

---

**Algorithmisierung der intuitiven  
Auswertung eines projektiven  
Testverfahrens zur Untersuchung  
motivationaler Veränderungen  
zwischen dem 4. und dem 6.  
Lebensjahr durch ein  
computergestütztes semantisches  
Expertensystem**

Gregor Kappler

---



München 2007

---

**Algorithmisierung der intuitiven  
Auswertung eines projektiven  
Testverfahrens zur Untersuchung  
motivationaler Veränderungen  
zwischen dem 4. und dem 6.  
Lebensjahr durch ein  
computergestütztes semantisches  
Expertensystem**

**Gregor Kappler**

---

Dissertation  
an der Fakultät für Psychologie und Pädagogik  
der Ludwig-Maximilians-Universität  
München

vorgelegt von  
Gregor Kappler  
aus Augsburg

München, den 2. Mai 2007

Erstgutachter: Prof. Dr. Norbert Bischof  
Zweitgutachter: Prof. Dr. Beate Sodian  
Tag der mündlichen Prüfung: 6. Juli 2007

## Zusammenfassung

Im Rahmen einer Untersuchung der kognitiven und emotionalen Entwicklung zwischen dem 4. und 6. Lebensjahr hat sich ein Test bewährt, bei dem Kinder mit einer projektionsfördernden Miniaturlandschaft frei spielen („Zwei-Berge-Versuch“). Projektive Verfahren werden wegen mangelhafter Auswertungsobjektivität in der wissenschaftlichen Psychologie kaum verwendet. Stattdessen werden Tests vorgezogen, die weniger komplexe aber auch weniger inhaltsreiche Daten produzieren (quantitative Methoden). Die intuitive, hermeneutische Auswertung „weicher“ projektiver Daten (qualitative Methoden) ist wegen ihrer Subjektivität nicht verlässlich. Erst eine formalisierte, und damit objektive Auswertung, die der Komplexität von projektiven Verfahren gerecht wird, wird wissenschaftlich anerkannt werden.

Zur Objektivierung der Auswertung dieses Tests wird jeder einzelne Spielschritt in einem hierfür entwickelten Computerprogramm formal codiert. Ein psychologisches Expertensystem erzeugt Assoziationen zu einzelnen Spielhandlungen, um deren Bedeutung im Computer verarbeitbar zu machen. Der Algorithmus fasst das Spielgeschehen in relevanten Aussagen zum gesamten Spiel zusammen. Anhand dieser erfolgt die Zuordnung zu einem Spieltypus durch neuronale Netze. Die Spieltypen, die sich während der intuitiven Auswertung bewährt hatten, waren: Harmonie, Instabilität, Spaltung und Konsolidierung. Die objektive Auswertung des Zwei-Berge-Versuchs korreliert hochsignifikant mit Theory of Mind (false-belief-Test) ( $r_{spearman}=.73$ ,  $p < 0.001$ ; nach Ausparialisieren des Alters  $r_{spearman}=.52$ ,  $p < 0.001$ ).

Die Ergebnisse sowie angewendete Strategien und mathematische Verfahren werden in der vorliegenden Dissertation berichtet. Die der algorithmischen Analyse semantisch komplexer Daten zugrundeliegenden Verfahren weisen über die Untersuchung hinaus. Sie sind von Interesse für die Bedeutung projektiver Verfahren in der Grundlagenforschung.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>8</b>
1.1	Projektive Verfahren in der Psychologie . . . . .	9
1.2	Moderne Computer und ihre Möglichkeiten . . . . .	18
<b>2</b>	<b>Entwicklungspsychologie des 4. und 5. Lebensjahres</b>	<b>20</b>
2.1	Kognitive Kompetenzen . . . . .	20
2.2	Familiäre Beunruhigung . . . . .	23
2.3	Detektorverschiebung als Erklärung der Wirkung veränderter Kognition auf das Emotionssystem . . . . .	23
<b>3</b>	<b>Methodik</b>	<b>32</b>
3.1	Stichproben . . . . .	32
3.2	Der Zwei-Berge-Versuch zum Erfassen motivationaler Variablen	33
3.2.1	Relevante Themenbereiche . . . . .	36
3.2.2	Das Zwei-Berge Verfahren als Gestaltungsverfahren . .	39
3.3	Klassifizierung . . . . .	40
3.3.1	Harmonie-Instabilität-Spaltung-Konsolidierung (HISK)	40
3.3.2	Naivität-Unsicherheit-Kompetenz . . . . .	44
3.3.3	Notation . . . . .	46
3.4	Hypothesen . . . . .	47
3.5	Das Programm . . . . .	47
<b>4</b>	<b>Schematischer Überblick über die algorithmisierte Auswertung</b>	<b>51</b>
4.1	Möglichkeiten und Grenzen einer standardisierten intuitiven Auswertung . . . . .	51
4.2	Die Auswertung des Zwei-Berge-Versuchs . . . . .	53
4.3	Das Regelwerk $\omega$ . . . . .	57
<b>5</b>	<b>Der Algorithmus</b>	<b>59</b>
5.1	Sprache . . . . .	59
5.1.1	Transkription . . . . .	60
5.1.2	Die Syntax der Sprache . . . . .	65
5.1.3	Das Volumen der Sprache . . . . .	67
5.2	Das psychologische Expertensystem I . . . . .	69
5.2.1	Inferenzmaschine . . . . .	69
5.2.2	Psychologische Wissensbasis . . . . .	71
5.2.3	Beispiel: Aggression und Konflikt . . . . .	76
5.2.4	Formalisierung . . . . .	79

5.2.5	Debugging . . . . .	86
5.3	Das psychologische Expertensystem II . . . . .	88
5.3.1	Informationsflüsse . . . . .	92
5.3.2	Die Analyse während der Eingabe . . . . .	93
5.3.3	Reduktion . . . . .	94
5.4	Merkmale und Aussagen . . . . .	95
5.4.1	Trigger . . . . .	99
5.5	Neuronale Netze . . . . .	105
5.5.1	Eingangs- und Triggerelemente . . . . .	107
5.5.2	Ausgangselemente . . . . .	110
5.5.3	Featureschicht . . . . .	110
5.5.4	Parameteroptimierung durch Lernen . . . . .	112
5.5.5	Fitting, Overfitting und Underfitting . . . . .	116
5.6	Lernmenge . . . . .	118
<b>6</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>120</b>
6.1	Klassifizierung anhand von Theory of Mind ( <b>NUK</b> ) . . . . .	120
6.2	Rekonstruktion der intuitiven Klassifizierung ( <b>HISK</b> ) . . . . .	125
<b>7</b>	<b>Diskussion</b>	<b>129</b>
7.1	Die Alternative: feste Verdrahtung von Regeln . . . . .	129
7.2	Training des Regelnetzes . . . . .	131
7.3	Zusammenfassung . . . . .	136
<b>A</b>	<b>Übertragungstabellen</b>	<b>144</b>
<b>B</b>	<b>Formeln</b>	<b>145</b>
B.1	Distanzcluster . . . . .	145
B.2	Schwellwertfunktionen und logistische Funktion . . . . .	145
B.3	Die soft-max Funktion . . . . .	146
B.4	Die Fehlerfunktion . . . . .	147
B.4.1	Kullback-Leibler-Divergenz . . . . .	147
B.4.2	Fehlermaß bei bekanntem Ziel . . . . .	148
B.4.3	Fehlermaß bei unbekanntem Ziel . . . . .	148
B.4.4	Bedingungen der Zwischenergebnisse . . . . .	149
B.5	Erwartbare Evidenz . . . . .	149
B.6	Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman . . . . .	150
<b>C</b>	<b>Ikonen der Beziehungsdiagramme</b>	<b>151</b>

---

<b>D</b>	<b>Konzepte</b>	<b>153</b>
D.1	T: Affiliation . . . . .	153
D.2	T: Aggression . . . . .	155
D.3	T: Aktion und Konsequenz . . . . .	156
D.4	T: Alltagsleben . . . . .	158
D.5	T: Angst/Mut . . . . .	159
D.6	T: Bedingungen . . . . .	160
D.7	T: Befinden . . . . .	161
D.8	T: Besitz und Territorialität . . . . .	162
D.9	T: Coping (vorläufig) . . . . .	163
D.10	T: Eigenschaften . . . . .	167
D.11	T: Hierarchie (vorläufig) . . . . .	169
D.12	T: Identifikation und Grenzen (vorläufig) . . . . .	172
D.13	T: Kompetenz . . . . .	175
D.14	T: Konflikt . . . . .	186
D.15	T: Kontakt . . . . .	188
D.16	T: Physik . . . . .	190
D.17	T: Prosozialität . . . . .	191
D.18	T: Sicherheits- und Erregungsmotivation . . . . .	193
D.19	T: Sympathie/Antipathie . . . . .	198
<b>E</b>	<b>Metaparameter zum Lernen der Netzwerke</b>	<b>200</b>
E.1	Metaparameter für $\mathfrak{A}_{NUK}$ . . . . .	200
E.2	Metaparameter für $\mathfrak{A}_{HISK}$ . . . . .	201
	<b>Literatur</b>	<b>203</b>
	<b>Danksagung</b>	<b>208</b>
	<b>Lebenslauf</b>	<b>209</b>

## 1 Einleitung

Der Verzicht auf die inhaltsreichen Daten projektiver, „weicher“ psychologischer Verfahren erschwert die Erforschung großer Bereiche der Psychologie. Die intuitive, hermeneutische Auswertung dieser Daten ist wegen ihrer Subjektivität aber nicht verlässlich. Da bisher keine objektive Auswertung solchen Materials bekannt ist, wird es nur ungern für die Erforschung einer Frage verwendet. Die vorliegende Dissertation stellt eine formalisierte, und damit objektive Auswertung vor, die der Komplexität eines projektiven (qualitativen) Testverfahrens gerecht wird. Im Rahmen einer Untersuchung der kognitiven und emotionalen Entwicklung zwischen dem 4. und 6. Lebensjahr hat sich ein Test bewährt, bei dem Kinder mit einer projektionsfördernden Miniaturlandschaft frei spielen („Zwei-Berge-Versuch“). Zur Objektivierung der Auswertung dieses Tests wird jeder einzelne Spielschritt in einem hierfür entwickelten Computerprogramm formal und weitgehend informationserhaltend codiert. Ein psychologisches Expertensystem erzeugt Assoziationen zu einzelnen Spielhandlungen, um deren Bedeutung im Computer verarbeitbar zu machen. Das Spielgeschehen wird dann in relevanten Aussagen über das gesamte Spiel zusammengefasst. Anhand dieser erfolgt die Zuordnung zu einem Spieltypus durch neuronale Netze. Die objektive Auswertung des Zwei-Berge-Versuchs korreliert hochsignifikant mit Theory of Mind (false-belief-Test) ( $r_{\text{spearman}}=.73$ ,  $p < 0.001$ ; nach Auspartialisieren des Alters  $r_{\text{spearman}}=.52$ ,  $p < 0.001$ ).

Die objektive Auswertung mithilfe der vorgestellten Methoden weist über das Zwei-Berge-Versuch hinaus. Grundsätzlich wäre eine Übertragung des Verfahrens allgemein auf vertextbares Material denkbar.

## 1.1 Projektive Verfahren in der Psychologie

Die Psychologie setzt sich seit den ersten experimentellen Studien intensiv mit den Bedingungen ihrer Wissenschaftlichkeit auseinander. Ihr Forschungsgegenstand ist hochgradig komplex und dem Forscher strukturell gleich. Als Naturwissenschaft soll die Psychologie verlässliche und klar formulierte Erkenntnisse über menschliches Verhalten und Erleben zusammentragen. Ihr Anspruch und Ehrgeiz ist sicher, die Gefilde bloß plausibler Spekulation zu verlassen, Erkenntnisse zu fördern, die objektiv gelten, und deren Behauptungen keine Glaubenssätze mehr, sondern prüfbare Hypothesen darstellen. Zugespitzt kann man sagen: Die wissenschaftliche Psychologie will nicht für den Literaturnobelpreis vorgeschlagen werden!

Es ist unvermeidbar, dass die Forschung, insbesondere die Theoriebildung, hochgradig vom Menschenbild der Forscherperson abhängt. Darüber hinaus steht der psychologischen Forschung kein konsequentes Begriffs-, geschweige denn Notationssystem zur Verfügung wie beispielsweise der Physik oder der Mathematik. Es kann dieser Wissenschaft also nicht leicht fallen, sich auf verbindliche Konzepte und Begriffe zu einigen.

Deshalb wird im wissenschaftlichen Diskurs höchster Wert auf die Erhebung einfacher Daten gelegt. Darunter fallen Zeitmessungen aller Art (z.B. Reaktions-, Fixationszeiten), Leistungstests und auch Likert-Skalen in Fragebögen. Diese Daten sind dann direkt einer statistischen Analyse zugänglich. Ihnen wird viel Vertrauen entgegengebracht, vor allem weil ihnen durch ihre abstrakte Qualität und einfache Beobachtbarkeit keinerlei Verdacht der Subjektivität zufällt. Objektive Daten dieser Art werden im Folgenden „harte Daten“ genannt.

Die vorliegende Dissertation entstand im Rahmen von Forschungsprojekten, welche die Zusammenhänge kognitiver und motivationaler Entwicklungen vom vierten bis zum sechsten Lebensjahr untersuchten. In diesen Projekten kamen als Tests für kognitive Kompetenzen erprobte und allgemein aner-

kannte Verfahren wie z.B. Verfahren von der Art „Maxi-und-die-Schokolade“ zum Einsatz (Perner, Leekam & Wimmer 1987). Diese Verfahren produzieren „harte“ Daten. Sie alle zielen auf die Untersuchung der Frage, inwieweit eine kognitive Kompetenz beim Kind vorhanden ist. Letztlich erzeugen sie Ergebnisse von der Art: „das Kind kann Aufgabe *A* lösen“ oder „das Kind kann Aufgabe *A* nicht lösen“. Da Entwicklungen meist nicht ganz so plötzlich vonstatten gehen, wird manchmal noch eine Zwischenkategorie eingeführt. Die Daten entsprechen der Zuweisung des Ausprägungsgrades einer zugrundeliegenden Kompetenz. Das Vorgehen eines Wissenschaftlers bei der Konstruktion eines solchen Tests lässt sich schematisch wie folgt beschreiben (vgl. Abb. 1): Durch seine gute Kenntnis des Forschungsbereichs und -gegenstands (als gelbe, diffuse Wolke dargestellt), entwickelt der Wissenschaftler eine elaborierte Anmutung vom Phänomenbereich. Diese enthält Theorien über ein Funktionsgefüge, über Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten. In den Theorien verwendete Konstrukte manifestieren sich in der Realität nicht als diese selbst, sie treten vielmehr als beobachtbare Zusammenhänge im Verhalten in Erscheinung. (Zum Beispiel ist eine Antwort im „Maxi-und-die-Schokolade“-Test eine beobachtbare Größe, und es wird allgemein angenommen, dass sie mit relativ geringer Streuung das Konstrukt „Theory of Mind“ (ToM) messen kann.) Um einen Zusammenhang zwischen zwei (vorerst postulierten) Konstrukten *A* und *B* zu testen (in der Abbildung rote Pfeile), müssen zuerst zwei Tests konstruiert werden, deren Ergebnisse möglichst wenig (Stör-)Einflüsse anderer und vielleicht unbekannter Effektoren enthalten. Das kann durch eine Rotationsmetapher veranschaulicht werden. Durch die Versuchsbedingungen sollen alle „störenden“ Determinanten für das Verhalten der Versuchspersonen in den fraglichen Tests so kontrolliert werden, dass sie sich in den operationalisierten Verhaltensaspekten nicht mehr manifestieren. Diese Orthogonalität ist in der Graphik durch die rechten Winkel der anderen Determinanten (Vektoren) auf den Experimenten veranschaulicht, welche die Konstrukte *A* und *B* messen sollen. Der Entwurf der Experimentalbedingungen beinhaltet eine Operationalisierung der Konzepte. In den Experimentalbedingungen beob-

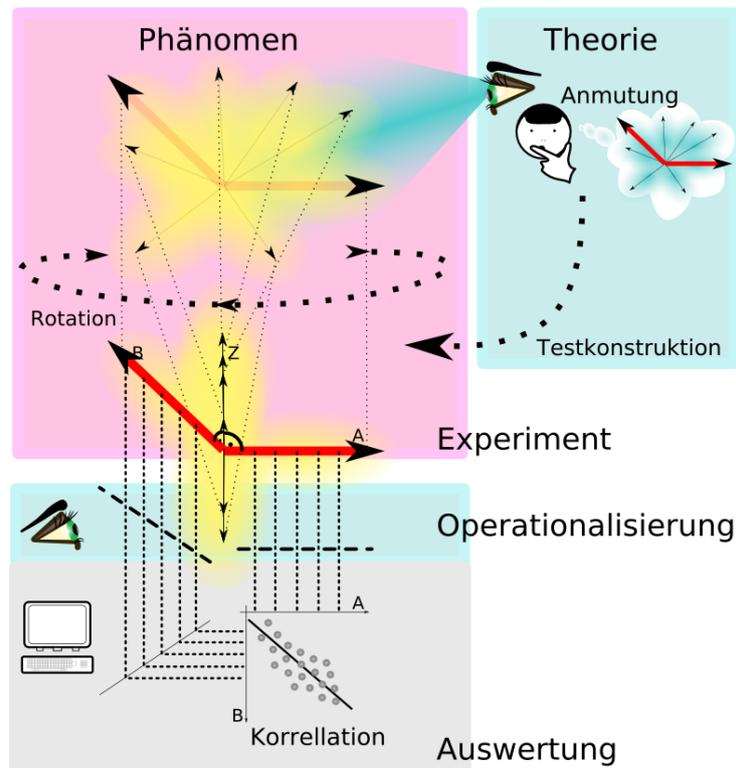


Abbildung 1: schematische Darstellung des Vorgehens bei einer einfachen Operationalisierung

achtet ein Auswerter das Verhalten der Versuchspersonen und überführt es nach einem festgelegten Schema in einen Ergebniswert (dargestellt durch die Lochmaske in Abb. 1). Zum Beispiel folgt er der Regel, dass ein „ja“ die korrekte Antwort, alles andere eine falsche Antwort sei. Die Operationalisierungen stellen die hinreichende Objektivität der Ergebnisse sicher. Unter Objektivität wird in der Psychologie nur selten Objektivität ganz ohne einen Beitrag menschlicher Informationsverarbeitung verstanden. Wenn die Operationalisierungsregeln so gefasst sind, dass dieser Überführungsprozess bei allen möglichen Auswertern (bis auf einen geringen Streufehler) dieselben Ergebnisse ergibt, ist es in der Psychologie auch üblich, von Auswertungsobjektivität im Sinne von Intersubjektivität zu sprechen. Dabei ist besonders wünschenswert, dass auch ein Auswerter, der die geprüften Hypothesen nicht

kennt (hypothesenblind), dieselben Ergebnisse produziert. Wenn in der Untersuchung von Kindern mündliche Fragen gestellt werden und diese dann auf Basis einer Video- oder Audioaufzeichnung ausgewertet werden, so geschieht das stets unter Rückgriff auf menschliche Informationsverarbeitung. Die Kodierung eines „ja“ als richtige Antwort wird aber aller Voraussicht nach auch von einem hypothesenblinden Auswerter korrekt erfolgen können. Der Rückgriff auf Auswerter, und die dadurch bedingte Gefährdung für die Objektivität ist in der Abbildung durch den blauen Hintergrund gekennzeichnet. Die Subjektivität bei Verfahren mit harten Daten ist kontrolliert, wenn die Überföhrungsoperationen einfach sind, und so bei Anfechtungen mit gutem Gewissen zur Replikation des Experiments aufgefordert werden kann.

Im Anschluss an eine Auswertung können Zusammenhänge zwischen den operationalisierten Variablen nun durch ein Statistikpaket (z.B. SPSS) als Korrelationskoeffizienten berechnet werden. Von diesem Punkt an ist die Verarbeitung der Daten vollkommen transparent und letztlich als ein (wie auch immer komplexer) Algorithmus darstellbar. Die wissenschaftliche Objektivität ist während der weiteren Berechnung nicht mehr gefährdet.

Es gibt abgesehen von derlei „harten“ eine große Menge an Daten, an deren *grundsätzlicher* Reichhaltigkeit gerade hinsichtlich psychologischer Fragestellungen kaum gezweifelt werden kann. Darunter fällt insbesondere vertextbares Material aller Art (u. a. Interviews, Tagebücher, Traumschilderungen). Die Verfahren genießen zum Teil große Popularität unter Laienpsychologen und stehen aus gutem Grund in der scientific community in keinem guten Ansehen: Es gilt als sicher, diese Daten seien einer objektiven Analyse nicht zugänglich. Deshalb seien sie zur Prüfung von wissenschaftlichen Hypothesen unbrauchbar. Entsprechend wird auf ihre Verwendung in der wissenschaftlichen Psychologie derzeit weitgehend verzichtet. Daten dieser Art werden im Folgenden „weiche Daten“ genannt.

Häufig werden Verfahren mit „weichen“ Daten auch qualitative Verfahren,

und Verfahren mit „harten“ Daten quantitative Verfahren genannt. Diese Wortmarken legen nahe, dass qualitative Verfahren sich grundsätzlich einer formalen Auswertung mit mathematischen Größen entziehen würden. Die vorliegende Arbeit will jedoch demonstrieren, dass Daten, die bisher ausschließlich qualitativ auswertbar schienen, durchaus anhand einer komplexen aber letztendlich objektiven Berechnung analysiert werden können. Insofern sind diese Wortmarken inhaltlich irreführend. Aus diesem Grund werde ich sie im folgenden durch „weiche“ und „harte“ Daten bzw. intuitive bzw. objektive Auswertung ersetzen.

Typische Experimente, die „weiche Daten“ hervorbringen, sind die sogenannten projektiven Verfahren. Ziel dieser Verfahren ist es, Deutung und Gestaltung anzuregen (Heckhausen 1960). Dazu wird ein Kontext geschaffen, der Äußerungen der VP erwartbar macht, die für eine psychologische Interpretation interessant und fruchtbar sind. Entweder wird den Probanden dazu anregendes Material vorgelegt, welches sie zu interpretieren haben (Deutungsverfahren); oder das Material ist der Ausgangspunkt für Phantasietätigkeit der Probanden, deren Zeugnisse dann ausgewertet werden (Gestaltungsverfahren). In der Bezeichnung „projektiv“ spiegelt sich die Annahme wider, durch das Verfahren könne man eine Abbildung eines bestimmten Aspekts der Psyche erhalten, die es anschließend korrekt zu interpretieren gilt (Murstein & Pryer 1959; Chase 1960; Murstein 1961). Zum Beispiel würden eigene Ängste und Motivationen vom Probanden als eine Eigenschaft des Materials rezipiert und entsprechend vom Probanden beschrieben werden. Ein Proband, in dessen Leben Versagensängste eine zentrale Rolle spielen, würde dementsprechend eine Tendenz aufweisen, auf Scheitern und Leistung bezogene Themen in uneindeutigem Material zu finden. Ein vermeidend unsicher gebundenes Kind würde kaum spielen, dass die Kindfigur von der Mutterfigur ausgiebig getröstet wird, nachdem die Kindfigur sich weh getan hat, sondern eher den Schmerz herunterspielen (Minimierungsstrategie).

Wegen ihres Rufes der Unauswertbarkeit handelt es sich bei den projektiven

Verfahren großteils um vergleichsweise alte Verfahren (Rorschach begann an seinem Test um 1911 zu arbeiten, der thematische Apperzeptionstest (TAT) wurde in den 1930er Jahren von Murray und Morgan entwickelt). Die Bindungsforschung verwendet mit den Geschichten-Ergänzungs-Verfahren gegenwärtig Tests, die den Gestaltungsverfahren nach Heckhausen zuzuordnen sind (Bretherton, Ridgeway & Cassidy 1990; Gloger-Tippelt, Gomille, Koenig & Vetter 2002; Gomille & Gloger-Tippelt 1999; Gloger-Tippelt 1999). Eine Deklaration als „projektiv“ wird aber umgangen.

Die Workmarke „projektiv“ als Spezifikum dieser Verfahren ist jedoch irreführend. Persönlichkeitsfragebögen mit geschlossenen Fragen und Antworten auf einer Likert-Skala (5-stufig von „trifft überhaupt nicht zu“ bis „trifft voll und ganz zu“) enthalten häufig ebenfalls Items, denen projektive Annahmen zugrundeliegen. Der zentrale Unterschied liegt vielmehr darin, dass bei Verfahren mit harten Daten dem Forscher theoriefreundliche Verzerrung während der Auswertung verwehrt wird. Fragebögen mit Likert-skalierten Items sind objektiv operationalisiert. Mithilfe der Testtheorie und Faktorenanalyse können Haupt- und Nebenfaktoren identifiziert werden, welche den größten Teil der Daten erklären. Ganz anders bei den sogenannten projektiven Verfahren: Deutungsverfahren wie der Rorschachtest sind noch einigermaßen überschaubar, da sie nur Nennungen von Nomina enthalten. Exner und Erdberg hat dafür beispielsweise ein Scoring-System erarbeitet (Exner & Erdberg 2005). Das Ergebnismaterial des thematischen Apperzeptionstests (TAT) besteht aus kleinen Texten, und weist insofern ungeheure Freiheitsgrade auf. Die Auswertung solcher Verfahren ist entsprechend diffizil. In die Datenfülle eines Gestaltungsverfahrens könnte ein Forscher systematisch jene Eigenschaften „hineininterpretieren“, die er für die theoriekonforme Einschätzung des Materials braucht. Eine solche Verfälschung wäre intransparent, und könnte nur schlecht durch eine Replikation aufgedeckt werden.

Textdaten sind offenbar nicht direkt und unmittelbar einer statistischen Auswertung zuführbar. Es ist sehr schwer eine Operationalisierung anzugeben,

mit deren Hilfe das Material wie in Abb. 1 von unterschiedlichen Auswertern eindeutig in Klassen eingeteilt werden könnte. Der Komplexität und Hochdimensionalität der Semantik weicher Daten wird in der Praxis durch hermeneutische Auswerteverfahren beizukommen versucht. Dabei verfährt ein Auswerter schematisch folgendermaßen (vgl. Abb. 2):

Er entwickelt auf der sehr breiten Datenbasis des ungefilterten Materials (einem Text, einem Video mit einem Gespräch, eine Tonaufzeichnung o. ä.) eine Anmutung. Dazu verarbeitet er eine große Menge an Zeichen verschiedener Modalität (Mimik, Blick, Stimme, Sprache, etc.). Diese Zeichen werden zum Einen mithilfe allgemein menschlicher perceptiver und kognitiver Fähigkeiten (Raumwahrnehmungen etc.), zum Anderen durch das Wissen über die gebräuchlichen Codes des Kulturkreises (Sprache, soziale Codes etc.) und das Expertenwissen (psychologische Theorien) erschlossen. Darüber hinaus vertraut der Auswerter auf seine geschulte Empathie als psychologischer Experte. Es bildet sich so eine zunehmend elaborierte Anmutung von der Versuchsperson auf der Grundlage impliziter, bestenfalls teilweise explizierbarer Theorien. Sie fließt dann in eine Klassifizierung, eine Diagnose oder ein Gutachten ein. Bei diesem hermeneutischen Vorgehen handelt es sich um ein Auslegungsverfahren. Ironischerweise lässt sich auf diesen Auswertungsprozess genau die Definition des Deutungsverfahrens nach Heckhausen (Heckhausen 1960) anwenden: Die Struktur der Auswertung ähnelt der des ausgewerteten projektiven Tests. Der Forscher hat bei der Klassifizierung seine Überzeugungen, sein Menschenbild und impliziten Theorien im Hinterkopf. Diese (kaum explizierbaren) Variablen stellen Grundlage und Begriffssystem seines Urteilens dar. Sie beeinflussen beim dargestellten Auswertungsvorgehen die Ergebnisse auf nicht nachvollziehbare Weise und es schleichen sich systematische Verzerrungen ein. Dies ist in Abbildung 2 durch die blau eingefärbten Pfade von der Datenerhebung zum Befund dargestellt. Mit zunehmender Komplexität der Informationsverarbeitung und der Urteile nimmt auch die Individualität des Urteils bzw. der „Fehler“ zu, in der Abbildung dargestellt durch die roten Pfeile und Käfer. Intuitive Auswertungen kranken notorisch

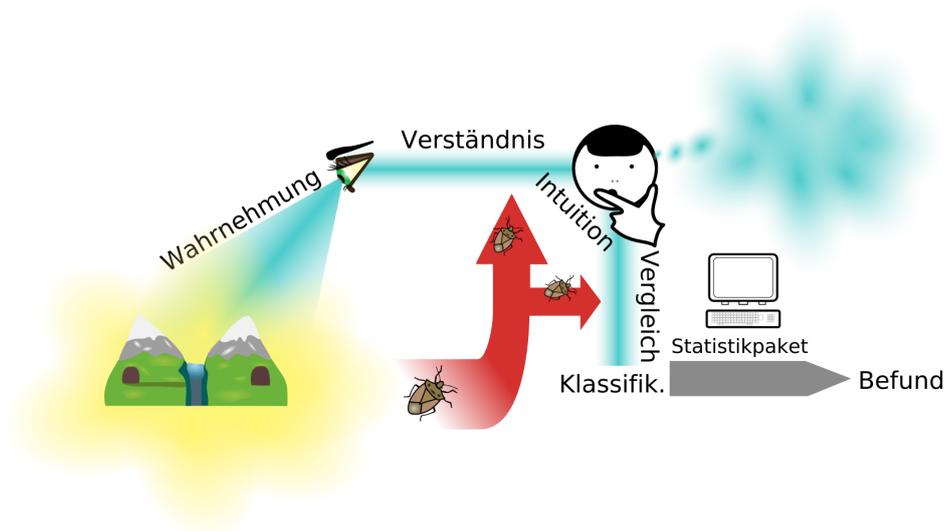


Abbildung 2: schematische Darstellung des Vorgehens bei einer intuitiven Auswertung

daran, dass sie sich gegen den Vorwurf nicht verteidigen können, der Forscher hätte nur gefunden, was er finden wollte.

Selbst die beste hermeneutische Auswertung ist letzten Endes intuitiv. Die überzeugendsten Begründungen erfüllen offenbar nicht jene berechtigten Forderungen, welche von Experimenten mit harten Daten erfüllt werden können. Der kritische Einwand, gute Gründe machten die Auswertung noch nicht transparent, kann nicht grundsätzlich ausgeräumt werden. Alle mir bekannten Auswertungsverfahren für projektive Tests erarbeiten einen stark spezialisierten Expertenschlüssel. De facto beschäftigt sich ein eingeschworener Kreis von Forschern mit einem projektiven Verfahren und seinen Ergebnissen. Der Schlüssel enthält Kriterien, für deren Beurteilung durch den Auswerter ein gerüttelt Maß Intuition herangezogen werden muss (Bretherton et al. 1990; Gloger-Tippelt et al. 2002; Gomille & Gloger-Tippelt 1999; Gloger-Tippelt 1999). TAT und Rorschach gelten manchem Psychologen geradezu als unauswertbar ohne fundierte (und von dem eingeschworenen Kreis ausgebildete) psychologische Intuition. Sie erfordern ausnahmslos intensives

Training der Auswerter (Reliabilisierung). Durch das Training der Auswerter wird jedoch wiederum die Intransparenz der Verfahren befördert. Meist teilt ein Kreis von Verfechtern einer Richtung dieselben impliziten theroretischen Annahmen und Auffassungen vom Gegenstand. Die Mitglieder mögen – ohne es zu merken – andere Kriterien zur Hand nehmen, als ihnen die methodische Strenge erlauben würde. Es kann *nicht* gewährleistet werden, dass jeder, auch ein hypothesenblinder Auswerter, unabhängig zum selben Ergebnis gelangen muss, wenn er sich an ein festgelegtes Schema hält. Mit einem Wort: projektive Verfahren sind gegenwärtig fast nicht einsetzbar, da ihre Ergebnisse notorisch schwer gegen Anfechtungen in puncto Reliabilität und Validität zu verteidigen sind. So wird die Hermeneutik zur Ultima Ratio bei der Auswertung weicher Daten: Sie kommt dann zum Einsatz, wenn einerseits dem beobachteten Phänomen auf andere Weise partout nicht beizukommen ist, man aber andererseits auf seine Auswertung nicht verzichten will.

Da die Auswertung weicher Daten gemäß der verbreiteten Meinung eine hermeneutische Auswertung erzwingt, wird deshalb ihre Verwendung in wissenschaftlichen Studien kaum mehr erwogen.

Die Vorzüge von Verfahren mit harten Daten liegen auf der Hand: Sie eignen sich besonders gut zum Messen von Kompetenzen. Auf Kompetenz- und Fehlermessungen beruht vorrangig die Untersuchung von Kognition. Es scheint mir daher kein Zufall, dass sich die wissenschaftliche Psychologie gegenwärtig auf die Untersuchung von Kognition fokussiert.

Es handelt sich um eine sehr umfassende Annahme, dass mit Rotation bzw. Orthogonalisierung des Phänomenbereichs auf eindimensionale, leicht zu operationalisierende „harte Daten“ der gesamte Gegenstandsbereich der Psychologie zugänglich sei. Es erscheint mir fraglich, ob es sich die Psychologie tatsächlich leisten kann, auf weiche Daten zur Theoriebildung völlig zu verzichten.

