenen Annahme kommt den erstgenannten Begriffen ein grundsätzlich anderer Status zu als letzteren, da erstere im Frage-Anwort-Spiel über das Lexikon, die Analyse und die Generierung in der Begriffswelt des Nutzers ganz anders verankert sind als letztere.

**Abschließende Bemerkung.** Ein zentrales Problem vieler an der Semantik der natürlichen Sprache orientierten Wissensrepräsentationsmethoden scheint zu sein, daß die verwendeten Grundkonstrukte nicht ausreichend inhaltlich begründet und beschrieben, geschweige denn entsprechend den in Abschn. 1 formulierten Kriterien nach verschiedenen Gesichtspunkten (insbesondere nach dem Homogenitäts- und dem Interoperabilitätskriterium) evaluiert worden sind. Das betrifft insbesondere die Definition von kognitiven Rollen in semantischen Netzen. Was die Logik-orientierten WRS anbelangt, so ist z.B. sehr leicht behauptet und prädikatenlogisch formuliert, daß intransitive Verben, wie „*schlafen*“, generell semantisch als einstellige Prädikate und transitive Verben, wie „*schlagen*“, als zweistellige Prädikate aufzufassen seien. Diese Position läßt sich aber nicht von der lexikalischen Semantik, über die Analyse und die semantische Repräsentation aller mit den genannten Wörtern formulierten Sachverhalte bis hin zu den Inferenzverfahren aufrecht erhalten.<sup>18</sup>

Nach den mit MultiNet erworbenen Erfahrungen sollte man zunächst die Darstellungsmittel eines WRS möglichst genau und ausführlich inhaltlich-verbal definieren. Erst in einem zweiten Schritt kann man eine Formalisierung anschließen. Danach sollten die formalen Konzepte möglichst in verschiedenen Anwendungen und in verschiedenen Systemkomponenten eines Anwendungssystems (z.B. in der syntaktisch-semantischen Analyse, in einem Inferenzsystem und im Computerlexikon eines Sprachverarbeitungssystems) erprobt werden. Zum Schluß sind die anfangs festgelegten Definitionen aufgrund der gewonnenen Einsichten und der eventuell aufgetretenen Inkonsistenzen zu verschärfen, bevor der ganze Prozeß iterativ auf einer höheren Stufe wiederholt werden kann.

Mit diesen kurzen Ausführungen soll der Vergleich von MultiNet mit anderen WRS vorerst abgeschlossen werden. Er ist damit aber nicht endgültig beendet, sondern wird mit jeder Entwicklungsetappe des MultiNet-Paradigmas weitergeführt.

---

<sup>18</sup> Dieses Problem traditioneller Logiksysteme versuchten allerdings bereits die auf Davidson zurückgehende Ereignislogik [46] und die darauf aufbauenden LoW durch explizite Einführung von Ereignisvariablen zu lösen, was der Netzdarstellung von MultiNet und der dort herausgehobenen Stellung von Sachverhaltsknoten näher kommt.



Teil II

## **Die Darstellungsmittel von MultiNet**



## Kapitel 16

# Überblick und Darstellungsprinzipien

### 16.1 Die Einbettung der Darstellungsmittel in den Kontext der Wissensverarbeitungsprozesse

Der Teil II enthält die formale Beschreibung und systematische Zusammenstellung von Darstellungsmitteln, die es gestatten, natürlichsprachlich beschriebene Zusammenhänge in geeigneter Weise auf dem Rechner inhaltlich adäquat widerzuspiegeln bzw. semantisch zu repräsentieren. Das Erfassen der Bedeutung (das „Verstehen“) von Wörtern, Konstruktionen oder Sätzen der natürlichen Sprache manifestiert sich durch die richtige Einordnung der ihnen zugeordneten semantischen Repräsentanten (Objekte, Vorgänge, Sachverhalte usw.) in das gesamte Beziehungsgefüge von Begriffsrepräsentanten, deren Bestandteil sie selbst sind. Zur Darstellung dieses Beziehungsgefüges oder semantischen Netzes (abgekürzt SN), dienen die hier definierten Darstellungsmittel. Durch diese wird eine semantische Sprache definiert, und durch die syntaktisch-semantische Analyse wird jeder Oberflächenstruktur eines Satzes der natürlichen Sprache ein Ausdruck dieser semantischen Sprache (die sogenannte Tiefenstruktur) zugeordnet<sup>1</sup>. Mit anderen Worten: den natürlichsprachlichen Konstrukten werden Bedeutungen mit Hilfe einer Übersetzung in eine metasprachliche Semantiksprache zugeordnet (s.a. [141] S.3 und [178]).

Wenn vom „Verstehen“ natürlicher Sprache im Frage-Antwort-Spiel (s. Teil I, Kap. 1) oder in einem technisch realisierten Frage-Antwort-System (s.u.), beides abgekürzt mit FAS, gesprochen wird, so ist damit in erster Linie die oben erwähnte richtige Einordnung semantischer Repräsentanten natürlichsprachlicher Konstrukte in das Gesamtsystem gemeint. Was „richtige“ Einordnung heißt, wird letztlich durch ein operationales Kriterium entschieden, nämlich dadurch, ob über der auf diese Weise gewonnenen semantischen Repräsentation von natürlichsprachlichen Informationen Fragen im FAS ad-

---

<sup>1</sup> Bezüglich der verwendeten semantischen Sprache sind wir der Auffassung, daß sie die bereits früher von Hajicova in [70] formulierten Bedingungen erfüllt (ähnliche Anforderungen finden sich in [178]).

äquat beantwortet werden können (diese Auffassung besitzt eine deutliche Parallele zu dem aus der künstlichen Intelligenz bekannten Turing-Test (s. [53])).

Wissensrepräsentation wird nicht zum Selbstzweck durchgeführt, sondern ist immer in einen größeren Zusammenhang eingebettet. Das wohl umfassendste Konzept eines natürlichsprachlichen KI-Systems, in dem alle Aspekte der Sprachverarbeitung und der Repräsentation natürlichsprachlich gegebenen Wissens untersucht werden, sind die Frage-Antwort-Systeme.

- Unter einem Frage-Antwort-System (abgekürzt: **FAS**) versteht man ein KI-System, das es gestattet, sowohl textuelle Informationen als auch Fragen aus einer natürlichsprachlichen Form in eine semantische Darstellung zu überführen, Fragen an das System mit Hilfe logisch-inferentieller Prozesse zu beantworten und die Antworten auf die Fragen wiederum in natürlicher Sprache auszugeben.

Es ist zu empfehlen (aber nicht zwingend erforderlich), die in den nachfolgenden Abschnitten ausführlich beschriebenen Darstellungsmittel in einen solchen Anwendungskontext eingebettet zu denken, um ihre Verwendbarkeit für die verschiedenen Prozesse der Sprachverarbeitung beurteilen zu können. Dieser Aspekt verdient insofern hervorgehoben zu werden, da es zwar viele verschiedene Paradigmen der Wissensrepräsentation gibt, aber nur wenige werden den in Abschn. 1, Teil I genannten Kriterien (insbesondere dem der kognitiven Adäquatheit und dem Interoperabilitätskriterium) gerecht.

In diesem Buch werden als Wissensrepräsentationsparadigma die Konzepte der mehrschichtigen erweiterten semantischen Netze beschrieben, die in Übereinstimmung mit den im Teil I formulierten Kriterien entworfen wurden. Bevor aber die Darstellungsmittel im Detail erläutert werden, soll zunächst auf die wesentlichen Komponenten der Wissensrepräsentation und ihre Beziehung zu den Sprach- und Wissensverarbeitungs-Prozessen näher eingegangen werden (vgl. Abb 16.1).

Den Kern der Wissensbasis bildet das **semantische Netz** (SN), dessen Knoten Begriffe und dessen Kanten Beziehungen zwischen den Begriffen (genauer: Relationen und Funktionen) repräsentieren. Die Knoten sind bestimmten **Sorten** eines vorgegebenen Klassifikationssystems, einer sogenannten **Ontologie**, zugeordnet und werden entsprechend verschiedener semantischer Dimensionen mit **Merkmalen** versehen.

Jeder Begriff ist mit **immanentem Wissen** verbunden (Ebene I), das den Begriff in seiner Bedeutung definiert, und mit **situativem Wissen** (Ebene II), das der Verwendung des Begriffs bei der Charakterisierung bestimmter Situationen entspricht. Die **Relationen** (Ebene III, Abschnitt 18.2) und **Funktionen** (Ebene IV, Abschnitt 18.3) können selbst wieder als Knoten von abstrakten

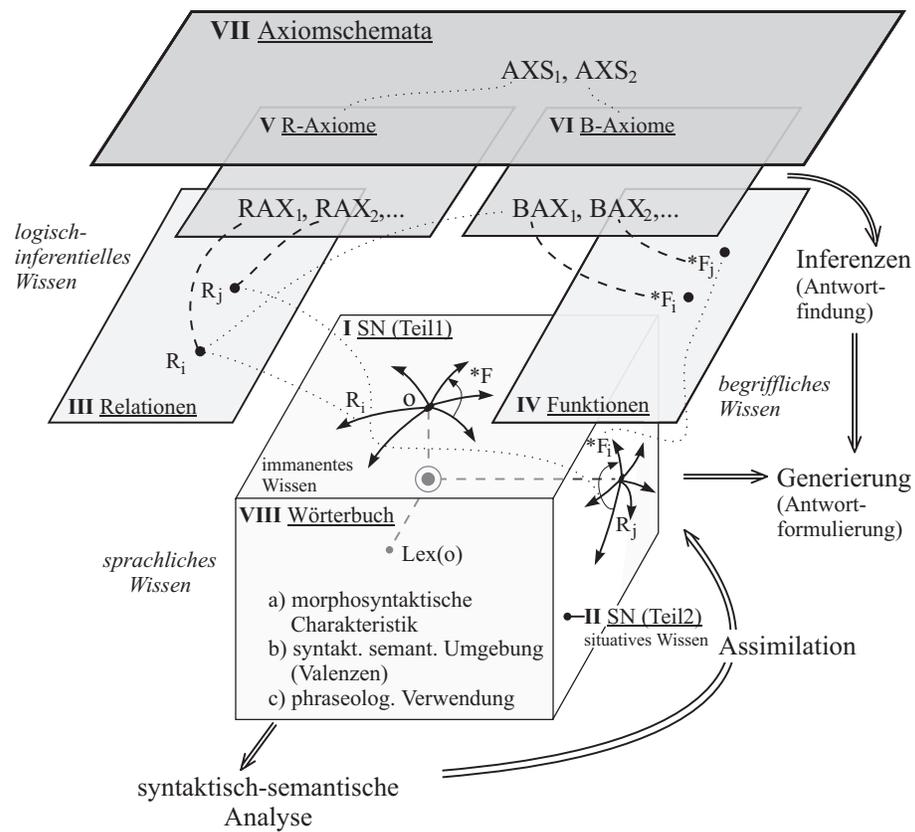


Abbildung 16.1. Einbettung der Darstellungsmittel in die Wissensverarbeitungs-komponenten

Begriffsnetzen aufgefaßt werden, deren Bedeutung durch Axiome festgelegt wird. Dabei unterscheiden wir **R-Axiome** (Ebene V), die keine Repräsentanten natürlichsprachlicher Begriffe enthalten, und **B-Axiome** oder Bedeutungs-postulate (Ebene VI), in denen Begriffsrepräsentanten als außerlogische Konstante vorkommen. Darüber hinaus werden aus darstellungsökonomischen Gründen **Axiomschemata** eingesetzt (Ebene VII), die ganze Klassen von Axiomen der Ebenen V und VI beschreiben und auch Ausdrucksmittel der Prädikatenlogik höherer Stufe verwenden (s. z.B. **\*NON**). Die Unterteilung in immanentes und situatives Wissen wird mit den Methoden der **Schichtenbildung** und **Kapselung** erreicht, die in den Abschnitten 17.2 bzw. 17.3 beschrieben werden.

Wichtig für Wissensrepräsentationssysteme der KI, deren Wissensinhalte automatisch aus natürlichsprachlichen Informationen erschlossen werden sol-

len, ist die Verbindung der Bedeutungsrepräsentanten (Knoten des semantischen Netzes) mit den Wörtern der natürlichen Sprache (Analoges gilt für das menschliche Sprachverstehen). Diese Schnittstelle wird durch das Wörterbuch oder **Lexikon** gebildet (Ebene VIII), dessen semantische Komponenten (insbesondere die Valenzen der Verben, Adjektive und Nomen) ebenfalls mit den Darstellungsmitteln des semantischen Netzes formuliert werden (s. Teil I, Abschn. 12). Dadurch wird vor allem dem Homogenitätskriterium Rechnung getragen (vgl. Teil I, Abschn. 1).

Auf diese Weise wird gewährleistet, daß in einem Sprachverarbeitungssystem das Computerlexikon als Basis für die syntaktisch-semantische Analyse, das Ergebnis dieser Analyse, die semantische Darstellung der als Texte analysierten und in den Wissensbestand assimilierten Informationen, die inferentielle Antwortfindung und die Antwortgenerierung alle auf den gleichen Darstellungsmitteln aufbauen (vgl. das Interoperabilitätskriterium in Teil I, Abschn. 1). Damit gewinnt man auch ein **operationales Kriterium**, das es gestattet, die Tauglichkeit und Adäquatheit des gewählten Wissensrepräsentationsparadigmas und der damit verbundenen Darstellungsmittel zu beurteilen, indem man anhand eines formalen **Frage-Antwort-Spiels** überprüft, inwieweit der Einsatz der Darstellungsmittel bei der logischen Verknüpfung von Frage, Wissensbestand und Antwort ein korrektes Resultat ergibt. Diese Auffassung besitzt eine deutliche Parallele zur Wittgensteinschen Begründung einer **gebrauchstheoretischen Semantik** für die Bedeutung von natürlichsprachlichen Ausdrücken [219].

Das erwähnte Kriterium wird durch folgenden Gedankengang gestützt. Ebenso wie man von einem Menschen sagt, daß er einen Begriff richtig verstanden hat, wenn er ihn korrekt verwendet, kann man auch in einem KI-System von einer adäquaten Wissensrepräsentation und richtigem Gebrauch der Begriffe sprechen, wenn die Begriffe in der Wissensbasis durch die Wissensverarbeitungsprozesse so miteinander verknüpft werden, daß man auf beliebige Fragen über dem Wissensbestand die richtigen Antworten erhält.

## 16.2 Das Paradigma der Mehrschichtigen Erweiterten Semantischen Netze

Wie bereits im vorhergehenden Abschnitt erwähnt wurde, benutzen wir als Modell zur semantischen Repräsentation natürlichsprachlich gegebenen Wissens die **Mehrschichtigen Erweiterten Semantischen Netze** (abgekürzt: MultiNet), auf deren historische Wurzeln und Entwicklungsgeschichte im Teil

I, Abschn. 2 eingegangen wird. Zur zusammenfassenden Beschreibung der wesentlichen Bestimmungsstücke des MultiNet-Paradigmas gehen wir noch einmal von einem einfachen semantischen Netz aus:

- Ein **einfaches semantisches Netz** (SN) ist das mathematische Modell einer Begriffsstruktur, die aus einer Menge von Begriffen und den zwischen diesen bestehenden kognitiven Beziehungen besteht. Es wird in Form eines markierten, orientierten Graphen dargestellt, wobei die Knoten des Graphen den Begriffsrepräsentanten und die Kanten zweistelligen Relationen zwischen diesen Begriffsrepräsentanten entsprechen. Die Markierung der Knoten beruht auf einer **Sorteneinteilung** der Begriffsrepräsentanten, wobei eine entsprechende Begriffsontologie zugrunde gelegt wird (s. Abschn. 17.1); die Sortenzugehörigkeit wird als zweite Markierung (zusätzlich zur Begriffsbezeichnung) an den Netzknoten angebracht.

Von den einfachen semantischen Netzen gelangt man durch Hinzunahme weiterer Darstellungsmittel zu den **erweiterten** Netzen. Hierzu gehören:

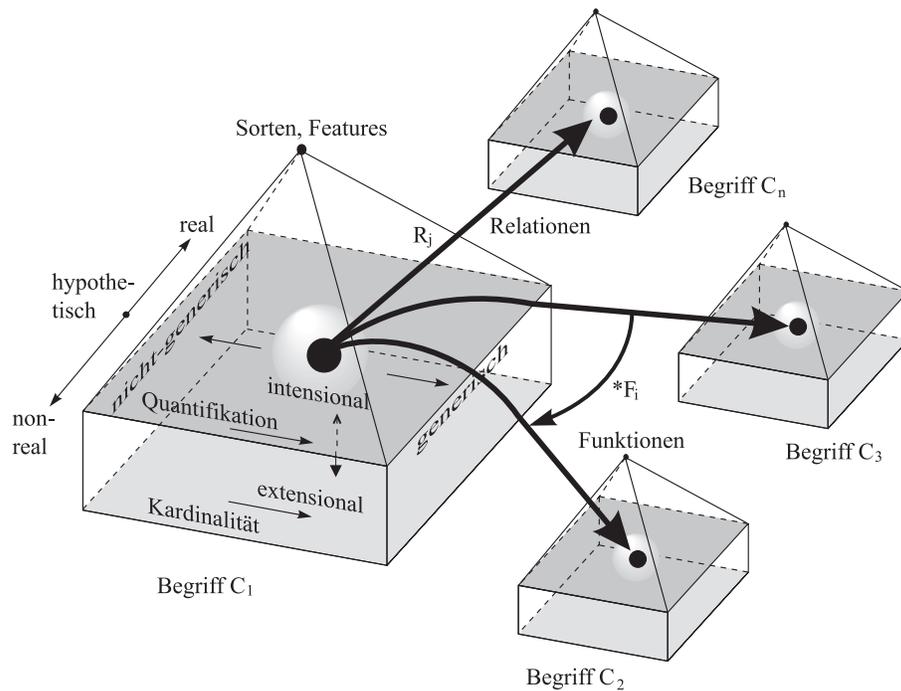
- Zulassung **mehrstelliger Relationen** und **funktionaler Terme**, wobei diese Terme mit Hilfe vorgegebener semantisch primitiver Funktionen aus elementaren Entitäten oder wiederum aus Termen als Argumente gebildet werden (s. Abschn. 18.2 und 18.3);
- Einführung sogenannter **parametrisierter Entitäten** (Netzknoten mit Variablen-Charakter) und der damit verbundenen Ausdrucksmittel. Letztere gestatten es, die Abhängigkeit der Deutung eines Begriffsrepräsentanten von anderen Knoten auszudrücken (s. Abschn. 17.2.4);
- Einsatz **axiomatischer Beziehungen** zur Verknüpfung von Relationen und Funktionen als Bedeutungsrepräsentanten höherer Ebene untereinander und zur Verknüpfung von Relationen und Funktionen mit natürlichsprachlichen Begriffen (s. Abschn. 18).

Der Ausbau eines erweiterten SN zu einem **mehrschichtigen** erweiterten SN geschieht durch Einführung von Ausdrucksmitteln zur **Stratifikation** und **Partitionierung** eines semantischen Netzes:

- Einführung dimensionsbehafteter begrifflicher **Merkmale**, die es gestatten, verschiedene Aspekte des Begriffsumfangs darzustellen (den Grad der Generalisierung, die Faktizität, die Referenzbestimmtheit, den Aspekt der Quantifizierung oder die Unterscheidung zwischen intensionalen und extensionalen Bedeutungskomponenten, s. Abschn. 17.2);
- **Kapselung** von Teilnetzen und Zusammenfassung dieser Teilnetze zu einer begrifflichen Einheit, wobei innerhalb einer Begriffskapsel wiederum zwi-

schen immanenten und situativen Begriffskomponenten zu unterscheiden ist (s. Abschn. 17.3).

Insgesamt wird jeder Begriffsknoten entsprechend dieser klassifikatorischen und stratifikatorischen Darstellungsmittel eingeordnet (s. Abschn. 17) und mit Hilfe relationaler bzw. funktionaler Konzepte (s. Abschn. 18) mit anderen Begriffsrepräsentanten in Beziehung gesetzt. Im Bild 16.2 sind diese Zusammenhänge schematisch dargestellt.



**Abbildung 16.2.** Die verschiedenen Bedeutungsaspekte von Netzknotten

Hält man durch geeignete Parameterwahl jeweils eine klassifikatorische Darstellungskomponente, eine bestimmte Sorte, den Wert eines bestimmten Merkmals oder den immanenten Bedeutungsanteil aller Begriffe fest, so erhält man jeweils unterschiedliche Schichten des semantischen Netzes: so z.B. die Gesamtheit aller Sachverhalte oder aller Dinge, die Schicht der generischen oder der individuellen Begriffe, die Schicht des immanenten gegenüber der des situativen Wissens usw. Diese Sichtweise rechtfertigt auch die Bezeichnung eines **Schichtenmodells** für MultiNet (s. hierzu Abschn. 17).

## 16.3 Beschreibungsprinzipien und Darstellungskonventionen

Um eine einheitliche Charakterisierung der Bedeutung von Relationen und Funktionen zu gewährleisten, wird jede dieser Relationen bzw. Funktionen durch sechs bzw. fünf Bestimmungsstücke (bei Funktionen) beschrieben; und zwar sind das

- (1) eine knappe, inhaltlich möglichst zutreffende Überschrift und ein möglichst aussagefähiger **Name**;
- (2) Angabe der **Signatur**, d.h. einer formalen Angabe des Bereichs, über dem die Relation definiert ist bzw. bei Funktionen eine formale Angabe über Definitions- und Wertebereich, wobei von den in Abschn. 17.1 definierten Sorten Gebrauch gemacht wird;
- (3) eine **verbale Definition**, welche die inhaltliche Charakterisierung einer Relation zum Ausdruck bringt;
- (4) ein **mnemotechnischer Hinweis** über die Herkunft des Namens aus dem Englischen oder Lateinischen; bei Relationen wird zusätzlich ein assertorisches Muster (semantisches Template) angegeben, das den Gebrauch der betreffenden semantischen Relation im Sprachspiel verdeutlicht.
- (5) Angabe einer Gruppe von **Fragemustern**, die auf die Intension der Relation zielen bzw. mit denen nach dieser semantischen Beziehung gefragt wird;
- (6) Angabe eines **Kommentars**, der über die unter (3) gegebene Definition hinaus zur Präzisierung der Beschreibung der Relation bzw. Funktion dient; dabei werden (z.T. durch Axiome formalisiert) Beziehungen und Abgrenzungen zu anderen Relationen und Funktionen angegeben. Eine Zusammenstellung typischer Axiome findet sich im Anhang E. Weiterhin werden möglichst typische Beispielsätze bzw. sprachliche Erscheinungen sowie deren semantische Deutung angeführt oder Beziehungen der betreffenden Relation bzw. Funktion zu bedeutungsverwandten natürlichsprachlichen Konstruktionen hergestellt.

Bei den Beschreibungen werden bestimmte Konventionen benutzt, die nachstehend aufgeführt werden sollen:

Zu (1): Konventionen zur **Namensgebung**:

- die Namen sind i. a. durch Abkürzung aus der englischen oder lateinischen Sprache (u. U. durch zusätzliches Weglassen von Vokalen) abgeleitet;
- Funktionsnamen werden durch einen vorangestellten Stern „\*“ gekennzeichnet.

	⟨WR⟩	⟨WS⟩	⟨WM⟩	⟨WN⟩
Wer	X			
Was	X			X
Wem			X	
Wen				X
Wessen		X		
Wessen + ⟨o⟩	X			X
Welcher + ⟨o⟩	X	X	X	
Welche + ⟨o⟩	X			X
Welches + ⟨o⟩	X	X		X
Welchem + ⟨o⟩			X	
Welchen + ⟨o⟩				X
Was für ein(e) + ⟨o⟩	X			
Was für eines + ⟨o⟩		X		
Was für einem + ⟨o⟩			X	
Was für einen + ⟨o⟩				X
Was für einer + ⟨o⟩			X	
Welche + (PLUR ⟨o⟩)	X			
Welcher + (PLUR ⟨o⟩)		X		
Welchen + (PLUR ⟨o⟩)			X	
Wiev(e)l + (PLUR ⟨o⟩)	X			X
Wiewieler + (PLUR ⟨o⟩)		X		
Wiewielen + (PLUR ⟨o⟩)			X	
Was für + (PLUR ⟨o⟩)	X			X

**Tabelle 16.1.** Tabelle der Klasse von Fragepronomen

Zu (2): Zur Angabe der **Definitions- bzw. Wertebereiche** von Relationen bzw. Funktionen werden die in Abschn. 17.1 eingeführten Kurzbezeichnungen bzw. Symbole für die Sorten verwendet (s. Abb. 17.1). Dabei bedeutet  $REL: sort1 \times sort2$  dasselbe wie  $REL \subset sort1 \times sort2$ . Die Angabe  $sort1 \setminus sort2$  (Mengendifferenz) im Definitionsbereich einer Funktion oder Relation dient zur Angabe von Ausnahmen und ist zu lesen als: „Es ist  $sort1$ , aber nicht  $sort2$  als Definitionsbereich zugelassen“.

Weiterhin ist zu beachten, daß  $REL: sort \times sort$  mit  $sort \subset ent$  (oder einer anderen Definition von  $sort$ ) bedeutet, daß die Argumente von  $REL$  der gleichen spezifischsten Sorte aus  $sort$  angehören müssen.

Zu (3): Bei einfachen relationalen Ausdrücken wird der Relationsname  $REL$  in **Infixnotation** an zweiter Stelle geschrieben, also  $(a REL b)$  für eine zweistellige Relation bzw.  $(a REL b c)$  für eine dreistellige Relation. Demgegenüber werden Funktionsnamen  $*FNAM$  in **Präfixstellung** geschrieben, wobei der Funktionsname in die Klammer mit eingeschlossen wird, also:  $(*FNAM a b) = c$  für eine zweistellige Funktion.

Variablen und Namen werden i.a. mnemonisch gewählt, z.B.  $o, o_1, o_2, \dots$  für

Objekte, v für Vorgänge, p oder e für Eigenschaften (properties) usw. Auch bei gelegentlich gleichlautender Bezeichnung von Sorte und Variable ist keine Verwechslung möglich, da an den Argumentstellen von Relationen und Funktionen immer nur Bezeichnungen von Variablen oder Konstanten, nicht aber von Sorten auftreten können. Natürlich dürfen als Argumente von Relationen und Funktionen (bei letzteren betrifft das auch die Werte) nur Elemente der unter (2) spezifizierten Definitions- bzw. Werte-Bereiche eingesetzt werden. Das ist insbesondere auch dann zu berücksichtigen, wenn neutrale Variablennamen wie x oder y als Argument verwendet werden, die keinen mnemonischen Hinweis auf die Art der Belegung geben.<sup>2</sup>

Zu (4): Die Namen sind mnemotechnisch geeignet gewählt und fallen (bis auf die wenigen Ausnahmen **NAME**, **MODE**, **JUST**) nicht mit Worten der deutschen Sprache zusammen, um eine Verwechslung von Sprache und Metasprache zu vermeiden. Bei Relationen wird die Mnemonik durch ein sprachliches Muster (Template) ergänzt, aus dem auch die gewählte Richtung der betreffenden Relation hervorgeht.

Zu (5): Eine semantische Tiefenrelation kann nicht adäquat durch einige wenige singuläre Fragesätze charakterisiert werden. Sie ist vielmehr durch Angabe einer ganzen Klasse von Fragen zu beschreiben, die auf die betreffende Relation zielen. Aus diesem Grund, und um einen möglichen Weg für die in einem FAS erforderliche Frageklassifizierung aufzuzeigen – d.h. eine Methode für die Beschreibung solcher Frageklassen anzugeben – wurden entsprechende **Fragemuster** definiert. Diese sind in dem Sinne Bestandteil der Definition einer Relation, daß sie gerade die für die betreffende Relation charakteristischen Klassen von Fragen repräsentieren (Beziehung der Definitionen zum Frage-Antwort-Spiel).

Dazu wurden folgende **Beschreibungskonventionen** verwendet:

- $\langle \text{symbol} \rangle$  in spitzen Klammern stehende Symbole eines Fragemusters stimmen entweder mit einem Variablensymbol der unter (3) angegebenen Relationsdefinition oder mit einem Sortensymbol überein. In beiden Fällen steht dieses Symbol für die natürlichsprachliche Umschreibung eines Elements der Sorte, die durch die entsprechende Argumentstelle festgelegt ist;
- $[ ]$  gibt an, daß eine entsprechende passende Konjugationsform des in eckigen Klammern stehenden Verbs einzusetzen ist;
- $\{ M_1/M_2/M_3 \dots \}$  dient zur Angabe von alternativen Teilmustern  $M_i$  ( $i = 1, 2, \dots$ );

<sup>2</sup> Die Benutzung mnemonischer geeigneter Variablennamen hat keine semantischen Konsequenzen. Sie soll lediglich der besseren Lesbarkeit der Formeln dienen.

- $\langle WR \rangle$ ,  $\langle WS \rangle$ ,  $\langle WM \rangle$ ,  $\langle WN \rangle$  diese metasprachlichen Symbole geben an, daß zur Gewinnung einer konkreten Frage aus dem Fragemuster eines der in der entsprechenden Spalte der Tabelle 16.1 angekreuzten Fragewörter (eventuell mit zugehöriger Einschränkung  $\langle o \rangle$  als Oberbegriff) auszuwählen ist.

In der Tabelle 16.1 bedeutet  $\langle o \rangle$  die natürlichsprachige Paraphrasierung der Einschränkung der durch das Fragepronomen erfragten Entität. (PLUR  $\langle o \rangle$ ) bedeutet die entsprechende Pluralform von  $\langle o \rangle$ . So kann z.B.  $\langle WR \rangle$  u.a. bedeuten: „Wer“, „Was für ein Programm“, „Welche Firmen“ oder  $\langle WM \rangle$  kann bedeuten: „Wem“, „Was für einem Programm“, „Welcher Firma“ usw., wobei „Programm“, „Firma“ die bei dem jeweiligen Fragepronomen stehende Einschränkung  $\langle o \rangle$  darstellen.

Zu (6): Bei den kommentierenden Ausführungen sind über die zu (3) angegebenen Konventionen hinaus noch die folgenden Vereinbarungen zu beachten:

- Um die Zeichnung von Teilnetzen einzusparen, wurden in den Beispielsätzen – wenn das zur Demonstration ausreichend ist – mitunter anstelle der semantischen Repräsentation nur die für die Argumente der betreffenden Relation relevanten Teilphrasen in Klammern gesetzt und deren Repräsentanten als erstes bzw. zweites Argument dieser Relation ausgewiesen. Wenn abkürzend nur ein Argument angegeben wird, ist der gesamte durch den Beispielsatz beschriebene Sachverhalt als das jeweils fehlende Argument anzusehen.  
Ein Funktionsname (ohne Argumentbezeichnung), der an einer Phrase angeschrieben ist, bringt zum Ausdruck, daß die gesamte Phrase semantisch als Wert dieser Funktion repräsentiert ist.
- Die in den graphischen Darstellungen dick ausgezogenen Pfeile dienen zur Hervorhebung der gerade zu beschreibenden Relation bzw. Funktion.
- Axiome werden mit prädikatenlogischen Ausdrucksmitteln formuliert, wobei die in den Axiomen vorkommenden ungebundenen Variablen als universell quantifiziert zu betrachten sind (die entsprechenden All-Quantoren stehen dann vor der Formel).

Abschließend seien noch die Konventionen angegeben, die für die (graphischen) Netzdarstellungen verwendet werden (s. Abb. 16.3):

Abb. 16.3 a: eine orientierte und mit einem Relationsnamen (hier REL) markierte Kante zwischen zwei Knoten a und b stellt ein relationales Tripel (a REL b) dar, das auch elementarer Sachverhalt genannt wird;

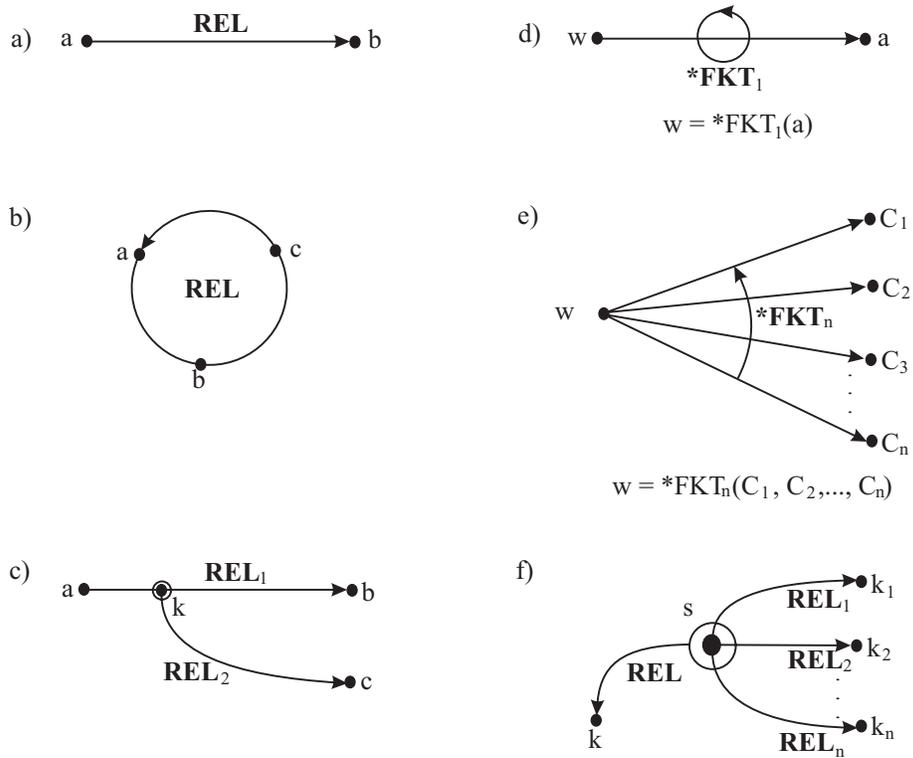


Abbildung 16.3. Konventionen für die Darstellung von Relationen und Funktionen

Abb. 16.3 b: dieses graphische Element symbolisiert eine dreistellige Relation REL zwischen den Knoten a, b und c, d.h. es gilt  $(a \text{ REL } b \text{ c})$ ; der Pfeil zeigt dabei auf das erste Argument;

Abb. 16.3 c: die durch einen im Kreis eingeschlossenen Knoten k gekennzeichnete Kante zwischen zwei Knoten a und b (“Knoten auf Kante”) bedeutet, daß der entsprechende elementare Sachverhalt  $(a \text{ REL}_1 \text{ b})$  durch einen eigenen Knoten k repräsentiert wird, der mit einem weiteren Knoten c in der Relation  $(k \text{ REL}_2 \text{ c})$  steht (hier liegt also im logischen Sinn ein Konstrukt zweiter Stufe vor);

Abb. 16.3 d: durch dieses graphische Element wird analog zum vorher Gesagten der Wert  $w = (*\text{FKT}_1 \text{ a})$  einer einstelligen Funktion  $*\text{FKT}_1$  dargestellt;

Abb. 16.3 e: eine Folge von einem Knoten w ausgehender Kanten, die durch einen mit einem Funktionsnamen (hier  $*\text{FKT}_n$ ) markierten und gerichteten Bogen verbunden sind und die auf die Knoten  $c_1 \dots c_n$  gerichtet sind, stellt w als Wert der n-stelligen Funktion  $*\text{FKT}_n$  dar, d.h.  $w = (*\text{FKT}_n \text{ c}_1 \dots \text{c}_n)$ ;

Abb. 16.3 f: diese Darstellung dient wie Abb. 17.7 der relativ aufwendigen Kapseldarstellung (s. Abschn. 17.3); das aus den Kanten ( $s \text{ REL}_1 k_1$ ), ( $s \text{ REL}_2 k_2$ ),  $\dots$ , ( $s \text{ REL}_n k_n$ ) und zugehörigen Knoten bestehende Teilnetz bildet eine Sachverhaltskapsel, die durch den in einem Kreis eingeschlossenen Knoten  $s$  repräsentiert wird. Dabei gehören die am inneren Knotenpunkt ansetzenden Kanten  $\text{REL}_1$  bis  $\text{REL}_n$  zum Begriffsumfang von  $s$  (also zur Kapsel), während die am äußeren Kreis um  $s$  ansetzende Relation  $\text{REL}$  nicht zur Kapsel und damit nicht zum Begriffsumfang von  $s$  gehört.

Darüber hinaus wird angenommen, daß alle Objekte und Sachverhalte – sofern sie nicht ausdrücklich als hypothetische Objekte  $\tilde{o}$  bzw. hypothetische Sachverhalte  $\tilde{v}$ , d.h. mit [**FACT** = *hypo*], markiert sind (s. Abschn. 17.2.5) – begriffliche Repräsentanten real existierender Objekte bzw. tatsächlich stattfindender oder geltender Vorgänge bzw. Sachverhalte sind, d.h. das Merkmal [**FACT** = *real*] tragen. Die Sortenzugehörigkeit von Knoten wird der Einfachheit halber nur dort explizit angegeben, wo es zur Hervorhebung notwendig ist (s.a. zweite Konvention zu (3)). In den anderen Fällen läßt sie sich leicht aus dem Kontext (vor allem aus den Signaturen der Relationen und Funktionen) erschließen.

Eigennamen (Bezeichner für individuelle Objekte) werden, wenn keine Verwechslung durch Namensmehrdeutigkeit möglich ist, im allgemeinen direkt als Knotenbezeichner für den entsprechenden semantischen Repräsentanten benutzt. Wenn ein Knoten  $k$  direkt mit einem Namen  $\langle N \rangle$  im Netz markiert ist, dann ist dies als Abkürzung für ( $k \text{ NAME } \langle N \rangle$ ) anzusehen.

Insgesamt gilt für die Netzdarstellungen folgende **Konjunktionskonvention**: alle Elementarbeziehungen der Art ( $a \text{ REL } b$ ), ( $a \text{ REL } b \text{ c}$ ) usw. sind – falls sie nicht einzeln oder innerhalb einer Kapsel gemeinsam mit anderen Beziehungen explizit zeitlich, lokal, kontextuell, modal oder durch [**FACT** = *non*] bzw. [**FACT** = *hypo*] in ihrer Gültigkeit eingeschränkt sind – als konjunktiv verknüpft und jede einzelne für sich als wahr anzusehen.

## Kapitel 17

# Klassifikatorische und stratifikatorische Darstellungsmittel

### 17.1 Sorten und Features

Zur Definition der semantisch primitiven Relationen und Funktionen benötigt man eine Klassifikation der begrifflichen Entitäten, die es zu entscheiden gestattet, ob eine bestimmte Beziehung überhaupt zwischen zwei vorgegebenen Begriffen bestehen kann, oder ob das aus prinzipiellen und damit auch formalen Gründen von vornherein auszuschließen ist. Eine solche Klassifikation ist durch die in Abb. 17.1 angegebene begriffliche Ontologie gegeben.

Ein schwieriges Problem beim Aufbau eines Wissensrepräsentationssystems mit den Mitteln eines semantischen Netzes besteht darin, die Ontologie der Begriffsrepräsentanten und die fundamentalen Beziehungen im semantischen Netz (d.h. die Relationen und Funktionen) so aufeinander abzustimmen, daß beide kognitiv adäquat sind und gleichzeitig die durch die Ontologie definierten Klassen von Begriffen die Definitions- bzw. Wertebereiche der zum Aufbau des SN benötigten Relationen und Funktionen (s. Abschn. 18) darstellen.

Es muß ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht werden, daß man es in einer Wissensrepräsentation immer mit begrifflichen Repräsentanten und nicht unmittelbar mit den Dingen der Welt zu tun hat. Wenn also in einer solchen Ontologie verkürzt von „Objekten“, „Substanzen“ usw. gesprochen wird, dann sind damit nicht die Objekte und Substanzen der Welt unmittelbar gemeint, sondern deren begriffliche Repräsentationen.

Nachstehend werden die für die Bedeutungsdarstellung verwendeten Sorten (Merkmal: SORT) anhand von Abb. 17.1 erläutert, wobei für die terminalen Sorten jeweils einige typische Beispiele angegeben werden.

**Entitäten [ent]:** Die allgemeinste Sorte bildet die Klasse der **begrifflichen Entitäten**, das sind alle Gegebenheiten, über die etwas ausgesagt werden kann. Sie werden als Knoten im SN repräsentiert und sind verschieden von den in Abschn. 18 definierten Relationen und Funktionen. Letztere werden als Kanten des SN dargestellt. Auf oberster Hierarchieebene unterscheiden wir sieben

umfassende Sorten von Entitäten: Objekte [*o*]; Sachverhalte oder Situationen [*st*]; Situationsdeskriptoren [*sd*], die die Gültigkeit von Sachverhalten oder Situationen eingrenzen; Qualitäten [*ql*], die die Eigenschaften von Objekten und Sachverhalten näher spezifizieren; Quantitäten [*qn*], die als Maßangaben oder Quantifikatoren den quantitativen Aspekt einer Begriffsbedeutung ausdrücken; Graduatoren [*gr*], die den Ausprägungsgrad von Eigenschaften und Quantitäten näher bestimmen, und formale Entitäten [*fe*], die zwar meist durch außersprachliche Mittel beschrieben werden (Formeln, Grafiken, Tabellen), aber für die Semantikdarstellung von praxisrelevanten Texten unerlässlich sind.

(1) **Objekte [*o*]**: Bei den Objekten unterscheidet man **konkrete Objekte**, denen eine sinnliche Wahrnehmbarkeit zukommt, und solche, für die das nicht zutrifft, die **abstrakten Objekte**.

- **konkrete Objekte [*co*]**: Hierzu gehören die Substanzen und die diskreten Objekte (die Dinge).
  - **Substanzen [*s*]**: Sie besitzen quasi-kontinuierliche Ausdehnung, sind teilbar, aber nicht zählbar.  
Beisp.: Milch, Holz, Eisen, ⟨300 g Plutonium⟩, usw.
  - **Diskrete Objekte [*d*]**: Sie sind zählbar, aber nicht teilbar.  
Beisp.: Haus, Kirschen, ⟨der schiefe Turm von Pisa⟩
- **abstrakte Objekte [*ab*]**: Sie widerspiegeln Produkte der Denktätigkeit (genauer der abstrahierenden Denktätigkeit) des Menschen. Wir unterscheiden:
  - **abstrakte Sachverhalte [*abs*]**: Diese werden wiederum unterteilt in:
    - **abstrakte, dynamische Sachverhalte [*ad*]** – Lauf, Diebstahl, Integration, Wissenserwerb, Bewegung, Veränderung, ...
    - **abstrakte, statische Sachverhalte [*as*]** – Ruhe, Gleichgewicht, Wachsein, Schlaf, ...
  - **Attribute [*at*]**: Bei diesen sind meßbare, operational bestimmbare Attribute, wie Größe, Gewicht, Durchschnitt, ... (Sorte [*oa*]), von solchen Attributen zu unterscheiden, für die das nicht zutrifft, wie Gestalt, Charaktereigenschaft, Flexibilität, ... (Sorte [*na*]).
  - **Relationen [*re*]**: Kausalität, Ähnlichkeit, Differenz, Beziehung, ...
  - **ideelle Objekte [*io*]**: Religion, Gnade, Recht, Kriterium, Kategorie, ...
  - **temporale Abstrakta [*ta*]**: Renaissance, Mittelalter, Ostern, Ferien, ...
  - **Modalitäten [*mo*]**: Wahrscheinlichkeit, Notwendigkeit, Absicht, Erlaubnis, ...

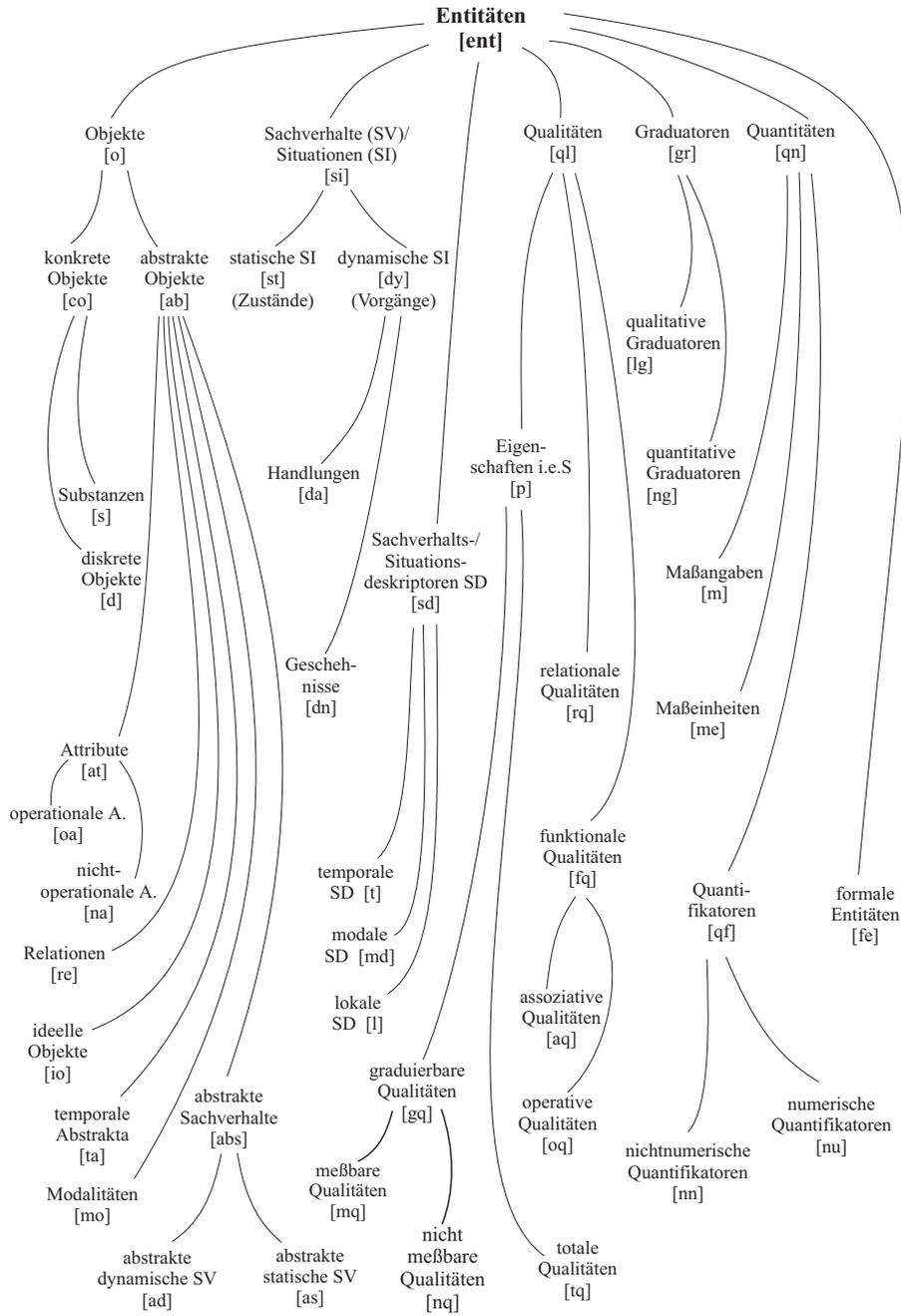


Abbildung 17.1. Ontologie der Sorten

Die Klassifikation der abstrakten Begriffe, die hier angeführt wurde, kann nur als erster Ansatz angesehen werden. Eine vollständige Klassifikation, mit strengen Kriterien der Abgrenzung der einzelnen Klassen, liegt zur Zeit (auch in der Linguistik und der kognitiven Psychologie) nicht vor.

- (2) **Sachverhalte/Situationen [si]**: Sachverhalte bzw. Situationen widerspiegeln die Konstellation von Objekten deren Daseinsweisen oder deren Veränderungen. Dementsprechend unterscheidet man statische Sachverhalte oder **Zustände** und dynamische Sachverhalte oder **Vorgänge**.

- **statische Sachverhalte [st]**: Diese umfassen physikalische Zustände sowie bei Lebewesen psychische oder physische Zustände. Sie können in der Oberflächenstruktur der natürlichen Sprache sowohl durch bestimmte Prädikatsnomen (*⟨hat Durst⟩*, *⟨hat Temperatur⟩*, *⟨hat eine Krankheit⟩*) als auch durch Zustandsverben bzw. durch das Zustandspassiv (*dürstet*, *hungert*, *⟨ist erkrankt⟩*) oder durch bestimmte prädikativ gebrauchte Adjektive (*⟨ist durstig⟩*, *⟨ist heiß⟩*, *⟨ist krank⟩*) beschrieben werden.

Als abstrakte Zustände, die ebenfalls zur Sorte [st] gehören, werden auch Attributierungen und Relationsbeschreibungen aufgefaßt (s. hierzu Teil I, Abschn. 5.3).

- **dynamische Sachverhalte [dy]**: Diese werden auch Vorgänge genannt und umfassen Veränderungen und Bewegungen im weitesten Sinne, wobei für die ASV eine Unterscheidung in Handlungen und Geschehnisse wichtig ist.
  - **Handlungen [da]**: Das sind dynamische Sachverhalte/Vorgänge, die aktiv von einem Handlungsträger (Agenten) betrieben werden.  
Beispiele: *arbeiten*, *schreiben*, *singen*, *springen*, *verkaufen*, *fahren*, ...
  - **Geschehnisse [dn]**: Diese Vorgänge haben zwar auch eine Ursache, aber es existiert kein Objekt, das dieses Geschehen unmittelbar aktiv vorantreibt bzw. hervorruft.  
Beispiele: *regnen*, *zerspringen*, *erstrahlen*, *explodieren*, *erblasen*, ...

- (3) **Situationsdeskriptoren [sd]**: Situationen bzw. Sachverhalte können sowohl raum-zeitlich (durch Lokationsangaben bzw. temporale Angaben) oder hinsichtlich ihrer Gültigkeit (durch Modalangaben) näher spezifiziert bzw. eingeschränkt werden.

- **temporale Situationsdeskriptoren [t]**: Sie umfassen zeitliche Angaben, die Zeitpunkte oder Zeitintervalle darstellen; sie werden im folgenden kurz mit **Zeiten** bezeichnet; die Zeit ist nicht nur erkenntnis-

theoretisch eng mit der dynamischen Veränderung der Welt verbunden, sondern sie wird auch kognitiv vorwiegend über Ereignisse bzw. Ereignisfolgen wahrgenommen.<sup>1</sup>

Beispiele: *montags*, *⟨Weihnachten 1945⟩*, *⟨gestern früh 7.30 Uhr⟩*, *⟨in den Ferien⟩*, ...

- **lokale Situationsdeskriptoren [l]:** Lokationen sind primär mit Objekten verknüpft; faßt man die Existenz und Daseinsweise von Objekten bzw. deren wechselseitige Konstellation als Situationen im weitesten Sinne auf, so sind Lokationen die räumlichen Bestimmungen dieser Situationen. Dabei werden sowohl sprachlich als auch kognitiv Lokationen als verschieden von den Objekten aufgefaßt.

Beispiele: *⟨auf dem Dach⟩*, *⟨unter der Brücke⟩*, *⟨zwischen den Zeilen⟩*, ...

- **Modalisatoren [md]:** Hierunter fallen Begriffe, die die Stellung des Sprechers oder die Haltung der Allgemeinheit bzw. der Gesellschaft zur Gültigkeit von Sachverhalten zum Ausdruck bringen.

Beispiele: *wahrscheinlich*, *unmöglich*, *zwingend*, *erwünscht*, ...

- (4) **Qualitäten [q]:** Die Qualitäten oder Eigenschaftsbestimmungen (die in der natürlichen Sprache meist durch Adjektive benannt werden) lassen sich am besten in ihrer Gegenüberstellung klassifizieren (s. Tabelle 17.1). Auf oberster Ebene unterscheidet man:

- **Eigenschaften i.e.S. [p]:** Diese umfassen totale Qualitäten [tq] und graduierbare Qualitäten [gq], die bestimmten Entitäten als Charakteristikum zukommen. Bei letzteren sind wiederum meßbare oder quantifizierbare Eigenschaften, wie *groß*, *schwer*, ... (Sorte [mq]), von solchen Eigenschaften zu unterscheiden, die nicht meßbar, sondern wertend bzw. Stellung nehmend sind, wie *freundlich*, *müde*, ... (Sorte [nq]).

- **relationale Qualitäten [rq]:** Diese stellen Beziehungen zwischen Entitäten her und können deshalb nur Gesamtheiten aus wenigstens zwei Elementen zugeordnet werden.

Beispiele: *äquivalent*, *invers*, *kongruent*, ...

- **funktionale Qualitäten [fq]:** Diese erhalten ihre volle Bedeutung erst im Zusammenhang mit bestimmten anderen Entitäten und bilden mit letzteren eine begriffliche Einheit. Hier werden wiederum semantisch assoziative Eigenschaften, wie *philosophisch*, *chemisch*, ... (Sorte [aq]) und operative Eigenschaften [oq] wie *durchschnittlich*, *letzte*, *dritte*, ... unterschieden.

<sup>1</sup> In einer statischen Welt gibt es keine Zeit. – **Ereignisse** sind individuelle Vorgänge (Sorte [dy]) mit Merkmal [**GENER** = sp], (s. Abschn. 17.2.2).

Qualitäten (allgemein) [ql]	
totale Qualitäten [tq]	assoziative Qualitäten [aq]
<ul style="list-style-type: none"> <li>extensional als Menge deutbar;</li> <li>natürlichsprachliche Bezeichnung prädikativ verwendbar; Beisp.: tot, leer, grün, ...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stellen Assoziationen zu Objektbegriffen her;</li> <li>natürlichsprachliche Bezeichnung nicht prädikativ verwendbar; Beisp.: chemisch, philosophisch, ...</li> </ul>
graduierbare Qualitäten [gq]	operationale Qualitäten [oq]
<ul style="list-style-type: none"> <li>erhalten erst mit Objektbegriff ihre volle semantische Deutung;</li> <li>nicht ohne weiteres extensional deutbar;</li> <li>natürlichsprachliche Bezeichnung prädikativ verwendbar; Beisp.: klein, gut, teuer, ...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>bringen Stellung in einer Reihe zum Ausdruck oder werden durch eine Operation definiert;</li> <li>sind nur über Begriffen oder Gesamtheiten definiert; Beisp.: zweite, letzte, nächste, ... durchschnittlich, mittlere, ...</li> </ul>
relationale Qualitäten [rq]	
<ul style="list-style-type: none"> <li>als Relation deutbar;</li> <li>nur über Gesamtheiten und Kollektiva präzifizierbar Beisp.: invers, äquivalent, ähnlich, zerstritten ...</li> </ul>	

Tabelle 17.1. Klassifikation der Qualitäten

(5) **Quantitäten [qn]**: Sie drücken – wie der Name sagt – den quantitativen bzw. quantifizierenden Aspekt von Begriffen aus. Hierzu gehören vor allem Zahlen und Maßangaben.

- **Quantifikatoren [qf]**: Diese werden durch numerische (eins, zwei, ..., fünf, ...) und nichtnumerische quantifizierende Begriffe ausgedrückt (alle, ⟨mehr als die Hälfte⟩, ⟨sehr wenige⟩, ...). Dementsprechend werden die Quantifikatoren in die Sorten [nu] (numerische Quantifikatoren) bzw. [nm] (nichtnumerische Quantifikatoren) unterteilt. Erstere sind a priori mit einer expliziten Kardinalitätsangabe ([CARD = 1], [CARD = 2], ...) verknüpft, letztere nicht.
- **Maßeinheiten [me]** und **Maßangaben [m]**: Maßeinheiten (wie kg, mm, °C) dienen zusammen mit den Maßzahlen bzw. Quantifikatoren zur Charakterisierung von Maßangaben.  
Beispiele: ⟨3 kg⟩, ⟨einige wenige Meter⟩, ⟨viele Stunden⟩, ⟨30 °C⟩

(6) **Graduatoren [gr]**: Die Graduatoren dienen zur genaueren Spezifikation von Eigenschaften und Quantitäten. Wir unterscheiden:

- **qualitative Graduatoren [lg]**: diese dienen der Graduierung von Eigenschaften (sehr, besonders, ziemlich, etwas, ...).
- **quantitative Graduatoren [ng]**: diese dienen der (unscharfen) Qualifizierung von Quantitäten (fast, beinahe, reichlich, ungefähr, ...).

Beide Gruppen von Graduatoren sind leider in ihrer sprachlichen Umschreibung nicht disjunkt.

- (7) **formale Entitäten [fe]:** Diese repräsentieren außersprachliche Objekte (Formeln, Grafiken, Bilder usw.), die insbesondere im Zusammenhang mit multimedialen Systemen eine immer stärkere Rolle in der Wissensrepräsentation spielen. Dabei stehen diese zunehmend nicht mehr isoliert neben textuellen Informationen, sondern sind mit primär textuell beschriebenen Objekten oft durch Verweise, Bezugnahmen usw. verknüpft (man denke an die grafisch-bildlichen Darstellungen in einer Funktionsbeschreibung oder in einer Gebrauchsanweisung und diejenigen Textteile, die auf diese bildlichen Objekte oder deren Komponenten verweisen).

**Features.** Es sei an dieser Stelle noch einmal darauf hingewiesen, daß es für die Zwecke der Schaffung von Computerlexika – insbesondere zur Formulierung von Selektionsbeschränkungen (Valenzrahmen) – nützlich ist, weitere (feinere) Klassen von Entitäten auszuzeichnen. Diese Art von Klassifizierung, d.h. die Feindifferenzierung von Entitäten, die über die Sorten hinausgeht, kann man durch zusätzliche Markierung der Begriffsrepräsentanten mit besonderen **Features** erreichen. Die Features oder lexikalischen Merkmale, zu denen **belebt** [**ANIMATE** +], **unbelebt** [**ANIMATE** -] u.a. gehören, führen im Gegensatz zu den Sorten nicht zu einer hierarchischen Gliederung der Entitäten, sondern zu einer Kreuzklassifikation mit Mehrfachvererbung (s. Teil I, Abb. 12.1 und Tab. 12.1). Features bestimmen zusammen mit den Sorten wesentlich die Valenzbeziehungen von Verben, Adjektiven und Nomen bzw. der ihnen zugrundeliegenden begrifflichen Repräsentanten.

Eine Erläuterung zum Einsatz von semantischen Features für die Lexikonspezifikation findet sich in Teil I, Abschnitt 12. Aus Sicht der Darstellungsmittel von MultiNet kann auf eine Feature-Charakterisierung im Prinzip verzichtet werden, denn ein Merkmal wie [**ANIMATE**+] bei einem Knoten *k* kann durch (*k* **PROP** belebt) dargestellt werden oder [**HUMAN** +], d.h. ⟨ist Mensch⟩, durch (*k* **SUB** Mensch) usw. Wie bereits erwähnt, ist es aber in einem Computerlexikon aus Effektivitätsgründen zweckmäßig, diese Informationen, die Selektionsbeschränkungen und Subkategorisierungen lexikalischer Einheiten beschreiben, als kompakte Merkmale (Features) darzustellen. Dadurch lassen sich Lexikoneintragen wesentlich übersichtlicher gestalten, Selektionsbeschränkungen wesentlich differenzierter als mit Sorten allein beschreiben und die Kongruenztests in den Analyseverfahren bedeutend vereinfachen. Außerdem kann dadurch das Lexikon weitestgehend unabhängig vom Hintergrundwissen (Weltwissen) gehalten werden. Da diese Überlegungen aber bereits in den Bereich der effektiven Realisierung von Computerlexika und von Sprach-

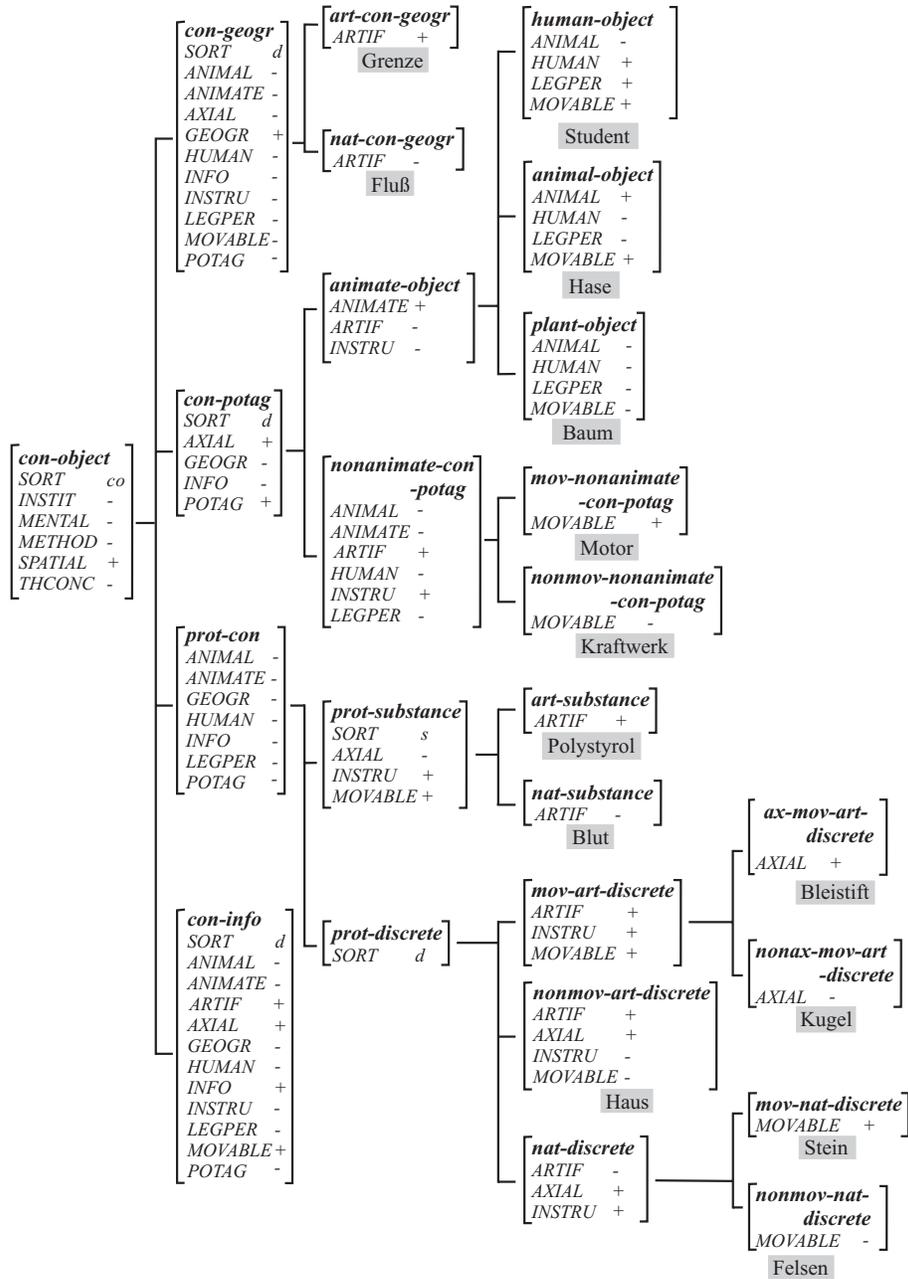


Abbildung 17.2. Kombinationsmöglichkeiten von Sorten und Features im Bereich konkreter Objekte

verarbeitungsalgorithmen führen, soll dieser Aspekt hier nicht weiter verfolgt werden. Bezüglich der Rolle von Features für den Aufbau und die Anwendung eines Computerlexikons muß auf [176] und [175] verwiesen werden.

Es ist zu beachten, daß Sorten und Features bzw. deren Werte nicht unabhängig voneinander sind. Abb. 17.2 zeigt die Teilklassen (Subtypen) der Sorte [SORT = *co*], die mit Hilfe einer Vererbungshierarchie von Merkmals-Wert-Strukturen definiert sind. Die Merkmale (sie entsprechen den Features) und deren Werte vererben sich in dieser Hierarchie von links nach rechts mittels der Unifikationsoperation, wie sie für Feature-Strukturen definiert ist (s. [185]). Die Konsistenz bei der Vererbung ist dadurch gewährleistet, daß sich Subtypen bzw. terminale Typen (wie z.B. die Werte + oder -) mit übergeordneten nichtterminalen Typen (wie *boolean*) unifizieren lassen. Die Einordnung eines Konzepts in eine solche Typhierarchie erspart die Angabe vieler einzelner Merkmals-Wert-Paare. Außerdem erkennt man sehr deutlich, daß sich viele Angaben gegenseitig ausschließen, wie z.B. [SORT = *co*] und [THCONC+] oder [SORT = *ab*] und [SPATIAL+] usw. Mit anderen Worten gibt diese Hierarchie an, welche Kombination von Sorten und Merkmals-Wert-Paaren überhaupt zulässig sind.

## 17.2 Schichtenbildung durch dimensionsbehaftete begriffliche Merkmale

### 17.2.1 Allgemeines über die Typologie der Schichten (Merkmal: LAY)

Zur Einordnung von Objekten, Situationen, Lokationen und Zeiten<sup>2</sup> in einen mehrdimensionalen Raum von Merkmalen wird das Komplexmerkmal LAY (abgekürzt von „layers“ – Schichten) benutzt, dessen Wertetypen in Abb. 17.3 dargestellt sind. Die Typhierarchie weist aus, daß die Layer-Merkmale **FACT** und **GENER** für jede der Sorten *o*, *si*, *t*, *l* zutreffen (Subtyp: *osi-tl-lay*). Für die Sorte *si* kommen keine weiteren Merkmale in Frage (Subtyp: *si-lay* erbt die Merkmale von *osi-tl-lay*). Für die Sorten *o*, *t*, *l* sind alle Layer-Merkmale relevant (die bei Subtyp: *o-tl-lay* explizit angegebenen und die vom Supertyp *osi-tl-lay* geerbt). Die Vorstellung von „Schichten“ in MultiNet steht in Analogie zu den Gegebenheiten im n-dimensionalen Euklidischen Raum. Wenn man dort entlang einer bestimmten Dimension einen Wert festhält (z.B. den Wert der z-Koordinate in einem dreidimensionalen Raum von Koordinaten x,

<sup>2</sup> Für die anderen Sorten treffen die nachstehend behandelten Charakteristiken nicht zu.

y, z), dann erhält man eine (n-1)-dimensionale Ebene (im Beispiel eine Fläche parallel zur x-y-Ebene). Ähnlich ergibt sich durch Festhalten des Wertes eines bestimmten Layer-Merkmals (z.B. [**GENER** = *ge*]) die Ebene (Schicht) der generischen Begriffe, oder durch Festhalten des Wertes [**FACT** = *hypo*] erhält man die Ebene (Schicht) der hypothetisch angenommenen Sachverhalte bzw. der hypothetischen Objekte usw.

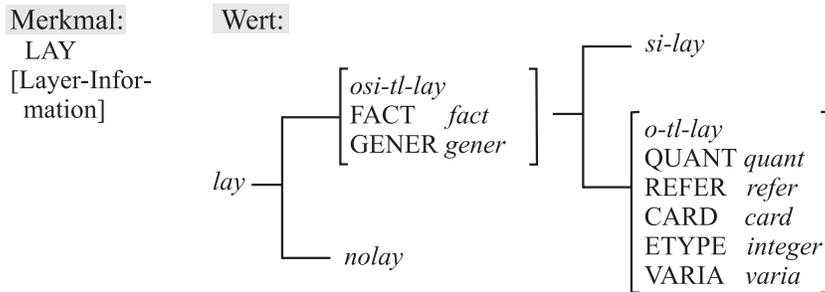


Abbildung 17.3. Die Werttypen des komplexen Merkmals LAY

Die für die Layer-Merkmale **CARD**, **FACT**, **GENER**, **QUANT**, **REFER**, **VARIA** zulässigen Werttypen sind in Abb. 17.4 angegeben. Diese Merkmale und ihre Werte werden in den nachfolgenden Abschnitten 17.2.2 bis 17.2.7 erklärt.<sup>3</sup> Im folgenden wird die Konvention verwendet, daß der maximal unterbestimmte Wert eines Merkmals durch einen Typ bezeichnet wird, dessen Namen einfach von demjenigen des Merkmals durch Kleinschreibung abgeleitet wird.

### 17.2.2 Generalisierungsgrad (Merkmal: GENER)

In den meisten Wissensrepräsentationssystemen werden generische Begriffe (Allgemeinbegriffe, wie z.B. Kaiser) von Individualbegriffen (wie z.B. Napoleon) unterschieden, wobei diese Unterscheidung aber oft auf Objektbegriffe (Sorte [*o*]) eingeschränkt wird. Zunächst ist festzustellen, daß diese Unterscheidung auch für andere Sorten relevant ist. Man vergleiche hierzu:

(17.1) „auf Bäumen – auf dem Baum vor unserem Haus“ (Sorte: [*I*])

<sup>3</sup> Der Werttyp **integer** dürfte ähnlich wie **boolean** bei Features selbsterklärend sein. Aus diesem Grunde wurde das Merkmal **ETYPE** nicht noch einmal in Abb. 17.4 aufgeführt. Die Subtypen **fquant** und **nfquant** des Merkmals QUANT bezeichnen fuzzy- bzw. non-fuzzy-Quantifikatoren.

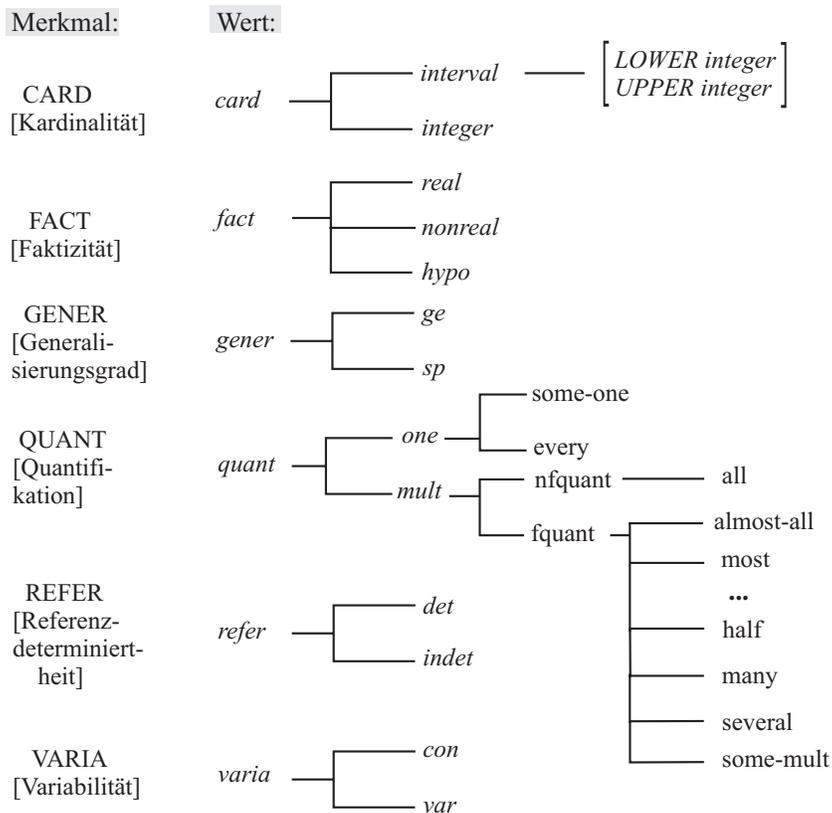


Abbildung 17.4. Die Layer-Merkmale von MultiNet und ihre Wertetypen

(17.2) „nachts – gestern Nacht“ (Sorte: [*t*])

(17.3) „im Bett liegen – Peter lag gestern in seinem Bett“ (Sorte: [*si*])

(17.4) „das Jagen – der Förster jagte einen Hirsch“ (Sorte: [*dy*])

In MultiNet wird angenommen, daß nicht das Begriffspaar generisch – individuell die elementare Unterscheidung darstellt, sondern daß Begriffe – ob sie Individualbegriffe sind oder Gesamtheiten bezeichnen, ob sie Sachverhalte oder Konkreta darstellen – durch deren **Generalisierungsgrad** (Merkmal: GENER) zu charakterisieren sind. Bei diesem Merkmal werden zwei Werte unterschieden: [**GENER = ge**] bedeutet **generalisiert / verallgemeinert**, [**GENER = sp**] bedeutet **spezialisiert**. Damit lassen sich die Bedeutungen folgender Nominalphrasen differenzieren:

(17.5) „Peter traf drei Männer. [**GENER = sp**]“ – „Drei Männer [**GENER = ge**] sind ausreichend für eine Skatrunde.“

- (17.6) „Max besitzt ein Auto. [**GENER** = *sp*]“ – „Ein Auto [**GENER** = *ge*] kann man gerade noch finanzieren.“  
 (17.7) „Diese Hunde [**GENER** = *sp*] sind ungefährlich.“ – „Hunde, die bellen [**GENER** = *ge*], beißen nicht.“

Das Merkmal [**GENER** = *ge*] bringt also nur zum Ausdruck, daß der charakterisierte Begriff einen Aspekt der Generalisierung in seinem Bedeutungsumfang enthält und sich damit im Gegensatz zu Begriffen mit dem Merkmal [**GENER** = *sp*] nicht auf ein spezielles Element oder eine spezielle Gruppe von Elementen erstreckt. Diesen Aspekt hat der generische Begriff **Bär** mit dem Begriff  $\langle$ alle Bären $\rangle$  gemeinsam.<sup>4</sup> Auf der anderen Seite unterscheiden sich natürlich generische Begriffe von all-quantifizierten Begriffen, was in prädikatenlogisch-orientierten Darstellungen i.a. nicht ausgedrückt werden kann.

Wie wir noch sehen werden, ist die traditionelle Charakterisierung eines Begriffs (wie z.B. **Bär**) als „generisch“ unzureichend. Vielmehr wird hierfür eine Kombination von Merkmalen benötigt, wovon [**GENER** = *ge*] nur eine Komponente ist. Außerdem ist ein solcher Begriff dadurch gekennzeichnet, daß das Merkmal der Referenzdeterminiertheit mit [**REFER** = *refer*] unterspezifiziert bleibt. Damit unterscheidet sich ein generischer Begriff wie **Bär** von einem allquantifizierten Begriff wie  $\langle$ alle Bären $\rangle$  (für letzteren gilt [**REFER** = *def*], [**QUANT** = *all*], [**ETYPE** = *1*], [**VARIA** = *con*]). Dies ist aber nur ein Aspekt der Bedeutungsrepräsentation. Viel entscheidender ist der Aspekt der Inferenzen, die mit solchen Darstellungen verknüpft sind. Während mit generischen Begriffen nicht-monotone Inferenzen und Vererbungsmöglichkeiten verknüpft sind, gelten für all-quantifizierte Begriffe kategorische Schlüsse. Aus diesem Grund ist der erste der beiden nachfolgenden Sätze wahr und der zweite falsch, womit auch gleichzeitig ein Bedeutungsunterschied zwischen beiden Sätzen postuliert wird.

(17.8) „Bären sind gefährliche Tiere.“

(17.9) „Alle Bären sind gefährliche Tiere.“

Satz 17.8 ist wahr, weil der typische Bär gefährlich ist oder ein großer Teil der Bären mit wenigen Ausnahmen gefährlich ist (**prototypisches Schließen** bzw. **Default Reasoning**). Satz 17.9 ist falsch, weil sich die Prädikation ausnahmslos über alle Bären erstreckt, aber totkranke Bären oder Zirkusbären nicht

<sup>4</sup> Dies wird dadurch begründet, daß eine Aussage über „alle Bären“ einer kategorischen Aussage über den generischen Begriff **Bär** gleichkommt. Umgekehrt wird Information aus dem kategorischen Teil eines Konzepts als eine All-Aussage interpretiert (s. Abschn. 17.3). Trotz dieser Überlegung wird mit dem Quantifikator *all* das unterspezifizierte Merkmal [**GENER** = *gener*] verknüpft, weil es im Gegensatz zu *every*, das [**GENER** = *ge*] trägt, eine Spezialisierung mit „diese“ zuläßt (s. hierzu Teil I, Abschn. 9).

unbedingt gefährlich sein müssen. Während generische Begriffe ein prototypisches Element als Extensional besitzen (in den graphischen Darstellungen durch einen Punkt im Quadrat gekennzeichnet), erstrecken sich allquantifizierte Begriffe in der präextensionalen Ebene auf eine Gesamtheit von Elementen.

### 17.2.3 Referenzbestimmtheit (Merkmal: REFER)

Als weiteres Merkmal, das den Grad der Bestimmtheit definiert, mit dem ein Begriff eine referierte Entität festlegt, führen wir die **Referenzbestimmtheit** (Merkmal: REFER) ein. Dieses Merkmal hat nur für nichtgenerische Begriffe einen spezifischen Wert.<sup>5</sup> Es sind folgende Fälle zu unterscheiden:

**Referenzdeterminiert** [**REFER** = **det**]: die intensionale Beschreibung des Begriffs trifft eindeutig auf das referierte Objekt zu und präsentiert dieses demonstrativ. Beispiele:

(17.10) „*der letzte Inkaherrscher*“ → „*Atahualpa*“

(17.11) „*der höchste Turm in Paris*“ → „*Eiffelturm*“

**Referenzindeterminiert** [**REFER** = **indet**]: die durch den Begriff bezeichnete Entität ist nicht eindeutig determiniert. Bei einer solchen Referenz kann die Indeterminiertheit daher rühren, daß die betreffende Entität zwar fest, aber dennoch kognitiv unbekannt ist (s. erstes der nachstehenden Beispiele). In diesem Fall kommt noch eine weitere Bestimmung durch das Merkmal der Variabilität (s. Abschn. 17.2.4) mit dem Wert [**VARIA** = *con*] hinzu.<sup>6</sup> Die Unbestimmtheit der Referenz kann aber auch daraus resultieren, daß sich das zu dem Begriff gehörige Extensional in Abhängigkeit von der extensionalen Deutung eines zweiten Begriffs ändert (s. zweites der nachstehenden Beispiele). In diesem Fall erhält das Merkmal der Variabilität für das Extensional des entsprechenden Begriffs zusätzlich den Wert [**VARIA** = *var*]. Beispiele:

(17.12) „*Peter kaufte sich eine neue Mütze.*“

(17.13) „*Jeder der Jungen trug eine neue Mütze.*“

Im ersten Beispiel handelt es sich um eine zwar nicht weiter bestimmte, aber konstante (nicht in Abhängigkeit von der Deutung des übrigen Satzkontexts variierende) Mütze [**VARIA** = *con*]. Im zweiten Beispiel variiert die gemeinte Mütze mit jedem einzelnen Jungen, da jeder Junge sicher eine andere Mütze trug [**VARIA** = *var*].