## 1.2 Moderne Computer und ihre Möglichkeiten

Moderne Computer haben den Bereich des Berechenbaren enorm erweitert. Aus den modernen Wissenschaften sind diese Werkzeuge nicht mehr wegzudenken. In der Psychologie werden sie bisher leider meist nur eingesetzt, um vergleichsweise einfache statistische Berechnungen der Zusammenhänge von Variablen durchzuführen (vgl. Abb. 1).

Ziel der vorliegenden Dissertation ist es, die Rechenkapazität moderner Computer zu nutzen, um die Auswertung eines exemplarischen projektiven Gestaltungsverfahrens so weitgehend zu formalisieren, dass sie hinsichtlich ihrer Objektivität einen Vergleich mit harten Daten nicht mehr zu scheuen braucht. Bei den Daten handelt es sich um das freie Spiel von Kindern im vierten bis sechsten Lebensjahr mit vorgegebenem Material. Die Spiele wurden als Folge einzelner Spielhandlungen protokolliert. Die Datenbasis sollte bewusst möglichst breit bleiben. Das Material wird dann durch Algorithmen vollständig automatisch klassifiziert. Dabei wird möglichst analog zur intuitiven Auswertung vorgegangen (Abb. 3). Der Algorithmus folgert aus den eingegebenen Spielhandlungen in einem Assoziationsschritt die psychologische Bedeutung mithilfe eines semantischen Expertensystems (aus der Protokolleingabe 'Vater haut den bösen Zauberer.' folgert er: 'Vater konfliktiert mit dem bösen Zauberer.'). Danach ordnet er Merkmale des gesamten Spielprotokolls nach selbst gefundenen Regeln verschiedenen Spieltypen zu. So kann er am Ende eine als Wahrscheinlichkeitswerte vorliegende Klassifikation der Spiele in diese Typen erstellen.

Der Einfluss subjektiver und impliziter Theorien ist auf die Konstruktion der Algorithmen beschränkt. Die so formalisierte Intuition wird in der Folge konsequent und nachvollziehbar auf alle Daten gleichermaßen angewandt. Der Weg von der Datenerhebung zum Befund enthält hier (vgl. Abb. 3) keine durch Subjektivität bestimmten Pfade mehr. Die Subjektivität des Forschers ist somit ebenso wie bei Tests kognitiver Kompetenzen kontrolliert.

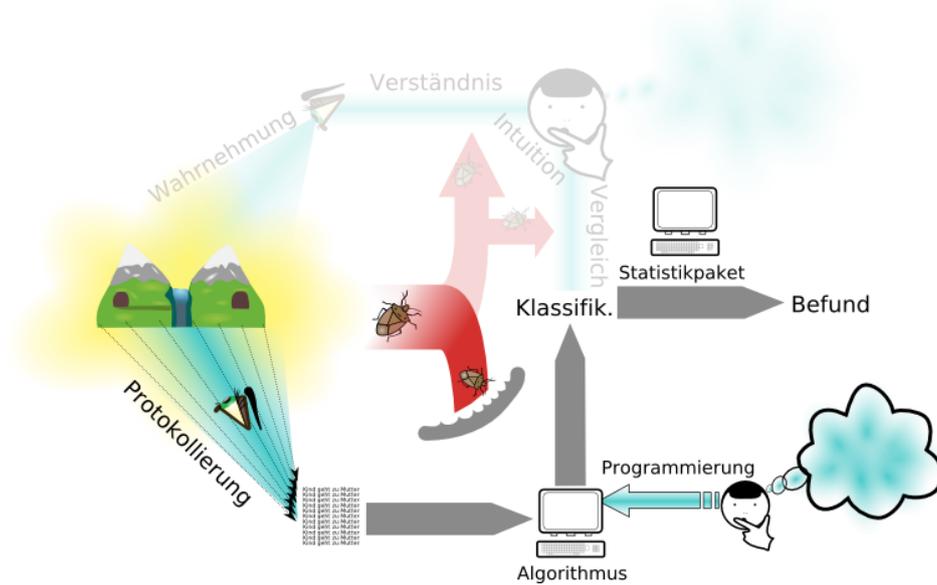


Abbildung 3: schematische Darstellung des Vorgehens bei einer algorithmischen Auswertung

Der Einfluss von Subjektivität auf die Algorithmenkonstruktion entspricht jenem Einfluss des Forschers auf Testkonstruktion und Auswerteschlüssel bei den kognitiven Experimenten. Der Einfluss von Subjektivität bei der Protokollierung geht über das bei Auswertungen Übliche nicht weit hinaus. Die Intransparenz subjektiv-intuitiver Urteile wird in diesem Verfahren durch vollständige Formalisierung beseitigt.

## 2 Entwicklungspsychologie des 4. und 5. Lebensjahres

Der Wandel menschlicher Kognition im Verlauf der Ontogenese besteht nicht in der gleichmäßigen Verbesserung einer allgemeinen Verarbeitungskapazität. Die menschliche Entwicklung durchläuft vielmehr Episoden drastischen Fortschritts. Vor allem Befunde über kognitive Kompetenzen bei Kindern weisen darauf hin, dass in Phasen beschleunigter Entwicklung während ontogenetisch kurzer Zeit dem Denken ganze Module neu zur Verfügung gestellt werden. Seit einigen Jahren genießt die kognitive Entwicklung um den vierten Geburtstag besondere Aufmerksamkeit. In diesem Alter entwickeln sich besonders eindrucksvolle Kompetenzen spezifisch menschlicher Kognition. Dieser bemerkenswerter Wandel des kindlichen Denkens vollzieht sich zeitgleich in unterschiedlichen Bereichen.

### 2.1 Kognitive Kompetenzen

Vor dem Einsetzen dieser Entwicklung interpretiert ein Kind die Welt nach Piaget auf Basis seiner „egozentrischen Weltsicht“. Bischof-Köhler (2000) schildert ein solches Kind als naiven Realisten: Die Welt ist das, was es sich unter ihr vorstellt. Für Kinder gibt es in dieser Phase noch nicht verschiedene Subjekte mit eigenen Repräsentationen der Wirklichkeit. Insbesondere verstehen Kinder dieses Alters metakognitive Begriffe wie Irrtum, Glauben, Wissen oder Täuschung noch nicht in ihren Bedeutungen als mentale Vorgänge (Chandler, Fritz & Hala 1989; Bartsch & Wellman 1989; Wimmer & Perner 1983; Sullivan & Winner 1993).

Im Standardtest für Theory of Mind beobachtet die Versuchsperson, dass in der Abwesenheit einer Person A ein Objekt an einen anderen Ort gestellt wird („Maxi und die Schokolade“, Perner et al. 1987; Perner & Lang 2000). Die Person A wusste, wo sich das Objekt vor der Ortsvertauschung befand.

Durch den Vorgang wird sie also „getäuscht“ und hat im Folgenden eine irrige Meinung (false belief) vom Ort des Objekts. Untersucht wird nun, welche Annahmen das Kind darüber hat, wo die getäuschte Person nach dem Gegenstand sehen wird. Kinder vor ihrer Theory of Mind-Entwicklung nehmen an, dass die getäuschte Person dort nachsehen würde, wo sich der Gegenstand *tatsächlich* befindet. Offenbar verstehen sie nicht, dass erst die Verfügbarkeit der Information über den Ortswechsel die Repräsentation des Ortes eines Gegenstandes verändert.

Parallel zur Theory of Mind entwickeln sich Zeitverständnis und die Fähigkeit zur zeitlichen Planung. Die Fähigkeit zur Planung bringt mit sich, dass das Kind nun aktuelle Motivationen zugunsten zukünftiger zurückstellen kann (Exekutive Funktionen, Cole & Mitchell 2000; Perner & Lang 2000; Russell 1997). Darüber hinaus entwickeln die Kinder innerhalb derselben Zeitspanne eine zeitstabile Vorstellung ihres Geschlechts und die Unterscheidung von Sein und Schein (Bischof-Köhler 2000; Flavell 1986; Gopnik & Slaughter 1991).

Die Kinderforschung spaltet sich nach Chandler et al. (1989) in zwei theoretische Lager, die sich uneins darüber sind, wann die Grundlagen von Theory of Mind in der ontogenetischen Entwicklung gelegt werden. Jene, die von einem sehr frühen Beginn der Theory of Mind-Entwicklung ausgehen, Chandler et al. nennen diese Gruppe „*booster*“, verweisen als Belege für frühe und früheste Theory of Mind-Kompetenz auf Fähigkeiten zu interpersonalen und sozialen Bezugsleistungen in der kindlichen Informationsverarbeitung. Als frühe Kompetenzen werden social referencing (Rochat & Striano 1999), deklaratives Zeigen (Camaioni, Perucchini, Bellagamba & Colonnese 2004), gemeinsame Aufmerksamkeit, das Verwenden von mentalistischen Begriffen mit 3 Jahren (Bretherton & Beeghly 1989) angeführt. Die Markierung als „frühe“, „Level 1“ oder „implizite“ Theory of Mind verweist darauf, dass der Kompetenzzuwachs um den vierten Geburtstag auch von der Gruppe der *booster* für markant genug gehalten wird, um eine Unterscheidung zu rechtfertigen

(Flavell, Everett, Croft & Flavell 1981). Den boostern stehen die von einem späteren Beginn ausgehenden Skeptiker (im Englischen „*scoffer*“) gegenüber. Diese gehen davon aus, dass Kinder vor dem vierten Lebensjahr noch nicht in der Lage sind, mentale Zustände anderer Personen aufzufassen, auch wenn diese der Wirklichkeit nicht entsprechen. Die kindliche Repräsentation der Wirklichkeit überdeckt alle anderen möglichen Perspektiven und das Kind erlebt seine Umwelt aus seiner eigenen egozentrischen Perspektive. Als das Zentrum der Argumentationen beider Gruppen lässt sich die Frage nach dem Zeitpunkt des Entstehens der Anlagen für menschliche kognitive Leistungen ausmachen.

Der Stand der Forschung zur kognitiven Entwicklung im Alter zwischen drei und fünf Jahren ist von Bischof-Köhler (2000) im Detail beschrieben. Bischof-Köhler führt dort die Kompetenzen der Theory of Mind und des Zeitverständnisses auf ein sich entwickelndes kognitives Modul zurück, welches den Kindern allgemein die Reflektion auf Bezugssysteme ermöglicht. Erst Theory of Mind macht es möglich, Intentionen und Repräsentationen als Ursachen der Handlungen von Subjekten aufzufassen (Perspektive als Bezugssystem). Außerdem kann nun das Kind sich selbst in einer anderen Zeit als der Gegenwart vorstellen (Zeit als Bezugssystem) und gegenwärtige Antriebe und Motive in den Schatten einer vorgestellten zukünftigen Bedürfnislage verweisen. So gewinnt es die Fähigkeit zur zeitlichen Planung und zum Bedürfnisaufschub (exekutive Kontrolle, Cole & Mitchell 2000). Mit dem theoretischen Konstrukt der Reflektion auf Bezugssysteme lassen sich die Entwicklungen zwischen dem 4. und 6. Lebensjahr einheitlich und elegant erklären. Dieses Konzept wird im Folgenden für die Erklärung motivationaler Veränderungen verwendet.

## 2.2 Familiäre Beunruhigung

In einem von der Kognitionsforschung völlig getrennten Theoriekontext siedelt die Psychoanalyse für das Alter, in dem sich die bisher dargestellten Entwicklungsschübe vollziehen, den sogenannten „ödipalen“ Konflikt an. Die psychoanalytische Entwicklungstheorie ist mit Recht umstritten und kann in ihrer orthodoxen Lesart sie als widerlegt gelten (Bischof 1985). Insbesondere die zentrale Stellung sexueller Motivationen erscheint fragwürdig. Davon bleibt aber unberührt, dass sich in diesem Alter tatsächlich affektive Umbrüche ereignen, die mit der Beziehung zu den Eltern zusammenhängen.

Das derzeit zu konstatierende theoretische Schisma zwischen den Kognition b.z.w. Emotion/Motivation untersuchenden Zweigen der Allgemeinen Psychologie ermutigt nicht dazu, solche Zusammenhänge zu erforschen. Psychoanalytiker haben die Forschung zu Theory of Mind aufgegriffen, und versuchen, das Konstrukt „Theory of Mind“ in ihre eigenen Konzepte einzuarbeiten (Fonagy, Moran & Target 1993; Fonagy 1995; Target & Fonagy 1996; Fonagy & Target 1996; Dornes 2002). Bei den genannten Studien handelt sich jedoch leider nur um Fallbeispiele. Empirische Studien sind auch aus diesem Bereich nicht bekannt. Umgekehrt befassen sich Theory of Mind-Forscher meines Wissens nicht mit den Auswirkungen der von ihnen untersuchten Phänomene auf soziale Beziehungsmuster. Die gegenwärtig verfügbaren theoretischen Modelle bieten keine Ansätze für eine Übertragung ins motivationale System.

## 2.3 Detektorverschiebung als Erklärung der Wirkung veränderter Kognition auf das Emotionssystem

Erwachsene führen mit der größten Selbstverständlichkeit Wahrnehmungen ihrer sozialen Umgebung auf intrapsychische, auf Ursachen „innerhalb der Perspektiven“ der einzelnen Personen zurück. Soziale Kognition ist durch-

wachsen mit Vorstellungsinhalten der Art: „Der denkt, ein Sachverhalt sei soundso.“, „Der wünscht sich dieses.“, „Der macht das, weil er jenes glaubt“. Einem Erwachsenen erscheint es schlichtweg abwegig, dass eine getäuschte Person an jenem Ort nach einem Gegenstand sieht, an dem der Gegenstand tatsächlich ist, an dem sie diesen aber nicht vermutet. Das Anwenden mentalistischer Konzepte in der sozialen Kognition ist so selbstverständlich, dass die Abwesenheit dieser Operationen schwer vorstellbar scheint. Es ist nahezu unmöglich, sich die Welt aus den Augen eines Kindes vorzustellen, dem die Kategorien Zeit und Perspektive eines Anderen noch nicht als Hilfsmittel des Denkens und Auffassens zur Verfügung stehen. Es ist die Frage, wie es als Fledermaus sein mag – obwohl wir davon ausgehen müssen, dass wir selbst die Welt einst genau so aufgefasst haben. Wir können uns daran nicht erinnern. Denn auch das autobiographische Gedächtnis benötigt ein gedankliches Konzept von Zeit, um Erlebnisse in der Erinnerung hintereinander aufzureihen. Das Autobiographische Gedächtnis entwickelt sich im selben Alter (Perner & Ruffman 1995 für einen Überblick Perner & Lang 2000).

Es kann davon ausgegangen werden, dass Veränderungen der Kognition Veränderungen der Repräsentation der Wirklichkeit umfassen. Die Wahrnehmung der sozialen Wirklichkeit verändert sich dramatisch, wenn mentalistische Begründungen als Handlungsursachen durch einen Reifungsvorgang innerhalb kurzer Zeit zur Verfügung gestellt werden.<sup>1</sup> Nach dieser Entwicklung sind unvergleichlich akkuratere Vorhersagen über das Verhalten anderer möglich. Dieser Vorstellungsinhalt wird selbstverständlich: „Ich stelle mir die Welt vor, wie sie für den A ist.“.

Es ist zu erwarten, dass eine relativ plötzliche Veränderung der sozialen Wahrnehmung des Kindes dessen emotionales System erschüttert. Dass vor allem Turbulenzen im Sicherheits- und Erregungssystem zur Steuerung von

---

<sup>1</sup>Auch wenn die Reifungsannahme sich als falsch erweisen würde, und die Vorstellungen der booster zutreffend wären, änderte das nichts daran, dass dieses Alter eine Phase stark beschleunigten Fortschritts ist.

Exploration und Bindungsverhalten naheliegend sind, passt zu den entsprechenden theoretischen Überlegungen. Die im Folgenden anhand theoretischer Überlegungen modellierten Phasen und ihr Verlauf während der Ontogenese sind in Abb. 4 dargestellt.

Im Folgenden will ich darstellen, welches Zusammenspiel intrapsychischer Systemkomponenten denkbar wäre, um die sich im Zwei-Berge-Versuch zeigenden motivationalen Folgen der Theory of Mind-Entwicklung zu zeitigen: Das Sicherheits- und Erregungssystem (SES, Bischof 1985, 1993) ist ein wesentlicher Bestandteil des Zürcher Modells der Motivationsregulation. Es ist zentral für die Steuerung sozialer Distanz. Die Aufgabe dieses Systems ist es, eine Balance zwischen Explorations- und Sicherungsverhalten herzustellen. Es gewährleistet, dass das Kind lernen will, ohne sich durch seine Neugier in allzu große Gefahr zu begeben. Das SES stellt ein Steuerungssystem dar: Zwei Detektoren melden IST-Werte jeweils für Sicherheit und für Erregung. Wie in einem Regelkreis werden diese IST-Werte mit entsprechenden SOLL-Werten verglichen. Das System versucht, durch Coping-Verhalten die IST-Werte mit den SOLL-Werten zur Deckung zu bringen. Durch Emotionen wird es in einen allgemeinen Zustand gebracht, welcher sich in konkreten Motivationen äußert: Wenn der IST-Wert für Erregung geringer als der entsprechende SOLL-Wert ist, so empfindet das Kind Neugierde. Daraus resultiert Explorationsverhalten. Ist dagegen der IST-Wert für Sicherheit geringer als sein SOLL-Wert, so empfindet das Kind Ängstlichkeit. Es resultiert Bindungsverhalten. Objekte in der kindlichen Umgebung besitzen jeweils einen Status als Sicherheits- oder Erregungsquellen. Als Sicherheitsquelle fungieren z.B. die Eltern, ein Stofftier und eine Schmusedecke. Als Erregungsquellen z.B. der Fremde am Nebentisch. Wenn der IST-Wert für Sicherheit kleiner ist als der SOLL-Wert, werden Sicherheitsquellen (z.B. die Mutter) attraktiver (das Kind sehnt sich nach ihnen), Erregungsquellen aversiver (sie machen einem Angst). Wenn der IST-Wert für Sicherheit größer ist als der SOLL-Wert, werden Sicherheitsquellen (z.B. die Mutter) aversiv (das Kind ist ihrer überdrüssig), Erregungsquellen attraktiv (sie reizen einen und sind spannend). Im

Verhalten resultiert aus diesem System ein pendelndes Verhalten zwischen dem Fremden, bei dem Kompetenzen erworben und Erfahrungen gemacht werden können, und den Eltern, die garantieren, dass diese Erfahrungen das Kind nicht gefährden.

Auf der Basis des Zürcher Modells können spezifische motivationale Phasen postuliert werden, die Kinder während der Theory of Mind-Entwicklung durchlaufen. Diese Übertragung schlägt eine konzeptuelle Brücke zwischen den theoretischen Konzepten, die in der Erforschung der Kognition, und die jenen, die in der Erforschung von Motivation, Emotionen und Bindungsverhalten verwendet werden. Besonders zentral erscheint mir, dass im Zuge der Übertragung die einzelnen Wirkmechanismen des Zusammenhangs zwischen Kognition und Motivation klar identifiziert werden. (Im Unterschied zur Bindungsforschung, deren Konzept vom internal working model in seinem Wirkgefüge wenig spezifiziert, und letztlich definiert ist als „alle kognitiven Repräsentationen, die für Bindungsverhalten relevant sind“. Repräsentation bleibt in den Konzeptualisierungen der Bindungstheorie zumeist eine ominöse Vorstellung. (Verschuereen, Marcoen & Schoefs 1996; Bretherton & Munholland 1999; Nelson 1999; Grossmann 1999))

Zu Beginn der betreffenden Reifungsvorgänge empfindet das Kind seine Familie undifferenziert als ein Medium, in welches es sicher eingebettet ist. Es erlebt die Welt und die Eltern nur in deren Interaktion mit ihm selbst. Mutter und Vater sind zwei Gesichter des Elternmediums. Sie sind wahrscheinlich noch nicht als Individuen zu denken. Natürlich werden Mutter und Vater trotzdem voneinander unterschieden: An die Mutter sind andere Erinnerungen und Erwartungen geknüpft als an den Vater. Eine kognitive Trennung in zwei Subjekte ist für eine Differenzierung in Mutter und Vater aber nicht zwingend erforderlich. Es ist durchaus denkbar, dass diese sich als zwei Launen des Elterngegenübers darstellen, die das Kind durch entsprechendes Verhalten manipulieren kann. So könnte es lernen, dass sich eine Vaterlaune in eine Mutterlaune wandelt, wenn es weint. Theory of Mind stellt dem Kind

jene Denkinhalte zur Verfügung, die ein Gegenüber als Subjekt verstehbar machen: Erst mit diesem Werkzeug kann das Kind auffassen, dass dieses Gegenüber auf der Folie eines eigenen Bezugssystems von Wahrnehmungen und Intentionen handelt. Mit der Reifung von Theory of Mind differenzieren sich

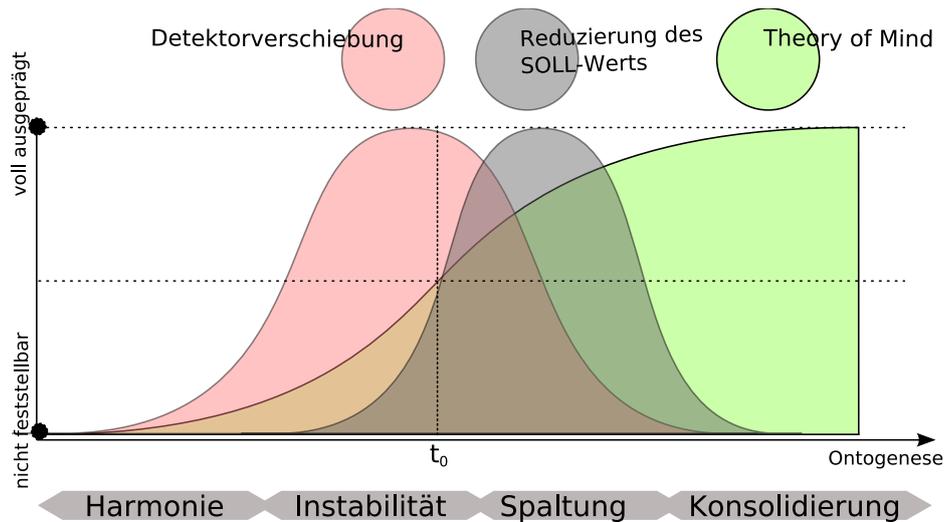


Abbildung 4: Veränderungen des Motivationssystems während der Theory of Mind-Entwicklung

Mutter und Vater. Das soziale Universum teilt sich in Subjekte, deren Perspektiven und Intentionen insbesondere von den eigenen verschieden sind. Das Kind ahnt zudem, dass Vater und Mutter auch dann eine Beziehung zueinander haben, wenn es selbst nicht bei ihnen ist, eine Beziehung, in der es keine Rolle spielt, und auch nicht spielen soll. Dieser Vorstellungsinhalt markiert in der psychoanalytischen Theorie den Auslöser des Ödipuskonfliktes (mit dem Erlebnis der Urszene als drastischer Metapher).

Das Kind erlebt Veränderungen seiner Wahrnehmungsinhalte wahrscheinlich nicht als Folge der Erweiterung seiner kognitiven Werkzeuge. Subjektiv verändert sich nicht das Kind, sondern die Welt. Aus dieser Perspektive muss sich die Veränderung als drohendes Zerbrechen der Familie darstellen. Ihre Sicherheit spendende Einheit zerfällt.

Im konzeptuellen Rahmen des Zürcher Modells lassen sich diese Veränderungen folgendermaßen beschreiben: Die kognitiven Veränderungen zu Beginn der Theory of Mind-Entwicklung wirken sich auf die Interpretation der familiären Situation aus und verändern so die Wahrnehmung. Das Verständnis der Perspektivität von Mutter und Vater wirkt sich auf das Distanzempfinden des Kindes aus. Es begreift, dass nicht alle desires und beliefs der Eltern auf es selbst verweisen. Das erlebt es als Sich-Abwenden der Eltern. Jene Detektoren, die den IST-Wert für Sicherheit ermitteln, signalisieren in der Folge notorisch geringere Sicherheitswerte in derselben Umgebung. Die Wahrnehmung des Getrennt-Seins wird vom emotionalen System mit Beunruhigung und erhöhter Sehnsucht nach Sicherheit beantwortet (der IST-Wert für Sicherheit ist zu gering). Das Kind zeigt Bindungsverhalten. Wenn die Bezugsperson nun das Kind beruhigt, mutet dieser Trost auf der Folie von Theory of Mind anders an als zuvor. Die Interaktionserfahrungen, die das Kind nun macht, sind nicht die gewohnten. Der Detektor für Erregung reagiert auf Fremdheit, indem er einen erhöhten IST-Wert für Erregung meldet. Das verstärkt die Beunruhigung.

Die Bindungstheorie fasst die subjektiven Vorhersagen über die soziale Umwelt mit dem Terminus „inneres Arbeitsmodell“ (internal working model) zusammen (Verschueren et al. 1996; Bretherton & Munholland 1999; Nelson 1999; Grossmann 1999). Dieses enthält Erwartungen und Handlungsstrategien, wie zum Beispiel, dass bei Angst Weinen hilft, weil dann die Mutter kommt, und die Angst durch angenehme Beruhigung abgelöst wird. Durch die Verschiebung der Detektor-Werte werden die bisher vom System gelernten Verknüpfungen von Verhalten und ihren emotionalen Folgen plötzlich als dysfunktional wahrgenommen. Insbesondere erfährt das Kind, dass es sich mit den bewährten Strategien nicht mehr nach Bedarf Sicherheit verschaffen kann. Die Umwelt mag zwar auf das Kind unverändert reagieren, aber für das Kind ist diese Reaktion subjektiv unbefriedigend. Gelernte Kontingenzmuster scheinen aufzubrechen. Die Bindungstheorie erwartet, dass Kinder von Müttern, die manchmal, aber unverhersagbar, als Sicherheitsquelle zur

Verfügung stehen, einen unsicher-ambivalenten Bindungstyp (C) entwickeln. Dies sei dadurch bedingt, dass das Kind zwar positive Bindungserfahrungen mache, diese aber nicht als durch eigenes Verhalten kompetent beeinflussbar auffasse. Es kann sich also in Situationen mit dringendem Sicherheitswunsch nicht darauf verlassen, dass bestimmtes Verhalten (z.B. Weinen) emotionale Beruhigung zur Folge hat. Dieses Erleben ähnelt jenem, das nach obigen Überlegungen Kinder während der Entwicklung von Theory of Mind machen. Subjektiv werden diese Erfahrungen vom Kind nicht als Folge eigener Veränderung erlebt, sondern als Inkohärenz des Verhaltens z.B. der Mutter.

Die **harmonische Phase** vor der Theory of Mind wird durch Turbulenzen des mit Bindungsthemen verbundenen Erlebens beendet. Die nun folgende Instabilitäts-Phase ist gekennzeichnet durch defekte Detektoren bei einem ebenso hohen Sicherheits-SOLL-Wert wie in der harmonischen Phase.

Die Bindungstheorie geht davon aus, dass Kinder, deren Mütter durchgehend nicht verfügbar sind, einen unsicher-vermeidenden Bindungstyp (A) entwickeln. Gemäß dem theoretischen Rahmen des Zürcher Modells erleben Kinder, deren IST-Wert für Sicherheit chronisch unter dem SOLL-Wert liegt, dass es keine Coping-Strategien gibt, den IST-Wert auszugleichen. Das Sicherheits- und Erregungssystem reagiert auf diese Erfahrung durch ein allmähliches Anpassen der SOLL-Werte in Richtung der IST-Werte (internales Coping). Das Kind wünscht sich in der Folge weniger Sicherheit, wird weniger ängstlich. Die Detektoren reagieren bei Nähe der Sicherheitsquellen weiter mit Erhöhung der Sicherheits-IST-Werte, die nun schnell über dem (reduzierten) SOLL-Wert liegen: Dem Kind ist die Nähe unangenehm und es will von der Mutter weg, um z.B. weiter zu explorieren. Es zeigt klassisches Vermeiderverhalten von A-Kindern (vermeidender Bindungstyp).

Während der **instabilen Phase** scheitern die Bemühungen des Kindes, sich Sicherheit zuzuführen, über einen längeren Zeitraum. Außerdem verstärkt sich die Detektorverschiebung, so dass die anfangs als inkonsistent erlebte Verfügbarkeit von Sicherheitsquellen sich zunehmend als Nicht-Verfügbar-

keit darstellt. Das Kind gibt den Versuch auf, die Umgebung seinen Beruhigungswünschen entsprechend zu verändern. Es greift zu internalem Coping. Im weiteren Verlauf der Theory of Mind-Entwicklung wird entsprechend der SOLL-Wert für Sicherheit gesenkt. Das Kindliche Motivationssystem stabilisiert sich in dieser Phase. Der Preis dieser Stabilisierung ist der Verlust der harmonischen Einheit von Familie. Das Kind sehnt sich nicht zurück, da der SOLL-Wert für Sicherheit reduziert ist. Auf die Phase der Instabilität folgt eine Zeit **stabiler Getrenntheit**, die der Erlebniswelt eines A-Kindes entsprechen dürfte.

Im weiteren Verlauf werden die Theory of Mind-Kompetenzen zunehmend selbstverständlicher. Der Detektor für Fremdheit sorgt in immer geringerem Maße für erhöhte Erregungs-IST-Werte. Er pendelt wieder in die Funktionsweise vor der Theory of Mind-Entwicklung zurück. Das Kind wird mit der veränderten Welt vertraut, und erlebt diese eher als beeinflussbar als vor der Theory of Mind-Entwicklung. Das Internale Coping kann so allmählich wieder aufgegeben werden. Das Kind gewinnt ein **konsolidiertes Konzept** seiner selbst innerhalb der differenziert wahrgenommenen Familie. Die Differenzierung in Einzelsubjekte wird nicht mehr als fremd und als Bedrohung erlebt. Die emotionale Beunruhigung wird schließlich durch die Konsolidierung des SES beendet.

Gemäß dieser Theorie sind in der Phase der Theory of Mind-Entwicklung Turbulenzen des Sicherheits- und Erregungssystem zu erwarten. Die Turbulenzen lassen sich in eine Phase der Instabilität und eine der Spaltung differenzieren. Die emotionale Unruhe und Unausgeglichenheit werden von der Entwicklung der kognitiven Fähigkeiten des Kindes verursacht, die zu vorübergehenden Veränderungen des Sicherheits- und Erregungssystems führt. Die Anpassung des Kindes an die plötzlich neu zur Verfügung stehenden Vorstellungsinhalte manifestiert sich in Ängsten und veränderten Wünschen.

Die vier gemäß der vorgestellten Theorie identifizierbaren Phasen wurden

mit Hinblick auf die bereits bekannte intuitive Auswertung des projektiven Zwei-Berge-Versuchs identifiziert. Anhand dieses Spielverfahrens wurden in verschiedenen Forschungsprojekten ca. 200 Kinder untersucht. Es ließen sich vier typische Spielweisen in diesem Spiel feststellen, die mit Harmonie, Instabilität, Spaltung und Konsolidierung etikettiert wurden. Diese vier Typen korrelieren stark und in erwarteter Weise mit Theory of Mind. Um das Verfahren des Zwei-Berge-Versuchs und den theoretischen Brückenschlag zwischen Kognitionsforschung und Motivationsforschung wissenschaftlich zu befestigen, wurde im Rahmen dieser Dissertation ein computergestütztes formalisiertes Auswertungsverfahren entwickelt.

## 3 Methodik

### 3.1 Stichproben

Die der vorliegenden Arbeit zugrundeliegenden Daten stammen aus unterschiedlichen Erhebungen (Kappler 2004; Schubert in Vorbereitung; Zmyj 2005; Glatthaar 1998; Künzler 1997; Mangstl 2002; Seel 2002; Seiler 1997; Bischoff-Brunner 1995). Die Untersuchungen von Künzler; Glatthaar; Seiler; Bischoff-Brunner wurden in Zürich durchgeführt. Die Alters- sowie Geschlechtsverteilung der gesamten Stichprobe ist in Abb. 5 dargestellt. Die Stichprobe bestand aus 175 auswertbaren ZweiBerge-Protokollen in computerlesbarer Form. Das Durchschnittsalter lag bei 4;4 Jahren (SD=9,82 Monate). Von den 175 Versuchspersonen waren 93 männlich mit Durchschnittsalter 4;4 (SD=10,02), 93 weiblich mit Durchschnittsalter 4;4 (SD=9,67 Monate). Die Reifung der Theory of Mind-Kompetenz findet vor allem um den

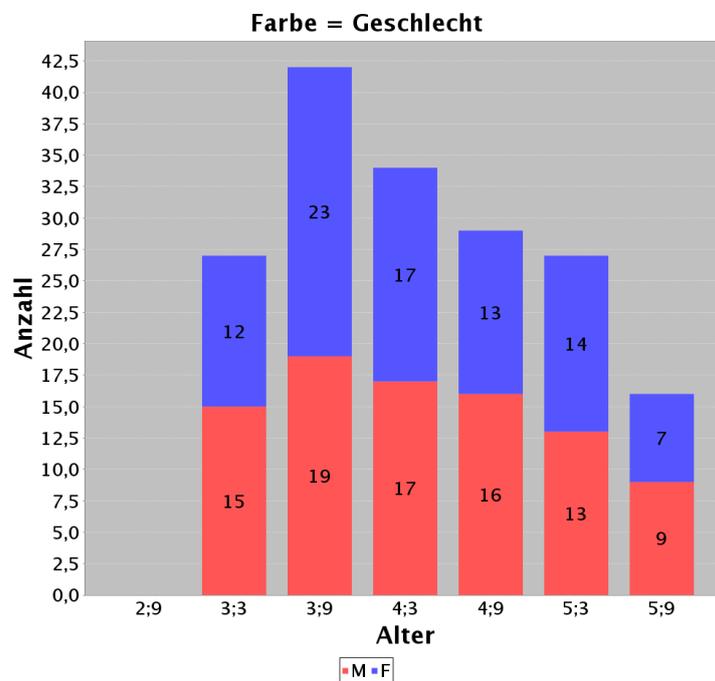


Abbildung 5: Altersverteilung

4. Geburtstag statt. Deshalb wurden etwas mehr Kinder dieses Alters untersucht als ältere. Bei allen Stichproben handelte es sich um Zufallsstichproben. Zu Details der Rekrutierung der Versuchspersonen, der Stichprobenzusammensetzung sowie etwaiger Ausschlußbedingungen sei auf die jeweiligen Veröffentlichungen verwiesen.