<sup>5</sup> Für generische Begriffe bleibt der Wert des Merkmals unterbestimmt, d.h. es gilt [**REFER** = *refer*].

<sup>6</sup> Wie wir noch sehen werden, ist dieses Merkmal genau genommen dem Extensional des betreffenden Begriffs zuzuordnen.

Es muß darauf aufmerksam gemacht werden, daß die linguistische Determiniertheit im Artikelsystem des Deutschen (entsprechend der Unterscheidung zwischen bestimmtem und unbestimmtem Artikel) nicht mit der hier eingeführten Referenzdeterminiertheit identisch ist. Das zeigen die folgenden Beispiele:

(17.14) „Der Künstler malte im Urlaub ein neues Bild.“

(17.15) „Das Bild wurde in einer Galerie ausgestellt.“

Der Begriff B1 = ⟨ein neues Bild⟩ im ersten Satz erhält erwartungsgemäß die Markierung [**REFER** = *indet*]. Aufgrund des bestimmten Artikels bei der Beschreibung des Begriffs B2 = ⟨Das Bild⟩ im zweiten Satz würde man bei isolierter Betrachtung dieses Satzes zunächst für B2 das Merkmal [**REFER** = *det*] erwarten. Da B2 aber nur eine Wiederaufnahme des Begriffs B1 aus dem ersten Satz darstellt, müssen beide Bedeutungsrepräsentanten identifiziert werden und der gemeinsame Knoten erhält die Markierung [**REFER** = *indet*] (er erbt sozusagen die Referenzindeterminiertheit vom ersten Knoten B1).

Die Benutzung des unbestimmten Artikels bei Neueinführung eines Begriffs und des bestimmten Artikels bei Wiederaufnahme ist eine allgemeine sprachliche Regularität des Deutschen. Insofern stimmen bei der Betrachtung isolierter Sätze die linguistische Determiniertheit im Artikelsystem und die Referenzdeterminiertheit zunächst erst einmal überein. Das bei Begriff B2 im obigen Beispiel vorläufig einzusetzende [**REFER** = *det*] sagt ja nichts anderes, als daß bereits eine Entität vorhanden sein muß (in diesem Fall durch B1 eingeführt), auf die B2 eindeutig verweist. Wenn der Antezedent B1 gefunden ist und die Identifizierung vorgenommen wurde, ist die Aufgabe des Merkmals [**REFER** = *det*] von B2 erfüllt, und die Charakterisierung von B1 mit [**REFER** = *indet*] dominiert.

Es ist wichtig, daß zwei Begriffe, die beide das Merkmal [**REFER** = *indet*] tragen und natürlichsprachlich in gleicher Weise umschrieben sind, in der semantischen Repräsentation **nicht** miteinander identifiziert werden dürfen.<sup>7</sup> Beispiel:

(17.16) „Ein Kandidat [**REFER** = *indet*] unterstützte den Präsidenten und ein Kandidat [**REFER** = *indet*] unterstützte ihn nicht.“

#### 17.2.4 Variabilität (Merkmal: VARIA)

Wie bereits aus den Ausführungen des vorangehenden Abschnitts deutlich wird, sind bestimmte Bedeutungsunterschiede von Ausdrücken der natürlichen

<sup>7</sup> Gefahr der falschen Identifikation von Begriffsrepräsentanten durch „Äquivokation“.

Sprache dadurch zu repräsentieren, daß in der präextensionalen Ebene danach differenziert wird, ob ein Knoten als variabel oder als konstant aufzufassen ist. Dieser Unterschied wird mit Hilfe des Merkmals **Variabilität** (Merkmalsname: VARIA) ausgedrückt. Dabei bedeuten:

[**VARIA** = con] – Der Knoten vertritt ein festes Element der präextensionalen Ebene, das sich nicht in Abhängigkeit von anderen Bedeutungsrepräsentanten verändert;

[**VARIA** = var] – Der Knoten vertritt ein Element der präextensionalen Ebene, das als Variable zu betrachten ist (sogenannte **parametrisierte Entität**). Ein solcher Knoten steht entweder stellvertretend für alle Elemente einer Menge (er läuft sozusagen über die Elemente der Menge und steht damit in Analogie zu einer allquantifizierten Variablen in der Logik), oder der Knoten steht für ein Element der Menge, das sich in Abhängigkeit von der extensionalen Deutung eines anderen Begriffes verändert (analog zur Behandlung einer existenziell quantifizierten Variablen, deren Interpretation von einer allquantifizierten Variablen abhängt).

[**VARIA** = varia] – Für generische Begriffe, d.h. für das prototypische Element einer Menge wurde [**VARIA** = varia] festgelegt (Unbestimmtheit des Merkmalswertes).

Zur Verdeutlichung des Gesagten betrachten wir folgende Sätze (vgl. Abb. 17.5):

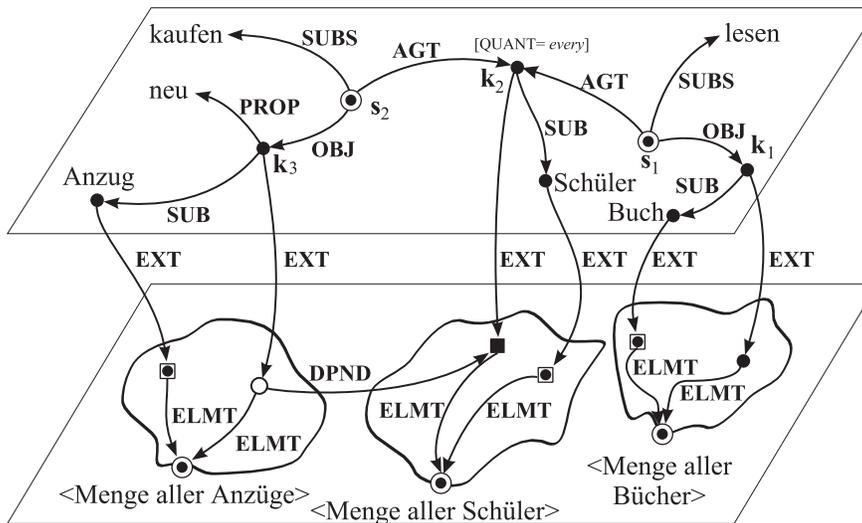
(17.17) „*Es gibt ein Buch* ([**VARIA** = con]), *das von jedem Schüler* ([**VARIA** = var]) *gelesen wird.*“

(17.18) „*Jeder Schüler* ([**VARIA** = var]) *kauft einen neuen Anzug.*“  
([**VARIA** = var])

(17.19) „*Schüler* ([**VARIA** = varia]) *lesen Bücher.*“ ([**VARIA** = varia])

Das Extensional des Knotens  $k_1 = \langle \text{ein Buch} \rangle$  aus der Bedeutungsrepräsentation von Satz (17.17) ist ein fester Repräsentant mit [**VARIA** = con], der unabhängig davon ist, welcher Schüler den Lesensvorgang durchführt. Demgegenüber ist das Extensional des Knotens  $k_2 = \langle \text{jeder Schüler} \rangle$  ein parametrisiertes Individuum, das über die Menge aller Schüler läuft [**VARIA** = var], aber ebenfalls unabhängig von anderen Knoten ist. Im Gegensatz hierzu hängt das Extensional des Knotens  $k_3 = \langle \text{ein Anzug} \rangle$  davon ab, um welchen Schüler es sich handelt, der den Anzug kauft. Diese Abhängigkeit wird zusätzlich zur Variabilität durch die nicht-symmetrische Relation **DPND** ausgedrückt. Da sich jeder Schüler einen anderen Anzug kauft, trägt das Extensional des Knotens  $k_3$  das Merkmal [**VARIA** = var].

Zur Illustration sind in Abb. 17.5 auch die zu den generischen Begriffen Buch, Schüler und Anzug gehörigen prototypischen Extensionale ange-



### Bedeutung der Knotensymbole auf präextensionaler Ebene

- Repräsentant einer Menge [VARIA= con] (auf intensionaler Ebene repräsentiert dieses Symbol einen Sachverhalt, vgl. Abb. 1.3, wobei eine Verwechslung ausgeschlossen sein dürfte)
- Knoten, der jedes einzelne Element einer Menge vertritt [VARIA= var]; sog. parametrisierte Entität
- Knoten, der ein variables, abhängiges Element vertritt [VARIA= var]; sog. parametrisierte Entität
- Knoten, der ein festes (konstantes) Element vertritt [VARIA= con]
- Knoten, der ein prototypisches Element einer Menge vertritt (Extensional eines generischen Begriffs) [VARIA= varia]

**Abbildung 17.5.** Konstante und variable Elemente auf präextensionaler Ebene

geben. Diese sind wie die Extensionale der Knoten k<sub>1</sub>, k<sub>2</sub> bzw. k<sub>3</sub> jeweils Elemente der Mengen aller Bücher, aller Schüler bzw. aller Anzüge. Sie tragen aber im Unterschied zu letzteren den unterspezifizierten Merkmalswert [VARIA = varia].

### 17.2.5 Faktizität (Merkmal: FACT)

In der natürlichen Sprache kann sowohl explizit als auch implizit Bezug auf die Wahrheit von Sachverhalten oder die Existenz von Objekten und damit auf die extensionale Deutung von Begriffen und Sachverhalten im philosophischen Sinn genommen werden. Weil damit der Inhalt eines Satzes direkte Bezugnahmen auf die reale Welt bzw. auf hypothetische Welten enthält, muß dieser Bezug auch in der Wissensrepräsentation selbst (und zwar auf präextensionaler Ebene) berücksichtigt werden. Zu diesem Zweck führen wir ein weiteres Merkmal: die **Faktizität** (Abkürzung: FACT) ein.

Im Bereich der Objektbegriffe verlangen z.B. explizite Existenzbehauptungen (*es gibt ein*), (*es gibt vermutlich ein*), (*es gibt kein*) usw.) nach einem Darstellungsmittel, wie es das Merkmal der Faktizität ist. Auch der Stand unseres Weltwissens gebietet es, Objekte danach zu unterscheiden, ob sie real existieren (*Peters Auto*), (*der Eiffelturm*), (...), ob sie hypothetische Objekte sind (Quarks, *schwarze Löcher*), (...) oder nicht-existierende Objekte beschreiben (Yetis, Einhörner, ...). Die entsprechenden Charakterisierungen werden mit Hilfe des Merkmals der Faktizität und den jeweils entsprechenden Werten [FACT = real], [FACT = hypo] bzw. [FACT = nonreal] (letzteres abgekürzt durch [FACT = non]) vorgenommen.<sup>8</sup>

Auch für den Bereich der existenziellen Präsuppositionen (implizite Existenzbehauptungen) ist das Merkmal der Faktizität relevant.<sup>9</sup> Zur Erläuterung sollen nachstehende Beispielsätze dienen:

(17.20) „*Der Junge erhielt ein neues Fahrrad.*“

(17.21) „*Der Spaziergänger behauptet, ein UFO gesehen zu haben.*“

Im ersten Satz ist implizit die Aussage enthalten (d.h. sie kann gefolgert werden), daß sowohl *der Junge* als auch *ein neues Fahrrad* existierende Objekte beschreiben. Beide Begriffe erhalten in der semantischen Repräsentation den Merkmalswert [FACT = real]. Analoges gilt für den Begriff *der Spaziergänger* im zweiten Satz. Anders verhält es sich mit dem Begriff *ein UFO*, der in einen modalen Kontext „*der Spaziergänger behauptet*“ eingebettet ist. Aus dieser Aussage kann man nicht ohne weiteres schließen, daß dieses UFO existiert (der Mann kann lügen, sich täuschen usw.). Aus diesem Grund erhält dieses Konzept den Merkmalswert [FACT = hypo], es sei denn,

<sup>8</sup> Hier wird natürlich nicht Stellung dazu genommen, ob z.B. Yetis existieren oder nicht, sondern es wird nur an Beispielen aufgezeigt: wenn jemand Quarks als hypothetische Objekte oder Yetis als nichtexistent ansieht, dann ist das in der Wissensbasis durch [FACT = hypo] bzw. [FACT = non] zu charakterisieren.

<sup>9</sup> Unter einer **Präsupposition** eines Satzes S versteht man eine Aussage, die in S nicht explizit behauptet wird, aber sowohl aus S als auch aus der Negation von S folgt.

man kann aus anderen Wissensquellen schließen, daß [**FACT** = *non*] zutrifft. Die Merkmalswerte *real*, *hypo* und *nonreal* (abgekürzt: *non*) entsprechen den Wahrheitswerten **wahr**, **unbekannt**, und **falsch** in einer dreiwertigen Logik. Sie charakterisieren nicht nur die Existenz bzw. Nicht-Existenz von Objekten, sondern auch den Status von Sachverhalten allgemein.

Analog zur Existenz von Objekten werden mit Hilfe natürlichsprachiger Sätze auch Informationen über das Zutreffen oder Nicht-Zutreffen beliebiger Sachverhalte übermittelt (*es trifft zu*, *es trifft nicht zu* usw.). Es werden aber auch direkt oder indirekt Sachverhalte als hypothetisch, als gedacht oder nur von jemand behauptet dargestellt, wodurch zum Ausdruck kommt, daß der betreffende Wahrheitsgehalt zumindest unsicher ist (*es trifft vermutlich zu*, *man nimmt an, daß* usw.). Diese Informationen müssen sich ebenfalls in der Bedeutungsdarstellung der entsprechenden Sätze wiederfinden, und zwar u.a. ebenfalls ausgedrückt mit dem Merkmal der Faktizität.

Auch für die Bedeutungsrepräsentation der beiden Sätze 17.20 und 17.21 insgesamt ist das Merkmal der Faktizität wichtig. Während die Repräsentanten der beiden Hauptsätze mit dem Merkmal [**FACT** = *real*] zu kennzeichnen sind,<sup>10</sup> ist der Sachverhalt, der durch den Nebensatz „*der Spaziergänger hat ein UFO gesehen*“ beschrieben wird, mit dem Merkmal [**FACT** = *hypo*] zu versehen. Das ist darin begründet, daß der nicht weiter überprüfbare Inhalt indirekter Aussagesätze zunächst prinzipiell mit einem unsicheren Wahrheitswert versehen ist (s. hierzu Relation **MCONT**). Besonders wichtig für praktische Anwendungen automatischer Sprachverarbeitung ist die semantische Repräsentation von konditionalen Zusammenhängen oder auch von kontrafaktischen Zusammenhängen, deren semantische Besonderheiten nur unter Einbeziehung des Merkmals der Faktizität adäquat beschrieben werden können (s. hierzu die Relation **COND**).

Genau genommen sollte sich das Merkmal der Faktizität nicht nur auf die reale Welt beziehen und darauf, was nach allgemeinem Erkenntnisstand (zumindest zu einem bestimmten Zeitpunkt) in dieser Welt als gültig/wahr, hypothetisch/unsicher oder ungültig/nicht-wahr einzustufen ist; es müßte vielmehr bei jedem Fakt, bei jedem Objektbegriff vermerkt sein, in welcher Welt (in der realen, in der von Sprecher A oder Sprecher B gedachten usw.) dieser Fakt bzw. dieses Objekt mit welchem Grad der Faktizität zu versehen ist (in Anlehnung an das Konzept der möglichen Welten der modallogischen Systeme [114]). Für eine solche Feindifferenzierung steht die Relation **MCONT** zur Verfügung, die es gestattet, epistemische Kontexte zu spezifizieren.

<sup>10</sup> zumindest wenn man die Wahrhaftigkeit des Sprechers voraussetzt

### 17.2.6 Intensionale Quantifizierung (Merkmal: QUANT) und präextensionale Kardinalität (Merkmal: CARD)

Artikel, bestimmte oder unbestimmte Zahlwörter in einer Nominalphrase oder Determinativpronomen tragen außer zur erwähnten Unterscheidung bezüglich des Generalisierungsgrades oder der Referenzdeterminiertheit noch zu zwei weiteren Aspekten der semantischen Repräsentation bei: sie wirken quantifizierend (auf intensionaler Ebene) und sie geben Hinweise auf den Umfang (die Kardinalität) von Mengen, die auf präextensionaler Ebene Bedeutungskomponenten derjenigen Begriffe repräsentieren, die mit diesen Ausdrucksmitteln beschrieben werden.

Dementsprechend wird auf intensionaler Ebene das Merkmal der **Quantifizierung** (Abkürzung: QUANT) und auf präextensionaler Ebene das Merkmal der **Kardinalität** (Abkürzung: CARD) eingeführt, die miteinander korrespondieren, aber nicht wechselseitig ersetzbar sind. Zur Erläuterung betrachten wir folgende Sätze:

(17.22) „*Mehrere Schüler der Klasse 9 fahren in die Ferien.*“

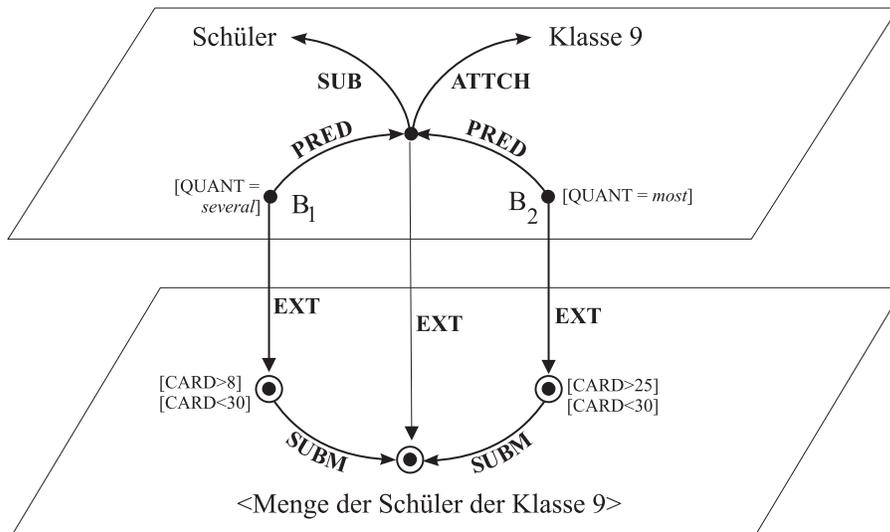
(17.23) „*Acht von ihnen nahmen ein Fahrrad mit.*“

Die intensional quantifizierende Angabe *mehrere* ist durch eine gewisse Vagheit charakterisiert, so daß es nicht unmittelbar möglich ist anzugeben, welche Anzahl von Schülern dem Konzept  $\langle$ *mehrere Schüler der Klasse 9* $\rangle$  auf präextensionaler Ebene entspricht. Man kann aber auch ohne weitere Deduktionen bereits auf intensionaler Ebene eine gewisse Rangordnung angeben, wonach Quantifikatoren entsprechend zunehmendem Grad der Quantität zu ordnen sind (in dem Sinne, wie z.B.  $\langle$ *mehrere XYZ* $\rangle$  auf jeden Fall weniger sind als  $\langle$ *fast alle XYZ* $\rangle$ ). Als eine Reihung ergibt sich etwa: *kein*  $\rightarrow$  *ein*  $\rightarrow$  *zwei*  $\rightarrow$  *sehr wenige*  $\rightarrow$  *mehrere*  $\rightarrow$  *viele*  $\rightarrow$  *die meisten*  $\rightarrow$  *fast alle*  $\rightarrow$  *alle*. Diese Quantifikatoren stellen aber nur einen Ausschnitt aus der Gesamtheit der Werte des Merkmals **QUANT** dar.<sup>11</sup> Mit Ausnahme von *all* sind alle Werte des Merkmals **QUANT** unscharf („fuzzy“), weshalb sie im Typ *fquant* zusammengefaßt werden (s. Abb. 17.4). Der Typ von *all* wird dementsprechend mit *nfquant* („non-fuzzy“) bezeichnet. Diese Unterscheidung hat Konsequenzen für die Inferenzausführung.

<sup>11</sup> Bereits in Teil I Abschn. 9 wurde darauf hingewiesen, daß sich die Werte des Merkmals **QUANT** genau genommen nicht nach einer totalen Ordnung linear anordnen lassen, sondern eher eine Halbordnung bilden. So sind z.B. *einige* und *wenige* nicht vergleichbar, aber *wenige* und *viele*; *wenige*  $\leq$  *viele* (vgl. Teil I, Abb. 9.1) Im Konzept *kein* überlappen sich Quantifikatoren und Negatoren, wobei *kein* standardmäßig als Negator repräsentiert wird (vgl. Teil I, Abschn. 8.2).

Wie bereits erwähnt, stehen den Werten des Merkmals **QUANT** auf intensionaler Ebene (zumindest im Prinzip) Kardinalitäten von Mengen auf prä-extensionaler Ebene gegenüber. Sehr häufig sind diese Kardinalitäten nicht explizit gegeben, man kann sie meist nur mit Hilfe zusätzlicher Hintergrundinformation erschließen.

In dem oben angeführten Beispiel sind etwa folgende Überlegungen möglich: Die Beschreibung des Begriffes  $B_1 = \langle \text{mehrere Schüler der Klasse 9} \rangle$  bedeutet sicher für das Extensional von  $B_1$   $[CARD \leq 30]$ . Diese Kardinalität kann aufgrund des Hintergrundwissens über Klassenstärken gefolgert werden. Anhand des zweiten Satzes läßt sich unmittelbar  $[CARD > 8]$  für den gleichen Kardinalitätswert angeben, womit wenigstens eine Eingrenzung des Merkmalswertes **CARD** von  $B_1$  gegeben ist. Analoge Überlegungen ließen sich für den Begriff  $B_2 = \langle \text{die meisten Schüler der Klasse 9} \rangle$  durchführen (s. hierzu Abb. 17.6).



**Abbildung 17.6.** Das Zusammenwirken von (intensionaler) Quantifizierung und Kardinalität auf präextensionaler Ebene

Während die Werte des Merkmals **QUANT** oft durch sprachlich zusammengesetzte Ausdrücke beschrieben werden ( $\langle \text{sehr viele} \rangle$ ,  $\langle \text{mehr als die Hälfte} \rangle$ ,  $\langle \text{fast alle} \rangle$  usw.), werden die Werte des Merkmals **CARD** immer mit Hilfe natürlicher Zahlen umschrieben, die eventuell noch durch Größer- oder Kleiner-Zeichen modifiziert werden.

### 17.2.7 Extensionalitätstyp (Merkmal: ETYPE)

Ähnlich wie mit Hilfe der Sorten auf intensionaler Ebene durch Angabe von Definitions- und Wertebereichen festgelegt wird, welche Relationen und Funktionen prinzipiell Beziehungen zwischen den Begriffsrepräsentanten etablieren können, so benötigt man eine Klassifizierung der Knoten, die das Analoge auf präextensionaler Ebene leistet. So kann die Elementrelation **ELMT** nur zwischen einem elementaren Extensional, das keine Menge ist, und einer Menge bestehen oder zwischen einer Menge und einer Mengenfamilie usw. (s. hierzu die Definition der Relation **ELMT**). Analog dazu kann eine Teilmengenrelation nur zwischen Mengen gleichen Typs bestehen (s. hierzu die Definition der Relation **SUBM**). Zur Festlegung dieser Regularitäten dient das Merkmal des **Extensionalitätstyps** (Abkürzung: ETYPE), dessen mögliche Werte nachstehend zusammengefaßt sind ([**ETYPE=nil**] kennzeichnet Intensionale):

- 0** – Repräsentant eines elementaren Extensionals, das selbst keine Menge ist  
Beispiele: Extensionale von: ⟨das Haus⟩, Max, ⟨diese Schule⟩, ...
- 1** – Menge von Elementen des Typs **0**  
Beispiele: Extensionale von: ⟨mehrere Kinder⟩, ⟨drei Autos⟩, ⟨die Mannschaft⟩, ...
- 2** – Menge von Elementen des Typs **1**  
Beispiele: Extensionale von: ⟨drei Mannschaften⟩, ⟨viele Organisationen⟩, ...
- 3** – Menge von Elementen des Typs **2**  
Beispiele: ⟨die Dachverbände⟩, wobei ein Dachverband schon eine Gruppe von Verbänden (Typ **2**) darstellt

Bezüglich der Kardinalitäten ist anzumerken, daß dieses Merkmal für Extensionale vom Typ **0** nicht relevant ist. Für ein Extensional E vom Typ n ist es jeweils die Anzahl der Elemente von E, deren Extensionalitätstyp n-1 ist. Da Kardinalitäten von Extensionalen im allgemeinen, d.h. wenn sie sich nicht unmittelbar aus dem Merkmal **QUANT** ergeben, nur mit Hilfe inferenzieller Prozesse erschlossen werden können, sind sie in den nachfolgenden Ausführungen und insbesondere in Tabelle 17.2 nicht mit angegeben. Außerdem wird generell die Konvention verwendet, daß Merkmale, die für ein bestimmtes Konzept nicht relevant sind, dort auch nicht angeschrieben werden.

### 17.2.8 Die Klassifizierung nominaler Konzepte

Ein besonders schwieriges Problem der semantischen Wissensrepräsentation ist es, eine adäquate Subkategorisierung von quantifizierten Nominalphrasen

bereitzustellen, die zum einen die Bedeutungsunterschiede korrekt wiedergibt und zum anderen als Basis für die Durchführung von Inferenz- und Generierungsprozessen dienen kann. Ein wichtiger Ansatz in dieser Richtung, der im Rahmen Logik-orientierter Semantiktheorien erarbeitet wurde, ist die Generalisierte Quantorentheorie [12], s. Teil I Abschn. 15.3.3.

In diesem Abschnitt wird eine Subkategorisierung von nominalen Begriffen angegeben, die alle in den Abschnitten 17.2.2 bis 17.2.7 behandelten Merkmale außer **CARD** umfaßt. In Tabelle 17.2 sind die Merkmalsausprägungen der semantischen Merkmale Generalisierungsgrad (**GENER**), Referenzdeterminiertheit (**REFER**), Variabilität (**VARIA**), Faktizität (**FACT**), intensionale Quantifizierung (**QUANT**) und Extensionalitätstyp (**ETYPE**) für typische nominale Konzepte angegeben, die sprachlich mit Determinatoren und Quantifikatoren beschrieben sind. Die natürlichsprachliche Umschreibung der jeweils betrachteten Konzepte ist in der Spalte Beispiel durch Unterstreichung hervorgehoben.<sup>12</sup> Im folgenden soll auf einige wichtige sprachliche Erscheinungen im nominalen Bereich und ihre klassifikatorische Einordnung auf der Basis der angegebenen Merkmale näher eingegangen werden (vgl. Tab. 17.2).

- **Individualbegriffe:** Begriffe, die einfache, unveränderliche Individuen beschreiben, sind durch die Merkmale [**GENER** = *sp*], [**VARIA** = *con*] und [**ETYPE** = 0] gekennzeichnet (Beispiele: 1. bis 3. und 11. Zeile). Von „einfachen“ Individuen sprechen wir hier deshalb, weil sich die vorangehende Charakterisierung mit Ausnahme des Merkmals **ETYPE** noch einmal bei Kollektiva wiederfindet, s.u.
- **Generische Begriffe:** Einfache Allgemeinbegriffe (generische Begriffe) sind durch die Merkmale [**GENER** = *ge*], [**REFER** = *refer*] und [**VARIA** = *con*] gekennzeichnet. Der Extensionalitätstyp hat im allgemeinen den Wert [**ETYPE** = 0], da das Extensional eines normalen generischen Begriffes B ein prototypisches Element aus der Menge ⟨alle B⟩ ist (Ausnahme: Kollektivbegriffe, wie z.B. Gebirge, dort hat das Merkmal **ETYPE** einen Wert  $\geq 0$ , s. Zeile 15). Die Merkmalswerte [**REFER** = *refer*] und [**VARIA** = *con*] wurden gewählt, weil der generische Begriff zwar keine Referenz determiniert, aber auf ein prototypisches Element Bezug nimmt, das nicht variiert (Beispiel: 8. Zeile). Die generischen Begriffe spielen in der Wissensrepräsentation eine besonders wichtige Rolle, weil sie mit verschiedenen Methoden der Vererbung von Wissen auf die untergeordneten spezifischeren Entitäten verbunden sind (s. Teil I, Abschnitt 3.1 und Teil II, Relationen **SUB**, **SUBS**).

<sup>12</sup> Das Merkmal **CARD** ist aus Platzgründen nicht aufgeführt.

Nr.	GENER	REFER	VARIA	FACT	QUANT	ETYPE
1	<i>sp</i>	<i>det</i>	<i>con</i>	<i>real</i>	<i>one</i>	<i>0</i>
	Beisp.: „ <u>Dieser Bär</u> hat ein dickes Fell.“					
2	<i>sp</i>	<i>det</i>	<i>con</i>	<i>non</i>	<i>one</i>	<i>0</i>
	Beisp.: „ <u>Dieses Einhorn</u> ist ungefährlich.“					
3	<i>sp</i>	<i>det</i>	<i>con</i>	<i>hypo</i>	<i>one</i>	<i>0</i>
	Beisp.: „Er glaubte, das <u>Quark</u> nachgewiesen zu haben.“					
4	<i>sp</i>	<i>indet</i>	<i>var</i>	<i>real</i>	<i>one</i>	<i>0</i>
	Beisp.: „Jeder hat schon einmal ein <u>Flugzeug</u> gesehen.“					
5	<i>sp</i>	<i>det</i>	<i>con</i>	<i>real</i>	<i>one</i>	<i>1</i>
	Beisp.: „Die <u>Alpen</u> sind die Heimat des Steinbocks.“					
6	<i>sp</i>	<i>det</i>	<i>con</i>	<i>real</i>	<i>mult</i>	<i>1</i>
	Beisp.: „Die <u>Bären</u> im Zoo Z sind besonders aggressiv.“					
7	<i>ge</i>	<i>refer</i>	<i>varia</i>	<i>real</i>	<i>mult</i>	<i>1</i>
	Beisp.: „ <u>Bären</u> sind besonders aggressive Tiere.“					
8	<i>ge</i>	<i>refer</i>	<i>con</i>	<i>real</i>	<i>one</i>	<i>0</i>
	Beisp.: „{Der/Ein} <u>Bär</u> ist ein besonders aggressives Tier.“					
9	<i>gener</i>	<i>det</i>	<i>con</i>	<i>real</i>	<i>all</i>	<i>1</i>
	Beisp.: „ <u>Alle Bären</u> sind gefährlich.“					
10	<i>ge</i>	<i>indet</i>	<i>var</i>	<i>real</i>	<i>every</i>	<i>0</i>
	Beisp.: „ <u>Jeder Bär</u> hat eine eigene Schlafstelle.“					
11	<i>sp</i>	<i>indet</i>	<i>con</i>	<i>real</i>	<i>one</i>	<i>0</i>
	Beisp.: „ <u>Alle Jungen</u> stiegen in ein <u>Boot</u> ; dieses hatte“ ...					
12	<i>sp</i>	<i>indet</i>	<i>var</i>	<i>real</i>	<i>one</i>	<i>0</i>
	Beisp.: „ <u>Jeder der Jungen</u> stieg in ein <u>anderes Boot</u> .“					
13	<i>ge</i>	<i>refer</i>	<i>varia</i>	<i>real</i>	<i>two</i>	<i>1</i>
	Beisp.: „ <u>Zwei Hunde</u> sind leichter zu halten als einer.“					
14	<i>ge</i>	<i>refer</i>	<i>varia</i>	<i>real</i>	<i>one</i>	<i>0</i>
	Beisp.: „Ein <u>Papagei</u> ist nicht so leicht zu halten wie zwei.“					
15	<i>ge</i>	<i>refer</i>	<i>varia</i>	<i>real</i>	<i>quant</i>	<i>1</i>
	Beisp.: „Ein <u>Gebirge</u> entsteht oft durch Faltung der Erdkruste.“					
16	<i>sp</i>	<i>det</i>	<i>con</i>	<i>real</i>	<i>one</i>	<i>1</i>
	Beisp.: „Der <u>Bergsteiger</u> überquerte <u>das Gebirge</u> .“					
17	<i>sp</i>	<i>indet</i>	<i>con</i>	<i>real</i>	<i>many</i>	<i>2</i>
	Beisp.: „Die <u>Expedition</u> überquerte <u>viele Gebirge</u> .“					
18	<i>ge</i>	<i>refer</i>	<i>varia</i>	<i>real</i>	<i>mult</i>	<i>2</i>
	Beisp.: „ <u>Mehrere Verbände</u> bilden einen Dachverband.“					
19	<i>gener</i>	<i>det</i>	<i>con</i>	<i>real</i>	<i>all</i>	<i>3</i>
	Beisp.: „Der <u>Inspektor</u> besuchte <u>alle Dachverbände</u> .“					

Tabelle 17.2. Subkategorisierung nominaler Konzepte

- **Kollektiva:** Begriffe, die auf intensionaler Ebene wie Individualbegriffe bzw. wie generische Begriffe charakterisiert sind (Beispiele: 5. und 15. Zeile bzw. 16. Zeile), aber auf präextensionaler Ebene einen um eine Stufe höheren Extensionalitätstyp haben, heißen Kollektiva. So werden Begriffe wie ⟨die Mannschaft⟩ oder ⟨die Familie⟩ auf intensionaler Ebene wie ein normales Individuum behandelt, gestatten aber eine kontextuelle Einbettung,

die sonst nur für Gesamtheiten erlaubt ist, z.B. Anwendung von Prädikaten, wie  $\langle$ zerstritten sein $\rangle$  oder  $\langle$ sich trennen $\rangle$  (analoges gilt für generische Kollektiva). Die Erhöhung der Extensionalitätsstufe um Eins führt natürlich dazu, daß ein im Plural verwendeter kollektiver Begriff (mit Ausnahme der Pluraliatanta) vom Typ [ETYPE = 2] ist (Beispiel: 17. Zeile) oder in seltenen Fällen sogar den Typ [ETYPE = 3] besitzt (Beispiel: 19. Zeile).

- **parametrisierte Entitäten:** Begriffe, die das Merkmal [VARIA = var] tragen, bezeichnen wir als parametrisierte Entitäten, weil sie eine ähnliche Rolle spielen wie quantifizierte Variablen in Logik-orientierten Wissensdarstellungen (Beispiele: 4., 10. und 12. Zeile). Dabei sind auf präextensionaler Ebene unabhängige von abhängigen parametrisierten Entitäten zu unterscheiden, die sich durch das Fehlen bzw. das Vorhandensein einer zusätzlichen Spezifikation mittels der DPND-Relation auszeichnen. Letzteres ist typisch für ein existenziell quantifiziertes Konzept, das von einem mit [QUANT = all] oder [QUANT = every] quantifizierten Konzept abhängt (Beispiele: 4. und 12. Zeile).
- **generalisierte Gesamtheiten:** Begriffe, die durch generalisierte Pluralkonstruktionen beschrieben werden (Beispiel: 13. Zeile), sind in der Literatur kaum berücksichtigt worden. Trotzdem besteht ein klarer Unterschied in den Bedeutungen der Phrase  $\langle$ zwei Hunde $\rangle$  in den Sätzen:

(17.24) „Zwei Hunde sind leichter zu halten als einer.“ und

(17.25) „Max besitzt zwei Hunde“.

Dieser Unterschied wird wesentlich durch den Generalisierungsgrad [GENER = ge] bzw. [GENER = sp] ausgedrückt. Die Besonderheit, daß die Gesamtheit nur ein Element besitzt (Beispiel: 14. Zeile), kann sozusagen als Grenzfall angesehen werden, der sich organisch in diese Unterscheidung einfügt. Bei diesen Konzepten handelt es sich aber nicht um generische Begriffe, da man hier nicht von prototypischen Erscheinungen sprechen kann, die mit entsprechenden Methoden des Default-Reasoning verknüpft sind (s. Abschn. 17.3). In diesem Fall sind die Werte der Merkmale REFER, VARIA und QUANT verschieden von refer, varia bzw. quant. Durch Wahl der Merkmalswerte [REFER = indet] und [VARIA = var] in den Zeilen 13 und 14 soll ausgedrückt werden, daß es sich um zwei beliebige Hunde oder einen beliebigen Papagei handelt.

## 17.3 Die Kapselung von Begriffen (immanentes vs. situatives Wissen)

Zur Darstellung des **Bedeutungsumfangs** eines Begriffes benötigt man besondere Ausdrucksmittel, da es anderenfalls nicht möglich wäre, in einem semantischen Netz anzugeben, welche relationalen Verbindungen (Kanten) einen bestimmten Begriff definieren und welche lediglich auf den Begriff Bezug nehmen.<sup>13</sup> In MultiNet geschieht die Eingrenzung des Begriffsumfangs durch das Konzept der Begriffskapsel und ihrer Komponenten (vgl. Abb. 17.7 a). In der bildlichen Darstellung wird eine solche Kapsel durch ein abgerundetes Rechteck dargestellt, das entsprechend der verschiedenen Begriffskomponenten in mehrere Teile untergliedert ist.

In erster Instanz sind zwei verschiedene Bedeutungsanteile hervorzuheben:

- Das **immanente Wissen**: Es umfaßt denjenigen Wissensanteil über einen Begriff, der unabhängig von der situativen Einbettung oder der Verwendung eines Begriffes zur Beschreibung eines bestimmten Sachverhalts ist. – In der bildlichen Darstellung wird das immanente Wissen durch helle bzw. dunkle Schattierung hervorgehoben.
- Das **situative Wissen**: Es umfaßt den Wissensanteil, der angibt, in welcher Weise ein Begriff in die Beschreibung bestimmter Situationen involviert ist. – Das situative Wissen wird in der bildlichen Darstellung innerhalb einer Kapsel durch fehlende Schattierung gekennzeichnet.

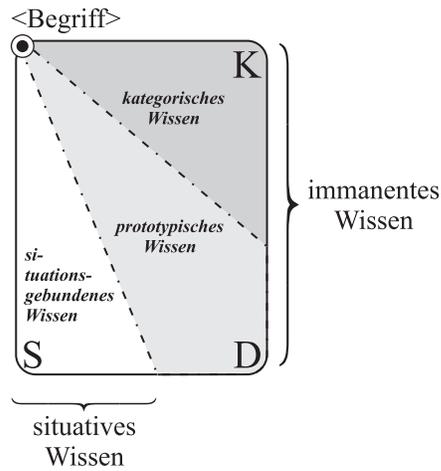
Zur Erläuterung soll der Begriff **Haus** herangezogen werden (vgl. Abb. 17.7 b): Daß ein Haus bestimmte Teile (wie <ein Dach>, Mauern usw.) besitzt und ein Gebäude ist, kann als immanentes Wissen angesehen werden. Daß sich Peter ein Haus gekauft hat oder daß Häuser in München wieder teurer geworden sind, gehört nicht zum immanenten Anteil des Begriffsumfangs von **Haus**, sondern zum situativen Wissen, in dessen Beschreibung der Begriff **Haus** vorkommt.

Innerhalb des immanenten Wissens lassen sich wiederum zwei verschiedene Anteile voneinander trennen und zwar ein **kategorischer Anteil** (diese Komponente ist im Bild dunkel schattiert und mit einem K gekennzeichnet) und ein **prototypischer Anteil**, auch **Default-Wissen** genannt, der aber *a priori* nur bei generischen Begriffen auftritt (diese Komponente ist im Bild hell schattiert und mit einem D gekennzeichnet<sup>14</sup>). Das wesentliche Unterscheidungsmerkmal dieser Komponenten bezieht sich auf die inferenziellen

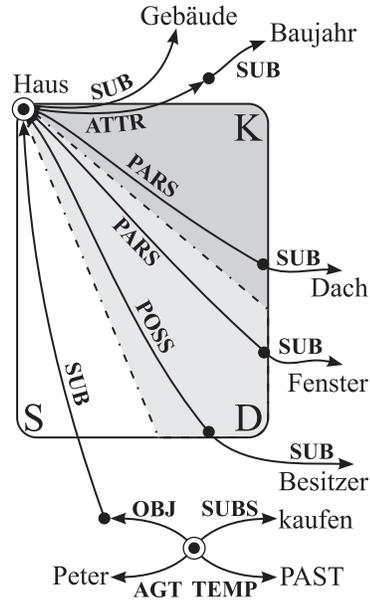
<sup>13</sup> In rein logischen Darstellungen fehlen solche Ausdrucksmittel völlig.

<sup>14</sup> Der Terminus **Default-Wissen** erklärt auch die Abkürzung D für den prototypischen Wissensanteil.

**a) Begriffskomponenten (allgemein)**



**b) Beispiel**



<b>K</b>	<u>immanent (kategorisch)</u> : Ein Haus ist ein Gebäude; es besitzt immer ein Dach und wird stets durch ein Baujahr charakterisiert
<b>D</b>	<u>immanent (prototypisch)</u> : Ein Haus besitzt (normalerweise) Fenster und hat i.a. einen Besitzer
<b>S</b>	<u>situativ</u> : Peter hat ein Haus gekauft

**Abbildung 17.7.** Die verschiedenen Bedeutungskomponenten eines Begriffs

Prozesse, die mit den verschiedenen immanenten Wissensanteilen verknüpft sind. Der **kategorische Teil** des Bedeutungsumfangs eines generischen Begriffs wird strikt (d.h. ohne Ausnahme) auf alle Unterbegriffe und subordinierten Spezialisierungen vererbt (s. hierzu die Relation **SUB**). Aus logischer Sicht sind also die Merkmalsaussagen des kategorischen Anteils mit einer Allquantifizierung verbunden. Wenn man Abb. 17.7 für den Begriff Haus zugrundelegt, bedeutet dies, daß jedes spezielle Haus ((eine Villa), (ein Lagerhaus),

⟨Pauls neues Haus⟩ usw.) ein Gebäude ist, ein Dach besitzt und durch ein Baujahr charakterisiert werden kann.

Demgegenüber wird der **prototypische Anteil** des Bedeutungsumfangs eines generischen Begriffs nur als Default-Wissen in der Begriffshierarchie von oben nach unten vererbt.<sup>15</sup> Dabei versteht man unter einem **Default** eine grundsätzliche Annahme, die so lange gilt, wie keine anderslautende Information vorhanden ist. Sie kann aber im Gegensatz zum kategorischen Wissen in Ausnahmefällen revidiert oder überschrieben werden (deshalb spricht man in der KI auch von einem Vererbungstyp **override**, vgl. die Vererbungstypen von KEE [220]). So ist es z.B. sinnvoll, für ein Haus anzunehmen, daß es Fenster und Türen hat oder daß es einem Besitzer gehört. Man kann sich aber durchaus Häuser vorstellen, die keine Fenster oder Türen aufweisen (ein Lagerhaus ohne Fenster, ein Pueblo-Haus ohne Türen, dafür mit einer Einstiegs Luke usw.). Auch kann ein Haus herrenlos geworden sein, d.h. keinen Besitzer mehr haben usw.

Aus dem Gesagten wird deutlich, daß das kategorische Wissen mit **strikt monotonen** Schlußweisen verknüpft ist, wie sie in der klassischen Prädikatenlogik gelten, während das prototypische Wissen durch **nicht-monotone** Schlußweisen charakterisiert wird, für die das Default-Reasoning [159] typisch ist.

Um die genannten Unterschiede adäquat zu repräsentieren, werden die Kanten in Bezug auf die beteiligten Knoten nach den verschiedenen Wissensarten klassifiziert. Diese Information wird mit Hilfe des Merkmals **K-TYPE** (Acronym zu „*knowledge type*“) ausgedrückt. Dazu wird an jedem Knoten festgehalten, von welchem Typ die einlaufenden bzw. auslaufenden Kanten sind. Als Werte von **K-TYPE** sind Bezeichner für die in Abb. 17.7 festgelegten Wissensarten (dargestellt als Subtypen von *k-type*) zugelassen, s. hierzu Abb. 17.8

Es muß darauf aufmerksam gemacht werden, daß eine Kante ( $k_1 \text{ REL } k_2$ ), die mit der Relation REL markiert ist und von einem Knoten  $k_1$  zu einem Knoten  $k_2$  führt, bezüglich des Knotens  $k_1$  i.a. einen anderen Wert des Merkmals **K-TYPE** besitzt als bezüglich des Knotens  $k_2$  (s. hierzu Teil I, Tab. 3.2).

Beispiele:

- (Floh **SUB** Insekt)  
die **SUB**-Kante ist bezüglich Floh vom Typ *categ*, weil es zum Definitionsumfang dieses Begriffs gehört, daß ein Floh ein Insekt ist. Umgekehrt ist der

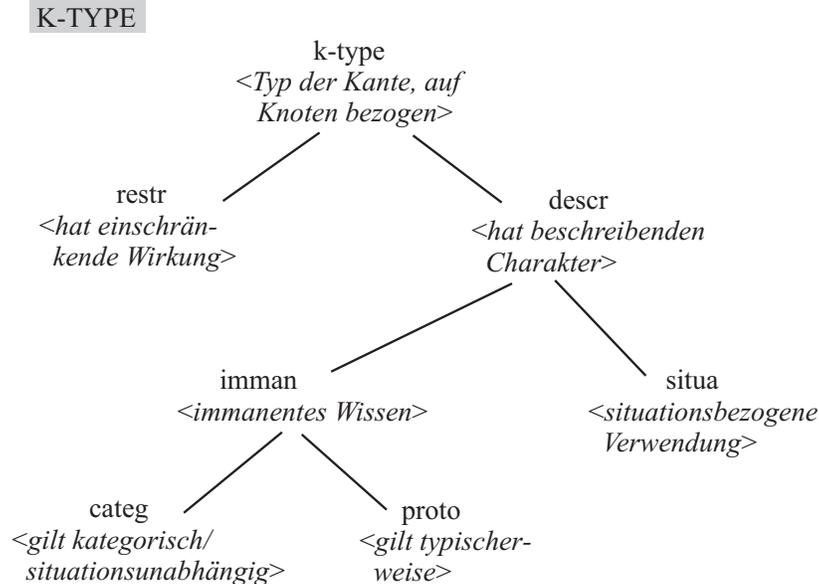
<sup>15</sup> Durch Vererbung kann also auch ein Individualbegriff Default-Wissen übertragen bekommen, das bei Hinzutreten neuer Information überschrieben werden darf.

Begriff Insekt nicht durch die Einbeziehung des Begriffs Floh bestimmt, weshalb diese **SUB**-Kante bezüglich Insekt vom Typ *situa* ist.

- (Veilchen **PROP** lila)

diese **PROP**-Kante ist bezüglich Veilchen vom Typ *proto*, weil ein Veilchen typischerweise lila aussieht. Der Begriff lila ist aber nicht durch die Einbeziehung des Begriffs Veilchen bestimmt. Aus diesem Grund ist die **PROP**-Kante bezüglich lila vom Typ *situa*.

Werte des Merkmals



**Abbildung 17.8.** Wertetypen des Merkmals **K-TYPE** zur Unterscheidung der Kanten eines semantischen Netzes nach verschiedenen Wissensarten

## Kapitel 18

# Relationale und funktionale Darstellungsmittel

### 18.1 Überblick

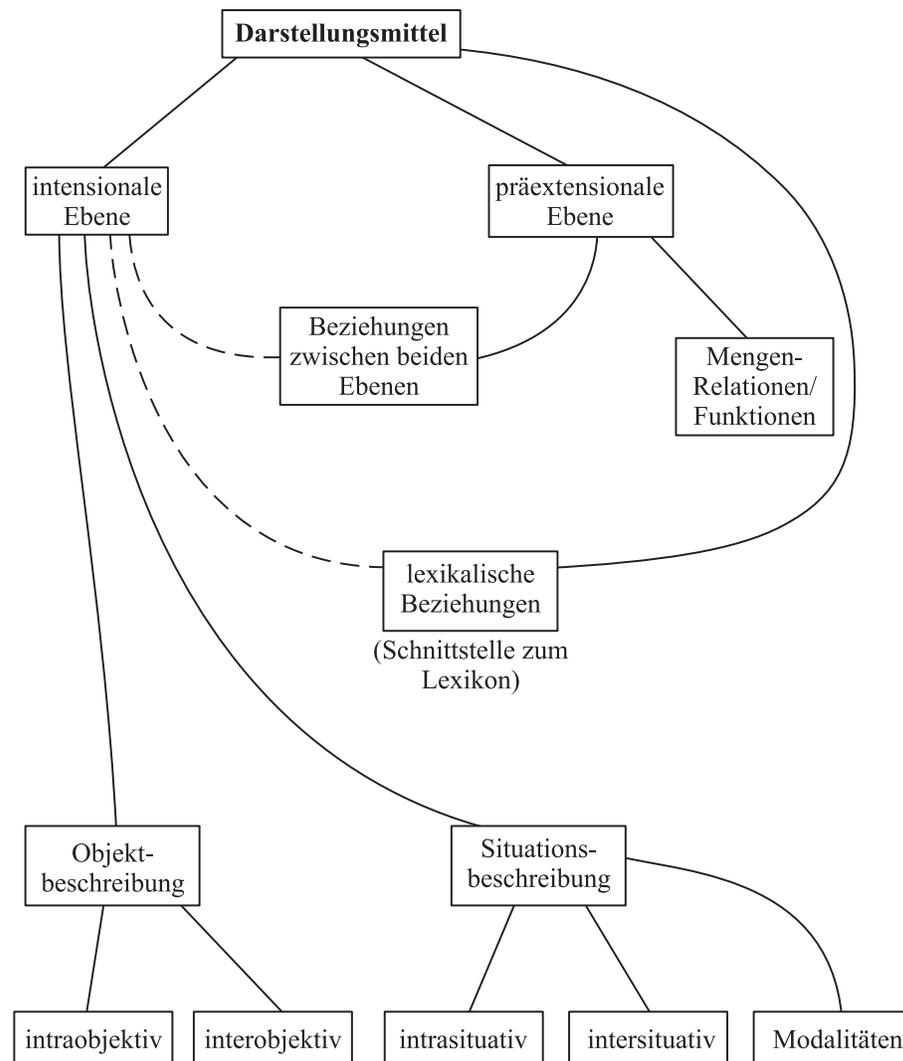
Wie bereits festgestellt, werden die Beziehungen zwischen den begrifflichen Entitäten (und damit zwischen den Knoten des semantischen Netzes) durch semantisch primitive Funktionen und Relationen aus einem festen Repertoire von Darstellungsmitteln repräsentiert. In den Abbildungen 18.1 bis 18.4 ist eine nach thematischen Schwerpunkten geordnete Zusammenstellung dieser Darstellungsmittel angegeben, um eine bessere Übersicht über die ca. 100 Relationen und Funktionen von MultiNet zu ermöglichen. Die Grafiken sind aber nicht als Klassifizierung im strengen Sinne zu deuten.<sup>1</sup> Sie soll vielmehr den Zugang zu den entsprechenden Ausdrucksmitteln erleichtern, wenn die Frage zu entscheiden ist, welches der Darstellungselemente für welche semantische Erscheinung anzuwenden ist.

Im einführenden Überblicksdiagramm Abb. 18.1 werden die Darstellungsmittel in oberster Ebene zunächst der intensionalen bzw. der präextensionalen Ebene zugeordnet. Während die Relationen und Funktionen der intensionalen Ebene vorwiegend dazu dienen, Objektbegriffe und Situationen (Sachverhalte) zu beschreiben, repräsentieren die Darstellungsmittel der präextensionalen Ebene im wesentlichen Mengenbeziehungen oder sie vermitteln den Zusammenhang zwischen Intensionalen und Extensionalen. Eine besondere Rolle spielen die lexikalischen Relationen, da sie vor allem Wortbedeutungen miteinander verknüpfen und deshalb in angewandten Systemen der ASV zum Aufbau des Computerlexikons eingesetzt werden. Da die lexikalischen Relationen immer Beziehungen zwischen generischen Begriffen herstellen, sind sie der intensionalen Ebene zuzuordnen.

Bei den Beschreibungen für Objektbegriffe kann man Darstellungsmittel zur inneren strukturellen bzw. qualitativen Beschreibung von Objekten (intraobjektive Beschreibung) von solchen Darstellungsmitteln unterscheiden, die

---

<sup>1</sup> Das erkennt man schon daran, daß einige Relationen doppelt untergeordnet wurden, was durch Klammerung bei der zweiten – nicht so typischen – Verwendung zum Ausdruck gebracht wurde.



**Abbildung 18.1.** Zuordnung der Relationen und Funktionen zu Themenbereichen

Beziehungen zwischen verschiedenen Objekten herstellen (interobjektive Beschreibung).<sup>2</sup>

Dazu treten noch die raum-zeitlichen Charakterisierungen der Existenzweise von Objekten und die telischen Beschreibungsmittel, die vor allem die Frage

<sup>2</sup> Man beachte, daß der Terminus „Objekt“ als Kurzbezeichnung sowohl für abstrakte als auch für konkrete Objektbegriffe verwendet wird.

nach der Herkunft, dem Zweck oder Ziel von Objekten betreffen. Genau genommen sind die Relationen und Funktionen dieser beiden Gruppen von den entsprechenden raum-zeitlichen und telischen Darstellungsmitteln für Situationen (vgl. Abb. 18.3) klar zu trennen. Aus diesem Grund sind im Überblick Abb. 18.2 die Namen der jeweils entsprechenden Relationen zunächst noch durch Vorstellen eines Präfix „O-“ gekennzeichnet. Da aber die raum-zeitlichen und telischen Charakterisierungen im Objektbereich als eine Verkürzung der korrespondierenden relationalen Beschreibung im situativen Bereich (Relationen ohne Präfix „O-“) aufgefaßt werden können, wurde aus Gründen der Beschreibungsökonomie letztendlich auf die konsequente Unterscheidung der betreffenden Relationspaare verzichtet und für beide Bereiche jeweils der Name ohne Präfix verwendet. Dieses Vorgehen wird durch die strenge Sorteneinteilung und die folgenden systematischen Zusammenhänge gerechtfertigt, mit deren Hilfe der eigentlich bestehende Unterschied wieder sichtbar gemacht werden kann:

- (18.1) „[die Ureinwohner]<sup>O-LOC<sub>arg1</sub></sup> [auf Borneo]<sup>O-LOC<sub>arg2</sub></sup>“ –  
 „die Ureinwohner, die [auf Borneo]<sup>LOC<sub>arg2</sub></sup> leben“
- (18.2) „[die Bücher]<sup>O-TEMP<sub>arg1</sub></sup> [aus dem Mittelalter]<sup>O-TEMP<sub>arg2</sub></sup>“ –  
 „die Bücher, die [im Mittelalter]<sup>TEMP<sub>arg2</sub></sup> herausgegeben wurden“
- (18.3) „[der Zug]<sup>O-DIRCL<sub>arg1</sub></sup> [nach Hamburg]<sup>O-DIRCL<sub>arg2</sub></sup>“ –  
 „der Zug, der [nach Hamburg]<sup>DIRCL<sub>arg2</sub></sup> fährt“
- (18.4) „[das Gerät]<sup>O-PURP<sub>arg1</sub></sup> [zum Schweißen]<sup>O-PURP<sub>arg2</sub></sup>“ –  
 „das Gerät, das [zum Schweißen]<sup>PURP<sub>arg2</sub></sup> benutzt wird“ usw.

Die wichtigste Relation im Bereich der Objektbeschreibungen ist die Subordinationsbeziehung (s. **SUB**), die eine hierarchische Struktur der Objektbegriffe etabliert und mit dem Konzept der Vererbung verknüpft ist. Dabei erben die Spezialisierungen bzw. Unterbegriffe bestimmte Informationen von den Oberbegriffen (s. hierzu Teil I, Abschnitt 4.1).

Die Beschreibungsmittel für Situationen können zunächst analog zu denjenigen für Objektbegriffe in intrasituative und intersituative untergliedert werden (Abb. 18.3). Als weitere Charakterisierungsmöglichkeiten für Situationen bzw. Sachverhalte treten dann noch die raum-zeitlichen Restriktionen und die modalen Spezifizierungen von Sachverhalten hinzu. Die intrasituativen Darstellungsmittel werden in Anlehnung an Tesnière [199] in Rollen unterteilt, die Umstände im weitesten Sinne (sogenannte **Circonstants** oder **Circumstanzen**) bzw. Teilnehmer/Beteiligte an den Sachverhalten (sogenannte **Participants** oder **Partizipanten**) repräsentieren. Partizipanten von Zuständen

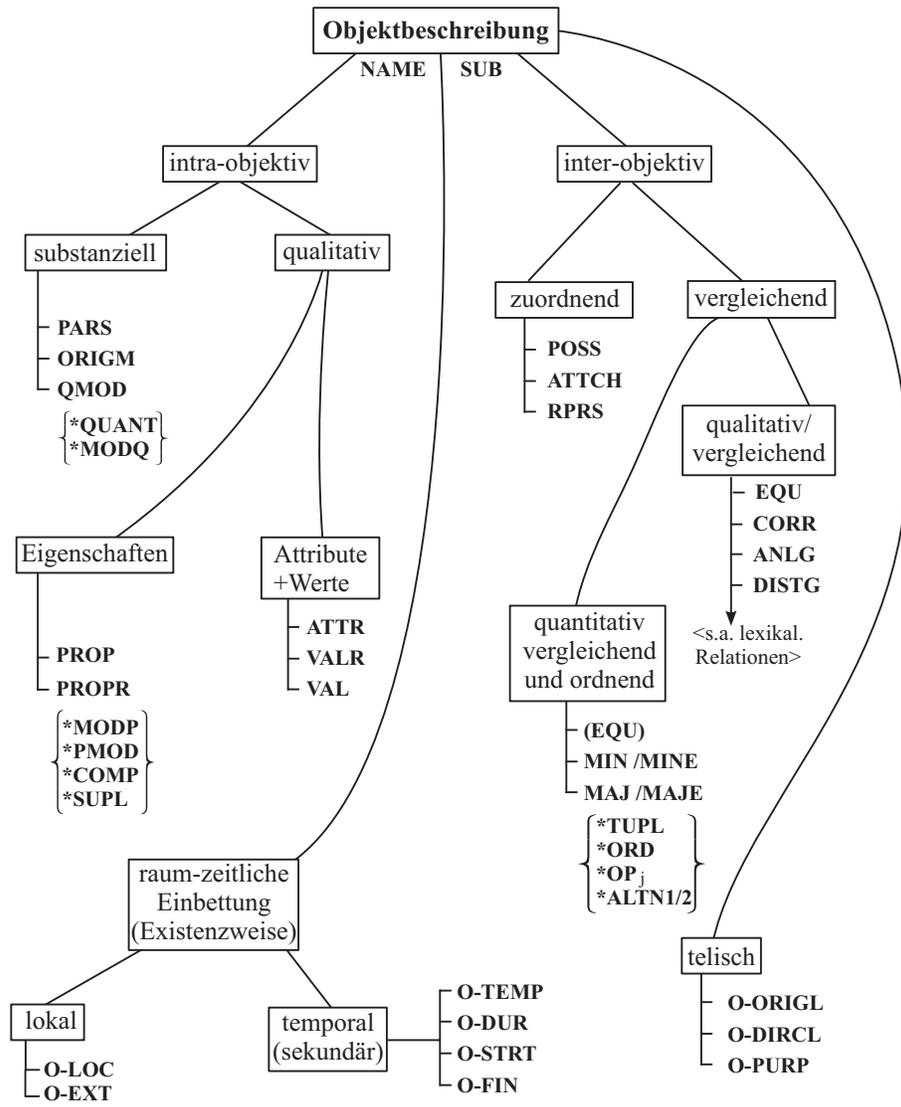


Abbildung 18.2. Semantische Beschreibung von Objektbegriffen

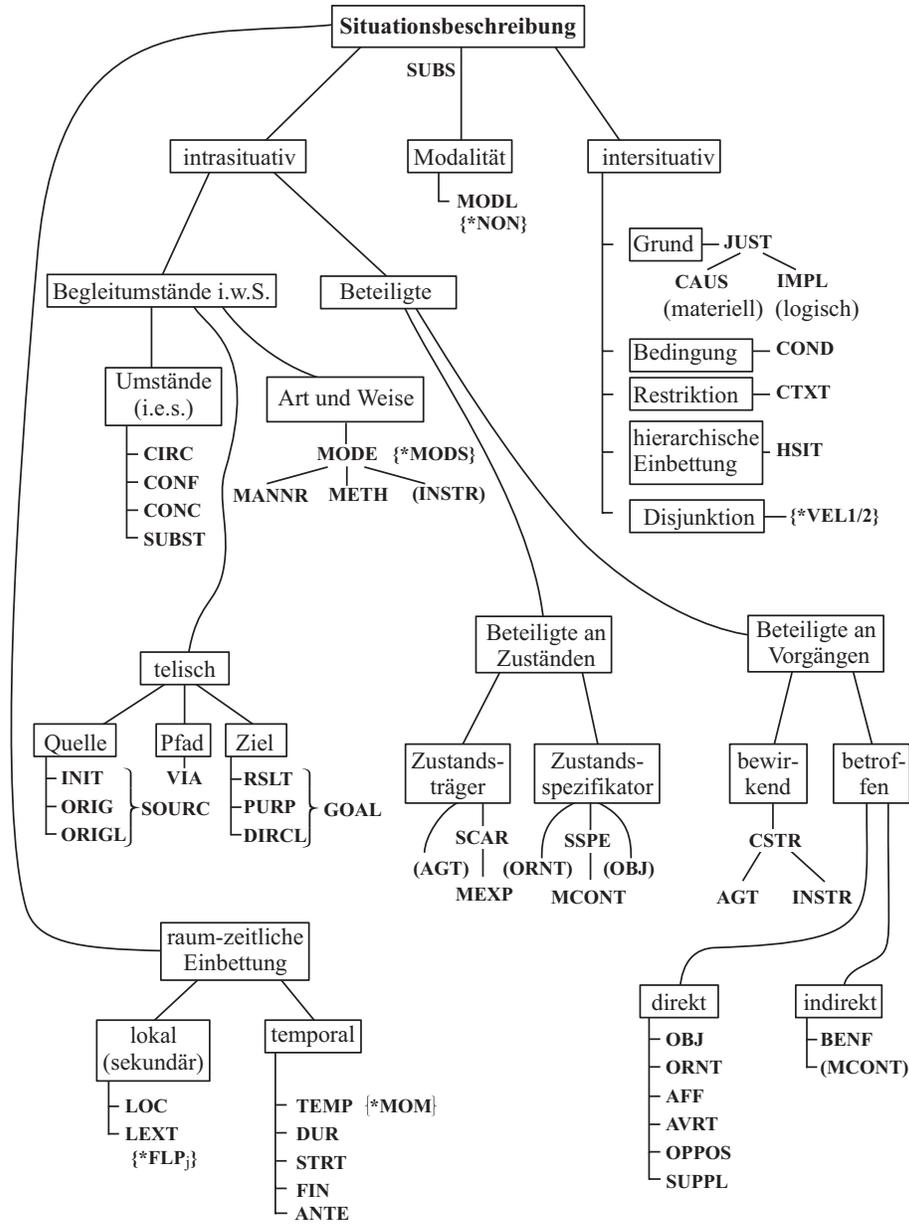


Abbildung 18.3. Semantische Beschreibung von Sachverhalten bzw. Situationen

(Beteiligte an Zuständen) füllen i.a. andere kognitive Rollen aus als Partizipanten von Vorgängen (Beteiligte an Vorgängen). Es gibt allerdings bestimmte Arten von Zuständen (wie z.B. festhalten, anklammern), die von von einem Objekt – ähnlich wie von einem Handlungsträger – aktiv aufrecht erhalten werden müssen. Aus diesem Grund ist der entsprechende Partizipant mit **AGT** (also einer Relation, die eigentlich für Handlungen charakteristisch ist) an den Repräsentanten eines solchen Zustands anzubinden. Auch für Situationen/Sachverhalte lassen sich hierarchische Beziehungen definieren. Diese werden mit Hilfe der Relation **SUBS** dargestellt, die mit der Vererbung von Valenzrahmen verknüpft ist.

Die Darstellungsmittel der präextensionalen Ebene sind im wesentlichen diejenigen der naiven Mengenlehre, also Element- und Teilmengenbeziehungen sowie die Mengenoperationen. Eine Besonderheit stellt die Relation **DPND** dar, die ausdrückt, daß ein bestimmtes Extensional von einem anderen abhängt (s. Abschn. 17.2.4). Daß auch diese Relation der präextensionalen Ebene zuzuordnen ist, erkennt man am besten an einem Beispiel, s. Satz (17.18) und Bild 17.5. Beim ersten spontanen Verstehen bilden die Bedeutungsrepräsentanten der beiden Nominalgruppen des Satzes „Jeder Schüler kauft einen Anzug.“ jeweils für sich eine Einheit, ohne daß man genau über Abhängigkeiten zwischen ihnen reflektiert. Erst wenn die Frage auftritt, welcher Schüler (aus der Menge aller Schüler) welchen Anzug gekauft hat bzw. was der Satz 17.18 über jeden einzelnen Schüler und jeden gekauften Anzug aussagt (also in welcher Beziehung die Einzelemente der betreffenden Mengen von Anzügen und Schülern zueinander stehen), wird die Abhängigkeit zwischen den einzelnen Schülern und den einzelnen Anzügen relevant. Aber genau mit dieser gedanklichen Auflösung in die Einzelemente der Extension von Begriffen kommt man in die präextensionale Ebene der Wissensrepräsentation.

Eine weitere Gruppe von Darstellungsmitteln sind die Relationen, die Repräsentanten der intensionalen Ebene (die sogenannten Intensionale) mit ihrem jeweiligen Pendant auf der präextensionalen Ebene (d.h. mit dem korrespondierenden Extensional) verbinden. Schließlich sind noch die lexikalischen Beziehungen zu erwähnen, die sich vor allem um die Begriffe Synonymie und Antonymie sowie um die Möglichkeit des Wechsels zwischen verschiedenen Sorten ranken. Die Sortenwechselrelationen haben als Gegenstück in der natürlichen Sprache die Erscheinung des Wechsels in der Wortart, der durch den Einsatz produktiver Suffixe bei der Wortbildung vermittelt wird.

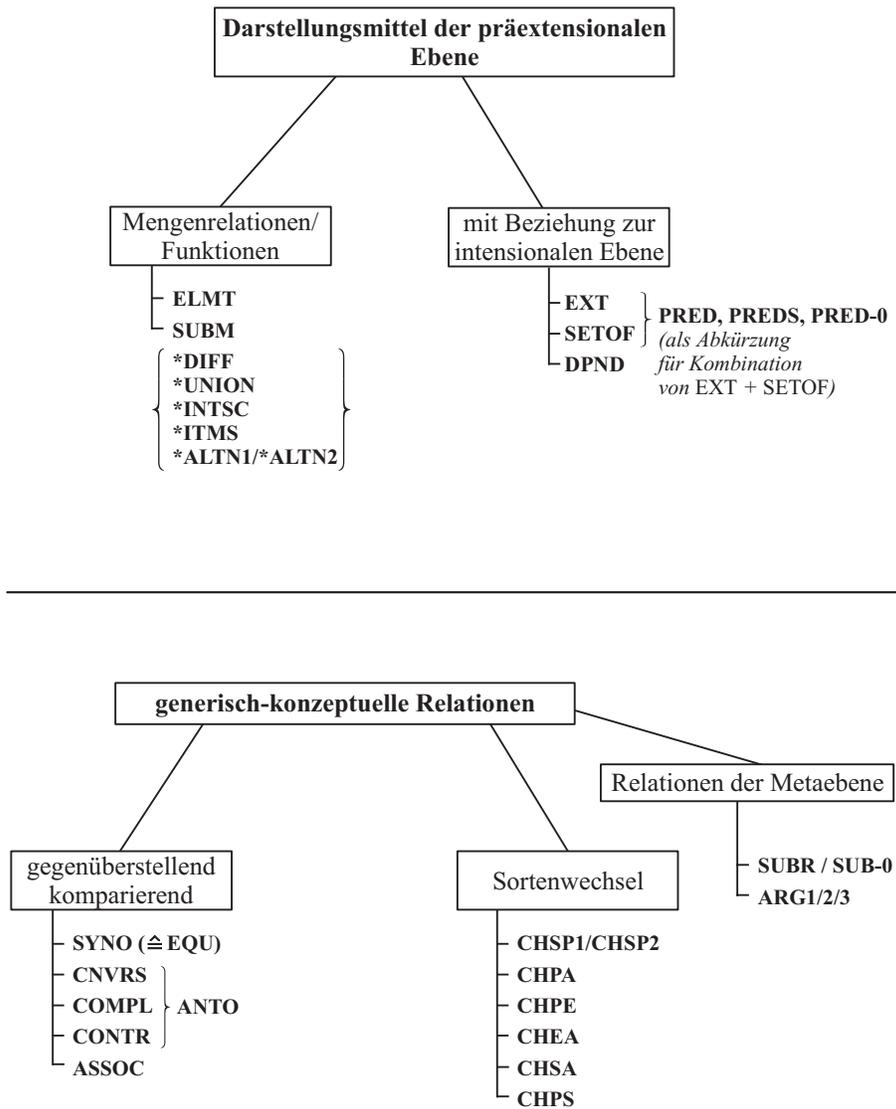


Abbildung 18.4. Darstellungsmittel der präextensionalen Ebene und des Lexikons

## 18.2 Relationen

### 18.2.1 AFF: K-Rolle – Affektiv

**AFF:** [*si* ∪ *abs*] × [*o* ∪ *si*]

**Definition:** (v **AFF** x) bringt die Beziehung zwischen einer Situation (meist einem Vorgang) v und einem Objekt bzw. einer Situation x zum Ausdruck, wobei durch v an x etwas bewirkt und verändert wird. x ist durch v unmittelbar betroffen.

**Mnemonic:** affect – affizieren

(x **AFF** y) – [x affiziert/verändert y]

**Fragemuster:** ⟨WR⟩ {[sich ändern]/[geändert werden]} bei ⟨v⟩?

{Worauf/Auf welches ⟨x⟩} wirkt ⟨v⟩ ein?

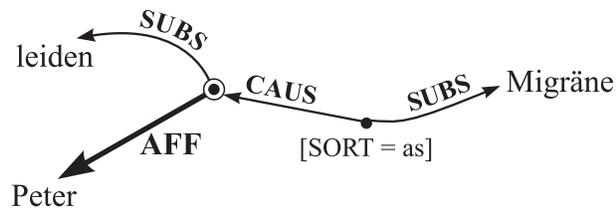
⟨WR⟩ {[beeinflusst werden] / [beeinträchtigt werden] / [in Mitleidenschaft gezogen werden] ... } {bei / durch} ⟨v⟩?

**Kommentar:** Die Relation **AFF** steht in engem Zusammenhang mit dem transitiven Lexem **verändern<sub>T</sub>**, was durch die Bedeutungspostulate

$$\bullet (v \text{ **AFF** } o) \rightarrow (v \text{ **SUBS** verändern}_T) \quad (109)$$

$$\bullet (v \text{ **SUBS** verändern}_T) \rightarrow \exists o (v \text{ **AFF** } o) \quad (110)$$

zum Ausdruck gebracht werden kann. **Verändern<sub>T</sub>** kann danach als Repräsentant der Klasse aller Verben betrachtet werden, deren Valenzrahmen **AFF** enthält. Mit der Relation **AFF** sind Übergänge aus Anfangssituationen/Anfangszuständen in Endzustände/Endergebnisse verknüpft, wobei beide verschieden sind und erstere vor und letztere nach der Ausführung der Trägerhandlung von v zutreffen (s. Relationen **INIT** bzw. **RSLT**). Typische Vertreter von Handlungen, die die Relation **AFF** im Valenzrahmen enthalten, sind: **bearbeiten**, **erhöhen**, **transformieren**, **schmelzen** ... Die Ausdehnung des Definitionsbereiches des zweiten Arguments von **AFF** auf Situationen (d.h. auf Vorgänge und Zustände) ist durch „Metahandlungen“, wie **hervorrufen**, **beenden**, **beeinträchtigen**, **beschleunigen**, **verlangsamen** usw. motiviert, die auf Vorgänge bzw. Zustände einwirken. Daß als erstes Argument auch Zustände in Frage kommen, belegt das Beispiel ⟨leiden an⟩: „*Peter leidet an Migräne.*“



### 18.2.2 AGT: K-Rolle – Agent

**AGT:**  $[si \cup abs] \times o$

**Definition:** In der Standardinterpretation gibt die Relation  $(h \text{ AGT } a)$  mit  $h \subset [dy \cup ad] \subset [si \cup abs]$  die Beziehung zwischen einer Handlung  $h$  und dem Objekt  $a$  an, das die Trägerhandlung bewirkt oder das als Urheber von  $h$  angesehen werden kann;  $a$  ist dabei das handelnde Objekt (der Agent oder der Handlungsträger).

Die Relation **AGT** wurde auf Zustände ausgedehnt, wobei  $(z \text{ AGT } a)$  mit  $z \subset [st \cup as] \subset [si \cup abs]$  bedeutet, daß das Objekt  $a$  den Zustand  $z$  aktiv aufrecht erhält.

**Mnemonic:** agent – Agent/Handlungsträger

$(x \text{ AGT } y) - [x \text{ wird von } y \text{ ausgeführt}]$

**Fragemuster:** Durch  $\langle \text{WN} \rangle \langle \text{pass-hdlg} \rangle$ ?

Von  $\langle \text{WM} \rangle \langle \text{pass-hdlg} \rangle$ ?

$\langle \text{WR} \rangle \{ \text{betreibt die Handlung aktiv/hält den Zustand aktiv aufrecht} \}$ ?

$\langle \text{WR} \rangle \langle \text{dy} \rangle$ ?

dabei bedeutet  $\langle \text{pass-hdlg} \rangle$  die Klasse der durch Passivkonstruktionen beschriebenen Handlungen

**Kommentar:** Wird ein Vorgang durch einen aktivischen Satz beschrieben, so wird der Agent eines Vorgangs – falls es einen solchen überhaupt gibt – in der Oberflächenstruktur des Satzes gewöhnlich durch das grammatische Subjekt beschrieben. Das Subjekt braucht aber nicht in jedem Fall den Agenten darzustellen. Im Gegensatz zur Fillmoreschen Auffassung [55] muß der Agent aber nicht belebt sein. So können Objekte wie  $\langle \text{ein Betrieb} \rangle$ ,  $\langle \text{eine Institution} \rangle$  oder andere juristische Personen ebenfalls als Agenten auftreten. Auch unbelebte Objekte (wie  $\langle \text{ein Motor} \rangle$ ,  $\langle \text{eine Turbine} \rangle$ ), denen eine innere Kraft zugeschrieben werden kann, sind als Agenten zulässig.

Zur Charakterisierung, ob ein bestimmtes Objekt agentiv tätig werden kann, wurde ein besonderes Feature **POTAG** mit booleschen Werten (für **potentieller Agent**) eingeführt, s. Abschn. 17.1. Dieses Feature gestattet es auch, allgemeine Kausatoren, s. Relation **CSTR**, von den selbständig aktiv tätigen Agenten zu unterscheiden.

Dieser Sachverhalt kann u.a. durch folgendes Bedeutungspostulat charakterisiert werden:

$$\bullet (v \text{ AGT } o) \rightarrow (v \text{ SUBS handeln}) \wedge (o \text{ PROP handlungsfähig}) \wedge (o \text{ PROP aktiv}) \quad (111)$$

Die Relation **AGT** ist eine Spezialisierung der Relation **CSTR**, d.h. es gilt:

$$\bullet (v \text{ AGT } o) \rightarrow (v \text{ CSTR } o) \quad (112)$$

Beispiele:

Handlung mit Agent:

$$(18.5) \text{ „[Max]}^{\text{AGT}_{arg2}} [\text{spielt}]^{\text{AGT}_{arg1}} \text{ Gitarre.“}$$

Zustand mit Agent:

$$(18.6) \text{ „[Der Affe]}^{\text{AGT}_{arg2}} [\text{hält}] \text{ sich am Baum [fest]}^{\text{AGT}_{arg1}} \text{.“}$$

Handlung mit Kausator, der kein Agent ist:

$$(18.7) \text{ „[Der Stein]}^{\text{CSTR}_{arg2}} [\text{bremste}]^{\text{CSTR}_{arg1}} \text{ die Fahrt.“}$$

### 18.2.3 ANLG2/3: Ähnlichkeit zwischen Entitäten

$$\text{ANLG2/3: } [\ddot{o} \cup \ddot{o}] \times at \quad \text{bzw.} \quad [si \cup o] \times [si \cup o] \times at$$

**Definition:** Die dreistellige Relation  $(x \text{ ANLG/3 } y \ a)$  drückt die Ähnlichkeit der Objekte bzw. Situationen  $x$  und  $y$  bezüglich des Merkmals bzw. Attributs  $a$  aus. Die Relation **ANLG/3** ist bezüglich der ersten beiden Argumente symmetrisch.