Aus den untersuchten Versuchsreihen wurden all jene Protokolle für die vorliegende Studie verwendet, die in protokollierter Form vorlagen. Die Zusammensetzung der 175 protokollierten Spiele von Kindern ist in nicht systematischer Weise erfolgt.

Den verschiedenen Untersuchungsreihen lagen unterschiedliche Klassifizierungssysteme zugrunde. Erst nachdem eine hinreichend große Anzahl an Kindern untersucht worden war, stabilisierte sich die intuitive Klassifizierung, welche auch dieser Untersuchung zugrunde lag. In der letzten Versuchsreihe (München 2) wurden intuitive Ratings nicht mehr erhoben. Ihre Einstufung sollte nur noch vom Computer vorgenommen werden.

Bei 87 Kindern lagen Informationen zu ToM vor, bei 114 intuitive Ratings (37 Münchener Kinder mit Ratings in HISK-I).

### **3.2 Der Zwei-Berge-Versuch zum Erfassen motivationaler Variablen**

Der Zwei-Berge-Versuch wurde von Bischof in Zürich entwickelt (Bischof 1998; Kappler 2004; Stukenkemper 2003; Mangstl 2002; Seel 2002). Die Auswertung dieses projektiven Spiels mittels Computer ist Gegenstand der vorliegenden Dissertation. Im folgenden wird das Verfahren übersichtsartig dargestellt.

Das Experiment beginnt damit, dass dem Kind das Bild einer idyllischen Berglandschaft gezeigt wird (vgl. Abb. 6). Ihm wird erzählt, dass auf dem Berg eine Bärenfamilie wohnt, zusammen mit einigen Märchenfiguren. Es wird auf

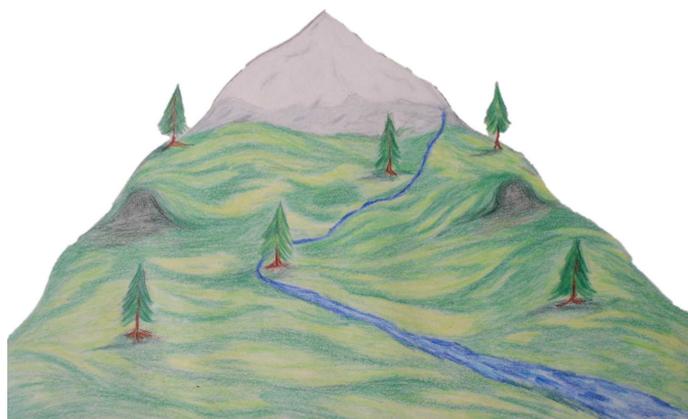


Abbildung 6: Das Bild des intakten Berges

den Bach hingewiesen, der den Berg hinunterfließt, sowie auf Höhlen auf der linken und rechten Seite des Berges. Dann werden der VP die Bewohner des Berges vorgestellt, und die VP erhält alle Figuren (vgl. Abb. 7) nacheinander in die Hand: einen Bärenvater, eine Bärenmutter, ein Bärenkind desselben Geschlechts wie das Versuchskind, zwei liebe Märchenfiguren (eine Fee und einen Zauberer), zwei böse Märchenfiguren (eine Hexe und einen bösen Zauberer) und einen vorerst neutralen Drachen. In einem kurzen Gespräch werden die Figuren eingeführt.



Abbildung 7: Die Spielfiguren

Schließlich wird dem Kind mit sehr empathischer Stimme erzählt, dass „eines Tages etwas ganz schlimmes passiert sei“. Und zwar hätte es ein sehr starkes Gewitter gegeben, und dabei sei der Berg in der Mitte auseinandergebrochen. Diese Geschichte macht auf die Kinder üblicherweise starken Eindruck.

Nun wird dem Kind die bis zu diesem Zeitpunkt abgedeckte Spiellandschaft (vgl. Abb. 8) gebracht, und mit den Worten „Und so sieht der Berg heute aus.“ aufgedeckt. Die Folgen der Katastrophe sind deutlich erkennbar: Den ursprünglich intakten Berg durchzieht nun eine entzweierende Schlucht. Jede Berghälfte endet steil am Abgrund. Aus dem Bächlein ist ein nicht sehr vertrauenserweckender Fluß am Grund der Schlucht geworden. Die Landschaft hat an Idylle verloren. Dafür hat sie an Erregungsangebot gewonnen.



Abbildung 8: Die Spiellandschaft

Nun wird dem Kind eine Schachtel gegeben, welche die vorgestellten Figuren enthält. In der Schachtel befinden sich darüber hinaus diverse Requisiten zur differenzierten Gestaltung des Spiels: zwei Zäune, eine Axt, ein Brett (welches sich beispielsweise als Brücke verwenden lässt), zwei Feuer, zwei Telephone, ein Holzstoß und ein Boot (vgl. Abb. 9).

Das Kind wird aufgefordert, mit den Sachen in der Schachtel auf der Berglandschaft zu spielen. Die Versuchsleiterin begleitet das Spiel, indem sie aufmerksam, aber möglichst zurückhaltend neben der Landschaft sitzt. Sie greift



Abbildung 9: Die Requisiten

korrigierend ein, wenn das Kind beispielsweise die Spiellandschaft verlassen will. Außerdem motiviert sie mit möglichst neutralen Fragen (z.B. „Was passiert denn jetzt?“) zum Weiterspielen, wenn das Kind das Interesse am Spiel zu verlieren droht.

### 3.2.1 Relevante Themenbereiche

Im Rahmen der Forschungsarbeit wurden die Spiele von vielen Kindern in Expertengruppen verschiedener Zusammensetzung auf Video angesehen und diskutiert. In diesen Gruppen einigte man sich auf einen verbindlichen Kriterienkatalog, anhand dessen Kinder intuitiv beurteilt werden sollen: Viele Spiele ähneln sich und greifen bestimmte Themen auf die gleiche Weise auf. Beispielsweise gestalten sie Konflikte gleich, oder behandeln die Schlucht gemeinsam als trennend oder als positives Abenteuerangebot. Auch Platzmangel ist ein typisches Motiv, welches in vielen Spielen zu finden ist.

Es gibt eine überschaubare Anzahl solcher dominanter Themen, die sich dann zur spezifischen Dramaturgie eines Kindes zusammenfinden. Die besonders relevanten Motive wurden in folgenden *Themenbereichen* zusammengefasst:

**Familienstruktur:** Die Beziehungen innerhalb der Familie werden sehr unterschiedlich dargestellt. Manche Kinder differenzieren kaum zwischen den Einzelbeziehungen, sondern lassen typischerweise die drei Bären alles gemeinsam machen. Bei anderen Kindern ist klar erkennbar, dass es

erstens eine Beziehung zwischen Mutter und Vater gibt, und dass diese sich zweitens in ihrer Qualität von jener der Eltern zum Kind unterscheidet. Manchmal wird ein Mitglied der Familie ausgeschlossen. Von Bedeutung ist auch, ob die Beziehungen innerhalb der Familie sicher und entspannt oder eher krisenhaft und konfliktreich sind.

**Bedrohungen:** Bedrohungen können in einem Spiel von Ereignissen ausgehen, beispielsweise einem Sturm, einem Gewitter oder einer Krankheit. Sie haben dann den Charakter der schicksalhaften Heimsuchung, welche die Betroffenen taterlos trifft. Bedrohungen können einfach Unglücksfälle sein, wie Ertrinken oder ein Absturz vom Berg. Es können aber auch böse Figuren für das Thema Bedrohung als Akteure eingesetzt werden. Interessant ist, wer Bedrohungen ausgesetzt wird: eine Gruppe von Figuren, die Guten, die Familie oder Einzelne. Schließlich gehört zum Thema Bedrohung auch, ob, wie und von wem diese abgewendet werden können.

**Polaritäten:** Es gibt zwei zentrale Polaritäten in den inszenierten Erzählungen: erstens das Geschlecht und zweitens die Unterscheidung zwischen Gut und Böse. Diese Polaritäten werden von den Kindern nicht immer verstanden und im Spiel gestaltet. Wenn das Thema Geschlecht aufgegriffen wird, so ist vor allem interessant, ob das Kind gleich- oder gegengeschlechtliche Interaktionspartner bevorzugt, wo es zwischen den beiden Polen der Eltern verortet wird, und welches Geschlecht der zu Beginn neutralen Drachenfigur zugeordnet wird.

Wird das Thema Gut/Böse im Spiel aufgegriffen, so ist vor allem interessant, ob und wie böse und gute Figuren interagieren, und welche Bedeutung die Unterscheidung für die Familienstruktur hat. Die Bösen können eine Bedrohung aber auch ein geschätztes Erregungsangebot darstellen. Dann sind sie die notwendigen Gegner in Heldengeschichten, wo sie nötig sind, um bezwungen zu werden.

Bei beiden Polaritäten ist interessant, ob die Trennung aufrechterhal-

ten wird, oder ob sie wiederholt in einer Vereinigung aufgehoben wird. Diese Vereinigungen sind oft katastrophisch: z.B. stürzen alle Figuren gemeinsam in die Schlucht.

**Emanzipation:** Manche Kinder stellen das Bärenkind entweder überhaupt nicht als Protagonisten dar, oder sie lassen es in seinen selbständigen Aktionen notorisch scheitern. Dann muss das Kind von den Eltern gerettet werden. Andere entwickeln dramatische Herausforderungen und ein kompetent helfendes Bärenkind. Zuweilen setzt sich das Kind dabei auch über die Anordnungen der in seinen Augen überbehütenden oder gar inkompetenten Eltern hinweg, um in der Welt Abenteuer zu erleben.

**Umgang mit räumlichen Gegebenheiten:** Die Kinder differenzieren sich auch hinsichtlich ihres Verständnisses der Geodäsie. Vor allem jüngere Kinder spielen meist, ohne auf die räumlichen Bedingungen Rücksicht zu nehmen. Die Schlucht wird als Hindernis ignoriert, die zwei Berge scheinen im Spiel einander so nahe wie zwei benachbarte Plateaus. Vor allem an der Art der Bewegungen kann man gut erkennen, bis zu welchem Grad das Kind die Beschränkungen durch die physikalische Beschaffenheit der Landschaft versteht. Ohne Verständnis werden die Figuren von Ort zu Ort gehoben. Es ist nicht erkennbar, dass gegangen, geklettert oder gesprungen wird. Die Bewegungen des Versuchskindes beim Spiel sind ausgreifend, und führen die Figuren oft weit über dem Boden der Landschaft, sie sind naiv und unbeschwert. Dieser Bewegungsstil sei *naiv-geodätisch* genannt.

Bei älteren Kindern ist dagegen sehr deutlich erkennbar, dass die Landschaft das Spiel regelrecht bestimmt. Die Schlucht wird als Hindernis empfunden, und eine Figur kann nicht einfach so, ohne Hilfsmittel, darüber. Dann wird nach Möglichkeiten und Gründen gesucht, wie und warum die Schlucht eben doch überquert werden kann; Magie und fliegende Wesen werden bemüht. Die Bewegungen sind meist näher an

der Spiellandschaft, sie sind ausgestaltet. Oft wird „Gehen“ mit vielen kleinen Bewegungen, oder „Klettern“ mit einer Art auf-dem-Bauch-Robben ausgedrückt. Die Bewegungen sind realistisch geworden. Diesen Bewegungsstil sei *kritisch-geodätisch* genannt.

Ein weiteres wichtiges Thema ist der Umgang mit der Schlucht. Naiv-geodätisch spielenden Kindern ist ihr trennender Charakter überhaupt nicht bewusst. Kritisch-geodätische Kinder binden die Trennung durch die Schlucht in ihre Erzählung ein, indem die Schlucht als mehr oder minder unüberwindlich dargestellt wird.

Das Brett wurde als Requisite ins Spiel aufgenommen, um den Kindern die Möglichkeit zu geben, mit einem Hilfsmittel die Schlucht zu überbrücken. Manche Kinder nehmen dieses Angebot an und verbinden die beiden Berghälften. Diese Verbindung kann auch als kontrollierter Zugang der Guten auf der einen Berghälfte zu den Bösen auf der anderen Berghälfte verwendet werden, oder vice versa.

### 3.2.2 Das Zwei-Berge Verfahren als Gestaltungsverfahren

Offensichtlich handelt es sich bei dem Zwei-Berge-Versuch um ein Gestaltungsverfahren. Das Kind erhält Figuren und Landschaft zum freien Spiel, und es wird nur direktiv eingegriffen, wenn das Versuchskind die Spielsituation verlassen will. Das Kind gestaltet während seines Spieles eine Geschichte. Es inszeniert eine Erzählung, in der sich seine Vorstellungen von der Welt widerspiegeln, in der es lebt. Bestimmte Charakteristika des Spiels mögen auf kontingente Faktoren zurückzuführen sein: beispielsweise auf den Versuchsleiter, die Räumlichkeiten, oder auch nur darauf, ob das Kind sein Spiel durch eine Toilettenpause unterbricht. Es fallen insgesamt dennoch oben beschriebene Spielmuster auf, welche die Spiele regelrecht charakterisieren. Die

meisten Kinder vertiefen sich in ihr eigenes Spiel und begleiten es durch beschreibende Verbalisierungen.<sup>2</sup>

### 3.3 Klassifizierung

#### 3.3.1 Harmonie-Instabilität-Spaltung-Konsolidierung (HISK)

Die fünf auf S. 36 beschriebenen Themenkomplexe Familienstruktur, Bedrohungen, Polaritäten, Emanzipation und der Umgang mit räumlichen Gegebenheiten werden von den meisten Kindern aufgegriffen. Interessanterweise scheinen die Themen nicht unabhängig voneinander ausgestaltet zu werden, sondern stark zusammenzuhängen: Erzählungen, in denen die Emanzipation des Bärenkindes eine große Rolle spielt, behandeln fast immer Gut und Böse getrennt, und stellen die Familie bezüglich der Binnenbeziehungen differenziert dar. Mit derartigen Zusammenhängen können verschiedene charakteristische Typen von Spielern bestimmt werden. In den Zürcher Vorarbeiten wurden so vier Spieltypen festgelegt (Bischof 1998). Die Spieltypen lassen sich anhand der für sie typischen Lösungen für die oben angedeuteten Themen beschreiben:

**Harmonie:** Diese Kinder spielen sehr einfach, mit wenig Variation und individualisiertem Geschehen. Die drei Bären werden als Familie angenommen, sie bleiben meist beisammen. Die Familie bildet eine harmonische Gemeinschaft, die alles gemeinsam unternimmt und alles gemeinsam erleidet. Die Schicksale ihrer Mitglieder sind gleich.

Selten gibt es emanzipatorische Bestrebungen des Kindes. Wenn doch, dann scheitern sie, und das Kind kehrt in den Familienverbund zurück.

Zum Beispiel geht das Kind allein spazieren, sieht oder trifft dabei

---

<sup>2</sup>Die Spiele aller Münchner Versuche liegen in digitalisierter Form auf DVD vor. Wenn dieser Arbeit keine DVD mit Beispielmateriale beiliegt, kann sie gerne von mir bezogen werden.

den bösen Zauberer und flüchtet sich erschrocken in die Sicherheit der Familie zurück. Wenn das Kind dort angekommen ist, spielt der Böse keine Rolle mehr.

Bedrohungen sind selten, und können meist der Familie nichts anhaben. Die Polarisierung der beiden Geschlechter findet bestenfalls nominal statt, das Kind pflegt in seinen Beziehungen nicht zwischen den Geschlechtern zu unterscheiden. Letztlich sind Mutter und Vater dasselbe: Eltern.

Auch Gut und Böse wird nicht unterschieden. Das Kind weist den Märchenfiguren unterschiedslos den Rang von Nebenfiguren zu. Die meisten Kinder verwenden sie überhaupt nicht. Sie wirken nicht interessant. Manchmal werden sie aufgestellt und dann vergessen. Der Kern des Interesses und der Lebenswelt des Kindes scheint die Familie und ihre Alltagsaktivitäten: Herumlaufen, Essen und Schlafen. Die Harmonie innerhalb der Familie wird als sicher und stabil erlebt.

Die Bewegungen sind nahezu ausschließlich naiv-geodätisch. Der trennende Charakter der Schlucht wird nicht realisiert. Dementsprechend besteht kein Grund, das Brett als Brücke zu verwenden.

**Instabilität:** Das Thema Familie wird in Spielen dieses Typus sichtlich krisenhaft gestaltet. Der Zusammenhalt der Familie ist *strukturell* unmöglich. Das Zusammensein verhindert nicht eine böse Figur. Vielmehr ist typischerweise einfach in einer der Höhlen oder auf einer der beiden Berghälften „zu wenig Platz“. Auf der Spiellandschaft kann man dagegen alle Figuren zusammen mit Leichtigkeit auf einer Berghälfte unterbringen. Deshalb muss ein Familienmitglied gehen, und woanders wohnen. Die Familie wird getrennt. Das ausgestoßene Familienmitglied kann das Kind sein, aber der gleich- oder der gegengeschlechtliche Elternteil wird ebenso oft ausgesiedelt.

Es ist bezeichnend für diesen Spieltypus, dass die Trennung der Familie nicht ausgehalten wird. Es existiert ein starker Impetus in Richtung

einer sehr engen familiären Situation. Das Kind lässt das Spielgeschehen immer wieder umkippen, und führt eine Vereinigung der Familie herbei. Diese Vereinigung kann aber nicht harmonisch geschehen. Sie wird in Form einer „katastrophischen Symbiose“ hergestellt. Sehr viele Kinder lassen dazu ein Unwetter aufziehen, vielleicht inspiriert von der Katastrophengeschichte von der Spaltung des Berges. Dieses Unwetter wirft alle Spielfiguren (also nicht nur die Familie allein!) in den Abgrund der Schlucht. In besonders wilden Spielen rührt die Katastrophe die Figuren in der Tiefe noch um und wirft sie unterschiedslos durcheinander. Diese typische und häufige Inszenierung wird im Laborjargon „Schluchtbrei“ genannt.

Bedrohung hat in diesen Spielen den Charakter des Unfassbaren. Einerseits besteht sie in der Enge und der Notwendigkeit, ein Mitglied der Familie auszuschließen. Andererseits nimmt sie die Form des alle Unterschiede vernichtenden Weltsturmes an, der paradoxerweise im Fiasko zu einer (Wieder-)Vereinigung führt.

Polarisierungen werden vom Kind zwar vorgenommen, sind aber nicht stabil. Sie werden immer wieder in einem undifferenzierten Vermischen aufgehoben.

Die Bewegungen sind sehr oft naiv-geodätisch, vor allem in jenen regressiven Episoden der Vereinigung. Kritisch-geodätisches Verständnis ist zuweilen erkennbar, es hat aber noch keine (durchgehende) Verbindlichkeit. Die Schlucht wird gerne in das Trennungsthema eingebaut, dann aber verbindend als „Chaosbehälter“ zweckentfremdet. Das Brett wird nahezu nie als Brücke verwendet.

**Spaltung:** Die Trennung der Familie ist das prominenteste Thema dieses Spieltyps. Die Spaltung ist stabil, wird aber nichtsdestoweniger als Krise und Mangel inszeniert. Symbiotische Familienverhältnisse sind unwiderrufflich passé. Die Trennung kann grundsätzlich zwei Formen annehmen: Entweder leben Vater und Mutter getrennt, und das Kind ist

ausschließlich bei einem der beiden – oder pendelt unentschieden zwischen ihnen hin und her. Oder die Eltern leben noch zusammen, und das Kind muss irgendwo allein sein Leben fristen. Dieses Alleinsein des Kindes wirkt nicht gewollt, sondern schicksalhaft und verlassen. Manchmal sucht das Kind dann die Eltern, kann sie aber nicht mehr finden, versucht kompetent und selbständig zu sein, scheitert aber. Die Eltern, die es dann bräuchte, sind leider nicht da. Auch in Gefahrensituationen ist nicht garantiert, dass das Kind gerettet wird.

Kritisch-geodätische Bewegungen herrschen vor. Die Brücke wird selten verwendet, da sie mit der Rigidität der Spaltung nicht vereinbar ist.

**Konsolidierung:** Das hervorstechendste Merkmal dieses Typus ist die Emanzipation des Bärenkindes bei gleichzeitig hohem Familienzusammenhalt. Die Familie wirkt anders als in den anderen Typen. Die einzelnen Mitglieder erscheinen individuiert, und nicht nur funktional innerhalb der Gruppe profiliert. Auch das Bärenkind ist nun zu einem ernst zu nehmenden Charakter entwickelt, es ist kompetent und selbständig. Das Kind unternimmt Abenteuer, ist furchtlos und stark. Die Abenteuer unternimmt es auch gegen den Willen der besorgten Eltern, der elterliche Schutz wird als eher einengend dargestellt und muss vom Bärenkind umgangen werden: auch durch beschwichtigende Notlügen.

Die Eltern sind eher schwach dargestellt. Das geht in manchen Fällen so weit, dass das Bärenkind zu einer spektakulären Aktion zur Rettung der Eltern aus den Fängen des bösen Zauberers gebraucht wird. Das Kind ist ein Wohltäter, der Holz hacken und Nahrung suchen kann. Bedrohungen existieren in diesem Spieltypus eher als Herausforderungen.

Gut und Böse sind voneinander in Gegnerschaft getrennt und Weiblich von Männlich unterschieden. Das Bärenkind hat ein Geschlecht, und meist wird die damit verbundene Zugehörigkeit im Spiel erkennbar.

Alle Bewegungen haben kritisch-geodätischen Charakter. Wenn eine

Bewegung weit ausgreifend ist und die Landschaft nicht berücksichtigen soll, so wird sie elegant als Fliegen bezeichnet. Die Schlucht wird als trennend dargestellt, ist aber oft positiv als Abenteuerspielplatz konnotiert. Wenn sie überquert werden soll, wird eine Möglichkeit dazu erfunden: man kann fliegen, wird hinübergezaubert, oder baut sich eine Brücke. Die Brücke wird oft als asymmetrischer Zugang zu einer der Berghälften inszeniert. Sie ist dann z.B. im Besitz der Familie, damit deren Mitglieder auf die andere Seite gelangen können.

Die entwicklungstheoretischen Überlegungen in Kapitel 2.3, S. 23, wurden in Hinblick auf diese vier empirisch gewonnenen Typen entwickelt.

### 3.3.2 Naivität-Unsicherheit-Kompetenz

Die in Kapitel 2.3, S. 23, dargestellte Abfolge motivationaler Phasen trifft viele theoretische Annahmen. Die vorliegende Arbeit stand vor der Schwierigkeit, dass zu wenige Kinder intuitiv in die einzelnen HISK-Klassen eingestuft worden waren. Deshalb wurde zusätzlich eine einfachere Klasseneinteilung gesucht. Die den Experimenten zum Zwei-Berge-Versuch zugrundeliegende Fragestellung ist, ob sich kognitive Entwicklungen im entsprechenden Alter auf das projektive Spiel der Kinder in systematischer Weise auswirken. Es ist anzunehmen, dass sich der neurophysiologische Reifungsprozess, welcher sich in besseren Ergebnissen bei kognitiven Aufgabestellungen ausdrückt, über einen gewissen Zeitraum erstreckt. Diese Annahmen scheinen sich in den Theory of Mind-Versuchen (querschnittlich) zu bestätigen: Die jüngsten Versuchspersonen beantworteten Theory of Mind-Fragen erwartungsgemäß falsch – ohne irgendeine Irritation und konsequent systematisch gemäß ihres Weltwissens. Nachfragen irritieren diese Kinder nicht, es wirkt, als sei den Kindern die Antwort auf die Frage völlig klar (auch wenn sie tatsächlich falsch ist.). Also wird eine Klasse von Spielen postuliert, die für Kinder *vor dem*

*Eintritt* in die Phase der Theory of Mind-Reifung typisch ist. Diese Klasse wird im Folgenden **Naivität** genannt.

Die ältesten Kinder der Stichprobe haben dagegen überhaupt keine Schwierigkeiten bei Tests zu Theory of Mind. Auch hier wirken die Antworten selbstverständlich, sie erfolgen spontan und ohne langes Überlegen. Die häufigen standardisierten Fragen scheinen die Kinder eher zu nerven als zu beunruhigen. Also postulieren wir eine Klasse von Spielen, die *abgeschlossene Theory of Mind-Entwicklung* sowie vollständig erfolgte Anpassungen des motivationalen Systems widerspiegelt. Diese Klasse wird im Folgenden **Kompetenz** genannt. Naive und Kompetente befinden sich am jüngeren und älteren Ende der Altersverteilung.

Wenn man sich von Videos der Theory of Mind-Experimente anmuten lässt, die sich altersmäßig zwischen den beiden Randklassen befinden, so erscheinen Kinder mittleren Alters zu überlegen und verunsichert zu sein, wenn gemäß des Versuchsplans die Fragen häufig wiederholt werden. Sie wirken beim Schlüsselversuch, als wüssten sie nicht, was von dem Geschehen um sie herum so zu halten ist. Üblich sind in diesem Alter auch teils korrekte, teils falsche Antworten, was eine Zuordnung in die Kategorien Kompetent/Inkompetent erschwert. Zu diesen Zauderern liegt bisher keine statistische Auswertung vor. Es liegt also anhand der Theory of Mind-Versuche nahe, vorerst eine einzige Übergangsklasse zu postulieren, die im Folgenden mit **Unsicherheit** bezeichnet wird.

Um die NUK-Klassifizierung praktisch verwenden zu können, muss der Reifungsprozess als Wahrscheinlichkeit, mit welcher ein Kind eine bestimmte Theory of Mind-relevante Fragen beantworten kann, in Abhängigkeit vom Alter dargestellt werden. Diese Darstellung beginnt beispielsweise für eine bestimmte Frage bei „sicher falsch“ mit 2;6 Jahren, und endet mit „sicher richtig“ mit 5 Jahren. Mit  $t_0$  wird das Alter eines Kindes bezeichnet, zu dem die Wahrscheinlichkeit eine Theory of Mind-Aufgabe korrekt zu beantworten gerade  $\frac{1}{2}$  ist. Nun erwarten wir aufgrund unserer theoretischen Überlegungen

einen Anpassungsprozess, der von Beunruhigung und Verunsicherung begleitet ist. Dieser verstärkt sich im Verlauf der Theory of Mind-Entwicklung, und verschwindet nach deren Abschluss. Diese Überlegungen decken sich stark mit jenen der theoretischen Herleitung in 2.3. Ähnlich wie in Abb. 4 sind diese Phasen in Abb. 10 veranschaulicht.

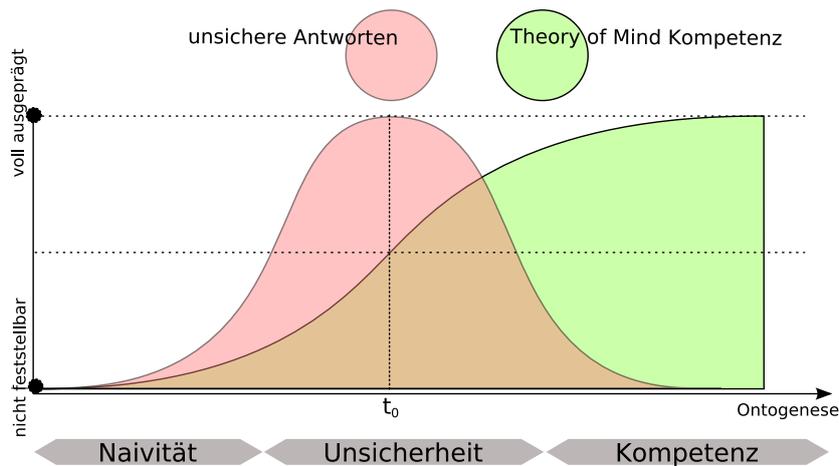


Abbildung 10: Abschnitte der Theory of Mind-Entwicklung

Der Algorithmus bildet eine Klassifizierung in die drei Typen „Naivität“, „Unsicherheit“ und „Kompetenz“ (im Folgenden als **NUK** bezeichnet).

### 3.3.3 Notation

In der vorliegenden Dissertation werden die Spiele unterschiedlich klassifiziert (HISK bzw. NUK). Zur HISK-Klassifizierung lagen teilweise intuitive Ratings vor. Wenn einer Klassifizierung im Folgenden ein „A“ angehängt wird (**NUK-A**, **HISK-A**), so handelt es sich um das Ergebnis des Algorithmus zur Einschätzung der entsprechenden Klasse. Wird ihm dagegen ein „I“ angehängt (**HISK-I**), handelt es sich um die intuitive Schätzung eines Auswerters. Der Algorithmus zur Einschätzung der NUK-Klassen wird mit  $\mathfrak{A}_{NUK}$ , jener zur Einschätzung der HISK-Klassen  $\mathfrak{A}_{HISK}$  bezeichnet.

### 3.4 Hypothesen

Die Kurvenverläufe in Abb. 4, S. 27, sind als Wahrscheinlichkeiten zu interpretieren. Der grün hervorgehobene Verlauf der Theory of Mind-Entwicklung entspricht gemäß der Item-Response-Theory der Wahrscheinlichkeit, die gestellten Aufgaben korrekt zu lösen. Dazu wird eine als kontinuierlich angenommene zugrundeliegende Theory of Mind-ability angenommen. Diese Theory of Mind-ability läßt sich so den einzelnen motivationalen Phasen zuordnen. Da die Spielinhalte zu den Spezifika der einzelnen Phasen passen, sind die Hypothesen der Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Theory of Mind und Motivation/Emotion,

1. dass sich keine Kinder finden, deren Spiel dem Harmonietyp zuzuordnen ist, und die gleichzeitig bereits Theory of Mind aufweisen.
2. dass nur sehr wenige Kinder, deren Spiel dem Instabilitätstyp zuzuordnen ist, bereits Theory of Mind aufweisen.
3. dass beinahe alle Kinder, deren Spiele dem Spaltungstyp zuzuordnen sind, bereits Theory of Mind aufweisen.
4. dass alle Kinder, deren Spiele dem Konsolidierungstyp zuzuordnen sind, bereits Theory of Mind aufweisen.

### 3.5 Das Programm

Für die vorliegende Arbeit wurden folgende Programme erstellt:

- Eine Anwendung zur Eingabe der Protokolle (vgl. 5.1.1, S. 60ff). Bei dieser Anwendung wurde der meiste Wert auf allgemeine Benutzbarkeit gelegt. Das Eingabeprogramm wurde in einem Feedbackprozess mit Hilfe zahlreicher Protokollanten als Tester und bis 2003 von mir gemeinsam mit Jörg Stukenkemper entwickelt.

Das Eingabeprogramm wurde im wesentlichen bereits für die Diplomarbeit (Kappler 2004; Stukenkemper 2003) erstellt.

- Eine Anwendung zur Eingabe und Pflege der Verben (vgl. 5.2.4). Diese Anwendung ermöglicht das Festlegen der Syntax eines Verbs, sowie seiner semantischen Implikationsregeln in einer graphischen Benutzeroberfläche.
- Diverse Anwendungen zur Berechnung der Aussagenvektoren und deren weiterer Verarbeitung. Diese Anwendungen sind zum großen Teil in Form von ANT-Scripts erstellt.

Das Programm wurde in Java mithilfe der Entwicklungsumgebungen (in zeitlicher Reihenfolge) MetroWerks CodeWarrior, Netbeans und Eclipse erstellt. Es umfasst über 800 Klassendateien mit knapp 100 000 Zeilen Programmcode (nach Entfernen der Programmkommentare, gemäß der Source Lines of Code Ermittlung des sloccount Programmes, vgl. Tabelle 1) (6 Mio. Zeichen). Bei einer unformatierten Ausgabe, (30 Zeilen á 60 Zeichen ohne Zeilenumbrüche) entspräche dies etwa 3000 Seiten Programmausgabe. Deshalb ist der Quellcode nicht im Anhang darstellbar.

Die Arbeit verwendet die freien Bibliotheken

**mantissa** Zur numerischen Berechnung von Integralen und zur numerischen Lösung von Differentialgleichungen.

**jfreechart** Zur Darstellung von Ergebnissen und Statistiken.

**log4j** Für Log-Ausgaben

**apache-commons-math**

**weka** Für EM-Algorithmen

**junit** zum automatisierten Testen der Programmfunktionen

Die Qualität der Programmierung ist sehr uneinheitlich. In Elementen, welche das Eingabeprogramm betreffen, ist das Programm weitgehend fehlerfrei

```

Total Physical Source Lines of Code (SLOC)                = 99,655
Development Effort Estimate, Person-Years (Person-Months) = 25.09 (301.05)
  (Basic COCOMO model, Person-Months = 2.4 * (KSLOC**1.05))
Schedule Estimate, Years (Months)                        = 1.82 (21.87)
  (Basic COCOMO model, Months = 2.5 * (person-months**0.38))
Estimated Average Number of Developers (Effort/Schedule) = 13.77
Total Estimated Cost to Develop                          = $ 3,388,954
  (average salary = $56,286/year, overhead = 2.40).
SLOCCount, Copyright (C) 2001-2004 David A. Wheeler
SLOCCount is Open Source Software/Free Software, licensed under the GNU GPL.
SLOCCount comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, and you are welcome to
redistribute it under certain conditions as specified by the GNU GPL license;
see the documentation for details.
Please credit this data as "generated using David A. Wheeler's 'SLOCCount'."

```

Tabelle 1: Programmstatistik nach sloccount

und benutzerfreundlich über eine graphische Bedienoberfläche zu kontrollieren (vgl. 5.1.1 auf S. 60). Die so zugängliche Programmfunktionalität ist jedoch nur ein kleiner Teil des gesamten Paketes.

Bei einer Replikation der vorgelegten Ergebnisse ist unbedingt auch eine Revision der zugrundeliegenden Berechnungen empfehlenswert, da diese den wesentlichen Teil der Arbeit darstellen. Statistiken über den Umfang des beigelegten Programmes gemäß des sloccount-Programmes (COCOMO-81 Modell, Boehm 1981) verdeutlichen, dass bei der Erstellung des Programmes äußerst effizient und schnell gearbeitet werden musste, was stets zulasten von Fehlerfreiheit und „Usability“ geht. Dieser Statistik ist auch zu entnehmen, dass es weder möglich noch nützlich ist, den Quellcode im Anhang darzustellen. Er findet sich aber selbstverständlich auf dem beigelegten Datenträger.

Das Analysepaket wurde in sehr extremer Programmierpraxis vorangetrieben. Es enthält dementsprechend viele verlorene und stillgelegte Zweige, die aus Zeitgründen nicht völlig aus dem Programm entfernt wurden. Ebenso aus Zeitgründen nicht möglich seine Funktionen in einer benutzerfreundlichen Oberfläche unterzubringen, die eine Neuberechnung der Ergebnisse auf diesem Wege erleichtern würde. Ich bedauere insbesondere, dass eine syste-

matische Verteilung der Funktionalität in einer schönen und sauberen API in den meisten Fällen nicht gewährleistet ist. Das Paket zur Berechnung der neuronalen Netze ließe sich jedoch mit geringem zusätzlichem Aufwand aus dem Projekt herauslösen und in ein anderes übertragen.

## 4 Schematischer Überblick über die algorithmisierte Auswertung

### 4.1 Möglichkeiten und Grenzen einer standardisierten intuitiven Auswertung

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Auswertung des Zwei-Berge-Spiels mithilfe eines Computeralgorithmus'. Idealerweise stünden diesem Algorithmus alle Informationskanäle zur Verfügung, die grundsätzlich auswertbar wären: Die Blickrichtung und -dauer der Versuchsperson (VP), ihre Mimik und Gestik, die Bewegungen der Spielfiguren auf der Spiellandschaft, die sprachlichen Äußerungen der VP sowie deren paraverbale Qualität (Artikulation, Lautstärke, Sprechtempo, Sprachmelodie etc.). Eine ideale formalisierte Auswertung könnte als Eingang die Video- und Audiosignale verschiedener Kameras erhalten, mit Programmen zur Erkennung von Sprache und Bild, Mimik und Gestik sowie zum Verfolgen von Gegenständen versehen sein, und darüber hinaus über genügend Weltwissen verfügen, um diese Unmenge an Daten sinnvoll zusammenzuführen. Solche Technik steht sicher nicht zur Verfügung. Zwar entwickeln sich die Gebiete, in denen Computer eingesetzt werden, gegenwärtig mit enormer Geschwindigkeit; insbesondere auf dem Gebiet der künstlichen Intelligenz sind sicher in den nächsten Jahren große Veränderungen zu erwarten. Aber ein derart mächtiges System ist auch mittelfristig nicht in Aussicht.

Der Zwei-Berge-Versuch ist als projektives Verfahren angelegt (Kapitel 3.2.2). Projektive Verfahren gehen davon aus, dass die VP Phantasieinhalte beobachtbar in der Realität gestaltet. Diese Gestaltung – so die Annahme – enthält dann reliable und valide Informationen über psychische Variablen der VP. Dieser Annahme entspricht eine Festlegung auf einen bestimmten Ausschnitt beobachtbarer Daten: Gerade jener Teil des gesamten Verhaltens des Versuchskindes ist interessant, der auf die Ausgestaltung der Phanta-

sietätigkeit schließen lässt. Dabei handelt es sich um den Inhalt des Spiels. Andere Verhaltensmerkmale beim Spielen, wie z.B. die Häufigkeit des Blicks zum Paravent, hinter dem die Mutter sitzt, könnten durchaus wertvolle Informationen über psychische Variablen des Kindes enthalten. Diese könnten auch durchaus für unsere Fragestellung nach Zusammenhängen zwischen Theory of Mind und Motivation relevant sein. Wenn jedoch angenommen wird, dass der Zwei-Berge-Versuch als *projektives Verfahren* Aufschlüsse über den motivationalen Entwicklungsstand des Kindes geben kann, so hat man sich auf den Datenausschnitt des *Spielinhalts* einzuschränken. Dadurch soll es möglich werden, die Ergebnisse zuverlässig auf den projektiven Vorgang zurückzuführen. An allen interpretierbaren Zeichen des Kindes bei seinem Spiel interessiert in der vorliegenden Auswertung also ausschließlich deren Bedeutung für den Spielinhalt.

Auf Ebene der Einzelhandlungen gibt es zwischen den Beobachtern große Konkordanz in der Einschätzung ihrer auf die Einzelhandlung eingegrenzten Semantik. Dies ist sogar dann der Fall, wenn zur Synthese dieses Urteils komplexe kognitive Prozesse im Beobachter unter Einbeziehung seines intuitiven psychologischen Verständnisses nötig sind.

*Beispiel 4.1.* Häufig benutzen die Kinder bei der Verbalisierung ihres Spiels nicht die Bezeichnungen der Figuren. Sie verwenden dann meist körpersprachliche Demonstrativa. Beispielsweise nimmt das Kind den Vater in die rechte, den bösen Zauberer in die linke Hand. Dann bewegt es die rechte Hand mit der Vaterfigur von der rechten Berghälfte auf die linke, nahe zu seiner linken Hand. Dabei achtet das Kind sorgfältig darauf, die Hand nahe an der Landschaft zu bewegen. Das Kind sagt: „Der geht jetzt zum Bösen.“

Von all der Information in diesem Beispiel ist nur die Bedeutung interessant, wie sie sich in der Phantasie des Kindes darstellen mag. Und es ist einem Beobachter klar, dass sich das Kind vorstellt, wie der Vater zum bösen Zauberer geht, und aufgrund der sorgfältigen Bewegung entlang der geodäti-

schen Bedingungen ist er überzeugt, dass das Versuchskind sich vorstellt, wie der Vater dabei die Schlucht durchqueren muss. Wenn das Kind die Arme überkreuzen würde und die Figuren in der je anderen Hand hielte, und einen etwas anderen Pfad ginge, so ist intuitiv plausibel, dass das Kind mit äußerst hoher Wahrscheinlichkeit dieselbe Aktion „meint“, obwohl es anderes Verhalten zeigte.

Wenn in der Folge eingeschätzt werden soll, was diese Aktion für den Spielverlauf bedeutet, divergieren die Einschätzungen der Beobachter bereits weitaus mehr. Es sind zwar auch auf dieser Ebene noch hohe Raten der Übereinstimmung zu erwarten. Wenn es allerdings um die Einschätzung eines ganzen Spieles geht (um dessen relevante und charakteristische Episoden etc.), dürfte sich die Meinung der fiktiven Beobachter bereits nennenswert auseinanderbewegen. Das ist insbesondere der Fall, wenn man nicht annimmt, dass es sich bei den Beobachtern ausschließlich um Psychologen handelt, welche (gemäß ihrem Selbstbild) mit geschulter Intuition den psychologischen Gehalt destillieren, und denen andere Beobachter vorwerfen können, dass sie (gemäß deren Bild von Psychologen) Zeichen unzulässig psychologisierten, das heißt bestimmtem Verhalten eine psychologische Bedeutung zuwiesen, die diesen Zeichen in Wahrheit nicht zukommt. Wenn die Psychologen darauf nur erwidern können, sie hätten eben die geschultere Intuition, haftete dem der Ruch der Unwissenschaftlichkeit an. Gerade dieses Problem war schließlich ursächlich für den weitgehenden Ausschluss projektiver Verfahren aus dem experimentellen Methodenkanon.

## 4.2 Die Auswertung des Zwei-Berge-Versuchs

Bleibt man hingegen auf der Ebene der Einzelhandlungen, sind die Voraussetzungen für eine formalisierte Auswertung günstig: Da so wenig Varianz beim einfachen Verständnis von Einzelhandlungen zu erwarten ist, lässt sich dieser Schritt gut aus der Computeranalyse ausgliedern. Die Informationen des

Spielverlaufes als Sequenz solcher Einzelhandlungen muss dazu von Protokollanten in eine computerlesbare Form gebracht werden. Bei dieser Aufbereitung handelt es sich um eine Transkription. Es ist zwar auch dabei unumgänglich, dass menschliche Intelligenz während dieses Prozesses Urteile trifft und diese in den Computer einspeist. Die subjektiven Störeinflüsse (dargestellt durch die gestrichelten Linien beim Übergang in den Computer in Abb. 11, S. 55) halten sich dabei aber in Grenzen. Die Protokolle von Spielhandlungen sind um Größenordnungen einfacher eindeutig zu verarbeiten, als es audiovisuelle Rohdaten wären. Nicht einmal zur Analyse einfacher Spielhandlungen gibt es ein System, welches nutzbar gemacht hätte werden können. Deshalb war es erforderlich, ein eigenes System zu erstellen, welches eine Formalisierung der Auswertung des Zwei-Berge-Versuchs ermöglichen sollte. Ihre Verarbeitung schien im Rahmen einer Dissertation und mit gegenwärtigen Computern machbar. Im Überblick geht das System dabei folgendermaßen vor (siehe Abb. 11): Zuerst werden die Daten in einer syntaktisch eindeutigen, formalen Sprache protokolliert. Dabei werden die Einzelhandlungen aus Satzbausteinen zusammengesetzt. Die so zur Verfügung stehende Sprache eröffnet einen nahezu unbeschränkten Raum möglicher Eingaben (ca. 60 Figuren, Orte und Gegenstände als Objekte, und ca. 550 Verben). In diesem Schritt findet eine enorme Reduktion der Information auf reine Handlungsschritte innerhalb des Spielgeschehens statt. Der erste Analyseschritt ist nun, die Protokollsätze im Computer mit semantischen Implikationen zu ergänzen. Dabei wird ein Protokollsatz (z.B. ‘Mutter küsst Kind’) um all jene Aussagen erweitert, die ein Mensch sich ohnehin dazudenkt (im Beispiel: ‘Mutter mag Kind’). Das Expertensystem  $\xi$  bildet auf formale Weise jene Schlüsse nach, die ein Mensch dank seiner psychologischen Intuition und seines Weltverständnisses zieht. Dieser Schritt ist einem formalen Assoziationsvorgang vergleichbar.  $\xi$  ist modular aufgebaut, wobei die Ergebnisse des einen Moduls als Informationseingang von Folgemodulen dient. Es enthält Module, welche Verbsemantiken auf die Protokollsätze übertragen, und weitere, welche die

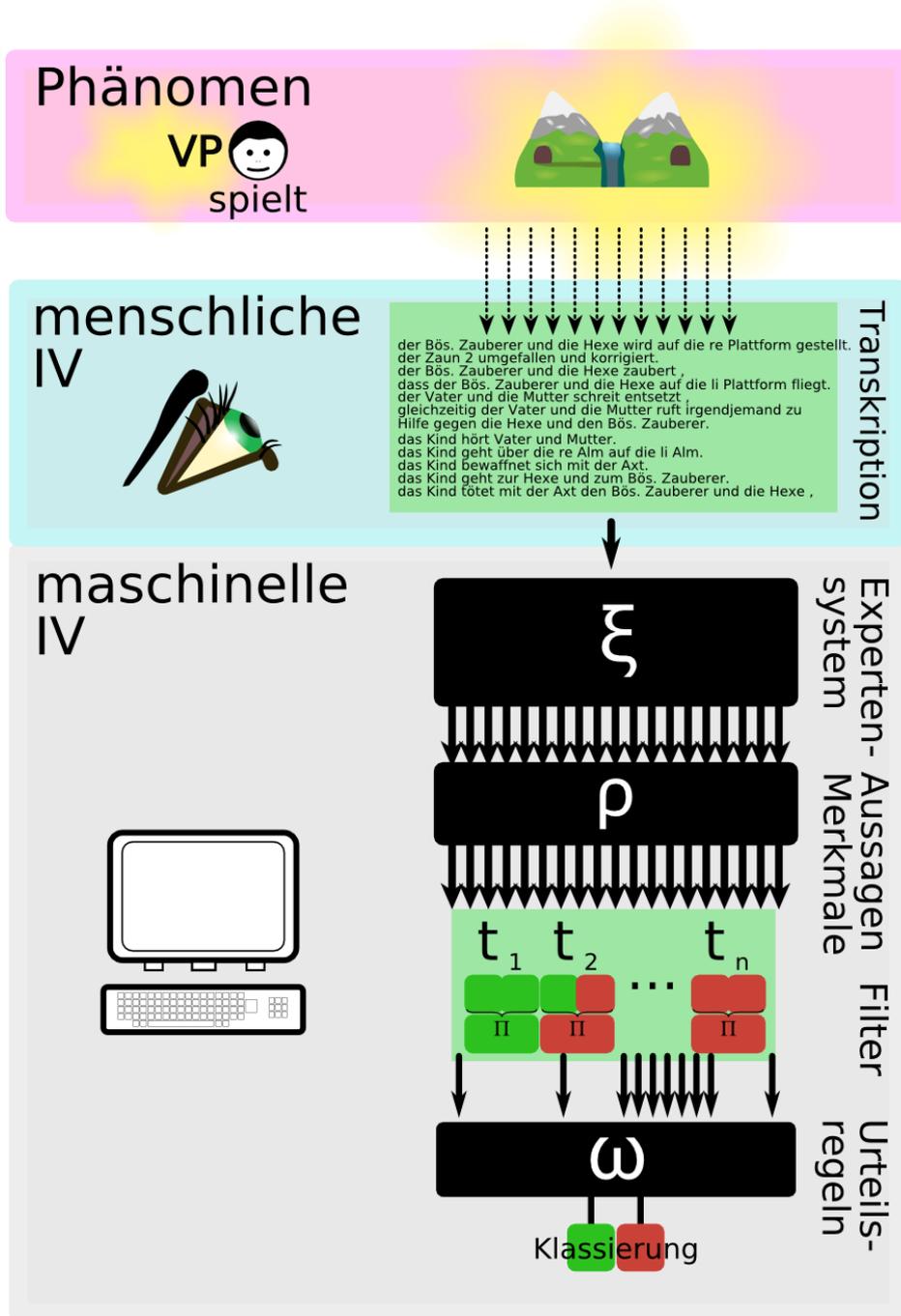


Abbildung 11: Übersicht der Auswertung im Computer

zeitliche Abfolge von Informationen nutzt, um (einfache) Schlussfolgerungen über den Kontext eines Satzes zu ziehen.

Am Ende errechnet das System  $\rho$  aus der Repräsentation der Spielverläufe einen Vektor mit Werten, die als Wahrscheinlichkeiten für relevante Aussagen über das Spiel interpretierbar sind. Die Aussagen sind in Merkmale gegliedert. Jedes Merkmal stellt mittels einer diskreten Wahrscheinlichkeitsverteilung Informationen über einen bestimmten Aspekt des Spiels für die weitere Verarbeitung zur Verfügung. Diese Merkmale stellen Schlussfolgerungen über das zugrundeliegende Spiel als Ganzes dar. Folgende Beispiele zur Illustration der zur Verfügung gestellten Informationen:

- Relative Häufigkeiten hinsichtlich der Information, wie oft das Bärenkind sehr nahe bei, nahe bei, oder weit entfernt von der Bärenmutter war.
- Relative Häufigkeiten hinsichtlich der Bestätigung/Verneinung von Konflikt oder Zuneigung zwischen zwei bestimmten Figuren.
- Relative Häufigkeiten, wie häufig bestimmte Figuren am Spiel beteiligt waren.

An dieser Stelle werden aus dem Expertensystem  $\xi - \rho$  ca. 16000 Wahrscheinlichkeitswerte an die nächste Verarbeitungseinheit übergeben.

Diese unüberschaubare Menge an Werten ist zu großen Teilen irrelevant. Deshalb werden diese Aussagen anschließend in einem Filterprozess ausgesiebt. Dazu wird für jede übermittelte Wahrscheinlichkeit der Aussagen geprüft, ob sie bemerkenswert erhöht ist. Wenn das der Fall ist, wird ein **Trigger** ausgelöst, der anzeigt, dass die zugehörige Aussage für die weitere Bewertung relevant ist. Diesen Vorgang kann man sich auch als Kontrasterhöhung vorstellen, bei dem irrelevantes leichtes Rauschen aus den Daten gesiebt und relevante leichte Erhöhung hervorgehoben wird.

Die Trigger dienen als Eingang zur Verarbeitung in einem Regelwerk  $\omega$ . Dort

werden die Trigger zu **Features** zusammengefasst. Diese Features stellen psychologisch relevante Zusammenfassungen der Trigger dar. Da die Trigger relevante Aussagen weitergeben, lassen sich Features anhand der zugrundeliegenden Aussagen beschreiben. So besteht ein Feature z.B. darin, dass Gut und Böse getrennt wird und das Kind hinreichend oft weiter von den Eltern entfernt war, diese aber als Sicherheitsquelle zur Verfügung standen. Ein Feature lässt sich anhand der Bedeutung jener Aussagen beschreiben, die es bestimmen. Die Features wiederum sprechen für oder gegen die Einstufung in bestimmte Zielklassen. Das Regelsystem  $\omega$  enthält für das soeben beschriebene Beispiel-Feature eine Regel, dass dieses Kind wahrscheinlich ein Konsolidierungs- (HISK) bzw. Kompetenz-Kind (NUK) ist.  $\omega$  schließlich errechnet eine diskrete Wahrscheinlichkeitsverteilung für die Zieltypen. So erhält man eine Einschätzung, mit welcher Sicherheit das Spiel eines Kindes welcher Klasse zugeordnet wurde.

### 4.3 Das Regelwerk $\omega$

Filterschicht und  $\omega$  sind als neuronales Netz realisiert. Die gesamte Funktionsweise von Filterschicht und  $\omega$  ist durch Parameter bestimmt. Die Parameter legen also folgende Wirkweisen fest:

1. Die Kriterien der Filterung
2. Die Regeln, nach denen die Zusammenfassung in Features geschieht (welche Trigger sprechen für, welche gegen ein bestimmtes Feature)
3. Die Regeln, nach denen Features in Klassenurteile umgesetzt werden

Als neuronales Netz stellen beide zusammen mathematisch nichts anderes dar als eine große stetige und nach jedem einzelnen Parameter differenzierbare Funktion. Die relevanten Aussagen dienen als Eingabe, und die Ausgabe des Netzes ist gerade die Klassifizierung. Die Funktion ist dementsprechend groß: ca. 16000 Dimensionen umfasst die Eingabe. Diese Parameter werden in ei-

nem Lernvorgang (optimierter Gradientenabstieg) auf die Klassenzuordnung optimiert.

Das skizzierte Vorgehen unterscheidet sich grundlegend von gegenwärtig in der Psychologie üblichen Verfahren zur Gewinnung objektiver Daten. Es ermöglicht einen immensen Eingaberaum, der um Größenordnungen näher an den Umfang natürlicher Sprache heranreicht, als dies andere Verfahren leisten können. Kinderspiele sind strukturell vergleichsweise einfach. Sie sind beispielsweise weitgehend ohne ein Verständnis zeitlicher Bezüge auswertbar. Dennoch stimmt das Verfahren optimistisch, dass auf ähnliche Weise auch andere komplexe Daten, insbesondere der reiche Fundus vertextbaren Materials, der psychologischen Forschung zugänglich gemacht werden könnten.

Die Wahrscheinlichkeitsausgaben von  $\xi$  sind eng an die semantischen Begriffe gekoppelt, die dem Expertensystem zugrundeliegen. Deshalb kann die Beurteilung der in Abb. 11, S. 55, als black boxes dargestellten Module  $\xi$ ,  $\rho$  und  $\omega$  anschaulich nachvollzogen werden. So kann das Verfahren jene Zusammenfassungen von Aussagen darstellen, die entsprechend seinen Kriterien relevant sind für eine Klassifizierung.

## 5 Der Algorithmus

In diesem Kapitel sind mathematische Darstellungen unvermeidbar. Ich habe versucht, diese allgemein verständlich darzustellen. Soweit möglich, werden Definitionen für mathematische Konzepte im Anhang dargestellt. Bei der Darstellung mathematischer Umformungen und Herleitungen werde ich nicht alle einzelnen angewendeten Umformungsregeln aufführen. Dafür sei auf einschlägige mathematische Literatur verwiesen (Khinchin 1957; MacKay 2003; Rojas 1993; Braun 1997; Hand, Mannila & Smyth 2001; Krahl, Windheuser & Zick 1998; Görz 1993).

1. Indizes werden nach Möglichkeit mit  $i, j, k$  bezeichnet.
2. Einen Vektor von Werten bezeichne ich mit **Fettschrift**:  $\mathbf{x} = \begin{pmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix} = (x_1, \dots, x_n)^T$ . Seine einzelnen Komponenten werden durch das Subscript  $i$  bezeichnet (ohne Fettdruck).

### 5.1 Sprache

Die prominenten Probleme bei der Verarbeitung natürlicher Sprache durch Computer sollten in der vorliegenden Arbeit umgangen werden. (Kamp & Reyle 1993) Sie zählen nicht zu den Kernproblemen einer psychologischen Analyse, und die Protokollierung durch Auswerter garantiert ausreichende Objektivität. Es wurde darauf verzichtet, Klartextprotokolle der Spielverläufe (vgl. Tabelle 2) als Eingangsdaten im Analyseprogramm zu nutzen, wo diese erst einer morphologischen sowie syntaktischen Analyse unterzogen würden, um dann in einer eindeutigen Repräsentation an ein Modul zur semantischen Verarbeitung weitergereicht zu werden. In der vorliegenden Arbeit wurde eine künstliche Sprache definiert, in welcher die Protokolle transkribiert wurden. Im Gegenteil lässt sich argumentieren, dass die Restrik-

tionen, welche die künstliche Sprache für die Formulierung von Sachverhalten mit sich bringt, subjektive Verzerrungen eher vermeiden. Den Protokollanten steht eine feste Menge von Worten zur Auswahl, und wenn Zweifel über die Bedeutung eines Wortes bestehen, so wird den Protokollanten angezeigt, was unter dem Wort in der Protokollsprache verstanden wird. Auf Alternativen mit ähnlichen Bedeutungen wird dabei verwiesen. Die Festlegung der Protokollsprache verringert entsprechend Missverständnisse durch unterschiedliches Sprachempfinden der Protokollanten.

### 5.1.1 Transkription

Um die Spiele der Versuchspersonen einer Auswertung im Computer zugänglich zu machen, ist an erster Stelle ein Transkriptionsvorgang nötig. Für die Erfassung der Spielhandlungen wurde ein spezielles Eingabeprogramm erstellt (dargestellt in Abb. 12). Es nimmt während der Eingabe in eingeschränktem Umfang Auswertungen vor, und meldet sie dem Protokollanten zurück. Insbesondere werden die Figuren an den vom Computer gefolgerten Orten in einer schematischen Abbildung der Spiellandschaft angezeigt. Es wird hervorgehoben, welche Figur sich gerade gemäß der gewählten bzw. bearbeiteten Eingabe bewegt hat, indem ein Pfeil vom Ausgangs- zum Zielort dargestellt wird. In den neuen Programmversionen werden darüber hinaus um Figuren Kreise gezeichnet, wenn diese Figuren in der dargestellten Handlung als ‘a wird im Spiel verwendet’ von der Auswertung markiert werden. Die meisten Eingabefehler bestehen aus Auslassungen oder Falscheingaben der Figuren. Beide können mit einer solchen Darstellung der Orte der Figuren verhindert werden. Eingabefehler, welche den Bereich der Lokomotion betreffen, sind anhand eines Vergleichs mit dem Videobild sofort erkennbar. Auslassungen werden meist ebenso an den Orten der Figuren erkennbar, weil die meisten Handlungen mit Lokomotionen verbunden sind, so dass sich dabei die Stellung der Figuren auf dem Video verändert.

In Abb. 12 befinden sich die Bösen mit den Guten auf der rechten Seite vor

der Höhle. Der gewählte und dargestellte Satz ist: „‘der böse Zauberer und die Hexe werden auf die re. Plattform gestellt.’“ Die Pfeile zu den Bösen zeigen an, dass sich diese von der Brücke in die Nähe der Guten bewegt haben. Die Eltern sind in der linken Höhle, und das Bärenkind ist in der rechten Höhle. Die Situation entstammt dem Spiel der Versuchsperson A08 und markiert den Beginn der in Tabelle 2, S. 62, in natürlicher Sprache dargestellten dramatischen Episode. In Tabelle 2, S. 62 wird die Beschreibung jeder Spielhandlung räumlich links, rechts oder mittig ausgerichtet, um anzudeuten, wo sie auf der Spielfläche stattfindet. Das Kind wurde anhand der Protokollierung in natürlicher Sprache intuitiv als konsolidiert eingestuft. Der Algorithmus kam zur selben Einschätzung.

Die dargestellte Handlung wird transkribiert, indem die Sätze wie in einem Baukasten zusammengefügt werden. In der Abbildung wählt man z.B. durch Klicken den ‘Bösen Zauberer’ als Subjekt und fügt (nach einem Klick auf +) auch die ‘Hexe’ als Subjekt hinzu. Aus den Prädikaten wählt man im Themenbereich Lokomotion ‘wird gestellt’ und als Zielangabe die ‘rechte Platt-



Abbildung 12: Die Eingabemaske. Die Bösen wurden von der Brücke auf die rechte Plattform gestellt.

form'. Der Computer meldet nun grafisch zurück, dass die Bösen nun auf der rechten Plattform sind. Mit zunehmender Erfahrung kann die Eingabe dann auch über die Tastatur erfolgen.

Die nächste Spielhandlung ist: Die Bösen zaubern („hex, hex“), dass sie zu den Eltern fliegen. Die Eingabe der Bewegung in Abb. 12 war im Vergleich dazu sehr einfach. Aber die Formulierung komplizierter Gefüge aus Sätzen und Nebensätzen ist im Eingabeprogramm ohne weiteres möglich: In Abb. 13 ist dargestellt, wie der Flug der Bösen zu den Eltern kodiert werden kann. Und der Computer repräsentiert in diesem Fall, dass der Nebensatz bei 'zaubern' als wahr angenommen werden kann, deshalb „versteht“ er, dass die Bösen

	Hexe und Böser Zauberer auf re Plattform.
„Hex, hex!“ Böser Zauberer, Hexe zaubern sich auf die li Plattform.	
Die Bösen bedrohen den Vater und die Mutter in der Höhle (gehen nahe hin)	
Mutter und Vater: „Hilfe, Hilfe!“	
	Kind scheint die Hilferufe zu hören: „Hee, was?“
	Kind geht über re Alm auf die li Alm
Kind nimmt Axt	
Kind tötet mit Axt Hexe und Bösen Zauberer („Zerschnitten- ah, tot!“)	
	Hexe und Böser Zauberer auf re Stufe. „Die sind verspeist. Tot.“ VL: Wer hat die tot gemacht? VP: Der (zeigt auf kleinen Bär) mit der Axt.“

Tabelle 2: Beschreibung der dargestellten Episode mit Stichpunkten in natürlicher Sprache



Abbildung 13: Die Bösen haben sich zu den Eltern gezaubert.

in diesem Beispiel auch tatsächlich auf die linke Seite des Berges fliegen: er stellt ihren Ort und ihre Bewegung dorthin grafisch dar.

Die ganze Episode aus Tabelle 2 ist in der Sprache des Programms in Tabelle 3 dargestellt.

Das Verhalten der Versuchspersonen während des Spiels lässt sich grundsätzlich auf zwei Bedeutungsbereiche festlegen: Entweder findet die Äußerung

innerhalb der Spielgestaltung statt und zielt auf die Darstellung einer Spielhandlung. Oder aber die Äußerung hat keine Bedeutung für die Spielgestaltung selbst. Darunter fällt auch die direkte Kommunikation mit dem Versuchsleiter. Die Kinder fragen zum Beispiel, wer die Berge gemacht hat, oder zeigen der Versuchsleiterin, dass der Drache aus Knete gemacht ist.

Die Einschätzung, welcher Sprechakt der Versuchsperson in welchen Bereich fällt, ist eine durch einen menschlichen Beobachter vorgenommene Interpretation. Diese Bestimmung entspricht der Interpretation des Kontextes der Äußerung (z.B. innerhalb des Spieles oder aber innerhalb der Kommunikation mit der Versuchsleiterin). Dabei wird die Pragmatik der Äußerungen des

89	der Bös. Zauberer und die Hexe wird auf die re Plattform gestellt.
90	der Zaun 2 umgefallen und korrigiert.
91	der Bös. Zauberer und die Hexe zaubert , dass der Bös. Zauberer und die Hexe auf die li Plattform fliegt.
92	der Vater und die Mutter schreit entsetzt , gleichzeitig der Vater und die Mutter ruft irgendjemand zu Hilfe gegen die Hexe und den Bös. Zauberer.
93	das Kind hört Vater und Mutter.
94	das Kind geht über die re Alm auf die li Alm.
95	das Kind bewaffnet sich mit der Axt.
96	das Kind geht zur Hexe und zum Bös. Zauberer.
97	das Kind tötet mit der Axt den Bös. Zauberer und die Hexe

Tabelle 3: Beschreibung der dargestellten Episode in der Syntax des ZweiBerge-Programms

Kindes beurteilt. Durch die Möglichkeit der Syntax, Nebensätze zu verarbeiten, können bei der Protokollierung Aussagen hinsichtlich ihrer Pragmatik markiert werden. Für andere Äußerungskontexte als jenem des freien Spiels stehen insbesondere folgende Markierungen zur Verfügung: ‘VP erwägt, ob a’, ‘VP fordert VL auf, dass a’, ‘VP fragt VL, ob a’, ‘VP versucht: a’.

Für eine ausführliche Darstellung des Protokollierungsprogrammes existiert ein Manual zur Transkription von Stukenkemper (2003).

### 5.1.2 Die Syntax der Sprache

Die Protokollsprache ist konsequent so definiert, dass sie keine Ambiguitäten zulässt. Sie umgeht folgende zentrale Schwierigkeiten der Auswertung natürlicher Sprache:

**Demonstrativa:** Alle Referenzen werden eindeutig zur Eingabezeit bestimmt.

**syntaktische Ambiguität:** Es lassen sich keine Sätze konstruieren, die syntaktisch zwei Interpretationen zuließen.

**semantische Ambiguität:** Es gibt nur eine begrenzte Auswahl an Verben, deren Bedeutung eindeutig bestimmt ist. Wenn die Wortmarke eines Verbs missverständlich ist, kann auf eine Beschreibung der Gebrauchsregeln zurückgegriffen werden. Wenn Verben mehrere Bedeutungsmöglichkeiten haben, die sich in natürlicher Sprache erst aus dem Kontext erschließen, so wird stattdessen je ein Verb für jede Bedeutung zur Auswahl angeboten. Es sind keine Wortneuschöpfungen möglich.

Der Aufbau eines Satzes ist sehr einfach: Jedes Verb bestimmt durch eine Satzsignatur die Syntax der Sätze, in welchen es steht. Diese Signatur besteht aus einer Liste von Regeln für die Konstituenten des Satzes: Jede Regel gibt an, was an der jeweiligen Stelle des Satzes stehen kann und was nicht. So wird definiert, ob an der Satzposition ein Nebensatz steht, sowie ob

Figuren, Sachen oder Orte bzw. Kombinationen davon an der Satzposition erlaubt sind. Für die bessere Lesbarkeit der Ausgabe wird mit jeder Regel auch die grammatische Rolle der Objekte beschrieben, die an dieser Stelle stehen (Casus, sowie Ortspräpositionen). Außerdem können für jedes Satzobjekt (kosmetische) Prä- und Postpositionen festgelegt werden. Der Dialog zur Festlegung der Syntax ist in Abb. 14 für das Beispiel ‘a reitet auf b zu c’ dargestellt.