Anmerkung: Da Ähnlichkeiten gleicher Art zwischen mehr als zwei Objekten bestehen können, wird als Verallgemeinerung und kompaktere Darstellung die zweistellige Relation **ANLG/2**:  $[si \cup \ddot{o}] \times at$  mit einer Gesamtheit  $\ddot{g}$  als erstes Argument eingeführt. Die Relation  $(\ddot{g} \text{ ANLG/2 } a)$  bringt die Ähnlichkeit einer ganzen Klasse  $\ddot{g}$  von Objekten bezüglich des Attributs  $a$  zum Ausdruck und vertritt damit eine Gesamtheit von dreistelligen Analogiebeziehungen zwischen den Elementen von  $\ddot{g}$  (s. hierzu Axiom 113).

**Mnemonic:** analogue – analog

(x **ANLG/2** z) – [die x ähneln sich im Merkmal z]

(x **ANLG/3** y z) – [x ähneln dem y im Merkmal z]

**Fragemuster:** Worin ähneln sich  $\langle o_1/si_1 \rangle$  und  $\langle o_2/si_2 \rangle$ ?

Welches  $\langle o_1/si_1 \rangle$  ähneln  $\langle o_2/si_2 \rangle$  bezüglich des {Merkmals/Attributs} a?

**Kommentar:** Die Beziehung zwischen der dreistelligen Analogiebeziehung **ANLG/3** und der zweistelligen Relation **ANLG/2** wird durch nachstehendes Axiom beschrieben:

$$\bullet (\ddot{g} \text{ **ANLG/2** } a) \leftrightarrow [(x \text{ **ELMT** } \ddot{g}_{EXT}) \wedge (y \text{ **ELMT** } \ddot{g}_{EXT}) \rightarrow (x \text{ **ANLG/3** } y a)] \quad (113)$$

Der Begriff der Ähnlichkeit ist ein *fuzzy concept* und dementsprechend schwer axiomatisch zu fassen, da die Entitäten x, y in der Beziehung (x **ANLG2/3** y a) bezüglich der Ausprägung des Wertes des Merkmals a nicht hundertprozentig übereinstimmen müssen, sondern nur in einem mehr oder weniger hohen Maß. Für die Ähnlichkeit von Objekten läßt sich folgende Beziehung angeben<sup>3</sup>:

$$\bullet (o_1 \text{ **ATTR** } a_1) \wedge (o_2 \text{ **ATTR** } a_2) \wedge (a_1 \text{ **SUB** } a) \wedge (a_2 \text{ **SUB** } a) \wedge (a_1 \text{ **VAL** } v_1) \wedge (a_2 \text{ **VAL** } v_2) \wedge [(v_1 \text{ **CORR** } v_2) \vee (v_1 \text{ **EQU** } v_2)] \rightarrow (o_1 \text{ **ANLG** } o_2 a) \quad (114)$$

Entsprechend der Definition gilt weiterhin:

$$\bullet (o_1 \text{ **ANLG** } o_2 a) \leftrightarrow (o_2 \text{ **ANLG** } o_1 a) \quad (115)$$

Wenn eine Ähnlichkeit (nicht Gleichheit) zwischen zwei Objekten x und y postuliert wird, dann gibt es wenigstens ein Merkmal, in denen sich x und y unterscheiden (sonst wären sie ja gleich):

$$\bullet (o_1 \text{ **ANLG** } o_2 a) \rightarrow \exists d (d \neq a) \wedge (o_1 \text{ **DISTG** } o_2 d) \quad (116)$$

<sup>3</sup> Da aus der Zahl der Argumente eindeutig hervorgeht, welche der beiden Relationen zur Darstellung von Analogien vorliegt, kann auf die explizite Angabe der Stelligkeit im Namen der Relation verzichtet werden (s. die entsprechende Konvention in den logischen Programmiersprachen [41]); (g **ANLG** a) bedeutet also (g **ANLG/2** a) und (x **ANLG** y a) bedeutet (x **ANLG/3** y a).

## 18.2.4 ANTE: Relation der zeitlichen Aufeinanderfolge

**ANTE:**  $tp \times tp$  mit  $tp = [t \cup ta \cup si \cup abs]$

**Definition:** Die Relation ( $t_1$  ANTE  $t_2$ ) bringt für den Fall, daß  $t_1$  und  $t_2$  Zeitmomente bzw. Zeitintervalle sind (d.h.  $t_1, t_2 \in t$ ) zum Ausdruck, daß  $t_1$  vor  $t_2$  liegt oder diesem zeitlich vorangeht. Die Relation wird auf Situationen *si* ausgedehnt, indem festgelegt wird, daß ( $x$  ANTE  $y$ ) für  $x, y \in si$  genau dann gelten soll, wenn ( $t_x$  ANTE  $t_y$ ) gilt, wobei  $t_x$  bzw.  $t_y$  die den Situationen  $x$  bzw.  $y$  zugeordneten Zeitmomente bzw. Zeitintervalle sind. Analoges gilt, wenn nur eines der beiden Argumente eine Situation ist. Die Relation ANTE ist transitiv, nicht reflexiv und asymmetrisch.<sup>4</sup>

**Mnemonic:** ante (lat.) – vor

( $x$  ANTE  $y$ ) – [ $x$  liegt zeitlich vor  $y$ ]

**Fragemuster:** {Vor/Nach} welchem {Ereignis/Zeitpunkt} [stattfinden]  $\langle si \rangle$ ?

Was {geschah/traf zu} {vor/nach}  $\langle si \rangle$ ?

Wann [stattfinden]  $\langle si \rangle$ ?

In welcher zeitlichen Reihenfolge [finden]  $\langle si_1 \rangle$  und  $\langle si_2 \rangle$  statt?

**Kommentar:** Die Relation POST als Umkehr-Relation zu ANTE wird nicht gesondert eingeführt. Sie ist einfach als inverse Relation zu ANTE definiert:

• ( $x$  POST  $y$ )  $\leftrightarrow_{Def}$  ( $y$  ANTE  $x$ ) (117)

Die Relation ANTE steht in enger Beziehung zur Kausalität (s. CAUS) sowie zu den Relationen INIT und RSLT. Als Beispiele für das Aufeinanderfolgen von Zuständen und Vorgängen sowie abstrakter Situationen seien die folgenden Beispiele genannt:

(18.8) „[Peter schlief]<sup>ANTE<sub>arg1</sub></sup> [bevor er wegfuhr]<sup>ANTE<sub>arg2</sub></sup>.“

(18.9) „[Nach der Einstellung der Produktion]<sup>ANTE<sub>arg1</sub></sup> [wurden viele Arbeiter entlassen]<sup>ANTE<sub>arg2</sub></sup>.“

Mitunter werden in der natürlichen Sprache als erstes Argument von ANTE scheinbar auch konkrete Objekte zugelassen (Beispiel: „Nach Potsdam änderte sich das Verhältnis der Alliierten zueinander.“). In diesem Fall besteht die

<sup>4</sup> Die Definition der Relation ANTE mit Hilfe der den Argumenten zugeordneten Zeitintervalle wird in Teil I, Abschn. 7.3 behandelt.

durch **ANTE** ausgedrückte Beziehung genau genommen zwischen Situationen/Vorgängen, an denen diese Objekte beteiligt sind bzw. waren, oder zwischen Zeitintervallen, die durch die Existenz der Objekte bestimmt sind. Sätze dieser Art sind durch metonymischen Gebrauch von Wörtern gekennzeichnet; gemeint ist etwa:

„Nach dem Ende der Potsdamer Konferenz...“ (vgl. **FIN** und **STRT**).

### 18.2.5 ANTO: Antonymiebeziehung

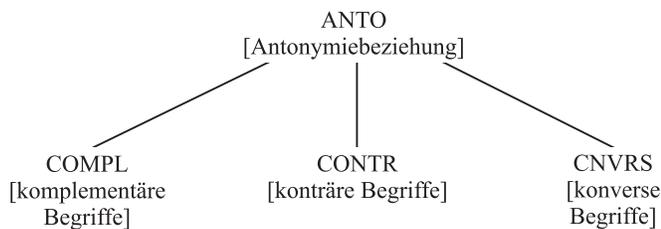
**ANTO:** sort  $\times$  sort mit *sort* als beliebige, aber für beide Argumente gleiche spezifischste Sorte<sup>5</sup>

**Definition:** Die Relation ( $s_1$  **ANTO**  $s_2$ ) verbindet zwei Begriffe gleicher Sorte, die ein Gegensatzpaar darstellen, und die dem gleichen Begriffsfeld angehören. Sie umfaßt die Relationen: **COMPL**, **CONTR**, **CNVRS**. Die Relation **ANTO** ist symmetrisch und nicht reflexiv (und damit auch nicht transitiv).

**Mnemonic:** antonym – Antonym/Gegensatz  
(x **ANTO** y) – [x ist Antonym zu y]

**Fragemuster:** Was ist [das Gegenstück/Gegenteil/Pendant] zu  $\langle s_1 \rangle / \langle s_2 \rangle$ ?

**Kommentar:** Die Relation **ANTO** dient zur Darstellung der lexikalischen Antonymiebeziehung. Sie ist das Pendant zur Synonymierelation **SYNO** (s. dort).



Es muß darauf aufmerksam gemacht werden, daß in der linguistischen Literatur keine einheitliche Auffassung zu den verschiedenen Antonymiebeziehun-

<sup>5</sup> Mit „gleiche spezifischste“ Sorte ist folgendes gemeint: Wenn z.B. die Relation ( $s_1$  **ANTO**  $s_2$ ) zutrifft und  $s_1 \in co$  gilt, dann reicht es nicht aus, wenn  $s_2 \in o$  zutrifft (obwohl dann  $s_1, s_2 \in o$  gelten würde). Vielmehr muß  $s_2$  dann auch der spezifischeren Sorte **co** angehören.

gen anzutreffen ist<sup>6</sup> (s. hierzu [128], der als Oberbegriff für alle begrifflichen Gegensatzpaare den Terminus „Oppositeness“ verwendet.).

## 18.2.6 ARG1/2/3: Argumentbeziehungen auf Metaebene

**ARG1/2/3:** *si* × *ent*

**Definition:** Die Relationen (s **ARG1** e), (s **ARG2** e) bzw. (s **ARG3** e) verbinden einen natürlichsprachlich relational umschriebenen Sachverhalt s (vgl. Relation **SUBR**) mit dem ersten, zweiten bzw. dritten Argument des relationalen Konzepts, das s dominiert.

**Mnemonic:** argument – Argument

(x **ARG1/2/3** y) – [das relationale Konzept x hat y als 1./2./3. Argument]

**Fragemuster:** Welches ist das erste, zweite bzw. dritte Argument von ⟨s⟩?

**Kommentar:** Die Relationen **ARG1**, **ARG2** und **ARG3**<sup>7</sup> dienen auf semantischer Ebene vorwiegend zur Charakterisierung der Argumentbeziehungen von Verben, die Relationen im Sinne der MultiNet-Darstellungsmittel beschreiben.<sup>8</sup> Hierzu gehören Verben wie:

„*ähneln*“ (**ANLG**), „*sich unterscheiden*“ (**DISTG**), „*gleich*“ (**EQU**) u.a.

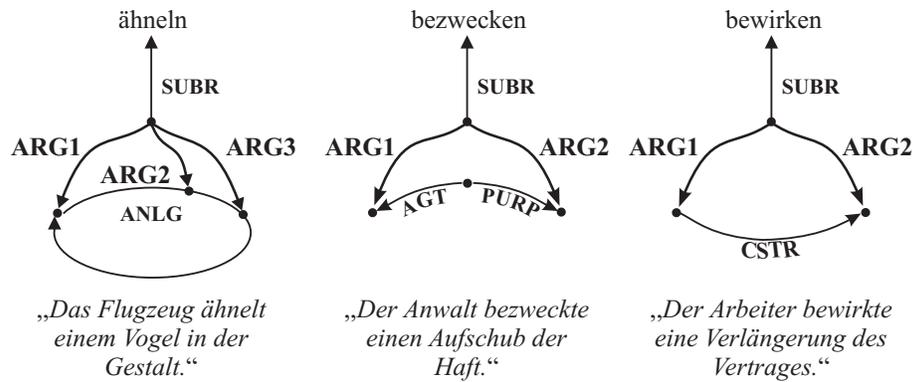
Die Semantik dieser Verben kann nicht mit der üblichen Partizipantenstruktur bzw. mit kognitiven Rollen (K-Rollen) beschrieben werden. Insbesondere kennzeichnen viele der von der traditionellen Grammatik als Zustandsverben klassifizierten Wörter (wie die genannten) keine „Zustände“ im physikalischen Sinn, sondern relationale Zusammenhänge. Aber auch die Relationen, die kognitive Rollen von Vorgangsverben bezeichnen, können auf einer Metaebene wiederum durch natürlichsprachliche Begriffe beschrieben werden, deren Semantik nicht mit einer Partizipantenstruktur zu charakterisieren ist. Hierzu gehören Verben wie:

„*veranlassen*“/, „*bewirken*“ (**AGT**, **CSTR**), „*sich ergeben*“ (**RSLT**), „*dienen zu*“ (**PURP**) u.a.

<sup>6</sup> Analoges kann man auch zur Synonymiebeziehung feststellen.

<sup>7</sup> Wenn man die zwei dreistelligen Relationen **ANLG/3** und **DISTG/3** eliminiert (s. dort), dann kann die Relation **ARG3** entfallen.

<sup>8</sup> Daß es solche Wörter gibt, ist ohne weiteres verständlich, da die natürliche Sprache zu gleicher Zeit Sprache und Metasprache ist (also die semantischen Darstellungsmittel wiederum natürlichsprachlich umschrieben werden können).



### 18.2.7 ASSOC: Die assoziative Beziehung

**ASSOC:** *ent* × *ent*

**Definition:** Die Relation ( $e_1$  ASSOC  $e_2$ ) gibt an, daß zwischen den beiden Argumenten  $e_1$  und  $e_2$  ein nicht näher spezifizierter kognitiver Zusammenhang besteht, dem zumindest prinzipiell eine tiefere semantische Beziehung zugrunde liegt (wenn diese auch nicht im semantischen Netz aufgelöst und explizit dargestellt ist). Die Relation ASSOC ist symmetrisch<sup>9</sup>, reflexiv und eingeschränkt transitiv (s.u.).

**Mnemonic:** association – Assoziation

(x ASSOC y) – [x ist mit y assoziiert]

**Fragemuster:** Womit [haben]  $\langle e_1 \rangle / \langle e_2 \rangle$  etwas zu tun?

Was wird mit  $\langle e_1 \rangle / \langle e_2 \rangle$  assoziiert?

Haben  $\langle e_1 \rangle$  und  $\langle e_2 \rangle$  etwas miteinander zu tun?

**Kommentar:** Die Relation ASSOC ist mit einem heuristischen Aspekt verknüpft, da die Fortpflanzung der Assoziativbeziehung in einem semantischen Netz nicht streng axiomatisch definiert werden kann. Mit ASSOC sollten nur solche Zusammenhänge wiedergegeben werden, die inhaltlich so eng mitein-

<sup>9</sup> Aus kognitiver Sicht lassen sich durchaus Bedenken gegen die Symmetrie der ASSOC-Relation erheben. Wenn man z.B. (Hai ASSOC gefährlich) als eine „natürliche“ Assoziation ansieht, so muß das für die umgekehrte Richtung gefährlich → Hai nicht unbedingt gelten (zumindest dürften die Assoziationsstärken verschieden sein). Wenn sich diese Vermutung bestätigt, ist die Symmetrieeigenschaft fallen zu lassen.

einander verbunden sind, daß ihre explizite Hervorhebung kognitiv noch gerechtfertigt ist.

Einerseits liegt es nahe, eine Transitivität der **ASSOC**-Beziehung zu postulieren:

$$\bullet (e_1 \text{ ASSOC } e_2) \wedge (e_2 \text{ ASSOC } e_3) \rightarrow (e_1 \text{ ASSOC } e_3) \quad (118)$$

Andererseits dürfen Assoziationsketten nicht unbegrenzt fortsetzbar sein, weil sich die Assoziationen mit zunehmender Kantenzahl zwischen den Entitäten  $e_1$  und  $e_2$  immer stärker abschwächen. Eine numerische Spezifikation für die **semantische Distanz** zweier Entitäten, die noch als assoziativ miteinander verknüpft zu betrachten sind (etwa durch die Zahl der dazwischen liegenden Kanten), läßt sich nicht angeben (siehe Teil I, Abschn. 4.4.3).

## 18.2.8 ATTCH: Relation zur Objektzuordnung

**ATTCH:**  $[o \setminus at] \times [o \setminus at]$

**Definition:** Die Relation  $(o_1 \text{ ATTCH } o_2)$  gibt an, daß das Objekt  $o_1$  immanent oder situativ dem Objekt  $o_2$  zugeordnet ist. Die Beziehung **ATTCH** zwischen zwei speziellen Objekten kann, muß aber nicht symmetrisch sein.

**Mnemonic:** attachment – Verbindung, Zuordnung

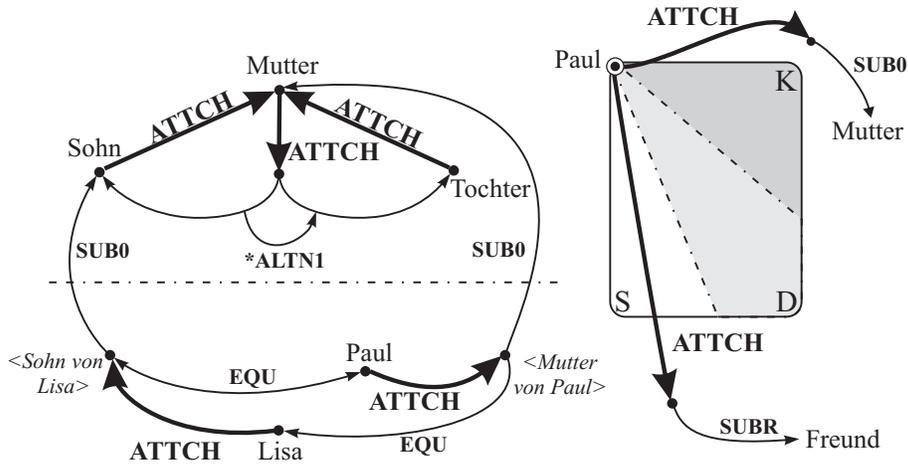
(x **ATTCH** y) – [dem Objekt x ist das Objekt y zugeordnet]

**Fragemuster:** {Wodurch/Durch welches Objekt} ist  $\langle o_1 \rangle$  bzw.  $\langle o_2 \rangle$  charakterisiert?

Was {besitzt/hat}  $\langle o_1 \rangle$ ?

$\langle WR \rangle$  hat  $\langle o_2 \rangle$ ?

**Kommentar:** Die Relation  $(o_1 \text{ ATTCH } o_2)$  erlaubt die Charakterisierung eines Objekts  $o_1$  durch Zuordnung eines anderen Objekts  $o_2$ . Für die immanente Zuordnung sind z.B. Verwandtschaftsbeziehungen typisch und für eine situative Zuordnung Freundschaftsbeziehungen. Wenn die Zuordnung eindeutig ist, dann spielt die Kombination von Relationen **ATTCH – SUB – EQU** (s. Bild) eine analoge Rolle wie die Kombination **ATTR – SUB – VAL** für Attributzuweisungen (vgl. **VAL**). Wie die nachstehenden Beispiele zeigen, kann die Relation **ATTCH** nicht durch die Beziehung **ATTR** ausgedrückt werden, da abgesehen von der Verletzung von Sortenbedingungen die Begriffe Mutter bzw. Freund keine Attribute des Individualkonzepts Paul sind, sondern immanent bzw. situativ zugeordnete (relationale) Objekte.



Wenn keine eindeutige Objektzuordnung mit Hilfe der Relationskombination **ATTCH** – **SUB** bzw. **ATTCH** – **SUB0** und einem entsprechenden Oberbegriff vorliegt (z.B. wenn im Bild Paul nicht der einzige Sohn von Lisa ist), dann ist eine adäquate Bedeutungsdarstellung nicht mit Hilfe der Relation **EQU**, sondern nur unter Einbeziehung der präextensionalen Ebene und insbesondere der **ELMT**-Relation möglich (s. Beispiel b) bei **ELMT**).

### 18.2.9 ATTR: Angabe eines charakteristischen Merkmals

**ATTR:**  $[o \cup l \cup t] \times at$

**Definition:** Die Relation (o **ATTR** m) gibt an, daß m ein charakteristisches Merkmal bzw. Attribut von o ist.

**Mnemonic:** attribute – Attribut

(x **ATTR** y) – [x hat das Merkmal/Attribut y]

**Fragemuster:** Welches Merkmal besitzt ⟨o⟩?

Welche Objekte sind durch das Merkmal ⟨m⟩ gekennzeichnet?

{Was ist typisch für/Was kennzeichnet} ⟨o⟩?

Mit welchem charakterisierenden Begriff ist ⟨o⟩ verknüpft?

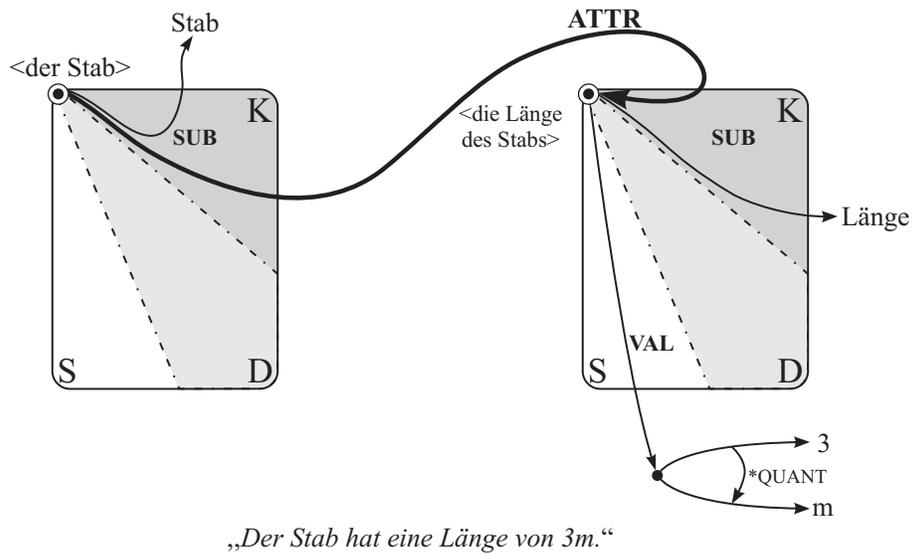
**Kommentar:** Die Relation **ATTR** ist typisch für die Darstellung des allgemeingültigen Hintergrundwissens, das immanenten (nicht situationsgebundenen) Charakter trägt. Da mit **ATTR** gewöhnlich definierende Komponenten der

Bedeutungsstruktur eines Objektes spezifiziert werden, sind diese i.a. im immanenten Teil einer Begriffskapsel zu spezifizieren. Es ist zu beachten, daß auch Merkmale (wie z.B. Höhe, Gewicht, usw.), deren Werte sich ändern können, im allgemeinen definitorischen/immanenten Charakter tragen (nur der Wert ändert sich in diesem Fall situativ, s. Bild).

Zwischen **ATTR** und **PROP** besteht für  $w \in p$  die Beziehung:

$$\bullet (o_1 \text{ ATTR } o_2) \wedge (o_2 \text{ VAL } w) \rightarrow (o_1 \text{ PROP } w) \quad | w \in p \quad (119)$$

Wenn mit **ATTR** bzw. **VAL** okkasionelle/situative Komponenten der Bedeutungsstruktur eines Begriffes B spezifiziert werden sollen, so sind diese im situativen Teil der Bedeutungsstruktur (Kapsel) von B anzuordnen.



### 18.2.10 AVRT: K-Rolle – Wegwendung/Abwendung

**AVRT:** [*dy* ∪ *ad*] × *o*

**Definition:** Die Relation (v AVRT o) gibt die Beziehung zwischen einem Vorgang v und dem am Vorgang beteiligten Objekt o an, von dem sich die Trägerhandlung des Vorgangs abwendet, wobei das Objekt o nicht verändert wird.

**Mnemonic:** avert – weg-/abwenden

(x AVRT y) – [x enthält eine Wegwendung von y]

**Fragemuster:** Von ⟨WM⟩ ⟨A-transfer-Handlung⟩?

Von ⟨WM⟩ wendet sich die Handlung ab?

⟨WM⟩ { [abschwören]/[aberkennen]/[entziehen]. . . } ⟨c⟩?

mit ⟨A-transfer-Handlung⟩ = { wegnehmen, kaufen, stehlen, extrahieren, . . . }

**Kommentar:** Die K-Rolle AVRT kommt besonders häufig bei Verben vor, die die Übertragung eines materiellen oder immateriellen Besitzes (eines Gegenstands, einer Information, eines Titels usw.) beinhalten, was in den ersten beiden Fragemustern zum Ausdruck kommt. Dabei ist die Handlung von dem direkten Objekt o weg gerichtet bzw. sie wendet sich von diesem ab.

(18.10) „Der Titel wird [dem Verein] AVRT<sub>arg2</sub> aberkannt.“

(18.11) „[Dem Mitarbeiter] AVRT<sub>arg2</sub> wird die Unterstützung entzogen.“

(18.12) „Der Dieb stahl [der Kundin] AVRT<sub>arg2</sub> die Geldbörse.“

Obwohl die Tiefenrelation AVRT in der natürlichsprachlichen Umschreibung oft mit dem Dativ ausgedrückt wird (s. obige Beispiele), ist sie nicht immer mit dem Oberflächenkasus Dativ verbunden.

(18.13) „Der Spieler [verließ] AVRT<sub>arg1</sub> [das Spielfeld] AVRT<sub>arg2</sub>.“

Es ist darauf zu achten, daß bei „hinweg-gerichteten“ Bewegungen auch Doppelcharakterisierungen eines Objekts mit verschiedenen K-Rollen möglich sind, wie das nachfolgende Beispiel zeigt (dort wird das Objekt „der Hase“ mit AFF und AVRT an den Vorgangsknoten angebunden).

(18.14) „Der Jäger [I] AFF<sub>argavrt</sub> zog [2] AFF<sub>argavrt</sub> dem Hasen das Fell ab.“

Die Relation AVRT stellt für den Fall, daß o ein Konkretum ist, eine Spezialisierung der allgemeinen Herkunftsangabe, Relation SOURC, dar. Sie ist als Pendant zur Relation ORNT anzusehen.

### 18.2.11 BENF: K-Rolle – Benefaktiv

**BENF:**  $[si \cup o] \times [o \setminus abs]$

**Definition:** Die Relation (e **BENF** b) gestattet es, den Nutznießer (Benefaktor) b einer Situation  $e \in si$  oder eines Objekts  $e \in o$  anzugeben. Im Falle  $e \in si$  ist b im allgemeinen selbst nicht unmittelbar an der Trägersituation e (meist ein Vorgang) beteiligt und wird nicht von e verändert. Wenn e eine Situation ist und in e ein Objekt mit negativer Konnotation beteiligt ist (s. Beispiel 18.17), so ist b als das von e bedachte Objekt anzusehen. Das Objekt b ist dann nicht „Nutznießer“ i.e.S., sondern dem b ist in diesem Falle ein bestimmter evtl. auch „negativer“ Effekt der Handlung zugebracht.

**Mnemonic:** beneficiary – Nutznießer

(x **BENF** y) – [x ist dem y zugebracht]

**Fragemuster:** ⟨WM⟩ zuliebe ⟨s⟩?

Zugunsten ⟨WS⟩ ⟨s⟩?

⟨WR⟩ ist Nutznießer von ⟨s⟩?

⟨WR⟩ wird durch die Handlung bedacht?

**Kommentar:** Die Relation **BENF** ist von der Relation **ORNT** wohl zu unterscheiden:

(18.15) „Er [schrieb] **BENF**<sub>arg1</sub> [für seinen Freund] **BENF**<sub>arg2</sub> einen Brief.“

aber:

(18.16) „Er [schrieb] **ORNT**<sub>arg1</sub> [seinem Freund] **ORNT**<sub>arg2</sub> einen Brief.“

Objekt, dem ein „negativer“ Effekt zugebracht ist:

(18.17) „Der Wärter [bereitete] **BENF**<sub>arg1</sub> [für den Gefangenen] **BENF**<sub>arg2</sub> Gift zu.“

Die Relationen **BENF** und **ORNT** können auch gemeinsam in einem Vorgang auftreten:

(18.18) „[Für die neue Sporthalle] **BENF**<sub>arg2</sub> [I] **BENF**<sub>argornnt</sub> übergab der Sponsor [der Stadt] **ORNT**<sub>arg2</sub> einen Scheck.“

Als Beispiele aus dem Bereich der Zustandsdarstellungen können gelten:

(18.19) „Die Keule [dient] **BENF**<sub>arg1</sub> [dem Eingeborenen] **BENF**<sub>arg2</sub> als Waffe.“

(18.20) „Die Indizien [sprechen für]<sup>BENF<sub>arg1</sub></sup> [den Angeklagten]<sup>BENF<sub>arg2</sub></sup>.“

(18.21) „Der Lehrling [nutzt]<sup>BENF<sub>arg1</sub></sup> [dem Meister]<sup>BENF<sub>arg2</sub></sup>.“

Das Zusammenwirken der Relationen **BENF**, **ORNT** und **OBJ** soll an folgendem Sachverhalt illustriert werden:

(18.22) „[Der Kumpan]<sup>AGT<sub>arg2</sub></sup> gab [dem Verdächtigen]<sup>BENF<sub>arg2</sub></sup> zuliebe [der Polizei]<sup>ORNT<sub>arg2</sub></sup> [einen falschen Tip]<sup>OBJ<sub>arg2</sub></sup>.“

Das zweite Argument von **BENF** muß ein Konkretum sein. Im Bereich der Abstrakta ist **PURP** das Pendant zu **BENF**.

Das erste Argument von **BENF** kann auch ein konkretes Objekt sein:

(18.23) „[Die Medizin]<sup>BENF<sub>arg1</sub></sup> für [den Patienten]<sup>BENF<sub>arg2</sub></sup>.“

Hier ist der Zweck des Medikaments die Heilung (**PURP**) und der Patient ist der Benefaktor (**BENF**).

### 18.2.12 CAUS: Kausalbeziehung

**CAUS:** [si' ∪ abs'] × [si' ∪ abs']

**Definition:** Die Relation ( $s_1$  **CAUS**  $s_2$ ) gibt an, daß die reale Situation  $s_1$  Ursache für die reale Situation  $s_2$  ist.<sup>10</sup>  $s_2$  ist die tatsächlich von  $s_1$  hervorgerufene Wirkung. Die Relation **CAUS** ist transitiv, asymmetrisch und nicht reflexiv.

**Mnemonic:** cause – Ursache

(x **CAUS** y) – [x ist Ursache von y]

**Fragemuster:** {Warum/Wieso/Weshalb/Weswegen} ⟨ $s_2$ ⟩?

{Woran/An ⟨WM⟩} {[sterben]/[leiden]/[erkranken]/...} ⟨d⟩?

Wodurch [verursacht werden] ⟨ $s_2$ ⟩?

Worin liegt die Ursache für ⟨ $s_2$ ⟩?

Welche Wirkung {hat/hatte} ⟨ $s_1$ ⟩?

{Dank/Aufgrund} ⟨WS⟩ ⟨ $s_1$ ⟩ {[geschehen]/[eintreten]/...} ⟨ $s_2$ ⟩?

**Kommentar:** Die Kausalitätsbeziehung steht in engem Zusammenhang zur Zeitrelation **ANTE**, da die Wirkung zeitlich nicht vor der Ursache liegen kann:

<sup>10</sup> Der Merkmalswert [**FACT** = *real*] wird durch einen Strich am Sortensymbol symbolisiert.

•  $(x \text{ CAUS } y) \rightarrow \neg(y \text{ ANTE } x)$  (120)

Zwischen den Relationen **CSTR** und **CAUS** besteht folgende Beziehung:

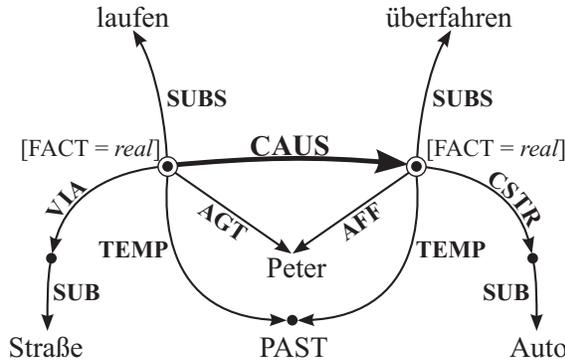
•  $(s_1 \text{ CSTR } d) \rightarrow \exists s_2 ((s_2 \text{ AGT } d) \vee (s_2 \text{ INSTR } d)) \wedge (s_2 \text{ CAUS } s_1)$  (121)

Als typisch für die Beschreibung einer Kausalbeziehung kann der Satz 18.26 unten angesehen werden. Er macht deutlich, daß durch **CAUS** im Gegensatz zu **COND** und **IMPL** immer faktische Sachverhalte, die durch das Merkmal **[FACT = real]** gekennzeichnet sind, miteinander verknüpft werden.

(18.24) „[Die Erregung]<sup>CAUS<sub>arg2</sub></sup> über [das ungewöhnliche Ereignis]<sup>CAUS<sub>arg1</sub></sup>.“

(18.25) „[Peter leidet]<sup>CAUS<sub>arg2</sub></sup> [an Gastritis]<sup>CAUS<sub>arg1</sub></sup>.“

(18.26) „Weil [Peter über die Straße lief,]<sup>CAUS<sub>arg1</sub></sup> [wurde er von einem Auto überfahren]<sup>CAUS<sub>arg2</sub></sup>.“



**18.2.13 CHEA: Sortenwechsel: Vorgang – Abstraktum**

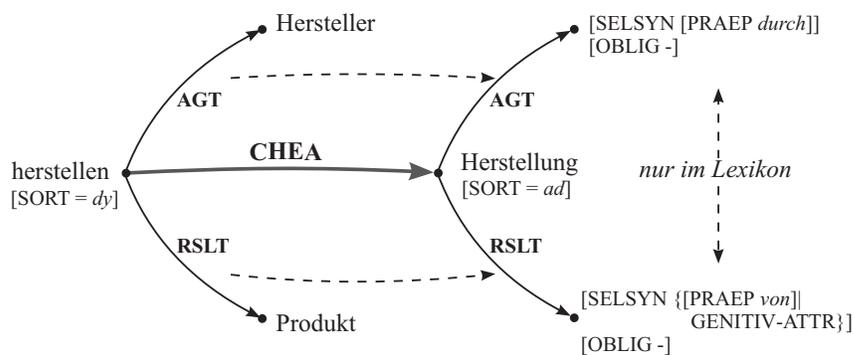
**CHEA:** *dy* × *ad*

**Definition:** Die Relation (v **CHEA** a) drückt die Beziehung zwischen einem Vorgang v und einem Abstraktum a aus, das zumindest in einem Teil seines Bedeutungsumfangs mit der Bedeutung von v übereinstimmt.

**Mnemonic:** change event to abstractum – Wechsel von Ereignis zu Abstraktum

**Fragemuster:** –

**Kommentar:** Die Relation **CHEA** dient vorwiegend der Darstellung des Hintergrundwissens und ist innerhalb der semantischen Darstellungsmittel das Pendant zur Substantivierung von Verben in der Oberflächenstruktur. Sie stellt die Beziehungen zwischen solchen Lexemen wie Produktion<sub>1</sub> und produzieren, Untersuchung und untersuchen, Eingabe<sub>1</sub> und eingeben, Arbeit<sub>1</sub> und arbeiten, Integration und integrieren usw. her. Eine Gleichsetzung der Bedeutung von Verb und substantiviertem Verb ist i.a. nicht möglich, da viele der substantivierten Verben im Gegensatz zum eigentlichen Verb doppelte Bedeutung besitzen – nämlich Handlung und Ergebnis der Handlung zu sein. Die Relation **CHEA** spielt eine wichtige Rolle für den Mechanismus der Übertragung der Tiefenkasusrahmen vom Verb auf das substantivierte Verb und ist besonders wichtig für die Darstellung des lexikalischen Wissens.



Das stark verkürzte Schema der Übertragung von kognitiven Rollen bedeutet: Die Relationen **AGT** und **RSLT** werden von **herstellen** auf **Herstellung** vererbt, wobei der Agent bei **Herstellung** in der Oberflächenstruktur der NL syntaktisch durch eine Präpositionalphrase mit „*durch*“ beschrieben wird.<sup>11</sup> Das Resultat der Handlung **RSLT** wird entweder durch eine Präpositionalphrase mit „*von*“ oder mit reinem Genitivattribut an die Handlung angeschlossen. Allgemein gilt, daß die Tiefenrelationen bei dem Knoten der Sorte [*ad*] auch dann fakultativ sind (Symbol: [OBLIG-]), wenn die entsprechenden Relationen bei dem mit Sorte [*dy*] markierten Knoten obligatorischen Charakter haben.

<sup>11</sup> Die im Bild angegebene syntaktische Charakterisierung wird im Computerlexikon, nicht im semantischen Netz gespeichert. Tatsächlich ist die im Lexikon COLEX [175] verwendete Spezifikation wesentlich differenzierter als die hier angegebene schematische Darstellung.

### 18.2.14 CHPA: Sortenwechsel: Eigenschaft – Abstraktum

**CHPA:**  $ql \times at$

**Definition:** Die Relation (p **CHPA** a) drückt die Beziehung zwischen einer Eigenschaft p und einem bedeutungsverwandten Abstraktum a, einem Merkmal, aus.

**Mnemonic:** change of property to abstractum

**Fragemuster:** –

**Kommentar:** Diese Relation ist wichtig für den Aufbau des Hintergrundwissens, um Beziehungen zwischen Eigenschaften und den aus ihnen abgeleiteten Abstrakta herzustellen, wie z.B.:

(hoch <b>CHPA</b> Höhe)	(schwer <b>CHPA</b> Schwere)
(tief <b>CHPA</b> Tiefe)	(fest <b>CHPA</b> Festigkeit)
(breit <b>CHPA</b> Breite)	

Wenn auch nach der Relation **CHPA** kaum direkt gefragt werden wird, ist sie doch wichtig für die Transformation von Fragen:

„Wie [hoch]<sup>**CHPA**<sub>arg1</sub></sup> liegt die Station?“ →  
 „In welcher [Höhe]<sup>**CHPA**<sub>arg2</sub></sup> liegt die Station?“  
 „Wie [lang]<sup>**CHPA**<sub>arg1</sub></sup> ist X?“ →  
 „Welche [Länge]<sup>**CHPA**<sub>arg2</sub></sup> {besitzt/hat} X?“

Mit Hilfe der Relation **CHPA** läßt sich eine Beziehung zwischen dem Eigenschaftsbesitz und situativen bzw. definierenden Attributen von Konkreta herstellen:

$$\bullet (c \text{ PROP } p) \wedge (p \text{ CHPA } a_1) \rightarrow \exists a_2 (c \text{ ATTR } a_2) \wedge (a_2 \text{ SUB } a_1) \quad (122)$$

bzw. für Eigenschaften, die mit quantitativer Spezifikation verknüpft sind:

$$\bullet (c \text{ PROP } (*\text{MODP } q \text{ } p)) \wedge (p \text{ CHPA } a_1) \rightarrow \exists a_2 (c \text{ ATTR } a_2) \wedge (a_2 \text{ SUB } a_1) \wedge (a_2 \text{ VAL } q) \quad (123)$$

### 18.2.15 CHPE: Sortenwechsel: Eigenschaft – Vorgang

CHPE:  $ql \times dy$

**Definition:** Die Relation (p CHPE v) stellt die Beziehung zwischen einer Eigenschaft p im weitesten Sinne und einem Vorgang v dar und bringt zum Ausdruck, daß v der Vorgang des Entstehens der Eigenschaft p ist.

**Mnemonic:** change property to event – Wechsel von Eigenschaft zu Vorgang

**Fragemuster:** –

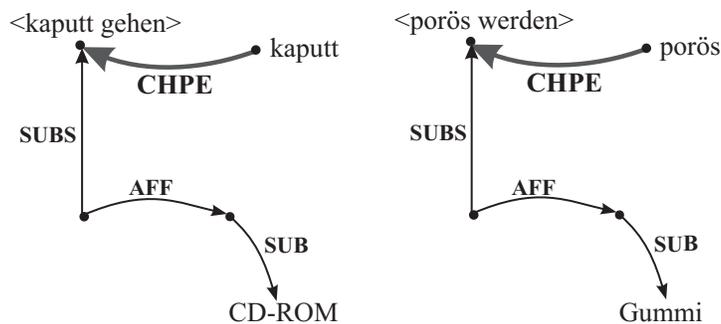
**Kommentar:** Die Relation CHPE dient in erster Linie zur Darstellung des Zusammenhangs zwischen der Bedeutung von Adjektiven und der Bedeutung inchoativer Verben:

(kalt CHPE erkalten)	(zornig CHPE erzürnen)
(tief CHPE vertiefen)	(friedlich CHPE befrieden)
(arm CHPE verarmen)	(gleich CHPE angleichen)
(schwarz CHPE schwärzen)	(invers CHPE invertieren)

Die Relation CHPE wird dementsprechend sowohl zur Darstellung lexikalischer Beziehungen als auch zur Darstellung des Hintergrundwissens eingesetzt. Darüber hinaus dient die Relation CHPE zur Darstellung nicht lexikalischer Vorgänge, die mit Hilfe prädikativ gebrauchter Adjektive in Verbindung mit dem Hilfsverb werden oder mit gehen beschrieben werden (im Englischen bildet man die entsprechenden Konstruktionen häufig mit (to get)).

(18.27) „Die CD-ROM ging gestern [kaputt] CHPE<sub>arg1</sub>.“

(18.28) „Der Gummi [wird porös] CHPE<sub>arg2</sub>.“



### 18.2.16 CHPS: Sortenwechsel: Eigenschaft – Zustand

**CHPS:**  $p \times as$

**Definition:** Die Relation (p **CHPS** s) dient zur Charakterisierung eines Zustandes und bringt zum Ausdruck, daß der Zustand s wesentlich durch die Eigenschaft p bestimmt wird.

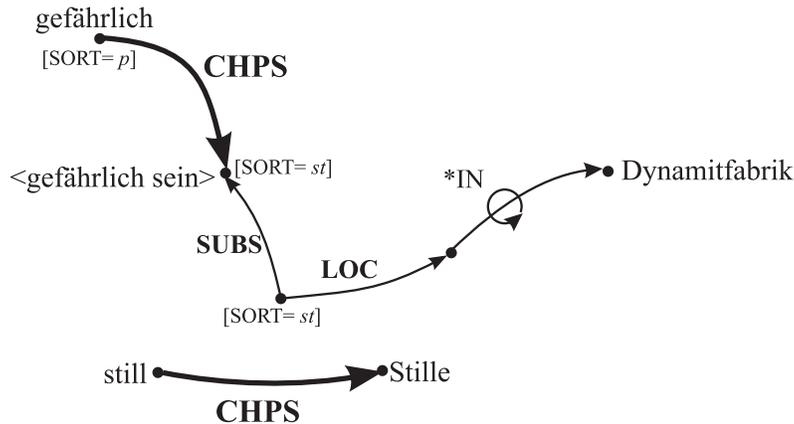
**Mnemonic:** change property to state – Wechsel von Eigenschaft in Zustand

**Fragemuster:** –

**Kommentar:** Die Relation **CHPS** wird für die semantische Repräsentation von Zuständen bestimmt, die durch adjektiv-getragene natürlichsprachliche Phrasen beschrieben werden (sie spielt auch für die Repräsentation des lexikalischen Wissens eine Rolle). Ebenso wie bei den anderen Sortenwechselrelationen ist es nicht sinnvoll, nach der Relation **CHPS** zu fragen. Mit Hilfe von **CHPS** lassen sich Zustände darstellen, die durch Konstruktionen wie „es ist p ...“ usw. in der Oberflächenstruktur beschrieben werden.

(18.29) „Am Nordpol ist es kalt. (Zustand: kalt sein)“

(18.30) „In einer Dynamitfabrik ist es gefährlich. (Zustand: gefährlich sein)“



Es ist epistemologisch noch nicht vollständig geklärt, worin sich Zustände und Eigenschaften genau unterscheiden, und ob diese feinnuancierte Unterscheidung in der semantischen Repräsentation für ein FAS erforderlich ist (das

wichtigste Unterscheidungsmerkmal dürfte die zeitliche Beständigkeit sein, aber auch das ist sehr vage). Wenn die Unterscheidung in der Tiefenstruktur nicht aufrecht erhalten werden soll, würde immerhin die Relation **CHPS** im Lexikon den Ansatzpunkt für eine Normalisierung der Darstellung (durch Eliminierung einer Sichtweise) liefern.

### 18.2.17 CHSA: Sortenwechsel: Zustand – Zustand

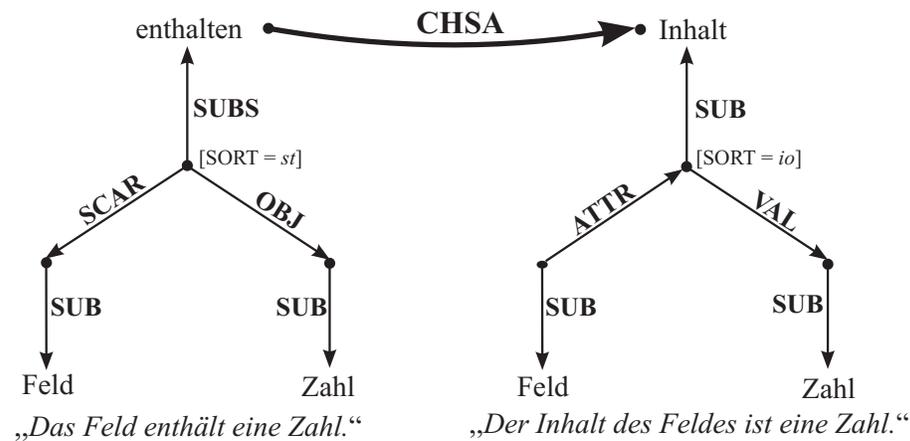
**CHSA:**  $st \times as$

**Definition:** Die Relation ( $s_1$  **CHSA**  $s_2$ ) bringt die Beziehung zwischen in ihrer Bedeutung ähnlichen oder sich in ihrem Bedeutungsumfang teilweise überdeckenden – aber in der Oberflächenstruktur verschieden bezeichneten – Zuständen bzw. abstrakten Objekten zum Ausdruck, wobei  $s_1$  in der Oberflächenstruktur durch ein Verb und  $s_2$  durch ein Abstraktum beschrieben wird.

**Mnemonic:** change of state to abstractum – Abstraktion von Zuständen

**Fragemuster:** –

**Kommentar:** Bei dieser Relation kommt der lexikalische Charakter, der allen Sortenwechselrelationen anhaftet, am deutlichsten zum Ausdruck.



Beispiele: (dürsten **CHSA** Durst) („*P. dürstet / P. hat Durst*“)  
 (hungern **CHSA** Hunger) („*P. hungert / P. hat Hunger*“)  
 (enthalten **CHSA** Inhalt) („*Das Feld enthält eine Zahl / „hat eine Zahl zum Inhalt*“)

Die Relation **CHSA** vermittelt eine Transformation zwischen Zustandsrollen, wie **SCAR** bzw. **SSPE** oder **OBJ** auf der einen Seite (Knoten der Sorte [*st*]) und Attribut-/Wert-Spezifikationen mit **ATTR** bzw. **VAL** auf der anderen Seite (Knoten der Sorte [*io*]).

### 18.2.18 CHSP1/2/3: Sortenwechsel: Situation – Eigenschaft

**CHSP1/2/3:**  $si \times [tq \cup gq]$

**Definition:** Die Sortenwechselrelationen (s **CHSP1** p), (s **CHSP2** p) bzw. (s **CHSP3** p) repräsentieren auf semantischer Ebene die Beziehung zwischen einem situativen Konzept s und der Eigenschaft p, die in der natürlichen Sprache durch das Partizip Präsens aktiv bzw. Partizip Perfekt bzw. Partizip Präsens passiv desjenigen Verbs beschrieben wird, das s bezeichnet.<sup>12</sup>

**Mnemonic:** change situation to property – Situation zu Eigenschaft

**Fragemuster:** –

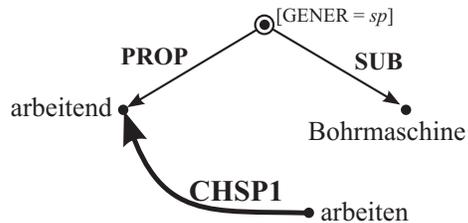
**Kommentar:** Die Relationen **CHSP1** bzw. **CHSP2** gestatten es, sowohl die lexikalischen Beziehungen zwischen Partizipien und Verben auf semantischer Ebene darzustellen als auch die attributiv verwendeten Partizipien wie normale Eigenschaften zu behandeln.

Im Falle erweiterter Partizipialkonstruktionen, die ein oder mehrere Aktanten enthalten, kann über die lexikalischen Relationen **CHSP1** bzw. **CHSP2** der Zugang zu den Valenzrahmen der entsprechenden Verben und damit eine semantische Auflösung der Partizipialkonstruktion in Vorgänge realisiert werden. In den nachstehenden Beispielen a) bis c) wurde bewußt die spezialisierende Deutung der entsprechenden Phrasen ausgewählt, was durch Anschreiben des Merkmals [**GENER** = *sp*] an den mit einem umkreisten Punkt bezeichneten Hauptknoten der Repräsentation zum Ausdruck kommt.

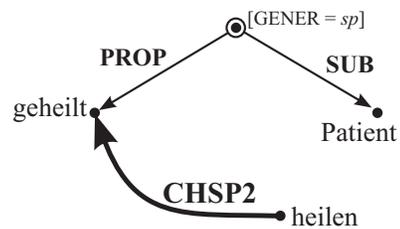
Dabei soll nicht übersehen werden, daß Phrasen wie a) oder b) auch eine generalisierende Bedeutung haben können. Die beiden Deutungen lassen sich

<sup>12</sup> Es wird hier nicht die Auffassung vertreten, daß Partizipbildung eine primär semantische Erscheinung sei (sonst müßte sie wahrscheinlich in fast allen Sprachen zu finden sein). Es ist vielmehr so, daß in Sprachen, die eine Partizipbildung kennen, die Partizipien genau diesen Sortenwechsel zwischen Situation und Eigenschaft zum Ausdruck bringen.

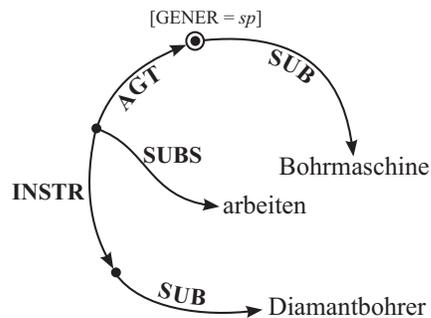
a) „Eine arbeitende Bohrmaschine“



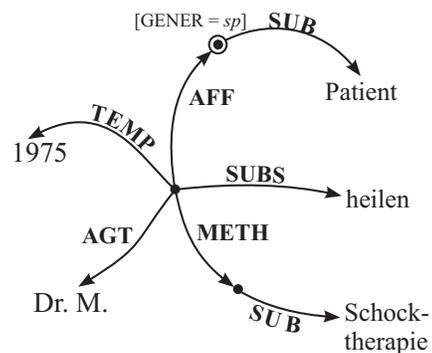
b) „Der geheilte Patient“



c) „Die mit einem Diamantbohrer arbeitende Bohrmaschine“



d) „Der von Dr. M. 1975 mit Hilfe einer Schocktherapie geheilte Patient“



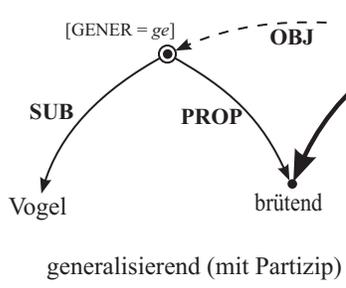
sowohl bei Auflösung in einen Vorgang als auch unter Beibehaltung des Partizips in der Darstellung ausdrücken (und zwar wieder durch Unterscheidung der Merkmalswerte für **GENER**). Dieser Sachverhalt wird an den Beispielen e) bis h) demonstriert:

Die Relation **CHSP3** (s. Beispiel i) gestattet es, den semantischen Repräsentanten des Partizip Präsens passiv zu einem vorgegebenen Verb (der ja nicht lexikalisiert ist) mit dem Repräsentanten des Stammverbs zu verbinden. Der modale Aspekt der diesem Repräsentanten anhaftet, wird nicht unmittelbar im Netz, sondern über Axiomenschemata beschrieben.

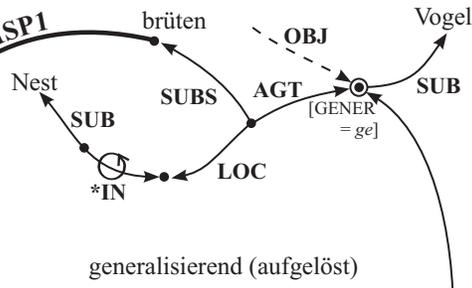
Wenn man allerdings den modalen Charakter einer solchen Partizipialkonstruktion nach dem Schema:

⟨Bedeutung des Partizips⟩ → ⟨Bedeutung des Grundverbs⟩ + ⟨Modalangabe⟩  
expliziert, dann kann man auf die Relation **CHSP3** verzichten.

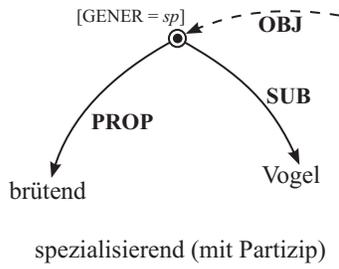
e) „Ein brütender Vogel (darf nicht gestört werden).“



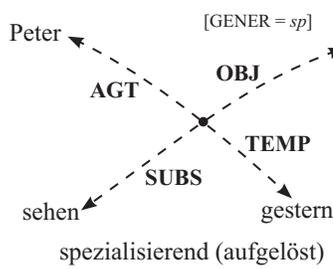
f) „Ein im Nest brütender Vogel (ist leicht zu fangen).“



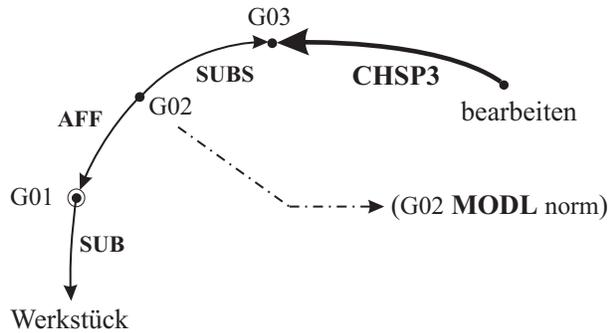
g) „(Gestern wurde das erste Mal) ein brütender Vogel (gesehen).“



h) „(Peter sah gestern) einen im Nest brütenden Vogel.“



i) „Ein zu bearbeitendes Werkstück“



### 18.2.19 CIRC: Relation zwischen Vorgang und Begleitumstand

**CIRC:**  $si \times [ab \cup si]$

**Definition:** Die Relation (s **CIRC** y) gibt die Beziehung zwischen einer Situation s und einem begleitenden Umstand, einer Begleiterscheinung oder äußeren Situation y an.

**Mnemonic:** circumstance – Umstand  
(x **CIRC** y) – [x hat y als Begleitumstand]

**Fragemuster:** Unter welchen Umständen ⟨s⟩?  
Wobei ⟨s⟩?

**Kommentar:** Der begleitende Umstand kann durch einen Vorgang, einen Zustand, aber auch durch ein Abstraktum gegeben sein:

(18.31) „[Beim Testen des Programms] **CIRC**<sub>arg2</sub> fand der Programmierer noch einen Fehler.“

(18.32) „Die Besucher genossen [bei guten Sichtverhältnissen] **CIRC**<sub>arg2</sub> einen herrlichen Rundblick.“

(18.33) „Die Schmelzöfen wurden [bei einer Temperatur von 80 Grad Celsius] **CIRC**<sub>arg2</sub> repariert.“

Die Relation **CIRC** wirkt im Gegensatz zu den Relationen **CTXT** und **COND** nicht semantisch restriktiv, d.h. sie spezifiziert eine zusätzliche Information, bei deren Wegfall der übrige Sachverhalt trotzdem gültig bleibt.

Vielen Oberflächenkonstruktionen, die mit der Präposition „bei“ gebildet werden (vor allem denjenigen, die im Sinne von „nur bei“ zu deuten sind) liegt keine **CIRC** – Relation, sondern eine **COND** – Relation zugrunde:

(18.34) „[(Nur) bei Auftreten eines Programmfehlers] **COND**<sub>arg1</sub> werden die Fehlerbehandlungsroutinen aufgerufen.“

(18.35) „[(Nur) beim Aufenthalt im Gefahrenbereich] **COND**<sub>arg1</sub> ist erhöhte Vorsicht geboten.“

Das Kriterium dafür, ob ein Sachverhalt  $s_1$  mit der Relation **CIRC** oder den Relationen **COND** bzw. **CTXT** mit einem zweiten Sachverhalt  $s_2$  verknüpft werden muß, sollte der Test sein, ob der den Sachverhalt  $s_1$  beschreibende Satz bzw. Teilsatz auch ohne die entsprechende Ergänzung  $s_2$  zutrifft oder nicht.

### 18.2.20 CNVRS: Verknüpfung konverser Begriffe

**CNVRS:**  $\text{sort} \times \text{sort}$  mit *sort* als beliebige, aber für beide Argumente gleiche spezifischste Sorte

**Definition:** Die Relation ( $s_1$  **CNVRS**  $s_2$ ) dient zur semantischen Verknüpfung konverser Begriffe  $s_1$  und  $s_2$ . Diese Begriffe sind dadurch gekennzeichnet, daß sie in einem sehr allgemeinen Sinn als Relationen deutbar sind, wobei die Vertauschung der Argumente von  $s_1$  bzw.  $s_2$  jeweils den einen Begriff in den anderen Begriff überführt und umgekehrt. Entsprechend dieser Definition ist die Relation **CNVRS** symmetrisch.

**Mnemonic:** convers – konvers/umgekehrt  
( $x$  **CNVRS**  $y$ ) – [ $x$  ist konvers zu  $y$ ]

**Fragemuster:** Was ist [das Pendant/das Gegenstück] zu  $\langle s_1 \rangle / \langle s_2 \rangle$ ?

**Kommentar:** Die Relation **CNVRS** ist eine spezielle Antonymiebeziehung, die sowohl für das Computerlexikon eines ASV-Systems als auch für die Inferenzen Bedeutung besitzt. Typische konverse Beziehungen sind zum Beispiel:  
(Ehemann **CNVRS** Ehefrau)  
(geben **CNVRS** erhalten)  
(Cousine **CNVRS** Cousin)<sup>13</sup>

Bei mehrstelligen Konversen, wie *geben* und *erhalten*, sind in MultiNet die genauen Argumentbeziehungen durch Bedeutungspostulate (B-Axiome) zu beschreiben. In diesem Fall gibt die Relation **CNVRS** im Lexikon nur eine Änderung der Argumentzuordnungen an, wobei sich im Sinne von MultiNet auch die Rollenverteilung ändern kann.

Die genauere Bedeutung von (*geben* **CNVRS** *erhalten*) wird durch folgende B-Axiome spezifiziert:

- $[(v_1 \text{ SUBS geben}) \wedge (v_1 \text{ AGT a}) \wedge (v_1 \text{ ORNT b}) \wedge (v_1 \text{ OBJ c}) \rightarrow \exists v_2 (v_2 \text{ SUBS erhalten}) \wedge (v_2 \text{ AVRT a}) \wedge (v_2 \text{ EXP b}) \wedge (v_2 \text{ OBJ c})]$  (124)
- $[(v_2 \text{ SUBS erhalten}) \wedge (v_2 \text{ AVRT a}) \wedge (v_2 \text{ EXP b}) \wedge (v_2 \text{ OBJ c}) \rightarrow \exists v_1 (v_1 \text{ SUBS geben}) \wedge (v_1 \text{ AGT a}) \wedge (v_1 \text{ ORNT b}) \wedge (v_1 \text{ OBJ c})]$  (125)

Das letzte Axiom (125) gilt nur, wenn  $a$  das Feature [POTAG +] trägt (s. hierzu Abschn. 17.1).

<sup>13</sup> Diese beiden Begriffe sind nur bedingt konvers, und zwar nur dann, wenn die Relationen  $\langle \text{Cousine von} \rangle$  bzw.  $\langle \text{Cousin von} \rangle$  verschiedengeschlechtliche Personen verbinden.

### 18.2.21 COMPL: Komplementaritätsbeziehung

**COMPL:**  $[p \times p] \cup [abs \times abs]$

**Definition:** Die Relation **COMPL** bringt die Komplementarität von Eigenschaften bzw. abstrakten Konzepten zum Ausdruck. Falls die Argumente Eigenschaften sind, gilt folgendes: Wenn die Relation  $(p_1 \text{ COMPL } p_2)$  zutrifft, dann muß ein Objekt  $o$ , für das die Eigenschaften  $p_1$  und  $p_2$  überhaupt zutreffen können, genau eine der beiden Eigenschaften besitzen (analoges gilt für die Abstrakta, s. Axiome (129) und (130)). Die Relation **COMPL** ist symmetrisch.

**Mnemonic:** complement/complementary – Komplement/komplementär  
( $x \text{ COMPL } y$ ) – [x ist komplementär zu y]

**Fragemuster:** Welche Eigenschaft ist das genaue Gegenteil von  $p$ ?

**Kommentar:** Die Relation **COMPL** gestattet es, komplementäre Eigenschaften (Ausprägungen, die zu einem Merkmal gehören) miteinander in Beziehung zu setzen:

- ( $rational_1 \text{ COMPL } irrational_1$ ) [nur für Zahlen]
- ( $rational_2 \text{ COMPL } irrational_2$ ) [nur für Schlußweisen/Denkweisen]
- ( $legal \text{ COMPL } illegal$ ) [nur für rechtliche Situationen]

Es gelten folgende definierende Beziehungen:<sup>14</sup>

- $(o \text{ PROP } p_1) \wedge (p_1 \text{ COMPL } p_2) \rightarrow \neg (o \text{ PROP } p_2)$  (126)
- $\neg(o \text{ PROP } p_1) \wedge (p_1 \text{ COMPL } p_2) \rightarrow (o \text{ PROP } p_2)$  (127)
- $(p_1 \text{ COMPL } p_2) \leftrightarrow (p_2 \text{ COMPL } p_1)$  (128)

Die Relation **COMPL** ist eine Spezialisierung der Relation **CONTR**. Beispiele für die Komplementarität von abstrakten Begriffen sind:

- (Tag **COMPL** Nacht)
- (Tod **COMPL** Leben)
- (Glück **COMPL** Pech)
- (Krieg **COMPL** Frieden)

Hier gelten folgende Axiome:

$$\bullet (a \text{ SUB } c_1) \wedge (c_1 \text{ COMPL } c_2) \rightarrow \neg(a \text{ SUB } c_2) \quad (129)$$

$$\bullet (a \text{ SUBS } c_1) \wedge (c_1 \text{ COMPL } c_2) \rightarrow \neg(a \text{ SUBS } c_2) \quad (130)$$

<sup>14</sup> Die Regel (127) gilt nur, wenn  $p_1$  wenigstens prinzipiell als Eigenschaft von  $o$  in Frage kommt.

### 18.2.22 CONC: Darstellung einer Konzessivbestimmung

CONC:  $[si \cup abs] \times [si \cup ab]$

**Definition:** Die Relation ( $s_1$  CONC  $s_2$ ) gibt an, daß der Sachverhalt  $s_1$  trotz des ihm inhaltlich entgegenstehenden Umstandes  $s_2$  gilt.

**Mnemonic:** concessive – konzessiv/einräumend

(x CONC y) – [x gilt/findet statt trotz y]

**Fragemuster:** {Trotz/Ungeachtet} welchen Umstandes  $\langle s_1 \rangle$ ?

Was {[entgegenstehen]/[hinderlich sein] ... } dem  $\langle s_1 \rangle$ ?

**Kommentar:** Die Relation CONC dient sowohl zur Darstellung der Bedeutung von Konzessivsätzen, die durch „obwohl“, „obgleich“, „wenn auch“, „selbst wenn“ usw. eingeleitet werden, als auch zur Darstellung der Bedeutung der Präpositionen „trotz“, „ungeachtet“ usw.

(18.36) „Ungeachtet [des hohen Preises] CONC<sub>arg2</sub> [kaufen viele Leute den Artikel] CONC<sub>arg1</sub>.“

Als Default-Regel kann angenommen werden, daß die Negation von  $s_2$  geradezu eine Begründung/Rechtfertigung für  $s_1$  ergibt. In dieser Hinsicht können CONC und REAS als komplementär zueinander angesehen werden.

Die Relation CONC ist nicht transitiv, wie folgendes Beispiel zeigt:

(18.37) „[Obwohl der Wetterbericht gut ausfiel] CONC<sub>arg2</sub>, [regnete es] CONC<sub>arg1</sub>.“

(18.38) „[Obwohl es regnete] CONC<sub>arg2</sub>, [unternahm Max eine Wanderung] CONC<sub>arg1</sub>.“

Es gilt aber nicht:

(18.39) „[Obwohl der Wetterbericht gut ausfiel] CONC<sub>arg2</sub>, [unternahm Max eine Wanderung] CONC<sub>arg1</sub>.“

### 18.2.23 COND: Darstellung einer Konditionalbeziehung

**COND:**  $\tilde{s}_i \times \tilde{s}_i$

**Definition:** Die Relation ( $s_1$  **COND**  $s_2$ ) gibt an, daß  $s_1$  hinreichende Bedingung für das Bestehen der Situation  $s_2$  ist. Wenn  $s_2$  ein Vorgang ist, dann ist  $s_1$  hinreichende Bedingung für das Eintreten oder den Ablauf von  $s_2$  ist. Im Gegensatz zur Relation **IMPL** ist **COND** nicht transitiv.<sup>15</sup>

**Mnemonic:** condition – Kondition

(x **COND** y) – [x ist (hinreichende) Bedingung für y]

**Fragemuster:** Unter welcher {Bedingung/Voraussetzung} { $\langle s_2 \rangle$ /gilt  $\langle s_2 \rangle$ }?

Was ist {Bedingung/Voraussetzung} für  $\langle s_2 \rangle$ ?

Wann {[können]/[dürfen]}  $\langle s_2 \rangle$ ?

Wovon [abhängen]  $\langle s_2 \rangle$ ?

**Kommentar:** Im Gegensatz zur Relation ( $s_1$  **CAUS**  $s_2$ ) sind die Argumente der Relation ( $s_1$  **COND**  $s_2$ ) keine tatsächlichen/faktischen Situationen, sondern hypothetische Situationen, die nur potentiell zu gelten brauchen und deren Faktizität erst noch zu bestätigen ist<sup>16</sup>.  $s_1$  ist auch keine Ursache von  $s_2$  (siehe Relation **CAUS**), es kann eine ganz willkürlich mit  $s_2$  verknüpfte Bedingung sein:

(18.40) „[Wenn er morgen kommt]<sup>COND<sub>arg1</sub></sup>, [wird er sein Geld bekommen]<sup>COND<sub>arg2</sub></sup>.“

Oft steht aber hinter einer Konditionalbeziehung ein tieferer gesetzmäßiger Zusammenhang (der nicht unbedingt kausaler Natur sein muß).

(18.41) „[Wenn Peter nicht die Zähne putzt]<sup>COND<sub>arg1</sub></sup>, [wird er häufig zum Zahnarzt gehen müssen]<sup>COND<sub>arg2</sub></sup>.“

Das zweite Argument der **COND**-Relation kann als eine Situation betrachtet werden, deren Geltungsbereich/Wirkungsdauer durch das erste Argument bestimmt bzw. beschränkt wird (in demselben Sinne wie der Geltungsbereich realer Situationen allgemein durch temporale, lokale und andere Bestimmungen eingeschränkt werden kann). Die Gültigkeit des zweiten Sachverhalts wird

<sup>15</sup> Obwohl man die Transitivität von **COND** aufgrund der Definition dieser Relation vermuten könnte, würde die Postulierung dieser Eigenschaft im FAS zur Verknüpfung von intensional sehr weit auseinander liegenden Sachverhalten führen, zwischen denen kein Sinnzusammenhang mehr besteht.

<sup>16</sup> Dieser Umstand wird durch eine Tilde über dem Sortensymbol gekennzeichnet.

sozusagen durch die des ersten getriggert.

Im Falle eines irrealen Konditionalis (sog. **kontrafaktischer Zusammenhang** oder **counterfactual**) stehen immer einer Konditionalbeziehung ( $\tilde{s}_1$  **COND**  $\tilde{s}_2$ ) mit zwei hypothetischen Situationen  $\tilde{s}_1$  bzw.  $\tilde{s}_2$  zwei reale (faktische) Situationen  $\neg s'_1$  bzw.  $\neg s'_2$  gegenüber, die im Vergleich zu  $\tilde{s}_1$  und  $\tilde{s}_2$  verneint sind.

(18.42)

„Wenn er nicht gekommen wäre ( $\tilde{s}_1$ ), hätte er sein Geld nicht bekommen ( $\tilde{s}_2$ ).“  
 $\Downarrow$   $\Downarrow$   
 „(Er ist gekommen)“  $\neg s'_1$  „(er hat sein Geld bekommen)“  $\neg s'_2$

### 18.2.24 CONF: Referenz auf äußeren Rahmen, mit dem eine Handlung im Einklang steht

**CONF:**  $si \times [ab \cup si]$

**Definition:** Die Relation (s **CONF** x) gibt einen äußeren ideellen Rahmen x an, mit dem sich die Situation s in Übereinstimmung befindet bzw. nach dem der Vorgang s abläuft. Dieser Rahmen kann z.B. ein Plan, eine Vorschrift, eine Situation, eine Vereinbarung, eine Überlegung u.a. sein.

**Mnemonic:** conform – übereinstimmen

(x **CONF** y) – [x gilt/findet statt in Übereinstimmung mit y]

**Fragemuster:** {Entsprechend/Gemäß/Nach/In Übereinstimmung mit} ⟨WM⟩  
 ⟨rahmen⟩ ⟨si⟩?  
 {Auf der Grundlage/Kraft/Laut} ⟨WS⟩ ⟨si⟩? mit ⟨rahmen⟩ = {Gesetz, Plan, Verordnung, Überlegung, Vertrag, Vorschrift, Algorithmus, Sachverhalt, ...}

**Kommentar:** Die Relation **CONF** spielt eine besondere Rolle in Texten, die normative Regelungen enthalten (typisch für juristische Zusammenhänge):

(18.43) „[Nach dem Völkerrecht] **CONF**<sub>arg2</sub> sind Einmischungen in die inneren Angelegenheiten fremder Staaten untersagt.“

(18.44) „Die Planungen wurden [auf der Grundlage der letzten Jahresbilanz] **CONF**<sub>arg2</sub> durchgeführt.“

(18.45) „[Gemäß Anordnung] **CONF**<sub>arg2</sub> ist das Rauchen in den Arbeitsräumen verboten.“

Aber auch in mathematisch-naturwissenschaftlichen Texten kommt diese Beziehung häufig vor:

(18.46) „[Nach dem Newtonschen Gesetz]<sup>CONF<sub>arg2</sub></sup> fällt der Körper immer schneller.“

### 18.2.25 CONTR: Ausschlußbeziehung

**CONTR:**  $[p \times p] \cup [abs \times abs]$

**Definition:** Die Relation  $(p_1 \text{ CONTR } p_2)$  mit  $p_1 \in p$  gibt an, daß sich die beiden Eigenschaften  $p_1$  und  $p_2$  gegenseitig ausschließen. Die Relation **CONTR** wird auf abstrakte Situationen *abs* ausgedehnt, da diese sich ebenfalls ausschließen können. **CONTR** ist symmetrisch.

**Mnemonic:** contrary – konträr  
( $x \text{ CONTR } y$ ) – [x ist konträr zu y]

**Fragemuster:** Welche Eigenschaft steht im Gegensatz zu  $\langle p \rangle$ ?  
Welche Eigenschaft schließt  $\langle p \rangle$  aus?

**Kommentar:** Die Relation **CONTR** stellt eine Beziehung zwischen Eigenschaften her, die nicht gleichzeitig auf ein Objekt zutreffen können.

- $(o \text{ PROP } p_1) \wedge (p_1 \text{ CONTR } p_2) \rightarrow \neg (o \text{ PROP } p_2)$  (131)
- $(p_1 \text{ CONTR } p_2) \leftrightarrow (p_2 \text{ CONTR } p_1)$  (132)

Die Behauptung einer **CONTR**-Beziehung ist also etwas schwächer als die einer **COMPL**-Beziehung. Im Gegensatz zur Relation **COMPL**, läßt sich aus dem Nichtzutreffen der Eigenschaft  $p_1$  nicht auf das Zutreffen der konträren Eigenschaft  $p_2$  schließen (vgl. Axiom (127)). Die Relationen **CONTR** bzw. **COMPL** lassen sich auch auf Nicht-Eigenschaften (abstrahierte Objekte, Situationsdeskriptoren u.a.) ausdehnen, wofür aber eine relativ komplizierte Interpretation erforderlich ist.

(erwärmen **CONTR** abkühlen)  $\hat{=}$  (heiß **CONTR** kalt)  
(Liebe **CONTR** Haß) – nicht einfach auf Eigenschaften  
reduzierbar

(Leben **CONTR** Tod)  $\hat{=}$  (lebendig **CONTR** tot)

Im letzten Fall gilt sogar (lebendig **COMPL** tot).

### 18.2.26 CORR: Qualitative oder quantitative Entsprechung

**CORR:**  $\text{sort} \times \text{sort}$  mit **sort** als beliebige, aber für beide Argumente gleiche spezifischste Sorte

**Definition:** Die Relation ( $e_1$  **CORR**  $e_2$ ) dient der Angabe der qualitativen oder der quantitativen Entsprechung bzw. Korrespondenz zweier Entitäten  $e_1$ ,  $e_2$  oder deren gegenseitiger Zuordnung in einem allgemeinen, beide Entitäten umfassenden System. Die Relation **CORR** ist symmetrisch.

**Mnemonic:** correspondence – correspondence/Entsprechung  
(x **CORR** y) – [x entspricht/korrespondiert mit y]

**Fragemuster:**  $\langle \text{WM} \rangle$  [entsprechen]  $\langle e \rangle$ ?  
 $\langle \text{WR} \rangle$  ist so  $\langle p \rangle$  wie  $\langle c \rangle$ ?

**Kommentar:** Die Verschiedenartigkeit der Zuordnungsmöglichkeiten mit Hilfe der Relation **CORR** soll an folgenden Beispielen illustriert werden:

(18.47) qualitative Zuordnung:

„[Der Bibel]<sup>**CORR**<sub>arg1</sub></sup> der christlichen Religion entspricht [der Koran]<sup>**CORR**<sub>arg2</sub></sup> des Islam.“

(18.48) quantitative Zuordnung:

„[Die Größe einer Giraffe]<sup>**CORR**<sub>arg1</sub></sup> entspricht etwa [der eines Hauses]<sup>**CORR**<sub>arg2</sub></sup>.“

(18.49) Entsprechungen in zwei geordneten Systemen:

„[Den Feldern  $F_1, F_2, F_3$ ]<sup>**CORR**<sub>arg1</sub></sup> entsprechen jeweils [die Attribute  $A_1, A_2, A_3$ ]<sup>**CORR**<sub>arg2</sub></sup>.“

Zusammen mit der Funktion **\*TUPL** gestattet es die Relation **CORR**, die gegenseitige Zuordnung von Gesamtheiten (unter Berücksichtigung ihrer Anordnung) auszudrücken. Dies entspricht Wendungen, die in der Oberflächenstruktur eines Satzes häufig mit „jeweils“ gebildet werden. Der Begriff der Entsprechung, der in der Relation **CORR** seine Widerspiegelung findet, ist ein *fuzzy concept*. Selbst im Fall der quantitativen Entsprechung (Fall b oben) kann man nicht sagen, daß die einander entsprechenden Quantitäten „genau gleich“ sein sollen. Das findet seinen Niederschlag darin, daß aus der Entsprechung keine Gleichheit gefolgert werden kann, oder anders ausgedrückt:

- (x **CORR** y)  $\not\rightarrow$  (x **EQU** y) (133)

Zwischen Korrespondenz/Entsprechung (Relation: **CORR**) und der Ähnlichkeitsbeziehung (Relation: **ANLG2/3**) auf der einen Seite und der Komparation (Relation: **PROP** + Funktion: **\*COMP**) auf der anderen Seite bestehen Zusammenhänge, die im Rahmen der weiteren Axiomatisierung noch genauer untersucht werden müssen.

### 18.2.27 CSTR: K-Rolle – Kausator

**CSTR:** [*si* ∪ *abs*] × *o*

**Definition:** (v **CSTR** c) gibt die Beziehung zwischen einem Sachverhalt v (typischerweise ein Vorgang) und dem Objekt c an, das das Zustandekommen von v bewirkt oder das als Urheber (Kausator) von v anzusehen ist.

**Mnemonic:** causator – Kausator/Verursacher  
(x **CSTR** y) – [x hat y als Verursacher]

**Fragemuster:** Durch ⟨WN⟩ [bewirkt werden] ⟨v⟩?  
Von ⟨WM⟩ [ausgehen]?  
⟨WR⟩ {[bewirken]/[verursacht]. . . } ⟨v⟩?

**Kommentar:** Die als Agent eines Vorgangs bezeichneten Objekte (s. Relation **AGT**) sind gleichzeitig auch Kausatoren, d.h. **AGT** ist ebenso wie **INSTR** ein Spezialfall der Relation **CSTR**. Als Kausatoren, nicht aber als Agenten, kommen auch Substanzen oder Abstrakta, wie Eis bzw. Begeisterung, sowie Konkreta in Frage, die selbst keine innere Triebkraft besitzen und deshalb nicht als Agent aufgefaßt werden können. Zu letzteren zählen z.B. Hammer und Hinweisschild wie sie in den nachfolgenden Beispielsätzen verwendet werden.

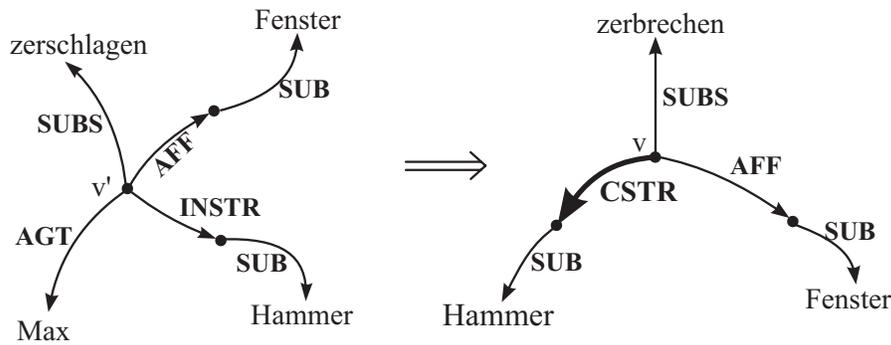
(18.50) „[Das Eis] **CSTR**<sub>arg2</sub> sprengte den Fels.“

(18.51) „[Das Hinweisschild] **CSTR**<sub>arg2</sub> mahnt zum Langsamfahren.“

(18.52) „[Der Hammer] **CSTR**<sub>arg2</sub> zerbrach das Fenster.“

Eine tiefere semantische Analyse von Sätzen der angegebenen Art führt immer auf zugrundeliegende Kausalbeziehungen:

Wie die Beispiele zeigen, sind die mit Hilfe der Relation (v **CSTR** c) spezifizierten Kausatoren bei genauer Betrachtung meist Agenten oder Instrumente eines weiteren Vorgangs v' von dem erst v verursacht oder bewirkt wird. Im Fall 18.51 erstreckt sich die Kausalkette sogar über mehrere Etappen: Das Hin-



„Max zerschlug das Fenster mit einem Hammer.“  
 → „Der Hammer zerbrach das Fenster.“

weisschild enthält Symbole/Zeichen. Diese werden gelesen. Das Verstehen der Symbole bewirkt dann die Mahnung.

### 18.2.28 CTXT: Relation zur Angabe des Kontextes

**CTXT:**  $[si \cup abs] \times [o \cup si]$

**Definition:** Die Relation (s **CTXT** c) dient der Einschränkung der Gültigkeit einer Situation s auf einen bestimmten Kontext  $c \in \{o \cup si \cup abs\}$ . Sie trägt im Gegensatz zur Relation **CIRC** semantisch restriktiven Charakter.

**Mnemonic:** context – Kontext

(x **CTXT** y) – [x ist auf den Kontext y beschränkt]

**Fragemuster:** {Bezüglich/In Bezug auf/Hinsichtlich} ⟨WS⟩ ⟨o⟩ gilt ⟨si⟩?

Bei ⟨WM⟩ gilt ⟨si⟩?

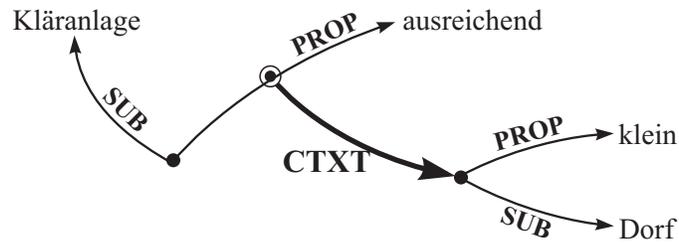
Bei ⟨WM⟩ kann man ⟨si⟩?

Bei ⟨WM⟩ ⟨si⟩?

**Kommentar:** Die Relation **CTXT** gestattet es, zusammen mit Relationen wie **LOC**, **TEMP**, **CIRC** u.a., eine Situationsbeschreibung im weitesten Sinne anzugeben. Dabei wirkt die Relation **CTXT** so, daß sie das Bestehen eines Zustandes bzw. die Ausführung eines Vorgangs kontextuell eingrenzt bzw. diese in einen engeren Gültigkeitsbereich stellt. Zur Spezifikation des Kontexts c (zweites Argument von **CTXT**) genügt mitunter die Angabe eines einzelnen Begriffs.

- (18.53) „Der Preis ist [für eine Workstation]<sup>CTXT<sub>arg2</sub></sup> viel zu hoch.“  
 (18.54) „Die Verhandlungspartner stimmen [hinsichtlich der Arbeitszeitregelung]<sup>CTXT<sub>arg2</sub></sup> überein.“  
 (18.55) „[In Bezug auf den Umweltschutz]<sup>CTXT<sub>arg2</sub></sup> stellt das Produkt eine echte Innovation dar.“  
 (18.56) „Die Gültigkeit der Anordnung beschränkt sich [auf Minderjährige]<sup>CTXT<sub>arg2</sub></sup>.“

Zur Illustration der einschränkenden Wirkung der Relation **CTXT** sei das folgende Beispiel angeführt:



„Die Kläranlage ist (nur) für ein kleines Dorf ausreichend.“

### 18.2.29 DIRCL: Angabe des lokalen Zieles oder einer Richtung

**DIRCL:**  $[si \cup o] \times [l \cup o]$

**Definition:** Die Relation ( $v$  **DIRCL**  $l$ ) dient primär der Angabe des lokalen Zieles  $l$  oder der Richtung eines Vorgangs  $v$  bzw. der Trägerhandlung dieses Vorgangs, wobei das Ziel durch eine Lokation oder ein Objekt gegeben ist. In einem weiteren Sinne lassen sich auch für Objekte bzw. gerichtete Zustandsgrößen oder Zustände lokale Ziele oder ein lokales Gerichtetsein spezifizieren (s.u.), so daß auch die Sorten  $o$  bzw.  $st \subset si$  für das erste Argument von **DIRCL** zuzulassen sind.

**Mnemonic:** direction (local) – lokales Ziel/räumliche Richtung

( $x$  **DIRCL**  $y$ ) – [ $x$  ist (räumlich) auf  $y$  gerichtet]

**Fragemuster:** { Wohin / In welche Richtung / Bis zu  $\langle WM \rangle$  / Durch  $\langle WN \rangle$  / Nach  $\langle WM \rangle$  } { [fahren] / [sich bewegen] / [gehen] / [fliegen] / ... [blicken] }  $\langle d \rangle$ ?

Welches Ziel [haben] ⟨v⟩?  
 {Worauf/Wohin} {[drücken]/[pressen]/... } ⟨d⟩?

**Kommentar:** Typische Beispiele für die natürlichsprachliche Beschreibung von Richtungsangaben sind:

- (18.57) „Das Schiff fährt [nach New York] <sup>DIRCL<sub>arg2</sub></sup>.“  
 (18.58) „Die Nachricht wird [in die Schweiz] <sup>DIRCL<sub>arg2</sub></sup> geschickt.“  
 (18.59) „Ein Optimist schaut stets [nach vorn] <sup>DIRCL<sub>arg2</sub></sup>.“  
 (18.60) „Der Träumer schaut [in die Ferne] <sup>DIRCL<sub>arg2</sub></sup>.“

Analog zu **ORIGL**, können sekundär auch Dinge mit einem lokalen Ziel oder einer Richtung verknüpft werden. Die Relation (k **DIRCL** l) mit  $k \in o$  ist in demselben Sinn als abkürzende Schreibweise anzusehen, wie die entsprechenden natürlichsprachlichen Umschreibungen elliptisch sind:

- (18.61) „Der Zug [nach München] <sup>DIRCL<sub>arg2</sub></sup>“ ↔  
 (18.62) „Der Zug, der [nach München] <sup>DIRCL<sub>arg2</sub></sup> fährt.“  
 (18.63) „Die Nachricht [in die Schweiz] <sup>DIRCL<sub>arg2</sub></sup>“ ↔  
 (18.64) „Die Nachricht, die [in die Schweiz] <sup>DIRCL<sub>arg2</sub></sup> geschickt wird.“  
 (18.65) „Ein Blick [in das Gutachten] <sup>DIRCL<sub>arg2</sub></sup>“ ↔  
 (18.66) „Ein Blick, der [in das Gutachten] <sup>DIRCL<sub>arg2</sub></sup> gerichtet ist.“

Wie die ersten beiden Beispiele zeigen, kommen Richtungs- und lokale Zielangaben primär nicht konkreten Objekten selbst, sondern genau genommen den Vorgängen zu, an denen die Objekte beteiligt sind. Das Postulieren einer Relation (k **DIRCL** l) mit  $k \in o$  bedeutet also i.a., daß ein gerichteter Vorgang existiert, in dem k als Agent (**AGT**) oder als Objekt (**OBJ**) mitwirkt. Demgegenüber ist für abstrakte Objekte, die gerichtete Vorgänge (z.B. Fahrt, Blick usw.) oder gerichtete physikalische Größen (wie Druck, Feldstärke usw.) repräsentieren, eine Richtungsangabe ganz natürlich.

### 18.2.30 DISTG/2/3: Kennzeichnung eines Unterschiedes

**DISTG/2/3:**  $[\ddot{s}i \cup \ddot{o}] \times at$        $[si \cup o] \times [si \cup o] \times at$

**Definition:** Die dreistellige Relation  $(x \text{ DISTG/3 } y \ a)$  drückt aus, daß sich die Objekte bzw. die Situationen  $x, y$  im Merkmal bzw. Attribut  $a$  unterscheiden. Die Relation **DISTG/3** ist bezüglich der ersten beiden Argumente symmetrisch.

Anmerkung: Da man auch Unterschiede bezüglich ein und desselben Merkmals zwischen mehr als zwei Objekten ausdrücken möchte, wird als Verallgemeinerung und kompaktere Darstellung die zweistellige Relation **DISTG/2:**  $[\ddot{s}i \cup \ddot{o}] \times at$  mit einer Gesamtheit als erstes Argument eingeführt. Die Relation  $(\ddot{g} \text{ DISTG/2 } a)$  bringt die Verschiedenheit einer ganzen Klasse  $\ddot{g}$  von Objekten bezüglich des Attributs  $a$  zum Ausdruck und vertritt damit eine Gesamtheit von dreistelligen Unterscheidungsbeziehungen zwischen den Elementen von  $\ddot{g}$  (s. hierzu Axiom 134).

**Mnemonic:** distinguish – unterscheiden

$(x \text{ DISTG/2 } z) -$  [die  $x$  unterscheiden sich im Merkmal  $z$ ]

$(x \text{ DISTG/3 } y \ z) -$  [ $x$  unterscheidet sich von  $y$  im Merkmal  $z$ ]

**Fragemuster:** {Wodurch/Worin} [sich unterscheiden]  $\langle o_1/si_1 \rangle$  und  $\langle o_2/si_2 \rangle$ ?

$\langle WR \rangle$  [sich unterscheiden] von  $\langle o/si \rangle$  in  $a$ ?

{Wodurch/Worin} hebt sich  $\langle o_1/si_1 \rangle$  von  $\langle o_2/si_2 \rangle$  ab?

**Kommentar:** Die Beziehung zwischen der dreistelligen Unterscheidungsbeziehung **DISTG/3** und der zweistelligen Relation **DISTG/2** wird durch nachstehendes Axiom beschrieben:

$$\bullet (\ddot{g} \text{ DISTG/2 } a) \leftrightarrow [(x \text{ ELMT } \ddot{g}_{EXT}) \wedge (y \text{ ELMT } \ddot{g}_{EXT}) \rightarrow (x_{INT} \text{ DISTG/3 } y_{INT} \ a)] \quad (134)$$

Die Relation **DISTG** ist das Pendant zur Analogiebeziehung. Das betrifft auch die Festlegungen bzw. Schreibkonventionen hinsichtlich der Stelligkeit (s. Relation **ANLG2/3**).

Zwischen der Relation **DISTG** und den Relationen **EQU** bzw. **ANLG** bestehen die Beziehungen:

$$\bullet (x \text{ DISTG } y \ a) \rightarrow \neg (x \text{ EQU } y) \quad (135)$$

$$\bullet (x \text{ DISTG } y \ a) \rightarrow \neg (x \text{ ANLG } y \ a) \quad (136)$$

Man kann aus der Behauptung der Relation  $(x \text{ DISTG } y \ a_1)$  mit einem bestimmten heuristischen Wert schließen, daß es wenigstens ein Merkmal  $a_2 \neq a_1$  gibt, in dem sich  $x$  und  $y$  ähneln bzw. dessen Ausprägung für  $x$  und  $y$  gleich ist (andernfalls wäre es sicher nicht sinnvoll, die Unterscheidung von  $x$  und  $y$  in einem Merkmal  $a$  hervorzuheben, wofür sich eine Rechtfertigung in den Griceschen Konversationsmaximen finden läßt, vgl. [66]):

$$\bullet (x \text{ DISTG } y \ a_1) \rightarrow \exists a_2 (a_1 \neq a_2) \wedge (x \text{ ANLG } y \ a_2) \quad (137)$$

Eine Ausnahme von der letztgenannten heuristischen Regel besteht, wenn  $x$  und  $y$  „vollständig“ verschieden sind, d.h. wenn sie sich tatsächlich hinsichtlich aller Merkmale unterscheiden (deshalb spezifiziert diese Regel Default-Wissen).

Entsprechend der Definition gilt weiterhin:

$$\bullet (o_1 \text{ DISTG } o_2 \ a) \leftrightarrow (o_2 \text{ DISTG } o_1 \ a) \quad (138)$$

### 18.2.31 DPND: Abhängigkeitsbeziehung

DPND:  $pe^{(n)} \times pe^{(n)}$

**Definition:** Die Relation  $(e_1 \text{ DPND } e_2)$  kennzeichnet das Extensional  $e_1$  als abhängig vom Extensional  $e_2$ . Die Relation **DPND** ist nicht symmetrisch und irreflexiv.

**Mnemonic:** depend – abhängen

$(x \text{ DPND } y)$  – [x hängt von y ab]

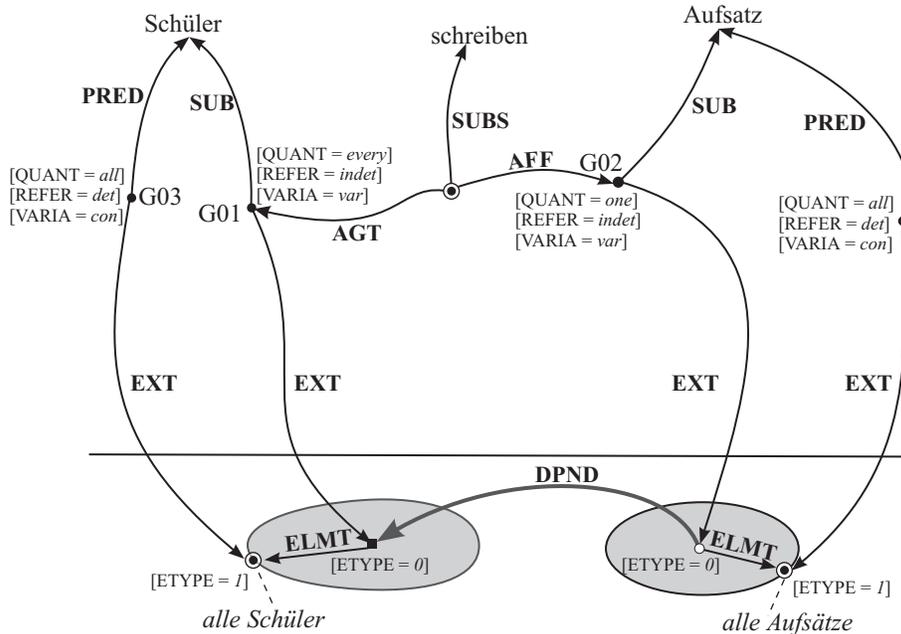
**Fragemuster:** Wovon hängt die extensionale Deutung von  $\langle \text{ent} \rangle$  ab?

**Kommentar:** Die Relation **DPND** besitzt eine deutliche Parallele zur Verwendung der Skolemfunktion in der Prädikatenlogik. Beide dienen zur Darstellung von extensionalen Abhängigkeiten bei der semantischen Interpretation gemischter Quantifizierungen. Nachstehend ist die semantische Repräsentation eines typischen Beispielsatzes mit gemischter Quantifizierung angegeben, in dem die Relation **DPND** eine prominente Rolle spielt.

Die graphische Darstellung zeigt, daß sich die Extensionen der Konzepte G01 mit [**QUANT** = *every*] und G03 mit [**QUANT** = *all*] deutlich unterscheiden. Während erstere ein einzelnes Element vertritt [**ETYPE** = *0*], ist die Extension von G03 eine Menge [**ETYPE** = *1*]<sup>17</sup>. Zusätzlich bringt die Relation

<sup>17</sup> s. Anmerkung (Fußnote) bei **EXT**

„Jeder Schüler schreibt einen Aufsatz.“



**DPND** zum Ausdruck, daß das Extensional von G02 in der Menge aller Aufsätze variiert, wenn sich das zu G01 gehörige Extensional verändert (deshalb die Markierungen von G02 mit **REFER = indet** und **VARIA = var**).

### 18.2.32 DUR: Relation zur Angabe einer zeitlichen Ausdehnung

**DUR:**  $[si \cup o] \times [t \cup si \cup abs \cup ta \cup qn]$

**Definition:** Die Relation (s **DUR** t) gibt die Dauer oder zeitliche Ausdehnung eines Vorgangs bzw. der Gültigkeit eines Sachverhalts s an. Bei Objekten dient sie zur Spezifikation der Existenzdauer.

**Mnemonic:** duration – Dauer

(x **DUR** y) – [x gilt/findet statt während des gesamten Zeitraums y]

**Fragemuster:** Wie lange {dauert <s>/gilt <s>}?

Während welcher Zeitspanne {<s>/[existieren] <o>}?

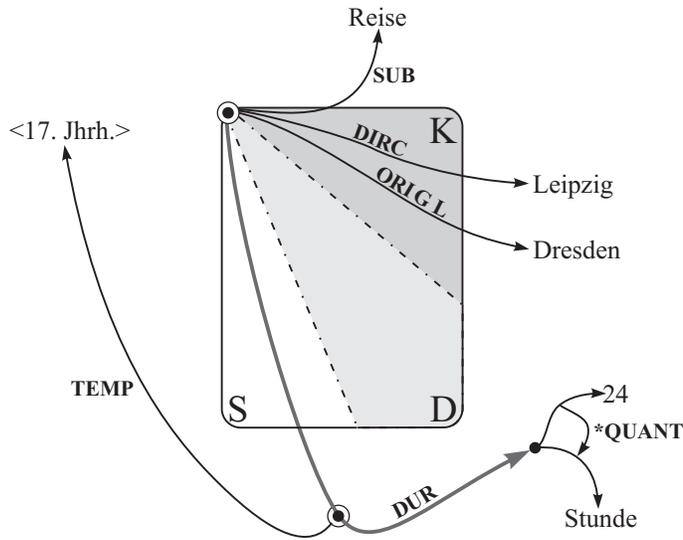
{In welcher Zeit/In welchem Zeitraum} {<s>/[gelten/sich abspielen ...] <s>}?

**Kommentar:** Die gesonderte Definition der Relation **DUR** neben **TEMP** ist notwendig, weil die Angabe des Zeitpunktes eines Vorgangs und seiner zeitlichen Extension in einer Situationsbeschreibung nebeneinander vorkommen können:

- (18.67) „Der Franzose Bleriot überquerte [1909] **TEMP**<sub>arg2</sub> als erster den Ärmelkanal in [etwa 35 Minuten] **DUR**<sub>arg2</sub>.“
- (18.68) „P. stand [gestern] **TEMP**<sub>arg2</sub> [3 Stunden] **DUR**<sub>arg2</sub> am Bahnhof.“
- (18.69) „P. sah [während des gesamten Fluges] **DUR**<sub>arg2</sub> die Alpen.“
- (18.70) „Im 17. Jahrhundert dauerte eine Reise von Dresden nach Leipzig [24 Stunden] **DUR**<sub>arg2</sub>.“ (s. nachstehendes Bild)

aber:

- (18.71) „Die Expedition dauerte vom [August 1831] **STRT**<sub>arg2</sub> bis zum [Mai 1832] **FIN**<sub>arg2</sub>.“



Als erstes Argument der Relation **DUR** werden auch Objekte zugelassen. In diesem Fall ist (k **DUR** t) mit  $k \in o$  als Angabe der Existenzdauer des Objektes zu deuten.

### 18.2.33 ELMT: Elementrelation

ELMT:  $pe^{(n)} \times pe^{(n+1)}$

**Definition:** Die Relation  $(e \text{ ELMT } g)$  gibt an, daß die Entität  $e$  in der Gesamtheit  $g$  als Element enthalten ist, d.h. **ELMT** entspricht der Elementrelation der naiven Mengenlehre. Dabei muß  $g$  jeweils eine Gesamtheit (präextensionale Entität)  $pe^{(n+1)}$  mit einer um 1 höheren Stufe sein als  $e \in pe^{(n)}$ , d.h. wenn  $e$  ein Individuum/eine Menge/... ist, muß  $g$  jeweils eine Menge/eine Mengenfamilie / usw. sein.<sup>18</sup>

**Mnemonic:** element – Element

$(x \text{ ELMT } y) - [x \text{ ist Element von } y]$

**Fragemuster:** Wozu [gehören]  $\langle e \rangle$ ?

Von { welcher Gesamtheit/welcher Menge/welchem Tupel/... } ist  $\langle e \rangle$  Element?

Welche Elemente enthält  $\langle g \rangle$ ?

$\langle WR \rangle$  [gehören zu]  $\langle g \rangle$ ?

**Kommentar:** Die Relation **ELMT** wird benutzt, um das Enthaltensein eines Elements in einer Gesamtheit ausdrücklich hervorzuheben. Dieser Sachverhalt wird in der Oberflächenstruktur eines Satzes durch Wendungen wie „*einschließlich*“, „*gehört zu*“, „*ist eine(r) von ...*“ usw. ausgedrückt.

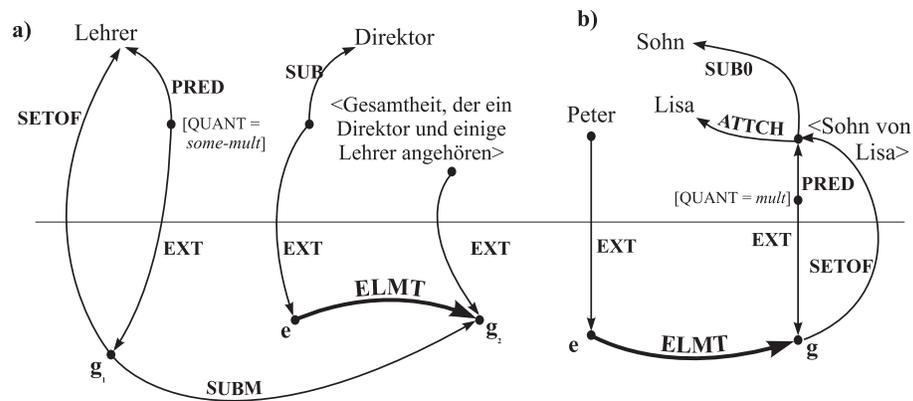
(18.72) „*Einige Lehrer [einschließlich des Direktors] ELMT<sub>arg1</sub> (fuhren zu einer Tagung).*“

(18.73) „*[Peter] ELMT<sub>arg1</sub> ist einer der [Söhne von Lisa] ELMT<sub>arg2</sub>.*“

Wegen des nachstehenden Axioms kann die Beziehung zwischen den Begriffen **Peter** und  $\langle \text{Sohn von Lisa} \rangle$  auch durch **SUB0** ausgedrückt werden:

$$\bullet (c_1 \text{ EXT } e) \wedge (e \text{ ELMT } g) \wedge (g \text{ SETOF } c_2) \rightarrow (c_1 \text{ SUB0 } c_2) \quad (139)$$

<sup>18</sup> Aufgrund dieser Definition ist die Element-Relation (im Gegensatz etwa zur **SUBM**-Beziehung) nicht transitiv.



### 18.2.34 EQU: Gleichheits-/Äquivalenzrelation

**EQU:**  $\text{sort} \times \text{sort}$  mit **sort** als beliebige, aber für beide Argumente gleiche spezifischste Sorte

**Definition:** Die Relation ( $e_1$  **EQU**  $e_2$ ) bringt die intensionale Gleichheit zweier Entitäten  $e_1$  und  $e_2$  zum Ausdruck. Diese Relation ist symmetrisch, reflexiv und transitiv (Äquivalenzrelation).

**Mnemonic:** equality – Gleichheit  
( $x$  **EQU**  $y$ ) – [x ist gleichbedeutend mit y]

**Fragemuster:**  $\langle \text{WM} \rangle \{ [\text{gleichen}]/[\text{gleich sein}]/\dots \} \langle e \rangle ?$

**Kommentar:** Genau genommen steht die Relation **EQU** für eine ganze Familie von Äquivalenzrelationen, wobei die Familie durch die Sorten, über denen diese Äquivalenzrelationen definiert sind, indiziert wird.

**EQU<sub>nu</sub>:**  $nu \times nu$   
die in der Algebra definierte Gleichheit zwischen Zahlen und numerisch auswertbaren Zahlausdrücken

**EQU<sub>fe</sub>:**  $fe \times fe$   
ist für die elementaren (atomaren) Symbole die Zeichenkettenidentität und für symbolische mathematische Ausdrücke die Gleichheit der Werte der Ausdrücke bei beliebiger Belegung der Variablen mit Zahlen aus dem Definitionsbereich der Operatoren

$EQU_{qn}: qn \times qn$

wird allgemein auf die Gleichheitsrelation  $EQU_{nu}$  und  $EQU_{fe}$  zurückgeführt (vgl. die Funktion \***QUANT** und die Relationen **MIN/MAJ**)

$EQU_o: o \times o$  (entspricht: **SYNO**)

die semantischen Repräsentanten  $o_1$  und  $o_2$  zweier extensional deutbaren Objektbegriffe stehen in der Beziehung ( $o_1$  **EQU**  $o_2$ ) gdw.  $o_1$  und  $o_2$  die gleiche Extension haben, oder wenn bei abstrakten Konzepten ihre Definitionen auseinander folgen. (Diese Relation entspricht der Synonymiebeziehung im lexikalischen Bereich, vgl. die Bemerkungen zu **ANTO**.)

$EQU_{si}: si \times si$

analog zu  $EQU_o$ .

Für die übrigen Sorten muß durch Axiome festgelegt werden, welche Bedeutungsstrukturen ein und dieselbe Entität beschreiben:

- ((**\*MODP** überaus p) **EQU** (**\*MODP** äußerst p)) (140)

- (Junggeselle **EQU** r)  $\leftrightarrow$  (r **SUB** Mann)  $\wedge$  (r **PROP** ledig)  
 $\wedge$  (r **PROP** erwachsen) (141)

Zwischen den Relationen **EQU** und **CORR** besteht die folgende Beziehung:

- ( $e_1$  **EQU**  $e_2$ )  $\rightarrow$  ( $e_1$  **CORR**  $e_2$ ) (142)

Für das Frage-Antwort-Spiel ist wichtig, daß semantische Repräsentanten  $o_1$ ,  $o_2$ , die ( $o_1$  **EQU**  $o_2$ ) erfüllen, in nicht-modalen Kontexten füreinander eingesetzt werden dürfen.

Beispiel: (Einstein **EQU** (Entdecker der Relativitätstheorie))

„Einstein lebte zeitweise in Caputh.“  $\leftrightarrow$

„Der Entdecker der Relativitätstheorie lebte zeitweise in Caputh.“

Gegenbeispiel:

„Max weiß, wo Einstein lebte.“  $\not\leftrightarrow$

„Max weiß, wo der Entdecker der Relativitätstheorie lebte.“

### 18.2.35 EXP: K-Rolle – Experiencer eines Geschehens

**EXP:** [*si*  $\cup$  *abs*]  $\times$  *o*

**Definition:** Die Relation (s **EXP** o) drückt aus, daß das Objekt o die Situation s (meist ein Vorgang) erfährt, aber nicht aktiv betreibt. Obwohl o direkt von der Situation s betroffen ist, wird es durch s physisch nicht verändert.

**Mnemonic:** experiencer – derjenige, der etwas erfährt / dem etwas widerfährt  
(x **EXP** y) – [x wird von y erfahren/widerfährt dem y]

**Fragemuster:** Mit ⟨WM⟩ geschieht etwas?

⟨WR⟩ ist von der Situation betroffen ohne sich zu verändern?

⟨WM⟩ widerfährt der Vorgang?

⟨WR⟩ {[erleben]/[erdulden]/[erfahren]/...}⟨v⟩?

**Kommentar:** Typischerweise werden „*Experiencer*“ in der Oberflächenstruktur der NL als Subjekte von Vorgangsverben beschrieben, die keine Agenten bzw. Causatoren sind.

Beispiele:

(18.74) „[Max]<sup>**EXP**<sub>arg2</sub></sup> [fand]<sup>**EXP**<sub>arg1</sub></sup> einen Edelstein.“

(18.75) „[Der Stein]<sup>**EXP**<sub>arg2</sub></sup> [sank]<sup>**EXP**<sub>arg1</sub></sup> ins Wasser.“

(18.76) „[Das Wasser]<sup>**EXP**<sub>arg2</sub></sup> [fließt]<sup>**EXP**<sub>arg1</sub></sup> in den Kanal.“

Zur Verdeutlichung des Unterschiedes zwischen **EXP** und **AGT** seien nachstehende Begriffspaare angegeben. Die in Klammern stehenden K-Rollen werden durch das Subjekt beschrieben (mit Ausnahme von einfallen<sub>1</sub>, dort ist es das Dativ-Objekt).

untergehen (**EXP**) – tauchen (**AGT**)

finden (**EXP**) – suchen (**AGT**)

einfallen<sub>1</sub> (**MEXP**) [mental] – nachdenken/überlegen (**AGT**)

aber: einfallen<sub>2</sub> (**AFF**) [einstürzen]

einfallen<sub>3</sub> (**AGT**) [eindringen/überfallen]

Die Relation **MEXP** (s. dort) ist ein Spezialfall von **EXP**:

- (s **MEXP** o) → (s **EXP** o) (143)

Die Differenzierung zwischen (s **MEXP** o) und (s **EXP** o) wurde vorgenommen, weil bei **MEXP** im Gegensatz zur K-Rolle **EXP** am Objekt o eine bestimmte psychische Veränderung vonstatten geht (z.B. Informationsgewinn bei sehen, hören). Außerdem wird s bei **MEXP** im Unterschied zu **EXP** – wo der Partizipant o völlig passiv bleibt – von einer bestimmten geistigen Aktivität von o getragen, obwohl in beiden Fällen o nicht Agent von s ist (s. Relation **AGT**).

### 18.2.36 EXT: Beziehung zwischen Intensional und Extensional

**EXT:**  $ent_{int} \times ent_{ext}$  mit  $ent_{int}$  – Intensional,  $ent_{ext}$  – Extensional

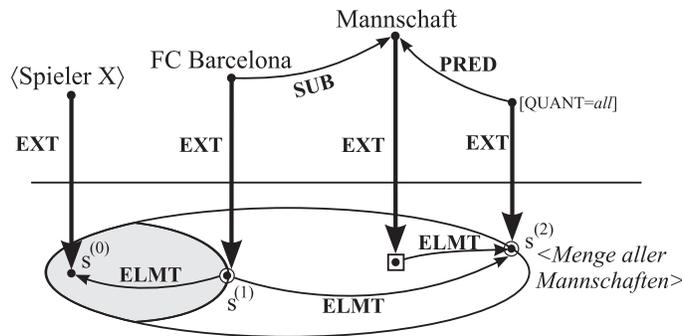
**Definition:** Die Relation ( $e_1$  EXT  $e_2$ ) stellt die Beziehung her zwischen einem Begriffsrepräsentanten auf intensionaler Ebene (einem Intensional)  $e_1$  und der zugehörigen Bedeutungskomponente auf präextensionaler Ebene (dem entsprechenden Extensional)  $e_2$ .

**Mnemonic:** extension – Extension  
 (x EXT y) – [x hat die Extension y]

**Fragemuster:** Welches Extensional/Intensional entspricht  $e_1$  bzw.  $e_2$ ?

**Kommentar:** Die Relation EXT stellt zusammen mit SETOF die Beziehung zwischen intensionaler und präextensionaler Ebene her. Sie wird immer dann eingesetzt, wenn explizit auf die extensionale Deutung von Begriffen Bezug genommen wird.<sup>19</sup>

Das nachstehende Beispiel zeigt die Verwendung der Relation EXT zur semantischen Repräsentation der Zusammenhänge im Bereich der Kollektiva.



<sup>19</sup> Es sei darauf hingewiesen, daß in der zeichnerischen Darstellung zur Verdeutlichung intensionale Ebene und präextensionale Ebene sichtbar voneinander getrennt sind. Auf der Implementationsebene wird eine kompaktere Darstellung verwendet, in der die Zugehörigkeit zu den Ebenen in den beteiligten Sorten, Layer-Merkmalen und Relationen verschlüsselt ist. Dort kann dann auf die Relationen EXT und SETOF verzichtet werden.

### 18.2.37 FIN: Relation zur Angabe eines zeitlichen Endes

**FIN:**  $[t \cup o \cup si] \times [t \cup ta \cup abs \cup si]$

**Definition:** Die Relation  $(x \text{ FIN } y)$  sagt aus, daß  $y$  das zeitliche Ende von  $x$  markiert. Falls das zweite Argument der Relation  $(x \text{ FIN } y)$  eine Situation beschreibt (d.h.  $y \in si$ ), so wird das zeitliche Ende von  $x$  durch den Beginn des Zeitintervalles  $t_y$ , das der Situation  $y$  zugeordnet ist, bestimmt ( $t_y =$  Zeitraum der Gültigkeit von  $y$ ). Die Relation **FIN** ist nur definiert, wenn das erste Argument eine zeitliche Ausdehnung besitzt.

**Mnemonic:** finale – Ende/Finale

$(x \text{ FIN } y)$  – [x wird mit dem Eintreten von  $y$  beendet / x hat  $y$  als zeitliches Ende]

**Fragemuster:** Bis wann  $\langle si \rangle$ ?

Bis wann {existierte/gab es}  $\langle o \rangle$ ? Bis wann  $\langle si \rangle$ ?

Wann [enden/aufhören/abschließen ...]  $\langle si \rangle$ ?

**Kommentar:** Zwischen den temporalen Relationen **ANTE** und **FIN** besteht die Beziehung:

$$\bullet (x \text{ FIN } y) \rightarrow (x \text{ ANTE } y) \quad (144)$$

Als Beispiele für die zeitliche Terminierung eines Vorganges durch eine Situation (im Beispiel ein Endzustand) bzw. eine Zeitangabe sollen die folgenden dienen:

(18.77) „Die Division wird solange fortgeführt, [bis der Rest kleiner als  $n$  ist]  $\text{FIN}_{arg2}$ .“

(18.78) „Die Feier {erstreckte sich / zog sich hin} [bis zum Morgen]  $\text{FIN}_{arg2}$ .“

Hinsichtlich des elliptischen Charakters von Sätzen, die auf konkrete Objekte als **zweites** Argument der Relation **FIN** hinzudeuten scheinen („[Bis Potsdam]  $\text{FIN}_{arg2}$  hatten die Alliierten ein gutes Verhältnis zueinander.“), muß auf die Anmerkungen im Zusammenhang mit der Relation **ANTE** verwiesen werden. Hier besteht **nicht** die Relation **FIN** zwischen dem Sachverhalt:  $\langle$ Die Alliierten hatten ein gutes Verhältnis zueinander $\rangle$  und dem Objekt Potsdam (das ist schon wegen der Signatur nicht erlaubt).

Demgegenüber ist es durchaus sinnvoll, den Definitionsbereich der Relation **FIN** auf konkrete Objekte als **erstes** Argument auszudehnen. Dabei bedeutet  $(k \text{ FIN } t)$  mit  $k \in o$ , daß  $t$  das zeitliche Ende der Existenz des Objektes

k markiert („k existierte/bestand bis t“). Bezüglich der Unschärfe des durch **FIN** markierten zeitlichen Endes eines Zeitintervalls gelten die gleichen Anmerkungen wie bei der Relation **STRT**.

### 18.2.38 GOAL: Verallgemeinertes Ziel

**GOAL:**  $[si \cup o] \times [si \cup o \cup l]$

**Definition:** Die Relation (s **GOAL** z) gibt an, daß das Objekt z das allgemeine Ziel des Sachverhalts s ist, wobei s typischerweise einen Vorgang repräsentiert. Die Relation **GOAL** stellt die Vereinigung der Relationen **DIRCL**, **PURP** und bedingt auch der Relation **RSLT** dar.

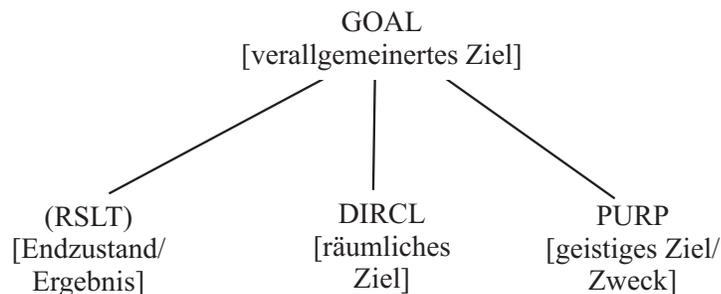
**Mnemonic:** goal – Ziel

(x **GOAL** y) – [x hat das verallgemeinerte Ziel y]

**Fragemuster:** {Wohin/Worauf} {[gerichtet sein]/[zielen]. . . } ⟨s⟩?  
Was {[entstehen aus]/[werden aus]. . . } ⟨s⟩?

Anmerkung: Entsprechend der Definition sind darüber hinaus auch alle anderen Fragen zulässig, die auf eine der Spezialisierungen von **GOAL** zielen.

**Kommentar:** Die Relation **GOAL** kann insbesondere dann zur Bedeutungs-darstellung natürlichsprachlicher Sätze herangezogen werden, wenn das entsprechende Hintergrundwissen für eine Feindifferenzierung zwischen den Relationen **DIRCL**, **PURP**, **RSLT** (z.B. im Computerlexikon eines Sprachverarbeitungssystems) nicht zur Verfügung steht.



### 18.2.39 HSIT: Relation zur Angabe der Konstituenten eines Hyper-Sachverhaltes

**HSIT:**  $si \times si$

**Definition:** Die Relation  $(s_1 \text{ HSIT } s_2)$  gibt an, daß der Sachverhalt  $s_2$  Konstituente des umfassenderen Sachverhalts  $s_1$  ist, d.h. der Hypersachverhalt/die Hypersituation  $s_1$  ist gerade dadurch definiert, daß er bzw. sie sich aus elementareren Situationen zusammensetzt.

**Mnemonic:** hypersituation – globaler Sachverhalt/Hypersituation  
( $x \text{ HSIT } y$ ) – [x umfaßt y als Teilsachverhalt]

**Fragemuster:** –

**Kommentar:** Der Hauptgrund für die Einführung der Relation **HSIT** besteht in der Notwendigkeit, aus elementaren Sachverhalten (die z.B. durch einzelne Sätze beschrieben werden) globalere Sachverhalte (die durch Texte beschrieben werden) aufbauen zu müssen. Diese globalen Situationen besitzen einen eigenen Repräsentanten und werden dadurch als Ganzes benennbar/zugreifbar. Sie können mit einem eigenen Namen, temporalen Angaben, modalen Restriktionen usw. verbunden werden. Damit markiert die Relation **HSIT** bereits den Übergang zu den textkonstituierenden Relationen, wie sie in der „Rhetorical structure theory“ [135] betrachtet werden, und die mehrere semantisch repräsentierte Sachverhalte zu einer größeren Einheit mit innerer Struktur zusammenfassen.

Allgemein ergibt sich also die Notwendigkeit für die Einführung von **HSIT** dadurch, daß es erforderlich wird, über einen komplexen Sachverhalt  $sv$ , der sich über **HSIT** aus zwei oder mehr Teilsachverhalten  $sv_1, sv_2, \dots$  zusammensetzt, eine Aussage zu treffen (z.B. daß  $sv$  erlaubt ist, daß  $sv$  Ursache eines weiteren Sachverhalts ist usw.).

Bei semantisch nicht restringierten Komplexsachverhalten  $sv$ , die sich aus zwei Sachverhalten  $sv_1$  und  $sv_2$  zusammensetzen, besteht eine Beziehung zur Konjunktionkonvention (vgl. Abschn. 221). Man könnte hier analog zu **\*VEL1**, **\*VEL2** eine Funktion **\*AND** einführen, die dem logischen Junktor  $'\wedge'$  entspricht (dieser ist aber wegen besagter Konvention redundant):

$$\bullet (sv \text{ HSIT } sv_1) \wedge (sv \text{ HSIT } sv_2) \leftrightarrow sv = (*\text{AND } sv_1 \text{ } sv_2) \quad (145)$$

**HSIT** faßt also ausgewählte Sachverhalte zu einer Einheit von logisch konjunktiv verknüpften Teilen zusammen.

### 18.2.40 IMPL: Implikationsbeziehung zwischen Sachverhalten

**IMPL:**  $[si \cup abs] \times [si \cup abs]$

**Definition:** Die Relation ( $s_1$  **IMPL**  $s_2$ ) bringt zum Ausdruck, daß der Sachverhalt bzw. das Konzept  $s_1$  den Sachverhalt bzw. das Konzept  $s_2$  rein begrifflich impliziert, d.h. die Relation **IMPL** vermittelt eine analytische, allein auf der intensionalen Bedeutung der Argumente beruhende Folgerungsbeziehung. Der Zusammenhang zwischen den kognitiven Rollen bzw. den beteiligten Konzepten, die die Sachverhalte bzw. Konzepte  $s_1$  und  $s_2$  beschreiben, wird über die den Bedeutungskapseln von  $s_1$  und  $s_2$  gemeinsamen Entitäten vermittelt (s.u.). Die Relation **IMPL** ist transitiv.

**Mnemonic:** implication – Implikation

(x **IMPL** y) – [aus x folgt y]

**Fragemuster:** Welcher Sachverhalt impliziert  $\langle s_2 \rangle$ ?

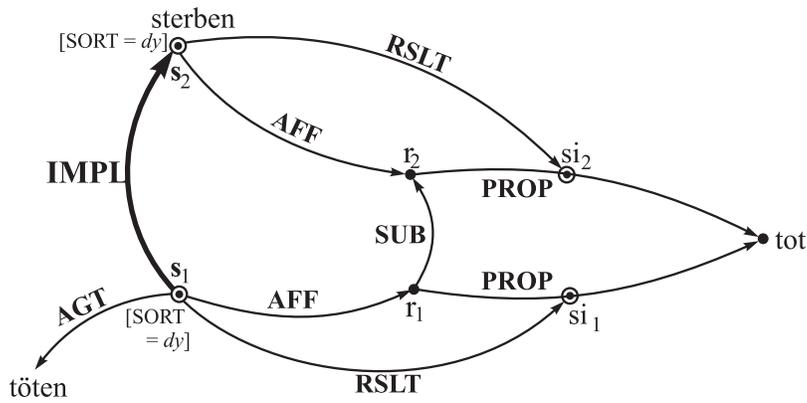
Was folgt aus  $\langle s_1 \rangle$ ?

**Kommentar:** Die Relation **IMPL** ist eine typische Relation zum Aufbau bzw. zur Repräsentation des immanenten Wissensbestandes. Sie gestattet es, Beziehungen zwischen Sachverhalten im semantischen Netz auszudrücken, die sonst durch relativ komplexe prädikatenlogische Ausdrücke (B-Axiome) wiedergegeben werden müßten.

Mit Hilfe der Relationen **IMPL** und **RSLT** kann auch die Bedeutungsstruktur von kausativen Verben dargestellt werden. Im nachstehenden Bild ist ein Ausschnitt aus der Bedeutungsstruktur der Verben töten und sterben angegeben.

An diesem Beispiel wird gleichzeitig der Unterschied zwischen den Relationen **IMPL** und **SUBS** deutlich. Die Relation **IMPL** in dem angegebenen Teilnetz bringt zum Ausdruck, daß töten immer sterben zur Folge hat und in welcher Beziehung die affizierten Objekte dabei stehen. Die Relation **SUBS** zwischen töten und sterben würde bedeuten, daß die erste Handlung ein Spezialfall der zweiten (d.h. eine „Sterbehandlung“) ist, was zweifelsohne nicht zutrifft. Der Valenzrahmen von sterben wird also nicht auf töten übertragen, wie das bei **SUBS** der Fall wäre (töten besitzt als aktive Handlung einen Agenten, sterben als Geschehen schließt einen Agenten ausdrücklich aus).

Auch die Kausalbeziehung **CAUS** ist keine adäquate Beziehung zwischen töten und sterben, da die Konzepte tot und sterben bereits zum Begriffsumfang von töten gehören. Daß hier ein analytischer und kein empirischer



Zusammenhang besteht, erkennt man u.a. daran, daß Sätze der folgenden Art semantisch abweichend sind: „Weil Max ihn getötet hat, ist er gestorben/ist er tot“.

### 18.2.41 INIT: Relation zur Angabe eines Anfangszustandes

**INIT:**  $[dy \cup ad] \times [o \cup si]$

**Definition:** Die Relation (v **INIT** a) bringt die Beziehung zwischen einem Vorgang v und der zu Beginn von v vorliegenden Ausgangssituation a (im allgemeinen ein Zustand) zum Ausdruck. Die Ausgangssituation a läßt sich auch verkürzt durch ein Objekt charakterisieren, wenn dieses durch v verändert wird.

**Mnemonic:** initial – Initial-/Anfangs-  
 (x **INIT** y) – [x hat y als Ausgangspunkt/Ausgangssituation]

**Fragemuster:** Von { welcher Ausgangssituation / welchem Ausgangszustand / Ausgangsmaterial ... } geht ⟨v⟩ aus?  
 Was liegt zu Beginn von ⟨v⟩ vor?

**Kommentar:** Die Relation **INIT** ist das Pendant zur Relation **RSLT**. Sie steht in enger Beziehung zu den Relationen **AFF** und **ORIGM**, was sich durch ein Axiom ausdrücken läßt.

$$\bullet (v \text{ **AFF** } o_1) \wedge (o_1 \text{ **ORIGM** } o_2) \rightarrow (v \text{ **INIT** } o_2) \quad (146)$$

Typisch für die Verwendung der Relationen **INIT** und **RSLT** ist ihr Einsatz zur semantischen Repräsentation von Vorgängen, die Veränderungen oder Umwandlungen im weitesten Sinne darstellen (s. Satz 18.79 unten). Zwischen **RSLT**, **ORIGM** und **INIT** besteht folgender Zusammenhang:

$$\bullet (\forall \text{RSLT } d_1) \wedge (d_1 \text{ ORIGM } d_2) \rightarrow (\forall \text{INIT } d_2) \quad (147)$$

Wenn das zweite Argument eine Situation  $s \in \text{si}$  ist, läßt sich folgende Beziehung angeben:

$$\bullet (\forall \text{INIT } s) \rightarrow (s \text{ FIN } v) \wedge (s \text{ ANTE } v) \quad (148)$$

d.h., daß die Situation  $s$  durch  $v$  beendet wird.<sup>20</sup>

(18.79) „Das Programm [transformiert]<sup>INIT<sub>arg1</sub></sup> [die Matrizen]<sup>AFF<sub>arg2</sub></sup> [aus der Eingabedarstellung]<sup>INIT<sub>arg2</sub></sup> [in eine Diagonalform]<sup>RSLT<sub>arg2</sub></sup>.“

(18.80) „Mit [niedrigem Druck]<sup>INIT<sub>arg2</sub></sup> beginnend wird [das Gas]<sup>AFF<sub>arg2</sub></sup> [immer stärker verdichtet]<sup>INIT<sub>arg1</sub></sup>.“

### 18.2.42 INSTR: K-Rolle – Instrument

**INSTR:** [ $\text{si} \cup \text{abs}$ ]  $\times$   $\text{co}$

**Definition:** Die Relation ( $s \text{ INSTR } i$ ) drückt die Beziehung zwischen einer Situation  $s$  (typischerweise ein Vorgang) und dem Instrument  $i$  aus, das zur Durchführung von  $s$  (im Falle eines Vorgangs) oder zum Aufrechterhalten von  $s$  (im Falle eines Zustands) eingesetzt wird.

**Mnemonic:** instrument – Instrument

( $x \text{ AGT } y$ ) – [ $x$  wird mit dem Instrument  $y$  ausgeführt]

**Fragemuster:** {Womit/mit  $\langle \text{WM} \rangle$ }  $\langle s \rangle$ ?

{Mittels/mit Hilfe  $\langle \text{WS} \rangle$ }  $\langle s \rangle$ ?

Über welches Medium {[übermitteln]/[übertragen]/...}  $\langle o \rangle$ ?

**Kommentar:** Wie aus der Definition hervorgeht, sind Instrumente immer konkrete Objekte. Genau genommen müssen sie sogar unbelebt sein ([55]). Für die Repräsentation des Verhältnisses zwischen einer Situation und einem abstrakten Hilfsmittel/einer Methode steht die Relation **METH** zur Verfügung.

<sup>20</sup> Der **ANTE**-Term in (148) ist genau genommen redundant, da gilt:  
( $s \text{ FIN } v$ )  $\rightarrow$  ( $s \text{ ANTE } v$ ).

(18.81) „Peter [fährt] **INSTR**<sub>arg1</sub> mit [dem Auto] **INSTR**<sub>arg2</sub> durch die Stadt.“

(18.82) „Max [entwirft] **INSTR**<sub>arg1</sub> mit [dem Computer] **INSTR**<sub>arg2</sub> eine Grafik.“

Ein Beispiel, das die parallele und kontrastierende Verwendung von **MANNR** und **INSTR** zum Ausdruck bringt, ist nachstehend angegeben.<sup>21</sup>

(18.83) „Er [hält] **INSTR**<sub>arg1</sub> das Gefäß [vorsichtig] **MANNR**<sub>arg2</sub> mit [beiden Händen] **INSTR**<sub>arg2</sub> [über dem Kopf] **LOC**<sub>arg2</sub>.“

Das gleichzeitige Vorkommen der Relationen **INSTR** und **METH** in einem Sachverhalt zeigt folgendes Beispiel:

(18.84) „Die Ergebnisse wurden sehr effektiv [mit einem PASCAL-Programm] **INSTR**<sub>arg2</sub> nach [dem Verfahren von Cooley-Tucker] **METH**<sub>arg2</sub> ermittelt.“

Zwischen der Instrument-Relation **INSTR** und der Zweck-Relation **PURP** besteht folgender Zusammenhang:

- $(v_1 \text{ SUBS } s) \wedge (v_1 \text{ AGT } k_1) \wedge (v_1 \text{ INSTR } k_2)$   
 $\rightarrow \exists v_2 (v_2 \text{ SUBS benutzen}) \wedge (v_2 \text{ AGT } k_1) \wedge (v_2 \text{ OBJ } k_2) \wedge (v_2 \text{ PURP } s)$   
 (149)

### 18.2.43 JUST: Begründungszusammenhang aufgrund gesellschaftlicher Normen

**JUST:** [*si* ∪ *abs*] × [*si* ∪ *abs*]

**Definition:** Die Relation ( $s_1 \text{ JUST } s_2$ ) stellt einen ethischen oder normativ in der Gesellschaft bestehenden bzw. gesetzten Begründungszusammenhang zwischen den Situationen (Sachverhalten)  $s_1$  und  $s_2$  her.  $s_1$  ist die Begründung für  $s_2$ .

**Mnemonic:** justification – Begründung/Rechtfertigung  
 (x **JUST** y) – [x wird durch y gerechtfertigt]

**Fragemuster:** {Warum/Weshalb/Weswegen}  $\langle s_2 \rangle$ ?  
 Wegen  $\langle \text{WS} \rangle \langle s_1 \rangle \langle s_2 \rangle$ ?

<sup>21</sup> Die Abgrenzung zwischen **MANNR** und **INSTR** ist zwar weniger problematisch als die zwischen **MANNR** und **METH**, sie verdient es aber trotzdem hervorgehoben zu werden, weil nach beiden Relationen mit „Wie?“ gefragt werden kann und beide Spezialisierungen der verallgemeinerten Art und Weise sind, vgl. Relation **MODE**.

**Kommentar:** Die Relation **JUST** repräsentiert gesellschaftlich gesetzte Begründungszusammenhänge, die nicht durch **CAUS** oder **IMPL** wiedergegeben werden können. Die Relation **JUST** als Beziehung zwischen faktischen (realen) Sachverhalten/Situationen ist die Ergänzung zu **CAUS** und **IMPL** im Bereich der Begründungszusammenhänge. Alle drei Relationen **JUST**, **CAUS** und **IMPL** sind der Relation **REAS** untergeordnet (s. dort). Die Argumentreihenfolge der Relation **JUST**, und damit die Richtung der entsprechenden Kante im SN, wurde so gewählt, daß erst der Grund und dann der begründete Sachverhalt folgt. Damit wird auch eine Übereinstimmung mit den Richtungen von **CAUS** und **IMPL** gewährleistet.

(18.85) „[Da Peter Baptist ist]<sup>JUST<sub>arg1</sub></sup>, [wurde er als Erwachsener getauft]<sup>JUST<sub>arg2</sub></sup>.“

(18.86) „[Weil es verboten ist]<sup>JUST<sub>arg1</sub></sup>, [raucht niemand im Abteil]<sup>JUST<sub>arg2</sub></sup>.“

#### 18.2.44 LEXT: Relation zur Angabe einer lokalen Ausdehnung

**LEXT:** [*si* ∪ *o*] × [*l* ∪ *m*]

**Definition:** Die Relation (x **LEXT** y) gibt die lokale Erstreckung y einer Situation bzw. eines Objekts x an, ohne dabei eine Ausgangs- oder Zielrichtung zur Festlegung zu verwenden.

**Mnemonic:** local extension – lokale Erstreckung/Ausdehnung  
(x **LEXT** y) – [x hat die räumliche Ausdehnung y]

**Fragemuster:** Wie weit [sich erstrecken] ⟨x⟩?

Über {welche Entfernung/welchen Bereich/welche Distanz} ⟨si⟩/⟨abs⟩?

Welches [Ausmaß annehmen] ⟨x⟩?

**Kommentar:** Die gesonderte Definition der Relation **LEXT** neben **LOC** ist notwendig, weil die Angabe einer lokalen Restriktion und einer lokalen Extension nebeneinander verwendet werden können (siehe dazu den Beispielsatz 18.87).

(18.87) „P. fuhr [in Spanien]<sup>LOC<sub>arg2</sub></sup> [über 30 km]<sup>LEXT<sub>arg2</sub></sup> mit einem defekten Reifen.“

(18.88) „Die Ölverschmutzung dehnt sich [über die gesamte Küste]<sup>LEXT<sub>arg2</sub></sup> aus.“

(18.89) „Die Autos stauten sich [von Köln bis Leverkusen]<sup>LEXT<sub>arg2</sub></sup>.“

Anmerkung: In diesem Beispiel ist „Köln“ keine lokale Herkunft (**ORIGL**) und „Leverkusen“ kein lokales Ziel (**DIRCL**).

Wie das letzte Beispiel 18.89 zeigt, ist als Spezifikation einer räumlichen Erstreckung auch ein Intervall zulässig, das semantisch mit Hilfe der Funktion **\*TUPL** repräsentiert werden kann. Für die Relation **LEXT** muß eine Gruppe von Bedeutungspostulaten definiert werden, mit deren Hilfe die Transformation verschiedener Darstellungsformen für räumliche Ausdehnungen ineinander möglich ist. Als Beispiel seien verschiedene Varianten für semantisch äquivalente Repräsentationen von „ein 30 km langer Stau“ angegeben<sup>22</sup>:

$$\begin{aligned}
 (18.90) \quad & (\text{Stau } \mathbf{LEXT} (*\mathbf{QUANT} \langle 30 \text{ km} \rangle)) \leftrightarrow \\
 & (\text{Stau } \mathbf{PROP} (*\mathbf{MODP} \text{ lang } (*\mathbf{QUANT} \langle 30 \text{ km} \rangle))) \leftrightarrow \\
 & (\text{Stau } \mathbf{ATTR} x) \wedge (x \mathbf{SUB} \text{ Länge}) \\
 & \quad \wedge (x \mathbf{VAL} (*\mathbf{QUANT} \langle 30 \text{ km} \rangle))
 \end{aligned}$$

### 18.2.45 LOC: Relation zur Angabe der Lokation einer Situation

**LOC:**  $[o \cup si] \times l$

**Definition:** Die Relation  $(x \text{ LOC } l)$  gibt an, daß sich ein Objekt  $x \in o$  an der Stelle  $l$  befindet oder die Situation  $x \in si$  an der Lokation  $l$  gilt bzw., wenn  $x$  ein Vorgang ist, daß  $x$  an der Lokation  $l$  stattfindet.

**Mnemonic:** location – Lokation

$(x \text{ LOC } y) - [x \text{ befindet sich am Ort } y / \text{ findet am Ort } y \text{ statt}]$

**Fragemuster:** Wo  $\langle si \rangle$ ?

Wo gilt  $\langle si \rangle$ ?

Wo [sich befinden]  $\langle o \rangle$ ?

$\{ \text{Wo}(r) \_ \langle \text{lok-praep} \rangle / \langle \text{lok-praep} \rangle \langle \text{WM/WS} \rangle \} \langle si \rangle$ ?

wobei  $\langle \text{lok-praep} \rangle \in \{ \text{abseits}^+, \text{an}, \text{auf}, \text{außerhalb}^+, \text{bei}^+, \text{diesseits}^+, \text{gegenüber}^+, \text{hinter}, \text{in}, \text{inmitten}^+, \text{innerhalb}^+, \text{jenseits}^+, \text{links}^+, \text{nächst}^+, \text{neben}^+, \text{oberhalb}^+, \text{rechts}^+, \text{über}, \text{unter}, \text{unterhalb}^+, \text{unweit}^+, \text{vor}, \text{zwischen} \}$ .

Die mit  $^+$  versehenen Präpositionen dürfen nicht mit „wo(r)“ zu einem Fragewort verknüpft werden (die Zusammensetzung wird durch  $\_$  angedeutet).

<sup>22</sup> Diese Äquivalenzbeziehungen lassen sich zu einer Gruppe von Axiomen (d.h. zu einem Axiomenschema) verallgemeinern, indem **Stau** und  $\langle 30 \text{ km} \rangle$  durch eine geeignete Variable ersetzt werden.

**Kommentar:** Im Gegensatz zu Richtungen sind ungerichtete Lokationsangaben primär mit Objekten verbunden. In diesem Fall ist  $(x \text{ LOC } l)$  mit  $x \in o$  als Angabe der zum Objekt  $x$  gehörigen Lokation  $l$  zu verstehen. Die Relation **LOC** ist nicht nur für konkrete Objekte erklärt, sondern kann auch abstrakten Objekten zugeordnet werden.

(18.91) „Die Religion [in Indien] **LOC**<sub>arg2</sub> ...“

(18.92) „Der Druck [im Kessel] **LOC**<sub>arg2</sub> ...“

Mit **LOC** läßt sich sowohl die lokale Charakterisierung von Vorgängen vornehmen (Beispiele 18.93 und 18.94) als auch der räumliche Gültigkeitsbereich von statischen Sachverhalten / Zuständen einengen (Beispiele 18.95 und 18.96):

(18.93) „Die Aktien wurden vom Makler [an der Frankfurter Börse] **LOC**<sub>arg2</sub> verkauft.“

(18.94) „Die Arbeiten [im Katastrophengebiet] **LOC**<sub>arg2</sub> ...“

(18.95) „Elektronen sind (nur) [in Leitern] **LOC**<sub>arg2</sub> frei verschieblich.“

(18.96) „Peter wartet [am Bahnhof] **LOC**<sub>arg2</sub>.“

Wie das Beispiel 18.93 zeigt, kann die Zuordnung von Objektlokationen zu Sachverhaltslokationen recht kompliziert sein: weder die Aktien noch der Makler müssen sich am Ort des Verkaufs in Frankfurt befunden haben. Es ist also durchaus sinnvoll, dem Sachverhalt (und nicht dem Partizipanten) die angegebene Lokation zuzuschreiben. In der semantischen Repräsentation von Satz (18.95) ist die Relation **LOC** als semantisch restriktive Beziehung außerhalb der Begriffskapsel des Sachverhalts (s. Abschn. 17.7) anzubringen. Sie trägt bezüglich ihres ersten Arguments das Merkmal [**K-TYPE** = *restr*].

#### 18.2.46 MAJ/MAJE: Größer-[gleich-]Relation zwischen Zahlen oder Quantitäten

**MAJ/MAJE:**  $qn \times qn$

**Definition:** majeDie Relation  $(q_1 \text{ MAJ } q_2)$  bringt zum Ausdruck, daß die Zahl oder die Quantität  $q_1$  größer als die Zahl oder Quantität  $q_2$  ist. Analog zu der Relation **MAJ** wird die Relation **MAJE** definiert, die die „Größer-gleich-Beziehung“ zum Ausdruck bringt.

**Mnemonic:** major – größer

(x **MAJ** y) – [x majorisiert y]

**Fragemuster:** Welche von beiden  $\langle qn \rangle$  ist größer?  
 $\{ \langle WR \rangle \}$   $\langle at \rangle$  hat den größeren Wert?

**Kommentar:** Der Größenvergleich von Quantitäten wird auf den von Zahlen zurückgeführt, indem festgelegt wird, daß für  $q_1 = (*QUANT\ n_1, me_1)$  und  $q_2 = (*QUANT\ n_2, me_2)$  gilt:

$$\bullet (q_1\ MAJ\ q_2) \wedge (me_1\ EQU\ me_2) \leftrightarrow (n_1\ MAJ\ n_2) \wedge (me_1\ EQU\ me_2) \quad (150)$$

Gegebenenfalls ist vor dem Vergleich der Maßzahlen eine Übereinstimmung der Maßeinheiten durch Aufruf von Umwandlungsfunktionen für Quantitäten und Maßeinheiten herbeizuführen, falls letztere überhaupt vergleichbar sind.

Es muß ausdrücklich hervorgehoben werden, daß diese Relation auch für nicht-numerische Quantifikationen definiert sind. Damit lassen sich auch Vergleiche zwischen Bedeutungsrepräsentanten von intensionalen Quantifikatoren, wie *wenige*, *einige*, *viele*, *mehrere* usw. formulieren, z.B.:

(18.97) (*mehrere MAJ einige*) – mehrere majorisiert / ist größer als einige

(18.98) (*viele MAJ wenige*) – viele majorisiert / ist größer als wenige

### 18.2.47 MANNR: Relation zur Spezifizierung der Art und Weise des Bestehens einer Situation

**MANNR:**  $si \times [ql \cup st \cup as]$

**Definition:** Die Relation (s **MANNR** a) dient zur näheren Charakterisierung bzw. qualitativen Bestimmung eines Vorgangs bzw. eines Zustands s durch Angabe der Art und Weise a seiner Durchführung/seines Ablaufs bzw. seines Bestehens (im Falle eines Zustands).

**Mnemonic:** manner – Art und Weise

(x **MANNR** y) – [x läuft nach der Art und Weise y ab]

**Fragemuster:** {Wie/Auf welche Art und Weise}  $\langle s \rangle$ ?  
 {Wie/Auf welche Art und Weise} wird  $\langle s \rangle$  durchgeführt?  
 Wodurch ist  $\langle s \rangle$  gekennzeichnet?

**Kommentar:** Zur näheren Qualifizierung einer Situation können die den verschiedensten Sorten zugehörigen Entitäten dienen:

(18.99) „P. fährt [schnell] **MANNR**<sub>arg2</sub>.“

(18.100) „... [in absteigender Reihenfolge] **MANNR**<sub>arg2</sub> ordnen.“

(18.101) „... die Schüler so aufstellen, daß [jeder Schüler in der Reihe größer ist als sein linker Nachbar]<sup>MANNR<sub>arg2</sub></sup>.“

(18.102) „P. hängt [kopfüber]<sup>MANNR<sub>arg2</sub></sup> am Reck.“

Die Relation **MANNR** ist eine Spezialisierung der Relation **MODE**. Die semantische Abgrenzung zur Relation **METH** ist problematisch, wenn das zweite Argument ein Sachverhalt  $a \in si$  ist. Als vereinfachendes Kriterium wird angenommen, daß – bei Vorliegen der sonstigen definitorischen Voraussetzungen – die Relation **MANNR** zutrifft, wenn a ein statischer Sachverhalt ist ( $a \in st$ ), und daß die Relation **METH** zutrifft, wenn a ein dynamischer Sachverhalt ist (d.h.  $a \in dy$ )

### 18.2.48 MCONT: K-Rolle – Relation zwischen einer geistigen Handlung und ihrem Inhalt

**MCONT:** [ $si \cup o$ ]  $\times$  [ $\tilde{o} \cup \tilde{si}$ ]

**Definition:** Die Relation (s **MCONT**  $i\tilde{h}$ ) gestattet es, den Inhalt/den geistigen Gehalt  $i\tilde{h}$  des informationellen oder geistigen Prozesses bzw. Zustandes s zu spezifizieren. Die Relation **MCONT** dient aber auch in einer gewissen Verkürzung dazu, den Inhalt/Gehalt des Ergebnisses einer geistigen Handlung darzustellen, s. Beispiel (18.106).

**Mnemonic:** mental content – mentaler Inhalt/Gehalt

(x **MCONT** y) – [x wird durch den geistigen/informationellen Gehalt y charakterisiert]

**Fragemuster:** Was {[denken]/[überlegen]/[träumen]/[annehmen]/... } ...?

Was {[sagen]/[übermitteln]/[mitteilen]/[erfahren]/[beinhalten]/... } ...?

Wovon {[Kenntnis erhalten]/[erfahren]/[erzählen]/... } ...?

Woran {[glauben]/[denken]/[erinnern]/... } ...?

{Worüber/Wovon/Was} ⟨inform-proc⟩ der Handlungsträger?

mit ⟨inform-proc⟩ = *sprechen, glauben, denken, schreiben, ...*

**Kommentar:** Charakteristisch für die **MCONT**-Relation ist der Umstand, daß zunächst (d.h. ohne zusätzliche Information) nichts über die Gültigkeit bzw. den Wahrheitswert oder (im Falle eines Objekts) über die Existenz des zweiten Arguments bekannt ist. Das kommt in der Oberflächenstruktur des Satzes bzw. Nebensatzes, der das zweite Argument beschreibt, häufig durch eine Konjunktivbildung zum Ausdruck (s. Beispiel 18.103). Aus diesem Grund muß als

zweites Argument  $i\tilde{h}$  der Relation **MCONT** zunächst eine hypothetische Entität mit dem Merkmal [**FACT** = *hypo*] angenommen werden. Der entsprechende Sachverhalt kann aber durch eine spätere Information als real qualifiziert werden. Im Gegensatz zur Relation **OBJ** gilt als Defaultannahme, daß das zweite Argument  $i\tilde{h}$  von **MCONT** nicht unabhängig vom Bestehen des ersten Arguments  $s$  ist.<sup>23</sup>

Die Relation **MCONT** dient häufig zur Anbindung der Bedeutung sogenannter „daß-Sätze“, die Inhalte von Denk- oder Kommunikationssachverhalten ausdrücken, an den semantischen Repräsentanten (Satzknoten) des Hauptsatzes.

(18.103) „Der Mathematiker glaubte, daß [er einen Beweis gefunden habe] **MCONT**<sub>arg2</sub>.“

(18.104) „Der Junge träumt [2] **MCONT**<sub>argobj</sub> von seiner Freundin.“

(18.105) „P. trägt sich mit der Idee, [in den Urlaub zu fahren] **MCONT**<sub>arg2</sub>.“

(18.106) „Ein Buch [über die Mammuthöhle] **MCONT**<sub>arg2</sub>...“

(18.107) „Die Verhandlung [über Abrüstung] **MCONT**<sub>arg2</sub>...“

(18.108) „Die Mitteilung [2] **MCONT**<sub>argobj</sub> über den Tod des Freundes...“

### 18.2.49 METH: K-Rolle – Methode

**METH:** [*si* ∪ *abs*] × [*dy* ∪ *ad* ∪ *io*]

**Definition:** Die Relation (s **METH** m) gibt die Beziehung zwischen einer Situation  $s$  (typischerweise ein Vorgang) und einem abstrakten Objekt bzw. Vorgang  $m$  an, die ein Verfahren oder die Methode bezeichnen bzw. beschreiben, nach der  $s$  durchgeführt wird (im Falle eines Vorgangs) oder nach der  $s$  aufrecht erhalten wird (im Falle eines Zustands).

**Mnemonic:** method – Methode

(x **METH** y) – [x wird nach der Methode y durchgeführt]

**Fragemuster:** Wonach/Nach welchem Verfahren/Nach welcher Methode [arbeiten] ⟨o⟩?

Wie {[herstellen]/[produzieren]/[finden]...} ⟨o⟩?

Wie {[sitzen]/[stehen]/[liegen]/...} ⟨o⟩?

{Mit welcher Methode/Mit welchem Verfahren/...}[durchführen]/[aufrecht erhalten] ⟨s⟩?

<sup>23</sup> Eine zusätzliche Charakterisierung durch **OBJ** bringt genau diese Unabhängigkeit der betreffenden Entität vom Bestehen des ersten Arguments  $s$  zum Ausdruck, vgl. auch **MEXP**.

Wodurch {[nachweisen]/[entdecken]/[zustande bringen]/... } ⟨o⟩?

**Kommentar:** Für die nähere Bezeichnung der Methode, nach der ein Vorgang abläuft oder ein Zustand besteht bzw. aufrecht erhalten wird, ist nicht nur die Angabe eines abstrakten Begriffes (Benennung einer Methode), sondern auch die explizite Angabe eines Vorgangs oder einer Folge von Vorgängen, die eben diese Methode charakterisieren, möglich. In den ersten beiden der nachstehenden Beispiele sind jeweils Vorgänge durch eine Methode charakterisiert und im letzten Beispiel ein Zustand:

(18.109) „Die Integration wird [nach der Simpsonregel] **METH**<sub>arg2</sub> durchgeführt.“

(18.110) „Die Schüler stellten sich in einer Reihe auf, [indem zuerst die Mädchen und dann die Jungen antraten] **METH**<sub>arg2</sub>.“

(18.111) „Der Artist hält [durch Balancieren mit einer Bambusstange] **METH**<sub>arg2</sub> das Gleichgewicht.“

Zur Abgrenzung der Relationen **METH** und **MANNR** ist festzustellen, daß Methoden im wesentlichen durch Vorgänge ( $m \subset [dy \cup ad]$ ) oder explizit benannte Verfahren ( $m \subset io$ ) spezifiziert werden, während eine Art und Weise i.e.S., die durch die Relation **MANNR** repräsentiert wird, typischerweise durch Qualitäten und Zustände spezifiziert wird. **METH** ist aber wie **MANNR** eine Spezialisierung der Relation **MODE**, die eine verallgemeinerte Art und Weise ausdrückt. Zwischen der Relation **METH** und der Zweck-Relation **PURP** besteht folgender Zusammenhang:

- $(v_1 \text{ SUBS } v) \wedge (v_1 \text{ AGT } k) \wedge (v_1 \text{ METH } m)$   
 $\rightarrow \exists v_2 (v_2 \text{ SUBS } \text{benutzen}) \wedge (v_2 \text{ AGT } k) \wedge (v_2 \text{ OBJ } m) \wedge (v_2 \text{ PURP } v)$   
(151)

### 18.2.50 MEXP: K-Rolle – mentaler Zustandsträger

**MEXP:** [*si*  $\cup$  *abs*]  $\times$  *d*

**Definition:** (*z* **MEXP** *b*) gibt die Beziehung zwischen einem mentalen Zustand oder Prozeß *z* mit dem Merkmal [**MENTAL**+] und einem belebten Objekt *b* mit [**ANIMATE**+] an, das *z* erfährt.

**Mnemonic:** mental experiencer – mentaler Träger  
 (*x* **MEXP** *y*) – [*x* wird von *y* mental erfahren]

**Fragemuster:** In welchem mentalen Zustand [sich befinden] ⟨b⟩?  
 ⟨WR⟩ [⟨geistiger Zustand⟩] ⟨b⟩?  
 mit ⟨geistiger Zustand⟩ = {glauben, wissen, denken, hoffen, ... }

**Kommentar:** Mit der Relation **MEXP** werden geistige Zustände bzw. Prozesse und ihre Träger miteinander verknüpft. **MEXP** ist ein Spezialfall der Relation **EXP** (s. dort).

(18.112) „[Max]<sup>MEXP<sub>arg2</sub></sup> ist [überzeugt]<sup>MEXP<sub>arg1</sub></sup>, daß Susi kommt.“

(18.113) „[Der Jäger]<sup>MEXP<sub>arg2</sub></sup> [sah]<sup>MEXP<sub>arg1</sub></sup> einen Zwölfender.“

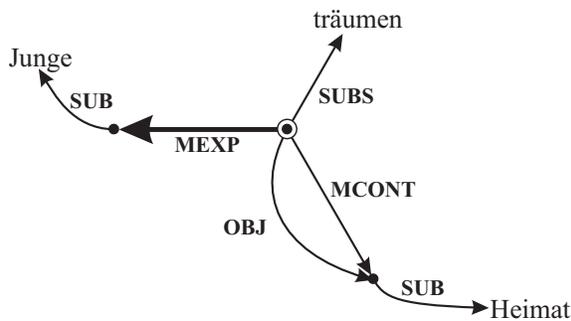
Die Relation **MEXP** bietet auch die Möglichkeit, zwischen bestimmten Paaren von Verben (genauer, zwischen deren Subjektrollen) zu unterscheiden:

sehen → **MEXP**, beobachten → **AGT**

hören → **MEXP**, zuhören → **AGT** usw.

Ein Zustand, in dessen semantischer Darstellung die Relation **MEXP** involviert ist, ist i.a. auch mit der Relation **MCONT** oder mit der Relation **OBJ**, eventuell sogar mit beiden, verknüpft. Ausnahmen sind Bedeutungsdarstellungen von intransitiven (mentalen) Zustandsverben (wie „*schlafen*“), die natürlich kein Objekt zulassen.

Beispiel:



„Der Junge träumt von der Heimat.“

Mit dieser Auffassung läßt sich auch der Unterschied zwischen ⟨denken an⟩ und ⟨denken, daß⟩ erklären. Der Valenzrahmen von ⟨denken, daß⟩ enthält neben **MEXP** nur **MCONT**; formal ausgedrückt:

[⟨denken an⟩ (**MEXP** x) + (**MCONT** y)]

Demgegenüber wird das zweite Argument von  $\langle \text{denken an} \rangle$  sowohl durch **MCONT** als auch durch **OBJ** charakterisiert, verkürzt dargestellt:

$[(\langle \text{denken an} \rangle (\text{MEXP } x) + (\text{MCONT } y) + (\text{OBJ } y))]$

### 18.2.51 MIN/MINE: Kleiner-[gleich-]Relation zwischen Zahlen oder Quantitäten

**MIN/MINE:**  $qn \times qn$

**Definition:** Die Relation ( $q_1$  **MIN**  $q_2$ ) bringt zum Ausdruck, daß die Zahl oder die Quantität  $q_1$  kleiner als die Zahl oder Quantität  $q_2$  ist. Analog zu der Relation **MIN** wird die Relation **MINE** definiert, die die „Kleiner-gleich-Beziehung“ zum Ausdruck bringt.

**Mnemonic:** minor – kleiner

( $x$  **MIN**  $y$ ) – [ $x$  minorisiert  $y$ ]

**Fragemuster:** Welche von beiden  $\langle qn \rangle$  ist kleiner?  
 $\{ \langle \text{WR} \rangle \}$   $\langle \text{at} \rangle$  hat den kleineren Wert?