Prädikattext: reitet Erweiterung

neues SatzObjekt Mnemo ID: L222 numerische ID: 150

Syntax

Prä- und Postposi	Prä- und Postposi	Prä- und Postposi
<input type="text"/>	auf <input type="text"/>	<input type="text"/>
<b>Ausgabe als</b>	<b>Ausgabe als</b>	<b>Ausgabe als</b>
<input type="radio"/> Prädikat	<input type="radio"/> Prädikat	<input type="radio"/> Prädikat
<input type="radio"/> kein Casus	<input type="radio"/> kein Casus	<input type="radio"/> kein Casus
<input checked="" type="radio"/> Nominativ	<input type="radio"/> Nominativ	<input type="radio"/> Nominativ
<input type="radio"/> Genitiv	<input type="radio"/> Genitiv	<input type="radio"/> Genitiv
<input type="radio"/> Dativ	<input checked="" type="radio"/> Dativ	<input type="radio"/> Dativ
<input type="radio"/> Akkusativ	<input type="radio"/> Akkusativ	<input type="radio"/> Akkusativ
<input type="radio"/> wo?	<input type="radio"/> wo?	<input type="radio"/> wo?
<input type="radio"/> wohin?	<input type="radio"/> wohin?	<input checked="" type="radio"/> wohin?
<input type="radio"/> woher?	<input type="radio"/> woher?	<input type="radio"/> woher?
<b>warne bei</b>	<b>warne bei</b>	<b>warne bei</b>
<input type="checkbox"/> Personen	<input type="checkbox"/> Personen	<input type="checkbox"/> Personen
<input checked="" type="checkbox"/> Sachen	<input type="checkbox"/> Sachen	<input type="checkbox"/> Sachen
<input checked="" type="checkbox"/> Orten	<input checked="" type="checkbox"/> Orten	<input type="checkbox"/> Orten
<input checked="" type="checkbox"/> Kombinatorik	<input checked="" type="checkbox"/> Kombinatorik	<input checked="" type="checkbox"/> Kombinatorik
<input type="checkbox"/> nur Kombinatorik	<input type="checkbox"/> nur Kombinatorik	<input type="checkbox"/> nur Kombinatorik
<input type="checkbox"/> optional	<input type="checkbox"/> optional	<input type="checkbox"/> optional
<b>darf Nebensatz sei</b>	<b>darf Nebensatz sei</b>	<b>darf Nebensatz sei</b>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>löschen</b>	<b>löschen</b>	<b>löschen</b>

**Prä- und Pos**

**Ausgabe als**

Prädikat

kein Casus

Nominativ

Genitiv

Dativ

Akkusativ

wo?

wohin?

woher?

**löschen**

**Beschreibung und Eigenschaften**

Kritisch geodätisch.

Schlüssel	Wert
benutzt	45
semantik	0.1
tiefe	56
neuer Schlüssel	neuer Wert

Abbildung 14: Dialog zur Eingabe der syntaktischen Signatur eines Verbs

Jedem Satz können (unabhängig von seinem Verb) folgende Eigenschaften zugeordnet werden:

**Wahrheitswert** Sätze können verneint werden.

**Tempus** Ein Satz kann als vergangen, gegenwärtig oder zukünftig markiert werden.

**Adverben** Ein Satz kann Adverben zur genaueren Bestimmung des Verbs aufnehmen. Diese Adverben werden aber gegenwärtig nicht ausgewertet.

**Kommentar** Ein Satz kann mit einem Textkommentar versehen werden. Dies wird vor allem verwendet, wenn die Möglichkeiten des vorgegebenen Wortschatzes nicht ausreichen, um die Spielhandlung einzugeben.

**Markierung** Ein Satz kann als „markant“ eingestuft werden. Diese Einstufung wird für die Auswertung bisher nicht verwendet.

### 5.1.3 Das Volumen der Sprache

Die Verben entstanden in einem initialen Arbeitsschritt des Sammelns während der Protokollierung der Spiele. Die Auswerter hatten währenddessen die Möglichkeit, nach Belieben neue Verben in das System einzugeben. Die Verben wurden in Kategorien einsortiert, welche sie bei der Eingabe schneller auffindbar machen. Dabei wurden folgende Kategorien zur Verfügung gestellt: Affiliation, Aggression, Alltag, Altruismus, Autonomie, Brücke, Eigenschaften, Funktion, Lokomotion, Ortseigenschaften, Repräsentation, Sicherheit, Submission, Territorialität, Themen, Widerfahrnisse, Zusätze. Dieses Vorgehen führte erwartungsgemäß zu einer Fülle (häufig synonym verwendeter) Verben. Diese Sammelphase wurde überwiegend während der Zürcher Versuche unter der Leitung von Prof. Norbert Bischof und mit der ersten Version des Programmes (programmiert in Hypercard) durchgeführt. Bei der Übergabe des Vorläuferprogrammes an mich lagen die meisten der verwendeten Verben bereits vor.

---

Während der zweiten Datenerhebungsphase (München 1) wurde dieses Vorgehen variiert: Protokollanten wurde die Möglichkeit entzogen, neue Prädikate nach Belieben während der Protokollierung zu erstellen. Sie konnten aber die Möglichkeit nutzen, Sätze mit Kommentaren zu versehen, und anhand spezieller Marker im Protokoll darauf hinzuweisen, dass sie das Spielgeschehen anhand des vorgegebenen Wortschatzes nicht eingeben konnten. Dann wurden die fehlen Verben bei Bedarf von Jörg Stukenkemper und mir hinzugefügt, und den Protokollanten eine Rückmeldung dazu gegeben.

## 5.2 Das psychologische Expertensystem I

Das Expertensystem besteht aus zwei Komponenten: 1. einer Inferenzmaschine und 2. einer Wissensbasis. Die Inferenzmaschine enthält keinerlei Inhalt. Sie wurde abstrakt definiert, und beschreibt allgemeine Regeln darüber, in welcher Weise mit dem spezifizierten Wissen verfahren werden soll. Bei ihrer Konstruktion wurde darauf geachtet, dass sie einen möglichst großen Bereich des Expertenwissens grundsätzlich erschließbar macht.

### 5.2.1 Inferenzmaschine

In der vorliegenden Arbeit habe ich mich für die Inferenzmaschine an der formalen Syntax der Repräsentation der Protokollsätze orientiert (vgl. S. 65): Wenn die Syntax für ein Verb  $v$  in der Form  $S v O_1 O_2$  gegeben ist, dann werden für dieses  $v$  Inferenztemplates z.B. der Form  $x_1 = S v_1 O_1$  erstellt. In einem Beispiel sei  $v = \text{'schenken'}$ . Die Syntax von 'schenken' ist

Der Schenker	schenkt	dem Beschenkten	das Geschenk
Subjekt	Verb	Objekt 1	Objekt 2
$S$	$v$	$O_1$	$O_2$

Einige mögliche semantische Templates für 'schenken' wären nun:

	$S$	$v_1$	$O_1$
	Der Schenker	handelt prosozial	an dem Beschenkten
zuvor:	$S$	$v_2$	$O_2$
zuvor:	Der Schenker	besitzt	das Geschenk
danach:	$O_1$	$v_2$	$O_2$
danach:	Der Beschenkte	besitzt	das Geschenk

Im Falle einer konkreten Satzinstanz mit dem Verb 'schenken' werden die Platzhalter  $S$ ,  $O_1$  und  $O_2$  durch ihren jeweiligen Wert substituiert. Zum

Beispiel sind bei ‘Die Mutter schenkt dem Kind das Boot.’ die Platzhalter  $S = \text{‘Mutter’}$ ,  $O_1 = \text{‘Kind’}$ ,  $O_2 = \text{‘Boot’}$ . Und die Schlussfolgerungen ergeben sich entsprechend als: ‘Die Mutter handelt prosozial an dem Kind.’, ‘zuvor: Die Mutter besitzt das Boot.’ und ‘danach: Das Kind besitzt das Boot.’.

Nun kann das Verb ‘prosozial handeln’ wiederum Semantiktemplates aufweisen, die dann auf den Satz ‘Die Mutter handelt prosozial an dem Kind.’ angewandt werden. Auf diese Weise ergibt sich eine Kaskade von Schlussfolgerungen, die durch einen Protokollsatz veranlasst wird, und die eine Wolke von Aussagen um diesen Eingabesatz erzeugt.

Natürlich ermöglicht dieses Vorgehen auch die Verarbeitung von Nebensätzen. Beim Verb ‘beobachten’ ist als Objekt ein Nebensatz zu protokollieren (z.B. ‘Das Kind beobachtet, dass der Vater auf den linken Berg klettert.’). Nebensätzen können bei der Festlegung der Semantiktemplates eines Verbes Wahrheitswerte zugewiesen werden. Beispielsweise wird beim Verb ‘beobachten’ der Nebensatz  $N$  als wahr, bei ‘belügen’  $N$  als falsch gefolgert. Bei ‘glauben’ hingegen enthält sich der Algorithmus einer Aussage. Im Eingabebeispiel auf S. 63 wurde eingegeben: der Bös. Zauberer und die Hexe zaubert, dass der Bös. Zauberer und die Hexe auf die li Plattform fliegt. Für ‘zaubert’ existiert ein Semantiktemplate, demgemäß der Nebensatz des Satzes als wahr zu folgern ist ( $O_1$  ist als Satz wahr.’). Entsprechend folgert der Algorithmus: der Bös. Zauberer und die Hexe fliegt auf die li Plattform. Für ‘fliegt’ wiederum existiert ein Template ( $S$  wechselt den Ort zu  $O_1$ ’) ‘wechselt den Ort’ hat schließlich selbst wieder ein Template ( $\text{‘danach: } S \text{ ist bei } O_1$ ’). Nachdem diese Kette von Schlussfolgerungen berechnet wurde, kann das Programm die Figuren in Abb. 13, S. 63, auf die linke Seite bewegt darstellen.

In groben Zügen ist damit die Funktionsweise der Inferenzmaschine beschrieben. Sie verrechnet darüber hinaus die Zeitmarkierungen der Sätze miteinander, um Widersprüche auszuschließen, und unterstützt neben unterschiedlichen Semantikgruppen (z.B. für die Eingabe bzw. volle Auswertung) auch

das Setzen und die Substitution von Variablen anhand ihres Namens, um eingeschränkte Quantorenlogik zu ermöglichen.

### 5.2.2 Psychologische Wissensbasis

Um den Teilbereich psychologischer Semantik (die Wissensbasis) inhaltlich zu erfassen und zu formalisieren, wie es im Falle der Auswertung des Zweiberge-Versuchs nötig ist, wurde folgendermaßen vorgegangen:

**Rohlisten** Zuerst wurden alle Verben beurteilt (vgl. S. 67). Dabei wurden alle wichtigen Merkmale von Objekten (Prädikate mit einer Leerstelle) und alle wichtigen Beziehungen zwischen Objekten (Prädikate mit zwei Leerstellen) formlos gesammelt. Die Liste für die Kategorie Aggression enthielt beispielsweise: Verletzung, Kampf, Konflikt etc. Auf diese Weise entstanden zwei Zusammenfassungen, die von zwei Auswertern unabhängig voneinander erstellt wurden.

**Reduktion auf Konzepte**<sup>3</sup> Die zwei Listen wurden zusammengeführt. Dazu wurde ein erster vorläufiger Entwurf aller Wortmarken und einer Definition der Prädikate diskutiert und festgelegt.

Dabei wurden manche Prädikate der Rohliste verworfen, andere in mehrere möglichst voneinander unabhängige aufgeteilt. Das Ziel war: 1. Mit möglichst wenigen definierten Konzepten einen möglichst großen Raum an Bedeutungen zu erschließen. 2. Diese Konzepte so unabhängig voneinander zu machen wie möglich (in metaphorischer Anlehnung an die Basis eines Vektorraumes). 3. Die Konzepte anhand psychologischer Modelle und Theorien zu formulieren<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup>Im folgenden werden „Konzepte“, „Themen“ und „basale Prädikate“ synonym verwendet

<sup>4</sup>Zürcher Modell/Bindungstheorie für Konzepte aus dem Bereich Sicherheits- und Erregungsmotivation, Selbstwirksamkeit

**syntaktische Formalisierung** Die Prädikate wurden thematisch in Gruppen eingeteilt und in der Syntax des ZweiBerge Programmes formal definiert.

**semantische Formalisierung der Themen** Jedes Thema wurde nun anhand aller anderen Themen beurteilt. Sie wurden untereinander im Sinne ihrer semantischen Abhängigkeiten vernetzt. Dabei wurde jede einzelne Schlussfolgerung ausgiebig diskutiert und als Implikationsschablone eingegeben.

Während dieser semantischen Formalisierung wurden Diskussionsergebnisse in die Beschreibung in natürlicher Sprache übertragen. Insbesondere wurden Hinweise zur Kodierung gegeben (Abgrenzung von ähnlichen Prädikaten). Zuweilen wurden in diesem Schritt die Definitionen angepasst, wenn die Diskussion der Implikationen elegantere Definitionen hervorbrachte.

**semantische Formalisierung aller Verben** Abschließend wurden alle 556 Verben auf dieselbe Weise anhand der 80 Themen formal beschrieben.

**Debugging** Das Expertensystem konnte nun Widersprüche in der Semantik leicht aufdecken, indem alle Schlussfolgerungen miteinander verglichen wurden, die ein Prädikat nach sich ziehen konnte. Die Prädikate wurden dementsprechend überarbeitet. Dieser Schritt entspricht einer computergestützten Fehlersuche. In Anlehnung an das Suchen eines Fehlers in einem Programm wurde dieser Schritt „Debugging“ genannt.

Während der gesamten Arbeit an der Semantik der Verben sollte möglichst die Bedeutung eines entsprechenden Spielgeschehens aus der Perspektive eines Kindes im untersuchten Alter beschrieben werden. Dabei sollten die Antworten so einfach und naiv wie möglich getroffen werden. Interpretationen mit vielen Bedeutungsnuancen waren nach Möglichkeit zu vermeiden. Dieses Vorgehen folgt aus dem Paradigma des projektiven Verfahrens: Wenn

im Spielgeschehen das Motivationsgefüge und Weltbild des Kindes zum Ausdruck kommt, so sollten die Bedeutungen der Handlungen in der Phantasie des Kindes beschrieben werden. Natürlich wäre es sträflich naiv anzunehmen, diese Bedeutungen seien einem völlig zugänglich. Das Bedeutungsfeld kann aber zuverlässig genug eingrenzend beschrieben werden: Wenn ein Kind von „einsperren“ spricht, kann z.B. schon davon ausgegangen werden, dass das Kind den Akteur als dem Gefangenen überlegen versteht.

Im Falle von ‘a schenkt b c’ gehe ich naiv davon aus, dass Figur a Figur b mag und prosozial an ihr handelt. Es gibt zwar Fälle, in denen genau das nicht der Fall ist. Man denke nur an die Stiefmutter, die Schneewittchen in Gestalt einer alten Frau einen Apfel schenkt; da dieser vergiftet ist, sieht man die Tat der Stiefmutter als besonders aggressive Handlung, mithin als Beleg dafür an, dass die Stiefmutter Schneewittchen sicher *nicht* mag. Die Semantik interaktiver Verben kann also in ihr Gegenteil verkehrt werden. Dies geschieht im Beispiel von Schneewittchen durch Täuschung. Dem Leser des Märchens „Schneewittchen“ ist die Täuschung im Gesamtkontext erfassbar. Und das verweist auf den Trick, der Täuschung erst zur erfolgreichen Strategie macht: indem das Opfer über den Kontext zu wenig weiß, ist es dem Täter ausgeliefert. Täuschung besteht in dem Versuch, dass das Opfer die vordergründige Bedeutung einer Handlung als tatsächliche akzeptiert. Diese vordergründige Bedeutung ist aber gerade die, dass die Schenkerin in unserem Beispiel die Beschenkte mag, und sich prosozial um sie bemüht. Es ist also im Beispiel gerechtfertigt, für das Verb ‘schenken’ als Implikation ‘mögen’ und ‘prosozial handeln’ zu notieren. Sollte es notwendig sein, hinterlistiges Schenken durch den Computer als Aggression zu entlarven, so wird ein ähnliches Vorgehen fruchtbar sein, wie jenes eines menschlichen Lesers: Die Handlung wird mit dem Wissen um die Beziehung verglichen werden, wie sie sich in den sonstigen Handlungen manifestiert.

Es stellte sich bei der Auswertung der Daten jedoch heraus, dass derart tiefe Überlegungen für die Auswertung nicht notwendig waren. Beim Festlegen der

Beurteilungsregeln muss diese Frage aber aus verschiedenen Gründen erwogen werden. Zum Einen lag der Verdacht nahe, ob vor allem in Täuschungen nicht ein wesentlicher Hinweis auf den Spieltyp verborgen sein könnte. Die Forschung belegt, dass gerade das Verständnis von Täuschung eine Kernkompetenz von Theory of Mind darstellt (Perner et al. 1987; Chandler et al. 1989). Es wäre also möglich, dass gerade im untersuchten Alter Inszenierungen von Täuschungen wesentlich sind, um zwischen vor-ToM-Kindern und ToM-Kindern unterscheiden zu können. Tatsächlich sind Inszenierungen von Täuschung bei den Kinderspielen jedoch in nur wenigen sehr expressiven Fällen zu finden, alle wurden intuitiv entschieden der Konsolidierungsphase zugeordnet. Für die algorithmische Beurteilung waren diese Maneuver nicht nötig, um die Kinder korrekt zu klassifizieren. Immer wieder stand beim Festlegen der psychologischen Konzepte noch nicht fest, welche sich am Ende für die Auswertung als brauchbar oder notwendig erweisen werden. Deshalb wurde große Sorgfalt und auf ihre Definition verwandt. Ihre Auflösung geht über die am Ende in der Auswertung verwendeten Informationen hinaus.

Letztendlich ist auch eine Formalisierung intuitiver Semantik subjektiv. Sie entspringt den Anschauungen desjenigen, der sie erstellt. Sie ist aber – einmal abgeschlossen – konsequent und (maschinell) nachvollziehbar. Das Regelwerk kann von jedem Außenstehenden eingesehen, geprüft und verändert werden. Es wäre auch möglich, verschiedene semantische Regelwerke bezüglich ihrer Tauglichkeit für die Vorhersage miteinander zu vergleichen. Um subjektive Verzerrungen weiter zu minimieren und die Qualität des Regelsystems möglichst hoch zu halten, wurde eine zweite Person zur Erstellung der Semantik hinzugezogen. Eine Rohliste von psychologischen Themen wurde zunächst von mir und Gabriele Wacker separat erstellt. Das Ziel war vorerst eine möglichst eindeutige Beschreibung der Begriffe in natürlicher Sprache. Wenn es nötig erschien, wurde eine klare Abgrenzung gegenüber verwandten Begriffen gezogen, sowie darauf hingewiesen, wenn naheliegende Implikationen nicht in der Begriffsbedeutung enthalten waren. Am Ende wurde eine passende Wortmarke diskutiert und festgelegt. Es erwies sich als fruchtbares

Vorgehen, die Begriffe in psychologisch fundierte Themenblöcke einzuteilen. Diese Themenblöcke sind ihrerseits wieder unterteilt, so dass sich eine Hierarchie von Themen ergibt. Die Position eines Themas in der Hierarchie hat nur aufbereitende Bedeutung, um einen möglichst einfachen und konzisen Überblick vermitteln zu können.

Die Definitionen der Themen stellen das psychologische Herzstück des Algorithmus dar. Ein Blick auf ihre Definition ist deshalb empfehlenswert. Eine Liste sämtlicher semantischen Prädikate und ihrer Beschreibung ist im Anhang **D** zu finden. Exemplarisch wird im Folgenden anhand einiger Themen das Vorgehen vermittelt:

Mit möglichst wenigen Begriffen soll das semantische Feld  $A =$  „Aggression und Konflikt“ erschlossen werden. Das Ziel ist, in befriedigender Nuanciertheit jede Situation bezüglich ihrer Bedeutung für  $A$  anhand dieser Begriffe zu beschreiben. In der linearen Algebra nennt man eine Menge von Vektoren Erzeugendensystem, wenn sich alle Elemente des Vektorraums als Linearkombination dieser Vektoren ausdrücken lassen. Wenn diese Menge zudem minimal ist, wird sie Basis genannt. Jeder Punkt des Vektorraums lässt sich anhand einer solchen Basis in gewissem Sinne beschreiben, als enthalte er *soundsoviel* von dem erzeugenden Vektor  $x$ , *soundsoviel* von  $y$  und so weiter. Unser Projekt, das semantische Feld von  $A$  anhand möglichst weniger Begriffe zu erschließen, kann man mit der Suche nach einer Basis dieses Feldes veranschaulichen. Diese Metapher als Bedeutungsdimensionen einer Situation erweist sich auch bei späteren Berechnungen als sehr hilfreich. Die Bezeichnung der Prädikate werde ich im folgenden durch einen Kasten hervorheben. Diese Kennzeichnung empfiehlt sich, da die Bedeutungen dieser Wortmarken so streng wie möglich festgelegt wurden. Sie schließen zum Teil explizit Interpretationen aus, die in natürlicher Sprache unter der Wortmarke in bestimmten Kontexten *auch* zu verstehen sind. Die Markierung wird zur besseren Lesbarkeit nur einmal erfolgen. Mit „a konfligiert mit b“ ist nach einem markierten Konflikt also gemeint: „a konfligiert mit b im Sinne des festgelegten

**Konflikt**“. Durch die Markierung ist auf die jeweilige Definition (Anhang D) verwiesen, um Irritationen der Art „Aber X kann doch auch Y bedeuten“ zu vermeiden.

### 5.2.3 Beispiel: Aggression und Konflikt

Aggression und Konflikt sind Beziehungsbeschreibungen zwischen zwei Objekten  $a$  und  $b$ . Im Zentrum steht das Thema **Konflikt**. Konflikt zeigt Gegnerschaft oder Rivalität an, ohne zu bestimmen, worin diese begründet ist, noch worin sie besteht. Stärkste Antipathie (**Hass**) mag einen Konflikt zwar wahrscheinlicher machen, zieht ihn aber ebensowenig notwendig nach sich, wie **Zuneigung** ihn ausschließt. Ein Konflikt ist außerdem nicht immer symmetrisch.

*Beispiel 5.1.* Der Vater rüstet sich zu einem Zug gegen den Drachen, weil dieser seinen Sohn entführt hat. Zu diesem Zeitpunkt konfligiert der Vater bereits mit dem Drachen. Bis der Vater diesen erreicht, ist dem Drachen aber vielleicht gar nicht bekannt, dass das Kind überhaupt einen Vater hat. Erst wenn der Vater dann „stört“, entwickelt sich eine gewisse Konfliktsymmetrie.

Ob die Beteiligten in dem Konflikt in Bezug aufeinander aktiv werden (**Handeln**), wurde aus der Bedeutung des Konzepts ebenfalls herausgelöst. Entsprechend ist durch Konflikt allein noch nicht bestimmt, ob die Objekte in **Kontakt** zueinander stehen. Falls derartiges zutrifft, müssen zusätzliche Schlussfolgerungen eingefügt werden.

Ein Konflikt lässt sich anhand vieler Dimensionen näher bestimmen, zum Beispiel anhand der Ängstlichkeit und des Muts der Beteiligten. Diese werden natürlich als Gegensätze konzipiert. Zugleich sind sie so allgemein gehalten, dass nicht nur kriegerische Begegnungen mit den Bösen, sondern auch familiäre Konflikte damit beschreibbar sind. Unter **Ängstlichkeit** versteht der

Computer entsprechend, dass das Subjekt sich in Bezug auf das Objekt nicht (in seinem Interesse) aktiv zu werden traut. Das Subjekt wird in der Folge v.a. Konflikte mit dem Objekt fürchten und meiden. Es wird sicher nicht aggressives, eventuell inventives, aber am wahrscheinlichsten supplikatives oder vermeidend/internales Coping als Strategie wählen (zu Copingstrategien vgl. Bischof 1985). Das Subjekt fürchtet, zu scheitern oder zu unterliegen. Mut dagegen bedeutet, dass das Subjekt sich nicht scheut, in Bezug auf das Objekt selbst aktiv zu werden. Es wird sicher nicht zu supplikativem oder internalem Coping greifen, sondern inventives oder aggressives Coping bevorzugen. Es vermeidet Konflikte nicht, provoziert diese aber auch nicht notwendigerweise.

Mit dem bisherigen Repertoire kann der Unterschied zwischen der allgemeinen Beziehungsqualität innerhalb einer Familie und zwischen Guten und Bösen noch nicht befriedigend ausgedrückt werden. Familienmitglieder konfliktieren eher selten (aus der Perspektive eines 4 jährigen Kindes). Das hat seinen Grund sicher nicht darin, dass sie aus Ängstlichkeit Konflikte meiden, sondern über einen wesentlichen Lebensbereich friedlich miteinander leben und zu leben wünschen. Deshalb wurden die (wiederum als Gegensätze konzipierten) Begriffe Friedfertigkeit und Kampfgestimmtheit eingeführt. Sie geben an, ob eine Person einen Konflikt mit einer anderen Person wünscht und sucht. Diese Konzepte sind entgegen dem einfachsten Sprachgebrauch bezogen auf ein Objekt; so kann eine Person zugleich friedfertig gegen A, aber kampfgestimmt gegen B sein. In obigem Beispiel beginnt der Vater nach erfolgter Rettung nicht zwingend aus lauter Kampfgestimmtheit mit seinem Kind zu streiten. Dieses Begriffspaar besitzt natürlich zahlreiche Verweise auf psychologische Konzepte, die nicht unter der diskutierten Gruppe Aggression/Konflikt geführt sind: Eine Person mit dem dringenden Wunsch nach Sicherheit wünscht beispielsweise bestimmt keine Konflikte, und umgekehrt ersehnt eine Person, die einen Konflikt provozieren will, sicher nicht kosige Heimeligkeit bei der Mutter. Ein solcher motivationaler Umbruch kann aber selbstverständlich erfolgen, wenn der Akteur während seiner Provokationen

Angst bekommt oder sich verletzt. Die Begriffe aus den Bedeutungsfeldern Sicherheits- und Erregungsmotivation und Konflikt verweisen aufeinander.

Kinder inszenieren konflikthafte Begegnungen zwischen Guten und Bösen häufig als offene, herausfordernde Aggression und Kampf mit der Absicht, den Anderen zu beschädigen: Der Drache hüllt seine Opponenten in Feuer, der Vater wirft die Hexe in die Schlucht, damit sie ertrinkt. Derlei Szenen sind bei nicht-harmonischen Kindern üblich. Um solche Situationen schnell markieren zu können, wurde das Konzept **Kampf** eingeführt. Im wesentlichen stellt es eine Zusammenfassung basalerer Themen dar. Im Kampf gibt es einen reziproken Konflikt, ein Subjekt, welches offensichtlich in Bezug auf sein Gegenüber handelt und dabei eine klare Absicht verfolgt: dieses zu beschädigen. Das Konzept **Beschädigen** wird verwendet, wenn das Opfer Schaden erleidet, und der Täter diesen Schaden intendiert hat; ob diese – wie in einer Handgreiflichkeit – offen oder – wie bei einem Giftmord – aus dem verborgenen (und ohne Kampf) vollzogen wird, wurde aus dem Begriffsfeld herausgelöst. Beschädigung impliziert auch nicht notwendigerweise aggressives Coping. Z.B. ist Diebstahl mit Beschädigung verbunden, es handelt sich aber eher um inventives, nicht um aggressives Coping.

Die bisher genannten Themen sind überwiegend den Themenbereichen „Aggression“ und „Konflikt“ entnommen. Entsprechende Definitionen wurden auch zu den Bereichen „Affiliation“, „Aktion und Konsequenz“, „Alltagsleben“, „Angst/Mut“, „Bedingungen“, „Befinden“, „Besitz und Territorialität“, „Coping“, „Eigenschaften“, „Hierarchie“, „Identifikation und Grenzen“, „Kompetenz“, „Kontakt“, „Physik“, „Prosozialität“, „Sicherheits- und Erregungsmotivation“, „Sympathie/Antipathie“ erstellt. Insgesamt wurden 80 Themen definiert. Die Aufzählung aller Konzepte an dieser Stelle würde zu weit vom Ziel der Auswertung ablenken. Eine Liste aller verwendeter Konzepte findet sich zusammen mit ihren Definitionen im Anhang (S. 153). Sie sind dort in Themenbereiche gegliedert, um das Auffinden und die Zuordnung zu erleichtern. Diese Liste liegt den Auswertungen der vorliegenden Ar-

beit zugrunde. Jene in den Bereichen Coping, Hierarchie, Identifikation und Grenzen sind vorläufigen Charakters und bedürften einer Überarbeitung. Auf eine Elaboration wurde verzichtet, weil sich herausstellte, dass ihre semantische Definition zum einen diffizil und zum anderen für die Auswertung der Kinderspiele nicht nötig war. Sollte jedoch das Material der Themen auf ein anderes Verfahren zur Untersuchung älterer Kinder oder gar Erwachsener übertragen werden, wird vor allem der hierarchischen Regulation höherer Stellenwert zukommen, so dass eine begriffliche Ordnung der zugrundeliegenden Prozesse unumgänglich ist. Bei der Konstruktion einer Auswertung wie der vorliegenden ist es einerseits nötig, äußerst abstrakte Verfahrensweisen zu finden, welche dem fraglichen Datenmaterial auch gewachsen sind. Andererseits müssen die konkreten psychologischen Annahmen in mühsamer begrifflicher Arbeit dem Algorithmus einzeln zur Verfügung gestellt werden.

Bisher wurde dargestellt, wie die Begriffe identifiziert werden. Damit ein Computer auf sie zugreifen und ihre Definitionen systematisch zur Auswertung heranziehen kann, ist noch ein weiterer, wichtigerer Schritt nötig. Dieser wird im Folgenden dargestellt.

#### 5.2.4 Formalisierung

Nachdem die psychologischen Themen in einem Entwurf und in natürlicher Sprache fertiggestellt waren, wurden alle Verben in den Computer übertragen. Jedes Thema wurde als Verb genau wie die zur Protokollierung verfügbaren Verben in einem speziellen Eingabeprogramm erstellt (Abb. 15). Dabei wird ihm eine syntaktische Signatur zugewiesen (vgl. S. 65ff). Darüber hinaus wird es semantisch durch Templates in Relation zu den anderen Themen gebracht (siehe Abb. 16).

Eine solche Semantik ermöglicht die Erstellung eines gerichteten Graphen zu jedem Verb. Man kann die Tiefe eines solchen Graphen definieren als die kleinste Anzahl an Schritten, mit der man vom Ursprungsknoten aus noch

alle anderen Knoten erreichen kann. Wenn ein Verb für sich allein steht, d.h. nichts weiter aus ihm folgt, so hat es die Tiefe 0. Wenn aus einem Verb nur Aussagen folgen, deren Verben die Tiefe 0 haben, so hat dieses Verb die Tiefe 1, u.s.f. Beispielhaft sind in Abb. 17 und 18 die Graphen für Konflikt und Friedfertigkeit dargestellt. Beide haben eine vergleichsweise geringe Tiefe. Je höher die Tiefe eines Verbs, desto semantisch konkreter und damit reichhal-

Kategorie Prädikat Browser Semantik

← →  Kategorie T: Aggression  enthält

Prädikatauswahl

**abhängige Prädikate**

a droht b.61  
a fügt vorsätzlich b Schaden zu.62  
a ist wütend auf b.60  
a ist gefährdet durch b.64  
a ist gewalttätig gegen b.60

**gefundene Prädikate**

a liebt b.57  
a ist zufrieden.62  
a vernichtet b.60  
a spaltet b.56  
a rächt sich an b.62  
a beschwichtigt b.61  
a besucht b.62  
a vergiftet b.62  
a beißt b.61  
a wünscht sich Entspannung  
a wird handgreiflich gegen b.56  
a trampelt auf b herum.56  
a speit Feuer gegen b.56  
a gesellt sich zu b  
a entführt b zu c.63  
a ist b zugeneigt.61  
a entspannt sich bei b.61  
a orientiert sich an b als Modell.61  
a ist friedfertig gegenüber b.58  
a ist gewalttätig gegen b.60  
a tröstet b in dessen Sinne.57  
a flieht vor b.61  
a nimmt b auf.60  
a ist fügsam gegenüber b.57  
a ist entgrenzt in Bezug auf b.54  
a freut sich.60  
a raubt von b c.64  
a fügt b vorsätzlich Schaden zu.62

Syntax Semantik Semantikbaum Übersicht

Prädikattext: fügt Erweiterung|vorsätzlich  
neues SatzObjekt Mnemo ID: M079 numerische ID: 189

Syntax

**löschen**  
Prä- und Postfix  
Ausgabe als  
 Prädikat  
 kein Casus  
 Nominativ  
 Genitiv  
 Dativ  
 Akkusativ  
 wo?  
 wohin?  
 woher?  
warne bei  
 Personen  
 Sachen  
 Orten  
 Kombinatorik  
 nur Kombinatorik  
 optional  
darf Nebensatz sei

**löschen**  
Prä- und Postfix  
Ausgabe als  
 Prädikat  
 kein Casus  
 Nominativ  
 Genitiv  
 Dativ  
 Akkusativ  
 wo?  
 wohin?  
 woher?  
warne bei  
 Personen  
 Sachen  
 Orten  
 Kombinatorik  
 nur Kombinatorik  
 optional  
darf Nebensatz sein?

**löschen**  
Prä- und Pos  
Ausgabe als  
 Prädikat  
 kein Casus  
 Nominativ  
 Genitiv  
 Dativ  
 Akkusativ  
 wo?  
 wohin?  
 woher?

**Beschreibung und Eigenschaften**

Bezeichnet absichtliche Beschädigung. Die Beschädigung kann offen oder verborgen und heimtückisch sein. Dies wird separat durch Selbstoffenbarung oder Verheimlichung codiert. Beschädigung impliziert nicht notwendigerweise aggressives Coping. z.B. ist Diebstahl mit Beschädigung verbunden, es handelt sich aber um inventives, nicht um aggressives Coping. Mut, Kampfgestimmtheit, Erregungswunsch (nicht vorhanden z.B. bei Angstbeißen).