**Kommentar:** Der Größenvergleich von Quantitäten wird auf den von Zahlen zurückgeführt, indem festgelegt wird, daß für  $q_1 = (*\text{QUANT } n_1, m_1)$  und  $q_2 = (*\text{QUANT } n_2, m_2)$  gilt:

$$\bullet (q_1 \text{ MIN } q_2) \wedge (m_1 \text{ EQU } m_2) \leftrightarrow (n_1 \text{ MIN } n_2) \wedge (m_1 \text{ EQU } m_2) \quad (152)$$

Gegebenenfalls ist vor dem Vergleich der Maßzahlen eine Übereinstimmung der Maßeinheiten durch Aufruf von Umwandlungsfunktionen für Quantitäten und Maßeinheiten herbeizuführen, falls letztere überhaupt vergleichbar sind. Es muß ausdrücklich hervorgehoben werden, daß diese Relation auch für nicht-numerische Quantifikationen definiert sind. Damit lassen sich auch Vergleiche zwischen Bedeutungsrepräsentanten von intensionalen Quantifikatoren, wie *wenige*, *einige*, *viele*, *mehrere*, *alle* usw. formulieren:

(18.114) (*zwei* **MIN** *einige*) bedeutet: *zwei* minorisiert/ist kleiner als *einige*

(18.115) (*einige* **MIN** *alle*) bedeutet: *einige* minorisiert/ist kleiner als *alle*

### 18.2.52 MODE: Relation der verallgemeinerten Art und Weise

**MODE:**  $[si \cup abs] \times [o \cup si \cup ql]$

**Definition:** Die Relation (s **MODE** a) gibt die verallgemeinerte Art und Weise an, nach der ein Vorgang vor sich geht oder nach der ein Zustand besteht. Sie umfaßt die Relationen **MANNR**, **METH** und **INSTR**.

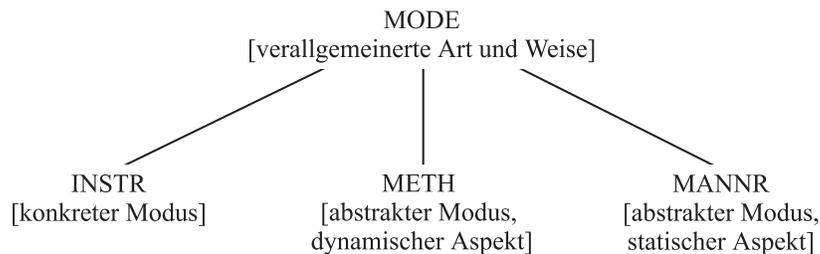
**Mnemonic:** mode – Modus/(verallgemeinerte) Art und Weise

(x **MODE** y) – [x läuft nach dem Modus y ab/besteht nach dem Modus y]

**Fragemuster:** {Wie/Auf welche Art und Weise} [vor sich gehen]/  
[bestehen] ⟨s⟩?

Wie {[tun]/[arbeiten]/...} der Handlungsträger von ⟨s⟩?

**Kommentar:** Es ist durchaus sinnvoll, die Relation einer verallgemeinerten Art und Weise (**MODE**) zusätzlich zu den vorhandenen Relationen einzuführen. Zum einen faßt sie die Beziehungen zusammen, nach denen mit dem Fragepronomen „Wie?“ gefragt werden kann, zum anderen kann sie bei der automatischen Erzeugung semantischer Bedeutungsdarstellungen in den Fällen eingesetzt werden, in denen nicht genügend Hintergrundwissen für eine Disambiguierung vorhanden ist.



(18.116) „Wie hat er den Baum gefällt?“

⇒ „[mit der Motorsäge]<sup>MODE<sub>arg2</sub></sup>“ (INSTR)

(18.117) „Wie wurde der Beweis geführt?“

⇒ „[nach dem Diagonalverfahren]<sup>MODE<sub>arg2</sub></sup>“ (METH)

(18.118) „Wie arbeitet das Programm?“

⇒ „[äußerst zuverlässig]<sup>MODE<sub>arg2</sub></sup>“ (MANNR)

Die Relation **INSTR** spezifiziert ein konkretes Objekt, das angibt, wie ein Vorgang durchgeführt wird; **METH** charakterisiert einen Vorgang mit Hilfe einer Methode (eines Konzepts, das einen bestimmten dynamischen Aspekt erfaßt), und **MANNR** beschreibt schließlich die Art und Weise durch ein abstraktes statisches Konzept.

### 18.2.53 MODL: Relation zur Modalitätsangabe

**MODL:**  $\tilde{s}i \times md$

**Definition:** Die Relation (s **MODL** m) dient der modalen Spezifizierung eines hypothetischen Sachverhaltes s mit Hilfe einer endlichen Menge von sogenannten Modalisatoren (Sorte [*md*]). Sie stellt die Stellungnahme des Sprechers bzw. des Verfassers einer Situationsbeschreibung zur Geltung der von ihm formulierten Aussagen dar.

**Mnemonic:** modality – Modalität

(x **MODL** y) – [x wird durch die Modalität y eingeschränkt]

**Fragemuster:** Welcher Wahrheitsgrad kommt ⟨si⟩ zu?

Ist ⟨si⟩ {möglich/erlaubt/erforderlich/... }?

**Kommentar:** Mit Hilfe der Relation **MODL** werden (gegebenenfalls unter Hinzuziehung der Funktion **\*NON**) die modalen Konstruktionen behandelt, die in natürlichsprachlichen Sätzen durch folgende Erscheinungen repräsentiert sind:

Modale Hilfsverben: können, sollen, dürfen, müssen, wollen, mögen, ...

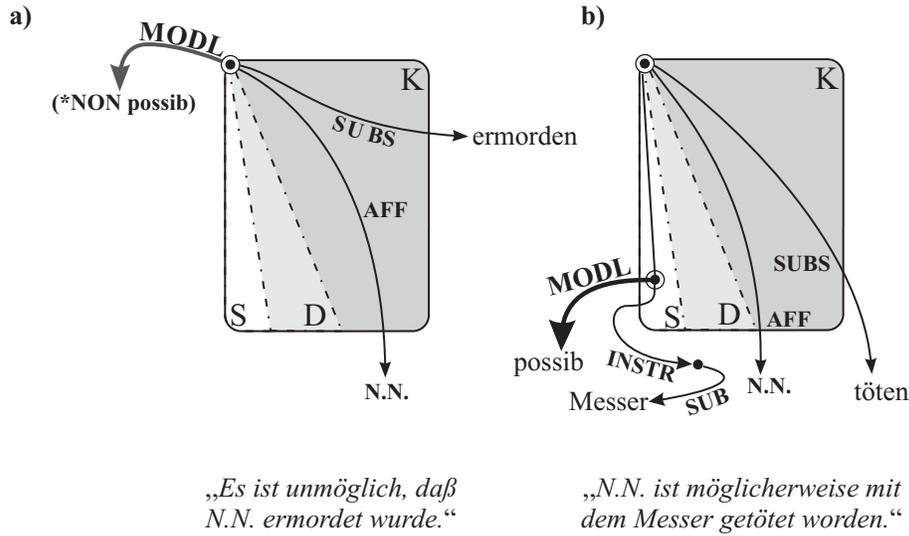
Modaladverbien: wahrscheinlich, notwendigerweise, möglicherweise, unbedingt, vielleicht, ...

Die Modi des Verbs: Imperativ und Konjunktiv

Infinitivkonstruktionen, die modalen Charakter tragen: z.B.: ⟨hat zu schweigen⟩, ⟨ist zu beweisen⟩, ...

Die Relation **MODL** ist insofern von anderen Relationen qualitativ zu unterscheiden, als die Modalisatoren [*md*] im Gegensatz zu den anderen Entitäten als logische Operatoren zu interpretieren sind, die über den Situationen wirken und nicht die Situationen selbst mit konstituieren. Im Zusammenhang mit der Darstellung einer Situation durch eine Kapsel bezieht sich die Relation **MODL** i.a. auf die gesamte Kapsel (Fall a), es sei denn, die Modalangabe (hier *possib*

für Möglichkeit) ist ausdrücklich auf eine einzelne Konstituente eingeschränkt (Fall b).



### 18.2.54 NAME: Relation zur Namensangabe

**NAME:** *ent* × *fe*

**Definition:** Die Relation (e **NAME** n) ordnet einer begrifflichen Entität e einen Eigennamen n zu.

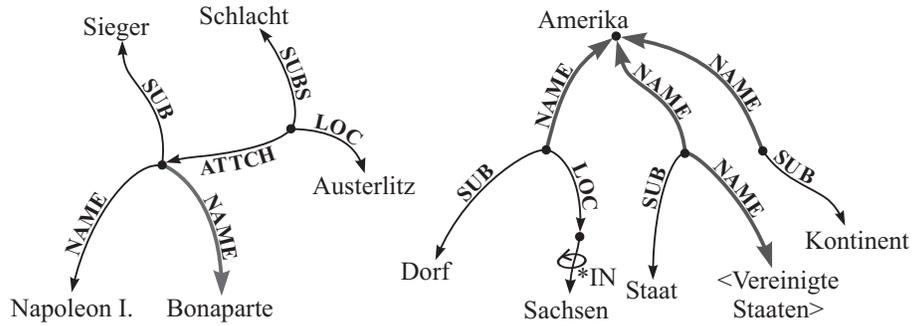
**Mnemonic:** name – Name

(x **NAME** y) – [x besitzt den Namen / die Bezeichnung y]

**Fragemuster:** Wie {[heißen]/[genannt werden]/[bezeichnet werden] ... } ⟨e⟩?  
 ⟨WR⟩ {[heißen]/[genannt werden]/[bezeichnet werden] ... } ⟨n⟩?

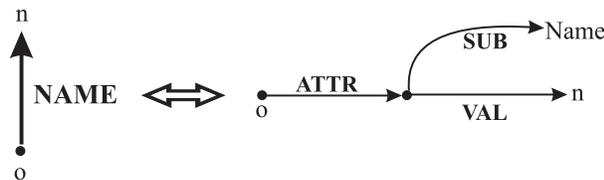
**Kommentar:** Die Relation **NAME** dient zur Verknüpfung eines Begriffs mit einem Eigennamen. Diese Relation ist erforderlich, da auch Eigennamen nicht eindeutig sind (andernfalls ließe sich der Namensrepräsentant selbst als Begriffsknoten verwenden). So kann ein und derselbe Eigennamen für mehrere Begriffe verwendet werden, wie z.B. **Amerika** für einen ganzen Kontinent, für

die Vereinigten Staaten oder für ein Dorf in Sachsen. Es können aber auch mehrere Eigennamen mit dem gleichen Begriff verbunden sein, wie z.B. Napoleon I., Bonaparte für den Sieger der Schlacht bei Austerlitz.



Anmerkung: Die Einordnung von Eigennamen unter die Sorte [fe] (formale Entitäten) ist dadurch begründet, daß ein Eigenname einerseits eine einfache Zeichenkette darstellt (also ein formales Konstrukt ist), andererseits ist er selbst eine Entität, d.h. ihm ist semantisch ein eigener Begriffsrepräsentant zuzuordnen, der wieder mit anderen Begriffen in Beziehung steht. So gehört z.B. zu Caroline die Information, daß es sich um einen Vornamen (keinen Familiennamen) handelt (Relation SUB), daß dieser einer weiblichen Person zugeordnet wird (Relation ATTCH) usw.

Die Relation NAME ist eine abkürzende Schreibweise für eine ATTR-VAL-Kombination (letztere gestattet feinere Differenzierungen, wie z.B. die Unterscheidung von Vornamen und Familiennamen, die Kennzeichnung von Spitznamen usw.). Aufgrund dieses Zusammenhangs kann die Relation NAME u.U. auch eingespart werden.



## 18.2.55 OBJ: K-Rolle – neutrales Objekt

**OBJ:**  $si \times [o \cup si]$

**Definition:** Die Relation (s **OBJ** b) repräsentiert die Beziehung zwischen einer Situation s und einem von s unabhängigen Objekt b, das an der Situation s (meist ein Vorgang) beteiligt ist, aber weder von dieser physisch verändert wird (Abgrenzung zu **AFF**), noch Nutznießer derselben ist (Abgrenzung zu **BENF**). Wichtig für die Abgrenzung zur Relation **MCONT** ist die Tatsache, daß b charakteristischerweise auch unabhängig von s Bestand hat bzw. unabhängig von s definiert ist. Für Situationen der Wahrnehmung kommen als zweites Argument auch Vorgänge und Zustände in Frage.

**Mnemonic:** object – Objekt

(x **OBJ** y) – [an der Situation x ist das Objekt y (passiv) beteiligt]

**Fragemuster:** ⟨WN⟩ ⟨transitive-Handlung⟩ der Handlungsträger?

An { ⟨WN⟩/⟨WM⟩ } { [denken]/[glauben]/[zweifeln]/... }... ?

Was { [sehen]/[beobachten]/[wahrnehmen]/[hören]/... }... ?

⟨transitive-Handlung⟩ = Handlungen, die durch transitive Verben beschrieben werden.

**Kommentar:** Das zweite Argument der Relation **OBJ** stellt typischerweise ein unbeteiligtes Objekt dar, das der Situation bzw. der Handlung (erstes Argument) nur passiv gegenübersteht:

(18.119) „P. beobachtet [den Mond] **OBJ**<sub>arg2</sub> durch ein Fernrohr.“

oder es ist ein Objekt, das bei einer Übertragungshandlung transferiert wird:

(18.120) „P. übergab dem Operator [das Programm] **OBJ**<sub>arg2</sub>.“

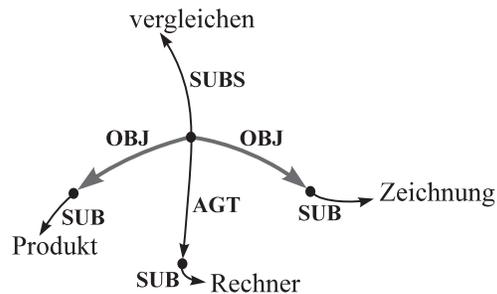
Die Tiefenrelation **OBJ** korrespondiert nicht unmittelbar mit dem Oberflächencasus **Akkusativ**. Sie wird zwar häufig durch Akkusativobjekte beschrieben, kann aber auch bei einem Verb mit präpositionaler Rektion oder mit Dativobjekt auftreten.<sup>24</sup>

(18.121) „P. hört [dem Sprecher] **OBJ**<sub>arg2</sub> zu.“ (**OBJ** + **ORNT**)

(18.122) „P. hört [auf den Sprecher] **OBJ**<sub>arg2</sub>.“

<sup>24</sup> Im Gegensatz zu **EXP**, **AGT**, **CSTR** wird die K-Rolle **OBJ** nie durch das Subjekt des normalen (aktivischen) Satzes beschrieben.

(18.123) „Der Rechner vergleicht [das Produkt]<sup>OBJ<sub>arg2</sub></sup> mit [der Zeichnung]<sup>OBJ<sub>arg2</sub></sup>.“



### 18.2.56 OPPOS: K-Rolle – In Opposition stehende Entität

**OPPOS:**  $[si \cup abs] \times [si \cup o]$

**Definition:** Die Relation (s **OPPOS** e) bringt einen Antagonismus/eine Gegnerschaft/eine Opposition zwischen s und e zum Ausdruck, d.h. daß der Sachverhalt s (typischerweise ein Vorgang) bzw. dessen Zustands- oder Handlungsträger in irgendeiner Weise der Entität e entgegenwirkt.

**Mnemonic:** oppose – sich entgegensetzen  
(x **OPPOS** y) – [x richtet sich gegen y]

**Fragemuster:** {Gegen wen/Wogegen} ist ⟨s⟩ gerichtet?  
Gegen⟨WN⟩ {[kämpfen]/[polemisieren]/[stimmen] ... }?

**Kommentar:** Die Relation **OPPOS** stellt in gewisser Hinsicht das Gegenstück zur Relation **BENF** dar, analog zu dem Gegensatzpaar „Antagonismus/Protagonismus“.

Während **BENF** in der Oberflächenstruktur der natürlichen Sprache oft mit „für“ umschrieben wird, ist die bevorzugte Präposition zur Umschreibung von **OPPOS** „gegen“:

(18.124) „[Kämpfen gegen]<sup>OPPOS<sub>arg1</sub></sup> [den Krieg]<sup>OPPOS<sub>arg2</sub></sup>“  
versus „[Kämpfen für]<sup>BENF<sub>arg1</sub></sup> [das Vaterland]<sup>BENF<sub>arg2</sub></sup>“

- (18.125) „[*Stimmen gegen*] **OPPOS**<sub>arg1</sub> [*das Gesetz*] **OPPOS**<sub>arg2</sub>“  
 versus „[*Stimmen*] **BENF**<sub>arg1</sub> [*für den Kandidaten*] **BENF**<sub>arg2</sub>“  
 (18.126) „[*Er polemisiert dagegen,*] **OPPOS**<sub>arg1</sub> [*daß die Ladenschlußzeiten*  
*geändert werden*] **OPPOS**<sub>arg2</sub>.“

Die Relation **OPPOS** wird auch benutzt, um die Bedeutung adversativer Konjunktionen zum Ausdruck zu bringen (hierzu gehören: „*aber*“, „*sondern*“, „*doch*“).

### 18.2.57 ORIG: Relation zur Angabe einer geistig-informationellen Quelle

**ORIG:**  $o \times [d \cup io]$

**Definition:** Die Relation ( $o_1$  **ORIG**  $o_2$ ) dient zur Darstellung der Beziehung zwischen einem Objekt  $o_1$  und seiner geistig-informationellen Quelle bzw. Herkunft  $o_2$ .

**Mnemonic:** origin – Herkunft

(x **ORIG** y) – [x hat die geistige / informationelle Quelle y]

**Fragemuster:** Von  $\langle WM \rangle$  { [stammen]/[erfahren]/[wissen]/... }  $\langle o_1 \rangle$ ?

Woher { [wissen]/[kennen]/[stammen]/[erfahren]/... }  $\langle o_1 \rangle$ ?

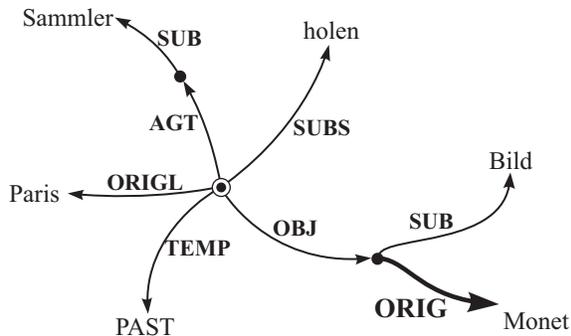
**Kommentar:** Die Relation **ORIG** dient zur Darstellung der Bedeutung solcher Wendungen wie:

- (18.127) „[*Das Verfahren*] **ORIG**<sub>arg1</sub> von [*Cooley-Tucker*] **ORIG**<sub>arg2</sub> ...“  
 (18.128) „[*Das Buch*] **ORIG**<sub>arg1</sub> von [*Thomas Mann*] **ORIG**<sub>arg2</sub> ...“  
 (18.129) „*P. erfuhr* [*die Nachricht*] **ORIG**<sub>arg1</sub> aus [*dem*  
*Fernsehen*] **ORIG**<sub>arg2</sub>.“  
 (18.130) „*Er verwendete* [*eine Methode*] **ORIG**<sub>arg1</sub> aus [*der linearen*  
*Algebra*] **ORIG**<sub>arg2</sub>.“

Die Abgrenzung der Relationen **ORIG** und **ORIGL** ist nur mit Hilfe von Hintergrundwissen möglich. Da dies in praktisch zu realisierenden Wissensrepräsentationssystemen oft nicht verfügbar ist, wird eine allgemeinere Herkunftsrelation **SOURC** bereitgestellt (s. dort), die beide Relationen **ORIGL** und **ORIG** umfaßt. In dem folgenden Satz trifft die Relation **ORIG** beispielsweise nicht zu, wenn das erwähnte Buch von Max Meyer geliehen ist. In diesem Fall ist die Relation **ORIGL** einzusetzen:

(18.131) „[Das Buch]<sup>ORIGL<sub>arg1</sub></sup> von [Max Meyer]<sup>ORIGL<sub>arg2</sub></sup>.“

Im nachstehenden Bild ist ein Beispiel angegeben, in dem beide Relationen **ORIG** und **ORIGL** gemeinsam vorkommen (vorausgesetzt daß der Maler Monet als Urheber und nicht als Besitzer des Bildes angesehen wird):



„Der Sammler holte das Bild von Monet aus Paris.“

### 18.2.58 ORIGL: Relation der lokalen Herkunft

**ORIGL:**  $[o \cup si] \times [l \cup o]$

**Definition:** Die Relation  $(x \text{ ORIGL } l)$  gibt für  $x \in si$  den lokalen Ausgangspunkt bzw. Ursprung  $l$  des Sachverhalts oder des Vorgangs  $x$  an. Sie dient aber auch zur Spezifikation der lokalen Herkunft eines Objektbegriffs, wenn dieser eine entsprechende Richtung als Bedeutungskomponente besitzt.

**Mnemonic:** origin (local) – lokale Herkunft / lokaler Ursprung  
 $(x \text{ ORIGL } y)$  –  $[x$  ist durch die räumliche Herkunft von  $y$  gekennzeichnet]

**Fragemuster:** Woher  $\langle si \rangle$ ?

Woher  $\{[kommen]/[stammen]\} \langle o \rangle$ ?

$\{Aus/Von/Ab\} \langle WM \rangle \langle ger-handlg \rangle \langle o \rangle$ ?

mit  $\langle ger-handlg \rangle \in \{[sich\ bewegen], [fahren], [laufen], [fliegen], \dots\}$

Aus welcher Richtung  $[kommen] \langle o \rangle$ ?

**Kommentar:** Typischerweise ist die Relation **ORIGL** mit gerichteten Vorgängen verknüpft:

(18.132) „Die Katze kroch [unter dem Bett] **ORIGL**<sub>arg2</sub> hervor.“

(18.133) „Die Vögel ziehen im Winter [vom Norden] **ORIGL**<sub>arg2</sub> [nach dem Süden] **DIRCL**<sub>arg2</sub>.“

Es ist sinnvoll, falls erforderlich, auch konkrete und abstrakte Objekte mit einem lokalen Ursprung bzw. Ausgangspunkt zu verknüpfen:

(18.134) „Der Zug [aus Berlin] **ORIGL**<sub>arg2</sub> ...“

(18.135) „Das Stückgut [vom Hauptbahnhof] **ORIGL**<sub>arg2</sub> ...“

(18.136) „Der Wein [aus der Kelterei] **ORIGL**<sub>arg2</sub> ...“

(18.137) „Die Nachricht [aus der Schweiz] **ORIGL**<sub>arg2</sub> ...“

Diese Wendungen werden analog zu den Ausführungen bei **DIRCL** als Ellipsen betrachtet, denen eigentlich vollständige Sätze (Phrasen) zugrunde liegen:

(18.138) „Der Zug, der aus Berlin kommt, ...“

(18.139) „Das Stückgut, das vom Hauptbahnhof versandt wird, ...“

(18.140) „Der Wein, der aus der Kelterei geliefert wird, ...“

(18.141) „Die Nachricht, die aus der Schweiz stammt, ...“

Genau genommen ist (k **ORIGL** l) mit  $k \in o$  als abkürzende Darstellungsweise anzusehen, die wie folgt zu deuten ist:

- (k **ORIGL** l)  $\rightarrow \exists v_1 \exists v [(v_1 \text{ **SUBS** } v) \wedge (v \in \langle \text{ger-handlg} \rangle) \wedge (v_1 \text{ **ORIGL** } l) \wedge ((v_1 \text{ **AGT** } k) \vee (v_1 \text{ **OBJ** } k))]$  (153)

## 18.2.59 ORIGM: Relation der materiellen Herkunft

**ORIGM:**  $co \times co$

**Definition:** Die Relation ( $o_1$  **ORIGM**  $o_2$ ) gibt die materielle Herkunft von  $o_1$  aus  $o_2$  an, d.h.  $o_1$  ist durch einen Umwandlungs- bzw. Herstellungsprozeß ganz oder teilweise aus  $o_2$  entstanden. Die Relation **ORIGM** ist eingeschränkt transitiv (vgl. Relation **PARS**).

**Mnemonic:** origin (material) – materielle Herkunft

(x **ORIGM** y) – [x besteht materiell aus y]

**Fragemuster:**

{Woraus/Aus ⟨WM⟩} {[herstellen]/[erzeugen]/[entstehen]/...} ⟨co⟩  
 ⟨WR⟩ [dient als] Ausgangsmaterial für ⟨co⟩?

**Kommentar:**

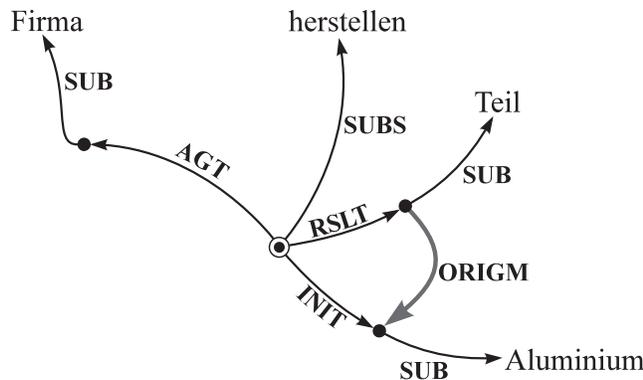
Typischerweise ist das zweite Argument der Relation **ORIGM** eine Substanz, d.h.  $o_2 \in s$ . Das zweite Argument der Relation **ORIGM** kann aber auch ein anderes Konkretum (ein diskretes Objekt  $o_2 \in d$ ) sein.

(18.142) „[Der Ring]<sup>ORIGM<sub>arg1</sub></sup> aus [Gold]<sup>ORIGM<sub>arg2</sub></sup>.“

(18.143) „Peter [fertigt]<sup>INIT<sub>arg1</sub></sup> [2]<sup>INIT<sub>argorigm</sub></sup> aus dem Ring  
[1]<sup>ORIGM<sub>argrst</sub></sup> ein Medaillon.“

Die Relation **ORIGM** kann als Beziehung zwischen dem Resultat einer Handlung (Relation **RSLT**) und dem initialen Objekt der Handlung (Relation **INIT**) gefolgert werden. Man vergleiche auch die Bedeutungsdarstellung im untenstehenden Bild.

(18.144) „Die Firma stellt [das Teil]<sup>ORIGM<sub>arg2</sub></sup> [aus Aluminium]<sup>ORIGM<sub>arg1</sub></sup> her.“



Das Ausgangsmaterial, das in einem Vorgang oder einer produktiven Handlung be- bzw. verarbeitet wird, ist über die Relation **ORIGM** dem Resultat der Handlung (siehe dazu **RSLT**) oder dem affizierten Objekt derselben (siehe dazu **AFF**) zugeordnet und nicht dem Netzknoten, der den Vorgang bzw. die Handlung repräsentiert. Mit dieser Auffassung lassen sich die sprachlichen Erscheinungen, die Aussagen über materielle Herkunft bzw. Ausgangsmaterialien enthalten, einheitlich behandeln:

(18.145) „P. schnitzt [eine Figur]<sup>ORIGM<sub>arg1</sub></sup> (**RSLT**) [aus Holz]<sup>ORIGM<sub>arg2</sub></sup> (**INIT**).“

(18.146) „P. schnitzt an [einer Figur]<sup>ORIGM<sub>arg1</sub></sup> (**AFF**) [aus Holz]<sup>ORIGM<sub>arg2</sub></sup> (**INIT**).“

### 18.2.60 ORNT: K-Rolle – Hinwendung/Orientierung auf

ORNT: [*si* ∪ *abs*] × *o*

**Definition:** Die Relation (v ORNT o) gibt die Beziehung zwischen einem Sachverhalt v, typischerweise ein Vorgang, und dem direkt am Sachverhalt beteiligten Objekt o an, dem sich die Trägerhandlung des Vorgangs zuwendet oder auf das ein Zustand gerichtet ist, wobei das Objekt o nicht verändert wird.

**Mnemonic:** orientation – Orientierung

(x ORNT y) – [x wendet sich dem y zu]

**Fragemuster:** ⟨WM⟩ ⟨O-transfer-Handlung⟩?

An ⟨WN⟩ ⟨O-transfer-Handlung⟩?

⟨WM⟩ wendet sich die Handlung zu?

⟨WM⟩ {[gehorschen]/[glauben]/[vertrauen]/[anhängen]/[schwören]/...} ⟨c⟩?

wobei ⟨O-transfer-Handlung⟩ = {geben, verkaufen, leihen, übermitteln, mitteilen, ...}

**Kommentar:** Die K-Rolle ORNT steht besonders häufig bei Verben, die die Übertragung eines materiellen oder immateriellen Besitzes (eines Gegenstands, einer Information, eines Titels usw.) beinhalten, was in den ersten beiden Fragemustern zum Ausdruck kommt. Dabei ist die Handlung meist auf das direkte Objekt hin gerichtet bzw. sie wendet sich diesem zu, s. die ersten drei der nachfolgenden Beispiele. Wie die Beispiele 18.150 und 18.151 zeigen, kann die Relation ORNT auch durch präpositionale Rektion mit Akkusativ ausgedrückt werden.

(18.147) „Das Mädchen leiht [seiner Freundin] ORNT<sub>arg2</sub> eine Puppe.“

(18.148) „[Dem Mitarbeiter] ORNT<sub>arg2</sub> wird Unterstützung angeboten.“

(18.149) „Der Minister drückte [dem Besucher] ORNT<sub>arg2</sub> die Hand.“

(18.150) „Der Programmcode wird [an den Compiler] ORNT<sub>arg2</sub> übergeben.“

Obwohl die Tiefenrelation ORNT in der natürlichsprachlichen Umschreibung oft mit dem Dativ ausgedrückt wird (s. die Beispiele 18.147 bis 18.149), darf sie nicht mit dem Oberflächenkasus **Dativ** verwechselt werden. Letzterem können auch die semantischen Relationen BENF oder AFF als K-Relation zugrunde liegen.

- (18.151) „Der Anwalt schrieb [dem Mandanten]<sup>BENF<sub>arg2</sub></sup> einen Brief [an den Richter]<sup>ORNT<sub>arg2</sub></sup>.“  
 (18.152) „Der Jäger zog [2]<sup>AVRT<sub>argaff</sub></sup> dem Hasen das Fell ab.“

Die Relation **ORNT** stellt das Pendant zur Relation **AVRT** dar.

### 18.2.61 PARS: Relation zwischen Teil und Ganzem

**PARS:**  $[co \times co] \cup [io \times io] \cup [t \times t] \cup [l \times l]$

**Definition:** Die Relation ( $o_1$  **PARS**  $o_2$ ) gibt an, daß  $o_1$  ein Teil von  $o_2$  ist, mit anderen Worten,  $o_2$  ist das Ganze, das  $o_1$  als Bestandteil enthält. Die Relation **PARS** ist eingeschränkt transitiv (s.u.), asymmetrisch und nicht reflexiv.

**Mnemonic:** pars (lat.) – Teil

(x **PARS** y) – [x ist Teil von y]

**Fragemuster:** {Woraus/Aus welchen Teilen} [bestehen]  $\langle o_2 \rangle$ ?

Welche Teile {[besitzen]/[haben]/...}  $\langle o_2 \rangle$ ?

{Wozu/Zu}  $\langle WM \rangle$  [gehören]  $\langle o_1 \rangle$ ?

{Wovon/Von}  $\langle WM \rangle$  [sein]  $\langle o_1 \rangle$  {Teil/Bestandteil}?

**Kommentar:** Im Falle von konkreten Objekten dient **PARS** zur Spezifikation der physischen Bestandteile eines Objekts. Die Relation kann aber auch benutzt werden, um eine Enthaltenseins-Beziehung zwischen abstrakten Objekten (z.B. für die Bestandteile eines Planes) oder zwischen Zeiten bzw. Lokationen zu charakterisieren. Aufgrund der formalen Eigenschaften der Relation **PARS** bildet sie ebenfalls eine Hierarchie von Begriffsrepräsentanten innerhalb eines semantischen Netzes mit entsprechenden Vererbungsmechanismen. Diese können durch Axiome der folgenden Art beschrieben werden:

$$\bullet (o_1 \text{ PARS } o_2) \wedge (o_2 \text{ ORIGM } s) \rightarrow (o_1 \text{ ORIGM } s) \quad (154)$$

Das Postulieren einer uneingeschränkten Transitivität für die Relation **PARS** ist nicht unproblematisch. Obwohl formal korrekt, bestehen im natürlich-sprachlichen Gebrauch Grenzen, die Transitivität beliebig weit in einer **PARS**-Hierarchie fortzupflanzen.

Beispiele:

(18.153) „Die Stahlfeder ist Teil des Schlosses.“

(18.154) „Das Schloss ist Teil der Tür.“

(18.155) „Die Tür ist Teil des Hauses.“

Gilt deshalb:

(18.156) „Die *Stahlfeder* ist Teil des *Hauses*.“ (??)

Man denke hierbei an die Antwort auf das Anliegen:

(18.157) „*Nenne mir die Teile des Hauses*.“<sup>25</sup>

Die Vererbung der Teil-Ganzes-Beziehung in einer **SUB**-Hierarchie wird durch folgendes Axiom beschrieben:

$$\bullet (o_1 \text{ SUB } o_2) \wedge (o_3 \text{ PARS } o_2) \rightarrow \exists o_4 [(o_4 \text{ SUB } o_3) \wedge (o_4 \text{ PARS } o_1)] \quad (155)$$

Wie bereits aus den Fragemustern hervorgeht, kann die Tiefenbeziehung **PARS** (ähnlich wie **POSS** und **PROP**) durch eine Vielzahl von Wendungen in der Oberflächenstruktur der NL beschrieben werden. So kann **PARS** ausgedrückt werden durch:  $\langle$ bestehen aus $\rangle$ ,  $\langle$ besitzen, haben<sub>1</sub> (als Teil),  $\langle$ Teil sein $\rangle$ ,  $\langle$ Bestandteil sein $\rangle$ ,  $\langle$ enthalten sein $\rangle$  u.a.

Auch ideelle Objekte (Sorte [*io*]) können ineinander enthalten sein (z.B. eine Szene in einem Theaterstück). Das gleiche trifft auf Zeitintervalle (Sorte [*t*]) bzw. Lokationen (Sorte [*l*]) zu, so liegt z.B. der  $\langle$ 25. Dezember $\rangle$  in  $\langle$ den Weihnachtsferien $\rangle$  oder die Lokation  $\langle$ auf dem Stachus $\rangle$  liegt  $\langle$ in München $\rangle$ .

### 18.2.62 POSS: Relation zwischen Besitzer und Besitz

**POSS:**  $o \times o$

**Definition:** Die Relation ( $o_1$  **POSS**  $o_2$ ) bringt die Beziehung zwischen einem Eigentümer oder Besitzer  $o_1$ , der meist eine natürliche oder eine juristische Person ist, und einem Besitz  $o_2$ , über den  $o_1$  verfügt, zum Ausdruck.

**Mnemonic:** possession – Besitz

$$(x \text{ POSS } y) - [x \text{ ist Besitzer von } y]$$

**Fragemuster:**  $\langle$ WR $\rangle$  {[besitzen]/[haben]/... }  $\langle$  $o_2$  $\rangle$ ?

{ $\langle$ WM $\rangle$  gehören/Wessen [Eigentum sein]}  $\langle$  $o_2$  $\rangle$ ?

$\langle$ WN $\rangle$  {[besitzen]/[haben]/... }  $\langle$  $o_1$  $\rangle$ ?

Worüber [verfügen]  $\langle$  $o_1$  $\rangle$ ?

<sup>25</sup> Hier spielen funktionelle Aspekte eine Rolle, wobei in dem Beispiel die Frage entscheidend ist, ob die Stahlfeder funktionell ein bedeutsamer Teil des Hauses ist oder nicht.

⟨WR⟩ [verfügen] über ⟨o<sub>2</sub>⟩?  
Wovon [Eigentümer sein] ⟨o<sub>1</sub>⟩?

**Kommentar:** Typische Beispiele für die Umschreibung der **POSS**-Relation in der Oberflächenstruktur der NL sind die folgenden:

(18.158) „[Der Staat]<sup>POSS<sub>arg1</sub></sup> besitzt [große Goldreserven]<sup>POSS<sub>arg2</sub></sup>.“

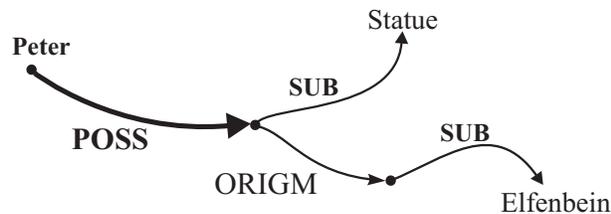
(18.159) „[MGM]<sup>POSS<sub>arg1</sub></sup> hat [die Rechte an dem Film]<sup>POSS<sub>arg2</sub></sup>.“

(18.160) „[Das Grundstück]<sup>POSS<sub>arg2</sub></sup> gehört [dem Unternehmen]<sup>POSS<sub>arg1</sub></sup>.“

Die Relation **POSS** steht in engem Zusammenhang mit Übertragungshandlungen, die ein Besitzverhältnis entstehen lassen oder ein solches beenden. Sei  $s_1$  die Situation ( $o_1$  **POSS**  $o$ ) und  $s_2$  die Situation ( $o_2$  **POSS**  $o$ ), dann gilt:<sup>26</sup>

- $\exists s [(s \text{ SUBS } \langle \text{gebe-hdlg} \rangle) \wedge (s \text{ AGT } o_1) \wedge (s \text{ ORNT } o_2) \wedge (s \text{ OBJ } o) \wedge (s \text{ TEMP } t)]$   
 $\rightarrow [(s_1 \text{ FIN } t) \wedge (s_2 \text{ STRT } t)]$   
 mit  $\langle \text{gebe-hdlg} \rangle = \text{geben, schicken, schenken, ...}$  (156)

Ähnliche Axiome gelten für Handlungsklassen des Besitzererwerbs, zu denen finden, nehmen oder erhalten gehören. Es ist vielleicht aufschlußreich zu bemerken, daß in juristischen Texten der Eigentümer vom Besitzer unterschieden wird. In diesem Kontext ist der Eigentümer  $e$ , der juristisch die Verfügungsgewalt über eine Sache  $o$  besitzt, mit ( $e$  **POSS**  $o$ ) zu beschreiben, während der Besitzer  $b$ , bei dem sich die Sache  $o$  physisch befindet, mit ( $o$  **LOC**  $b$ ) zu charakterisieren ist.



„Peter besitzt eine Statue aus Elfenbein.“

<sup>26</sup> Es muß darauf aufmerksam gemacht werden, daß sich ein solches Axiom nicht im Rahmen der Standard-Prädikatenlogik interpretieren läßt. Es ist vielmehr im Sinne einer Handlungslogik aufzufassen und ist wie folgt zu deuten: Wenn eine Gebens-Handlung der in der Prämisse charakterisierten Art auftritt und die Situation  $s_1$  besteht, dann ist  $s_1$  zeitlich zu beenden, d.h. es ist mit ( $s_1$  **FIN**  $t$ ) zu markieren, und es ist eine neue Situation  $s_2$  der angegebenen Art zu erzeugen, die mit ( $s_2$  **STRT**  $t$ ) zu kennzeichnen ist.

### 18.2.63 PRED/PREDR/PREDS: Prädikatives Konzept einer Gesamtheit

$$\text{PRED/PREDR/PREDS: } [\bar{o} \setminus \overline{abs}] \times [\bar{o} \setminus \overline{abs}] \quad \text{bzw.} \quad r\bar{e} \times \bar{r}\bar{e} \quad \text{bzw.} \\ [\bar{s}i \cup \overline{abs}] \times [\bar{s}i \cup \overline{abs}]$$

**Definition:** Die Relationen (g **PRED** o), (g **PREDR** r) bzw. (g **PREDS** s) stellen die Abkürzung für die indirekte Angabe eines Mengenprädikates c für die Gesamtheit g mit Hilfe der Relationen **EXT** und **SETOF** dar:

- (g **PRED/PREDR/PREDS** c)  $\leftrightarrow \exists m$  (g **EXT** m)  $\wedge$  (m **SETOF** c) (157)  
Wahl von **PRED**, **PREDR** bzw. **PREDS** entsprechend der Sortenzugehörigkeit von c

c ist das prädikative Konzept, das die Elemente der Gesamtheit g – genauer: die Elemente des Extensionals von g – bestimmt.

**Mnemonic:** predication – Prädikation

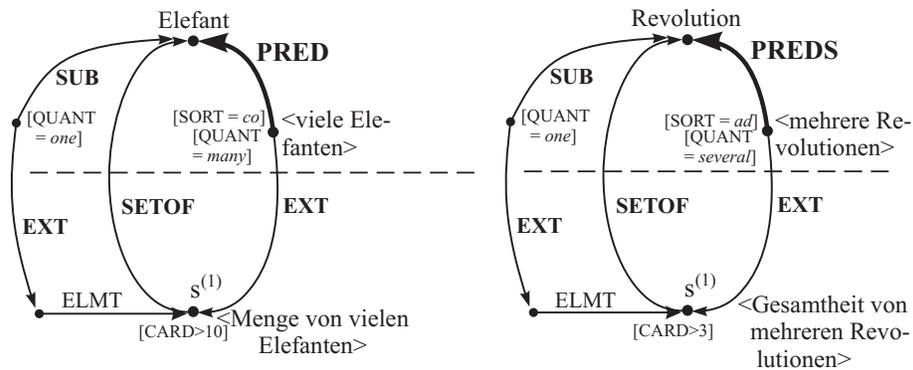
(x **PRED/PREDR/PREDS** y) – [die Gesamtheit x ist durch das Prädikat y gekennzeichnet]

**Fragemuster:** Was für eine Gesamtheit ist  $\langle g \rangle$ ?

**Kommentar:** Die Relationen **PRED**, **PREDR** bzw. **PREDS** verbinden in abgekürzter Weise die Entität, die eine Gesamtheit auf intensionaler Ebene repräsentiert, mit einem charakteristischen Mengenprädikat und sind zu der etwas umständlicheren (aber dafür aussagekräftigeren) Darstellung mit Hilfe der **EXT** + **SETOF**-Kombination äquivalent.

Die Relationen **PRED**, **PREDR** bzw. **PREDS** sind nicht durch die Relationen **SUB**, **SUBR** bzw. **SUBS** ersetzbar, da beispielsweise das Konzept  $\langle$ viele Elefanten $\rangle$  bzw.  $\langle$ mehrere Revolutionen $\rangle$  kein Unterbegriff des Konzepts **Elefant** bzw. **Revolution** ist (s. nachstehende Grafik). Andernfalls müßten sich alle Informationen vom Knoten **Elefant** auf das Konzept  $\langle$ viele Elefanten $\rangle$  vererben (so z.B. daß diese Gesamtheit genau einen Rüssel besitzt). Das Extensional des Begriffs  $\langle$ viele Elefanten $\rangle$  bzw.  $\langle$ mehrere Revolutionen $\rangle$ , das über die Relation **EXT** erreichbar ist, muß selbst wieder mittels der Relation **SETOF** mit dem Begriff **Elefant** bzw. **Revolution** verbunden werden. Analoges gilt für die Relationen **PREDR** und **SUBR**.

Zur Vereinfachung der Bedeutungsrepräsentation wird die Relation **PRED0** als übergeordnete Beziehung bezüglich **PRED** und **PREDS** eingeführt, d.h. es



gilt:  $\text{PRED0} = \text{PRED} \cup \text{PREDR} \cup \text{PREDS}$ . Diese Relation ist für die Behandlung von Bedeutungsmolekülen (s. Teil I, Abschn. 12) und der durch diese bestimmten Gesamtheiten wichtig, wenn sich die zu selektierende Sorte der Bedeutungsfacette aus dem Kontext nicht ermitteln läßt (vgl. **SUB0**).

### 18.2.64 PROP: Relation zwischen Objekt und Eigenschaft

**PROP:**  $o \times p$

**Definition:** Die Relation (k **PROP** e) stellt die Beziehung zwischen einem Objekt k und einer dem Objekt k zukommenden Eigenschaft e dar.

**Mnemonic:** property – Eigenschaft

(x **PROP** y) – [x hat die Eigenschaft y]

**Fragemuster:**  $\langle \text{WR} \rangle \{ [\text{sein}] / [\text{aussehen}] / [\text{verfügen über Eigenschaft}] / \dots \} \langle p \rangle ?$

Welche Eigenschaft  $\{ [\text{besitzen}] / [\text{haben}] / [\text{charakterisieren}] / \dots \} \langle o \rangle ?$

Wie ist  $\langle o \rangle ?$

Welche  $\{ \text{Art/Form} / \dots \}$  von  $\langle o \rangle \{ [\text{vorliegen}] / [\text{sich handeln um}] / \dots \} ?$

**Kommentar:** Wenn die mit der Relation (k **PROP** e) spezifizierte Eigenschaft e der Sorte [tq] (totale Qualität) angehört, dann ist e unabhängig vom jeweiligen Objekt k interpretierbar. Solche Eigenschaften, wie tot, leer, grün ..., können sogar extensional gedeutet werden, indem man diesen Begriffen ent-

sprechende Klassen von Entitäten der realen Welt (d.h. die Klasse der toten, leeren, grünen ... Dinge) gegenüberstellt.

Anders hingegen verhält es sich bei Eigenschaften, die der Sorte  $gq \subset p$  (graduierbare Qualitäten) angehören. Diese Eigenschaften (wie **groß**, **teuer**, **schnell** ...) lassen sich semantisch genau genommen nur relativ zu derjenigen Klasse interpretieren, die durch den zugehörigen Objektbegriff  $k$  bestimmt ist.  $\langle$ Eine große Ameise $\rangle$  bedeutet beispielsweise: das Tier ist groß im Verhältnis zur typischen Ameise/innerhalb der Klasse der Ameisen (eine große Ameise ist aber winzig klein im Vergleich mit einem kleinen Elefanten). Es gibt also nicht die Klasse der großen, teuren bzw. schnellen Dinge an sich.

Die Zusammenfassung der Sorten  $[tq]$  und  $[gq]$  zu einer Sorte  $[p]$  ist dadurch gerechtfertigt, daß nach den Eigenschaften beider Sorten in gleicher Weise gefragt wird und die Antworten auf diese Fragen in gleicher Form gegeben werden können. Darüber hinaus ist in beiden Fällen in der natürlichsprachlichen Formulierung die prädikative Stellung des die Eigenschaft bezeichnenden Adjektivs zulässig (im Gegensatz zu semantisch assoziativen Eigenschaften, bei denen das nicht erlaubt ist).<sup>27</sup>

Die semantisch assoziativen Eigenschaften eines Objekts sind ebenso wie die operationalen Eigenschaften mit Hilfe der Funktion **\*PMOD** zu spezifizieren, da sie ebenso wie die operationalen Eigenschaften funktionellen Charakter tragen.

### 18.2.65 PROPR: Relation zwischen einer Gesamtheit und einer semantisch relationalen Eigenschaft

**PROPR:**  $\ddot{o} \times rq$

**Definition:** Die Relation (g **PROPR** r) bringt die Beziehung zwischen einer Gesamtheit g und einer semantisch relationalen Eigenschaft r zum Ausdruck.<sup>28</sup>

**Mnemonic:** property, relational – relationale Eigenschaft

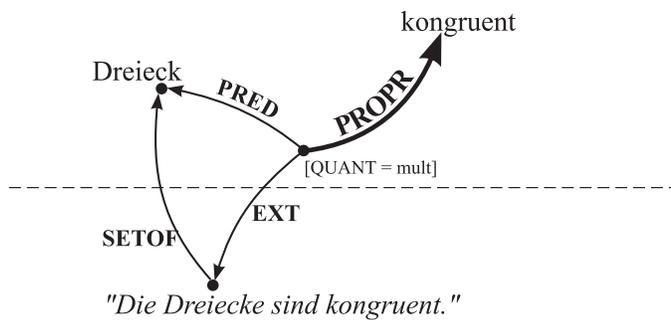
(x **PROPR** y) – [die Gesamtheit x ist durch die relationale Charakterisierung y bestimmt]

<sup>27</sup> Dieser Aspekt ist auch für die Generierung natürlichsprachlicher Texte aus einer semantischen Repräsentation heraus von Bedeutung.

<sup>28</sup> Zur Erinnerung: Eine Gesamtheit ist ein Intensional, dessen Pendant auf präextensionaler Ebene eine Menge ist. Die Sortenbezeichnung  $\ddot{o}$  bedeutet: Objekt, dessen Extension eine Menge mit [**CARD**  $\geq 2$ ] ist.

**Fragemuster:** In welcher Beziehung stehen die Elemente von  $\langle g \rangle$  zueinander? Welche Eigenschaft besitzen die Elemente von  $\langle g \rangle$ ?

**Kommentar:** In der natürlichen Sprache werden oftmals Eigenschaften von Gesamtheiten angegeben, die nicht der Gesamtheit als solcher, auch nicht den einzelnen Elementen der Gesamtheit für sich zukommen, sondern die sich bei genauerer semantischer Analyse als Relationen zwischen den Elementen der Gesamtheit herausstellen. Das gilt, obwohl die den genannten Eigenschaften entsprechenden Adjektive in der Oberflächenstruktur der Aussage sowohl in attributiver als auch in prädikativer Stellung auftreten können. Zur Darstellung solcher Situationen dient die Relation **PROPR** zusammen mit der speziellen Sorte  $[rq]$  für semantisch relationale Eigenschaften. Die genaue inhaltliche Interpretation der Beziehung (o **PROPR** r) hängt von der Bedeutung der Eigenschaft  $r \in rq$  ab.



Anmerkung: Im Gegensatz zu Eigenschaften i.e.S. (Sorte  $[p]$ ) sind relationale Eigenschaften (Sorte  $[rq]$ ) nicht auf individuelle Entitäten vererbbar. Es gilt also kein zu Axiom (163), s. **SUB**, analoges Axiom für **PROPR**.

### 18.2.66 PURP: Relation zur Angabe eines Zwecks

**PURP:**  $[si \cup o] \times [si \cup ab]$

**Definition:** Die Relation (x **PURP** z) sagt aus, daß der Sachverhalt oder das Objekt x dem Zweck z dient oder das Ziel z hat.

**Mnemonic:** purpose – Zweck/Nutzen  
(x **PURP** y) – [x hat den Zweck y]

**Fragemuster:** {Weshalb/Wozu/Zu welchem Zweck} ⟨si⟩?  
{Wozu/Wofür} {[benutzt werden]/[verwendet werden]/...} ⟨o⟩?  
Wozu [dienen] ⟨o⟩?

**Kommentar:** Außer durch Präpositionalphrasen, die mit „für“ und „zu“ gebildet werden, oder durch Nebensätze, die durch „damit“ eingeleitet werden, wird die **PURP**-Relation in der Oberflächenstruktur auch häufig durch Infinitivkonstruktionen beschrieben.

(18.161) „P. liegt, [um zu entspannen]<sup>PURP<sub>arg2</sub></sup>, auf der Terrasse.“

(18.162) „P. trägt einen Schal, [damit er keine Erkältung bekommt]<sup>PURP<sub>arg2</sub></sup>.“

(18.163) „Die Entschwefelung dient [dem Umweltschutz]<sup>PURP<sub>arg2</sub></sup>.“

(18.164) „P. benötigt einen Ball [zum Spielen]<sup>PURP<sub>arg2</sub></sup>.“

Als Beispiel für die Verwendung der Relation **PURP** für die Repräsentation des Zwecks von konkreten oder abstrakten Objekten seien die folgenden angeführt:

(18.165) „Der Tupfer dient [zum Aufsaugen von Wundflüssigkeit]<sup>PURP<sub>arg2</sub></sup>.“  
oder verkürzt:

„Ein Tupfer [zum Aufsaugen von Wundflüssigkeit]<sup>PURP<sub>arg2</sub></sup>.“

(18.166) „Die Sorten dienen [der Definition]<sup>PURP<sub>arg2</sub></sup> von Funktionen und Relationen.“

oder verkürzt:

„Sorten [zur Definition von Funktionen und Relationen]<sup>PURP<sub>arg2</sub></sup>.“

Als zweites Argument von **PURP** kommen nur Situationen und Abstrakta in Frage. Im Bereich der Konkreta („Nutznießer“ der Handlung) ist **BENF** als Pendant zu **PURP** anzusehen.

### 18.2.67 QMOD: Relation zur Angabe quantitativer Bestimmungen

**QMOD:**  $[s \cup d] \times m$

**Definition:** Die Relation (x **QMOD** q) dient zur Spezifikation einer Substanzmenge oder einer Gesamtheit durch eine Quantität q.

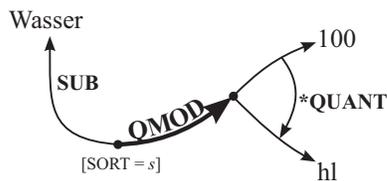
**Mnemonic:** quantitative modification – quantitative Modifizierung  
(x **QMOD** y) – [x wird durch y quantitativ bestimmt]

**Fragemuster:** Wieviel  $\{\langle s \rangle / \langle d \rangle\}$  ... ?  
Welche Menge  $\{\langle s \rangle / \langle d \rangle\}$  ... ?

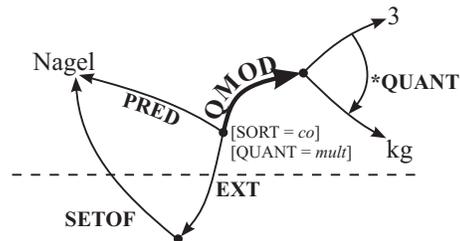
**Kommentar:** Im Gegensatz zur Relation **VAL** liefert das zweite Argument der Relation **QMOD** eine echte zusätzliche Information, und zwar die quantitative Spezifikation einer Substanz oder Gesamtheit, die das erste Argument in ihrem quantitativen Umfang genauer bestimmt. Während die Angabe einer **VAL**-Beziehung lediglich eine implizit im **ATTR-SUB**-Konstrukt enthaltene Wertangabe expliziert, ergibt sich die **QMOD**-Angabe nicht aus dem übrigen Darstellungskontext. Bei Substanzen bedeutet die Angabe der **QMOD**-Relation zusammen mit der **SUB**-Relation eine Art Partitionierung des Weltvorrates des betreffenden Stoffes (z.B. in dem Ausdruck  $\langle 100 \text{ hl Wasser} \rangle$ )<sup>29</sup>.

Gesamtheiten, die durch **QMOD** spezifiziert sind, tragen einen gewissen Substanz- oder Materialcharakter (vgl.  $\langle 3 \text{ kg Nägel} \rangle$ ).

„100 hl Wasser“



„3kg Nägel“



<sup>29</sup> Was in einigen Sprachen bezeichnenderweise durch den sogenannten „Genitivus partitivus“ ausgedrückt wird.

### 18.2.68 REAS: Allgemeiner Begründungszusammenhang

**REAS:**  $[si \cup abs] \times [si \cup abs]$

**Definition:** Die Relation  $(s_1 \text{ REAS } s_2)$  stellt einen allgemeinen Begründungszusammenhang dar, der entweder kausal (**CAUS**), logisch (**IMPL**) oder durch gesellschaftliche Normen (**JUST**) erklärt werden kann.  $s_1$  ist der Grund für  $s_2$ .

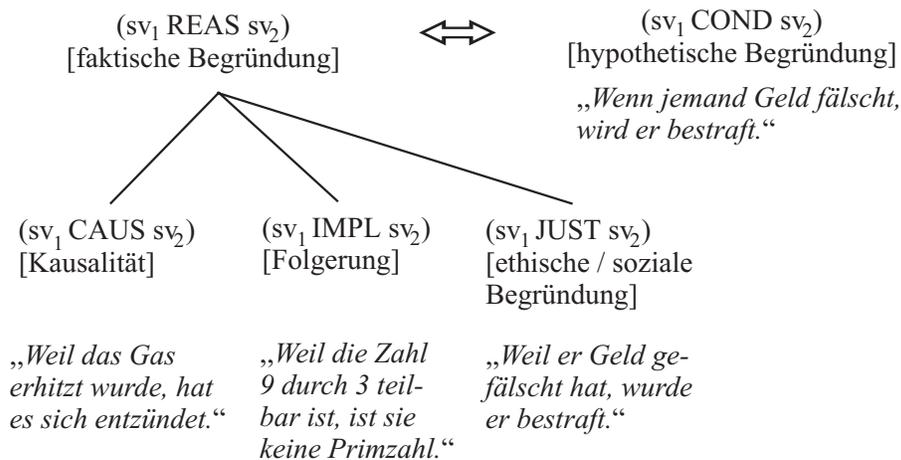
**Mnemonic:** reason – Grund

$(x \text{ REAS } y) - [x \text{ ist die allgemeine Begründung für } y]$

**Fragemuster:** {Warum/Weshalb/Weswegen}  $\langle s \rangle$ ?

Wie ist  $\langle s \rangle$  zu begründen?

**Kommentar:** Die Relation **REAS** ist die Vereinigung der Relationen **CAUS**, **IMPL** und **JUST**. Die Beziehung der genannten Relationen zueinander und zur Relation **COND** sind in dem nachstehenden Diagramm dargestellt.



$$\bullet (s_1 \text{ REAS } s_2) \leftrightarrow_{Def} (s_1 \text{ CAUS } s_2) \vee (s_1 \text{ JUST } s_2) \vee (s_1 \text{ IMPL } s_2) \quad (158)$$

Die Relation **REAS** wurde eingeführt, weil es in praktischen Systemen der ASV aber auch für den Menschen oft sehr schwierig ist, den „realen Grund“ **CAUS** vom „logischen Grund“ **IMPL** und vom „ethischen Grund“ **JUST** zu

unterscheiden. Das ist i.a. nur auf der Basis von Hintergrundwissen möglich.<sup>30</sup>

## 18.2.69 RPRS: Relation zur Angabe einer Erscheinungsform

**RPRS:**  $o \times o$

**Definition:** Die Relation ( $o_1$  **RPRS**  $o_2$ ) gibt an, daß  $o_1$  in der Darstellungsweise oder in der Erscheinungsform  $o_2$  auftritt.

**Mnemonic:** representative – Repräsentant  
(x **RPRS** y) – [x tritt in der Form / Gestalt y auf]

**Fragemuster:** In welcher Rolle  $\langle dy \rangle$ ?

Als was {[auftreten]/[vorkommen]/[vorfinden] ... }?  $\langle o_1 \rangle$

{Wie/In welcher Form} {[vorliegen]/[darstellen]/[ausgeben]/... }  $\langle o_1 \rangle$ ?

**Kommentar:** Sowohl das erste als auch das zweite Argument der Relation **RPRS** kann ein Abstraktum oder Konkretum sein:

(18.167) „Die Matrix wird [in Dreiecksform] **RPRS**<sub>arg2</sub> ausgegeben.“

(18.168) „Eine Landkarte [in Mercator-Projektion] **RPRS**<sub>arg2</sub> ...“

(18.169) „Das Volk [als Ankläger] **RPRS**<sub>arg2</sub> ...“

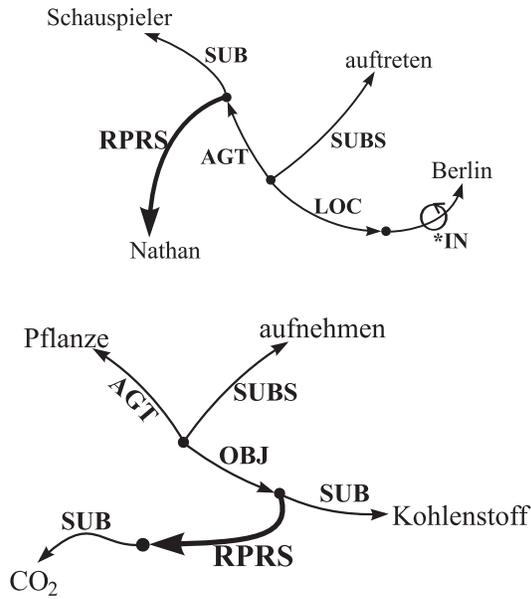
(18.170) „Die Neuregelung [in Form eines Gesetzes] **RPRS**<sub>arg2</sub> ...“

Auch in vollständig beschriebenen Vorgängen besteht die Relation **RPRS** zwischen zwei beteiligten Objekten, und nicht zwischen dem Vorgangsrepräsentanten und einem Objekt.

(18.171) „[Der Schauspieler] **RPRS**<sub>arg1</sub> tritt in Berlin [als Nathan] **RPRS**<sub>arg2</sub> auf.“

(18.172) „[Kohlenstoff] **RPRS**<sub>arg1</sub> wird von den Pflanzen [als CO<sub>2</sub>] **RPRS**<sub>arg2</sub> aufgenommen.“

<sup>30</sup> Die Einbeziehung von **COND** in diesem Themenkreis ist sinnvoll, weil Konditionalbeziehungen als Hintergrund zur Beantwortung von Fragen nach Gründen herangezogen werden können (im Beispiel oben: „{Warum/Wieso/Wann} kann jemand bestraft werden?“).



**18.2.70 RSLT: K-Rolle – Resultat**

**RSLT:** [*si* ∪ *abs*] × [*o* ∪ *si*]

**Definition:** Die Relation (s **RSLT** r) drückt die Beziehung zwischen einer Situation s (typischerweise ein Vorgang) und dem Ergebnis (Resultat) r von s aus.

**Mnemonic:** result – Resultat  
(x **RSLT** y) – [x hat das Resultat y]

**Fragemuster:** Was {[herstellen]/[erzeugen]/[produzieren]/[liefern]/... }...?  
 In ⟨WN⟩ {[umwandeln]/[transformieren]/... }...?  
 Welches Ergebnis [haben] ⟨s⟩?  
 Wozu [führen] ⟨s⟩?  
 Was [entstehen] bei der {Erzeugung/Herstellung/Durchführung/... }...?  
 Womit [enden] ⟨s⟩?

**Kommentar:** Das Ergebnis eines Vorgangs kann sowohl ein materielles Produkt sein:

(18.173) „Die Firma Nikon [stellt]<sup>RSLT<sub>arg1</sub></sup> [Kameras]<sup>RSLT<sub>arg2</sub></sup> her.“

als auch ein abstraktes Resultat oder eine Situation.

(18.174) „[Der Wettkampf]<sup>RSLT<sub>arg1</sub></sup> endete mit [einem Unentschieden]<sup>RSLT<sub>arg2</sub></sup>.“

(18.175) „Im Ergebnis der [Hilfsaktion]<sup>RSLT<sub>arg1</sub></sup> [wurde das Denkmal gerettet]<sup>RSLT<sub>arg2</sub></sup>.“

(18.176) „[Warten]<sup>RSLT<sub>arg1</sub></sup> bringt [Nachteile]<sup>RSLT<sub>arg2</sub></sup>.“

Als Pendant zur Relation **INIT** dient die Relation **RSLT** häufig zur semantischen Repräsentation von Umwandlungsvorgängen.

(18.177) „Das Programm wandelt [einen Ausdruck]<sup>INIT<sub>arg2</sub></sup> in [eine Skolem-Normalform]<sup>RSLT<sub>arg2</sub></sup> um.“

Wenn das zweite Argument eine Situation  $s \in si$  ist, lassen sich folgende Beziehungen angeben (diese sind für punktuelle und ausgedehnte Vorgänge  $v$  verschieden):

Für punktuelle Vorgänge  $v$  gilt:

$$\bullet (\text{begin}(v) \text{ EQU } \text{end}(v)) \wedge (v \text{ RSLT } s) \rightarrow (s \text{ STRT } v) \quad (159)$$

Dabei bezeichnen  $\text{begin}(v)$  bzw.  $\text{end}(v)$  den zeitlichen Beginn bzw. das zeitliche Ende des Vorgangs  $v$ . Allgemein gilt für situative Resultate  $s \in si$ :

$$\bullet (v \text{ RSLT } s) \rightarrow (v \text{ FIN } s) \quad (160)$$

d.h., die Situation  $s$  beginnt mit dem Ende von  $v$ .

### 18.2.71 SCAR: K-Rolle – Zustandsträger (passiv)

**SCAR:**  $[st \cup as] \times o$

**Definition:** Die Relation  $(z \text{ SCAR } o)$  gibt die Beziehung zwischen einem nichtmentalen Zustand  $z$  und dem Objekt  $o$  an, das sich in dem Zustand befindet bzw. das den statischen Sachverhalt trägt, ohne i.a. eine aktive Rolle dabei zu spielen.

**Mnemonic:** state carrier – Zustandsträger

( $x \text{ SCAR } y$ ) – [ $x$  hat  $y$  als Zustandsträger]

**Fragemuster:**  $\langle WR \rangle$  [sich befinden] in  $\langle z \rangle$ ?

$\langle WR \rangle$  [tragen]  $\langle z \rangle$ ?

In welchem Zustand befindet sich  $\langle o \rangle$ ?

**Kommentar:** Kennzeichnend für das Zutreffen der Relation (z **SCAR** o) ist das passive Erfahren des Zustandes z durch o (weshalb auch der Name „*State experiencer*“ vorgeschlagen wurde), wobei hier Zustand im weitesten Sinne (nicht nur im engeren als physikalischer Zustand) zu verstehen ist.

(18.178) „[Das Auto]<sup>SCAR<sub>arg2</sub></sup> [wiegt]<sup>SCAR<sub>arg1</sub></sup> eine Tonne.“

(18.179) „[Peter]<sup>SCAR<sub>arg2</sub></sup> [sitzt]<sup>SCAR<sub>arg1</sub></sup> auf dem Stuhl.“

Die Grenze zwischen der Beschreibung durch die Relationen **SCAR** und **AGT** ist mitunter nicht einfach zu ziehen (vgl. dazu auch die Beschreibung der Relation **MEXP**), da der Zustandsträger oftmals den Zustand willentlich aufrecht erhalten muß (z.B. bei festhalten, anklammern usw.). In diesem Fall wird eine doppelte Charakterisierung durch **AGT** und **SCAR** vorgeschlagen, weil dadurch die Spannung zwischen passivem Erfahren und aktivem Handeln am besten ausgedrückt wird. Die Problematik soll durch die folgenden Beispielsätze verdeutlicht werden:

(18.180) „[2]<sup>AGT<sub>argscar</sub></sup> Der Affe [I]<sup>AGT<sub>argscar</sub></sup> klammert sich an den Ast.“

(18.181) „[Die Frucht]<sup>SCAR<sub>arg2</sub></sup> [hängt]<sup>SCAR<sub>arg</sub></sup> an dem Ast.“

Zur Illustration, welche Objekte als Zustandsträger auftreten können, seien die folgenden Beispiele angeführt:

(18.182) „[Der Firma]<sup>SCAR<sub>arg2</sub></sup> fehlt Geld.“

(18.183) „[Der Garten]<sup>SCAR<sub>arg2</sub></sup> wird durch einen Zaun begrenzt.“

(18.184) „[Die Institution]<sup>SCAR<sub>arg2</sub></sup> trägt die Verantwortung/die Kosten.“

Als Test zur Abgrenzung zwischen **SCAR** und **EXP** kann die Frage „*Wem geschieht etwas?*“ dienen. Diese ist für **EXP** zutreffend und für **SCAR** nicht.

### 18.2.72 SETOF: Relation zwischen einer Menge und einem charakterisierenden Begriff

**SETOF:**  $pe^{(n)} \times \bar{o}$  mit  $n \geq 1$

**Definition:** Die Relation (g **SETOF** b) gibt die Beziehung zwischen einer Menge g, d.h. einer Entität der präextensionalen Ebene, und einem generischen Begriff b wieder, die besagt, daß alle Elemente von g Extensionale von Entitäten der intensionalen Ebene sind, die dem Begriff b subordiniert sind.<sup>31</sup>

<sup>31</sup> s. Anmerkung (Fußnote) bei **EXT**

**Mnemonic:** set of – Menge von  
 (x **SETOF** y) – [x ist eine Gesamtheit von y]

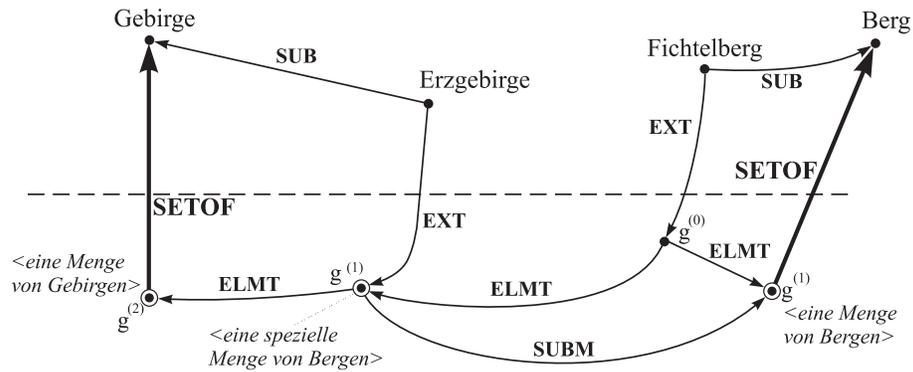
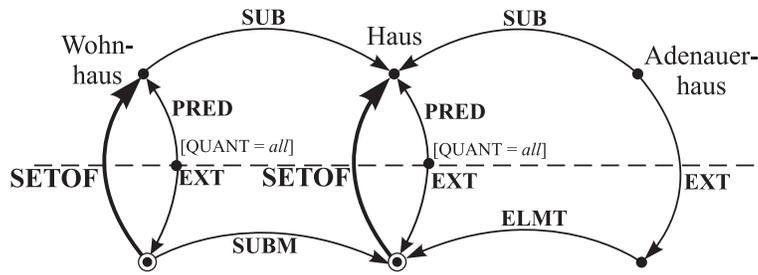
**Fragemuster:** Von welcher Art sind die Elemente von  $\langle g \rangle$ ?

**Kommentar:** Die Beziehung (g **SETOF** b) gibt an, daß g eine Menge von b's ist, oder formal ausgedrückt:

$$\bullet (g \text{ SETOF } b) \wedge (x \text{ ELMT } g) \wedge (y \text{ EXT } x) \rightarrow (y \text{ SUB } b) \quad (161)$$

Die Relation **SETOF** wird eingesetzt, um eine Menge durch ein Mengenprädikat – und nicht z.B. durch explizite Aufzählung der Elemente – zu charakterisieren (vgl. hierzu **\*ITMS**).

Nachstehend wird an einem Beispiel illustriert, wie die **SETOF**- bzw. **EXT**-Relation zwischen der **SUB**-Relation auf intensionaler Ebene und der **SUBM**- bzw. **ELMT**-Relation auf präextensionaler Ebene vermitteln:



Den Einsatz der Mengenrelationen zur semantischen Interpretation von Kollektiva zeigt das zweite der beiden vorhergehenden Diagramme. Die Beziehung zwischen Fichtelberg und Erzgebirge läßt sich adäquat nur durch Einbeziehung der präextensionalen Ebene darstellen. Danach ist das Erzgebirge eine Menge von Bergen, von denen der Fichtelberg ein Element ist. Es gilt **nicht** (Fichtelberg **SUB** Erzgebirge)!

### 18.2.73 SOURC: Verallgemeinerte Herkunft/Quelle

**SOURC:**  $[si \cup o] \times [si \cup o \cup l]$

**Definition:** Die Relation (s **SOURC** q) gibt an, daß das Objekt q der Ursprung/die Quelle/der Ausgangspunkt des Sachverhalts s ist, wobei s typischerweise einen Vorgang repräsentiert. Die Relation **SOURC** stellt die Vereinigung der Relationen **INIT**, **ORIG**, **ORIGL**, **ORIGM** und **AVRT** dar.

**Mnemonic:** source – Ursprung/Quelle

(x **SOURC** y) – [x hat die verallgemeinerte Quelle y]

**Fragemuster:** Woher {[kommen]/[stammen]... } ⟨s⟩?

Woraus {[entstehen]/[machen]... } ⟨s⟩?

Entsprechend der Definition sind darüber hinaus natürlich alle anderen Fragen zulässig, die auf eine der Spezialisierungen von **SOURC** zielen.

**Kommentar:** Die Relation **SOURC** kann insbesondere dann zur Bedeutungsdarstellung natürlichsprachlicher Sätze herangezogen werden, wenn das entsprechende Hintergrundwissen für eine Feindifferenzierung zwischen den Relationen **INIT**, **ORIG**, **ORIGL**, **ORIGM** und **AVRT** (z.B. im Computerlexikon eines Sprachverarbeitungssystems) nicht zur Verfügung steht.

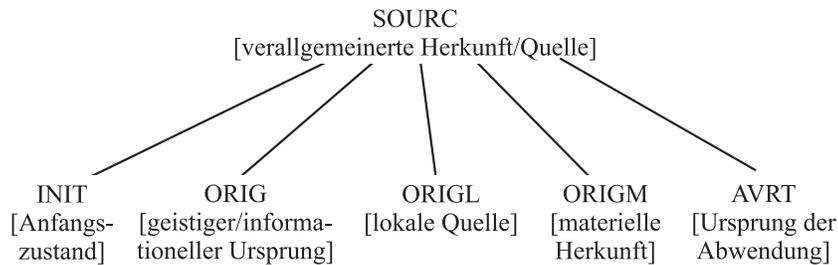
Anmerkung: Die Relation **AVRT** kann nur eingeschränkt als Spezialisierung von **SOURC** angesehen werden, und zwar nur dann, wenn das erste Argument eine Transferhandlung im weitesten Sinne ist.

Beispiel:

(18.185) „[1]<sup>**SOURC**<sub>argavrt</sub></sup> Er entnahm [2]<sup>**SOURC**<sub>argavrt</sub></sup> dem Schrank ein Buch.“

Gegenbeispiel:

(18.186) „[Die FIFA erkannte]<sup>**AVRT**<sub>arg1</sub></sup> [der Mannschaft]<sup>**AVRT**<sub>arg2</sub></sup> den Titel ab.“



### 18.2.74 SSPE: K-Rolle – Zustands-spezifizierende Entität

**SSPE:** [*st* ∪ *as*] × *ent*

**Definition:** (z **SSPE** e) gibt die Beziehung zwischen dem Zustand z und einer Entität e an, die den Zustand z näher spezifiziert.

**Mnemonic:** state specifying entity – Zustandsspezifikator  
(x **SSPE** y) – [der Zustand x wird durch y näher spezifiziert]

**Fragemuster:** ⟨WR⟩ [charakterisieren] ⟨z⟩?  
{Was/Wieviel} {[wiegen]/[enthalten]/[haben]...} ⟨Zustandsträger von z⟩?

**Kommentar:** Die Relation (z **SSPE** e) dient dazu, die am Zustand z beteiligte und diesen Zustand z näher beschreibende Entität e (den Zustands-Partizipanten) an den semantischen Repräsentanten von z zu binden.

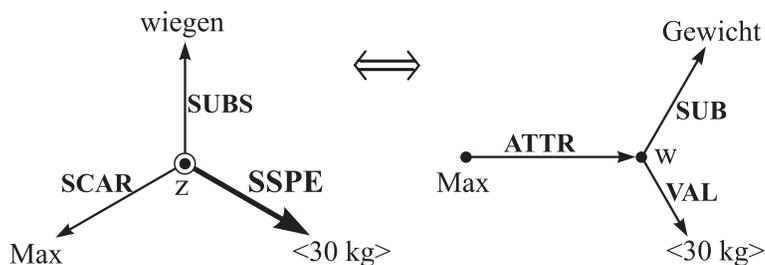
(18.187) „Der *Abteilungsleiter* trägt [die Verantwortung]<sup>SSPE<sub>arg2</sub></sup>.“

(18.188) „Paul wiegt [70 kg]<sup>SSPE<sub>arg2</sub></sup>.“

(18.189) „Der *neugegründeten Firma* fehlt [das Geld]<sup>SSPE<sub>arg2</sub></sup>.“

Im Bereich der quantitativen Zustandsspezifikatoren besteht oft ein Zusammenhang zwischen der relationalen Beschreibung mit **SCAR/SSPE** einerseits und der Attribut/Wert-Charakterisierung eines Objekts mit **ATTR/VAL** andererseits (s. nachfolgendes Bild).

- (z **SCAR** o) ∧ (z **SUBS** wiegen) ∧ (z **SSPE** q) →  
∃w [(o **ATTR** w) ∧ (w **SUB** Gewicht) ∧ (w **VAL** q)] (162)



### 18.2.75 STRT: Relation zur Angabe des zeitlichen Beginns

**STRT:**  $[si \cup o \cup t] \times [t \cup ta \cup abs \cup si]$

**Definition:** Die Relation  $(x \text{ STRT } y)$  gibt an, daß der zeitliche Beginn des Vorgangs  $x$  bzw. der Beginn der Gültigkeit des Sachverhalts  $x$  durch den Vorgang, die Situation bzw. den Zeitpunkt  $y$  bestimmt wird. Falls das zweite Argument der Relation  $(x \text{ STRT } y)$  eine Situation beschreibt (d.h.  $y \in si$ ), so wird der zeitliche Beginn von  $x$  durch den Beginn des Zeitintervalles  $t_y$ , das der Situation  $y$  zugeordnet ist, bestimmt ( $t_y =$  Zeitraum der Gültigkeit von  $y$ ). Zur Erweiterung der Definition durch die Sorte  $[o]$  s.u. Die Relation **STRT** ist nur definiert, wenn das erste Argument eine zeitliche Ausdehnung besitzt.

**Mnemonic:** start – Start

$(x \text{ STRT } y) - [x \text{ wird mit } y \text{ begonnen / hat } y \text{ als Startpunkt}]$

**Fragemuster:** Seit wann  $\langle si \rangle$ ?

Seit wann {existiert/gibt es}  $\langle o \rangle$ ?

Ab {wann/welcher Zeit}  $\langle si \rangle$ ?

Von wann an  $\langle si/abs/d \rangle$ ? Wann {[beginnen/starten/ ...]}  $\langle ad \rangle$

**Kommentar:** Die Relation **STRT** läßt sich analog zur Bedeutung der Konjunktion „seit“ in der Oberflächenstruktur nicht völlig scharf definieren. Im allgemeinen wird der zeitliche Beginn des zweiten Argumentes  $t_y$  der Relation **STRT** den zeitlichen Beginn des ersten Argumentes  $t_x$  bestimmen (s. Teil I, Abschn. 7.3). Je größer aber der durch  $t_y$  gegebene bzw. mit  $t_y$  verknüpfte Zeitraum ist, um so weiter kann sich der Beginn von  $t_x$  in  $t_y$  hinein verlagern:

(18.190) „[Seit dem 19. Jahrhundert] **STRT**<sub>arg2</sub> gibt es Fabriken.“

heißt nicht unbedingt seit dem 1.1.1801. Ein Beispiel für einen Zustand, dessen Beginn in diesem Falle durch eine explizite (relativ scharf umrissene) Zeit festgelegt wurde, wird im folgenden angeführt.

(18.191) „Peter steht [seit 16.30] **STRT**<sub>arg2</sub> Uhr am Bahnhof.“

Hinsichtlich des elliptischen Charakters von Sätzen, die auf konkrete Objekte als **zweites** Argument der Relation **STRT** hinzudeuten scheinen („[Seit Potsdam] **STRT**<sub>arg2</sub> hatten die Alliierten ...“), muß auf die Anmerkungen im Zusammenhang mit der Relation **ANTE** verwiesen werden.

Demgegenüber ist es durchaus sinnvoll, den Definitionsbereich der Relation **STRT** auf Objekte als **erstes** Argument auszudehnen. Dabei bedeutet (k **STRT** t) mit  $k \in o$ , daß t den zeitlichen Beginn der Existenz von k markiert („k existiert/besteht seit t“).

### 18.2.76 SUB: Relation zur Subordination von Objektbegriffen

**SUB:**  $[o \setminus \{abs \cup re\}] \times [\bar{o} \setminus \{\bar{abs} \cup \bar{re}\}]$

**Definition:** Die Beziehung ( $o_1$  **SUB**  $o_2$ ) sagt aus, daß der individuelle oder generische Begriff  $o_1$  dem generischen Begriff  $o_2$  subordiniert ist, d.h. daß alles, was für  $o_2$  ableitbar ist, auch für  $o_1$  ableitbar sein muß.

Für extensional deutbare Begriffe besagt die Relation ( $o_1$  **SUB**  $o_2$ ), daß die Begriffsextension von  $o_1$  in derjenigen von  $o_2$  enthalten ist. Die Relation **SUB** ist transitiv, nicht reflexiv und asymmetrisch.

**Mnemonic:** subordination – Subordination/Unterordnung  
(x **SUB** y) – [x ist dem Oberbegriff y subordiniert]

**Fragemuster:** Was für  $\langle o_2 \rangle$  gibt es?

$\langle WR \rangle$  [sein]  $\langle o_1 \rangle$ ?

{Wozu/zu  $\langle WM \rangle$ }{[gehören]/[zählen]/...}  $\langle o_1 \rangle$ ?

Was {[gehören]/[zählen]/...} zu  $\langle o_2 \rangle$ ?

Worunter kann man  $\langle o_1 \rangle$  {[einordnen]/[subsumieren] ...}?

**Kommentar:** Die Subordinationsrelation spielt eine fundamentale Rolle bei der Definition von Begriffen und dient in diesem Zusammenhang zur Angabe des sogenannten **Genus proximum**. Sie ist weiterhin die Schlüsselbeziehung für die **Vererbung** von Eigenschaften übergeordneter Begriffe auf untergeordnete Begriffe. Diese Vererbung erstreckt sich innerhalb einer Begriffshierarchie, an deren Spitze ein Begriff B steht, auf jede Spezialisierung von B bis

hinunter zu den Individualbegriffen, die B untergeordnet sind. Typisch für die formale Beschreibung der Vererbung sind Axiome wie:

- $(c_1 \text{ SUB } c_2) \wedge (c_2 \text{ PROP } p) \rightarrow (c_1 \text{ PROP } p)$  (Eigenschaftsübertragung) (163)
- $(o_1 \text{ SUB } o_2) \wedge (o_2 \text{ ORIGM } s) \rightarrow (o_1 \text{ ORIGM } s)$  (Materialübertragung) (164)
- $(o_1 \text{ SUB } o_2) \wedge (o_2 \text{ ATTR } a_1) \rightarrow \exists a_2 (o_1 \text{ ATTR } a_2) \wedge (a_2 \text{ SUB } a_1)$  (165)

Die Relation **SUB** definiert also eine **Vererbungshierarchie** innerhalb der in einem semantischen Netz repräsentierten Begriffswelt.<sup>32</sup>

Es muß ausdrücklich hervorgehoben werden, daß **SUB** auch für die Unterordnung von Individualbegriffen unter generische Begriffe eingesetzt wird, obwohl in der Literatur für diese Unterordnung oft eine gesonderte Relation (meist mit IS-A bezeichnet) vorgeschlagen wird. Das ist in MultiNet aufgrund der klaren Zuordnung der Entitäten zu Schichten (in diesem Falle zur Schicht der Individualbegriffe bzw. zur Schicht der generischen Begriffe) nicht erforderlich.

Für einen Begriff  $c$ , der sich extensional deuten läßt, gilt – wie eingangs erwähnt –  $(a \text{ SUB } b)$  genau dann, wenn die Extension von  $a$  in der Extension von  $c$  enthalten ist. Das bedeutet, wenn  $a_{EXT}$  ein Individuum ist, muß  $(a_{EXT} \text{ ELMT } c_{EXT})$  gelten, und wenn  $a_{EXT}$  eine Menge ist, muß  $(a_{EXT} \text{ SUBM } c_{EXT})$  gelten.

### 18.2.77 SUB0: Allgemeine Subordinationsbeziehung

**SUB0:**  $[si \cup o] \times [\overline{si} \cup \overline{o}]$

**Definition:** Die Relation  $(e_1 \text{ SUB0 } e_2)$  beschreibt die allgemeinste begriffliche Subordination. Sie ist als die Vereinigungsmenge der Relationen **SUB**, **SUBS** und **SUBR** definiert. D.h. es gilt:

$$(e_1 \text{ SUB0 } e_2) \longleftrightarrow_{Def} (e_1 \text{ SUB } e_2) \vee (e_1 \text{ SUBS } e_2) \vee (e_1 \text{ SUBR } e_2) \quad (166)$$

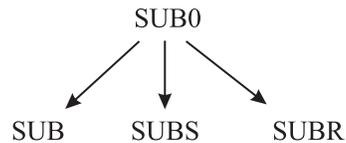
**Mnemonic:** subordination – Unterordnung

( $x \text{ SUB0 } y$ ) – [zwischen  $x$  (Unterbegriff) und  $y$  (Oberbegriff) besteht eine verallgemeinerte Subordinationsbeziehung]

**Fragemuster:** {⟨WM⟩/Welchem Begriff} ist ⟨e⟩ untergeordnet?

<sup>32</sup> Auch bei den durch Axiome ausgedrückten regelhaften Zusammenhängen muß danach unterschieden werden, welche von ihnen als Default-Annahme (wie die Eigenschaftsvererbung gemäß (163) oder die Materialübertragung gemäß (164)) und welche kategorisch vererbt werden (wie die Merkmalszuordnung (165)).

**Kommentar:** Die Subordinationsrelationen stehen in folgender hierarchischer Beziehung:



Die Relation **SUB0** wird insbesondere zur begrifflichen Unterordnung von Bedeutungsmolekülen (s. Teil I, Abschn. 12) eingesetzt, da in diesem Fall die richtige Auswahl der entsprechenden Bedeutungsfacette und damit der richtigen Subordinationsrelation nicht ohne Hintergrundwissen möglich ist (diese Schwierigkeit besteht insbesondere für automatische Sprachverarbeitungssysteme). So ist z.B. nicht ohne weiteres zu erschließen, ob in einem Satz, wie

(18.192) „*Peter geht zur Schule.*“

die Bedeutungsfacette **Gebäude** mit [**SORT** = *co*] (und damit **SUB** als richtige Unterordnungsrelation) oder die Facette **Unterricht** mit [**SORT** = *abs*] (und damit **SUBS** als richtige Unterordnungsrelation) gemeint ist. Analoges gilt für die Disambiguierung von **SUB** und **SUBR** bei Bedeutungsmolekülen, die zwischen Sorte [*co*] und Sorte [*re*] liegen, s. hierzu die Verwandtschaftsbeziehungen (Teil I, Abschn. 4.2) und Relation **ELMT**. Die Relation **SUB0** gestattet es auch, die Entscheidung bezüglich einer konkreten Unterordnungsrelation bewußt offenzuhalten (Vermeidung der Disambiguierung), und diese Entscheidung einer späteren Phase der Sprachverarbeitung (wie der inferenziellen Antwortfindung) zu überlassen. Mitunter würde die erzwungene Disambiguierung nur unnötigen Aufwand verursachen, ohne daß sie für das FAS von Bedeutung ist (so z.B. bei der automatischen Übersetzung zwischen Sprachen, in denen die Bedeutungsmoleküle in der gleichen Weise in Facetten untergliedert sind, wie das vielfach zwischen Englisch und Deutsch der Fall ist).

### 18.2.78 SUBM: Subsumption von Gesamtheiten

**SUBM:**  $pe^{(n)} \times pe^{(n)}$  mit  $n > 1$

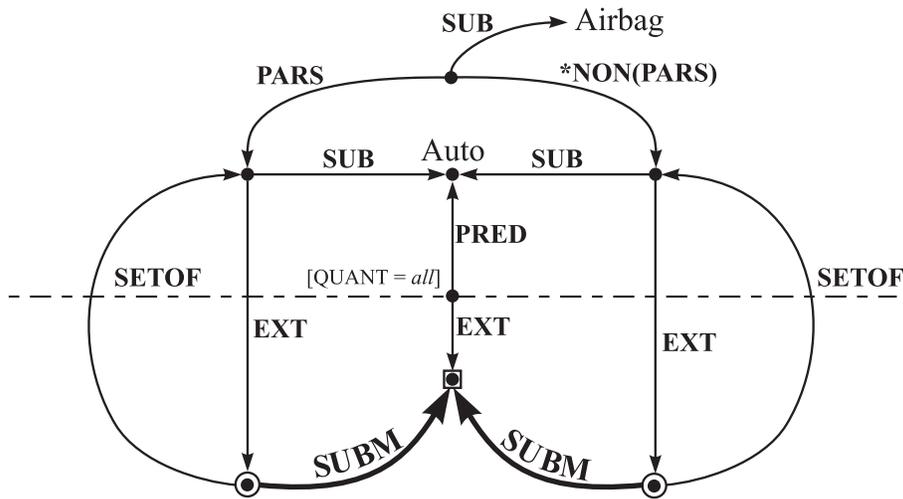
**Definition:** Die Relation ( $g_1$  **SUBM**  $g_2$ ) gibt an, daß die Gesamtheit  $g_1$  in der Gesamtheit  $g_2$  echt enthalten ist. Die Relation ist transitiv, asymmetrisch und nicht reflexiv.

**Mnemonic:** subordination of multitudes – Teilmengenbeziehung  
 (x **SUBM** y) – [x ist Teilmenge von y]

**Fragemuster:** Wie [sich zusammensetzen] ⟨g⟩?  
 ⟨WM⟩ [angehören] ⟨g⟩?  
 Woraus [bestehen] ⟨g⟩?

**Kommentar:** Die Relation **SUBM** entspricht der Teilmengenbeziehung der naiven Mengenlehre und verbindet nur Entitäten der präextensionalen Ebene (genauer: Mengenrepräsentanten) miteinander. Die Relation **SUBM** kann formal durch folgendes Axiom charakterisiert werden:

$$\bullet (g_1 \text{ SUBM } g_2) \leftrightarrow (g_1 \neq g_2) \wedge \forall x [(x \text{ ELMT } g_1) \rightarrow (x \text{ ELMT } g_2)] \quad (167)$$



Ein Beispiel für den Zusammenhang zwischen **SUBM**-Relation auf präextensionaler Ebene und **SUB**-Relation auf intensionaler Ebene findet sich bei der Definition von **SETOF**. Die Verwendung der **SUBM**-Beziehung zur semantischen Repräsentation natürlichsprachlicher Sätze illustriert die vorangehende Graphik, die folgenden Beispielsatz semantisch repräsentiert:

(18.193) „[Ein Teil der Autos]<sup>SUBM<sub>arg1</sub></sup> besitzt einen Airbag, [ein Teil]<sup>SUBM<sub>arg1</sub></sup> besitzt keinen.“

### 18.2.79 SUBR: Metarelation zur Beschreibung von Relationen

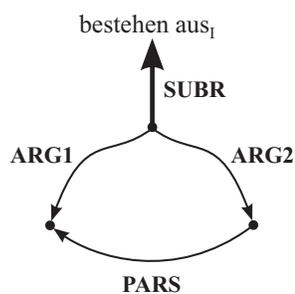
**SUBR:**  $[si \cup re] \times [\bar{si} \cup \bar{r}\bar{e}]$

**Definition:** Die Relation (s **SUBR** r) dient zur begrifflichen Unterordnung relationaler Konzepte, insbesondere verbindet sie auf der Metaebene ein relationales Konzept r mit einem abstrahierten Sachverhalt s, der unter Einbeziehung der Metarelationen ARG1/2/3 die Argumentstruktur dieses relationalen Konzepts zum Ausdruck bringt.<sup>33</sup>

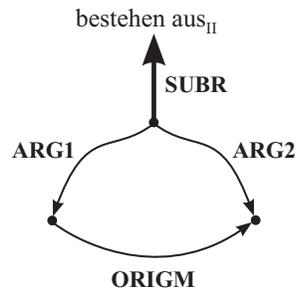
**Mnemonic:** subordination of relations – Unterordnung von relationalen Konzepten  
(x **SUBR** y) – [x ist dem relationalen Konzept y untergeordnet]

**Fragemuster:** Durch welche Relation wird ⟨s⟩ dominiert?

**Kommentar:** Die Relation **SUBR** dient vorwiegend der semantischen Charakterisierung von Verben, die Relationen im Sinne der MultiNet-Darstellungsmittel beschreiben. Sie stellt zusammen mit den Relationen ARG1/2/3 ein metasprachliches Ausdrucksmittel dar, mit dessen Hilfe wiederum die Ausdrucksmittel von MultiNet natürlichsprachlich beschrieben werden können.

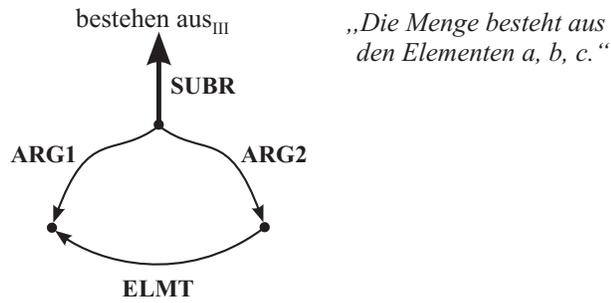


„Der Motor besteht aus  
Zylinder, Vergaser, ...“



„Diamant besteht aus  
Kohlenstoff.“

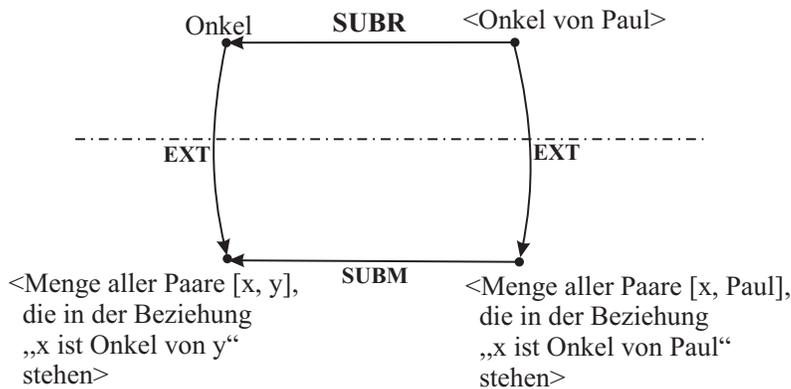
<sup>33</sup> Bezüglich des Zusammenhangs zu den Darstellungsmitteln der präextensionalen Ebene gilt eine analoge Feststellung wie bei **SUB**. Wenn sich in der Beziehung (s **SUBR** r) das relationale Konzept r extensional deuten läßt, dann gilt (s **SUBR** r) genau dann, wenn die Extension  $s_{EXT}$  von s in der Extension  $r_{EXT}$  von r enthalten ist.



Aus lexikalischer Sicht dient **SUBR** vor allem zur Spezifikation der Argumentstruktur von Verben, deren Argumentstellen nicht durch K-Rollen definiert werden können. Insbesondere wird diese Relation häufig zusammen mit den Relationen ARG1/2/3 für die Bedeutungsdarstellung von Zustandsverben mit obligatorisch präpositionaler Rektion eingesetzt (wie „bestehen aus“, „enthalten sein in“), die nicht als Zustände im engeren Sinn gedeutet werden können, oder für die Bedeutungsdarstellung bestimmter „Vorgangsverben“, die aber keine eigentlichen Vorgänge sind (wie z.B. „bewirken“, „dienen zu“ usw.).

Die Relation **SUBR** wird auch zur semantischen Beschreibung von relationalen Konzepten mit Sorte [*re*] eingesetzt (wie z.B. Onkel oder Cousine). Wenn sich in der Beziehung (s **SUBR** r) das relationale Konzept r extensional deuten läßt, so gilt (s **SUBR** r) genau dann, wenn die Extension  $s_{EXT}$  von s in der Extension  $r_{EXT}$  von r enthalten ist.

Beispiel:



### 18.2.80 SUBS: Relation zur Subordination von Sachverhalten

**SUBS:**  $[si \cup abs] \times [\overline{si} \cup \overline{abs}]$

**Definition:** Die Relation ( $s_1$  **SUBS**  $s_2$ ) dient zur Unterordnung von Begriffen, die Sachverhalte (Handlungen, Geschehnisse, Zustände) repräsentieren, wobei das zweite Argument ein generisches Konzept sein muß. Die Relation **SUBS** ist transitiv, asymmetrisch und nicht reflexiv.

**Mnemonic:** subordination of situations – Subordination von Situationen/  
Sachverhalten  
(x **SUBS** y) – [die Situation x ist eine Spezialisierung der Situation y]

**Fragemuster:** Was  $\{[tun]/[durchführen]/[leisten]/[machen]/[ausführen]/\dots\}$  der Handlungsträger von  $\langle s_1 \rangle$ ?

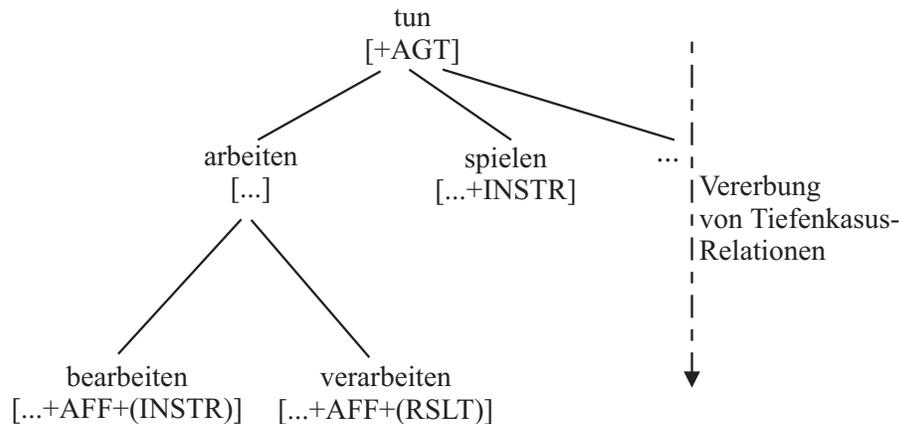
Welcher Handlung/welchem Geschehen/welchem Zustand ist  $\langle s_1 \rangle$  untergeordnet?

In welchem Zustand befindet sich der Zustandsträger von  $\langle s_1 \rangle$ ?

**Kommentar:** Die Relation **SUBS** dient bei Vorgängen zur Angabe der Trägerhandlung sowie zur Einführung einer Vorgangs- bzw. Handlungshierarchie und bei Zuständen zur Spezifikation einer Zustandshierarchie. Die Relation **SUBS** wurde gesondert von der Relation **SUB** eingeführt, weil die Vererbung der in den Valenzrahmen von Vorgängen, Handlungen und Zuständen definierten Beziehungen nach anderen Mechanismen vor sich geht als die Vererbung von Eigenschaften bei Objektbegriffen. Darüber hinaus wird nach **SUBS** anders gefragt als nach **SUB**. Schließlich ist es aus rein deduktionstechnischen Gründen nicht günstig, die verschiedenartigsten Axiome bzw. Axiomenschemata (oder auch Vererbungsmethoden) an eine einzige Subordinationsrelation zu knüpfen (um sie bei der Deduktion anhand der Sorten wieder zu unterscheiden).

Da die Subordinationsbeziehungen sehr häufig auftreten und für den Prozeß der logischen Antwortfindung eine wichtige Rolle spielen, scheint die Differenzierung in drei Subordinationsbeziehungen (**SUB**, **SUBR** und **SUBS**) gerechtfertigt zu sein.

Im nachstehenden Bild ist die Vererbung von Tiefenkasus-Relationen in einer Handlungshierarchie angedeutet. Bei den Unterbegriffen treten jeweils neue, bedeutungsspezifische Valenzen zu denjenigen der Oberbegriffe hinzu.<sup>34</sup>



### 18.2.81 SUBST: Relation zur Angabe eines Stellvertreters

**SUBST:**  $[o \times o] \cup [si \times si]$

**Definition:** Die Relation (x **SUBST** y) gibt an, daß x anstelle von y an einer Situation beteiligt ist, daß ein Objekt x ein anderes Objekt y während eines Vorganges ersetzt bzw. an dessen Stelle tritt, oder daß die Situation x anstelle der Situation y gilt.

**Mnemonic:** substitute – Substitut

(x **SUBST** y) – [x steht anstelle von y]

**Fragemuster:** {Statt/Anstelle} ⟨WS⟩ ⟨o⟩ ist x beteiligt?

Was {[gelten]/[vor sich gehen]/[geschehen]/...} anstelle von ⟨si⟩?

{Wer/Was} tritt anstelle von ⟨o⟩?

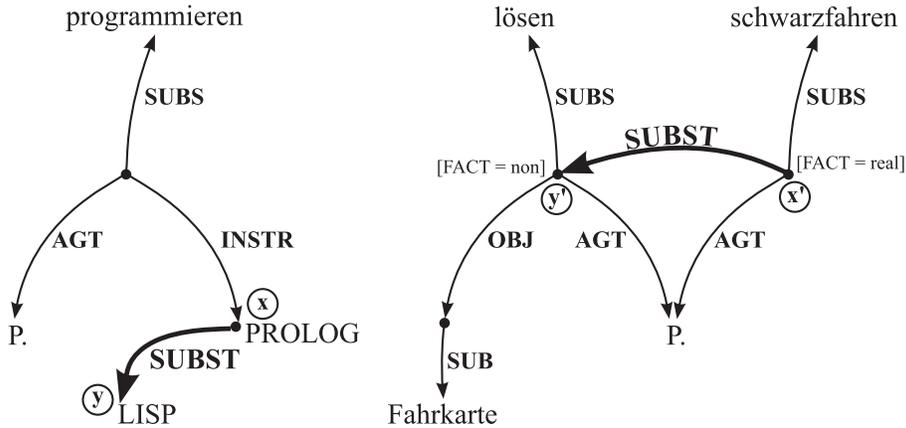
**Kommentar:** Die Relation (x **SUBST** y) gestattet die Gegenüberstellung zweier Entitäten gleicher Sorte, wobei {eine Motivation/ ein Ziel/ eine Erwartung}

<sup>34</sup> Die runden Klammern bedeuten fakultative Valenzen, s. Teil I, Abschn. 4.2; die Punkte deuten die Übertragung des Valenzrahmens vom übergeordneten auf den untergeordneten Begriff an.

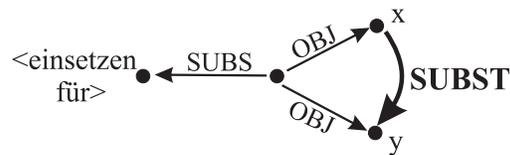
auf y gerichtet ist, aber statt dessen x {vorkommt/ auftritt/ gilt}, usw. (je nach Sortenzugehörigkeit von x).

(18.194) „P. programmiert [in PROLOG]<sup>SUBST<sub>arg1</sub></sup> statt [in LISP]<sup>SUBST<sub>arg2</sub></sup>.“

(18.195) „Statt [eine Fahrkarte zu lösen]<sup>SUBST<sub>arg1</sub></sup> [fuhr P. schwarz]<sup>SUBST<sub>arg2</sub></sup>.“



Meist sind die entsprechenden Oberflächenstrukturen elliptische Konstruktionen, denen zwei vollständige Situationen  $x'$ ,  $y'$  zugrunde liegen, die aus  $x$  bzw.  $y$  mit Hilfe des Satzkontexts zu erschließen sind. Dabei wird  $x'$  behauptet (im linken Beispiel: Programmieren in PROLOG) und  $y'$ , auf das sich die Erwartung richtet, wird negiert (im diesem Beispiel: Programmieren in LISP). Die Relation **SUBST** wird auch zur Beschreibung von Ersetzungshandlungen im weitesten Sinne (hierzu gehören auch tauschen, vertauschen usw.) eingesetzt:



## 18.2.82 SUPPL: Supplement-Relation

**SUPPL:** [*si* ∪ *abs*] × *o*

**Definition:** Die Relation (s **SUPPL** o) gibt an, daß o eine Ergänzung des situativen Konzepts s ist, dessen Semantik wesentlich durch den Bedeutungsgehalt von o mitbestimmt wird. Im Gegensatz zur Relation **OBJ** kann o nicht unabhängig von s existieren bzw. gelten.

**Mnemonic:** supplement – Supplement/Ergänzung  
(x **SUPPL** y) – [x wird begrifflich durch y ergänzt]

**Fragemuster:** Was {[tanzen]/[singen]/[spielen]/... }⟨o⟩?  
Welches Geschehen ist zwingend mit ⟨o⟩ verbunden?

**Kommentar:** Durch die Relation (s **SUPPL** o) wird eine immanente Beziehung zwischen s und o ausgedrückt, die o als notwendige semantische Ergänzung von s ausweist und umgekehrt. Beispiele:

- (18.196) (tanzen **SUPPL** Tanz)
- (18.197) (spielen **SUPPL** Spiel)
- (18.198) (singen **SUPPL** Gesang)

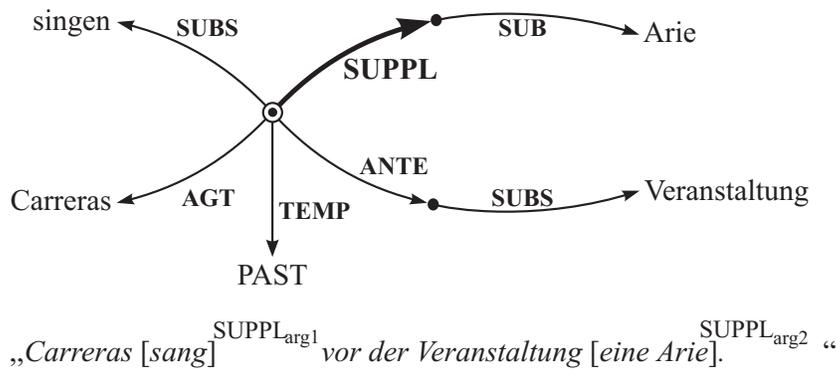
Wie die Beispiele zeigen, sind die Beziehungen zwischen erstem und zweitem Argument nicht durch **OBJ** darstellbar, denn ein Tanz, ein Spiel oder ein Gesang sind keine Objekte, die unabhängig vom jeweiligen Tanzens-, Spielens- bzw. Singens-Vorgang sind.<sup>35</sup>

Die auf generischer Ebene spezifizierten Supplementbeziehungen, wie zum Beispiel bei (tanzen **SUPPL** Tanz), haben Konsequenzen für das FAS und insbesondere für den Inferenzprozeß. Aus einem speziellen Ereignis, z.B.

(18.199) „Er [tanzte]<sup>SUPPL<sub>arg1</sub></sup> [einen Tango]<sup>SUPPL<sub>arg2</sub></sup>.“

läßt sich mit Hilfe des immanenten Wissens (s.o.) auf die Art des Supplements schließen (hier: daß ein Tango ein Tanz ist, d.h. es gilt: (Tango **SUBS** Tanz)).

<sup>35</sup> Diese Feststellung bedeutet nicht, daß das Objekt in der Oberflächenstruktur des Satzes tatsächlich auch als Umschreibung vorkommen muß. Beispiel: „Carreras hat vor der Veranstaltung gesungen.“



### 18.2.83 SYNO: Synonymiebeziehung

**SYNO:** sort  $\times$  sort      mit **sort** als beliebige, aber für beide Argumente gleiche spezifischste Sorte

**Definition:** Die Relation ( $e_1$  **SYNO**  $e_2$ ) verbindet zwei Begriffe gleicher Sorte, die synonym zueinander sind, d.h. das gleiche Extensional besitzen. Sie entspricht für Objektbegriffe der Relation **EQU** (s. dort). Die Relation **SYNO** ist symmetrisch, reflexiv und transitiv.

**Mnemonic:** synonyme – Synonym  
(x **SYNO** y) – [x ist synonym zu y]

**Fragemuster:** Was ist gleichbedeutend mit  $\{\langle e_1 \rangle / \langle e_2 \rangle\}$ ?  
Durch welches Konzept/welchen Begriff läßt sich  $\{\langle e_1 \rangle / \langle e_2 \rangle\}$  ersetzen?

**Kommentar:** Obwohl die Relation **EQU** zur Verfügung steht, ist die Relation **SYNO** zur Hervorhebung der Parallele zur lexikalischen Antonymiebeziehung **ANTO** eingeführt worden (s. dort).

Beispiele:

- (18.200) (Junggeselle **SYNO**  $\langle$ nichtverheirateter, erwachsener Mann $\rangle$ )
- (18.201) (Cousin **SYNO** Vetter)
- (18.202) (Rechner **SYNO** Computer)
- (18.203) (LKW **SYNO** Lastkraftwagen)
- (18.204) (bereits **SYNO** schon)

Synonyme Konzepte dürfen in nichtmodalen Kontexten gegeneinander ausgetauscht werden. Für modale Kontexte gilt das nicht ohne weiteres. So sind die Sätze:

- (18.205) „John weiß, wer Bürgermeister von LA ist.“ und  
 (18.206) „John weiß, wer Bürgermeister von Los Angeles ist.“

nicht gleichbedeutend, wenn John die Abkürzung LA für Los Angeles nicht kennt, obwohl natürlich (LA **SYNO** (Los Angeles)) gilt.

Wie die letzten beiden Beispiele zeigen, gibt es auch Synonymien für Begriffe, die nicht zur Sorte [o] gehören.

Wenn man nicht zwischen umgangssprachlichen Begriffen und Begriffen der Hochsprache unterscheidet oder Nuancen in der Verschiedenheit von Konnotationen der Begriffe vernachlässigt, können auch nachstehende Begriffspaare als synonym aufgefaßt werden<sup>36</sup>

- (18.209) (schlafen **SYNO** pennen)  
 (18.210) (Auto **SYNO** Wagen)  
 (18.211) (Gesicht **SYNO** Visage) (??)

### 18.2.84 TEMP: Angabe einer zeitlichen Bestimmung

**TEMP:** [*si* ∪ *t* ∪ *o*] × [*t* ∪ *si* ∪ *abs* ∪ *ta*]

**Definition:** Die Relation (s **TEMP** t) gibt an, daß der Sachverhalt s zum Zeitpunkt t bzw. im Zeitraum t (oder in der durch das zweite Argument bestimmten Zeit t) gilt oder – für den Fall daß s ein Vorgang ist – vor sich geht. Wenn das erste Argument der Sorte o angehört, spezifiziert das zweite Argument t den entsprechenden Zeitpunkt bzw. das Zeitintervall der Existenz des betreffenden Objekts.<sup>37</sup>

**Mnemonic:** tempus (lat.) – Zeit

(x **TEMP** y) – [x gilt / findet statt innerhalb des Zeitraums y]

<sup>36</sup> Diese Entscheidung hängt aber vom Einsatz der Wissenrepräsentation ab und kann nicht absolut getroffen werden. Man betrachte hierzu nur die Sätze:

- (18.207) „Sie haben sich Ihr Gesicht verletzt.“ und  
 (18.208) „Sie haben sich Ihre Visage verletzt.“

<sup>37</sup> Im Zusammenhang mit den Zeitrelationen, insbesondere mit der Relation **TEMP**, werden für die nicht weiter spezifizierte Vergangenheit der Repräsentant PAST und für die Zukunft FUT eingesetzt.

**Fragemuster:** Wann  $\langle s \rangle$ ?

Wann {[sein]/[existieren]/[bestehen]. . . }  $\langle s \rangle$ ?

{Zu welcher Zeit/Zu welchem Zeitpunkt}  $\langle s \rangle$ ?

In welchem {Monat/Jahr/Jahrhundert}  $\langle s \rangle$ ?

An welchem Tag  $\langle s \rangle$ ?

{Um wieviel Uhr/Um welche Zeit}  $\langle s \rangle$ ?

**Kommentar:** Die Relation **TEMP** trägt ähnlich wie **CTXT**, **COND**, **MODL** usw. einen anderen Charakter als z.B. die Relationen zur Beschreibung des situativen Wissens. Sie dient im Zusammenhang mit Sachverhaltsbeschreibungen zur zeitlichen Einschränkung des Ablaufs bzw. der zeitlichen Gültigkeit von Vorgängen bzw. Zuständen und bei der Spezifikation von Objekten zur Angabe des Zeitpunktes oder Zeitraumes der Existenz. Beispiele sind:

(18.212) „Albertus Magnus [wirkte]<sup>TEMP<sub>arg1</sub></sup> [im 13. Jahrhundert]<sup>TEMP<sub>arg2</sub></sup>.“

(18.213) „[Schriften]<sup>TEMP<sub>arg1</sub></sup> aus [dem Mittelalter]<sup>TEMP<sub>arg2</sub></sup>.“

Anmerkung: Die Begriffsrepräsentanten von Zeitadverbien, wie „immer“, „oft“, „mehrmals“ oder ähnlicher adverbialer Bestimmungen, die zeitliche Wiederholungen zum Ausdruck bringen, müssen durch das Merkmal **QUANT** am Tempusrepräsentanten dargestellt werden (vgl. die Ausführungen zur Quantifikation in Teil I, Abschn. 10.1). Zur Gegenüberstellung von **TEMP** und **DUR**, s. die Bemerkungen bei **DUR**.

### 18.2.85 VAL: Relation zwischen Attribut und Wert

**VAL:**  $at \times [o \cup qn \cup p \cup fe \cup t]$

**Definition:** Die Relation (a **VAL** w) bringt die Beziehung zwischen einem Merkmal bzw. Attribut a, das einen funktionellen Charakter trägt und zu einem bestimmten (individuellen) Objekt o gehört, und einem Begriff w zum Ausdruck, der als Wert des Attributes a von o aufzufassen ist.

**Mnemonic:** value – Wert

(x **VAL** y) – [das Merkmal x hat den Wert y]

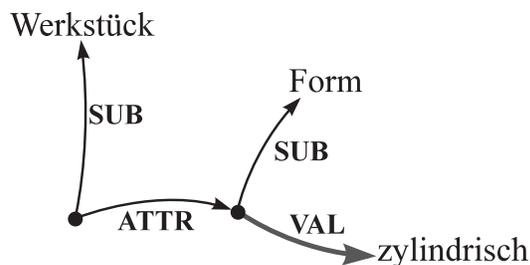
**Fragemuster:** Welchen Wert {[besitzen]/[haben]/. . . }  $\langle a \rangle$  von  $\langle o \rangle$ ?

Wieviel { $\langle me \rangle$ / $\langle gq \rangle$ } {[sein]/[betragen]}  $\langle a \rangle$  von  $\langle co \rangle$ ?

Bei {welcher/welchem}  $\langle op \rangle$  gilt  $\langle si \rangle$ ?

**Kommentar:** Die Relation (a **VAL** w) wird vorwiegend in Verbindung mit der Relation **ATTR** für die Spezifikation des Wertes eines Merkmals a zu einem bestimmten Objekt o, d.h. in der Kombination  $(o \text{ ATTR } a) \wedge (a \text{ VAL } w)$  eingesetzt. Sie gibt durch das zweite Argument (im Gegensatz etwa zu **QMOD**) keine zusätzliche Charakterisierung des ersten Arguments an, sondern expliziert nur den Wert w der an sich schon eindeutig durch a und o beschrieben ist. Mit Hilfe von **VAL** können u.a. dargestellt werden<sup>38</sup>:

- quantitative Werte operationaler Abstrakta  
 (18.214) „[Die Höhe des Matterhorns] **VAL**<sub>arg1</sub>“ → „4505 m“  
 (18.215) „[Der Druck im Kessel] **VAL**<sub>arg1</sub>“ → „30 atm“
- synonyme Beschreibungen von lokalen oder zeitlichen Bestimmungen  
 (18.216) „[Der Geburtsort von Schiller] **VAL**<sub>arg1</sub>“ → „Marbach“  
 (18.217) „[Der Beginn der französischen Revolution] **VAL**<sub>arg1</sub>“ → „1789“
- Ausprägungen von Merkmalen  
 (18.218) „[Die Farbe des Raben] **VAL**<sub>arg1</sub>“ → „schwarz“  
 (18.219) „[Die Form des Werkstücks] **VAL**<sub>arg1</sub>“ → „zylindrisch“



Die Relation **VAL** kann nicht durch **EQU** ersetzt werden, weil – wie das letzte Beispiel deutlich zeigt – die beiden Argumente von **VAL** keine äquivalenten Begriffe sind. Im Beispiel ist der Begriff zylindrisch ( $[\text{SORT} = p]$ ) verschieden von  $\langle \text{Form eines bestimmten Werkstücks} \rangle$  mit  $[\text{SORT} = at]$ .

<sup>38</sup> Bezüglich formaler Entitäten s. Anmerkung bei Relation **VALR**.

### 18.2.86 VALR: Relation zwischen Attribut und Wertebereich

**VALR:**  $\overline{at} \times [o \cup qn \cup p \cup fe \cup t]$

**Definition:** Die Relation (a **VALR** w) stellt die Beziehung dar zwischen einem Attribut a (einem Begriff mit funktionellem Charakter) und dem Wertebereich w von a. D.h. eine Spezialisierung, die a subordiniert ist, kann nur einen Wert aus w bzw. einen Wert w', der w subordiniert ist, annehmen.

**Mnemonic:** value range – Wertebereich

(x **VALR** y) – [das Merkmal x hat den Wertebereich y]

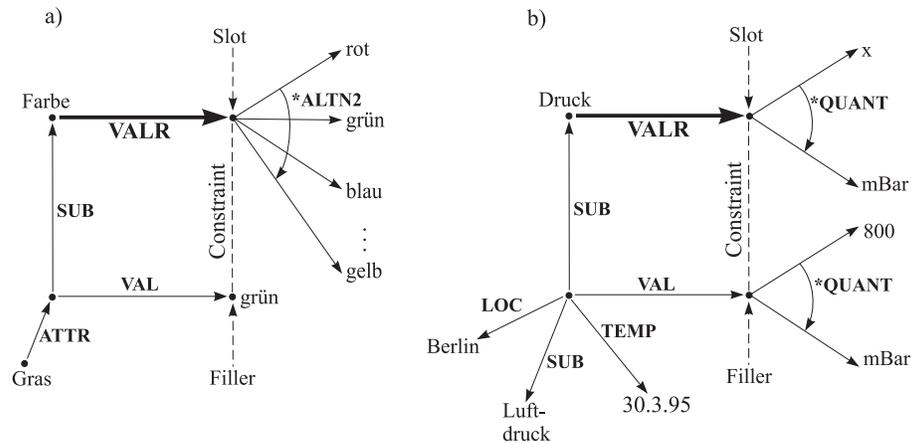
**Fragemuster:** Welches {Attribut/Merkmal} kann ⟨w⟩ als Wert {besitzen/annehmen/haben}?

Was für Werte kommen für ⟨a⟩ in Frage?

**Kommentar:** Die Relation **VALR** ist das Pendant zur Relation **VAL** auf generischer Ebene und spielt zusammen mit **ATTR** und **VAL** eine wichtige Rolle für die Attribut-Wert-Charakterisierung von Objekten (in KI-Terminologie: zur Realisierung eines sogenannten Slot-Filler-Mechanismus). Die Relation **VALR** dient dabei zur Beschreibung der Slots (s. Bild). Die Slotbeschreibungen mit Hilfe von **VALR** sind demnach Constraints (Zulässigkeitsbedingungen) für die mit **VAL** spezifizierten Filler. Folgende Wertebereichs-Beschreibungen kann man als typisch ansehen:<sup>39</sup>

- a) eine explizite Aufzählung von Entitäten (s. Bild a)
- b) eine Quantität mit einer Variablen bzw. einem Zahlintervall anstelle einer konkreten Wertangabe (s. Bild b).
- c) Angabe eines Oberbegriffs zur Charakterisierung des Wertebereichs

<sup>39</sup> In der Signatur sind auch formale Entitäten ([SORT = fe]) zugelassen, da Zeichenketten oder symbolische Ausdrücke ebenfalls als Werte bzw. Wertebereiche vorkommen können (z.B. im einfachen Fall eines Eigennamens als Attribut).



### 18.2.87 VIA: Relation zur Angabe eines räumlichen Pfades

**VIA:**  $[d \cup dy \cup ad] \times [l \cup d]$

**Definition:** Die Relation (x **VIA** w) dient der Angabe eines Weges w, den ein Objekt  $x \in d$  nimmt, das an einem Vorgang beteiligt ist, oder der den räumlichen Verlauf eines Vorgangs  $x \in [dy \cup ad]$  näher spezifiziert.

**Mnemonic:** via – via/über

(x **VIA** y) – [x ist durch die Bahn / den Verlauf y bestimmt]

**Fragemuster:** {Welchem Pfad/Welcher Route ... } [folgen] ⟨d⟩?  
 {Wie/Auf welche Art/Wodurch} {[lokal] verlaufen}/[sich bewegen]} ⟨d⟩?

**Kommentar:** Als typische Beispiele für die Umschreibung der Relation **VIA** in der natürlichen Sprache seien die folgenden angeführt:

(18.220) „P. fährt mit dem Zug [über München] **VIA**<sub>arg2</sub> nach Wien.“

(18.221) „Das Flugzeug fliegt [über den Atlantik] **VIA**<sub>arg2</sub> nach New York.“

(18.222) „P. läuft [entlang des Deiches] **VIA**<sub>arg2</sub> zum Cafe.“

(18.223) „Der Dieb nähert sich dem Haus [durch den Garten] **VIA**<sub>arg2</sub>.“

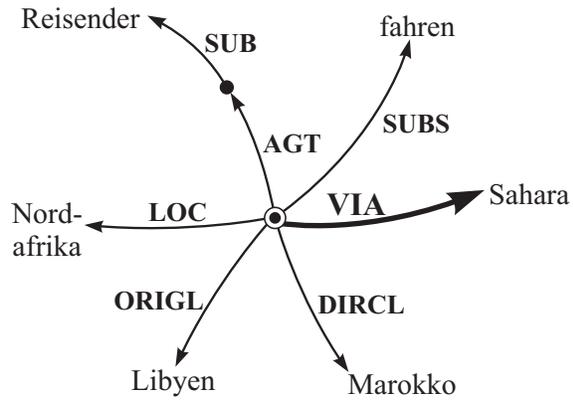
(18.224) „Die Grenze verläuft [entlang des Flusses] **VIA**<sub>arg2</sub>.“

(18.225) **Aber:**

„Der Ballon treibt [über dem Atlantik] **LOC**<sub>arg2</sub>.“

Entsprechend den Ausführungen bei den Relationen **DIRCL** und **ORIGL** kann auch **VIA** abkürzend bei Objekten verwendet werden („der Zug über

*München*“). Daß die Angabe eines räumlichen Verlaufs neben Lokation (**LOC**), lokaler Herkunft (**ORIGL**) und räumlichem Ziel (**DIRCL**) vorkommen kann, zeigt folgendes Beispiel:



*„Der Reisende fuhr in Nordafrika von Libyen nach Marokko durch die Sahara.“*

## 18.3 Funktionen

### 18.3.1 \*ALTN1/2: Erzeugung alternativer Gesamtheiten

\*ALTN1/2:  $o \times \dots \times o \rightarrow o$

**Definition:** Die Funktionen \*ALTN1 bzw. \*ALTN2 repräsentieren Familien von Funktionen mit \*ALTN1<sub>ν</sub>:  $o^ν \rightarrow o$  bzw. \*ALTN2<sub>ν</sub>:  $o^ν \rightarrow o$  (für  $ν \geq 2$ ) die sogenannte **alternative Gesamtheiten** generieren. Diese alternativen Gesamtheiten sind Hilfskonstruktionen, deren Extensionale als Mengen von Objekten zu deuten sind, aus denen mindestens eins (im Falle von \*ALTN1) bzw. genau eins (im Falle von \*ALTN2) auszuwählen ist.

**Mnemonic:** alternative – Alternative

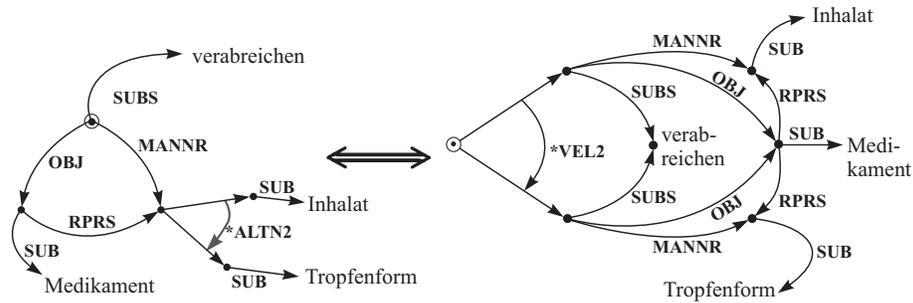
**Fragemuster:** –

**Kommentar:** Ähnlich wie in der Oberflächenstruktur Koordinationen aus sprachökonomischen Gründen nicht durch mehrere vollständige Sätze sondern durch elliptische Konstruktionen ausgedrückt werden, dienen in der Tiefenstruktur Konstruktionen mit den Funktionen \*ALTN1 bzw. \*ALTN2 als abkürzende Schreibweise für disjunktiv verknüpfte Vorgänge bzw. Situationen. Das hat allerdings nicht nur ökonomische Gründe (siehe Beispiel), sondern ist auch mit den Schwierigkeiten der semantischen Analyse koordinativer Verknüpfungen verbunden, deren Feininterpretation (Auflösung in mehrere disjunktiv verknüpfte Vorgänge/Situationen) wegen fehlender Hintergrundinformation oft nicht möglich ist oder in vielen Fällen nur mit einem unvertretbar hohen Aufwand zu leisten wäre. In diesem Sinne können die \*ALTN-Konstruktionen als eine kompaktere Darstellung entsprechender \*VEL-Konstruktionen aufgefaßt werden (s. nachstehende Beispiele).

(18.226) „Mit dem Drucker können [Zahlen, Buchstaben oder Sonderzeichen]\*ALTN1 ausgegeben werden.“

(18.227) „Das Medikament wird in [Tropfenform oder als Inhalat]\*ALTN2 verabreicht.“

Anmerkung: Die **konjunktive** Aufzählung von Elementen wird mit Hilfe der Funktion \*ITMS-I ausgedrückt.



### 18.3.2 \*COMP: Funktion zur Komparation von Eigenschaften

\*COMP:  $gq \times [o \cup gq] \rightarrow tq$

**Definition:** Die Funktion (\*COMP  $p_1$  a) =  $p_2$  erzeugt aus einer Eigenschaft  $p_1$  durch Vergleich mit einem Objekt  $a \in o$  eine neue nicht mehr steigerbare Eigenschaft  $p_2$ . Sie bringt zum Ausdruck, daß die Eigenschaft  $p_2$ , die demselben Attribut zugeordnet ist wie  $p_1$ , größer oder stärker ausgeprägt ist als die Eigenschaft  $p_1$  von a. – Bezüglich der Zulassung einer Eigenschaft als zweites Argument s.u.

**Mnemonic:** comparison – Komparation

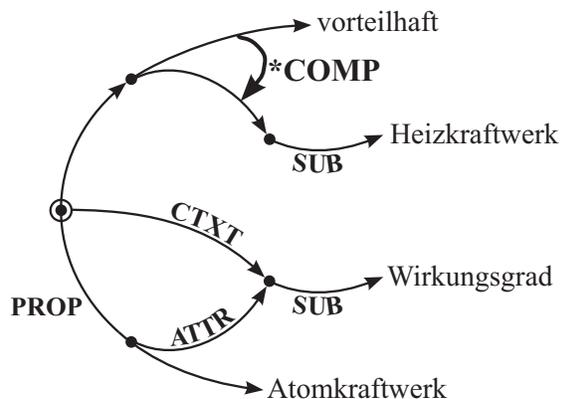
**Fragemuster:** –

**Kommentar:** Die Funktion \*COMP dient zur semantischen Repräsentation des Komparativs. Dabei kann die Zuordnung einer komparierten Eigenschaft zu einem Objekt ohne Einschränkung (Beispiel 18.228) oder bezüglich eines bestimmten Kontextes (Beispiel 18.229) erfolgen.

(18.228) „Der Algorithmus  $A_1$  ist [effektiver]\*COMP<sub>arg1</sub> als [der Algorithmus  $A_2$ ]\*COMP<sub>arg2</sub>.“

(18.229) „Ein Atomkraftwerk ist bezüglich seines Wirkungsgrades [vorteilhafter]\*COMP<sub>arg1</sub> als [ein Heizkraftwerk]\*COMP<sub>arg2</sub>.“

Für den direkten Vergleich von Eigenschaften und die Bedeutungsdarstellung von inchoativen Verben (wie „gewinnen an“ in „Sie gewinnt immer mehr an Charme.“) wird die Komparation mit einer Eigenschaft  $p \in gq$ , d.h. die Funktion \*COMP mit dem zweiten Argument aus  $gq$ , benötigt. Dann bedeutet (\*COMP  $p_1$   $p_2$ ) =  $p_3$  mit  $p_2 \in gq$ , daß  $p_3$  eine Eigenschaft gleichen Typs wie  $p_1$  aber stärkerer Ausprägung als  $p_2$  ist.



### 18.3.3 \*DIFF: Bildung einer Mengendifferenz

$$\text{*DIFF: } pe^{(n)} \times [pe^{(n)} \cup pe^{(n-1)}] \rightarrow [pe^{(n)} \cup pe^{(n-1)}]$$

**Definition:** Sei  $(g_1 \setminus g_2) = \{el \mid (el \in g_1 \wedge \neg (el \in g_2))\}$  die gewöhnliche Differenz zweier Mengen  $g_1$  und  $g_2$  (d.h. also zweier Mengenrepräsentanten der präextensionalen Ebene). Sei weiterhin

$$di = (\text{*DIFF}' x y) = \begin{cases} x \setminus y & \text{für } x \in pe^{(n)} \text{ und } y \in pe^{(n)} \\ x \setminus \{y\} & \text{für } x \in pe^{(n)} \text{ und } y \in pe^{(n-1)} \\ \text{undefiniert} & \text{sonst} \end{cases}$$

Dann gilt:

$$(\text{*DIFF} x y) = \begin{cases} e \in di & \text{falls } di \text{ eine einelementige Menge ist} \\ di & \text{sonst} \end{cases}$$

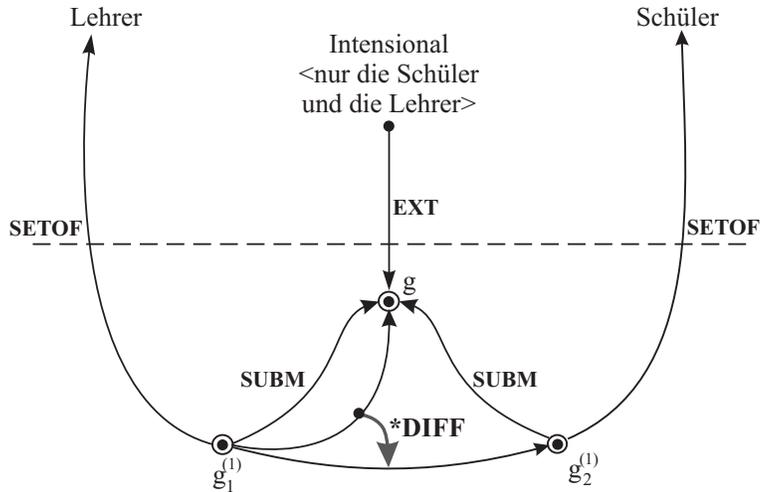
**Mnemonic:** difference – Differenz

**Fragemuster:** Mit welcher Ausnahme gilt  $\langle \text{Aussage} \rangle$ ?

**Kommentar:** Die Funktion **\*DIFF** wird verwendet, um aus einer Menge Teilmengen oder auch Einzelelemente zu eliminieren, wobei als Ergebnis u.U. ein einzelnes Element der Ausgangsmenge entstehen kann. Es gilt:

$$\begin{aligned} & (g_1 \text{ SUBM } g) \wedge (g_2 \text{ SUBM } g) \wedge (\text{*DIFF} g g_1) = g_2 \\ & \rightarrow (\text{*DIFF} g g_2) = g_1 \end{aligned} \tag{168}$$

Die Relation dient u.a. zur Darstellung der Bedeutung der Präpositionen „außer“ und „ohne“. Die Funktion **\*DIFF** kann aber auch dazu verwendet werden, um auszudrücken, daß eine Gesamtheit aus den Elementen zweier Teilmengen und aus keinen weiteren Elementen besteht (s. hierzu auch das Beispiel bei **\*ITMS**).



#### 18.3.4 **\*FLP<sub>J</sub>**: Funktionen zur Erzeugung von Lokationen

**\*FLP<sub>J</sub>**:  $d \rightarrow l$  für  $j \in [\langle \text{lok-praep} \rangle \setminus \{\text{zwischen}\}]$   
 $d \times d \rightarrow l$  oder  
 $\ddot{d} \rightarrow l$  für  $j = \text{zwischen}$

**Definition:** Die Funktionen zur Erzeugung von Lokationen bilden eine Familie. Jede Funktion der Familie beschreibt die Bedeutung einer lokalen Präposition (bezüglich  $\langle \text{lok-praep} \rangle$  s. Relation **LOC**). Diese Funktionen stellen mit Ausnahme der Funktion **\*ZWISCHEN** Abbildungen aus der Sorte der konkreten Objekte in die Sorte der Lokationen dar. Die ein- bzw. zweistellige Funktion **\*ZWISCHEN** ordnet einer Gesamtheit bzw. zwei getrennt angegebenen Objekten eine Lokation zu. Die zweistellige Funktion ist symmetrisch bezüglich ihrer beiden Argumente.<sup>40</sup>

<sup>40</sup> Für die semantische Repräsentation von „zwischen“ wird analog zu **ANLG** und **DISTG** eine einstellige und eine zweistellige Form zugelassen, wobei erstere als Argument eine Gesamt-

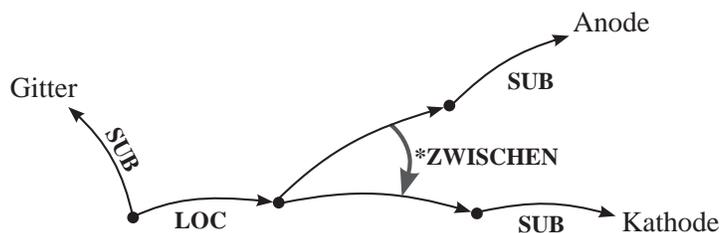
**Mnemonic:** functional representation of a local preposition – funktionale Darstellung einer lokalen Präposition

**Fragemuster:** Die typische Frage nach dem Ergebnis der Funktionsanwendung von \*FLP<sub>j</sub> ist „Wo?“ bzw. „Wo(r)\_{lok-praep} befindet sich x?“

**Kommentar:** Die lokalen Präpositionen werden als Funktionen aufgefaßt, die aus Objekten Lokationen erzeugen. Kognitiv wird die Auffassung dadurch gestützt, daß die Äußerung *unter dem Tisch* eine Vorstellung auslöst, die von derjenigen verschieden ist, die durch die Äußerung *der Tisch* ausgelöst wird. Es ist zweckmäßig, die Funktionen durch Analogiebildungen aus den Namen der Präpositionen zu bezeichnen, und diese durch Voranstellung eines Sterns vor die Präposition zu bilden, also \*AN, \*AUF, . . . , \*ZWISCHEN usw.<sup>41</sup>

Da es in vielen Sprachen (abgesehen von den Lokaladverbien, die meist Referenzcharakter tragen) keine Wörter zur Bezeichnung von Lokationen gibt, müssen die Beschreibungen von Lokationen in der Oberflächenstruktur durch grammatische Konstruktionen mit Hilfe von lokalen Präpositionen erzeugt werden. Analog dazu werden die semantischen Repräsentanten von Lokationen in der Tiefenstruktur durch entsprechende Funktionen generiert.

(18.230) „Zwischen Anode und Kathode befindet sich das Gitter.“



heit erhalten muß, damit Sachverhalte wie „Witten liegt zwischen Bochum, Dortmund und Hagen.“ adäquat dargestellt werden können.

<sup>41</sup> Obwohl Präpositionen hochgradig polysem sind (vgl. TeilII, Abschn. 12.2), entstehen hinsichtlich der Benennung der lokalen Funktionen keine Probleme, da es jeweils nur eine lokale Deutung gibt. Insbesondere gibt es in MultiNet keinen Unterschied zwischen einem „gerichteten“ und einem „ungerichteten“ \*IN (s. hierzu Teil I, Abschn. 7.1), da sich Gerichtetsein in den Relationen nicht in den Funktionen widerspiegelt.

### 18.3.5 \*INTSC: Mengendurchschnitt

\*INTSC:  $pe^{(n)} \times pe^{(n)} \rightarrow pe^{(n)}$  mit  $n \geq 1$

**Definition:** Die Funktion (\*INTSC  $g_1 g_2$ ) =  $g_3$  entspricht der Bildung des Mengendurchschnitts in der Mengenlehre. Sie erzeugt aus zwei Entitäten  $g_1$  und  $g_2$  der präextensionalen Ebene, die der gleichen Stufe  $n \geq 1$  angehören müssen, wiederum eine Gesamtheit (einen Mengenrepräsentanten)  $g_3$  der Stufe  $n$ .

**Mnemonic:** intersection – Durchschnitt

**Fragemuster:** –

**Kommentar:** Die Funktion \*INTSC spielt für die semantische Darstellung von Koordinationen (genauer von Konstituentenkoordinationen) eine Rolle, die hinsichtlich des beschriebenen Mengenkonzepts  $M$  ausdrücklich die **gleichzeitige** Zugehörigkeit der Elemente von  $M$  zu zwei gegebenen Gesamtheiten verlangen.

(18.231) „Der Lehrer bat [alle Schüler, die sowohl Laienspieler als auch Mitglieder des Lesezirkels] \*INTSC sind, an der Theateraufführung teilzunehmen.“

In diesem Fall ist die Darstellung des Extensionals des Konzepts, das durch „sowohl Laienspieler als auch Mitglieder des Lesezirkels“ beschrieben wird, mit Hilfe der Funktion \*INTSC erforderlich, da hier offensichtlich die Talente beider Gruppen (in jeweils einer Person vereinigt) wünschenswert sind. D.h. jeder Teilnehmer an der Theateraufführung soll sowohl der Gesamtheit der Laienspieler als auch dem Lesezirkel angehören.

### 18.3.6 \*ITMS/\*ITMS-I: Funktion zur Aufzählung von Mengen / Pendant dazu auf intensionaler Ebene

\*ITMS/\*ITMS-I:  $pe^{(n)} \times pe^{(n)} \times \dots \times pe^{(n)} \rightarrow pe^{(n+1)}$

**Definition:** Die Funktion \*ITMS steht für eine Familie (\*ITMS $_{\nu}$ )  $\nu \in \mathcal{N} \setminus \{0,1\}$  von verschiedenstelligen Funktionen \*ITMS $_{\nu}$ :  $sort^{\nu} \rightarrow sort^{\uparrow}$ , die aus jeweils  $\nu$  verschiedenen Entitäten gleicher Sorte die Gesamtheit (Menge) erzeugen, die genau diese  $\nu$  Entitäten als Elemente (items) enthält. Das Ergebnis gehört einer um Eins höheren Mengenstufe an (ausgedrückt durch  $sort^{\uparrow}$ ), vgl.

Abb. 18.5.<sup>42</sup> Als Abkürzung wird auf intensionaler Ebene **\*ITMS-I** für die Zusammenfassung von Intensionalen einer Gesamtheit zugelassen (s. Abb. 18.6).

**Mnemonic:** items – (Aufzählung von) Einzelementen

**Fragemuster:** ⟨WR⟩ gehört zu ⟨g⟩?

**Kommentar:** Die Funktion **\*ITMS** dient zur expliziten Aufzählung von endlichen Mengen und ist damit ein Darstellungsmittel der präextensionalen Ebene.

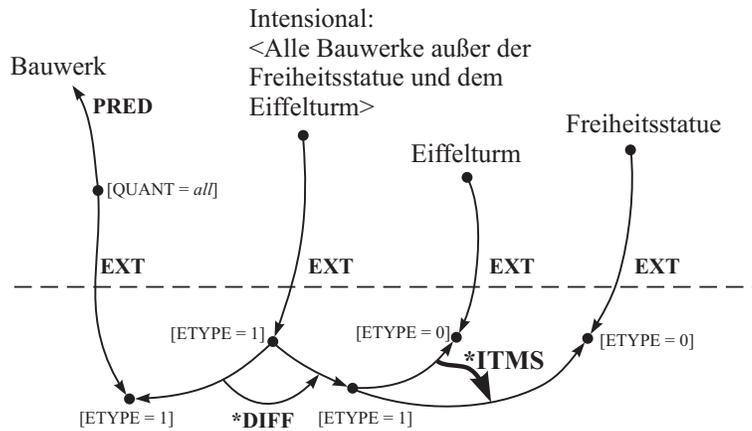


Abbildung 18.5. Kombination der Funktionen **\*ITMS** und **\*DIFF**

Sie spielt eine wichtige Rolle bei der semantischen Darstellung von koordinativen Verknüpfungen, die mit „und“, „sowie“, „sowohl ... als auch“ u.a. gebildet werden und als Konstituentenkoordination zu klassifizieren sind. So erfolgt die Darstellung von ⟨Peter und Max⟩ in dem Satz „Peter und Max besitzen eine (bestimmte) Firma.“ mit Hilfe der Funktion **\*ITMS-I** auf intensionaler Ebene und **\*ITMS** auf präextensionaler Ebene.

Zwischen **\*ITMS** und **\*ITMS-I** besteht folgender Zusammenhang, so daß man die korrespondierende Darstellung auf präextensionaler Ebene einsparen kann:

$$\bullet \quad g = (*ITMS-I \ a, b, \dots, k) \leftrightarrow g_{EXT} = (*ITMS \ a_{EXT} \ b_{EXT} \dots \ k_{EXT}) \quad (169)$$

<sup>42</sup> Die Funktion **\*ITMS** erzeugt also aus individuellen Elementen Mengen, aus Mengen Mengenfamilien usw.

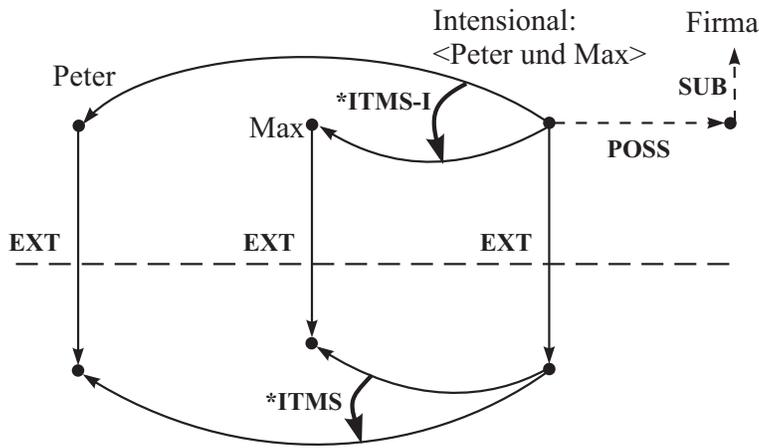


Abbildung 18.6. Repräsentation der Funktionen \*ITMS-I und \*ITMS auf intensionaler bzw. präextensionaler Ebene

### 18.3.7 \*MODP: Funktion zur Eigenschaftsspezifikation

**\*MODP:**  $[p \cup m \cup lg] \times p \rightarrow p$  mit  $lg = \{ \text{sehr, besonders, ziemlich, etwas, ein wenig, überaus ...} \}$

**Definition:** Die Funktion  $(*\text{MODP } x p_1) = p_2$  erzeugt aus einer Eigenschaft  $p_1$  durch Spezifikation mittels einer Quantität oder durch Angabe eines Ausprägungsgrades  $x$  oder durch Spezifikation mit einer anderen Eigenschaft  $x$  eine neue Eigenschaft  $p_2$ .

**Mnemonic:** modification of properties

**Fragemuster:** –

**Kommentar:** Mit Hilfe der Funktion \*MODP können solche Ausdrücke der natürlichen Sprache dargestellt werden, wie:

- (18.232) „Das Wasser ist [eisig kalt]\*MODP.“
- (18.233) „Max ist [besonders freundlich]\*MODP.“
- (18.234) „Der Eiffelturm ist [300 m hoch/sehr hoch]\*MODP.“

Es muß ausdrücklich hervorgehoben werden, daß i.a. aus der Zuordnung der Eigenschaft  $(*\text{MODP } x p)$  zu einem Objekt  $o$  nicht automatisch auch die Zuordnung der Eigenschaft  $p$  zu  $o$  folgt, also

- $(o \text{ PROP } (*\text{MODP } x \text{ p})) \not\rightarrow (o \text{ PROP } p)$  (170)

So ergibt sich aus  $\langle \text{Das Auto ist 3,20m lang} \rangle$  nicht ohne weiteres  $\langle \text{Das Auto ist lang} \rangle$ , weil von zwei polaren Eigenschaften (*lang* – *kurz*), die Ausprägungen ein und desselben Merkmals sind, immer die am positiven Pol bzw. mit höherem Ausprägungsgrad zur Angabe einer quantitativen Bestimmung benutzt wird. (Also:  $\langle \text{Die Ameise ist 3mm lang} \rangle$ , **aber nicht:**  $\langle \text{Die Ameise ist 3mm kurz} \rangle$ ).

Zusammengesetzte Eigenschaften, die durch Komposita beschrieben werden, enthalten oft implizit Assoziativ- bzw. Vergleichsbeziehungen und sollten dementsprechend mit **ASSOC** oder **CORR** dargestellt werden (nicht mit **\*MODP**):

grasgrün – „*grün wie Gras*“

bleischwer – „*schwer wie Blei*“

kohlrabenschwarz – „*schwarz wie Kohle bzw. wie ein Rabe*“

messerscharf – „*scharf wie ein Messer*“

oder noch komplizierter:

totkrank – „*so krank, wie einer, der dem Tod geweiht ist*“ (**nicht:** „*krank wie ein Toter*“)

Demgegenüber ist die semantische Auflösung von Eigenschaften wie *dunkelrot*, *hochmodern* usw. mit Hilfe von **\*MODP** darstellbar, z.B. (*hochmodern EQU (\*MODP überaus modern)*).

### 18.3.8 \*MODQ: Funktion zur Modifizierung von Quantitäten

**\*MODQ:**  $ng \times qf \rightarrow qf$  mit  $ng = \{\text{etwa, fast, knapp, kaum, genau, beinahe, reichlich, über, bis zu, ungefähr, ...}\}$

**Definition:** Die Funktion  $(*\text{MODQ } g \text{ } m_1) = m_2$  erzeugt durch Angabe einer graduierenden Bestimmung  $g \in ng$  aus  $m_1$  eine modifizierte Quantität  $m_2$ .

**Mnemonic:** modification of quantity – Modifikation einer Quantität

**Fragemuster:** –

**Kommentar:** Die Sorte  $[ng]$  von Quantitätsmodifikatoren bildet eine endliche (geschlossene) Menge von einigen wenigen Elementen. Sie wird zusammen mit der Funktion **\*MODQ** vorwiegend dazu benutzt, unscharf spezifizierte Quantitäten darzustellen. Es gilt:

((**\*MODQ** knapp q) **MIN** q)  
 ((**\*MODQ** reichlich q) **MAJ** q)

Mengenangaben sind in der Praxis – selbst dann, wenn sie mit genauen Maßangaben verknüpft sind – oft als unscharf spezifiziert anzusehen ( $\langle$ drei kg Äpfel $\rangle$  bedeutet nicht unbedingt  $\langle$ genau 3000 g Äpfel $\rangle$ ). Deshalb ist es möglich und mitunter auch notwendig, die Exaktheit einer Maßangabe besonders hervorzuheben; z.B.:

(**\*MODQ** exakt (**\*QUANT** 3000 g))

### 18.3.9 **\*MODS: Funktion zur Modifikation einer Handlung**

**\*MODS:**  $[gr \cup m] \times [dy \cup ad] \rightarrow [dy \cup ad]$

**Definition:** Die Funktion (**\*MODS** s  $h_1$ ) =  $h_2$  dient zur Modifizierung einer Handlung oder eines Geschehens  $h_1$  und zur Erzeugung einer neuen, modifizierten Handlung bzw. eines modifizierten Geschehens mit Hilfe eines Spezifikators  $s \in [gr \cup m]$ .

**Mnemonic:** modification of an action

**Fragemuster:** –

**Kommentar:** Die Funktion **\*MODS** wird vorwiegend dazu verwendet, um graduelle Abstufungen der Intensität oder der Ausdehnung von Handlungen auszudrücken, wie z.B.

(18.235) „[Heftig]**\*MODS**<sub>arg1</sub> [streiten]**\*MODS**<sub>arg2</sub>“

(18.236) „Ein [geringes]**\*MODS**<sub>arg1</sub> [Erwärmen]**\*MODS**<sub>arg2</sub> des Materials führte bereits zu Rissen.“

(18.237) „[Zu 20%]**\*MODS**<sub>arg1</sub> [bedeckt]**\*MODS**<sub>arg2</sub>“

Man kann auch mit Hilfe der Funktion **\*MODS** bestimmte quantitative Modifizierungen einer Handlung (etwa durch Distanzangaben) ausdrücken:

(18.238) „100m-Lauf“  $\hat{=}$  (**\*MODS** (**\*QUANT** 100 m) Lauf)

Die Termbildung mit **\*MODS** bringt zum Ausdruck, daß die neu generierte Handlung gegenüber der Ausgangshandlung eine andere begriffliche Qualität besitzt. Im vorhergehenden Beispiel wird dies durch die Substantivierung  $\langle$ 100m-Lauf $\rangle$  unterstrichen, die in der Fachsprache des Sports einen eigenen Begriff darstellt.

In den Fällen, in denen durch die quantitative Spezifikation keine neue begriffliche Qualität erzeugt werden soll, wie z.B. bei

(18.239) „100 m laufen“ im Gegensatz zu „100m-Lauf“,

ist eine Darstellung mit **LEXT** vorzunehmen. Die Charakterisierung von Situationen / Vorgängen mit Hilfe von Eigenschaften (Qualitäten) durch Angabe einer Art und Weise ist unter Verwendung der Relation **MANNR** darzustellen.

### 18.3.10 \*MOM: Funktion zur Erzeugung eines Zeitmoments

**\*MOM:**  $tm \times \dots \times tm \rightarrow t$  mit  $tm = [ta \cup nu \cup \{NIL\}]$

**Definition:** Die Funktion **\*MOM** bildet aus elementaren Zeitmomenten bzw. Zeitangaben komplexe Zeitmomente bzw. Zeiträume, die als Sixtupel in der Form  $\langle \text{Tag, Monat, Jahr, Stunden, Minuten, Sekunden} \rangle$  dargestellt werden. Wenn NIL als ein Argument von **\*MOM** angegeben ist, bleibt die Zeitangabe in der entsprechenden Komponente des Tupels unspezifiziert.

**Mnemonic:** moment – Moment

**Fragemuster:** –

**Kommentar:** In der Oberflächenstruktur sind Beschreibungen von Zeitangaben oft aus mehreren Bestimmungsstücken zusammengesetzt. Die Funktion **\*MOM** dient dazu, diese Zeitangaben zusammenzufassen und als einheitlichen Term semantisch zu repräsentieren. Der Terminus **Zeitmoment** darf in diesem Zusammenhang nicht zu eng aufgefaßt werden. Eine solche Zeitangabe kann u.U. auch in der Spezifikation einer einzigen Jahreszahl bestehen. Zeitintervalle müssen mit Hilfe der Funktion **\*TUPL** aufgebaut werden, wobei u.U. auch eine Kombination von **\*TUPL** und **\*MOM** benutzt werden muß. Als Beispiel für eine mit **\*MOM** gebildete Zeitangabe kann die folgende Konstruktion dienen:

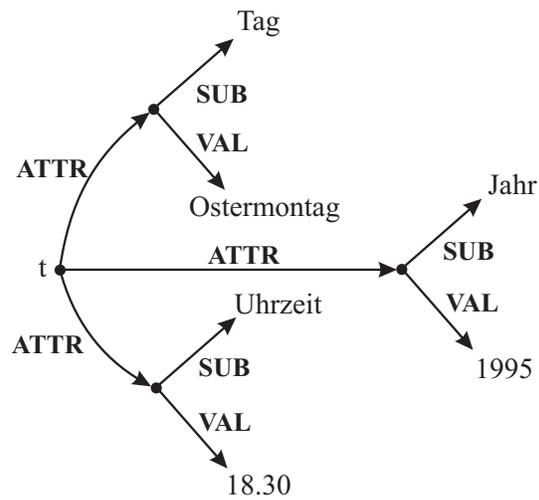
(18.240) „Die Erstaufführung erfolgt am [Ostermontag 1995 um 18.30 Uhr]**\*MOM**.“

In der semantischen Darstellung wird der entsprechende Zeitmoment gebildet durch:

(18.241) (**\*MOM** Ostermontag, NIL, 1995, 18, 30, NIL)<sup>43</sup>

<sup>43</sup> Ob eine semantische Aufgliederung solcher Zeitangaben wie 18.30 Uhr überhaupt notwendig ist, hängt von den Anforderungen an die Genauigkeit der Zeitauflösung im behandelten Anwendungsgebiet ab.

Die Funktion **\*MOM** dient genau genommen nur zur kompakteren Darstellung von Zeit und Datumsangaben. Man kann den in (18.241) dargestellten Zeitpunkt  $t$  auch mit Hilfe von **ATTR** und **VAL** darstellen:



### 18.3.11 \*NON: Metafunktion zur Darstellung der Verneinung

**\*NON:**

$$\left\{ \begin{array}{l} \langle Relation \rangle \rightarrow \langle Relation \rangle \\ md \rightarrow md \\ \rightarrow \{falsch\} \subseteq md \end{array} \right.$$

**Definition:** Der Operator **\*NON** steht für eine Familie von drei Funktionen, die dazu dienen, aus einer Relation die negierte Relation bzw. aus einem Modalisator den negierten Modalisator zu erzeugen bzw. den Wahrheitswert „falsch“ als nullstellige Funktion darzustellen.

**Mnemonic:** non (lat.) – nicht

**Fragemuster:** –

**Kommentar:** Hier soll jeweils ein Beispiel für die drei Anwendungsfälle der Funktion **\*NON** gegeben werden, die in den Fällen b. und c. mit dem Einsatz der Relation **MODL** verknüpft ist.

a) Negation einer Relation:

(18.242) „Renate besitzt kein Fahrrad.“

Diese Art der Negation kann durch ein Axiomenschema definiert werden (wobei im Beispiel  $\langle \text{REL} \rangle = \text{POSS}$  gilt):

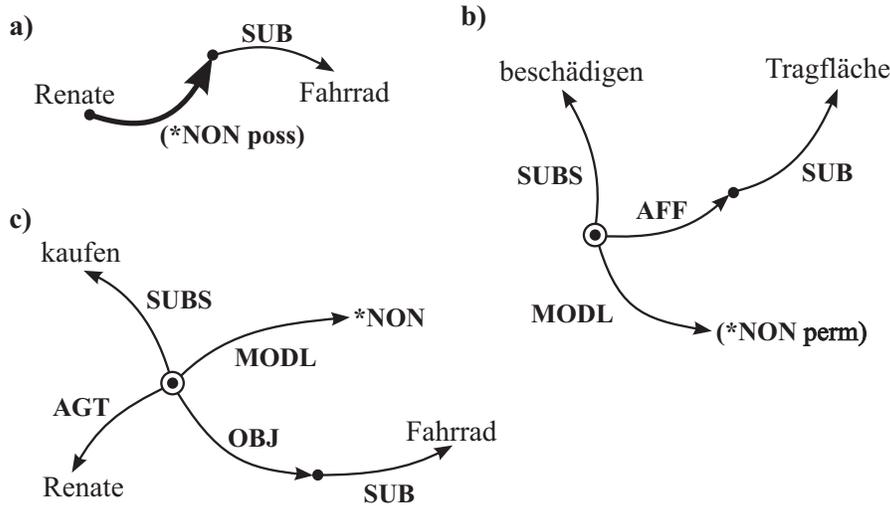
$$(x \text{ (*NON } \langle \text{REL} \rangle) y) \rightarrow \neg(x \langle \text{REL} \rangle y) \quad (171)$$

b) Negierte Modalität:

(18.243) „Die Tragfläche darf nicht beschädigt werden.“<sup>44</sup>

c) Negation einer gesamten Situation:

(18.244) „Es ist nicht wahr, daß Renate ein Fahrrad gekauft hat.“



<sup>44</sup> Der Modalisator **perm**  $\in$  *md* im Bild b) vertritt die Klasse der deontischen Modalausdrücke, die mit dem Erlaubnisoperator verknüpft sind (in natürlicher Sprache mit „erlaubt sein“, „gestattet sein“, „zulässig sein“ usw. umschrieben; **perm** steht als Abkürzung für „permit“). **possib**  $\in$  *md* charakterisiert die Modalität der Möglichkeit („possibility“).