Schlüssel	Wert
benutzt	53
semantik	0.91
thema	Emotion/Motivation A...
tiefe	61
zeitreihe	true
neuer Schlüssel	neuer Wert

Abbildung 15: Der Dialog zur Eingabe neuer Prädikate

tiger ist es. Dies rührt daher, dass tiefere Verben weniger tiefe Verben als Schlussfolgerungen enthalten. Zum Beispiel ist ‘fressen’ konkreter und umfasst als Folgerung ‘beschädigen’, da ‘beschädigen’ ← ‘fressen’ (ein Pfeil ← zeigt eine Schlussfolgerung an, ist also zu lesen als „folgt aus“). Verben mit niedriger Tiefe kommen also in den Graphen häufiger vor (da sie zwar oh-

The screenshot shows a software interface for semantic analysis. The main window is titled "Kategorie Prädikat Browser Semantik". It has several panes and tabs.

**Left Pane: Prädikatauswahl**

- abhängige Prädikate**
  - a droht b.61
  - a fügt vorsätzlich b Schaden zu.60
  - a ist wütend auf b.60
  - a ist gefährdet durch b.64
  - a ist gewalttätig gegen b.60
- gefunden Prädikate**
  - a liebt b.57
  - a ist zufrieden.62
  - a vernichtet b.60
  - a spaltet b.56
  - a rächt sich an b.62
  - a beschwichtigt b.61
  - a besucht b.62
  - a vergiftet b.62
  - a beißt b.61
  - a wünscht sich Entspannung
  - a wird handgreiflich gegen b.62
  - a trampelt auf b herum.56
  - a bestiehlt b.65
  - a speit Feuer gegen b.56
  - a gesellt sich zu b
  - a entführt b zu c.63
  - a ist b zugeneigt.61
  - a entspannt sich bei b.61
  - a orientiert sich an b als Modell.61
  - a ist friedfertig gegenüber b.58
  - a ist gewalttätig gegen b.60
  - a tröstet b in dessen Sinne.57
  - a flieht vor b.61
  - a nimmt b auf.60
  - a ist fügsam gegenüber b.57
  - a ist entgrenzt in Bezug auf b.54
  - a freut sich.60
  - a raubt von b c.64
  - a fügt b vorsätzlich Schaden zu.62

**Central Pane: Semantik**

Ortsangaben: 1: das Subjekt grenzt sich von dem Objekt 1 ab.

no	Satz	markant?
1	das Subjekt grenzt sich von dem Objekt 1 ab.	<input type="checkbox"/>
2	das Objekt 1 ist Erregungsquelle für das Subjekt.	<input type="checkbox"/>
3	Verneint: das Subjekt tut etwas für das Objekt 2.	<input type="checkbox"/>
4	das Objekt 1 leidet das Subjekt.	<input type="checkbox"/>
5	Verneint: das Subjekt tut etwas für das Objekt 1.	<input type="checkbox"/>
6	Verneint: das Subjekt ist entspannt.	<input type="checkbox"/>
7	das Subjekt vertraut in die eigene Wirksamkeit.	<input type="checkbox"/>
8	Verneint: das Subjekt ist entgrenzt in Bezug auf das Objekt 1.	<input type="checkbox"/>
9	Verneint: das Subjekt kooperiert mit dem Objekt 1.	<input type="checkbox"/>
10	Verneint: das Subjekt tröstet das Objekt 1 in dessen Sinne.	<input type="checkbox"/>
11	das Subjekt ist in Opposition zu dem Objekt 1.	<input type="checkbox"/>
12	das Objekt 1 gewärtigt erfolglos/negativ durch das Subjekt...	<input type="checkbox"/>
13	Verneint: das Subjekt fühlt sich zu dem Objekt 1 gehörig.	<input type="checkbox"/>
14	das Objekt 1 ist ausgeliefert an das Subjekt.	<input type="checkbox"/>
15	Verneint: das Subjekt versöhnt sich mit dem Objekt 1.	<input type="checkbox"/>
16	Verneint: das Subjekt ist zärtlich zu dem Objekt 1.	<input type="checkbox"/>
17	Verneint: das Subjekt ist intim mit dem Objekt 1.	<input type="checkbox"/>
18	das Subjekt hätte gerne, dass das Subjekt das Objekt 1 be...	<input type="checkbox"/>
19	das Subjekt haßt das Objekt 1.	<input type="checkbox"/>
20	das Subjekt ist psychisch auf das Objekt 1 bezogen.	<input type="checkbox"/>
21	Verneint: das Subjekt ist fügsam gegenüber das Objekt 1.	<input type="checkbox"/>
22	das Subjekt ist gespannt.	<input type="checkbox"/>
23	das Subjekt beschäftigt sich mit dem Widerstand des Objek...	<input type="checkbox"/>
24	Verneint: das Subjekt ist supplikativ angesichts des Widerst...	<input type="checkbox"/>
25	das Subjekt überwindet Widerstand des Objekt 1.	<input type="checkbox"/>
26	Verneint: das Subjekt beschwichtigt das Objekt 1.	<input type="checkbox"/>
27	Verneint: das Subjekt empfindet sich ähnlich zu dem Objekt 1.	<input type="checkbox"/>
28	das Subjekt schließt als Gruppe das Objekt 1 aus.	<input type="checkbox"/>
29	das Subjekt konfligiert mit dem Objekt 1.	<input type="checkbox"/>
30	das Subjekt unternimmt erfolgreich/positiv in Bezug auf da...	<input type="checkbox"/>
31	das Objekt 1 ist gefährdet durch das Subjekt.	<input type="checkbox"/>
32	zuvor: Verneint: das Objekt 1 ist versehrt.	<input type="checkbox"/>
33	Verneint: das Subjekt wünscht sich Fürsorge von dem Obje...	<input type="checkbox"/>
34	Verneint: das Subjekt ist ausgeliefert an das Objekt 1.	<input type="checkbox"/>
35	Verneint: das Subjekt passt sich vermeidend/internal an den Wi...	<input type="checkbox"/>
36	Verneint: das Subjekt flieht vor dem Objekt 1.	<input type="checkbox"/>

**Right Pane: Semantikbaum**

- Subjekt
- Objekt 1
- Objekt 2
- Objekt 3
- Adverb
- Schicksal
- Identifikationsgruppe

**Bottom Pane: Identifizierung**

Identifizierung: jng  
Version: 91

Abbildung 16: Der Dialog zur Eingabe der Semantik von Prädikaten am Beispiel von „a fügt b vorsätzlich Schaden zu,,

ne die komplizierteren Verben auftreten können, jene aber nicht ohne die einfacheren).

Die einfachen Verben (geringerer Tiefe) sind gute Kandidaten, um in einer Auswertung verwendet zu werden, da sie allgemein genug sind und die die

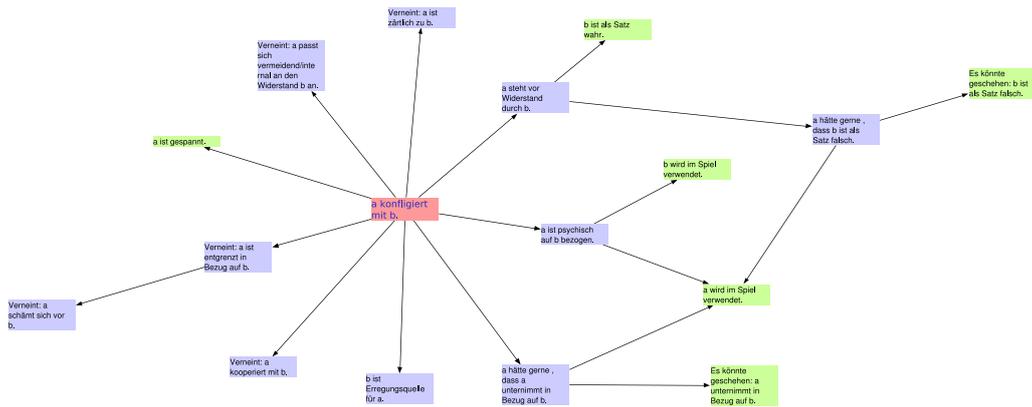


Abbildung 17: Der semantische Graph von Konflikt

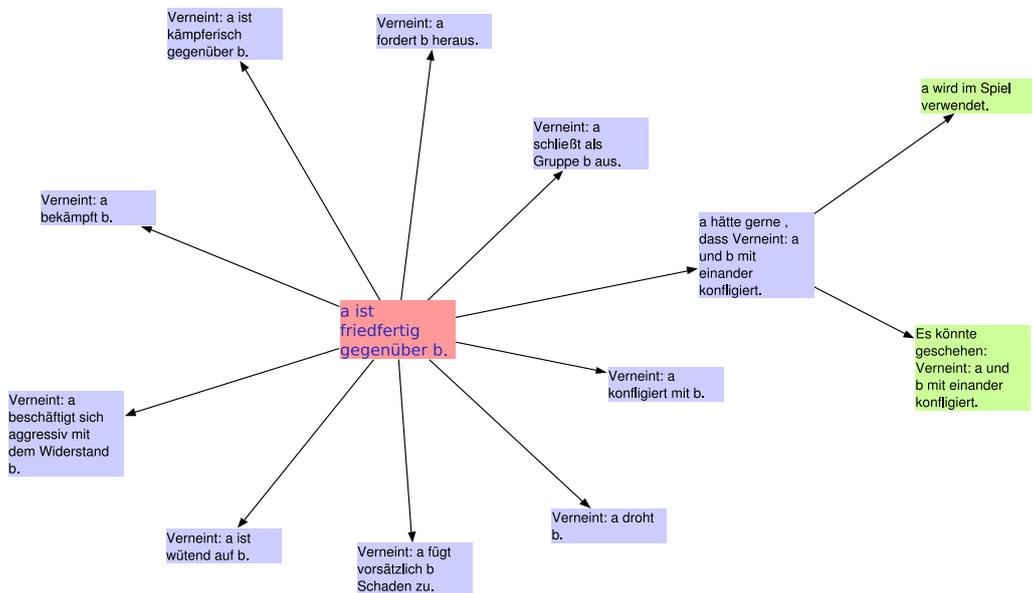


Abbildung 18: Der semantische Graph von Friedfertigkeit

basalen Kategorien wie Konflikt, Zuneigung, Zufriedenheit etc. umfassen. Sie stellen die „Basis“ der Semantik dar.

Verben großer Tiefe implizieren zum Teil viele hundert Schlussfolgerungen. Ihre Darstellung als Graph ist nur mehr Augenstaub. Um jedoch einen Eindruck zu vermitteln, sei noch der Graph des (immer noch recht basalen) Konzepts Bekämpfen dargestellt (in Abb. 19, S. 84).

Eine Wolke von Schlussfolgerungen diesen Umfangs wäre nicht zu pflegen und nicht für 556 Verben einzugeben. Eine hierarchische Organisation der Semantik löst dieses Problem auf elegante Weise. Also wurden nicht nur jene basalen psychologischen Konzepte definiert, sondern auch Konzepte mit bewusst höherer Tiefe. dazu gehört auch das dargestellte Konzept Kampf. Zum Beispiel konnte das Verb ‘a verteidigt b gegen c’ semantisch elegant festgelegt werden als 1. ‘a bekämpft b.’ und 2. ‘a beschützt b vor c.’. Dieses ist in Abb. 20, S. 85, dargestellt. So war es nach sorgfältigem Abwägen und Ausarbeiten der 80 Konzepte möglich, die meisten der 556 Verben mit unter fünf Schlussfolgerungen festzulegen. Nur so konnte diese Aufgabe auch zeitlich in einigermaßen passabler Zeit hinreichend bewältigt werden. An dieser Stelle möchte ich Gabriele Wacker ausdrücklich dankend erwähnen. Das Abwägen und Definieren der Konzepte wäre ohne ihre kompetente und sprachlich präzise Mitarbeit nicht möglich gewesen.

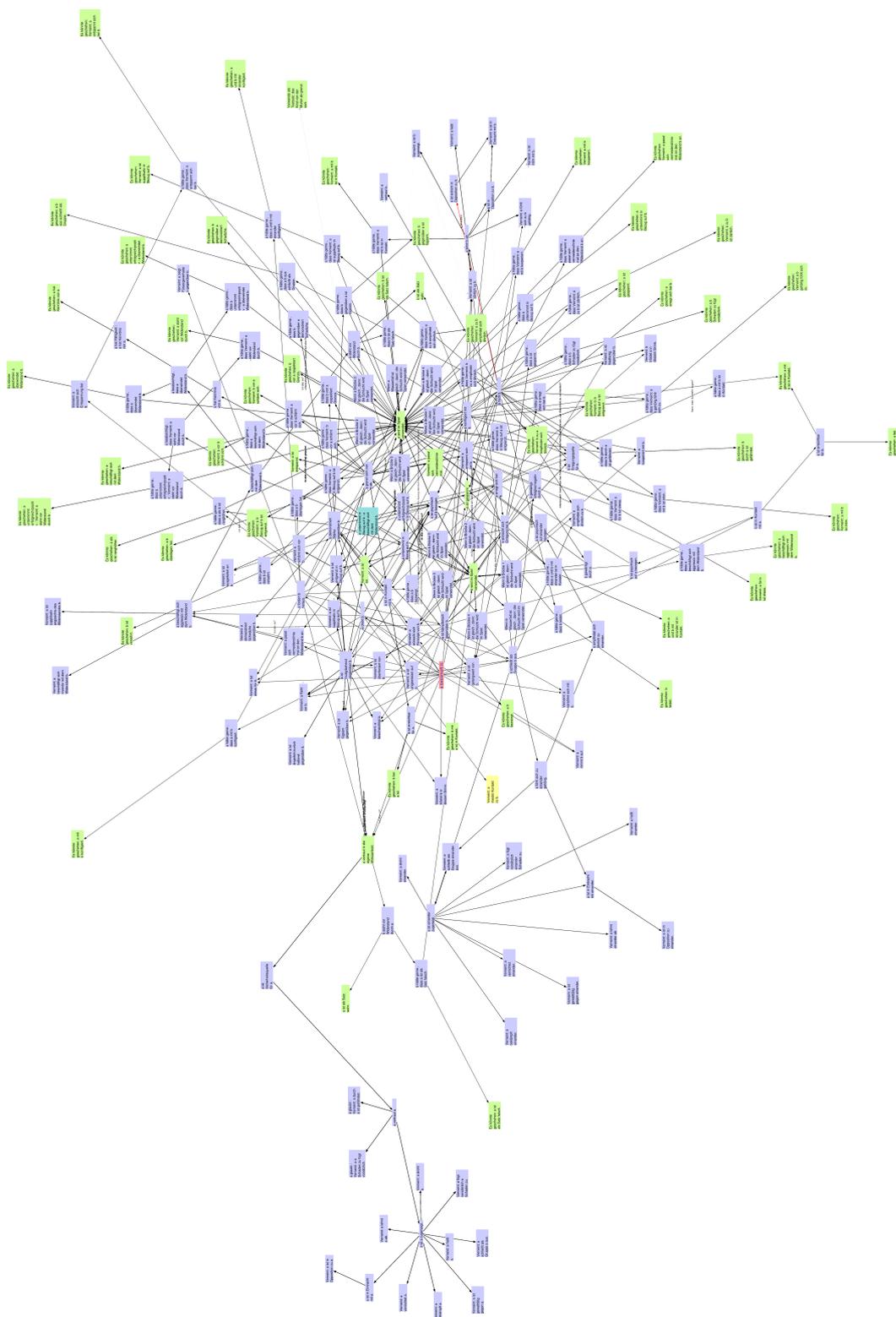
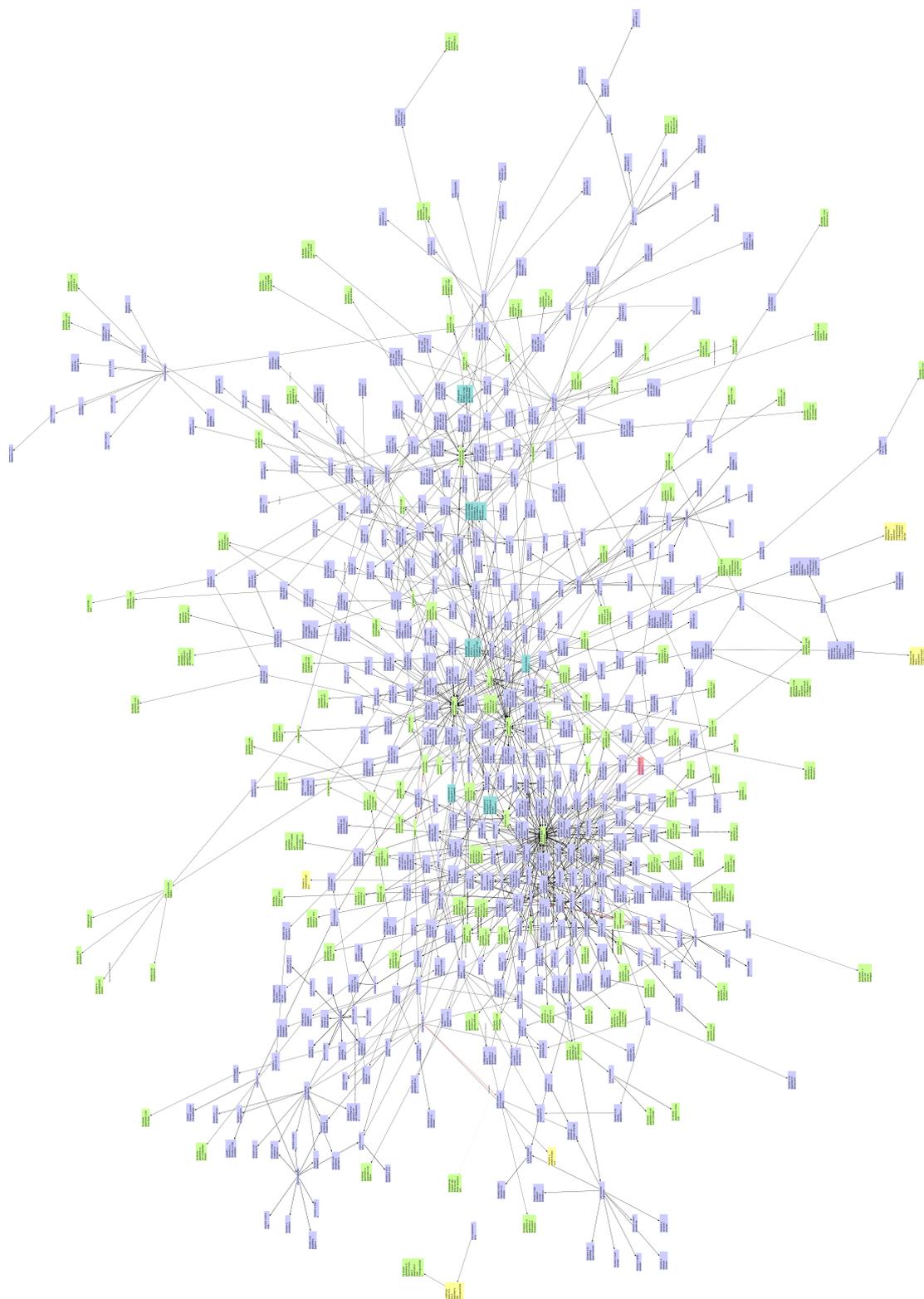


Abbildung 19: Der semantische Graph von Kampf



Verteidigen

Abbildung 20: Der semantische Graph von

### 5.2.5 Debugging

Es ist unvermeidbar, dass bei der Festlegung der Semantik Fehler unterlaufen. Zum Einen werden falsche Verknüpfungen aus Flüchtigkeit erstellt, zum Anderen enthält die Formalisierung der Semantik Fehlkonzeptionen. An dieser Stelle lässt sich allerdings der Vorteil einer Formalisierung von Semantik zum ersten Mal verwenden. Die Eingaben der Protokolle lassen sich als Prüfungsmaterial für die Semantik verwenden: Um Widersprüchlichkeiten zu beheben, wurde die vorläufige Wissensbasis auf sämtliche eingegebenen Protokolle angewendet. Wann immer zu einem einzigen Satz ein Widerspruch gefunden wurde, wurde dieser mitsamt seinem Implikationspfad ausgegeben. So wurde erkennbar, auf welche Weise der Algorithmus, von Schlussfolgerung zu Schlussfolgerung, zu den widersprüchlichen Aussagen gelangt war.

Ein besonders illustratives Beispiel dafür ist folgendes: ‘Fressen’ wurde so definiert, dass 1. der Fressende den Gefressenen zweckhaft nutzt, um keinen Hunger mehr zu haben; und 2. der Gefressene tot ist. Benutzen wiederum implizierte Herrschaft über den Gegenstand, was für den Fall, dass dieser eine Person ist, impliziert, dass diese sich der Herrschaft fügt. Aus Fügsamkeit folgte nun seinerseits, dass man denjenigen, welchem man sich fügt, wahrnimmt. Und Wahrnehmung hatte wiederum zur Folge, dass der Wahrnehmende nicht tot sein konnte.<sup>5</sup>

Widersprüche erkannte der Computer z.B. daran, dass zum selben Zeitpunkt des Spiels sowohl die Bestätigung einer Aussage als auch ihre Verneinung gefolgert worden war; oder daran, dass eine Figur angeblich an zwei Orten

<sup>5</sup> ‘A’us Drache isst den Vater. folgen: 1. ‘Der Vater gewärtigt: der Vater ist tot.’ → ‘Der Vater ist tot.’ und 2. ‘Drache benutzt den Vater dazu, dass später: Verneint: Drache hat Hunger.’ → ‘Drache besitzt/beherrscht den Vater.’ → ‘Wenn der Vater ist Person, dann: der Vater gegenüber Drache ist fügsam.’ → ‘Der Vater ist fügsam gegenüber Drache.’ → ‘Der Vater nimmt wahr Drache.’ → ‘Verneint: der Vater ist tot.’

zur selben Zeit sei. Die Implikationen wurden dann an der entsprechenden Stelle korrigiert.

Die Semantik umfasst insgesamt 3391 Schlussfolgerungssätze. Bei dem in Anhang D, S. 153 dargestellten Teil handelt es sich nur um die Klartextdefinitionen. Eine Ausgabe der einzelnen Schlußfolgerungen im Anhang erschien aus Platzgründen nicht angebracht. Diese können im Programm auf der beiliegenden CD durchgesehen werden.

### 5.3 Das psychologische Expertensystem II

Bisher wurde geschildert, wie aus einer Transkription im Computer (Kapitel 5.1.1, S. 60) das Programm die Bedeutung der in der Eingabe verwendeten Verben nach Regeln verarbeiten kann (Kapitel 5.2.4, S. 79). Es wurde die Inferenzmaschine beschrieben, welche eine in Form von Regeln vorliegende Repräsentation psychologischen Wissens auf die konkreten Eingabedaten anwenden kann. Dazu werden die Platzhalter der Regeln einfach durch die entsprechenden Objekte jedes Eingabesatzes ersetzt. So werden aus einer Eingabe 'Kind geht zu Mutter' alle entsprechenden Schlussfolgerungen, also auch 'Kind ist bei Mutter' gezogen.

Nun muss das Programm aus dieser Basis weitere Information extrahieren. Es wird beispielsweise eine Nachbildung rudimentärer Physik benötigt, die vor allem Kontinuität der Ortsangaben gewährleistet: Wenn *nicht* eingegeben wurde, dass Figur A bewegt wurde, dann muss der Computer urteilen, dass Figur A noch an ein und derselben Stelle steht wie nach dem letzten Satz. Bisher liegen aber nur direkte Schlussfolgerungen aus Eingaben vor (keine aus dem *Fehlen* von Eingaben). Um die Information über die Orte, an denen sich in der Eingabe nicht verwendete Figuren befinden, zu berechnen, muss auf die letzten Sätze zurückgegriffen werden. Ein weiteres Beispiel ist die noch ausstehende Berechnung der psychischen Distanz zwischen Figuren. Diese muss anhand der vorliegenden (und ergänzten) Ortsangaben berechnet werden.

Die Auswertung enthält an erster Stelle die minimalen Komponenten in der folgenden Liste. Sie erzeugen Informationen zu jeweils *einzelnen* Zeitpunkten. Das heißt, sie gehen von je einem eingegebenen Satz aus, und stellen ihn in einer Weise dar, dass dem Computer möglichst viel davon bekannt ist, was zu dem betreffenden Zeitpunkt gilt. Die Auswertung dieser Komponenten besteht stets im Explizieren von Informationen, die in der Situation implizit enthalten sind. Dieses Explizieren kann man mit dem Formalisieren intuiti-

ver Einschätzungen identifizieren. Für den menschlichen Leser sammelt sich eine ungeheure Menge von „Selbstverständlichkeiten“, von scheinbarer Redundanz an. Jedes vom Computer explizierte Urteil hätte sich ein menschlicher Leser ohnehin schon dazugedacht, muss dem Computer aber „beigebracht“ werden.

Die Informationen oder Urteile werden in der nun beschriebenen Abfolge erzeugt. Sie kann an Abb. 21 nachvollzogen werden.

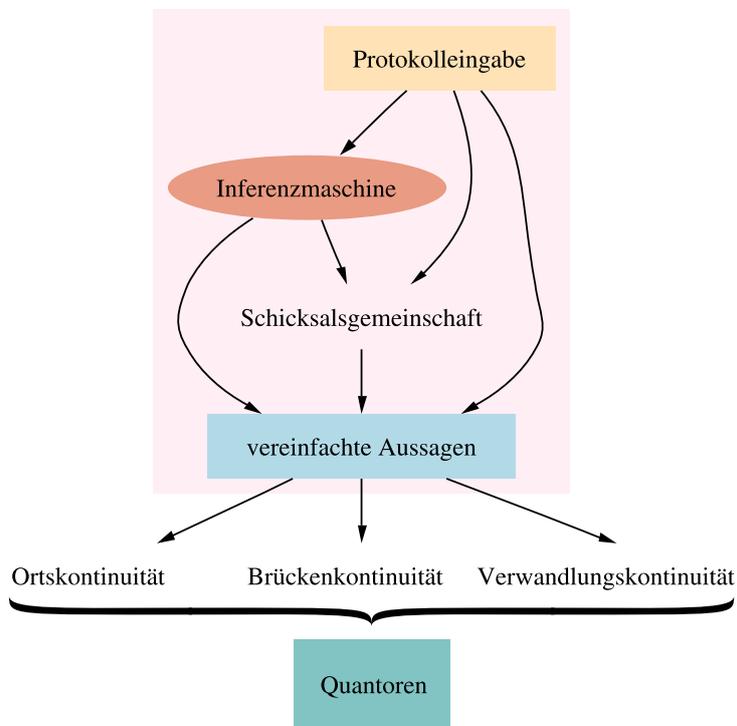


Abbildung 21: Die ersten Schritte der Verarbeitung im Computer

**Protokoll:** Unmittelbar nach der Eingabe eines Protokollsatzes weiß der Computer nur von diesem Protokollsatz allein.

**Inferenzmaschine:** Von der Inferenzmaschine werden die Implikationen des Expertensystems erstellt. Danach repräsentiert der Computer schon weitaus mehr Information. Zwischen 10 und 40 abgeleitete Aussagen

pro einfachem Protokollsatz sind eher wenig. 1000 Aussagen sind üblich. Zum Vergleich sei noch einmal auf Abbildung 19 verwiesen.

**Vereinfachung und Schicksalsgemeinschaft:** Diese Ableitungen werden anschließend in eine einfache Form gebracht. Sätze wie ‘die Mutter und das Kind und der Vater geht auf den li. Berg.’ müssen in drei einfache Sätze der Form ‘die Mutter geht auf den li. Berg.’ (entsprechend ‘Kind’/‘Vater’) aufgespalten werden. Entsprechend rekursiv muss dies geschehen, wenn mehrere Gruppen in einem Satz gebildet wurden (beispielsweise bei ‘die Mutter und der Vater besucht den li. Zauberer und die Fee.’).

Jede aufgespaltene Gruppe wird als Schicksalsgemeinschaft verzeichnet. Diese Informationen können später wesentliche Aufschlüsse über die Individuation bestimmter Figuren und die Trennung der Figuren in bestimmte zusammengehörige Gruppen liefern.

Nach diesem Schritt repräsentiert der Computer schon sehr viele Daten. Er speichert oft schon mehrere 1000 Aussagen.

**Kontinuität:** Die vereinfachten Aussagen bestehen bisher ausschließlich aus Informationen, die dem aktuellen Protokollsatz zu entnehmen waren. Es muss aber bekannt sein, wo sich die Figuren befinden, von denen in diesem Satz nicht die Rede war. Dazu werden die Informationen über die letzte Situation zu Rate gezogen, und es wird für alle nicht bewegten Figuren notiert, dass sie sich an ihrem alten Platz befinden.

Analog muss sich der Computer merken, wo etwa die Brücke steht. Wenn keine Aussage über die Brücke getroffen wurde, so muss er in seinen Informationen über die gerade vergangene Situation nach dem Verbleib der Brücke schauen.

Ebenso wichtig ist für den Computer, welche physikalische Figur im Augenblick als eine andere (meist fiktive) interpretiert wird. Zum Beispiel interpretieren manche Kinder die Märchenfiguren um, oder verwechseln Mutter und Vater. Durch eine Eingabe von ‘a wird dauerhaft interpretiert als b’ wird die Interpretation solange beibehalten, bis eine Neuinterpre-

tation eingegeben wurde. **b** kann auch ein beliebiger Bezeichner, z.B. ‘Polizist’, sein.

**Quantoren:** Das Expertensystem ermöglicht Eingaben der Art ‘Wenn A, dann B’, mit beliebigen Nebensätzen A und B. Das Logikmodul kann prüfen:

- Ob ein Objekt eine Person, eine Sache oder ein Ort ist. So kann die Semantik für Arten von Objekten spezifiziert werden. Zum Beispiel wird bei ‘benutzen’ geprüft, ob das Objekt eine Sache ist. Wenn ‘Das Kind auf dem Boot auf den li. Berg fliegt’, soll gefolgert werden, dass ‘das Kind das Boot besitzt’. Wenn ‘Das Kind auf dem Drachen auf den li. Berg fliegt’, soll ein Besitzverhältnis jedoch nicht gefolgert werden, vielmehr ‘kooperiert das Kind mit dem Drachen’.
- Ob ein bestimmter Satz in den bisherigen Auswertungen vorkommt. Eine Schlussfolgerung kann dann spezifisch hinzugefügt werden.

Diese Möglichkeit wurde in Hinblick auf spätere Erweiterbarkeit eingeführt. Da das Logikmodul gegenwärtig noch keine Schlussfolgerungen über den Kontext anfragen kann, ist diese Funktion nur von geringer Bedeutung.

- Ob ein bestimmter Satz mit einer beliebigen freien Variablen  $x$  in den bisherigen Auswertungen vorkommt. In diesem Fall kann auch die Folgerung diese freie Variable  $x$  enthalten. Das Logikmodul kann diese dann ersetzen.

Zum Beispiel enthält die Semantik zu ‘Es ereignet sich eine Naturkatastrophe bei a’: ‘Für alle  $X$  : ( $X$  ist beim Objekt 1)  $\rightarrow$  ( $X$  gewärtigt erfolglos/negativ durch das Objekt 1 : das Objekt 1 fügt  $X$  vorsätzlich Schaden zu.’. So ist es möglich, dass bei einer Eingabe, dass es in der Schlucht stürmt, alle Figuren, die in der Schlucht sind, als von diesem Sturm verletzt markiert werden.

Wenn nach diesen 5 beschriebenen minimalen Schritten etwa 200–400 Urtei-

le pro Protokollsatz zugrundegelegt werden, dann enthält die Computerrepräsentation einer Erzählung von 150 Protokollsätzen bereits eine Anzahl an Urteilen in der Größenordnung von  $10^4$  bis  $10^5$ .

### 5.3.1 Informationsflüsse

Die Architektur des Expertensystems entspricht allgemein jener in Abb. 21. Informationen werden kontrolliert von Berechnungseinheit zu Berechnungseinheit weitergeleitet. Diese Einheiten explizieren mit spezifischen Methoden neue Informationen, und geben diese dann ihrerseits gezielt weiter. Für eine solche Aufgabe ist folgende sehr offene Architektur perfekt geeignet:

Die verschiedenen Informationsverarbeitungsaufgaben werden von getrennten *Analyseeinheiten* oder *Modulen* erledigt. Eine solche Analyseeinheit beinhaltet Algorithmen, mit denen sie relevante Information aus einer Menge von Informationen herausfiltern und daraus eigene Urteile erstellen kann. Außerdem besitzt sie eine eigene Repräsentation des erzählten Geschehens, welche die Urteile enthält, die diese Analyseeinheit weitergibt. Beispielsweise stellen die oben beschriebenen und veranschaulichten Einzelschritte der Explikation solche Analyseeinheiten dar. Jenes Modul, das berechnen soll, wo sich welche Figur befindet, besitzt eine Repräsentation der Orte aller physikalischen Figuren zu jedem Zeitpunkt. Es erhält als Eingang die Informationen der aufgespaltenen Schlussfolgerungen des semantischen Expertensystems. Aus diesen filtert es die Ortsangaben heraus und verrechnet sie mit dem, was es über die der Handlung vorhergehende Situation noch weiß. Seine Repräsentation (die Ortsangaben aller Figuren) gibt es an Einheiten weiter, die diese anfragen. Die anfragenden Module können die Information dann weiterverarbeiten, eigene Repräsentationen bilden und diese ihrerseits wieder zur Verfügung stellen.