### 18.3.12 \*OP<sub>J</sub>: Arithmetische bzw. mathematische Operationen

\*OP<sub>J</sub>:  $qn^w \rightarrow qn$  mit  $j \in \{\text{PLUS, MINUS, TIMES, DIV, POW}\}$ ,  $w \geq 2$

**Definition:** Die arithmetischen Operatoren stellen eine Familie von Operatoren dar, die aus einer Potenz der Sorte der Quantitäten in die Sorte der Quantitäten abbilden. Sie stehen in der angegebenen Reihenfolge für die aus der Arithmetik bekannten Operatoren der Addition, Subtraktion, Multiplikation, Division, Potenzbildung.

**Mnemonic:** operation – Operation

**Fragemuster:** –

**Kommentar:** Die Symbole für die genannten Operatoren dienen im Kontext semantischer Wissensrepräsentation zum Aufbau von komplexeren Maßeinheiten (m/sec, m<sup>2</sup>, ...), oder sie werden zur semantischen Repräsentation von Begriffen der natürlichen Sprache verwendet, die explizit auf Rechenoperationen verweisen (wie insgesamt, pro, durchschnittlich ...).

Formeln [SORT = *fe*] werden trotz ihrer inneren Struktur i.a. als ganzheitliche atomare Entitäten betrachtet, die mit den hier vorgestellten semantischen Mitteln nicht weiter aufgelöst werden. Ihre Behandlung ist eher Sache der Mathematik als der Semantiktheorie der natürlichen Sprache.

### 18.3.13 \*ORD: Funktion zur Bildung von Ordnungszahlen

\*ORD:  $nu \rightarrow oq$

**Definition:** Die Funktion (\*ORD n) = q erzeugt aus einer definiten natürlichen Zahl n eine Ordnungszahl q. Die Ordnungszahlen werden als Qualitäten (genauer als ordnende Qualitäten) aufgefaßt und wie Eigenschaften behandelt.

**Mnemonic:** order – Ordnung

**Fragemuster:** –

**Kommentar:** Diese Definition wird einerseits dadurch nahegelegt, daß Ordnungszahlen in der natürlichen Sprache wie Eigenschaften gebraucht werden. Andererseits wirken sie wie Funktionen, die aus einer Gesamtheit ein bestimmtes Element auswählen.



**Mnemonic:** modification by property – Modifikation durch (funktionale) Eigenschaft

**Fragemuster:** –

**Kommentar:** Die Funktion **\*PMOD** wird insbesondere zur Behandlung von assoziativen Eigenschaften  $e \in aq$  eingesetzt, da im Gegensatz zur Darstellung von Eigenschaften im engeren Sinne (Sorte  $[p]$ ; Behandlung mit Hilfe der Relation **PROP**) die assoziative Eigenschaft  $e$  und das Objekt  $o$  eine Einheit bilden, aus der heraus  $e$  nicht separat behauptet werden kann.<sup>45</sup> Es gilt:

$$\bullet o_2 = (*PMOD\ e\ o_1) \rightarrow (o_2\ SUB\ o_1) \tag{172}$$

$$\bullet o_2 = (*PMOD\ e\ o_1) \wedge (e\ CHPA\ ab) \rightarrow (o_2\ ASSOC\ ab) \tag{173}$$

aber die getrennte Eigenschaftszuordnung zu  $o_2$  gilt nicht:

$$\bullet o_2 = (*PMOD\ e\ o_1) \not\rightarrow (o_2\ PROP\ e) \tag{174}$$

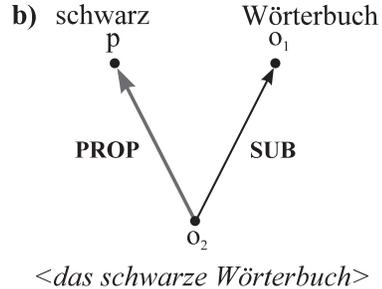
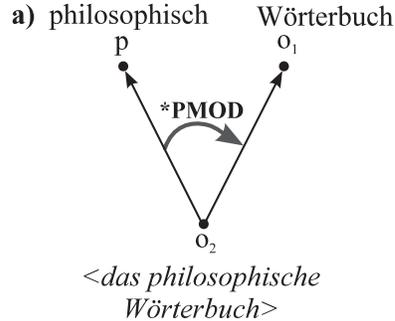
Beispiel:

(18.247) „Das [*philosophische Wörterbuch*]**\*PMOD**.“

Darstellung mit **\*PMOD**; dem Wörterbuch kommt **nicht** die Eigenschaft zu, philosophisch zu sein.<sup>46</sup> Aber:

(18.248) „Das [*schwarze*]<sup>PROP</sup><sub>arg2</sub> Wörterbuch.“

Darstellung mit **PROP**; dem Wörterbuch kommt die Eigenschaft zu, schwarz zu sein, d.h. schwarz auszusehen.



<sup>45</sup> Zur Verwendung von **\*PMOD** im Zusammenhang mit Ordnungszahlen s. Funktion **\*ORD**.  
<sup>46</sup> In diesem Fall ist das mit der assoziativen Eigenschaft philosophisch verknüpfte Abstraktum Philosophie.

### 18.3.15 \*QUANT: Funktion zur Erzeugung von Quantitäten

\*QUANT:  $gf \times me \rightarrow m$

**Definition:** Die Funktion (\*QUANT z e) = m erzeugt aus einer Maßzahl z und einer Maßeinheit e eine Quantität m.

**Mnemonic:** quantity – Quantität

**Fragemuster:** –

**Kommentar:** Als Maßeinheiten können auch bestimmte Begriffe verwendet werden, die meist Behältnisse bezeichnen und die als Maß dienen (z.B. Kiste, Sack, Krug, Tasse usw.). Dadurch können Appositionen wie ⟨drei Kisten Tee⟩, ⟨eine Tasse Milch⟩ usw. mit Hilfe von \*QUANT und QMOD dargestellt werden.

Auch indefinite Zahlangaben (Sorte [mn]) wie einige, mehrere, viele usw. sind als erstes Argument der Funktion \*QUANT zugelassen und dienen zur Beschreibung unscharfer Maßangaben (⟨mehrere Kilometer⟩, ⟨einige Tonnen⟩). Mit Hilfe der arithmetischen Operationen (s. \*OP) und der Funktion \*QUANT lassen sich auch die Umrechnungen von Maßeinheiten durch geeignete Axiome bzw. Axiomenschemata formulieren:

- ((\*QUANT z Kilogramm) EQU (\*QUANT (\*OP<sub>TIMES</sub> 1000 z) Gramm)) (175)
- ((\*QUANT z Meilen) EQU (\*QUANT (\*OP<sub>TIMES</sub> 1609 z) Meter)) (176)

Bezüglich des Größenvergleichs von Quantitäten vgl. die Relationen MIN / MAJ.

### 18.3.16 \*SUPL: Funktion zur Bildung des Superlativs

\*SUPL:  $gq \times [\bar{o} \cup \ddot{o}] \rightarrow tq$

**Definition:** Die Funktion (\*SUPL p<sub>1</sub> y) = p<sub>2</sub> erzeugt aus einem generischen Begriff bzw. einer Gesamtheit y und einer graduierbaren Eigenschaft p<sub>1</sub> eine (nicht mehr steigerbare) Eigenschaft p<sub>2</sub>, die dadurch charakterisiert ist, daß sie innerhalb des durch y gegebenen Vergleichsrahmens als größter Ausprägungsgrad der Eigenschaft p<sub>1</sub> anzusehen ist.

**Mnemonic:** superlativus (lat.) – Superlativ

**Fragemuster:** –

**Kommentar:** Das zweite Argument  $y$  der Funktion **\*SUPL** gibt einen Bereich an, in dem durch die graduierbare Eigenschaft  $p_1$  (1. Argument) eine totale Ordnung definiert ist. Die Eigenschaft  $p_2 = (\text{*SUPL } p_1 \ y)$  kommt demjenigen Element des genannten Bereichs zu, das die durch die Ordnungsrelation bestimmte obere Grenze darstellt. Es gilt die folgende Beziehung:

$$\bullet (o_1 \text{ PROP } (*\text{SUPL } p \ \bar{y})) \rightarrow (o_1 \text{ SUB } \bar{y}) \wedge (o_1 \text{ PROP } p) \quad (177)$$

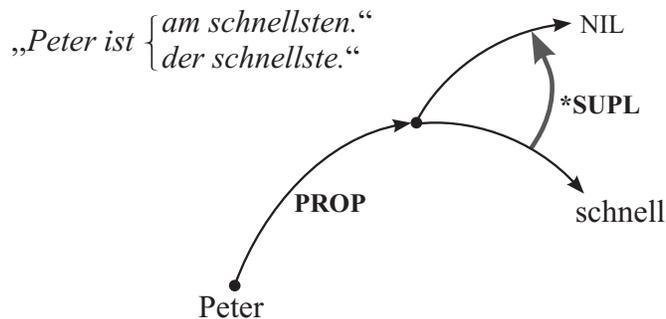
Zwischen **\*COMP** und **\*SUPL** besteht der Zusammenhang:

$$\bullet (o_1 \text{ PROP } (*\text{SUPL } p \ y)) \wedge (o_2 \text{ SUB } y) \wedge (o_1 \neq o_2) \rightarrow (o_1 \text{ PROP } (*\text{COMP } p \ o_2)) \quad (178)$$

bzw.

$$\bullet (o_1 \text{ PROP } (*\text{SUPL } p \ \bar{y})) \wedge (\bar{y} \text{ EXT } e_1) \wedge (o_2 \text{ EXT } e_2) \wedge (e_2 \text{ ELMT } e_1) \wedge (o_1 \neq o_2) \rightarrow (o_1 \text{ PROP } (*\text{COMP } p \ o_2)) \quad (179)$$

Falls es bei der semantischen Interpretation des sogenannten absoluten Superlativs (auch Elativ genannt) nicht gelingt, den Vergleichsrahmen, der durch das zweite Argument der Funktion **\*SUPL** anzugeben ist, aus dem Kontext zu erschließen, so ist als zweites Argument ein Platzhalter (NIL) als Kennzeichen für den Elativ einzusetzen.





Funktion zu einem Paar  $t = (*\text{TUPL } t_1 t_2)$  zusammengefaßt werden.  $t_1$  und  $t_2$  können wiederum mit Hilfe der Funktion  $*\text{MOM}$  definiert sein (s. dort).

Im Gegensatz zur Funktion  $*\text{ITMS}$  gehört die Funktion  $*\text{TUPL}$  als Darstellungsmittel der intensionalen Ebene an. Sie bringt gegenüber  $*\text{ITMS}$  den intensionalen Aspekt der Anordnung der Elemente zum Ausdruck. Als Pendant gehört zu einer  $*\text{TUPL}$ -Konstruktion auf intensionaler Ebene eine  $*\text{ITMS}$ -Konstruktion auf präextensionaler Ebene.

### 18.3.18 $*\text{UNION}$ : Mengenvereinigung

$*\text{UNION}$ :  $pe^{(n)} \times pe^{(n)} \rightarrow pe^{(n)}$  mit  $n \geq 1$

**Definition:** Die Funktion  $(*\text{UNION } g_1 g_2) = g_3$  entspricht der Bildung der Vereinigungsmenge in der Mengenlehre. Sie erzeugt aus zwei Entitäten  $g_1$  und  $g_2$  der präextensionalen Ebene, die der gleichen Stufe  $n \geq 1$  angehören müssen, wiederum eine Gesamtheit (einen Mengenrepräsentanten)  $g_3$  der Stufe  $n$ .

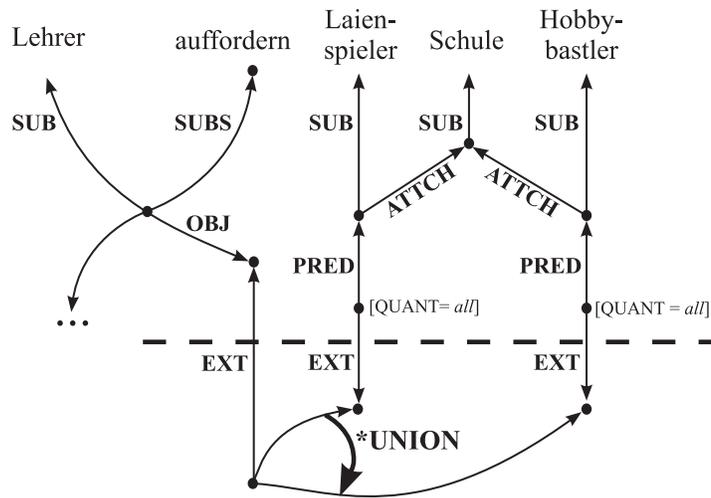
**Mnemonik:** union – Vereinigung

**Fragemuster:** –

**Kommentar:** Die Funktion  $g = (*\text{UNION } g_1 g_2)$  spielt bei der semantischen Darstellung von Koordinationen (genauer von Konstituentenkoordinationen) eine Rolle, die alle Elemente zweier verschiedener Gesamtheiten  $g_1$  und  $g_2$  in die beschriebene Gesamtheit  $g$  einbeziehen, wobei nicht ausgeschlossen wird, daß die Elemente von  $g$  sowohl  $g_1$  als auch  $g_2$  angehören.

(18.250) „Der Lehrer forderte [alle Laienspieler und alle Hobbybastler der Schule]  $*\text{UNION}$  auf, einen Beitrag zur Feier zu liefern.“

In diesem Fall ist die Darstellung des Extensionals des Konzepts (alle Laienspieler und alle Hobbybastler der Schule) mit Hilfe der Funktion  $*\text{UNION}$  angemessen, da beide Gruppen Mitglieder umfassen können, die nicht in der jeweils anderen Gruppe enthalten sind (bei Darstellung mit  $*\text{INTSC}$  würden gerade diese ausgeschlossen).



### 18.3.19 \*VEL1/2: Erzeugung disjunktiv verbundener Situationen

\*VEL1/2:  $\tilde{s}i \times \dots \times \tilde{s}i \rightarrow si$

**Definition:** Die Funktionen \*VEL1 bzw. \*VEL2 repräsentieren Familien von Funktionen  $(*\text{VEL1}_\nu)_{\nu \in \mathbb{N}}$  bzw.  $(*\text{VEL2}_\nu)_{\nu \in \mathbb{N}}$  mit  $*\text{VEL1}_\nu: \tilde{s}i^\nu \rightarrow si$  bzw.  $*\text{VEL2}_\nu: \tilde{s}i^\nu \rightarrow si$  und  $\nu \geq 2$ . Diese Funktionen erzeugen durch Verknüpfung von  $\nu$  hypothetischen Situationen durch inklusives bzw. exklusives ODER eine komplexe reale Situation, die alternative Realisierungsmöglichkeiten einschließt.

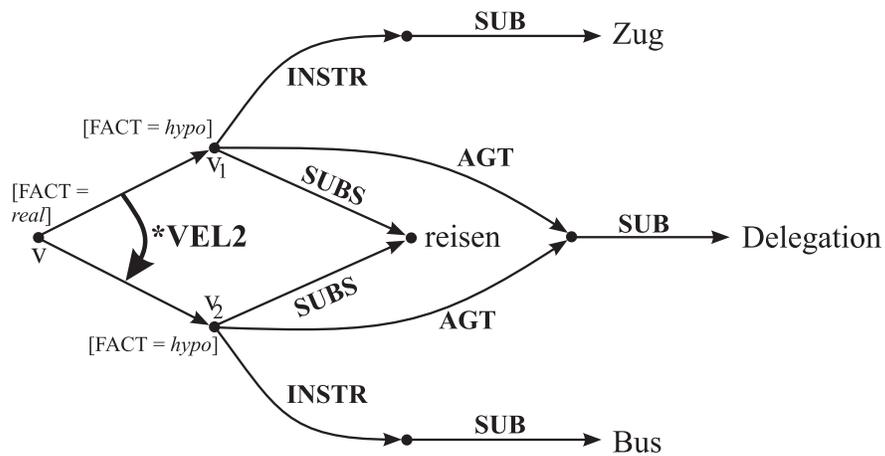
**Mnemonic:** vel (lat.) – oder

**Fragemuster:** –

**Kommentar:** Die Funktionen \*VEL1 bzw. \*VEL2 dienen zur semantischen Darstellung koordinativer Verknüpfungen von Situationen, die vorwiegend mit „oder“ bzw. „entweder...oder“ beschrieben werden. Dabei repräsentiert \*VEL1 das inklusive ODER und \*VEL2 das exklusive ODER.

(18.251) „Die Delegation reist entweder mit dem Zug oder mit dem Bus.“

Da es sich hier um zwei verschieden geartete Vorgänge handelt, ist eine Auflösung des obigen Satzes in zwei disjunktiv verknüpfte Vorgänge die eigentlich adäquate semantische Darstellung. Die Festlegung des Layer-Merkmals [**FACT** = *hypo*] für die Teilsachverhalte  $v_1$  und  $v_2$  ist dadurch begründet,



daß über deren Faktizität (Wahrheit) ohne zusätzliche Information nichts ausgesagt werden kann. Demgegenüber ist der Gesamtsachverhalt  $v$  mit [**FACT** = *real*] zu charakterisieren.

Anmerkung: Ein entsprechendes Pendant für das logische UND ist in den Darstellungsmitteln nicht explizit vorgesehen, da die sogenannte **Konjunktionkonvention** gilt, wonach alle Elementarkonstrukte des SN als konjunktiv miteinander verknüpft zu betrachten sind, sofern sie nicht in Kapseln eingeschlossen sind.<sup>47</sup>

<sup>47</sup> s. auch die Anmerkung bei **HSIT**.



## Anhang A

# Abkürzungsverzeichnis

<b>Abkürzung</b>	<b>Bedeutung</b>
ASV	Automatische Sprachverarbeitung
COLEX	Computer Lexicon der FernUniversität Hagen
FAS	Frage-Antwort-System / Frage-Antwort-Spiel
HaGenLex	<b>Hagen German Lexicon</b> (Nachfolger von COLEX)
KI	Künstliche Intelligenz
K-Rolle	Kognitive Rolle (eines Partizipanten in einer Situation)
LINAS	(System zur) <b>L</b> iteraturrecherche in <b>n</b> atürlicher <b>S</b> prache
KSN	Kognitiv orientierte semantische Netze
LoW	Logik-orientierte WRS
MESNET	Mehrschichtiges Erweitertes Semantisches Netz (Vorgänger von MultiNet)
MultiNet	Mehrschichtiges Erweitertes Semantisches Netz; auch Plural (Nachfolger von MESNET)
NL	Natural Language (auch dtsh.: natürliche Sprache/ natürlichsprachlich)
NLI	Natural Language Interface (auch dtsh.: Natürlichsprachliche Schnittstelle)
PK1	Prädikatenkalkül 1. Stufe
SN	Semantisches Netz
SVN	Strukturierte Verberbungsnetze
TK	Tiefenkasus
TKR	Tiefenkasusrelation
NP	Nominalphrase
PP	Präpositionalphrase
VP	Verbphrase
WRS	Wissensrepräsentations-System(e)
WRM	Wissensrepräsentations-Modell(e)/ -Methode(n)

<b>Abkürzung</b>	<b>Bedeutung</b>
$\acute{e}$	Individuelle Entität (Individuum)
$\ddot{e}$	Entität mit einer Menge als Extensional (Gesamtheit)
$\tilde{e}$	Hypothetische Entität [ <b>FACT</b> = <i>hypo</i> ]
$e'$	Reale Entität [ <b>FACT</b> = <i>real</i> ]
$\bar{e}$	generische Entität, besitzt Merkmal: [ <b>GENER</b> = <i>ge</i> ]
$ent_{INT}$	Intensional (Knoten bzw. Bedeutungsrepräsentant der intensionalen Ebene)
$ent_{EXT}$	Extensional (Knoten bzw. Bedeutungsrepräsentant der präextensionalen Ebene)
$pe^{(n)}$	Repräsentant auf präextensionaler Ebene mit Extensionalitätstyp [ <b>ETYPE</b> = <i>n</i> ]

## Anhang B

# Überblick über die Darstellungsmittel

Relation	Signatur	Kurzcharakteristik
AFF	$[si \cup abs] \times [o \cup st]$	K-Rolle – Affektiv
AGT	$[si \cup abs] \times o$	K-Rolle – Agent
ANLG/2	$[\ddot{si} \cup \ddot{o}] \times at$	Zweistellige Relation für Ähnlichkeit
ANLG/3	$[si \cup o] \times [si \cup o] \times at$	Dreistellige Relation für Ähnlichkeit
ANTE	$tp \times tp$	Relation der zeitlichen Aufeinanderfolge
ANTO	$sort \times sort$	Antonymiebeziehung
ARG1/2/3	$si \times ent$	Argumentbeziehungen auf Metaebene
ASSOC	$ent \times ent$	Assoziativbeziehung
ATTCH	$[o \setminus at] \times [o \setminus at]$	Relation zur Objektzuordnung
ATTR	$[o \cup l \cup t] \times at$	Relation zur Angabe eines charakteristischen Merkmals
AVRT	$[dy \cup ad] \times o$	K-Rolle – Weg- bzw. Abwendung
BENF	$[si \cup abs] \times [o \setminus abs]$	K-Rolle – Benefaktiv
CAUS	$[si' \cup abs'] \times [si' \cup abs']$	Kausalbeziehung, Relation zwischen Ursache und Wirkung
CHEA	$dy \times ad$	Sortenwechselrelation: Vorgang – Abstraktum
CHPA	$ql \times at$	Sortenwechselrelation: Eigenschaft – Abstraktum
CHPE	$ql \times dy$	Sortenwechselrelation: Eigenschaft – Vorgang
CHPS	$p \times as$	Sortenwechselrelation: Eigenschaft – Zustand

CHSA	$st \times as$	Sortenwechselrelation: Zustand – (abstrahierter) Zustand
CHSP1/2/3	$si \times [tq \cup gq]$	Sortenwechselrelation: situatives Konzept – Eigenschaft
CIRC	$si \times [ab \cup si]$	Relation zwischen Vorgang und äußerer Begleiterscheinung
CNVRS	$sort \times sort$	Lexikalische Relation zur Ver- knüpfung konverser Begriffe
COMPL CONC	$[p \times p] \cup [abs \times abs]$ $[si \cup abs] \times [si \cup ab]$	Komplementaritätsbeziehung Relation zur Darstellung einer Konzessivbeziehung
COND	$\tilde{si} \times \tilde{si}$	Relation zur Wiedergabe einer Konditionalbeziehung
CONF	$si \times [ab \cup si]$	Referenz auf äußeren Rahmen, mit dem eine Handlung im Einklang steht
CONTR CORR	$[p \times p] \cup [abs \times abs]$ $sort \times sort$	Ausschlußbeziehung Relation der qualitativen oder quantitativen Entsprechung
CSTR CTXT	$[si \cup abs] \times o$ $[si \cup abs] \times [o \cup si]$	K-Rolle – Causator Relation zur Angabe des Kontextes
DIRCL	$[si \cup o] \times [l \cup o]$	Relation zur Angabe des lokalen Zieles oder einer Richtung
DISTG/2	$[\ddot{si} \cup \ddot{o}] \times at$	zweistellige Relation zur Kenn- zeichnung eines Unterschiedes
DISTG/3	$[si \cup o] \times [si \cup o] \times at$	dreistellige Relation zur Kenn- zeichnung eines Unterschiedes
DPND DUR	$pe^{(n)} \times pe^{(n)}$ $[si \cup o] \times [t \cup si \cup abs \cup tn \cup qn]$	Abhängigkeitsbeziehung Relation zur Angabe einer zeitlichen Ausdehnung
ELMT EQU EXP	$pe^{(n)} \times pe^{(n+1)}$ $sort \times sort$ $[si \cup abs] \times o$	Elementrelation Gleichheits-/Äquivalenzrelation Beziehung zwischen Situation und Experiencer
EXT	$ent_{int} \times ent_{ext}$	Beziehung zwischen Intensional und Extensional
FIN	$[t \cup si \cup o] \times [t \cup ta \cup abs \cup si]$	Relation zur Angabe eines zeitlichen Endes

<b>GOAL</b>	$[si \cup o] \times [si \cup o \cup t]$	Verallgemeinertes Ziel
<b>HSIT</b>	$si \times si$	Relation zur Angabe der Konstituenten eines Hyper-Sachverhaltes
<b>IMPL</b>	$[si \cup abs] \times [si \cup abs]$	Implikationsbeziehung zwischen Sachverhalten
<b>INIT</b>	$[dy \cup ad] \times [o \cup si]$	Relation zur Angabe eines Anfangszustandes
<b>INSTR</b>	$[si \cup abs] \times co$	K-Rolle – Instrument
<b>JUST</b>	$[si \cup abs] \times [si \cup abs]$	Begründungszusammenhang aufgrund gesellschaftlicher Normen
<b>LEXT</b>	$[si \cup o] \times [l \cup m]$	Relation zur Angabe einer lokalen Ausdehnung
<b>LOC</b>	$[o \cup si] \times l$	Relation zur Angabe der Lokation einer Situation
<b>MAJ{E}</b>	$qn \times qn$	Größer-[gleich-]Relation zwischen Zahlen oder Quantitäten
<b>MANNR</b>	$si \times [ql \cup st \cup as]$	Relation zur Spezifizierung der Art und Weise des Bestehens einer Situation
<b>MCONT</b>	$[si \cup o] \times [\tilde{o} \cup \tilde{si}]$	K-Rolle – Relation zwischen einer geistigen Handlung und ihrem Inhalt
<b>METH</b>	$[si \cup abs] \times [dy \cup ad \cup io]$	K-Rolle – Methode
<b>MEXP</b>	$[st \cup abs] \times d$	K-Rolle – mentaler Zustandsträger
<b>MIN{E}</b>	$qn \times qn$	Kleiner-[gleich-]Relation zwischen Zahlen oder Quantitäten
<b>MODE</b>	$[si \cup abs] \times [o \cup si \cup ql]$	Relation der verallgemeinerten Art und Weise
<b>MODL</b>	$\tilde{si} \times md$	Relation zur Modalitätsangabe
<b>NAME</b>	$ent \times fe$	Relation zur Namensangabe
<b>OBJ</b>	$si \times [o \cup si]$	K-Rolle – neutrales Objekt
<b>OPPOS</b>	$[si \cup abs] \times [si \cup o]$	K-Rolle – in Opposition stehende Entität
<b>ORIG</b>	$o \times [d \cup io]$	Relation zur Angabe einer geistig-informationellen Quelle

<b>ORIGL</b>	$[o \cup si] \times [l \cup o]$	Relation der lokalen Herkunft
<b>ORIGM</b>	$co \times co$	Relation der materiellen Herkunft
<b>ORNT</b>	$[si \cup abs] \times o$	K-Rolle – Hinwendung/ Orientierung auf
<b>PARS</b>	$[co \times co] \cup [io \times io] \cup [t \times t] \cup [l \times l]$	Relation zwischen Teil und Ganzem
<b>POSS</b>	$o \times o$	Relation zwischen Besitzer und Besitz
<b>PRED</b>	$[\ddot{o} \setminus \overline{abs}] \times [\bar{o} \setminus \overline{abs}]$	Prädikatives Konzept einer Gesamtheit (allgemein)
<b>PREDR</b>	$r\ddot{e} \times \overline{re}$	Prädikatives Konzept einer Gesamtheit (relational)
<b>PREDS</b>	$[\ddot{si} \cup \overline{abs}] \times [\overline{si} \cup \overline{abs}]$	Prädikatives Konzept einer Gesamtheit (situativ)
<b>PROP</b>	$o \times p$	Relation zwischen Objekt und Eigenschaft
<b>PROPR</b>	$\ddot{o} \times rq$	Relation zwischen einer Gesamtheit und einer semantisch relationalen Eigenschaft
<b>PURP</b>	$[si \cup o] \times [si \cup ab]$	Relation zur Angabe eines Zwecks
<b>QMOD</b>	$[s \cup \ddot{d}] \times m$	Relation zur Angabe quantitativer Bestimmungen
<b>REAS</b>	$[si \cup abs] \times [si \cup abs]$	Allgemeiner Begründungszusammenhang
<b>RPRS</b>	$o \times o$	Relation zur Angabe einer Erscheinungsform
<b>RSLT</b>	$[si \cup abs] \times [o \cup si]$	K-Rolle – Resultat
<b>SCAR</b>	$[st \cup as] \times o$	K-Rolle – Zustandsträger (passiv)
<b>SETOF</b>	$pe^{(n)} \times \bar{o} \quad mitn > 1$	Relation zwischen einer Menge und einem charakteristischen Begriff
<b>SOURC</b>	$[si \cup o] \times [si \cup o \cup l]$	Verallgemeinerte Herkunft/Quelle
<b>SSPE</b>	$[st \cup as] \times ent$	K-Rolle – Zustands-spezifizierende Entität

<b>STRT</b>	$[si \cup o \cup t] \times [t \cup ta \cup abs \cup si]$	Relation zur Angabe des zeitlichen Beginns
<b>SUB</b>	$[o \setminus \{abs \cup re\}] \times [\bar{o} \setminus \{\overline{abs} \cup \overline{re}\}]$	Relation der begrifflichen Subordination
<b>SUB0</b>	$[si \cup o] \times [\bar{si} \cup \bar{o}]$	Allgemeine Subordinationsbeziehung
<b>SUBM</b>	$pe^{(n)} \times pe^{(n)}$ mit $n > 1$	Enthaltenseins-Relation zwischen Gesamtheiten
<b>SUBR</b>	$[si \cup re] \times [\bar{si} \cup \overline{re}]$	Metarelation zur Beschreibung von Relationen
<b>SUBS</b>	$[si \cup abs] \times [\bar{si} \cup \overline{abs}]$	Relation zur Subordination von Sachverhalten
<b>SUBST</b>	$[o \times o] \cup [si \times si]$	Relation zur Angabe eines Stellvertreters
<b>SUPPL</b>	$[si \cup abs] \times o$	Supplement-Relation
<b>SYNO</b>	$sort \times sort$	Synonymiebeziehung
<b>TEMP</b>	$[si \cup t \cup o] \times [t \cup si \cup abs \cup ta]$	Relation zur Angabe einer zeitlichen Bestimmung
<b>VAL</b>	$\dot{at} \times [o \cup qn \cup p \cup fe \cup t]$	Relation zwischen einem Attribut und seinem Wert
<b>VALR</b>	$\overline{at} \times o$	Relation zwischen einem Attribut und seinem Wertebereich
<b>VIA</b>	$[d \cup dy \cup ad] \times [l \cup d]$	Relation zur Angabe eines räumlichen Pfades
<b>Funktion</b>	<b>Signatur</b>	<b>Kurzcharakteristik</b>
<b>*ALTN1/2</b>	$o \times o \dots \times o \rightarrow o$	Funktionen zur Erzeugung alternativer Gesamtheiten
<b>*COMP</b>	$gq \times o \rightarrow tq$	Funktion zur Komparation von Eigenschaften
<b>*DIFF</b>	$pe^{(n)} \times [pe^{(n)} \cup pe^{(n-1)}] \rightarrow [pe^{(n)} \cup pe^{(n-1)}]$	Funktion zur Bildung einer Mengendifferenz
<b>*FLP<sub>J</sub></b>	$d \times l$	Funktionen zur Erzeugung von Lokationen
<b>*INTSC</b>	$pe^{(n)} \times pe^{(n)} \rightarrow pe^{(n)}$	Mengendurchschnitt
<b>*ITMS</b>	$pe^{(n)} \times \dots \times pe^{(n)} \rightarrow pe^{(n+1)}$	Funktion zur Aufzählung von Mengen / Pendant auf
<b>*ITMS-I</b>		intensionaler Ebene

<b>*MODP</b>	$[p \cup m \cup lg] \times p \rightarrow q$	Funktion zur Eigenschaftsspezifikation
<b>*MODQ</b>	$ng \times qf \rightarrow qf$	Funktion zur Modifizierung von Quantitäten
<b>*MODS</b>	$[gr \cup m] \times dy \rightarrow dy$	Funktion zur Modifikation einer Handlung
<b>*MOM</b>	$tm \times tm \dots \times tm \times tm \rightarrow t$	Funktion zur Erzeugung eines Zeitmoments
<b>*NON</b>	$md \rightarrow md$	Metafunktion zur Darstellung der Verneinung
<b>*OP<sub>J</sub></b>	$qn^w \rightarrow qn$	Arithmetische bzw. mathematische Operationen
<b>*ORD</b>	$nu \rightarrow oq$	Funktion zur Bildung von Ordnungszahlen
<b>*PMOD</b>	$aq \times o \rightarrow o$	Objektmodifikation durch Eigenschaft
<b>*QUANT</b>	$qf \times me \rightarrow m$	Funktion zur Erzeugung von Quantitäten
<b>*SUPL</b>	$gq \times [\bar{o} \cup \acute{o}] \rightarrow tq$	Funktion zur Bildung des Superlativs
<b>*TUPL</b>	$sort \times \dots \times sort \rightarrow sort$	Funktion zur Erzeugung von Tupeln
<b>*UNION</b>	$pe^{(n)} \times pe^{(n)} \rightarrow pe^{(n)}$	Mengenvereinigung
<b>*VEL1/2</b>	$\tilde{s}i \times \tilde{s}i \times \dots \times \tilde{s}i \rightarrow si$	Funktionen zur Erzeugung disjunktiv zusammengesetzter Situationen

## Anhang C

# Semantische Muster (Templates) zur Mnemonik der Relationen

Relation	Assertorisches Muster
(x <b>AFF</b> y)	[x affiziert/verändert y]
(x <b>AGT</b> y)	[x wird von y ausgeführt]
(x <b>ANLG/2</b> z)	[die x ähneln sich im Merkmal z]
(x <b>ANLG/3</b> y z)	[x ähnelt dem y im Merkmal z]
(x <b>ANTE</b> y)	[x liegt zeitlich vor y]
(x <b>ANTO</b> y)	[x ist Antonym zu y]
(x <b>ARG1/2/3</b> y)	[das relationale Konzept x hat y als 1./2./3. Argument]
(x <b>ASSOC</b> y)	[x ist mit y assoziiert]
(x <b>ATTCH</b> y)	[dem Objekt x ist das Objekt y zugeordnet]
(x <b>ATTR</b> y)	[x hat das Merkmal/Attribut y]
(x <b>AVRT</b> y)	[x beinhaltet eine Wegwendung von y]
(x <b>BENF</b> y)	[x ist dem y zugeordnet]
(x <b>CAUS</b> y)	[x ist Ursache von y]
(x <b>CIRC</b> y)	[x hat y als Begleitumstand]
(x <b>CNVRS</b> y)	[x ist konvers zu y]
(x <b>COMPL</b> y)	[x ist komplementär zu y]
(x <b>CONC</b> y)	[x gilt/findet statt trotz y]
(x <b>COND</b> y)	[x ist (hinreichende) Bedingung für y]
(x <b>CONF</b> y)	[x gilt/findet statt in Übereinstimmung mit y]
(x <b>CONTR</b> y)	[x ist konträr zu y]
(x <b>CORR</b> y)	[x entspricht/korrespondiert mit y]
(x <b>CSTR</b> y)	[x hat y als Verursacher]
(x <b>CTXT</b> y)	[x ist auf den Kontext y beschränkt]
(x <b>DIRCL</b> y)	[x ist (räumlich) auf y gerichtet]
(x <b>DISTG/2</b> z)	[die x unterscheiden sich im Merkmal z]
(x <b>DISTG/3</b> y z)	[x unterscheidet sich von y im Merkmal z]
(x <b>DPND</b> y)	[x hängt von y ab]

(x <b>DUR</b> y)	[x gilt/findet statt während des gesamten Zeitraums y]
(x <b>ELMT</b> y)	[x ist Element von y]
(x <b>EQU</b> y)	[x ist gleichbedeutend mit y]
(x <b>EXP</b> y)	[x wird von y erfahren/widerfährt dem y]
(x <b>EXT</b> y)	[x hat die Extension y]
(x <b>FIN</b> y)	[x wird mit dem Eintreten von y beendet / x hat y als zeitliches Ende]
(x <b>GOAL</b> y)	[x hat das verallgemeinerte Ziel y]
(x <b>HSIT</b> y)	[x umfaßt y als Teilsachverhalt]
(x <b>IMPL</b> y)	[aus x folgt y]
(x <b>INIT</b> y)	[x hat y als Ausgangspunkt/Ausgangssituation]
(x <b>INSTR</b> y)	[x wird mit dem Instrument y ausgeführt]
(x <b>JUST</b> y)	[x wird durch y gerechtfertigt]
(x <b>LEXT</b> y)	[x hat die räumliche Ausdehnung y]
(x <b>LOC</b> y)	[x befindet sich am Ort y / findet am Ort y statt]
(x <b>MAJ</b> y)	[x majorisiert y]
(x <b>MANNR</b> y)	[x läuft nach der Art und Weise y ab]
(x <b>MCONT</b> y)	[x wird durch den geistigen / informationellen Gehalt y charakterisiert]
(x <b>METH</b> y)	[x wird nach der Methode y durchgeführt]
(x <b>MEXP</b> y)	[x wird von y mental erfahren]
(x <b>MIN</b> y)	[x minorisiert y]
(x <b>MODE</b> y)	[x läuft nach dem Modus y ab / besteht nach dem Modus y]
(x <b>MODL</b> y)	[x wird durch die Modalität y eingeschränkt]
(x <b>NAME</b> y)	[x besitzt den Namen / die Bezeichnung y]
(x <b>OBJ</b> y)	[an der Situation x ist das Objekt y (passiv) beteiligt]
(x <b>OPPOS</b> y)	[x richtet sich gegen y]
(x <b>ORIG</b> y)	[x hat die geistige / informationelle Quelle y]
(x <b>ORIGL</b> y)	[x ist durch die räumliche Herkunft von y gekennzeichnet]
(x <b>ORIGM</b> y)	[x besteht materiell aus y]
(x <b>ORNT</b> y)	[x wendet sich dem y zu]
(x <b>PARS</b> y)	[x ist Teil von y]
(x <b>POSS</b> y)	[x ist Besitzer von y]
(x <b>PRED</b> y)	[die Gesamtheit x ist durch das Prädikat y gekennzeichnet]

(x <b>PROP</b> y)	[x hat die Eigenschaft y]
(x <b>PROPR</b> y)	[die Gesamtheit x ist durch die relationale Charakterisierung y bestimmt]
(x <b>PURP</b> y)	[x hat den Zweck y]
(x <b>QMOD</b> y)	[x wird durch y quantitativ bestimmt]
(x <b>REAS</b> y)	[x ist die allgemeine Begründung für y]
(x <b>RPRS</b> y)	[x tritt in der Form / Gestalt y auf]
(x <b>RSLT</b> y)	[x hat das Resultat y]
(x <b>SCAR</b> y)	[x hat y als Zustandsträger]
(x <b>SETOF</b> y)	[x ist eine Gesamtheit von y]
(x <b>SOURC</b> y)	[x hat die verallgemeinerte Quelle y]
(x <b>SSPE</b> y)	[der Zustand x wird durch y näher spezifiziert]
(x <b>STRT</b> y)	[x wird mit y begonnen / hat y als Startpunkt]
(x <b>SUB</b> y)	[x ist dem Oberbegriff y subordiniert]
(x <b>SUB0</b> y)	[zwischen x (Unterbegriff) und y (Oberbegriff) besteht eine verallgemeinerte Subordinationsbeziehung]
(x <b>SUBM</b> y)	[x ist Teilmenge von y]
(x <b>SUBR</b> y)	[x ist dem relationalen Konzept y untergeordnet]
(x <b>SUBS</b> y)	[die Situation x ist eine Spezialisierung der Situation y]
(x <b>SUBST</b> y)	[x steht anstelle von y]
(x <b>SUPPL</b> y)	[x wird begrifflich durch y ergänzt]
(x <b>SYNO</b> y)	[x ist synonym zu y]
(x <b>TEMP</b> y)	[x gilt / findet statt innerhalb des Zeitraums y]
(x <b>VAL</b> y)	[das Merkmal x hat den Wert y]
(x <b>VALR</b> y)	[das Merkmal x hat den Wertebereich y]
(x <b>VIA</b> y)	[x ist durch die Bahn / den Verlauf y bestimmt]



## Anhang D

# Kantencharakteristik bezüglich des Wissenstyps (Merkmal: K-TYPE)

Die Tabelle ist wie folgt zu lesen:

- Sei K diejenige Kante, die der Relation (R N1 N2) zwischen zwei Knoten N1 und N2 entspricht (R wird in der ersten Spalte der Tabelle angegeben). Dann gehört K bezüglich N1 (d.h. bezüglich des 1. Arguments von R) zu dem in der zweiten Spalte spezifizierten Wissensanteil. Die in N2 einlaufende Kante K gehört bezüglich N2 (d.h. bezüglich des 2. Arguments von R) zu dem in der dritten Spalte spezifizierten Wissensanteil. Die zweite und die dritte Spalte bringen also die Zuordnung der ein- bzw. auslaufenden Kante an einem Knoten zu bestimmten Wissensarten zum Ausdruck (Standardannahmen)

<b>Relation</b>	<b>1. Arg.</b>	<b>2. Arg.</b>	<b>Mnemonic</b>
AFF	categ	situa	K-Rolle: Affektiv
AGT	categ	situa	K-Rolle: Agent
ANLG	proto	proto	Relation für Ähnlichkeit zwischen zwei Entitäten
ANTE	situa	situa	Relation der zeitlichen Aufeinanderfolge
ANTO	categ	categ	Antonymiebeziehung
ASSOC	situa	situa	Die assoziative Beziehung
ATTCH	situa	situa	Relation zur Objektzuordnung
ATTR	categ	categ	Relation zur Angabe eines charakteristischen Merkmals
AVRT	categ	situa	K-Rolle: Wegwendung/Abwendung
BENF	categ	situa	K-Rolle: Benefaktiv
CAUS	situa	situa	Kausalitätsrelation, Beziehung zwischen Ursache und Wirkung
CHEA	categ	categ	Sortenwechselrelation: Vorgang – Abstraktum
CHPA	categ	categ	Sortenwechselrelation: Eigenschaft – Abstraktum

CHPE	categ	categ	Sortenwechselrelation: Eigenschaft – Vorgang
CHPS	categ	categ	Sortenwechselrelation: Eigenschaft – Zustand
CHSA	categ	categ	Sortenwechselrelation: Zustand – Zustand
CHSP1/2/3	categ	categ	Sortenwechselrelation zwischen situativem Konzept und Eigenschaft
CIRC	situa	situa	Relation zwischen Vorgang und äußerer Begleiterscheinung
CNVR	categ	categ	lexikalische Relation zur Verknüpfung konverser Begriffe
COMPL	categ	categ	Komplementaritätsbeziehung
CONC	situa	situa	Konzessivbeziehung
COND	situa	restr	Relation zur Wiedergabe einer Konditionalbeziehung
CONF	situa	situa	Referenz auf äußeren Rahmen, mit dem eine Handlung im Einklang steht
CONTR	categ	categ	Ausschlußbeziehung
CORR	situa	situa	Relation der qualitativen oder quantitativen Entsprechung
CSTR	categ	situa	K-Rolle: Causator
CTXT	restr	situa	Relation zur Angabe des Kontextes
DIRCL	situa	situa	Relation zur Angabe des lokalen Zieles oder einer Richtung
DISTG	proto	proto	Relation zur Kennzeichnung eines Unterschiedes
DPND	-	-	Abhängigkeit zwischen Extensionalen
DUR	restr	situa	Relation zur Angabe einer zeitlichen Ausdehnung
ELMT	-	-	Elementrelation
EXT	-	-	Beziehung zwischen Intensional und Extensional
EQU	categ	categ	Gleichheitsrelation
FIN	restr	situa	Relation zur Angabe eines zeitlichen Endes
GOAL	situa	situa	Verallgemeinertes Ziel
HSIT	categ	situa	Relation zur Angabe der Konstituenten eines Hyper-Sachverhaltes
IMPL	categ	categ	Implikationsbeziehung zwischen Sachverhalten

INIT	categ	situa	Relation zur Angabe eines Anfangszustandes
INSTR	proto	situa	K-Rolle: Instrument
JUST	situa	situa	Begründungszusammenhang (speziell)
LEXT	situa	situa	Relation zur Angabe einer lokalen Ausdehnung
LOC	situa	situa	Relation zur Angabe der Lokation einer Situation
MANNR	situa	situa	Relation zur Spezifizierung der Art und Weise des Bestehens einer Situation
MCONT	categ	restr	Relation zwischen einer geistigen Handlung und deren Inhalt
METH	proto	situa	K-Rolle: Methode
MEXP	categ	situa	K-Rolle: mentaler Zustandsträger
MIN/MAJ	categ	categ	Kleiner/Größer-Relation zwischen Zahlen oder Quantitäten
MODE	situa	situa	Relation der verallgemeinerten Art und Weise
MODL	restr	situa	Relation zur Modalitätsangabe
NAME	categ	situa	Relation zur Namensangabe
OBJ	categ	situa	K-Rolle: neutrales Objekt
OPPOS	categ	situa	K-Rolle: In Opposition stehendes Objekt
ORIG	situa	situa	Relation zur Angabe einer geistig-informationellen Quelle
ORIGL	situa	situa	Relation der lokalen Herkunft
ORIGM	categ	situa	Relation der materiellen Herkunft
ORNT	categ	situa	K-Rolle: Hinwendung/Orientierung auf
PARS	proto	proto	Relation zwischen Teil und Ganzem
POSS	proto	proto	Relation zwischen Besitzer und Besitz
PRED	categ	situa	Prädikatives Konzept einer Gesamtheit
PROP	proto	situa	Relation zwischen Objekt und Eigenschaft
PROPR	categ	situa	Relation zwischen einer Gesamtheit und einer semantisch relationalen Eigenschaft
PURP	situa	situa	Relation zur Angabe eines Zwecks
QMOD	categ	situa	Relation zur Angabe quantitativer Bestimmungen
REAS	situa	situa	Begründungszusammenhang (allgemein)
RPRS	situa	situa	Relation zur Angabe einer Erscheinungsform

RSLT	categ	situa	K-Rolle: Resultat
SCAR	categ	situa	K-Rolle: Zustandsträger (passiv)
SETOF	-	-	Relation zwischen einer Menge und einem Begriff
SOURC	situa	situa	Verallgemeinerte Herkunft/Quelle
SSPE	categ	situa	K-Rolle: Zustands-spezifisierende Entität
STRT	restr	situa	Relation zur Angabe des zeitlichen Beginns
SUB	categ	situa	Relation der begrifflichen Subordination
SUBM	-	-	Enthaltenseins-Relation zwischen Gesamtheiten
SUBS	categ	situa	Relation zur Subordination von Sachverhalten
SUBST	situa	situa	Relation zur Angabe eines Stellvertreters
SUPPL	categ	situa	Supplement-Relation
SYNO	categ	categ	Synonymiebeziehung
TEMP	restr	situa	Relation zur Angabe einer zeitlichen Bestimmung
VAL	categ	situa	Relation zwischen einem Attribut und seinem Wert
VALR	categ	categ	Relation zwischen einem Attribut und seinem Wertebereich
VIA	situa	situa	Relation zur Angabe eines räumlichen Pfades

---

#### Anmerkungen:

- Funktionwerte werden immer durch *categ* charakterisiert und die Argumente einer Funktion mit *situa*.
  - Für die Relationen der präextensionalen Ebene ist das Merkmal **K-TYPE** nicht relevant.
  - Die K-Rollen werden im zweiten Argument durch *categ* gekennzeichnet, wenn dieses Argument durch das Relativpronomen in einem restriktiven Relativsatz beschrieben ist.
  - Da INSTR bzw. METH einen Vorgang einerseits immanent charakterisieren, was auf *categ* im ersten Argument deutet, aber andererseits MODE als übergeordnete Relation im ersten Argument *situa* trägt, wurde als Markierung für INSTR bzw. METH *proto* gewählt (dadurch wird ein Widerspruch vermieden).
-

## Anhang E

# Zusammenstellung typischer Axiome (Ausschnitt)

### Vorbemerkung:

- Dieser Anhang soll anhand von ausgewählten Beispielen für typische Axiomengruppen nur einen Eindruck von dem hinter den Darstellungsmitteln von MultiNet stehenden und ständig weiter auszubauenden axiomatischen Apparat vermitteln (es soll hier auf keinen Fall Anspruch auf Vollständigkeit erhoben werden).
- Restriktionen, denen die Axiome u.U. unterliegen, sind in diesem Überblick weggelassen worden (s. die entsprechenden Anmerkungen im Text).
- B-Axiome, die als Default-Wissen zu klassifizieren wären, sind bisher noch keine festgestellt worden.

### E.1 R-Axiome (kategorisches Wissen)

- Kausalität und Zeit  
 $(x \text{ CAUS } y) \rightarrow \neg(y \text{ ANTE } x)$  (180)
- Lokationsübertragung vom Ganzen auf das Teil  
 $(k_1 \text{ PARS } k_2) \wedge (k_2 \text{ LOC } l) \rightarrow (k_1 \text{ LOC } l)$  (181)
- Besitz von Teil und Ganzem  
 $(a \text{ POSS } b) \wedge (c \text{ PARS } b) \rightarrow (a \text{ POSS } c)$  (182)
- Beziehung zwischen konträren Eigenschaften  
 $(o \text{ PROP } p_1) \wedge (p_1 \text{ CONTR } p_2) \rightarrow \neg(o \text{ PROP } p_2)$  (183)
- Komplementarität von Eigenschaften  
 $(p_1 \text{ COMPL } p_2) \wedge \neg(o \text{ PROP } p_1) \rightarrow (o \text{ PROP } p_2)$  (184)

- Komplementarität von Begriffen  
 $(a \text{ SUB } c_1) \wedge (c_1 \text{ COMPL } c_2) \rightarrow \neg(a \text{ SUB } c_2)$  (185)
- Charakterisierung semantisch assoziativer Eigenschaften  
 $o_2 = (*\text{PMOD } e \ o_1) \wedge (e \ \text{CHPA } ab) \rightarrow (o_2 \ \text{ASSOC } ab)$  (186)
- Attribute und Eigenschaften  
 $(k \ \text{ATTR } a) \wedge (a \ \text{SUB } op) \wedge (a \ \text{VAL } q) \wedge (p \ \text{CHPA } op) \rightarrow$   
 $(k \ \text{PROP } (*\text{MODP } q \ p))$  (187)
- Meßbare Eigenschaften und Merkmalswerte  
 $(k \ \text{PROP } (*\text{MODP } q \ p)) \wedge (p \ \text{CHPA } op) \rightarrow$   
 $\exists a [(a \ \text{SUB } op) \wedge (k \ \text{ATTR } a) \wedge (a \ \text{VAL } q)]$  (188)
- Transitivität der Komparation  
 $(o_1 \ \text{PROP } (*\text{COMP } p \ o_2)) \wedge (o_2 \ \text{PROP } (*\text{COMP } p \ o_3)) \rightarrow$   
 $(o_1 \ \text{PROP } (*\text{COMP } p \ o_3))$  (189)
- Der Superlativ als höchste Komparationsstufe  
 $(o_1 \ \text{PROP } (*\text{SUPL } p \ y)) \wedge (o_2 \ \text{SUB } y) \wedge (o_1 \neq o_2) \rightarrow$   
 $(o_1 \ \text{PROP } (*\text{COMP } p \ o_2))$  (190)
- Die Hervorhebung der Ähnlichkeit in einem Merkmal ist nur sinnvoll, wenn es wenigstens ein unterscheidendes Merkmal gibt  
 $(o_1 \ \text{ANLG } o_2 \ a) \rightarrow \exists d (d \neq a) \wedge (o_1 \ \text{DISTG } o_2 \ d)$  (191)

## E.2 R-Axiome (Default-Wissen)

- Material-Übertragung vom Ganzen aufs Teil  
 $(k_1 \ \text{PARS } k_2) \wedge (k_2 \ \text{ORIGM } s) \rightarrow (k_1 \ \text{ORIGM } s)$  (192)
- Eigenschaftsvererbung  
 $(o_1 \ \text{SUB } o_2) \wedge (o_2 \ \text{PROP } p) \rightarrow (o_1 \ \text{PROP } p)$  (193)
- Vererbung von Teil-Ganzes-Beziehungen  
 $(d_1 \ \text{SUB } d_2) \wedge (d_3 \ \text{PARS } d_2) \rightarrow$   
 $\exists d_4 [(d_4 \ \text{SUB } d_3) \wedge (d_4 \ \text{PARS } d_1)]$  (194)

- Komparation von Eigenschaften am negativen Pol  
 $(o_1 \text{ PROP } (*\text{COMP } p_- o_2)) \rightarrow (o_1 \text{ PROP } p_-)$  (195)
- $(o_1 \text{ PROP } (*\text{COMP } p_- o_2)) \rightarrow (o_2 \text{ PROP } p_-)$  (196)
- Die Hervorhebung der Unterscheidung in einem Merkmal bedingt (typischerweise) die Ähnlichkeit in anderen Merkmalen  
 $(x \text{ DISTG } y a_1) \rightarrow \exists a_2 [(a_1 \neq a_2) \wedge (x \text{ ANLG } y a_2)]$  (197)
- Beziehung zwischen Werten bestimmter Attribute und Eigenschaften  
 $(o_1 \text{ ATTR } o_2) \wedge (o_2 \text{ VAL } w) \wedge (w \in p) \rightarrow (o_1 \text{ PROP } w)$  (198)
- Zusammenhang zwischen Resultat und Ausgangsmaterial  
 $(v \text{ RSLT } d_1) \wedge (d_1 \text{ ORIGM } d_2) \rightarrow (v \text{ INIT } d_2)$  (199)

### E.3 R-Axiome (Relationsdefinitionen)

- Allgemeine Begründungszusammenhänge (Relation REAS)  
 $(s_1 \text{ REAS } s_2) \leftrightarrow_{Def} (s_1 \text{ CAUS } s_2) \vee (s_1 \text{ IMPL } s_2) \vee (s_1 \text{ JUST } s_2)$  (200)
- Verallgemeinerte Umstände und Randbedingungen (Relation CIRCOND)  
 $(sv_1 \text{ CIRCOND } sv_2) \leftrightarrow_{Def} (sv_1 \text{ CIRC } sv_2) \vee (sv_1 \text{ CTXT } sv_2) \vee (sv_2 \text{ COND } sv_1)$  (201)
- Beziehung zwischen inversen Relationen  
 $(s_1 \text{ ANTE } s_2) \leftrightarrow_{Def} (s_2 \text{ POST } s_1)$  (202)
- Zusammenhang zwischen zweistelliger und dreistelliger Analogiebeziehung  
 $(\ddot{g} \text{ ANLG/2 } a) \leftrightarrow_{Def} [(x_{EXT} \text{ ELMT } \ddot{g}_{EXT}) \wedge (y_{EXT} \text{ ELMT } \ddot{g}_{EXT}) \wedge (x \neq y) \rightarrow (x \text{ ANLG/3 } y a)]$  (203)

## E.4 Axiome mit Einbeziehung der präextensionalen Ebene

- Beziehung zwischen Begriffssubordination und Mengenrelationen  
 $(a \text{ SUB } b) \rightarrow (\langle \text{alle } a \rangle_{EXT} \text{ SUBM } \langle \text{alle } b \rangle_{EXT})$  (204)  
 (wenn a und b extensional deutbare generische Begriffe sind)

- $(a \text{ SUB } b) \rightarrow (a_{EXT} \text{ ELMT } \langle \text{alle } b \rangle_{EXT})$  (205)  
 (Extension von a – individuelles Element; Extension von b – Menge)

- Beziehung zwischen Komparation mit allen Elementen einer Gesamtheit und dem Superlativ  
 $(o \text{ PROP } (*\text{COMP } p e)) \wedge (g \text{ PRED } c) \wedge [\text{QUANT}(g) = \text{all}] \wedge$   
 $(e_{EXT} = (*\text{DIFF } g_{EXT} o_{EXT})) \rightarrow (o \text{ PROP } (*\text{SUPL } p c))$  (206)

- Beziehung zwischen SETOF und SUB  
 $(g \text{ SETOF } b) \wedge (x \text{ ELMT } g) \wedge (y \text{ EXT } x) \rightarrow (y \text{ SUB } b)$  (207)

- Mengenbeziehungen und Elementbeziehungen  
 $(g_1 \text{ SUBM } g_2) \leftrightarrow (g_1 \neq g_2) \wedge \forall x [(x \text{ ELMT } g_1) \rightarrow (x \text{ ELMT } g_2)]$  (208)

- Beziehungen zwischen Differenzmengen  
 $(g_1 \text{ SUBM } g) \wedge (g_2 \text{ SUBM } g) \wedge (*\text{DIFF } g g_1) = g_2$   
 $\rightarrow (*\text{DIFF } g g_2) = g_1$  (209)

## E.5 B-Axiome (kategorisches Wissen)

- Zusammenhang zwischen „geben“ und „erhalten“  
 $(v \text{ SUBS } \text{geben.1.1}) \wedge (v \text{ AGT } a) \wedge (v \text{ OBJ } o) \wedge (v \text{ ORNT } d) \rightarrow$   
 $\exists w (w \text{ SUBS } \text{erhalten.1.1}) \wedge (w \text{ OBJ } o) \wedge (w \text{ AVRT } a) \wedge (w \text{ EXP } d)$  (210)
- Zusammenhang zwischen PARS-Relation und Konzept besitzen.1.2  
 $(x \text{ PARS } y) \rightarrow \exists s (s \text{ SUBR } \text{besitzen.1.2}) \wedge (s \text{ ARG1 } x) \wedge (s \text{ ARG2 } y)$  (211)
- Zusammensetzung eines Namens aus Vor- und Familienname  
 $(o \text{ NAME } n) \wedge (n = (*\text{TUPL } v f)) \leftrightarrow$   
 $\exists a_1 \exists a_2 (o \text{ ATTR } a_1) \wedge (a_1 \text{ SUB } \text{Vorname}) \wedge (a_1 \text{ VAL } v) \wedge$   
 $(o \text{ ATTR } a_2) \wedge (a_2 \text{ SUB } \text{Familienname}) \wedge (a_2 \text{ VAL } f)$  (212)

- Besitzer und Besitz als Argumente von POSS  

$$\exists a (o \text{ SUB Besitzer}) \wedge (o \text{ ATTR } a) \wedge (a \text{ SUB Besitz}) \wedge (a \text{ EQU } b) \leftrightarrow (o \text{ POSS } b) \quad (213)$$
  
- Gewichtsverhältnisse zwischen Teil und Ganzem  

$$(k_1 \text{ PARS } k_2) \wedge (k_2 \text{ ATTR } m_1) \wedge (m_1 \text{ SUB Gewicht}) \wedge (m_1 \text{ VAL } q_1) \rightarrow \exists m_2 \exists q_2 [(k_1 \text{ ATTR } m_2) \wedge (m_2 \text{ SUB Gewicht}) \wedge (m_2 \text{ VAL } q_2) \wedge (q_2 \text{ MIN } q_1)] \quad (214)$$
  
- Beziehung zwischen den Konzepten kosten.1.2 (im Sinne von „Geld kosten“) und „Preis“  

$$(z \text{ SUBS kosten.1.2}) \wedge (z \text{ SCAR } o) \wedge (z \text{ SSPE } v) \rightarrow \exists a [(o \text{ ATTR } a) \wedge (a \text{ SUB Preis}) \wedge (a \text{ VAL } v)] \quad (215)$$
  
- Diejenigen, die sich treffen, befinden sich am gleichen Ort  

$$(v \text{ SUBS treffen.1.2}) \wedge (v \text{ EXP } a) \wedge (v \text{ OBJ } b) \wedge (v \text{ LOC } l) \rightarrow (a \text{ LOC } l) \wedge (b \text{ LOC } l) \quad (216)$$
  
- Zusammenhang zwischen „schicken“ und „beauftragen“  

$$(s_1 \text{ SUBS schicken.1.2}) \wedge (s_1 \text{ AGT } o_1) \wedge (s_1 \text{ OBJ } o_2) \wedge (s_1 \text{ GOAL } o_3) \rightarrow \exists s_2 \exists s_3 [(s_2 \text{ SUBS beauftragen}) \wedge (s_2 \text{ AGT } o_1) \wedge (s_2 \text{ ORNT } o_2) \wedge (s_2 \text{ MCONT } s_3) \wedge (s_3 \text{ SUBS } \langle \text{sich begeben} \rangle) \wedge (s_3 \text{ AGT } o_2) \wedge (s_3 \text{ DIRCL } o_3)] \quad (217)$$
  
- Beziehung zwischen AFF-Relation und dem Konzept „verändern“  

$$(v \text{ AFF } o) \rightarrow (v \text{ SUBS verändern.1.1}) \quad (218)$$
  
- Eigenschaften des Handlungsträgers  

$$(v \text{ AGT } o) \rightarrow (v \text{ SUBS handeln.1.1}) \wedge (o \text{ PROP handlungsfähig}) \wedge (o \text{ PROP aktiv}) \quad (219)$$
  
- Beziehung zwischen Instrument bzw. Methode und Zweck  

$$(v_1 \text{ SUBS } s) \wedge (v_1 \text{ AGT } k_1) \wedge [(v_1 \text{ INSTR } k_2) \vee (v_1 \text{ METH } m)] \rightarrow \exists v_2 [(v_2 \text{ SUBS benutzen}) \wedge (v_2 \text{ AGT } k_1) \wedge (v_2 \text{ OBJ } k_2) \wedge (v_2 \text{ PURP } s)] \quad (220)$$
  
- Zusammenhang zwischen „wiegen“ und „Gewicht“  

$$(z \text{ SCAR } o) \wedge (z \text{ SUBS wiegen.1.1}) \wedge (z \text{ SSPE } q) \rightarrow \exists w [(o \text{ ATTR } w) \wedge (w \text{ SUB Gewicht.1.1}) \wedge (w \text{ VAL } q)] \quad (221)$$

- Beziehung zwischen „töten“ und „aufhören zu leben“  
 $(\forall \text{SUBS } t\ddot{o}ten) \wedge (\forall \text{AFF } a) \wedge (\forall \text{TEMP } t) \rightarrow$   
 $\exists s [(s \text{SUBS leben}) \wedge (s \text{SCAR } a) \wedge (s \text{FIN } t)]$  (222)
- Umrechnung von Meilen in Meter  
 $((\text{*QUANT } z \text{ Meilen}) \text{EQU } (\text{*QUANT}(\text{*OP}_{TIMES} 1609 z) \text{ Meter}))$  (223)

## E.6 R-Axiome bzw. B-Axiome (Raum-zeitliche Beziehungen)

- Gegenseitiger Ausschluß bestimmter Raumregionen  
 $(o \text{LOC } (\text{*OBERHALB } m)) \rightarrow [\neg(o \text{LOC } (\text{*IN } m)) \wedge$   
 $\neg(o \text{LOC } (\text{*UNTER } m)) \wedge \neg(o \text{LOC } (\text{*NEBEN } m))]$  (224)
- Beziehung zwischen lokalem Enthaltensein und dem Konzept „umschließen“  
 $(y \text{LOC } (\text{*IN } x)) \leftrightarrow \exists z \exists s [(z \text{PARS } y) \wedge$   
 $(s \text{SUBS umschließen}) \wedge (s \text{SCAR } x) \wedge (s \text{OBJ } z)]$  (225)
- Entailments zwischen lokalen Angaben  
 $(o \text{LOC } (\text{*OBERHALB } m)) \leftrightarrow$   
 $(o \text{LOC } (\text{*ÜBER } m)) \vee (o \text{LOC } (\text{*AUF } m))$  (226)
- Transitivität des lokalen Enthaltenseins  
 $(o \text{LOC } (\text{*IN } m)) \wedge (m \text{LOC } (\text{*IN } n)) \rightarrow (o \text{LOC } (\text{*IN } n))$  (227)
- Zusammenhang zwischen resultierendem Zustand und zeitlichen Relationen  
 $(\forall \text{RSLT } s) \rightarrow (\forall \text{FIN } s) \wedge (\forall \text{ANTE } s)$  (228)
- Punktueller Vorgang als Beginn der resultierenden Situation  
 $(\forall \text{RSLT } s) \wedge (s \in si) \wedge (\text{begin}(v) \text{EQU } \text{end}(v)) \rightarrow (s \text{STRT } v)$  (229)
- Ausschluß von Zeitangaben  
 $(\forall \text{TEMP } s) \rightarrow \neg(\forall \text{ANTE } s) \wedge \neg(s \text{ANTE } v)$  (230)
- Beziehung zwischen Zeitdauer und zeitlichem Anfang bzw. Ende  
 $(s \text{DUR } (\text{*TUPL } t_1 t_2)) \leftrightarrow (s \text{STRT } t_1) \wedge (s \text{FIN } t_2)$  (231)

## E.7 Axiomenschemata (B-Axiome)

- Die lokale Herkunft eines Objekts  $o$  von einem Ort  $l$  setzt eine von  $l$  weggerichtete Bewegung voraus, in der  $o$  Agent (**AGT**) oder Objekt (**OBJ**) ist

$$\begin{aligned} (k \text{ ORIGL } l) \rightarrow \exists v_1 \exists v [(v_1 \text{ SUBS } v) \wedge (v \in \langle \text{ger-handlg} \rangle) \wedge \\ (v_1 \text{ ORIGL } l) \wedge [(v_1 \text{ AGT } k) \vee (v_1 \text{ OBJ } k)] \end{aligned} \quad (232)$$

$\langle \text{ger-handlg} \rangle \in \{ \text{sich bewegen, fahren, laufen, fliegen, ...} \}$

- Transferhandlungen beenden alte und begründen neue Besitzverhältnisse

$$\begin{aligned} \exists s [s_1=(o_1 \text{ POSS } o) \wedge s_2=(o_2 \text{ POSS } o) \wedge (s \text{ SUBS } \langle \text{p-transfer-hdlg} \rangle) \wedge \\ (s \text{ AGT } o_1) \wedge (s \text{ ORNT } o_2) \wedge (s \text{ OBJ } o) \wedge (s \text{ TEMP } t)] \\ \rightarrow [(s_1 \text{ FIN } t) \wedge (s_2 \text{ STRT } t)] \end{aligned} \quad (233)$$

mit  $\langle \text{p-transfer-hdlg} \rangle \in \{ \text{schenken, verkaufen, übereignen, ...} \}$

- Der Besitz eines Objekts  $b$  berechtigt den Besitzer  $p$  darüber zu verfügen<sup>1</sup>

$$(p \text{ POSS } b) \rightarrow \exists sv [(sv \text{ MODL } perm) \mid (sv \text{ SUBS } \langle \text{verfüg-hdlg} \rangle) \wedge (sv \text{ AGT } p) \wedge ((sv \text{ OBJ } b) \vee (sv \text{ AFF } b))] \quad (234)$$

mit  $\langle \text{verfüg-hdlg} \rangle \in \{ \text{verkaufen, verleihen, verschenken, verändern, vernichten, ...} \}$

- Zerstörungshandlungen beenden die Existenzdauer eines Objekts

$$(sv \text{ SUBS } \langle \text{zerst-hdlg} \rangle) \wedge (sv \text{ AFF } o) \wedge (sv \text{ TEMP } t) \rightarrow (o \text{ FIN } t) \quad (235)$$

mit  $\langle \text{zerst-hdlg} \rangle \in \{ \text{zerstören, vernichten, auseinandernehmen, explodieren, zerlegen, ...} \}$

- Inkorporierungshandlungen verlagern ein Objekt ins Innere des Handlungsträgers

$$\begin{aligned} (sv_1 \text{ SUBS } \langle \text{inkorp-hdlg} \rangle) \wedge (sv_1 \text{ AGT } a) \wedge ((sv_1 \text{ OBJ } o) \vee \\ (sv_1 \text{ AFF } o)) \wedge (sv_1 \text{ TEMP } t) \rightarrow \\ \exists sv_2 [sv_2 = (o \text{ LOC } (*\text{IN } a)) \wedge (sv_2 \text{ STRT } t)] \end{aligned} \quad (236)$$

mit  $\langle \text{inkorp-hdlg} \rangle \in \{ \text{essen, trinken, verschlucken, einatmen, ...} \}$

<sup>1</sup> Der senkrechte Strich '|' in der nachstehenden Formel steht für die Abtrennung einer (hier: modalen) Restriktion zu einem Sachverhalt. Er führt aus der Sprache des PKI heraus und bewirkt eine unterschiedliche Behandlung der Teilausdrücke in der Phase der inferentiellen Antwortfindung im FAS.

## E.8 Axiomenschemata (R-Axiome)

$$\bullet (x \langle \text{REL} \rangle y) \rightarrow (x \text{ ASSOC } y) \quad (\text{Default}) \quad (237)$$

$$\bullet (x \text{ *NON } \langle \text{REL} \rangle y) \rightarrow \neg(x \langle \text{REL} \rangle y) \quad (238)$$

### • Standardeigenschaften von Relationen<sup>2</sup>

$$\bullet (x \langle \text{REL} \rangle x) \leftrightarrow \text{Reflexiv} \langle \text{REL} \rangle$$

$$\bullet [(x \langle \text{REL} \rangle y) \wedge (y \langle \text{REL} \rangle z) \rightarrow (x \langle \text{REL} \rangle z)] \leftrightarrow \text{Transitiv} \langle \text{REL} \rangle$$

$$\bullet [(x \langle \text{REL} \rangle y) \rightarrow (y \langle \text{REL} \rangle x)] \leftrightarrow \text{Symmetrisch} \langle \text{REL} \rangle$$

---

<sup>2</sup> Die nachstehende Tabelle widerspiegelt noch nicht die Unterscheidung zwischen kategorischem und Default-Wissen.

Die Anmerkung „*eingeschränkt*“ bedeutet einerseits, daß sich die Transitivität nicht über beliebig viele Kanten des Netzes fortsetzt und andererseits, daß sich die normalerweise aus Symmetrie und Transitivität ergebende Eigenschaft der Reflexivität nicht ableiten läßt.

⟨REL⟩	Reflexiv	Transitiv	Symmetrisch
<b>ANLG/3</b>	nein	ja (eingeschränkt)	ja (1. und 2. Argument)
<b>ANTE</b>	nein	ja	nein
<b>ANTO</b>	nein	nein	ja
<b>ASSOC</b>	nein	ja (eingeschränkt)	ja (eingeschränkt)
<b>CAUS</b>	nein	ja	nein
<b>CNVRS</b>	nein	nein	ja
<b>COMPL</b>	nein	nein	ja
<b>COND</b>	nein	nein	nein
<b>CONTR</b>	nein	nein	ja
<b>CORR</b>	nein	nein	ja
<b>DISTG/3</b>	nein	nein	ja (1. und 2. Argument)
<b>EQU</b>	ja	ja	ja
<b>IMPL</b>	ja	ja	nein
<b>MAJ</b>	nein	ja	nein
<b>MAJE</b>	ja	ja	nein
<b>MIN</b>	nein	ja	nein
<b>MINE</b>	ja	ja	nein
<b>ORIGM</b>	nein	ja (eingeschränkt)	nein
<b>PARS</b>	nein	ja (eingeschränkt)	nein
<b>SUB</b>	nein	ja	nein
<b>SUBM</b>	nein	ja	nein
<b>SUBS</b>	nein	ja	nein
<b>SYNO</b>	ja	ja	ja

## **Anhang F**

# **Literaturverzeichnis**

# Literaturverzeichnis

1. D. Abel and B. C. Ooi, editors. *Advances in Spatial Databases*, volume 692 of *LNCS*. Springer, Berlin, 1993.
2. W. Admoni. *Der deutsche Sprachbau*. Leningrad, 1972.
3. C. E. Alchourrón. Defeasible logics: Demarcation and affinities. In G. Crocco, L. Fariñas Del Cerro, and A. Herzig, editors, *Conditionals: from Philosophy to Computer Science*, number 5 in *Studies in Logic and Computation*, pages 67–102. Clarendon Press, Oxford, 1995.
4. J. F. Allen. Maintaining knowledge about temporal intervals. *Communications of the ACM*, 26(11):832–843, 1983.
5. J. Allgayer and C. Reddig. What KL-ONE lookalikes need to cope with natural language – scope and aspect of plural noun phrases. In K. Bläsius, U. Hedstüch, and C.-R. Rollinger, editors, *Sorts and Types in Artificial Intelligence*, number 418 in *Lecture Notes in Artificial Intelligence*, pages 240–285. Springer, Berlin, 1990.
6. J. Allgayer and C. Reddig. What’s in a ‘DET’: Steps towards determiner-dependent inferencing. In R. Jorrand and B. Sendov, editors, *Artificial Intelligence IV: Methodology, Systems, Applications*. North Holland, Amsterdam, 1990.
7. J. R. Anderson and B. Fishman. The SMALLTALK programming language. *Byte*, 10(5):160–165, 1985.
8. D. Angluin and C. H. Smith. A survey of inductive inference: Theory and methods. *ACM Computing Surveys*, 15(3):238–269, 1983.
9. B. T. S. Atkins and A. Zampolli, editors. *Computational Approaches to the Lexicon*. Oxford University Press, Oxford, 1994.
10. F. Baader, R. Küsters, and R. Molitor. Computing least common subsumers in description logics with existential restrictions. In T. Dean, editor, *Proc. 16th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI’99)*, pages 96–101. Morgan Kaufmann, 1999.
11. K. Barker, T. Copeck, S. Delisle, and S. Szpakowicz. Systematic construction of a versatile case system. *Natural Language Engineering*, 3(4):279–315, 1997.
12. J. Barwise and R. Cooper. Generalized quantifiers and natural language. *Linguistics and Philosophy*, 4:159–219, 1981.
13. C. Beierle, U. Pletat, and R. Studer. Knowledge representation for natural language understanding: The LLILOG approach. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 5(3):386–401, 1993.
14. K. Berka and L. Kreiser. *Logik-Texte – Kommentierte Auswahl zur Geschichte der modernen Logik*. Akademie-Verlag, Berlin, 1983.
15. W. Bibel. *Deduktion*. Oldenbourg, München, 1992.
16. M. Bierwisch. *Eine Hierarchie der syntaktisch-semantischen Merkmale*. *Studia grammatica V*. Akademie-Verlag, Berlin, 1970.
17. M. Bierwisch. Semantische und konzeptuelle Repräsentation lexikalischer Einheiten. In R. Ružička and W. Motsch, editors, *Untersuchungen zur Semantik*, *Studia grammatica XXII*, pages 61–99. Akademie-Verlag, Berlin, 1983.

18. M. Bierwisch. On the grammar of local prepositions. In M. Bierwisch, W. Motsch, and I. Zimmermann, editors, *Syntax, Semantik und Lexikon*, Studia grammatica XXIX, pages 1–65. Akademie-Verlag, Berlin, 1988.
19. M. Bierwisch and P. Bosch, editors. *Semantic and conceptual knowledge*, Stuttgart, 1995. Universität Stuttgart, Sonderforschungsbereich 340.
20. M. Bierwisch and E. Lang, editors. *Grammatische und konzeptuelle Aspekte von Dimensionsadjektiven*. Studia grammatica XXVI/XXVII. Akademie-Verlag, Berlin, 1987.
21. K. H. Bläsius and H.-J. Bürckert, editors. *Deduktionssysteme – Automatisierung des logischen Denkens*. Oldenbourg, München, 1987.
22. U. Blau. *Die dreiwertige Logik der Sprache*. Walter de Gruyter, Berlin, 1978.
23. D. G. Bobrow and T. Winograd. An overview of KRL. *Cognitive Science*, 1(1):3–46, 1977.
24. R. J. Brachman. Structured inheritance networks. Technical Report No. 3742, Bolt Beranek & Newman, Cambridge, Massachusetts, 1978.
25. R. J. Brachman. On the epistemological status of semantic networks. In N. V. Findler, editor, *Associative Networks – Representation and Use of Knowledge by Computers*, pages 3–50. Academic Press, New York, 1979.
26. R. J. Brachman. What IS-A is and isn't: An analysis of taxonomic links in semantic networks. *IEEE Computer*, 16(10):30–36, January–March 1983.
27. R. J. Brachman and H. J. Levesque, editors. *Readings in knowledge representation*. Morgan Kaufmann, Los Altos, 1985.
28. R. J. Brachman, D. McGuinness, P. Patel-Schneider, L. Resnick, and A. Borgida. Living with CLASSIC: When and how to use a KL-ONE-like language. In *Principles of Semantic Networks*, pages 401–456. Morgan Kaufmann, San Mateo, CA, 1991.
29. R. J. Brachman and J. G. Schmolze. An overview of the KL-ONE knowledge representation system. *Cognitive Science*, 9(1):171–216, January–March 1985.
30. H. Brinkmann. *Die deutsche Sprache*. Pädagogischer Verlag Schwann, Düsseldorf, 1971.
31. B. Bruce. Case systems for natural language. *Artificial Intelligence*, 6(4):327–360, 1975.
32. M. Bunge. *Kausalität, Geschichte und Probleme*. J. C. B. Mohr, Tübingen, 1987.
33. R. M. J. Byrne and P. N. Johnson-Laird. *Deduction. Essays in Cognitive Science and Psychology*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale, 1991.
34. G. N. Carlson and F. J. Pelletier, editors. *The Generic Book*. University of Chicago Press, Chicago, 1995.
35. R. Carnap. *Meaning and Necessity*. Chicago University Press, Chicago, 1947.
36. R. Carnap. *Einführung in die Philosophie der Naturwissenschaft*. Nymphenburger, München, 1969.
37. L. Castell, M. Drieschner, and C. F. v. Weizsäcker, editors. *Quantum Theory and the Structure of Time and Space, Vol. II*. Hanser, München, 1977.
38. N. Cercone. Representing natural language in extended semantic networks. Technical Report TR75-11, Department of Computer Science, The University of Alberta, Edmonton, Canada, July 1975.
39. M. Chein and M.-L. Mugnier. Positive nested conceptual graphs. In D. Lukose, H. Delugach, M. Keeler, L. Searle, and J. Sowa, editors, *Conceptual Structures: Fulfilling Peirce's Dream (Fifth International Conference on Conceptual Structures, ICCS'97)*, number 1257 in Lecture Notes in Artificial Intelligence, pages 95–109, Berlin, 1997. Springer.
40. N. Chomsky. *Lectures on Government and Binding*. Foris, Dordrecht, 1981.
41. W. Clocksin and C. Mellish. *Programming in PROLOG*. Springer, Berlin, 1981.
42. R. Conrad. *Lexikon sprachwissenschaftlicher Termini*. Bibliographisches Institut, Leipzig, 1985.
43. G. Crocco, L. Fariñas del Cerro, and A. Herzig, editors. *Conditionals: from Philosophy to Computer Science*. Number 5 in Studies in Logic and Computation. Clarendon Press, Oxford, 1995.

44. W. R. Cyre. Executing conceptual graphs. In M.-L. Mugnier and M. Chein, editors, *Conceptual Structures: Theory, Tools and Applications (6th International Conference on Conceptual Structures, ICCS'98)*, number 1453 in Lecture Notes in Artificial Intelligence, pages 51–64, Berlin, 1998. Springer.
45. K. Dahlgren. *Naive Semantics for Natural Language Understanding*. Natural Language Processing and Machine Translation. Kluwer Academic Publishers, Boston, 1988.
46. D. Davidson. The logical form of action sentences. In N. Rescher, editor, *The Logic of Decision and Action*, pages 81–95. The University Press, Pittsburgh, 1967.
47. D. R. Dowty. On the semantic content of the notion of 'thematic role'. In G. Chierchia, B. H. Partee, and R. Turner, editors, *Properties, Types and Meaning*, volume 2: Semantic Issues, pages 69–129. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1989.
48. D. R. Dowty. *Word Meaning and Montague Grammar*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1991.
49. M. Eimer. *Konzepte von Kausalität: Verursachungszusammenhänge und psychologische Begriffsbildung*. Verlag Hans Huber, Bern, 1987.
50. R. Evans and G. Gazdar. DATR: A language for lexical knowledge representation. Cognitive Science Research Paper CSRP 382, University of Sussex, Cognitive and Computing Sciences, Brighton, England, Nov. 1995.
51. G. Fauconnier. *Mental Spaces: Aspects of meaning construction in natural language*. Cambridge University Press, Cambridge, 1994.
52. J. Faye, U. Scheffler, and M. Urchs, editors. *Logic and causal reasoning*. Akademie-Verlag, Berlin, 1994.
53. E. Feigenbaum and J. Feldmann. *Computers and Thought*. McGraw Hill, New York, 1963.
54. R. Ferber. *Zenons Paradoxien der Bewegung und die Struktur von Raum und Zeit*. Number 76 in *Zetemata*. Beck, München, 1981.
55. C. J. Fillmore. The case for case. In E. Bach and R. Harms, editors, *Universals in Linguistic Theory*, pages 1–88. Holt, Rinehart & Winston, New York, 1968.
56. W. Flämig. *Zum Konjunktiv in der deutschen Gegenwartssprache*. Akademie-Verlag, Berlin, 1959.
57. C. Freksa. *Repräsentation und Verarbeitung räumlichen Wissens*. Number 245 in *Informatik-Fachberichte*. Springer, Berlin, 1990.
58. R. Freundlich. *Sprachtheorie*. Springer, Wien, New York, 1970.
59. A. Galton, editor. *The logic of aspect*. Oxford University Press, Oxford, 1984.
60. A. Galton. Time and change for AI. In D. M. Gabbay, C. J. Hogger, and J. Robinson, editors, *Handbook of Logic in Artificial Intelligence and Logic Programming*, pages 175–240. Clarendon Press, Oxford, 1995. Volume 4: Epistemic and Temporal Reasoning.
61. P. Gärdenfors, editor. *Generalized Quantifiers. Linguistic and Logical Approaches*, volume 31 of *Studies in Linguistics and Philosophy*. D. Reidel, Dordrecht, 1987.
62. M. R. Genesereth and N. J. Nilsson. *Logische Grundlagen der Künstlichen Intelligenz*. Vieweg, Braunschweig, 1989.
63. A. Gerstenkorn. *Das Modal-System im heutigen Deutsch*. Wilh. Fink, München, 1976.
64. C. Gnörlich. Multinet/WR: A Knowledge Engineering Toolkit for Natural Language Information. Technical-Report 272, FernUniversität Hagen, Hagen, Germany, 2000.
65. C. Goddard. *Semantic analysis: A practical introduction*. Oxford University Press, New York, 1998.
66. P. H. Grice. Logic and conversation. In P. Cole and I. Morgan, editors, *Speech Acts. Syntax and Semantics*, volume 3. Academic Press, New York, 1975.
67. B. I. Grosz and C. L. Sidner. Attention, intentions, and the structure of discourse. *Computational Linguistics*, 3(12):175–204, 1986.
68. A. Grünbaum. *Philosophical Problems of Space and Time*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1973.
69. M. M. Gupta et al., editors. *Approximate reasoning in expert systems*. North-Holland, Amsterdam, 1985.

70. E. Hajičová. Some questions of formal models in linguistic semantics. *CTP*, pages 343–345, 1975.
71. E. Hajičová, J. Panevova, and P. Sgall. Meaning, sense and valency. *Folia linguistica*, 14:57–64, 1980.
72. E. Hajičová, B. Partee, and P. Sgall. *Topic-focus articulation, tripartite structures, and semantic content*. Kluwer, Amsterdam, 1998.
73. C. Hamann. Adjectives. In A. von Stechow and D. Wunderlich, editors, *Semantik. Ein internationales Handbuch der zeitgenössischen Forschung*, pages 657–673. Walter de Gruyter, Berlin, 1991.
74. S. O. Hansson. The emperor's new clothes: Some recurring problems in the formal analysis of counterfactuals. In G. Crocco, L. Fariñas del Cerro, and A. Herzig, editors, *Conditionals: from Philosophy to Computer Science*, number 5 in Studies in Logic and Computation, pages 13–31. Clarendon Press, Oxford, 1995.
75. W. L. Harper, R. Stalnaker, and G. Pearce, editors. *Iffs*. D. Reidel, Dordrecht, 1981.
76. S. Hartrumpf. IBL: An inheritance-based lexicon formalism. AI-report 1994-05, University of Georgia, Artificial Intelligence Center, Athens, Georgia, 1994.
77. S. Hartrumpf. Hybrid disambiguation of prepositional phrase attachment and interpretation. In *Proceedings of the Joint Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing and Very Large Corpora (EMNLP/VLC-99)*, pages 111–120, 1999.
78. S. Hartrumpf. Partial evaluation for efficient access to inheritance lexicons. In N. Nicolov and R. Mitkov, editors, *Recent Advances in Natural Language Processing II: Selected Papers from RANLP'97*, volume 189 of *Current Issues in Linguistic Theory*, pages 57–68. John Benjamins, Amsterdam, 2000.
79. W. Hartung. Zur Behandlung der Negation im Deutschunterricht an Ausländer. *Deutsch als Fremdsprache*, 2:19, 1966.
80. S. W. Hawking. *Eine kurze Geschichte der Zeit*. Rowohlt, Reinbek bei Hamburg, 1991.
81. R. A. Healey. Temporal and causal asymmetry. In R. Swinburne, editor, *Space, time and causality*, pages 79–103. D. Reidel, Dordrecht, 1983.
82. I. Heim. File Change Semantics and the Familiarity Theory of Definiteness. In R. Bäuerle et al., editors, *Meaning, Use and Interpretation of Language*. de Gruyter, Berlin, 1983.
83. G. Helbig and W. Rickens. *Die Negation*. VEB Verlag Enzyklopädie, 1969.
84. G. Helbig and W. Schenkel. *Wörterbuch zur Valenz und Distribution deutscher Verben*. VEB Bibliographisches Institut, Leipzig, 1969.
85. G. Helbig and W. Schenkel. *Wörterbuch zur Valenz und Distribution deutscher Verben*. Niemeyer, Tübingen, 1983.
86. H. Helbig. A new method for deductive answer finding in a question-answering system. In B. Gilchrist, editor, *Proceedings of the IFIP Congress*, Information Processing, pages 389–393. IFIP, North Holland, 1977.
87. H. Helbig. Syntactic-semantic analysis of natural language by a new word-class controlled functional analysis. *Computers and Artificial Intelligence*, 5(1):53–59, 1986.
88. H. Helbig. Der Einsatz von Wortklassenagenten für die automatische Sprachverarbeitung, Teil II: Die vier Verarbeitungsstufen. Informatik-Bericht 159, FernUniversität Hagen, Hagen, 1994.
89. H. Helbig. *Künstliche Intelligenz und automatische Wissensverarbeitung*. Verlag Technik, Berlin, 1996.
90. H. Helbig, C. Gnörlich, and D. Menke. Realization of a user-friendly access to networked information retrieval systems. In *Proceedings of the AAAI Spring Symposium on Natural Language Processing for the World Wide Web*, pages 62–71, Stanford, CA, 1997.
91. H. Helbig and S. Hartrumpf. Word class functions for syntactic-semantic analysis. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Recent Advances in Natural Language Processing (RANLP-97)*, pages 312–317, Tzigov Chark, Sept. 1997.

92. H. Helbig and M. Schulz. Knowledge representation with MESNET: A multilayered extended semantic network. In *Proceedings of the AAAI Spring Symposium on Ontological Engineering*, pages 64–72, Stanford, CA, 1997.
93. D. H. Helman, editor. *Analogical Reasoning*. Kluwer, Dordrecht, 1988.
94. G. G. Hendrix. Encoding knowledge in partitioned networks. In N. V. Findler, editor, *Associative Networks – Representation and Use of Knowledge by Computers*, pages 51–92. Academic Press, New York, 1979.
95. L. Hermodsson. Semantische Strukturen der Satzgefüge im kausalen und konditionalen Bereich. Acta universitatis upsaliensis, University of Uppsala, Uppsala, 1978.
96. A. Herskovits. *Language and Spatial Cognition*. Cambridge University Press, Cambridge, 1986.
97. O. Herzog and C.-R. Rollinger, editors. *Text Understanding in LILOG*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1991.
98. A. Heyting. Die formalen Regeln der intuitionistischen Logik. *Sitzungsberichte der Preussischen Akad. Wiss., Phys.-Math. Kl.*, pages 42–56, 1930.
99. E. H. Hovy. Automated discourse generation using discourse structure relations. *Artificial Intelligence*, 63:341–385, 1993.
100. G. Huber. *JAVA: die Referenz*. Heise, Hannover, 1996.
101. M. A. Iris, B. E. Litowitz, and M. Evens. Problems of the part-whole relation. In M. Evens, editor, *Relational models of the lexicon – Representing knowledge in semantic networks*, chapter 12, pages 261–288. Cambridge University Press, Cambridge, 1988.
102. R. Jackendoff. *Semantic Structures*. MIT Press, Cambridge, Mass., 1990.
103. J. M. Janas and C. B. Schwind. Extensional Semantic Networks. In N. V. Findler, editor, *Associative Networks – Representation and Use of Knowledge by Computers*, pages 267–305. Academic Press, New York, 1979.
104. P. N. Johnson-Laird. *Mental Models: Towards a Cognitive Science of Language, Inference, and Consciousness*. Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1983.
105. W. Jung. *Grammatik der Deutschen Sprache*. Bibliographisches Institut, Leipzig, 1982.
106. H. Kamp and U. Reyle. *From Discourse to Logic: Introduction to Modeltheoretic Semantics of Natural Language, Formal Logic and Discourse Representation Theory*. Number 42 in Studies in Linguistics and Philosophy. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1993.
107. I. Kant. *Kritik der reinen Vernunft*. Meiner, Hamburg, 1976.
108. R. M. Kaplan and J. W. Bresnan. Lexical-functional grammar: A formal system for grammatical representation. In J. W. Bresnan, editor, *The Mental Representation of Grammatical Relations*, pages 173–281. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1982.
109. F. Kiefer. Über Präsuppositionen. In F. Kiefer, editor, *Semantik und generative Grammatik II*. Athenäum, Frankfurt/M., 1972.
110. G. Klaus and M. Buhr, editors. *Philosophisches Wörterbuch*. VEB Bibliographisches Institut, Leipzig, 1965.
111. T. Kohonen. Self-organizing feature maps and abstractions. In I. Plander, editor, *Artificial Intelligence and Information-Control Systems of Robots*, pages 39–45. North-Holland, Amsterdam, 1984.
112. L. Kreiser, S. Gottwald, and W. Stelzner, editors. *Nichtklassische Logik*. Akademie-Verlag, Berlin, 1988.
113. S. A. Kripke. A completeness theorem in modal logic. *Journal of Symbolic Logic*, 24:1–14, 1959.
114. S. A. Kripke. Semantic analysis of modal logic 1: Normal modal and propositional calculi. *Zeitschrift für Mathematische Logik und Grundlagen der Mathematik*, 9:67–96, 1963.
115. S. A. Kripke. Naming and necessity. In D. Davidson and G. Harman, editors, *Semantics of Natural Language*, pages 252–355. D. Reidel, Dordrecht, 1972.
116. G. Lakoff. Linguistics and natural logic. *Synthese*, 22:151–271, 1970.
117. G. Lakoff. *Woman, Fire, and Dangerous Things*. University of Chicago Press, Chicago, London, 1987.

118. E. Lang. *Semantik der koordinativen Verknüpfung*. Studia grammatica XIV. Akademie-Verlag, Berlin, 1977.
119. E. Lang. Linguistische vs. konzeptuelle Aspekte der LILOG Ontologie – Anfragen von außen. In G. Klose, E. Lang, and T. Pirlein, editors, *Ontologie und Axiomatik der Wissensbasis von LILOG*, pages 23–45. Springer, Berlin, 1992.
120. R. Langacker. *Theoretical prerequisites*, volume 1 of *Foundations of Cognitive Grammar*. Stanford University Press, Stanford, 1990.
121. R. Langacker. *Descriptive application*, volume 2 of *Foundations of Cognitive Grammar*. Stanford University Press, Stanford, 1991.
122. F. Lehmann, editor. *Semantic Networks in Artificial Intelligence*. Pergamon Press, Oxford, 1992.
123. D. B. Lenat and R. V. Guha. *Building large knowledge-based systems: representation and inference in the Cyc project*. Addison-Wesley, Reading Mass., 1990.
124. B. Levin. *English Verb Classes and Alternations. A Preliminary Investigation*. University of Chicago Press, Chicago, 1993.
125. D. Lewis. General semantics. In D. Davidson and G. Herman, editors, *Semantics of Natural Language*. D. Reidel, Dordrecht, 1972.
126. S. Löbner. *Wahr neben Falsch. Duale Operatoren als die Quantoren natürlicher Sprache*. Number 244 in *Linguistische Arbeiten*. Max Niemeyer Verlag, Tübingen, 1990.
127. S. Löbner. Polarity in natural language: Predication, quantification and negation in particular and characterizing sentences. *Linguistics and Philosophy*, 23(3):213–308, 2000.
128. J. Lyons. *Introduction to Theoretical Linguistics*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1971.
129. J. Lyons. *Semantics*, volume 1. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1977.
130. J. Lyons. *Semantics*, volume 2. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1977.
131. J. L. Mackie. *The Cement of Universe*. Oxford University Press, Oxford, 1974.
132. K. Mahesh, S. Nirenburg, J. Cowie, and D. Farwell. An assessment of Cyc for natural language processing. Technical Report MCCS-96-302, Computing Research Laboratory, New Mexico State University, Las Cruces, Sept. 1996.
133. H. Mallot. Spatial cognition: Behavioral competences, neural mechanisms, and evolutionary scaling. *Kognitionswissenschaft*, 8(1):40–48, Aug. 1999.
134. W. Mann and S. Thompson. Rhetorical structure theory: Description and construction of text structures. In G. Kempen, editor, *Natural Language Generation*. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, 1987.
135. W. Mann and S. Thompson. Rhetorical structure theory: Toward a functional theory of text organization. *Text*, 8(3):243–281, 1988.
136. J. McCarthy and P. Hayes. Some philosophical problems from the standpoint of artificial intelligence. In B. Meltzer and D. Michie, editors, *Machine Intelligence 4*, pages 463–502. Halsted Press, New York, 1969.
137. J. McDermott. R1: A rule based configurer of computer systems. *Artificial Intelligence*, 19(1):39–88, 1982.
138. J. S. Mill. *A System of Logic*, volume I and II. Longmans, Green, Reader and Dyer, London, 1872.
139. G. A. Miller and P. N. Johnson-Laird. *Language and Perception*. Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1976.
140. M. Minsky. A framework for representing knowledge. In P. H. Winston, editor, *The Psychology of Computer Vision*, pages 211–277. McGraw-Hill, New York, 1975.
141. R. Montague. Pragmatics and intensional logic. *Semantics of Natural Language*, page 168, 1972.
142. D. A. Moon. Object-oriented programming with flavors. In N. Meyrowitz, editor, *Proceedings of the Conference on Object-Oriented Programming Systems, Languages, and Applications (OOPSLA)*, number 11 in SIGPLAN Notices, pages 1–8, New York, NY, 1986. ACM Press.

143. L. S. Murawjowa. *Die Verben der Bewegung im Russischen*. Verlag Russische Sprache, Moskau, 1978.
144. L. of Congress. *ANSI/NISO Z39.50-1995 specifies versions 2 and 3 of the Z39.50 protocol*. Z39.50 Maintenance Agency, 1995.  
<http://lcweb.loc.gov/z3950/agency/1995doce.html>.
145. T. Parsons. Thematic relations and arguments. *Linguistic Inquiry*, 26(4):635–662, 1995.
146. G. Patzig. *Sprache und Logik*. Vandenhoeck & Rupprecht, Göttingen, 1970.
147. J. Pearl. *Probabilistic Resoning in Intelligent Systems: Networks of Plausible Inference*. Morgan Kaufmann, San Mateo, Ca., 1988.
148. C. Peltason. The BACK system – An overview. *SIGART Bulletin*, 2(3):114–119, 1991.
149. J. Piaget. *The child's conception of physical causality*. Routledge and Kegan Paul, London, 1970.
150. M. Pinkal. Vagheit und Ambiguität. In A. von Stechow and D. Wunderlich, editors, *Semantik. Ein internationales Handbuch der zeitgenössischen Forschung*, pages 250–269. Walter de Gruyter, Berlin, 1991.
151. C. Pollard and I. A. Sag. *Head-Driven Phrase Structure Grammar*. Studies in Contemporary Linguistics. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, 1994.
152. S. Pribbenow. *Räumliche Konzepte in Wissens- und Sprachverarbeitung. Hybride Verarbeitung von Lokalisierung*. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden, 1993.
153. J. Pustejovsky. *The Generative Lexicon*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1995.
154. H. Putnam. *Mind, Language and Reality*, volume 2 of *Philosophical Papers*. Cambridge University Press, Cambridge, 1975.
155. M. R. Quillian. Semantic memory. In M. Minsky, editor, *Semantic Information Processing*, pages 227–270. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1968.
156. W. Quine. *Grundzüge der Logik*. Suhrkamp Taschenbuch Wissenschaft 65. Suhrkamp, Frankfurt a. Main, 1969.
157. G. Rauh. *Tiefenkasus, thematische Relationen und Thetarollen*. Gunter Narr, Tübingen, 1988.
158. H. Reichenbach. *Elements of Symbolic Logic*. Free Press, New York, 1947.
159. R. Reiter. A logic for default reasoning. *Artificial Intelligence*, 13(1/2):81–132, 1980.
160. D. Richardson. Some unsolvable problems involving elementary functions of a real variable. *Journal Symb. Logic*, 133:511, 1968.
161. H. Ritter, T. Martinetz, and K. Schulten. *Neuronale Netze: Eine Einführung in die Neuroinformatik selbstorganisierender Netzwerke*. Addison-Wesley, Bonn, 1991.
162. J. Robinson. Kasus, Kategorie und Konfiguration. *Journal of Linguistics*, pages 57–80, 1965.
163. M. Rooth. Noun phrase interpretation in Montague grammar, file change semantics and situation semantics. In Gärdenfors [61], pages 237–268.
164. D. Rumelhart, P. Lindsay, and D. Norman. A process model for longterm memory. In E. Tulving and W. Donaldson, editors, *Organization of Memory*, chapter 4, pages 198–221. Academic Press, New York, 1972.
165. B. Russell. On the notions of cause. In *Proceedings of the Aristotelian Society*, volume 13, pages 1–26, 1913.
166. E. Sandewall. Representing natural language information in predicate calculus. In B. Meltzer and D. Michie, editors, *Machine Intelligence VI*, volume 6, pages 255–277. American Elsevier, New York, 1971.
167. R. C. Schank. Conceptual dependency: A theory of natural language understanding. *Cognitive Psychology*, 3(4):532–631, 1972.
168. R. C. Schank. Memory, Analysis, Response Generation and Inference on English. In e. a. Margie, editor, *Proceedings 3rd IJCAI*, 1973.
169. R. C. Schank. Conceptual dependency theory. In R. C. Schank, editor, *Conceptual Information Processing*, chapter 3, pages 22–82. Prentice Hall, New Haven, Connecticut, 1975.

170. R. C. Schank and R. P. Abelson. *Scripts, plans, goals and understanding*. Erlbaum, Hillsdale, 1977.
171. H. Schildt. *C++ from the ground up*. McGraw-Hill, New York, 1998.
172. E. Schöneburg, N. Hansen, and A. Gawelczyk. *Neuronale Netzwerke. Einführung, Überblick und Anwendungsmöglichkeiten*. Markt & Technik, Haar b. München, 1990.
173. L. K. Schubert. Extending the expressive power of semantic networks. Technical Report TR74-18, Department of Computer Science, The University of Alberta, Edmonton, Canada, Nov. 1974.
174. M. Schulz. On the acquisition of consistent subcategorization frames. Technical Report, FernUniversität Hagen, Hagen, 1997.
175. M. Schulz. *Eine Werkbank zur interaktiven Erstellung semantikbasierter Computerlexika*. PhD thesis, FernUniversität Hagen, Hagen, Germany, 1999.
176. M. Schulz and H. Helbig. COLEX: Ein Computerlexikon für die automatische Sprachverarbeitung. Informatik-Bericht 210, FernUniversität Hagen, Hagen, Germany, Dec. 1996.
177. J. R. Searle, F. Kiefer, and M. Bierwisch. *Speech act theory and pragmatics*. Reidel, Dordrecht, 1980.
178. P. Sgall. On the notion of semantic language. In *Proceedings (COLING 1976)*, 1976.
179. P. Sgall and E. Hajičová. *Topic, Focus and Generative Semantics*. Scriptor, Kronberg, Taunus, 1973.
180. G. Shafer. *The Art of Causal Conjecture*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1996.
181. E. Shapiro. Formalizing English. *Int. Journ. of Expert Systems*, 9(1):151–171, 1996.
182. S. C. Shapiro. Case studies of SNePS. *SIGART Bulletin*, 2(3):128, 1991.
183. S. C. Shapiro. Relevance logic in computer science. In A. R. Anderson, N. D. Belnap, and M. Dunn, editors, *Entailment, Volume II*, pages 553–563. Princeton University Press, Princeton, 1992.
184. S. C. Shapiro. The SNePS family. In F. Lehmann, editor, *Semantic Networks in Artificial Intelligence*, pages 243–275. Pergamon Press, Oxford, 1992.
185. S. M. Shieber. *An Introduction to Unification-Based Approaches to Grammar*. Number 4 in CSLI Lecture Notes. Stanford University, Stanford, CA, 1986.
186. J. R. Shoenfield. *Mathematical Logic*. Addison-Wesley, Reading, 1967.
187. D. Siefkes. Über die fruchtbare vervielfältigung der gedanken beim reden. *Forschung und Lehre*, 10:551–555, 1995.
188. G. Simonet. Two FOL semantics for simple and nested conceptual graphs. In M.-L. Mugnier and M. Chein, editors, *Conceptual Structures: Theory, Tools and Applications (6th International Conference on Conceptual Structures, ICCS'98)*, number 1453 in Lecture Notes in Artificial Intelligence, pages 240–254, Berlin, 1998. Springer.
189. A. Sinowjew and H. Wessel. *Logische Sprachregeln, eine Einführung in die Logik*. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin, 1975.
190. K.-E. Sommerfeldt and H. Schreiber. *Wörterbuch zur Valenz und Distribution deutscher Adjektive*. VEB Bibliographisches Institut, Leipzig, 1980.
191. K.-E. Sommerfeldt and H. Schreiber. *Wörterbuch zur Valenz und Distribution deutscher Substantive*. VEB Bibliographisches Institut, Leipzig, 1980.
192. F. Sommers. *The logic of natural language*. Clarendon Press, Oxford, 1982.
193. J. F. Sowa. *Conceptual Structures. Information Processing in Mind and Machine*. The System Programming Series. Addison Wesley, Reading Massachusetts, 1984.
194. J. F. Sowa, editor. *Principles of Semantic Networks: Explorations in the Representation of Knowledge*. Morgan Kaufmann, San Mateo, Ca., 1991.
195. W. Stegmüller. *Hauptströmungen der Gegenwartsphilosophie*. Kröner, Stuttgart, 1989.
196. G. Stickel. *Untersuchungen zur Negation im heutigen Deutsch*. Vieweg, Braunschweig, 1970.
197. P. Suppes. *A probabilistic theory of causality*. North-Holland, Amsterdam, 1970.

198. W. Teufelhart and W. Cyre, editors. *Conceptual Structures: Standards and Practices (7th International Conference on Conceptual Structures, ICCS'99)*, number 1640 in Lecture Notes in Artificial Intelligence, Berlin, 1999. Springer.
199. L. Tesnière. *Eléments de syntaxe structurale*. Klincksieck, Paris, 1959.
200. J. Thorp. *Free will: A defence against neurophysiological determinism*. Routledge & Paul, London, 1980.
201. I. Tjaden. Semantische Präpositionsinterpretation im Rahmen der Wortklassen-gesteuerten Analyse. Master's thesis, FernUniversität Hagen, Hagen, 1996.
202. D. S. Touretzky. *The Mathematics of Inheritance Systems*. Research Notes in Artificial Intelligence. Pitman Publishing, London, 1986.
203. W. Trilling. *Fragen zur Geschichtlichkeit Jesu*. St. Benno-Verlag GmbH, Leipzig, 1969.
204. E. Tulving and W. Donaldson. *Organization of Memory*. Academic Press, New York, 1972.
205. J. van Benthem. *Essays in Logical Semantics*. Reidel, Dordrecht, 1986.
206. J. van Benthem. *The Logic of Time*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1991.
207. E. van der Meer. Zeitkodierung in Wissenskörpern. *Zeitschrift für Psychologie*, (207):363–381, 1999.
208. Z. Vendler. *Linguistics in Philosophy*. Cornell University Press, Ithaca, New York, 1967.
209. L. Vila. A survey on temporal reasoning in artificial intelligence. *AI Communications*, 7(1):4–28, Mar. 1994.
210. N. Vilain. The restricted language architecture of a hybrid representation system. In *Proceedings of the 9th International Joint Conference on Artificial Intelligence*, pages 547–551, Los Angeles, CA, 1985.
211. K. von Luck and B. Owsnicki-Klewe. KL-ONE: Eine Einführung. In P. Struß, editor, *Wissensrepräsentation*, pages 103–121. Oldenbourg, München, 1991.
212. A. von Stechow and D. Wunderlich, editors. *Semantik. Ein internationales Handbuch der zeitgenössischen Forschung*. Walter de Gruyter, Berlin, 1991.
213. G. H. von Wright. *Causality and determinism*. Number 10 in The Woodbridge Lectures. Columbia University Press, New York, 1974.
214. W. Wahlster, editor. *Verbmobil: Foundations of speech-to-speech translation*. Springer, Heidelberg, 2000.
215. G. Wahrig. Deutsches Wörterbuch, 1992. ISBN: 3–570–03648–0.
216. D. E. Walker, editor. *Automating the lexicon: research and practice in a multilingual environment*. Oxford University Press, Oxford, 1995.
217. R. Weatherford. *The implications of determinism*. Routledge, London, 1991.
218. A. Wierzbicka. *Semantics: Primes and Universals*. Oxford University Press, Oxford, 1996.
219. L. Wittgenstein. *Philosophische Untersuchungen*. Suhrkamp, Frankfurt, 1975.
220. S. Wolf and R. Setzer. *Wissensverarbeitung mit KEE*. Oldenbourg, München, 1991.
221. W. A. Woods. Transition network grammars for natural language analysis. *Communications of the ACM*, 13(10):591–606, 1970.
222. W. A. Woods. What's in a link: Foundations for semantic networks. In D. G. Bobrow and A. Collins, editors, *Representation and Understanding*, pages 35–82. Academic Press, New York, 1975.
223. W. A. Woods. Semantics and quantification in natural language question answering. In B. J. Grosz, K. Sparck-Jones, and B. L. Webber, editors, *Readings in Natural Language Processing*, pages 205–248. Morgan Kaufmann, Los Altos, CA, 1986.
224. D. Wunderlich and M. Herweg. Lokale und Direktionale (spatial and directional prepositions). In A. von Stechow and D. Wunderlich, editors, *Semantik. Ein internationales Handbuch der zeitgenössischen Forschung*, pages 758–785. Walter de Gruyter, Berlin, 1991.
225. A. Zell. *Simulation neuronaler Netze*. Oldenbourg, München, 1997.

## **Anhang G**

# **Abbildungsverzeichnis**

# Abbildungsverzeichnis

1.1	Überblick über Wissensrepräsentationsmodelle	4
1.2	Überblick über die wesentlichen Funktionskomponenten eines FAS	11
2.1	Entwicklungsetappen semantischer Netz-Modelle	16
3.1	Wissensrepräsentation und verschiedene Bereiche der Wirklichkeit	21
3.2	Überblick über die Darstellungsmittel insgesamt	25
3.3	Die obersten Ebenen des Systems von Sorten und Features	26
3.4	Intensionale und präextensionale Ebene	27
3.5	Überblick über das Schichtenmodell von MultiNet	28
3.6	Semantische Repräsentation eines Beispielsatzes	34
3.7	Definitorisches und assertorisches Wissen	36
3.8	Wichtige Frageklassen (mit Beispielen)	38
3.9	Überblick über die strukturellen Darstellungsmittel	40
3.10	Semantische Primitive und natürlichsprachliche Begriffe	41
3.11	Relationen und Funktionen als Knoten einer Metaebene	44
4.1	Ausschnitt aus einer Hierarchie von Objektbegriffen	46
4.2	Verschiedene Arten der Vererbung	47
4.3	<i>Folk theory</i> als kontextuelle Einschränkung	50
4.4	Die Darstellung der Eigennamen von Objekten	52
4.5	PARS-Hierarchie unter Berücksichtigung der Subordination	53
4.6	Unzulässig vereinfachte PARS-Hierarchie	53
4.7	Materielle Charakterisierung von Objektbegriffen	55
4.8	Die semantische Charakterisierung von Objektbegriffen (Überblick)	58
4.9	Eigenschaftsangabe und Attribut-Wert-Zuordnung	60
4.10	Die Relativität semantisch quantifizierbarer Eigenschaften	61
4.11	Modale und temporale Adjektive	62
4.12	Art und Weise eines Vorgangs vs. Eigenschaft	63
4.13	Paraphrasierungsdreieck – Typ I	66
4.14	Paraphrasierungsdreieck – Typ II	67

4.15	Spezieller Wert für das Merkmal eines generischen Begriffs	67
4.16	Merkmals-Wert-Übertragung (erster Teil)	68
4.17	Beziehung zwischen Merkmal und Eigenschaft	70
4.18	Qualifizierende Merkmale mit Wert	71
4.19	Uneigentliche Merkmale	72
4.20	Darstellung von Besitzverhältnissen	73
4.21	Lexeme, die einen Besitz ausdrücken, und POSS-Relation	75
4.22	Paraphrasierungsdreieck für Pseudomerkmale	76
4.23	Situative Objektzuordnung im Vergleich zur Teil-Ganzes-Beziehung	77
4.24	Pseudomerkmale für generische Begriffe und Individual-Begriffe	78
4.25	Begriffskapseln und inferenziell erschließbares Wissen	78
4.26	Darstellung von Verwandtschaftsbeziehungen	80
4.27	Die Darstellung verschiedener Manifestationen eines Objekts	82
5.1	Typische Bedeutungskomponenten eines Sachverhalts	86
5.2	Wirkungsbereich (Skopus) der Darstellungsmittel	88
5.3	Gliederung der Sachverhalte	89
5.4	Syntaktische und semantische Valenzen	92
5.5	Valenzrahmen zweier Lesarten des Verbs „zeigen“	94
5.6	SUBS-Hierarchie für Konzepte der Veränderung und Bewegung	96
5.7	Die innere Konsistenz der Valenzen in der SUBS-Hierarchie	99
5.8	Differenzierungskriterien für die Unterscheidung kognitiver Rollen	101
5.9	Systematik der Zustandsverben nach semantischen Gesichtspunkten	104
5.10	Zustände im engeren Sinne	105
5.11	Beziehungen zwischen Zuständen und Eigenschaften	106
5.12	Mentales Geschehen	106
5.13	Zustände mit aktivem Handlungsträger	107
5.14	Metazustände als Relationsumschreibungen	108
5.15	Metazustände als Attributierungen	109
6.1	Die semantische Repräsentation von Multiplikativa	112
6.2	Darstellung eines realen Vergleichs	113
6.3	Semantische Repräsentation eines irrealen Vergleichs	114
6.4	Allgemeines Schema miteinander korrelierter Steigerungen	115
6.5	Beispiel für korrelierte Steigerungen	116
6.6	Positiver Vergleich und Polarität von Eigenschaften	118
6.7	Qualitative und quantitative Komparation	119
6.8	Das Anwachsen von Eigenschaften und der Komparativ	123
6.9	Modifizierungen des Komparativs	124
6.10	Die semantische Darstellung der Superlativbildungen	125

6.11	Positiv, Komparativ und Superlativ im Vergleich	126
7.1	Die semantische Repräsentation von lokalen Präpositionen	133
7.2	Dialogsituation und semantische Interpretation	136
7.3	Der deiktische Charakter lokaler Adverbien	138
7.4	Feindifferenzierung lokaler Präpositionen	138
7.5	Die Rolle der Körperachsen für die Präpositionsdeutung	139
7.6	Die zeitliche Einordnung von Situationen	142
7.7	Relationen zwischen Zeitintervallen	145
7.8	Die Überlappung von Zeitintervallen	147
7.9	Die logische Interpretation des Tempussystems	149
7.10	Die Reichenbachschen Bezugszeitpunkte	149
7.11	Das Problem des trennenden Augenblicks (the dividing instant)	152
7.12	Beispiel für die Darstellung zweier Aktionsarten	154
8.1	Satznegation und Konstituentennegation mit „nicht“	165
8.2	Verneinung auf intensionaler und präextensionaler Ebene	166
8.3	Semantisch inadäquate Repräsentation der Satznegation mit „nichts“	167
8.4	Semantisch adäquate Repräsentation der Satznegation mit „nichts“	169
8.5	Satznegation mit „kein“	170
8.6	Konstituentennegation mit „kein“	170
8.7	Satznegation durch den Negator „niemand“	171
8.8	Satznegation durch den Negator „niemals“	172
8.9	Fragebeantwortung bei negierten temporalen Informationen	173
8.10	Satznegation mit lokalen Negatoren	174
8.11	Satznegation mit konditionalen Negatoren	175
8.12	Konstituentennegation mit „weder – noch“	176
8.13	Satznegation mit „weder – noch“	176
8.14	Negation eines Begleitumstands mit „ohne“	177
8.15	Ersetzung von Sachverhalten mittels SUBST	177
8.16	Ausschluß von Element oder Teilmenge aus Gesamtheit	179
8.17	Ersetzen eines Objekts durch ein anderes	180
8.18	Kurzform einer modalen Charakterisierung	183
8.19	Vollform einer modalen Charakterisierung	183
8.20	Modale Restriktion relationaler Zusammenhänge	185
8.21	Die semantische Repräsentation des modalen Infinitivs	186
9.1	Ausschnitt aus der Halbordnungsstruktur der Quantifikatoren	193
9.2	Logische Quantifizierung und immanentes Wissen	195
9.3	Generische Begriffe und Quantifikatordarstellung	195

9.4	Deutungsmöglichkeiten von indeterminierten Nominalphrasen . . . .	196
9.5	Die Deutungsmöglichkeiten von Plural-NPs . . . . .	197
9.6	Darstellung der gemischten Quantifizierung . . . . .	198
9.7	Schlußfolgerungen zwischen quantifizierten Ausdrücken . . . . .	201
9.8	Topik-Fokus-Struktur und der Umfang des quantifizierten Begriffs	203
9.9	Unnegierter Satz mit Existenzialquantifikator . . . . .	204
9.10	Allquantifizierung und Konstituentennegation . . . . .	205
9.11	Allquantifizierung und Satznegation . . . . .	206
9.12	Duale Repräsentation des negierten Quantifikators ⟨nicht jeder⟩ . .	208
9.13	Selektion von kumulativem (QUANT = all) für Adjunkte . . . . .	209
9.14	Semantische Repräsentation eines typischen „Eselssatzes“ . . . . .	210
10.1	Verletzung der Konsistenz hinsichtlich Referenzdeterminiertheit . .	219
10.2	Zusammenwirken der Merkmale REFER und VARIA . . . . .	220
10.3	Die Layer-Informationen für Determinatoren und Quantifikatoren .	224
10.4	Die Unifikation von Layer-Informationen . . . . .	225
11.1	Überblick über die Standard-Deutungen der Subjunktionen . . . . .	229
11.2	Überblick über die koordinierenden Konjunktionen . . . . .	232
11.3	Koordinierende Konjunktionen I (ohne Nebenbedeutung) . . . . .	236
11.4	Koordinierende Konjunktionen II (mit Nebenbedeutung) . . . . .	237
11.5	Koordinierende Konjunktionen III (Konstituentenkoordination) . . .	238
11.6	Kausalität, Konditionalität und Folgerungsbeziehung . . . . .	240
11.7	Die semantische Repräsentation inkausaler Gefüge . . . . .	251
11.8	Semantische Repräsentation einer Konditionalbeziehung . . . . .	258
11.9	Inkonditionale Fügung und analoge inkausale Fügung . . . . .	259
11.10	Konjunktives Konditionalgefüge im Präteritum . . . . .	261
11.11	Konjunktives Konditionalgefüge im Futur . . . . .	262
11.12	Kontextuelle Restriktionen und situative Einbettung . . . . .	265
11.13	Situative Einbettung und Konditionalbeziehung . . . . .	267
12.1	Abhängigkeiten zwischen den Werten der semantischen Features . .	276
12.2	Das Wort „schicken“ in der Bedeutung „zusenden“ . . . . .	277
12.3	„schicken“ in der Bedeutung „beauftragen zu gehen“ . . . . .	278
12.4	Überblick über die lexikalischen Mehrdeutigkeiten . . . . .	281
12.5	Lexikonspezifikation für das Bedeutungsmolekül „Schule“ . . . . .	282
12.6	Das Wort „Schule“ in der Bedeutung „Schwarm von Fischen“ . . . . .	283
12.7	Lexikonspezifikation für das Wort „behilflich“ . . . . .	284
12.8	Mehrsprachige Charakterisierung des Lexems schreiben.1.1 . . . .	285
13.1	Mögliche Struktur von Vertrauenswürdigkeitsgraden (Ausschnitt) .	296

13.2	<b>Darstellung von (S1):</b> „ <i>Farmer Meyer besitzt einen Esel...</i> “	304
13.3	<b>Darstellung von (S2):</b> „ <i>Wenn Farmer einen Esel besitzen, ...</i> “	305
13.4	<b>Darstellung von (S3):</b> „ <i>Alle Farmer, die Esel besitzen, ...</i> “	305
13.5	<b>Darstellung von (F1):</b> „ <i>Welcher Farmer schlägt (einen) Esel?</i> “	306
13.6	<b>Darstellung von (F2):</b> „ <i>Gibt es Farmer, die Esel schlagen?</i> “	307
13.7	<b>Darstellung von (F3):</b> „ <i>Schlagen alle Farmer Esel?</i> “	308
13.8	Die Methode der Fragefokussierung	312
14.1	Das graphische Nutzerinterface von MWR	318
14.2	Darstellung detaillierter Layerinformationen über die Netzknoten	319
14.3	Das Hilfesystem von MWR	320
14.4	Die Schnittstelle von MWR zu relationalen Datenbanken	321
14.5	Die Arbeitsoberfläche des natürlichsprachlichen Interpreters	325
14.6	Der Einsatz von NatLink im NLI-Z39.50 (Anfrageseite)	326
14.7	Der Einsatz von NatLink im NLI-Z39.50 (Ergebnisseite)	327
14.8	Ermittlung der lexikalischen Charakteristika von Verben	330
14.9	Die Ermittlung der Argumentstruktur von Verben	331
14.10	Das Abschlußfenster zur Überprüfung der Ergebnisse	332
14.11	Eintrag des Vererbungslexikons im komprimierten IBL-Format	333
15.1	Vergleich von SVN (KL-ONE) und KSN (MultiNet)	339
15.2	Semantische Repräsentation eines Satzes nach Sowa	344
15.3	Konzeptuelle Struktur für den Satz „ <i>Every person has a mother.</i> “	346
15.4	Darstellung eines Eselssatzes in der DRT	353
15.5	Schematischer Überblick über die Quantorauffassung der GQT	355
15.6	Vergleich zwischen MultiNet und Frame-Darstellungen	359
15.7	Frame-Repräsentationen mit Hilfe von Units in CYC	361
15.8	Gedankenexperiment zur Repräsentationsfalle	361
16.1	Einbettung der Darstellungsmittel in die Wissensverarbeitung	369
16.2	Die verschiedenen Bedeutungsaspekte von Netzknoten	372
16.3	Konventionen für die Darstellung von Relationen und Funktionen	377
17.1	Ontologie der Sorten	381
17.2	Kombinationsmöglichkeiten von Sorten und Features	386
17.3	Die Wertetypen des komplexen Merkmals LAY	388
17.4	Die Layer-Merkmale von MultiNet und ihre Wertetypen	389
17.5	Konstante und variable Elemente auf präextensionaler Ebene	394
17.6	Intensionale Quantifizierung und präextensionale Kardinalität	398
17.7	Die verschiedenen Bedeutungskomponenten eines Begriffs	404
17.8	Wertetypen des Merkmals <b>K-TYPE</b>	406

18.1 Zuordnung der Relationen und Funktionen zu Themenbereichen ..	408
18.2 Semantische Beschreibung von Objektbegriffen .....	410
18.3 Semantische Beschreibung von Sachverhalten bzw. Situationen ...	411
18.4 Darstellungsmittel der präextensionalen Ebene und des Lexikons ..	413
18.5 Kombination der Funktionen *ITMS und *DIFF .....	526
18.6 Zusammenhang von *ITMS-I und *ITMS .....	527

# Anhang H

## Index

- $\theta$ -Rollen, 91
- Abduktion, 300
- absoluter Komparativ, 121
- absoluter Superlativ, 126
- Aktanten, 87, 89, 103
- alethische Modalitäten, 187
- Alternation, 93, 294
- alternative Gesamtheiten, 234
- analytische Aussagen, 246
- Antwortgenerierung, 13
- Antwortkern, 13, 310, 314
- Aspekt, 151
- assertorisches Wissen, 35
- Assimilation, 12
- Attribut, 57, 65
- Attributierung, 108
- Automatisierbarkeit, 7
- Axiome, 41, 302, 310
  
- B-Axiom, 42, 74
- Bayes-Theorem, 249, 301
- Bedeutungsmolekül, 279, 280
- Bedeutungspostulat, 42, 313
- Begriffshierarchie, 46
- Begriffszentriertheit, 7
- Beliefs, 264
- Beteiligte, 103
  
- CDT, 348
- Circumstanzen, 89
- Conceptual dependency theory, 348
- Conceptual structures, 343
- Constraints, 43, 302, 360
- Counterfactuals, 248, 261
- CYC, 360
  
- Default, 47
- Defeasible logic, 254
- definite Determinatoren, 191
- definitorisches Wissen, 35
- Deixis, 12
  
- deontische Modalitäten, 187
- Determinatoren, 191
- Determinismus, 250
- Dialogmodell, 12
- Differenziertheit, 8
- Discourse Representation Theory, 17, 352
- distributive Lesart, 30, 196
- DRT, 352
  
- Editierungsfunktion, 315
- Effekt zweiter Ordnung, 322
- Eigennamen, 51
- Eigenschaften, 57
- Eindeutigkeit, 97
- Elativ, 126
- Ellipse, 122, 233, 238
- Entscheidungsfragen, 37
- epistemische Modalitäten, 187
- Eröffnungsphase, 323
- Ereignis-basiert, 150
- Ergänzungsfragen, 37
- Eselssatz, 209, 352
- Essayfragen, 37
- Exclusion, 90
- existenzielle Präsupposition, 165, 215
- Extensionale, 29
- extrinsische Deutung, 137
  
- Facetten, 280
- Fading-Effekt, 54
- FAS, 10
- Feature structure, 272
- Features, 271
- File Change Theory, 17
- Filler, 69, 89, 357
- Fokus, 202
- Folgerungsbeziehung, 245
- Folk theory, 50
- Frage-Antwort-Spiel, 10
- Frage-Antwort-System, 10
- Fragefokus, 37, 304, 307, 310
- Frageklassifizierung, 13

- Fragemuster, 310  
 Fragezentrierung, 310  
 Fragezentrum, 311  
 Frame, 357  
 Functional nesting and quantifier reversal, 220  
 Funktionen, 271  
   – \*ALTN1/2, 194, 549  
   – \*ALTN1, 234, 239, 520, 520  
   – \*ALTN2, 163, 234, 239, 520, 520  
   – \*ALTN, 520  
   – \*COMP, 24, 119–121, 123, 125, 180, 445, 521, 521, 537, 549, 560–562  
   – \*DIFF, 90, 125, 163, 179, 194, 218, 522, 522, 523, 549, 562  
   – \*FLP<sub>J</sub>, 523, 549  
   – \*INTSC, 194, 525, 525, 539, 549  
   – \*ITMS-I, 520, 526, 549  
   – \*ITMS, 69, 194, 234, 499, 523, 525, 525, 526, 538, 539, 549  
   – \*MODP, 71, 123, 126, 430, 455, 466, 527, 527, 528, 550, 560  
   – \*MODQ, 64, 179, 528, 528, 529, 550  
   – \*MODS, 529, 529, 550  
   – \*MOM, 530, 530, 531, 539, 550  
   – \*NON, 163, 164, 167, 168, 172, 173, 177, 178, 180, 181, 216, 262, 300, 369, 475, 531, 531, 532, 550, 566  
   – \*OP<sub>J</sub>, 533, 550  
   – \*ORD, 533, 533–535, 550  
   – \*PMOD, 59, 490, 534, 534, 535, 550, 560  
   – \*QUANT, 55, 64, 69, 72, 130, 455, 466, 468, 473, 529, 536, 536, 550, 564  
   – \*SUPL, 124–126, 536, 536, 537, 550, 560, 562  
   – \*TUPL, 51, 194, 234, 444, 466, 530, 538, 538, 539, 550, 562, 564  
   – \*UNION, 194, 539, 539, 550  
   – \*VEL1/2, 550  
   – \*VEL1, 234, 235, 460, 539, 540  
   – \*VEL2, 163, 234, 235, 460, 540  
   – \*VEL, 520  
 FUTURE, 62  
  
 gebrauchstheoretische Semantik, 9  
 GEI, 233  
 gemeinsame Einordnungsinstanz, 233  
 Generalisierte Quantoren-Theorie, 17  
 Geschehensverben, 88  
 Gewichts-Beschränkung, 54  
 GQT, 17, 354  
 grammatikalisches Wissen, 12  
  
 Halbordnung, 295  
  
 Handlungsverben, 88  
 Hilfsverb, 272  
 Hintergrundwissen, 12  
 Homogenität, 7  
 Homographie, 22, 270  
  
 immanentes Wissen, 31, 35  
 Implikaturen, 301  
 Inferenzregeln, 301, 310  
 Inferenzverfahren, 13  
 inkausale Satzgefüge, 251  
 inkonditionale Satzgefüge, 260  
 Instanzen, 46  
 Intensionale, 29  
 intensionale Ebene, 28  
 intentionale Modalitäten, 187  
 Interconstituent constraint, 286  
 Interlingua, 5  
 Interoperabilität, 7  
 Intervall-basiert, 150  
 intrinsische Deutung, 137  
 INUS-Bedingung, 251  
 irrealer Vergleiche, 112  
 IS-A-Relation, 45  
  
 K-Rollen, 87, 91, 284  
 kanonische Bedeutungsdarstellung, 8, 348  
 Kardinalitäten, 340  
 kategorisches Wissen, 46  
 Kausalität, 250  
 Kernbedeutung, 3  
 KL-ONE, 17, 336  
 Klassifikatorensprachen, 191  
 Knotenkopf, 311  
 Knowledge Acquisition, 315  
 Knowledge Engineering, 315  
 Knowledge Enterer, 315  
 kognitive Adäquatheit, 6, 337  
 kognitive Ebene, 20  
 kognitive Rollen, 90  
 kollektive Lesart, 30, 196  
 Kommunizierbarkeit, 7  
 Komparativ, 116  
 Komparativsätze, 112  
 Kompletierungsphase, 323  
 Konsistenz, 8, 97  
 Konstituentenkoordination, 233  
 kontrafaktische Zusammenhänge, 261  
 Kontrapositionsprinzip, 300  
 Kontrastierung/Differenzierung, 97  
 Konversationsmaximen, 301  
 Konzepte (KL-ONE), 336  
 Konzeptfamilie, 280  
 Konzeptuelle Differenziertheit, 340

- koordinierende Konjunktionen, 227  
 korrelierende Steigerungen, 115  
 korrespondierende Relation, 145  
 KRL, 357  
 KSN, 336  
 kumulative Lesart, 196
- Landmark, 131  
 Layerinformationen, 271  
 Layermerkmal-Werte
- 0, 30, **399**, 399–401, 450
  - 1, 30, 194, 390, **399**, 399, 401, 450
  - 2, 30, **399**, 399, 401, 402
  - 3, 30, **399**, 401, 402
  - all, 29, 30, 193, 194, 198, 199, 207, 214, 221, 222, 304, 309, **389**, 390, 397, 401, 402, 450, 562
  - almost-all, 29, **389**
  - card, 194, 198, 214, **389**
  - categ, 32, 35, 405, **406**, 558
  - con, 29, 30, 164, 198, 199, 214, 219, 220, 222, 390, 391, **393**, 393, 400, 401
  - det, 29, 30, 35, 182, 198, 199, 204, 214, 217, 218, 220–222, 390, **391**, 392, 401
  - every, 198, 199, 207, 210, 222, **389**, 390, 401, 402, 450
  - fquant, 221, **389**, 397
  - gener, 214, 222, **389**, 390, 401
  - ge, 29, 30, 45, 65, 150, 197, 214, 215, 345, 388, **389**, 389, 390, 400–402, 544
  - hypo, 29, 30, 113, 168, 179, 182, 187, 189, 204, 205, 215, 217, 218, 241, 254, 257, 309, 378, 388, **395**, 395, 396, 401, 470, 540, 544
  - imman, 32, **406**
  - indet, 29, 30, 164, 182, 198, 199, 204, 217–220, 222, 309, **391**, 392, 401, 402, 451
  - k-type, 405, **406**
  - many, 30, **389**, 401
  - mehr, **397**
  - mult, 221, **389**, 401
  - nfquant, 193, 194, 198, 214, 221, **389**, 397
  - nil, 30, **399**
  - nonreal, 29, 30, 163, 167, **395**, 396
  - non, 29, 30, 113, 114, 164, 167, 168, 177, 178, 181, 200, 202, 204–207, 215, 218, 300, 378, **395**, 395, 396, 401
  - o-tl-lay, 387, **389**
  - one, 29, 30, 193, 199, 214, 221, **389**, 401
  - osi-tl-lay, 387, **389**
  - proto, 32, **406**, 406, 558
  - quant, 214, **389**, 401, 402
  - real, 29, 30, 112, 163, 164, 167, 168, 178, 179, 182, 188, 202, 204, 205, 207, 215–218, 241, 247, 257, 258, 262, 265, 378, **395**, 395, 396, 401, 427, 428, 541, 544
  - refer, 198, 199, 214, **389**, 390, 391, 400–402
  - restr, 32, 43, **406**, 467
  - several, 30, **389**
  - si-lay, 387, **389**
  - situa, 32, **406**, 406, 558
  - some-one, 211, **389**
  - some, 29, **389**
  - sp, 29, 30, 45, 65, 150, 214, 215, 222, 247, 383, **389**, 389, 390, 400–402, 434
  - varia, 164, 198, 199, 214, **393**, 393, 394, 401, 402
  - var, 29, 30, 198, 199, 220, 391, **393**, 393, 401, 402, 451
- Layermerkmale
- **CARD**, 29, 30, 193, 194, 198, 214, 221, 340, 384, 388, **397**, 398, 400, 490
  - **ETYPE**, 29, 30, 194, 200, 213, 214, 282, 287, 388, 390, **399**, 399–402, 450, 544
  - **FACT**, 29, 30, 112–114, 163, 164, 167, 168, 177–179, 181, 182, 187–189, 200, 202, 204–207, 213, 215–218, 241, 247, 254, 257, 258, 260, 262, 265, 300, 309, 345, 378, 387, 388, **395**, 395, 396, 400, 401, 427, 428, 470, 540, 544
  - **GENER**, 29, 30, 45, 65, 150, 194, 197, 213–215, 221–223, 247, 345, 383, 387, 388, **389**, 389, 390, 400–402, 434, 435, 544
  - **K-TYPE**, 32, 33, 36, 37, 43, 88, 324, 405, **406**, 467, 558
  - **LAY**, 30, **387**
  - **QUANT**, 29, 30, 192–194, 198, 199, 202, 207, 210, 211, 214, 221, 222, 304, 309, 340, 388, 390, **397**, 397–402, 450, 515
  - **REFER**, 29, 30, 35, 164, 182, 192, 194, 198, 199, 204, 214, 217–222, 304, 309, 345, 388, 390, **391**, 391, 392, 400–402, 451
  - **SORT**, 50, 57–60, 70, 71, 79, 80, 151, 164, 198, 200, 217, 276, 279, 303, **379**, 505
  - **VARIA**, 29, 30, 164, 194, 198, 199, 213, 214, 219, 220, 222, 304, 345, 388, 390, 391, **393**, 393, 394, 400–402, 451
- Lesarten, 270  
 Lexeme, 22, 271  
 lexikalisch-morphologische Analyse, 12  
 lexikalische Informationen, 12

- lexikalische Relationen, 271, 288  
 lexikalisierte Begriffe, 22  
 LIA, 316, 328  
 LILOG, 356  
 lokale Interpretierbarkeit, 8  
 Lokalisationsforderung, 298  
 Lokations-Übertragung, 54
- Material-Übertragung, 54  
 meßbare Qualitäten, 60  
 Mehrschichtigkeit, 8  
 Mentale Geschehnisse, 106  
 Merkmal, 57, 65  
 Merkmals-Wert-Struktur, 272  
 Metasprache, 6  
 Metawissen, 48  
 Mitspieler, 89, 103  
 Modalfeld, 159  
 Modalsystem, 159  
 modelltheoretisch-extensionale Semantik, 9  
 Modus ponens, 300  
 Molekül, 280  
 monoton fallender Quantor, 355  
 monoton wachsender Quantor, 355  
 Monotonieeigenschaft, 355  
 Multiple views, 50  
 Multiplikativa, 112  
 MWR, 315, 316
- NatLink, 315, 322  
 Nebenbedeutung, 5  
 negatives Introspektionsaxiom, 188  
 Neuronale Netze, 19  
 nicht meßbare Qualitäten, 59  
 nichtlexikalisierte Begriffe, 22  
 Nominalphrase, 92  
 Normalisierung, 8  
 NOW, 62  
 NP, 92
- Oberbegriff, 46  
 Oberflächenstruktur, 15  
 Objektbegriffe, 45  
 Objektlokalisierung, 134  
 Objektorientiertheit, 7  
 Ockhams Rasiermesser, 132, 347  
 Ontologie, 24
- Paraphrasierungsdreieck, 65, 76  
 Paraphrasierungsschemata, 75  
 Partizipanten, 87, 89, 103  
 PAST, 62  
 Phrasenkoordination, 233  
 Polysemie, 22, 270
- Positiv, 116  
 präextensionale Ebene, 29  
 Präpositionen, 286  
 Präsupposition, 164  
 Pragmatik, 5  
 Praktikabilität, 7  
 PRESENT, 62  
 Preventing case, 247  
 Producing case, 247  
 prozedurale Semantik, 9  
 Pseudomerkmale, 75  
 Pseudosachverhalte, 257
- Quantifikatoren, 191  
 Querwelteinidentität, 52
- R-Axiome, 42, 74  
 Raum, 129  
 reale Welt, 20  
 realer Vergleich, 112  
 Realzeit, 141  
 Regel, 42  
 Relationen, 271
- AFF, 97, 100, 153, 168, 273, 283, 344, **414**, 414, 425, 456, 462, 463, 478, 483, 484, 545, 551, 563–565
  - AGT, 32, 33, 42, 48, 74, 93, 95, 97, 100, 135, 153, 182, 273, 275, 279, 283, 284, 289, 297, 310, 313, 314, 333, 338, 342, 348, 412, **415**, 415, 416, 420, 427–429, 438, 445, 448, 456, 463, 464, 471, 472, 478, 482, 487, 498, 545, 551, 562, 563, 565
  - ANLG/2, 416, 417, 545, 551, 561
  - ANLG/3, 416, 417, 420, 545, 551, 561, 567
  - ANLG2/3, 417, 445, 449
  - ANLG, 39, 51, 111, **416**, 417, 420, 449, 450, 523, 560, 561
  - ANTE, 42, 145, 146, 156, 235, 247–249, 322, **418**, 418, 419, 427, 428, 458, 463, 503, 545, 551, 559, 561, 564, 567
  - ANTO, 163, **419**, 419, 455, 513, 545, 551, 567
  - ARG1/2/3, 23, 420, 545, 551
  - ARG1, 39, 108, **420**, 420, 562
  - ARG2, 39, 108, **420**, 420, 562
  - ARG3, 39, 108, **420**, 420
  - ASSOC, 44, 79–81, 164, **421**, 421, 422, 528, 535, 545, 551, 560, 566, 567
  - ATTCH, 55, 56, 69, 75–77, 79, **422**, 422, 423, 477, 545, 551, 563
  - ATTR, 33, 48–51, 54–56, 65, 66, 69, 71, 72, 75, 109, 357, 358, 417, 422, **423**, 423,

- 424, 430, 434, 466, 477, 493, 501, 504, 516, 517, 531, 545, 551, 560–563
- AVRT, 42, 289, 297, 313, **425**, 425, 438, 485, 500, 545, 551, 562
- BENF, 123, 283, 284, 286, **426**, 426, 427, 478–480, 484, 485, 492, 545, 551
- CAUS, 23, 24, 39, 42, 153, 178, 228, 230, 239, 241–251, 253, 256, 258, 260, 267, 317, 418, **427**, 427, 428, 441, 461, 465, 494, 545, 551, 559, 561, 567
- CHEA, 288, 289, **428**, 428, 429, 545
- CHPA, 60, 70–72, 117, 185, 289, **430**, 430, 534, 535, 545, 560
- CHPE, 115, 123, 153, 289, **431**, 431, 545
- CHPS, 105, 289, **432**, 432, 433, 545
- CHSA, 289, **433**, 433, 434, 546
- CHSP1/2/3, **434**, 546
- CHSP1, 289, 434
- CHSP2, 289, **434**, 434
- CHSP3, 289, **434**, 434, 435
- CHSP, **434**
- CIRC, 177, 178, 265–267, **437**, 437, 446, 546, 551, 561
- CNVRS, 419, **438**, 438, 546, 551, 567
- COMPL, 117, 239, 419, **439**, 439, 443, 546, 551, 559, 560, 567
- CONC, 251, 252, 260, 267, **440**, 440, 546, 551
- COND, 115, 174, 231, 239, 241, 251, 252, 254–258, 260, 264–267, 396, 428, 437, **441**, 441, 442, 494, 495, 515, 546, 551, 561, 567
- CONF, **442**, 442, 443, 546, 551
- CONTR, 61, 117, 140, 180, 253, 419, 439, **443**, 443, 546, 551, 559, 567
- CORR, 112–115, 417, **444**, 444, 445, 455, 528, 538, 546, 551, 567
- CSTR, 95, 97, 115, 273, 275, 416, 420, 428, **445**, 445, 478, 546, 551
- CTXT, 50, 51, 123, 264–267, 437, **446**, 446, 447, 515, 546, 551, 561
- DIRCL, 23, 97, 98, 103, 132–137, 173, 174, 279, 323, 409, **447**, 447, 448, 459, 466, 482, 518, 519, 546, 551, 563
- DISTG/2, 449, 546, 551
- DISTG/3, 420, 449, 546, 551, 567
- DISTG, 108, 111, 417, 420, **449**, 449, 450, 523, 560, 561
- DPND, 194, 211, 393, 402, 412, **450**, 450, 451, 546, 551
- DUR, 108, 146–148, 153–156, 248, **451**, 451, 452, 515, 546, 552, 564
- ELMT, 49, 56, 69, 72, 79, 108, 194, 222, 399, 417, 423, 449, **453**, 453, 499, 504–506, 537, 546, 552, 561, 562
- EQU, 65, 75–77, 112, 417, 420, 422, 423, 444, 449, **454**, 454, 455, 468, 473, 497, 513, 516, 528, 536, 546, 552, 563, 564, 567
- EXP, 42, 135, 338, 438, **455**, 455, 456, 472, 478, 498, 546, 552, 562, 563
- EXT, 29, 194, 450, 453, **457**, 457, 488, 498, 499, 537, 546, 552, 562
- FIN, 145–148, 153, 154, 248, 282, 419, 452, **458**, 458, 459, 463, 487, 497, 546, 552, 564, 565
- GOAL, 81, 97, 279, **459**, 459, 547, 552, 563
- HSIT, 189, **460**, 460, 541, 547, 552
- IMPL, 42, 153, 228, 230, 239, 241–246, 250, 253, 255, 256, 258, 428, 441, **461**, 461, 465, 494, 547, 552, 561, 567
- INIT, 153, 414, 418, **462**, 462, 463, 483, 497, 500, 547, 552, 561
- INSTR, 92, 102, 279, 428, 445, **463**, 463, 464, 474, 475, 547, 552, 563
- JUST, 42, 239, 241–245, 248, 250, 251, 256, 375, **464**, 464, 465, 494, 547, 552, 561
- LEXT, 108, **465**, 465, 466, 530, 547, 552
- LOC, 23, 49, 54, 74, 93, 102, 108, 133, 135, 137, 139, 140, 173, 174, 409, 446, 464, 465, **466**, 466, 467, 487, 518, 519, 523, 547, 552, 559, 563–565
- MAJE, **467**, 467, 567
- MAJ, 65, 119, 455, **467**, 467, 468, 529, 536, 547, 552, 567
- MANNR, 93, 115, 153, 178, 267, 464, **468**, 468, 469, 471, 474, 475, 530, 547, 552
- MCONT, 100, 106, 107, 182, 187, 216, 217, 274, 279, 284, 286, 338, 396, **469**, 469, 470, 472, 473, 478, 547, 552, 563
- METH, 92, 93, 102, 279, 463, 464, 469, **470**, 470, 471, 474, 475, 547, 552, 563
- MEXP, 90, 106, 182, 342, 456, 470, **471**, 471–473, 498, 547, 552
- MINE, 192, **473**, 473, 567
- MIN, 54, 65, 119, 455, **473**, 473, 529, 536, 547, 552, 563, 567
- MODE, 81, 375, 464, 469, 471, **474**, 474, 547, 552
- MODL, 62, 74, 163, 164, 167, 168, 172, 173, 177, 178, 180, 181, 184, 186, 188, 189, 205, 216, 262, 300, **475**, 475, 515, 532, 547, 552, 565

- NAME, 51, 375, 378, **476**, 476, 477, 547, 552, 562
- OBJ, 42, 74, 75, 92–94, 99, 107, 135, 137, 168, 172, 216, 217, 279, 289, 297, 310, 313, 314, 333, 344, 427, 434, 438, 448, 464, 470–473, **478**, 478, 479, 482, 487, 512, 547, 552, 562–565
- OPPOS, 235, **479**, 479, 480, 547, 552
- ORIGL, 23, 133, 135–137, 173, 174, 448, 466, 480, **481**, 481, 482, 500, 518, 519, 548, 552, 565
- ORIGM, 33, 43, 52, 54, 56, 75, 108, 297, 462, 463, **482**, 482, 483, 485, 500, 504, 548, 552, 560, 561, 567
- ORIG, **480**, 480, 481, 500, 547, 552
- ORNT, 42, 48, 93, 107, 202, 204, 205, 279, 284, 297, 310, 313, 338, 425–427, 438, 478, **484**, 484, 485, 487, 548, 552, 562, 563, 565
- PARS, 13, 33, 43, 44, 48, 52–54, 56, 74, 75, 108, 114, 137, 273, 297, 482, **485**, 485, 486, 548, 552, 559, 560, 562–564, 567
- POSS, 23, 56, 73–75, 211, **486**, 486, 487, 548, 552, 559, 563, 565
- PRED/PREDR/PREDS, 488
- PRED0, 488, 489
- PREDR, 488, 489, 548
- PREDS, 488, 489, 548
- PRED, 125, 207, 324, **488**, 488, 489, 548, 552, 562
- PROPR, **490**, 490, 491, 548, 553
- PROP, 35, 46, 48, 49, 61, 62, 71, 72, 118, 120, 121, 125, 155, 180, 385, 406, 416, 424, 430, 439, 443, 445, 455, 466, 486, **489**, 489, 503, 528, 535, 537, 548, 553, 559–563
- PURP, 123, 267, 279, 282, 409, 420, 427, 459, 464, 471, **492**, 492, 548, 553, 563
- QMOD, 52, 55, 64, **493**, 493, 516, 536, 548, 553
- REAS, 42, 241, 242, 245, 246, 249, 255, 256, 440, 465, **494**, 494, 548, 553, 561
- RPRS, 81, 108, **495**, 495, 548, 553
- RSLT, 153, 207, 230, 267, 284, 286, 414, 418, 420, 429, 459, 461–463, 483, **496**, 496, 497, 548, 553, 561, 564
- SCAR, 75, 105, 106, 109, 137, 153, 434, **497**, 497, 498, 501, 548, 553, 563, 564
- SETOF, 194, 453, 457, 488, **498**, 498, 499, 506, 548, 553, 562
- SOURC, 81, 425, 480, **500**, 500, 548, 553
- SSPE, 105, 109, 434, **501**, 501, 548, 553, 563
- STRT, 146, 147, 153, 154, 248, 282, 419, 452, 459, 487, 497, **502**, 502, 503, 549, 553, 564, 565
- SUB0, 79, 423, 453, 489, **504**, 504, 505, 549, 553
- SUBM, 49, 56, 69, 194, 399, 453, 499, 504, **505**, 505, 506, 522, 549, 553, 562, 567
- SUBR, 23, 79, 108, 420, 488, 504, 505, **506**, 507–509, 549, 553, 562
- SUBST, 98, 163, 176, 178, 179, **510**, 510, 511, 549, 553
- SUBS, 42, 48, 74, 75, 87, 91, 95, 97, 98, 109, 135, 137, 155, 156, 180, 279, 297, 310, 313, 324, 358, 400, 412, 414, 416, 438, 439, 461, 464, 471, 482, 487, 488, 501, 504, 505, **509**, 509, 512, 549, 553, 562–565, 567
- SUB, 45, 46, 48–52, 54–56, 61, 65–67, 69, 71, 72, 75–77, 79, 98, 109, 164, 197, 202, 204, 205, 211, 310, 313, 314, 324, 358, 385, 400, 404–406, 409, 417, 422, 423, 430, 439, 455, 466, 477, 486, 488, 491, 493, 499–501, **503**, 503–507, 509, 535, 537, 549, 553, 560, 562, 563, 567
- SUPPL, 180, **512**, 512, 549, 553
- SYNO, 419, 455, **513**, 513, 514, 549, 553, 567
- TEMP, 102, 142, 144, 146–148, 150, 153, 155, 156, 160, 163, 172, 174, 231, 266, 338, 409, 446, 452, 487, **514**, 514, 515, 549, 553, 564, 565
- VALR, 67, 69, 71, 72, 357, 358, 516, **517**, 517, 549, 553
- VAL, 49, 51, 54, 55, 65, 66, 69, 71, 72, 75, 109, 358, 417, 422, 424, 430, 434, 466, 477, 493, 501, **515**, 515–517, 531, 549, 553, 560–563
- VIA, 98, **518**, 518, 549, 553
- Relationsumschreibungen, 108
- Relevanz-Logik, 343
- Representation Trap, 338, 360
- Rhetorical Structure Theory, 267
- Rollen (KL-ONE), 336
- RST, 267
- Satz vom ausgeschlossenen Dritten, 300
- Satz von der doppelten Negation, 300
- Satzkoordination, 233
- SB-ONE, 17
- Schemata, 357
- Scripts, 348

- Selektionsbeschränkungen, 25  
 Semantic features, 26  
 Semantic markers, 272  
 Semantikmerkmale (Semantic Features)  
 – ANIMAL, 273, **274**, 275, 282  
 – ANIMATE, 273, **274**, 275, 385, 471  
 – ARTIF, 273, **274**, 275  
 – AXIAL, 273, **274**, 274  
 – GEOGR, 273, **274**, 274  
 – HUMAN, 273, **274**, 275, 385  
 – INFO, 273, **274**  
 – INSTIT, 273, **274**, 274, 275  
 – INSTRU, 273, **274**, 275  
 – LEGPER, 273, **274**, 275, 279  
 – MENTAL, 273, **274**, 276, 279, 471  
 – METHOD, 273, **275**  
 – MOVABLE, 273, **275**, 275, 282  
 – POTAG, 273, **275**, 275, 282, 416  
 – SPATIAL, 273, **275**, 387  
 – THCONC, 273, **274**, **275**, 387  
 semantisch deskriptive Komponenten, 87  
 semantisch funktionale Qualitäten, 57  
 semantisch primitive Darstellungsmittel, 6  
 semantisch quantifizierbare Qualitäten, 60  
 semantisch relationale Qualitäten, 57  
 semantisch relative Qualitäten, 57  
 semantisch restriktive Komponenten, 87  
 semantisch totale Qualitäten, 57  
 semantische Fundierung, 341  
 semantischer Kern, 323  
 Semantisches Netz (SN), 20  
 Sememe, 270  
 Shared Subpart Fallacy, 202  
 Sinnzusammenhang, 246  
 Situationslokalisierung, 134  
 situatives Wissen, 32, 35  
 Skopus, 88, 200  
 Slot, 68, 69, 89, 357  
 Slot-Name, 68  
 SNePS, 341  
 Sorten, 24, 271  
 – *abs*, 93, **380**, 414, 415, 418, 426, 439, 440, 443, 445, 446, 451, 455, 458, 461, 463, 464, 470, 471, 474, 479, 484, 494, 496, 502, 503, 505, 509, 512, 514  
 – *ab*, **380**, 387, 437, 440, 442, 492  
 – *ad*, **380**, 415, 425, 428, 429, 462, 470, 471, 518, 529  
 – *aq*, **383**, 384, 534, 535  
 – *as*, **380**, 415, 432, 433, 468, 497, 501  
 – *at*, 50, 57, 64, **380**, 416, 422, 423, 430, 449, 516  
 – *co*, 50, 79, 80, **380**, 387, 419, 463, 482, 485, 505  
 – *da*, 276, 279, **382**  
 – *dn*, **382**  
 – *dy*, 58, 80, 88, 89, 151, 153, **382**, 383, 389, 415, 425, 428, 429, 431, 462, 469–471, 518, 529  
 – *d*, 164, **380**, 471, 480, 483, 518, 523  
 – *ent*, 79, **379**, 420, 421, 457, 476, 501  
 – *fe*, 380, **385**, 454, 476, 477, 515, 517, 533  
 – *fq*, 57, **383**  
 – *gq*, 60, 61, 116, 117, 124, **383**, 384, 434, 490, 521, 536  
 – *gr*, 380, **384**, 529  
 – *io*, 25, **380**, 434, 470, 471, 480, 485, 486  
 – *lg*, **384**, 527  
 – *l*, 134, 164, 200, **383**, 387, 388, 423, 447, 459, 465, 466, 481, 485, 486, 500, 518, 523  
 – *md*, 181, 184, 188, **383**, 475, 531, 532  
 – *me*, 69, **384**, 536  
 – *mo*, **380**  
 – *mq*, 60, **383**  
 – *m*, 80, **384**, 465, 493, 527, 529, 536  
 – *na*, **380**  
 – *ng*, **384**, 528  
 – *nm*, **384**, 384, 536  
 – *nq*, 59, 69–71, **383**  
 – *nu*, **384**, 384, 454, 530, 533  
 – *oa*, **380**  
 – *oq*, **383**, 384, 533, 534  
 – *o*, 25, 124, 153, 164, 182, 200, 217, 303, **380**, 380, 387, 388, 414–416, 419, 422, 423, 425, 426, 445–449, 451, 452, 455, 458, 459, 462, 465–467, 469, 474, 478–482, 484, 486, 489, 492, 495–497, 500, 502–504, 510, 512, 514, 515, 517, 520, 521, 534  
 – *p*, 25, 57, 59, 64, 72, **383**, 432, 439, 443, 489–491, 515–517, 527, 535  
 – *qf*, **384**, 528, 536  
 – *ql*, 380, **383**, 384, 430, 431, 468, 474  
 – *qn*, 198, 380, **384**, 451, 455, 467, 473, 515, 517, 533  
 – *re*, 77, 79, **380**, 503, 505, 506, 508  
 – *rq*, 57, **383**, 384, 490, 491  
 – *sd*, 380, **382**  
 – *si*, 93, 164, 174, 182, 380, **382**, 387, 389, 414–416, 418, 420, 426, 434, 437, 440, 442, 445–447, 449, 451, 455, 458–466, 468–471, 474, 478, 479, 481, 484, 492, 494, 496, 497, 500, 502, 504, 506, 509, 510, 512, 514, 539, 540

- *st*, 58, 89, 108, 151, 153, **382**, 382, 415, 433, 434, 447, 468, 469, 497, 501
- *s*, 80, **380**, 483, 493
- *ta*, **380**, 418, 451, 458, 502, 514, 530
- *tq*, 59, 60, 80, 124, **383**, 384, 434, 489, 490, 521, 536
- *t*, 62, 164, 200, **382**, 387, 389, 418, 423, 451, 458, 485, 486, 502, 514, 515, 517
- Spezialisierungen, 46
- Sprache, 6
- Sprachspiel, 10
- Sprachwissen, 269
- Sprechakttheorie, 5
- Stelligkeit, 85
- Strukturelle Differenziertheit, 338
- Strukturierte Vererbungsnetze, 336
- Stufigkeit, 85
- Subkategorisierungsrahmen, 91
- subordinierende Konjunktionen, 227
- Substituierbarkeit, 97
- Subsumption, 336
- Superlativ, 116
- SVN, 336
- Syllogismen, 301
- syntaktisch-semantische Analyse, 12
- synthetische Aussagen, 246
  
- Target object, 131
- Temporal landmark, 143
- Tempus, 148
- Tense, 148
- Texte, 12
- thematische Rollen, 90
- Theorie der konzeptuellen Abhängigkeiten, 348
- Thetarollen, 90
  
- Tiefenkasusrelationen, 15, 90
- Tiefenstruktur, 15
- TKR, 15
- Topik, 202
- Transitivität, 121
- Truth-value gap, 216
  
- Universalität, 6
- Unterbegriff, 46
  
- Valenzen, 89
- Valenzrahmen, 91
- Value restrictions, 67
- Vererbungsmechanismen, 46
- Vererbungstyp „leave same“, 46
- Vererbungstyp „override“, 47
- Vollverb, 272
- Vorgänge, 58
  
- Weltwissen, 269
- Wert eines Merkmals, 57, 64
- WH-questions, 37
- Willensfreiheit, 250
- Wirkungsbereich, 200
- Wissensakquisition, 322
- Wortetikett, 19
  
- Z39.50, 324
- Zeit, 129
- Zeitintervall, 141
- Zeitpunkt, 143, 144
- Zeugma, 233
- Zustände, 58, 105
- Zustände (aktive), 107
- Zustandsverben, 88