Insgesamt ergibt sich ein komplexer und verzweigter Fluss der Information von Analyseeinheit zu Analyseeinheit, welcher bei der Protokolleingabe beginnt. Die Repräsentationen bestimmter Module können als Eingang für

mehrere verschiedene Einheiten dienen, und manche Einheiten nehmen die Ausgaben mehrerer anderer Einheiten auf. An jedem Knotenpunkt wird eine neue Repräsentation geschaffen, die nur jene Information enthält, welche die Einheit extrahieren soll. In Abb. 21 ist der Informationsfluss durch die Verbindungspfeile dargestellt. Das blaue Rechteck „vereinfachte Aussagen“ ist eine Sammeleinheit, welche die Repräsentationen der obigen drei Einheiten vereinigt weitergibt.

### 5.3.2 Die Analyse während der Eingabe

Es ist möglich, je nach Zweck der Auswertung verschiedene Verschaltungen und Analyseeinheiten zu verwenden. Innerhalb des Programms muss außer der Typeneinteilung noch eine weitere Auswertung erfolgen: Während der Eingabe des Protokolls (vgl. Stukenkemper 2003) muss ansatzweise ausgewertet werden. Nur so können beispielsweise die Positionen der Figuren und ihre Bewegungen korrekt angezeigt werden.

Weitere Module prüfen die Eingabe eines neuen Protokollsatzes auf Konsistenz mit dem bereits Eingegebenen. Die Analyseeinheit „Ortskonsistenz“ meldet einen Fehler, wenn eine Spielfigur angeblich an zwei Orten zugleich ist, sich an einen Ort bewegt, an welchem sie sich schon befindet, oder wenn eingegeben wurde, sie sei an Ort O und zugleich sei sie nicht an Ort O. Es darf auch niemand auf einer Brücke stehen, die gerade verschwindet, ohne dass notiert wird, was mit dieser Figur passiert. Für diese Prüfung ist die Analyseeinheit „Brückenkonsistenz“ zuständig. Falls ein nicht konsistenter Satz eingegeben wird, erhält der Benutzer eine Meldung, und kann den Satz korrigieren.

Ein Weiteres Modul kann „Tipps“ geben. Diese sind wesentlich flexibler. Sie wurden entwickelt, um die Eingabe möglichst interaktiv zu gestalten. Der Computer soll bestimmte Muster erkennen, und den Protokollierer bei Bedarf auf kritische Punkte seiner Eingabe aufmerksam machen. Beispielsweise

sollte der böse Zauberer als Figur nicht verwendet werden, wenn zuvor eingegeben wurde, dass er als Polizist interpretiert wird. Sonst weiß die Auswertung nicht mehr, welcher Figur Eigenschaften zugeordnet werden müssen. Also muss bei Eingaben, die den bösen Zauberer enthalten, gewarnt werden, dass er noch immer als Polizist interpretiert wird. Ein weiteres Beispiel ist, dass überprüft werden muss, ob der soeben eingegebene Satz mit dem letzten fast identisch ist. Falls dies der Fall ist, muss nachgefragt werden, ob beide Aktionen gleichzeitig stattgefunden haben. Denn dann könnte auf eine Schicksalsgemeinschaft geschlossen werden. Für eine detaillierte Beschreibung der Eingabe sei auf Stukenkemper (2003) verwiesen.

### 5.3.3 Reduktion

Alle bisher erklärten Analyseeinheiten haben über Zeitpunkte geurteilt. Sie ziehen aus einem Protokollsatz in Zusammenhang mit seinem Vorgänger bestimmte Schlussfolgerungen. Jede Analyseeinheit vermehrt die Gesamtzahl der Urteile. Sie erstellt eigene Aussagen zu einem Zeitpunkt, und fügt diese dem gesamten Wissen des Systems hinzu. Die Aufgabe besteht darin, etwa  $10^6$  Einzelaussagen zu einer einzigen Aussage zu integrieren. Es muss eine *Reduktion* der Daten vorgenommen. Der erste Teil dieser Reduktion wird ebenfalls in Analyseeinheiten vorgenommen. Es wird aus einer Zeitspanne eine Zusammenfassung erstellt. Das entspricht einem ersten Reduktionsschritt.

## 5.4 Merkmale und Aussagen

Aus einem Protokoll folgert das Expertensystem  $\xi$  für jeden Zeitpunkt eine Sammlung von Aussagen. Eine solche Sammlung umfasst zum Einen die direkten Schlussfolgerungen aus dem transkribierten Protokollsatz des entsprechenden Zeitpunkts, zum Anderen die Ergänzungen anhand von Kontinuitätsregeln und Quantoren. Dazu gehören auch Schlussfolgerungen über die psychologischen Themen (z.B. Konflikt, Zuneigung), anhand derer alle Verben semantisch bestimmt wurden. Diese Schlussfolgerungen zu den psychologischen Themen sind besonders zentral. Nun ist es möglich, alle Schlussfolgerungen z.B. der Art ‘Das Kind konfligiert mit dem bösen Zauberer.’ in der Reihenfolge ihres Auftretens zu ermitteln und wie in Abb. 22 darzustellen: Jeder Eingabesatz ist durch einen Strich repräsentiert; ein grün gefüllter Strich stellt dar, dass eine Schlussfolgerung der Art ‘Das Kind konfligiert mit dem bösen Zauberer’, ein roter, dass eine der Art ‘Verneint: Das Kind konfligiert mit dem bösen Zauberer’ zu diesem Zeitpunkt aufgefunden wurde. Da dem Kind viele Figuren zum Spielen zur Verfügung stehen, und es ungezählte Möglichkeiten zur Gestaltung hat, wird die meiste Zeit nicht mit dem Kind und dem bösen Zauberer zusammen gespielt. Dementsprechend sind die meisten Kästchen leer. Die Farbe Weiß bedeutet, dass es anhand des Eingabesatzes an dieser Stelle nicht möglich war, zu bestimmen, ob es einen Konflikt gab oder nicht. Derartige zeitlich geordnete Reihen zum Spiel

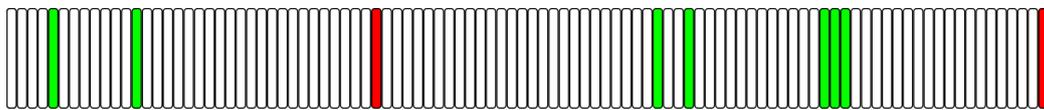


Abbildung 22: Bestätigte Aussagen als grüne, verneinte als rote Strich in zeitlicher Reihenfolge

können für alle Themen in allen Belegungen dargestellt werden.

Aussagen über die basalen psychologischen Merkmale finden sich entweder bejaht oder verneint. Für ihre Repräsentation in einer Reihe wie in Abb. 22

reichen also die drei Farben grün, rot und weiß. Außer den Schlussfolgerungen dieser Art ist das Programm in der Lage, nicht-binäre Angaben zu evaluieren. Darunter fallen z.B. Distanzangaben. Um hier diskrete Werte zu erhalten, werden die möglichen Entfernungen in plausible Cluster eingeteilt: Wenn zwei Figuren so nahe beieinander sind, dass sie jederzeit miteinander interagieren könnten, bezeichne ich dies mit **Interaktionsdistanz**. Das ist der Fall, wenn sich die Figuren auf der Spiellandschaft dieselbe Fläche teilen. (An dieser Stelle sei erwähnt, dass beispielsweise ein Zaun, der auf dieser Fläche zwischen den beiden Figuren eine Grenze zieht, vom Programm derzeit nicht genutzt werden kann. Das Programm interpretiert eine solche Situation ebenfalls als Interaktionsdistanz.) Wenn zwei Figuren nach einer kurzen Bewegung miteinander interagieren könnten, bezeichne ich das mit **Nähe**. Das sind die Bereiche um eine Fläche herum. Wenn diese beiden Distanzcluster während des Spiels überwiegend der Fall sind, könnte das markieren, dass die Figuren zueinander gehören, gemeinsam oder zumindest nahe beieinander wohnen, etc.. Wenn zwei Figuren weder nahe beieinander noch entschieden auseinandergestellt wurden (z.B. ist der eine in der Höhle, der andere oben auf derselben Seite), dann wird das als **Nachbarschaft** bezeichnet. Eine starke räumliche Trennung der Figuren durch die Platzierung auf der linken und rechten Seite der Schlucht wird schließlich mit **Trennung** etikettiert.

Die Menge aller möglichen Aussagen besteht aus Gruppen, von denen immer höchstens ein Element auf einen bestimmten Protokollsatz zutrifft. Es gilt entweder ‘Das Kind konfligiert mit dem bösen Zauberer.’ oder ‘Verneint: Das Kind konfligiert mit dem bösen Zauberer.’. Wenn der Fall eintritt, dass keine der Aussagen getroffen wurde (die weiße Farbe), so wird in der Folge eine leere Aussage verwendet. Diese Gruppen nenne ich Merkmale. Zum Beispiel ist {‘Das Kind konfligiert mit dem bösen Zauberer.’, ‘verneint: Das Kind konfligiert mit dem bösen Zauberer.’, ‘keine Information, ob das Kind konfligiert mit dem bösen Zauberer.’} ein Merkmal, gebildet aus den drei Aussagen.

**Definition.** Ein ***Merkmal*** wird definiert als eine Menge von Ausprägungen:

$m = \{m_1, \dots, m_n, m_\odot\}$ . Das heißt, das Merkmal  $m$  hat die Ausprägungen  $m_1, \dots, m_n$  sowie  $m_\odot$ .  $m_\odot$  bezeichnet die Nullausprägung, d.h. es sei mit  $m_\odot$  immer bezeichnet, dass nichts über das Merkmal  $m$  erfahren wurde. Zu jedem Zeitpunkt des Spiels trifft genau eine Ausprägung jedes Merkmals zu.

Bei psychologischen Begriffen (vgl. 5.2.4) sind die Ausprägungen „Bestätigung von  $m$ “ und „Verneinung von  $m$ “, die mit  $m_+$  und  $m_-$  bezeichnet werden.

Bei Distanzmerkmalen dagegen sind die Ausprägungen „Interaktion“, „Nähe“, „Nachbarschaft“, „Trennung“.

Eine Ausprägung, aus der etwas über ein Merkmal erfahren wird, wird bestimmte Ausprägung genannt; d.h. genau die  $m_\odot$  sind keine bestimmten Ausprägungen.

Wenn in einem Spiel in 4 von 100 Situationen die Ausprägung ‘Kind konfliktiert mit bösem Zauberer’ ( $m_+$ ), in 96 Situationen die unbestimmte Ausprägung  $m_\odot$  aufgefunden wird, lassen sich relative Häufigkeiten bilden. Da zu jedem Zeitpunkt genau eine Ausprägung zutrifft, erhält man auf diese Weise eine diskrete Wahrscheinlichkeitsverteilung auf jedem Merkmal.

Im Fall der Distanzen liegen auch zu einem definierten Zeitpunkt bereits Wahrscheinlichkeiten über das Zutreffen jeder Distanzkategorie zu diesem Spielschritt vor. In einem ersten Schritt legt ein Analysemodul eine Matrix mit Rohdistanzwerten zwischen je zwei Figuren zu jedem Zeitpunkt an.<sup>6</sup>

<sup>6</sup>Rohdistanzwerte wurden berechnet, indem die minimale Anzahl notwendiger Schritte von einem Areal zum anderen berechnet wurde. Jedes Areal erhält dabei einen unterschiedlichen Wert, der angibt, wie schwierig dieses Areal zu durchqueren ist: auf den Standflächen der Berghälften wurde dieser auf 1, bei den Abhängen auf 10, der Schlucht auf 20 gesetzt. So ergibt sich, dass von einer Bergseite auf die andere etwa ein Distanzroh wert von 40, von einer Bergseite in die Schlucht von etwa 20 und innerhalb einer Seite unter 10 ergibt. Diese Werte werden dann in Wahrscheinlichkeiten für Distanzcluster überführt. Die Berechnung geschieht über einfache Anwendung von Bayes auf Gaußverteilungen der einzelnen Clu-

Distanzcluster $c$	$\mu(c)$	$\sigma(c)$
Interaktion	0	1
Nähe	3	1
Nachbarschaft	20	3
Trennung	35	5
unbestimmt	Wenn einer nicht auf dem Spielfeld	

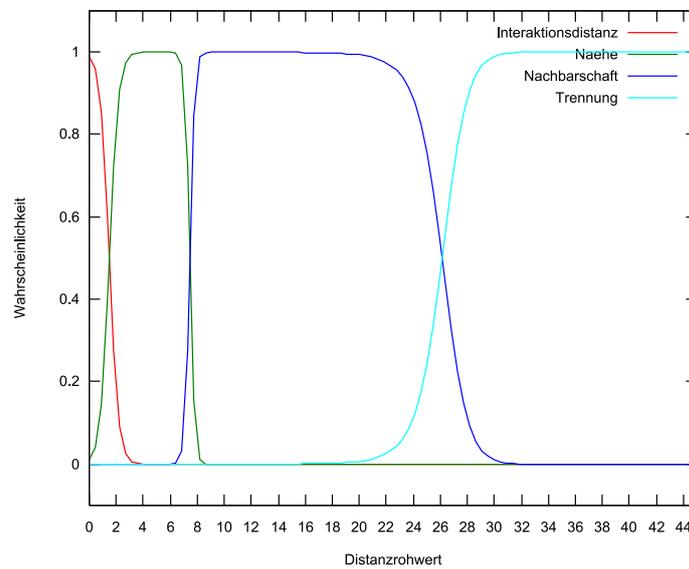


Abbildung 23: Wahrscheinlichkeiten der Distanzcluster in Abhängigkeit von den Distanzrohwerten

Mit diesen Wahrscheinlichkeitswerten für jeden Zeitpunkt des Spiels lässt sich der Durchschnitt für das gesamte Spiel erstellen.

Das Reduktionssystem  $\rho$  stellt die Daten in Form diskreter Wahrscheinlichkeitsverteilungen für jedes einzelne Merkmal zur Verfügung. Diese Cluster, die gemäß Plausibilitätsüberlegungen festgelegt wurden (vgl. Anhang B.1, S. 145) Die Cluster sind in Abb. 23 dargestellt.

Wahrscheinlichkeitsverteilungen werden im nächsten Verarbeitungsschritt nach Relevanz gefiltert.

#### 5.4.1 Trigger

Es stehen nun viele diskrete Wahrscheinlichkeitsverteilungen als Grundlage für weitere Schlussfolgerungen zur Verfügung. Für diese Schlussfolgerungen wäre es am einfachsten, wenn sie Regeln folgender Art verwenden könnten:

1. Wenn es Konflikte zwischen dem bösen Zauberer und dem lieben Zauberer gibt, dann spricht das stark für eine Trennung von Gut und Böse im Spiel.
2. Oder: Wenn das Kind häufig leidet, dann spricht das für die Klassierung in Instabilität.

Diese beiden Regeln sind von grundlegend verschiedener Art: Wenn nur einmal ein Konflikt zwischen den Zauberern inszeniert wird, so spricht das bereits für Gut-Böse-Trennung. Selbst wenn im Folgenden keine Konflikte der Zauberer mehr vorkommen.

Die Regel 2 gilt aber nur, wenn die Bestätigung des Leidens überwiegt bzw. kritisch erhöht ist. Das wird anhand folgender Beispiele deutlich:

*Beispiel 5.2.* Ein Versuchschild A spielt häufig mit dem Bärenkind. Es finden sich in 10% der Fälle Verneinungen der Aussage ‘Das Kind leidet’, in 2% eine Bestätigung und entsprechend in 88% eine fehlende Aussage. Dieses Szenario könnte dadurch zustandekommen, dass das Kind kurze Zeit leidet, während es vom bösen Zauberer gefangen genommen wurde. Nach der baldigen Rettung durch die Eltern isst es mit diesen gemütlich zu Abend.

*Beispiel 5.3.* Ein Kind B spielt wenig mit dem Bärenkind, wirft es in die Schlucht, wo es stirbt und vom Sturm herumgewirbelt wird. Danach stellt es das Kind in der Höhle „weg“, um weitere Katastrophen nur noch mit den Nebenfiguren erleben zu müssen. Auch hier ist in 2% der Fälle die Aussage ‘Das Kind leidet.’ bestätigt, kein einziges mal verneint, und in 98% der Fälle erfolgt keine weitere explizite Bestimmung.

Deutlich ist: Im Fall des Kindes A wäre nicht von überwiegendem Leiden des Kindes auszugehen. Das ist nur bei Kind B der Fall. Es bietet sich an, die diskreten Wahrscheinlichkeitsverteilungen (z.B. zu ja,nein,fehlt) so zu transformieren, dass folgende Werte zur Verfügung stehen: 1. Unter der Annahme, dass eine *bestimmte* Aussage über ein Merkmal getroffen wurde, mit welcher Wahrscheinlichkeit war es dann eine Bestätigung/eine Verneinung? Im Beispiel wären das  $\frac{1}{6}$  bei Kind A versus 1 bei Kind B. Und 2. mit welcher Wahrscheinlichkeit wurde überhaupt eine (bestimmte) Aussage (ja oder nein) getroffen?

Formal lässt sich das so formulieren: Wenn das Merkmal  $m = \{m_1, \dots, m_n, m_\odot\}$  ist, und die Wahrscheinlichkeitsverteilung  $P(X = y), y \in m$  bekannt ist, dann werden die entsprechenden  $P(X = m_i | X \neq m_\odot) = \frac{P(X=m_i)}{\sum_{x \neq m_\odot} P(X=x)}$  berechnet. Für den Fall, dass  $P(X = m_\odot) = 1$ , wird die Gleichverteilung gewählt. Im Folgenden schreibe ich für die Wahrscheinlichkeit, dass ein Merkmal  $m$  eine bestimmte Ausprägung  $m_i$  hat,  $p(m_i) \equiv P(X = m_i | X \neq m_\odot)$ . Die Wahrscheinlichkeit, dass über ein Merkmal nichts erfahren wird, bezeichne ich mit  $p(m_\odot) \equiv P(X = m_\odot)$ . Die Summe aller  $p(m_i)$  für bestimmte  $m_i$  ergibt 1 (d.h. etwas tautologisch: ein Merkmal muss eine bestimmte Ausprägung annehmen, wenn die unbestimmte Ausprägung nicht der Fall ist).

Nun kann eine Einschätzung gemäß folgender Bedingungen für jedes Merkmal getroffen werden:

1. Hatte das Merkmal häufig genug eine bestimmte Ausprägung  $m_i$ ? Wur-

de beispielsweise ein psychologisches Merkmal häufig genug bestätigt ( $m_+$ ), oder waren die Figuren häufig genug voneinander getrennt?

2. Ist das Merkmal überhaupt häufig genug bestimmt worden? Oder wurde z.B. über das Merkmal nur ein einziges Mal etwas erfahren, so dass es besser wäre, keine Schlussfolgerungen aus dieser Nennung zu ziehen?

Die Ausprägung  $m_i$  soll genau dann Einfluss auf die weitere Auswertung nehmen, wenn beide Bedingungen mit sinnvollen Bedingungen für „häufig genug“ erfüllt sind. So ergibt sich für jede Ausprägung eines Merkmals ein kritischer Einflussbereich.

Die zwei einzelnen Bedingungen könnten z.B. über einen Schwellenwert definiert werden. Zur Veranschaulichung sei das weitere Vorgehen erst anhand einfacher Schwellenwerte und dementsprechender Schwellenwertfunktionen dargestellt.

Für eine bestimmte Ausprägung  $m_i$  wird der Einflussfaktor  $e(m_i)$  gesucht. Der ist genau dann 1, wenn

1. sowohl die Wahrscheinlichkeit von  $m_i$  bei den Nennungen größer als ein Schwellenwert  $0 < s(m_i) < 1$  (d.h.  $p(m_i) > s(m_i)$ ) ist als auch
2. über das Merkmal häufig genug etwas erfahren wurde, also die Wahrscheinlichkeit von  $m_\ominus$  klein genug war, kleiner als ein Schwellenwert  $0 < s(m_\ominus) < 1$  (d.h.  $p(m_\ominus) < s(m_\ominus)$ )

Wenn mindestens eine der beiden Bedingungen nicht erfüllt ist, wird der Einflussfaktor  $e(m_i) = 0$  gesetzt.

Eine solche UND-Verknüpfung wird als Multiplikation zweier Schwellenwertfunktionen realisiert. In Abb. 24, S. 102, ist rechts ein solcher Einflussbereich eines Merkmals dargestellt. Die erhabene Fläche in der hinteren rechten Ecke entspricht der Aussagem dass sowohl  $p(m_+)$  groß genug ist (nach „rechts“),

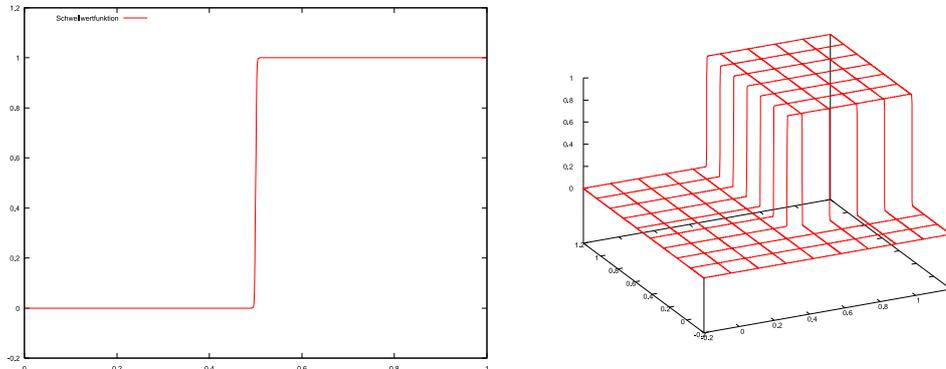


Abbildung 24: Links die Schwellenwertfunktion  $\sigma_{\infty}$ . Rechts ein Beispiel für  $e(m_i)$ , die Tiefe stellt  $1 - p(m_{\odot})$  dar, die Horizontale  $p(m_{+})$ .

als auch  $1 - p(m_{\odot})$  groß genug ist (nach „hinten“): Die Aussage ist häufig genug bestätigt worden, und häufig genug genannt worden.

Die Funktionen in den Abbildungen 24 sind nicht stetig<sup>7</sup>. Und sie modellieren sehr strenge Kriterien, indem sie nur 0 und 1 als mögliche Werte für den Effekt  $e$  zulassen. Es ist daher sinnvoll, an ihrer Stelle eine stetige Funktionen  $\sigma$  zu setzen, welche die Eigenschaft der Schwellenwertfunktion weitgehend erhalten. Dafür bietet sich die logistische Funktion  $\sigma(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$  mit  $x = \kappa(p(m_i) - b)$  jeweils entsprechendem Faktor  $\kappa$  und Offset  $b$  an ( $\sigma(x) = \frac{1}{2}$ , wenn  $x = 0$ ).<sup>8</sup> Mit Hilfe der logistischen Funktion  $\sigma$  lassen sich deshalb weichere Schwellenwert-ähnliche Entscheidungen modellieren. Auch die UND-Verknüpfung der Einflussfaktoren  $e(x_i)$  lässt sich so abgerundet und stetig darstellen. Das ist in Abb. 26 veranschaulicht.

Wenn nie eine Information über das Merkmal  $m$  eingegangen ist, kann das ebenfalls ein wichtiger Hinweis auf die Natur der Beziehung sein. Deshalb

<sup>7</sup>Stetigkeit einer Funktion bedeutet anschaulich, dass die Funktion keine Sprünge macht.

<sup>8</sup> Mit  $\kappa \rightarrow \infty$  konvergiert auch  $\sigma(\kappa x) \rightarrow \sigma_{\infty}(x)$  (lies  $\rightarrow$  als „gegen“).  $\kappa$  ist ein Stauchungsfaktor der logistischen Funktion, und diese konvergiert gegen die Schwellenwertfunktion.

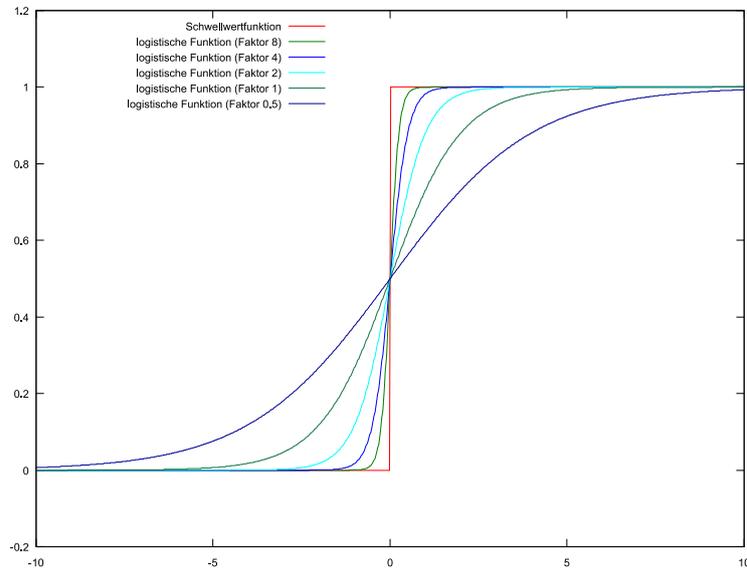


Abbildung 25: Die logistische Funktion  $\sigma(\kappa x) = \frac{1}{1+e^{-\kappa x}}$  mit jeweils angegebenem Faktor  $\kappa$

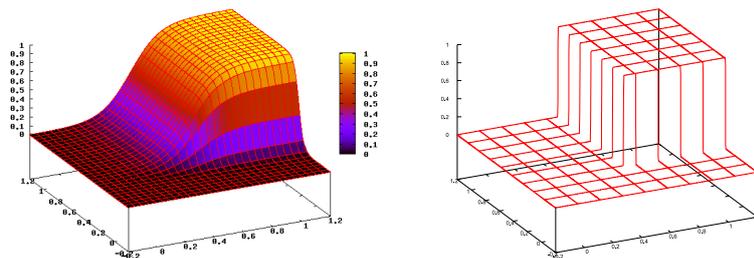


Abbildung 26: Ein Beispiel für eine logistischen Trigger  $e(x_i)$ . Zum Vergleich ist rechts die entsprechende Schwellwertfunktion aus Abb. 24 angezeigt.

wird noch ein  $e(m_{\odot})$  verwendet, welches genau dann 1 ist, wenn selten genug etwas über das Merkmal  $m$  ausgesagt wurde (siehe Anhang B.2, S. 145)

So erhält man für jede Aussage  $m_i$  eines Merkmals  $m$  einen als Wahrscheinlichkeit interpretierbaren Wert  $e(m_i)$ . Bei einer geschickten Wahl von Schwellenwert und Stauchung (den Parametern) gibt er an, ob die Aussage  $m_i$  hinreichend oft getroffen wurde, um eine Schlussfolgerung aus ihr zu ziehen. Die  $e(m_i)$  stellen entsprechend die **Triggerwerte** dar, die nun im Regelwerk weiterverarbeitet werden. Sie geben für jede Ausprägung an, ob sie in der folgenden Auswertung zu berücksichtigen ist. Die meisten  $e(m_i)$  sind 0, d.h. sie enthalten keine wertvolle Information für die weitere Verarbeitung, und bleiben deshalb in der Filterschicht „stecken“.

Natürlich sind die Aussagen  $e(m_i)$  nur dann überhaupt von Bedeutung, wenn alle für ihre Berechnung notwendigen Parameter bekannt und sinnvoll sind. Das sind pro bestimmter Merkmalsausprägung vier Parameter. ca.  $1,6 \cdot 10^4$  Aussagen (verteilt auf ca.  $5 \cdot 10^3$  Merkmale) sind das mehr als  $5 \cdot 10^4$  Parameter. Die Funktion  $e(m_i)$  ist stetig und nach all ihren Parametern differenzierbar. Diese Eigenschaft erweist sich für die Suche nach optimalen Parametern (Schwellenwert und Stauchung) im Folgenden von großem Vorteil.

Da alle Merkmalsausprägungen  $m_i$  eine klare psychologische Interpretation besitzen (vgl. 5.2.4, S. 79), lassen sich die zu einem Vektor zusammengefassten  $\mathbf{e}$  gut interpretieren.

## 5.5 Neuronale Netze

Die Erstellung der Triggerwerte wurde ausführlich beschrieben, weil sie besonders anschaulich das Vorgehen bei der Berechnung der Kennwerte beschreiben kann. Die beschriebenen Trigger nehmen unscharfe logische Zustände an, die dann weiterverarbeitet werden können. Bei der Berechnung der Triggerwerte wurde bereits deutlich, dass ein solches Berechnungssystem zwar für bestimmte Parameter ein sinnvolles Ergebnis berechnen kann, aber dass für die meisten möglichen Parametervektoren keine interpretierbaren Ergebnisse zu erwarten sind. Wenn man bedenkt, dass es allein für die Filterschicht bereits mehr als  $5 \cdot 10^4$  unabhängige Parameter gleichzeitig zu optimieren gilt, erscheint diese Aufgabe hoffnungslos. Das Problem ist aber lösbar. Es ist unter bestimmten Bedingungen möglich, eine beliebige Anzahl freier Parameter gleichzeitig so zu optimieren, dass die durch sie parametrisierte Funktion sinnvolle Ergebnisse berechnet.

Diese Suche nach sinnvollen Parametern kann mit einem Lernvorgang identifiziert werden. Dazu muss nur 1. das Kriterium „sinnvoll“ in Form einer Fehlerfunktion quantifiziert werden. und 2. diese Fehlerfunktion stetig sein und nach allen Parametern differenzierbar (ableitbar). Tatsächlich ist eine Optimierung ohne die 2. Bedingung möglich. Die Ableitung stellt Informationen darüber zur Verfügung, in welche Richtung jeder Parameter verändert werden muss, damit sinnvollere Ergebnisse berechnet werden. Und diese Information ist bei der Suche nach den besten Parametern sehr hilfreich. Neuronale feed-forward Netze stellen eine Klasse parametrisierter Funktionen dar, für die diese Bedingungen erfüllt sind. Die beschriebenen Berechnungen der Trigger lassen sich als erste Berechnungsschicht eines solchen neuronalen Netzes auffassen.

Als neuronales Netz bezeichnet man allgemein eine als gerichteten Graphen darstellbare Funktion, die über eine Eingangsschicht Werte erhält und über eine Ausgabeschicht Werte ausgibt. Ein einfaches Beispiel ist in Abb. 27 dar-

gestellt. Die gelben Knoten links stellen den Eingang dar. Jeder Knoten der

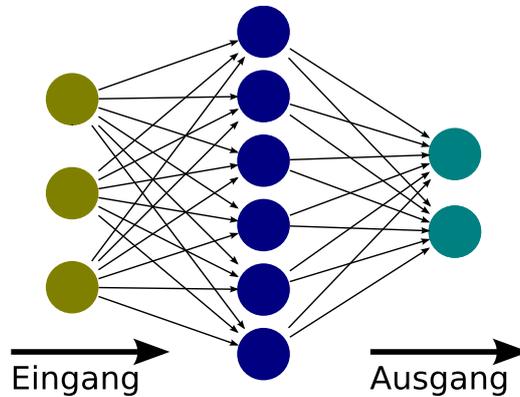


Abbildung 27: Ein äußerst einfaches neuronales Netz mit einer versteckten Verarbeitungsschicht

mittleren Schicht berechnet einen neuen Wert anhand der Eingänge. Diese mittlere Schicht wird oft versteckte Schicht genannt, da ihre Recheneinheiten weder Eingangs- noch Ausgangseinheiten enthalten. Die Ergebnisse der Zwischenschicht werden ihrerseits von der Ausgabeschicht benutzt, um ein Endergebnis zu berechnen. Die Verbindungen deuten an, welche Daten einem Knoten zur Berechnung seiner Ergebnisse zur Verfügung stehen. Im dargestellten Fall handelt es sich um ein feed-forward-Netzwerk. Ein Netz ist genau dann ein feed-forward Netz, wenn der gerichtete Graph keine Zyklen enthält, wenn das Netzwerk also von Eingabeschicht zu Ausgabeschicht schrittweise berechnet werden kann. Bestimmte Merkmale des Netzes sollen veränderlich sein, damit sich dieses in einem Lernprozess flexibel an eine Aufgabe anpassen kann. Andere Merkmale sollen jedoch stabil bleiben. Die stabilen Merkmale eines neuronalen Netzes werden seine Architektur oder Topologie genannt. Dazu gehören die Nachbarschaftsverhältnisse der Knoten und die Art der Operationen, welche die Knoten durchführen. In Abb. 27 stellen die Organisation der Knoten in drei Schichten und die Verbindungen zwischen benachbarten Schichten einen Teil der Topologie dar. Eine verbreitete Operation ist, dass ein Neuron  $i$  die Signale  $s_j$  aller Neuronen

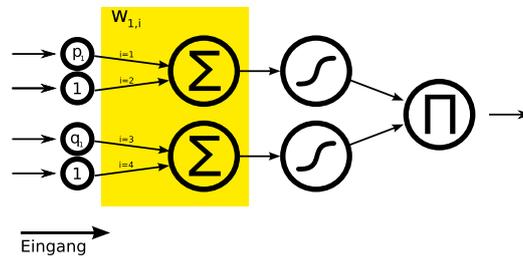


Abbildung 28: Operationen zum Erstellen der Triggerschicht

$j$ , gewichtet mit einem Faktor  $w_{ji}$  aufsummiert und mit einem Schwellwert  $w_i$  ergänzt:  $w_i + \sum_j w_{ji}s_j$ . Daraus errechnet das Neuron  $i$  sein eigenes Signal gemäß einer (nichtlinearen) Aktivierungsfunktion, z.B. der logistischen Funktion in Abb. 25. Die Stärke der Parameter  $w_{ji}, w_i$  ist flexibel gehalten, zusammengefasst in einem Parametervektor  $\mathbf{w}$  legen sie die Arbeitsweise einer bestimmten Netzwerkarchitektur bzw. -topologie vollständig fest. In den meisten praktisch verwendeten Netzwerken wird eine Topologie festgelegt, und die Parameter werden in einem Lernvorgang optimiert. Es gibt zwar interessante Ansätze, in welchen Neuronenknotten nach Bedarf hinzugefügt werden, um Features der Eingaben zu ermitteln. Diese kamen in der vorliegenden Arbeit aber nicht zum Einsatz.

### 5.5.1 Eingangs- und Triggerelemente

In der vorliegenden Arbeit wurde sehr großer Wert auf die einfache Interpretierbarkeit des Netzes gelegt. Schließlich sollte die Klassifizierung des Algorithmus' in eine Repräsentation „übertragen“ werden, die psychologischer Anschauung zugänglich ist. So können die im Netzwerk zur Anwendung kommenden Regeln anschaulich gemacht werden. Die Operationen zur Berechnung der Triggerbasis des vorgestellten Netzwerkes sind in Abb. 28 schematisch dargestellt. Die Symbole in den Knoten entsprechen den in ihnen vor-

genommenen mathematischen Operationen<sup>9</sup>. Die linke Spalte bezeichnet die Eingangsspalte. Das Symbol  $\sum$  verweist auf eine Summenoperation, mit der alle Signale der Eingangselemente gewichtet gemäß eines Verbindungsparameters zusammengefasst werden. Es wurde beschrieben, dass ein Trigger mit zwei logistischen Funktionen  $\sigma$  berechnet wird. Stauchung und Schwellenwert geben für die  $\sigma$  an, ob die Aussage relevant ist für die weitere Auswertung. Die Stauchung entspricht in der Abbildung den Parametern der Verbindung von den Eingangselementen  $p_1$  und  $q_1$ , der Schwellenwert den Parametern von den mit 1 bezeichneten Eingangselementen. Dabei bezeichnet  $p_1 = p(m_i)$  und  $q_1 = p(m_\odot)$ . Durch die Summierung ergibt sich als Wert, welcher in die logistische Funktion eingesetzt wird, gerade  $\sigma(w_{11}p_1 + w_{12})$ : die Parameter bilden also Stauchung und Schwellenwert der Entscheidung über die Relevanz von  $p_1$ . Um zu betonen, dass dieser Teil des Netzes von Parametern abhängig ist, wurde er gelb eingefärbt. Das Symbol  $\mathcal{S}$  verweist auf die logistische Funktion  $\sigma(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$ . Die Elemente in den drei ersten Spalten modellieren also die Einzelbedingungen „Ausprägung überwiegt ausreichend“ und „genügend Aussagen wurden getroffen“ modellieren. Das  $\prod$  Zeichen verweist auf den dann folgenden Multiplikationsschritt, der die UND-Verknüpfung dieser Bedingungen modelliert. Bei den Ausgängen der  $\prod$ -Schicht handelt es sich genau um die in obigen Betrachtungen zur Triggerschicht definierten  $e(m_i)$ . Wenn die Parameter des Netzes in dem Sinne optimal sind, dass nur für die weitere Auswertung relevante Informationen diese Schicht passieren, so implementiert dieser erste Teil des Netzes insbesondere den benötigten Filter.

Jedes bewertete Spiel lässt sich anhand der Informationen beschreiben, welche die Filterschicht als Trigger passieren. Bei einem ursprünglichen Datenmaterial von ca.  $1,6 \cdot 10^4$  Wahrscheinlichkeitswerten kann dieser Schritt

<sup>9</sup>In Abbildung 27 wurden die  $\sum$  und die Übergangsfunktion  $\mathcal{S}$  in einem Knoten zusammengefasst. Im Folgenden werde ich sie getrennt schreiben, wenn die einzelnen Operationen veranschaulicht werden müssen. Vor allem beim Erstellen der Ableitung ist dies notwendig.

die Daten bereits stark reduzieren. Außerdem lassen sich die einzelnen Ausgangswahrscheinlichkeiten direkt psychologischen Konzepten zuordnen (qua Konstruktion), so dass eine Liste relevanter elementarer Spielsemantik ausgegeben werden kann. Diese lässt sich noch anschaulicher graphisch darstellen, so dass man mithilfe von Ikonen einen sehr schnellen Überblick über das Spiel erhält – gefiltert auf jene Aussagen, die vom Algorithmus für die Auswertung verwendet wurden, weil sie relevant sind. Eine solche Darstellung ist in Abbildung 29 dargestellt. Für eine nähere Erklärung der Ikonen wird auf den

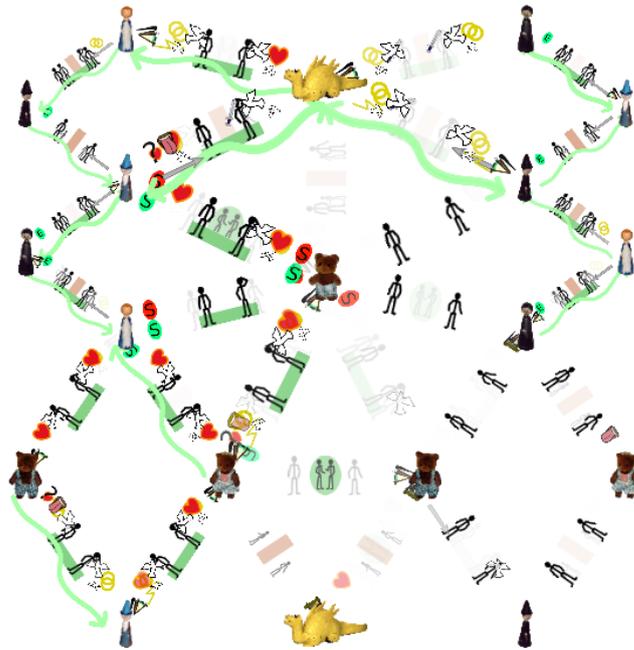


Abbildung 29: Die Darstellung aller für die Auswertung relevanter Aussagen in einem Beziehungsdiagramm. Dargestellt ist ein Ausschnitt der Trigger-elemente für N22 (ohne Merkmale der Figuren). Das Kind wurde in die Konsolidierungsphase eingeteilt.

Abschnitt zur Erklärung der Features verwiesen (Anhang C, S. 151).

### 5.5.2 Ausgangselemente

In der vorliegenden Arbeit soll das Netzwerk den Datensätzen Zielklassen zuordnen. Das Netzwerk soll für jeden Datensatz eine diskrete Wahrscheinlichkeitsverteilung auf die entsprechenden Zielklassen errechnen. Dazu wird ein softmax-Verfahren benutzt. Es entspricht einer Übertragung der logistischen Funktion (S. 145) auf den mehrdimensionalen Fall. Die logistische Funktion bildet anschaulich einen Evidenzwert auf eine Wahrscheinlichkeit ab. Dieser (eine) Evidenzwert wird zuvor durch Summenbildung einzelner „Argumente“ gebildet. Die Vorhersage entspricht dann einer ja/nein-Entscheidung. Je höher die Evidenz, desto sicherer kann das Urteil „ja“ gefällt werden; je entschiedener negativ die Evidenz ist, desto kleiner wird die berechnete Wahrscheinlichkeit für „ja“. Im mehrdimensionalen Fall werden auf einem ganz analogen Weg Evidenzen  $a_i$  für mehrere Antwortalternativen  $i$  gesammelt (z.B. für Harmonie, Instabilität, Spaltung und Konsolidierung). Der Buchstabe  $a$  wurde gewählt, weil man auch von „Aktivierung“ des entsprechenden Neurons spricht. Diese Argumente für die Antwortalternative  $i$  werden dann zu Wahrscheinlichkeiten der Klassen verrechnet (softmax-Funktion, siehe Anhang B.3, S. 146).

### 5.5.3 Featureschicht

Nun benötigt das Netzwerk Regeln, nach denen es die Evidenzen  $a_i$  für die Ausgangsschicht erzeugen kann. Dieser Schritt wurde anhand einer Featureschicht zwischen Trigger und Ausgabe realisiert. Ein Feature stellt eine zusammengefasste übergeordnete Aussage dar. Ein Feature stellt einen ganzen Komplex an Aussagen dar, die es auslösen können und anhand derer es beschreibbar ist. Die Features sind über logistische Neuronen realisiert. Die Triggerschicht ist vollständig mit der Featureschicht verbunden: Jede Triggerausgabe trägt mit einem zu bestimmenden, parametrisierten Gewicht zu jedem Feature bei. Ein Trigger von 1 für die Aussage, dass Kind und Vater

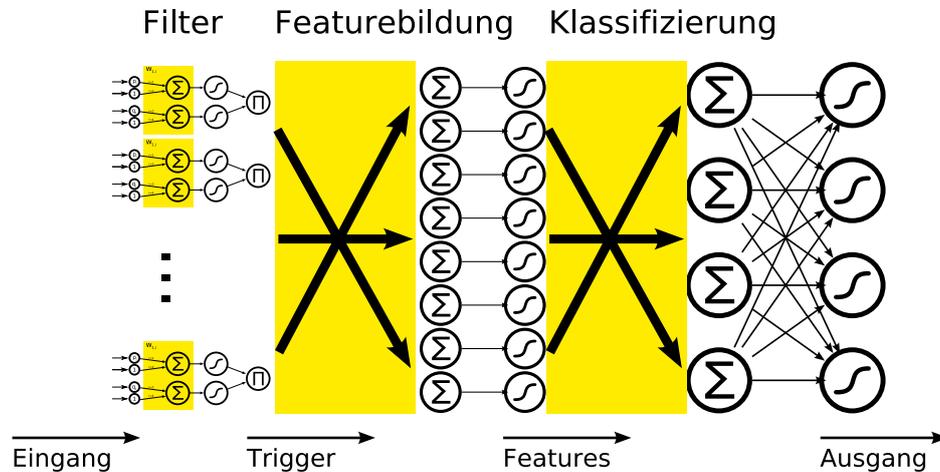


Abbildung 30: Operationen zum Erstellen der Endresultate

auf Trennungsdistanz zueinander sind, trägt beispielsweise positiv zu Feature  $B$  bei, welches familiäre Trennung diagnostiziert.

Die Parametermatrix zwischen Triggerschicht und Featureschicht kann ähnlich wie Abbildung 29 sehr anschaulich dargestellt werden. Dazu muss bestimmt werden, was in diesem Fall „trägt bei“ und „trägt nicht bei“ bedeutet, wann also die entsprechenden Ikonen für einen Trigger dargestellt werden sollten. Diese Berechnung und Überlegung ist in Abb. B.5, S. 149, dargestellt. Sie demonstriert, wie anhand der geschickten Verwendung von interpretierbaren Einzelgrößen psychologisch anschauliche Information gewonnen werden kann.

So können zwei Abbildungen errechnet werden, in denen die markantesten Gründe für und gegen ein Feature gegeneinander kontrastiert werden. In Abb. 31 ist der Prototyp und Antityp eines Features dargestellt, welches stark gegen Konsolidierung spricht und einen Hinweis für Harmonie darstellt. Die Bedeutung der Ikonen kann in Anhang C, S. 151 eingesehen werden. Deutlich ist zu erkennen, dass Gute und Böse in der Abbildung nicht getrennt werden. Die gegenseitige Zuneigung der Familienmitglieder wird mehr als üblich betont. Bereits gelegentliche nachbarschaftliche Distanz (z.B. Ausflüge in die Schlucht) des Kindes von einem Elternteil spricht gegen das Feature.

Die Beziehung zwischen Kind und dem bösen Zauberer überrascht im ersten Moment. Sie spricht jedoch nicht gegen die Qualität des Features: Kinder in der harmonischen Phase verwenden den bösen Zauberer kaum als profilierte böse Figur.

#### 5.5.4 Parameteroptimierung durch Lernen

Erst die gute Wahl von Parametern konstituiert ein taugliches Verfahren. Im Folgenden wird mit  $\mathbf{w}$  der Parametervektor des kompletten Netzwerkes bezeichnet. Das Problem der Parametersuche lässt sich allgemein für feed-forward Netzwerktopologien lösen.

Ein in Schichten geordnetes Netzwerk ist dadurch definiert, dass die Ausgaben der vorhergehenden Schicht als Eingaben der nächsten Schicht verwendet werden. Jeder Schicht stehen zur Verrechnung ihrer Eingaben Parameter zur Verfügung. Die in der vorliegenden Arbeit zur Anwendung kommenden Netzwerke sind ausgesprochen groß, da der Definitionsbereich der Eingangsschicht so hochdimensional ist. Dementsprechend lebt  $\mathbf{w}$  in einem sehr hochdimensionalen Raum: Es gilt viele zehntausend Parameter für die vorliegende Funktion zu finden.

Um diese Parameter sinnvoll zu wählen, muss zuvorderst ein Kriterium definiert werden, anhand dessen ein Parameterzustand überhaupt beurteilt werden kann. Es wird eine Funktion benötigt, die für ein bestimmtes  $\mathbf{w}$  quantifiziert, wie gut die Vorhersagekraft des durch diese Parameter definierten Netzwerkes ist. Dann stellt sich die Suche nach optimalen Parametern als Suche des Optimums des Wertes dieser Kriteriumsfunktion im Parameterraum dar.

Klassischerweise wird dazu ein überwachtes Lernverfahren verwendet. Dem Netzwerk wird dabei eine Menge von Beispielmustern  $(\mathbf{x}_i, \mathbf{t}_i)$  (Eingabe, gewünschte Ausgabe) zur Verfügung gestellt (Lernmenge). Für einen gegebenen Parametersatz  $\mathbf{w}$  können zu den Eingängen  $\mathbf{x}_i$  die Ausgaben

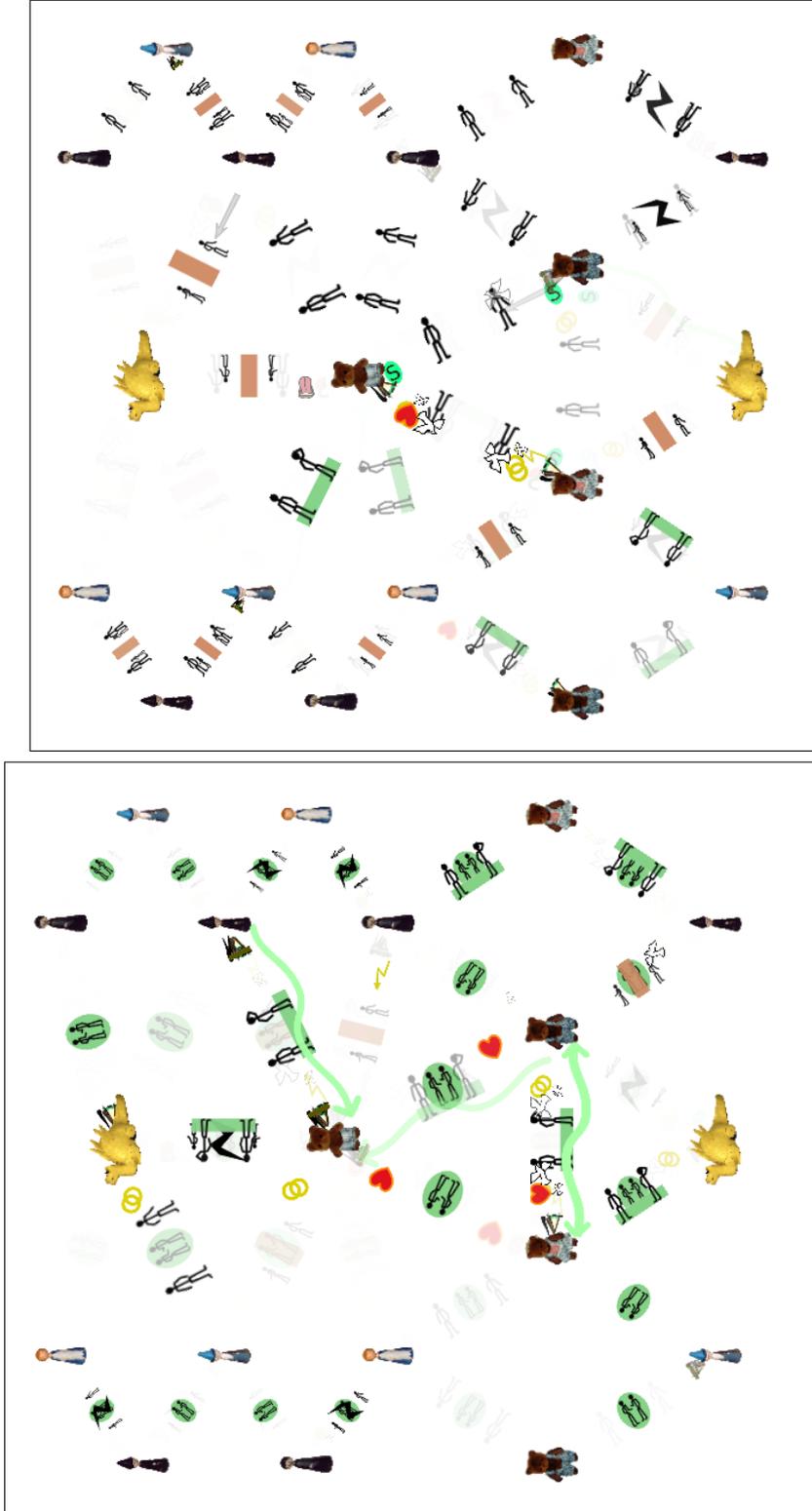


Abbildung 31: Feature Beispiel B. B spricht für Harmonie, stark gegen Konsolidierung. Links sind Aussagen darge- stellt, die besonders positiv zu A beitragen (Prototyp für B). Rechts sind Aussagen darge- stellt, die stark gegen A sprechen (Antityp für B).

des Netzwerks  $\mathbf{y}_i$  errechnet werden. Je besser diese Ausgaben  $\mathbf{y}_i$  mit dem gewünschten Ergebnis  $\mathbf{t}_i$  übereinstimmen, desto kleiner wird der Vorhersagefehler angesetzt. Die Berechnung der  $\mathbf{y}_i$  ist natürlich auch für die abwegigsten Parameter möglich; es werden dann völlig falsche Vorhersagen getroffen und der Vorhersagefehler ist sehr hoch. Das Ergebnis ist bei einem ungelerten Netzwerk mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit noch völlig falsch. Beim Lernen sollen gerade jene  $\mathbf{w}$  gesucht werden, die die beste Übereinstimmung der  $\mathbf{y}_i$  mit den gewünschten Ergebnissen  $\mathbf{t}_i$  der Lernmenge erzielen.

Dazu muss es möglich sein, einen Netzausgang mit einer Zielvorgabe zu vergleichen: es wird eine Funktion benötigt, die den Fehler zwischen diesen beiden Vektoren quantifiziert. Bei vielen intervallskalierten Problemen bietet sich dazu die quadrierte euklidische Distanz zwischen Ergebnis und Ziel an. Dann entspricht die Optimierungsfunktion einer Minimierung der Abstandsquadrate (wie bei einer linearen Regression). Das vorgestellte Verfahren erzeugt als Ausgabe eine Klassifikation mithilfe der softmax-Funktion. Es müssen diskrete Wahrscheinlichkeitsverteilungen auf Übereinstimmung verglichen werden. Dazu ist das komponentenweise Abstandsquadrat nicht geeignet: Der Unterschied zwischen unmöglich ( $p = 0$ ) und eher unwahrscheinlich ( $p = 0,1$ ) ist unvorstellbar viel größer als jener zwischen ziemlich sicher ( $p = 0,8$ ) und fast sicher ( $p = 0,9$ ). Das kann man sich leicht veranschaulichen, wenn die Wahrscheinlichkeiten das Risiko eines Übels darstellten. Im ersten Fall würde man mit einem Ereignis überhaupt nicht mehr rechnen, obwohl es in 10% der Fälle eintritt, und auf Vorbereitungen verzichten; im zweiten Fall würde man sich immerhin auf das 80%ige Eintreten des Übels vorbereiten, und wäre dann nicht wesentlich mehr überrascht wenn es einen in 9 von 10 Fällen heimsuchte!

Bei diesem Vergleich auf Übereinstimmung kann eine als die tatsächliche Verteilung (die Zielgrößen  $\mathbf{t}_i$ ), und eine als die vom Algorithmus (fälschlich) angenommene (die Netzwerkausgaben  $\mathbf{y}_i$ ) identifiziert werden. Ein mathe-

matisch begründetes Maß für einen solchen Vergleich ist die Kullback-Leibler Divergenz (KLD) (Kullback & Leibler 1951). Die Kullback-Leibler Divergenz ist in Gleichung 5, S. 147 und der entsprechende Fehlerterm in 7 dargestellt.

Es lässt sich nun für jeden Parameterzustand ein Fehler auf der Lernmenge berechnen. Wäre der Parameterraum zweidimensional, dann ließe sich das als Gebirge veranschaulichen. Die Suche nach den besten Parametern entspräche dann der nach dem Längen- und Breitengrad des tiefsten Tals. Diese Optimierungsaufgabe ist bereits im eindimensionalen Fall alles andere als trivial. Im vorgestellten Verfahren wird der Gradient (die Richtung des steilsten Abfalls) für diese Suche verwendet. Um den Gradienten im Parameterraum zu finden, muss die Fehlerfunktion  $E$  nach jedem Parameter  $w_i$  abgeleitet werden. Wegen des Aufbaus in Schichten lässt sich die Netzwerkfunktion schrittweise (von Ausgabeschicht zu Eingangsschicht) differenzieren (Kettenregel der Differentialrechnung). Da auf diese Weise die Ableitungen vom Ergebnis zurückgerechnet werden, heißen die einfachsten Verfahren, die sich auf diese Weise den Gradienten eines Netzwerkes zunutze machen, Backpropagationverfahren. Es handelt sich bei diesen Verfahren mathematisch um Optimierungsverfahren, welche den Gradienten bei der Minimasuche verwenden.

Allen dargestellten Berechnungen liegt das RPROP-Verfahren (**R**esilient - **Backpropagation**) zugrunde (Riedmiller & Braun 1993). Das Verfahren ist bei einfacher Implementierbarkeit eines der schnellsten auf Gradientenauswertungen basierenden Verfahren. Für diese Arbeit wurden die Verfahren einer klassischen Backpropagation, Quickprop und RPROP implementiert und getestet.

### 5.5.5 Fitting, Overfitting und Underfitting

Ein Lernvorgang ist erfolgreich, wenn danach das Netzwerk korrekte Vorhersagen trifft. Wenn dem Netz neue Muster präsentiert werden, die er im Lernprozess nie als Eingang bearbeitet hatte, so sollte das Netz auch diesen in sinnvoller Weise Ergebnisse zuordnen. Dieser Vorgang entspricht einer Interpolation anhand gelernter Stützstellen. Wenn ein Lernvorgang erfolgreich ist, so lässt sich die Minimierung des Fehlers auf die Extraktion allgemeiner und generalisierbarer Regeln zurückführen.

Ob ein Netzwerk in erwünschter Weise generalisiert, kann am einfachsten evaluiert werden, indem seine Leistung auf einer Testmenge evaluiert wird. Dies ist in Abb. 32 veranschaulicht. In Abbildung 32 stellt die Horizontale den Eingabebereich dar. Das Netz soll anhand der vollen Punkte einen Kurvenverlauf lernen. Die schwarze Linie zeigt die jeweiligen Ergebnisse des Netzes. Die leeren Punkte stellen die Testmenge dar. Im linken Fall (Underfitting) gehen die Ergebnisse zwar in der Tendenz näher an die präsentierten Punkte, die Vorhersagequalität ist aber insgesamt schlecht, weil die Urteile zu „vorsichtig“ ausfallen. Im mittleren Fall werden alle vollen Lernpunkte durchlaufen, und auch die Testmengenelemente werden optimal interpoliert. Im Falle von Overfitting werden zwar alle Lernelemente korrekt durchlaufen, doch der restliche Kurvenverlauf ist zerklüftet und „übertrieben“. Die meisten Testelemente werden nicht besser als zufällig prognostiziert. Wenn

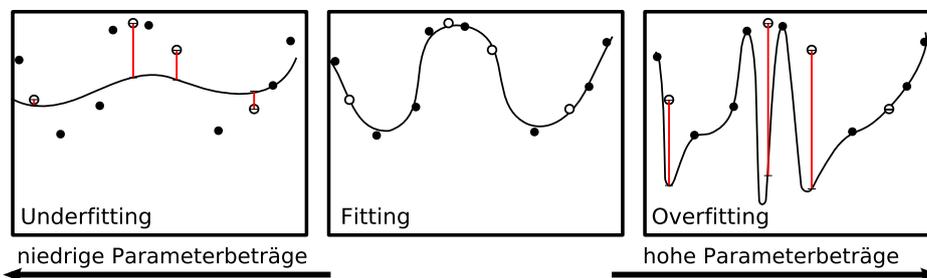


Abbildung 32: Underfitting, Fitting und Overfitting eines Netzwerks

das Netzwerk nur genau die Lernmenge identifizieren kann, aber völlig außerstande ist, die Muster der Testmenge korrekt zuzuordnen, spricht man von **Overfitting**. Die anschaulichen Begriffe „vorsichtig“ und „übertrieben“ finden ihre mathematische Entsprechung in den Parametern. Underfitting ist mit betragsmäßig geringen und Overfitting mit hohen Parameterwerten verbunden. Der Fittingbereich liegt ausgeglichen dazwischen. Netzwerke mit hinreichender Größe sind immer in der Lage, für hinreichend variable Muster beliebige Gruppenzuweisungen zu lernen. Ob in sinnvoller Weise zusammenfassende Merkmale der Eingangsdaten gelernt wurden, muss deshalb durch eine Analyse der Leistung auf einer Testmenge geprüft werden.

Wenn höhere Parameter mit einem Strafterm in der Fehlerfunktion belegt werden, lernt der Optimierungsvorgang des Netzes niedrigere Parameter. Dieser sogenannte weight decay wird über einen Metaparameter  $\alpha$  so angepasst, dass die gefundenen Parameter sich in einem angemessenen Fittingbereich bewegen. Je höher der weight decay, desto mehr wird das Netzwerk zur Generalisierung gezwungen (MacKay 2003).

Im vorliegenden Fall muss dem Ausschluß von Overfitting sehr sorgfältig Rechnung getragen werden. Dies war notwendig, da die Menge der Eingangsdaten sehr groß ist. Würde man die aus den Protokollen berechneten Merkmale, welche den Netzeingang darstellen, durch völlig zufällige Daten ersetzen, so gäbe es mit Sicherheit einen Parametervektor, der alle diese Eingaben auf ein beliebiges erwünschtes Ergebnis abbildete. Die so gefundenen Regeln wären aber sicherlich unbrauchbar, um das Spiel eines Kindes, welches nicht gelernt wurde, anhand der so gebildeten Auswertungsmaschine zu interpretieren.

Bei sehr geringem weight decay kann das Netzwerk entsprechend ohne weiteres lernen, alle Spiele korrekt ihrer intuitiven HISK-I Klasse zuzuordnen. Die Ergebnisse sind dann aber nicht notwendigerweise generalisierbar. Anhand einer Testmenge kann ein plausibler Wert für  $\alpha$  gefunden werden, der den Fehler auf Testmenge und Lernmenge gleichermaßen minimiert.

## 5.6 Lernmenge

In der vorliegenden Arbeit war es eine besonders große Herausforderung, das neuronale Netz  $\omega$  zu trainieren, da keine gute Lernmenge zur Verfügung steht. Es liegen zwar insgesamt 175 protokollierte Spiele von Kindern vor. Für das Training von HISK-A lagen jedoch mit 114 viel zu wenige intuitive Ratings vor. Mit diesen Zahlen schien vorerst ein Training ein Ding der Unmöglichkeit. Andererseits waren die intuitiven Charakteristika der Spieltypen so deutlich und auch in Einzelfällen am computergenerierten Material prinzipiell sichtbar. Es schien grundsätzlich möglich, ein neuronales Netz zu trainieren. Dazu bedurfte es geschickter Aufbereitung der Daten. Zwar war der HISK-I Typ nur bei 114 Datensätzen sicher bekannt. Die Theory of Mind-Kompetenz der Kinder war jedoch bei 87 Kindern bekannt, und das Alter bei allen Kindern.

Ich folgte also dieser Argumentation: Wenn die Theorie des Zusammenhanges zwischen Theory of Mind und den HISK-Typen des Zwei-Berge-Versuchs stimmt (Annahme  $\mathcal{A}_1$ ), und wenn die HISK-Typen entsprechend altersverteilt (Annahme  $\mathcal{A}_2$ ) sind, dann kann die Information, welche in Alter und Theory of Mind über den HISK-Typen enthalten ist, verwendet werden, um den Computer mit diesem Protokoll lernen zu lassen. Anhand jener Kindern, bei denen der HISK-I-Typ bekannt war, lässt sich die Altersverteilung näherungsweise ermitteln. Dabei kommt wiederum ein neuronales Netz zur Anwendung. Dementsprechend kann man (unter der Annahme, dass die HISK-I Klassifizierung möglich ist und die genannte Altersverteilung aufweist) z.B. sagen, dass das Spiel eines Kindes mit 5;5 sicherlich konsolidiert und das Spiel eines 3;6 jährigen mit etwa je 50% Wahrscheinlichkeit harmonisch bzw. instabil, jedoch mit Sicherheit nicht konsolidiert ist. Für diese Überlegungen wird die bedingte Verteilung des HISK Typen  $H$  gegeben das Alter  $A = a$   $P(H = h|A = a, \mathcal{A}_2)$  benutzt. Das lässt sich noch ausweiten, indem man noch eine Zusammenhgangsannahme in die Abschätzung der HISK Wahrscheinlichkeiten eines uneingeordneten Kindes einfließen lässt:

Man kann auch die Theory of Mind-Informationen (die leider ebenfalls nicht für alle Kinder vorlagen) dort verwenden, wo sie zur Verfügung steht. Also verwendet man bei bekanntem Theory of Mind-Wert  $T = t$  die Verteilung  $P(H = h|A = a, T = t, \mathcal{A}_2, \mathcal{A}_1)$ . Diese konnte ebenso empirisch angenähert werden.

Nun wird eine neue Lernaufgabe des Netzes durch einen weiteren Term  $E_\phi$  in der Fehlerfunktion hinzugefügt, welche das Ziel operationalisiert, die gegebenen Altersverteilungen bestmöglich zu reproduzieren.

Beim Lernen von  $\mathfrak{A}_{NUK}$  wurde analog vorgegangen, indem eine postulierte Altersverteilung angenähert wurde. Aus dem in Abb. 10 angenommenen Unsicherheitsverlauf lässt sich eine Altersverteilung der Unsicherheitsklasse errechnen (siehe Anhang 5.6, S. 119).

Die Altersverteilung von ToM in der Grundpopulation lässt sich anhand der Daten abschätzen. Aus dieser Schätzung wird mit obigen theoretischen Annahmen eine angenommene Altersverteilung der Verunsicherung in der Grundpopulation berechnet. Wenn nun folgendes gegeben wäre:

- die Wahrscheinlichkeit von Beunruhigung in Abhängigkeit von der zeitlichen Distanz  $x$  von  $t_0$  als  $P(K = u|(T - t_0) = x)$  (die Unsicherheitskurve in Abb. 10).
- die Wahrscheinlichkeitsverteilung von  $t_0$ :  $P(T - t_0 = 0)$ , d.h. die Verteilung der Theory of Mind-Reifung.

Dann kann die Altersverteilung der Unsicherheitsklasse berechnet werden als:

$$P(K = u|T = t) = \int dx P(K = u|(t - t_0) = x)P((t - t_0) = x) \quad (1)$$

## 6 Ergebnisse

Wie im schematischen Überblick über die algorithmische Auswertung (Kapitel 4, S. 51 ff) beschrieben, beinhaltet die vorliegende Arbeit ein allgemeines Verfahren zur Klassifizierung in *beliebige* Zielklassen. Ein menschlicher Beobachter könnte beispielsweise die Aufgabe erhalten, eine Menge von Transkripten in solche mit und solche ohne das Thema Aggression einzuteilen. Oder er könnte solche mit statischem Mutter-Vater-Kind-Verhältnis von jenen trennen, bei denen sich dieses Verhältnis während des Spiels wandelt. Der Algorithmus selbst ist deshalb generisch konzipiert. Er kann im Prinzip eine beliebige Klassifikation nachbilden. Im Folgenden werden die Ergebnisse sowohl der NUK-, als auch der HISK-Klassifizierung (siehe Abb. 4, S. 27, sowie Abb. 10, S. 46) dargestellt.

Es werden die Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman sowie die partiellen Rangkorrelationskoeffizienten nach Auspartialisierung des Alters berichtet (siehe Anhang B.6, S. 150

### 6.1 Klassifizierung anhand von Theory of Mind (NUK)

Der Algorithmus  $\mathfrak{A}_{NUK}$  wurde anhand einer Testmenge gelernt. Ihm standen als Lernkriterien Theory of Mind-Kompetenz (falls bekannt) sowie der Klassenwahrscheinlichkeiten des Alters der Kinder zur Verfügung. Details der Lernfunktion der Berechnung in Anhang E.1).

In 33 sind die Altersverteilung von ToMund NUK-A gegenübergestellt.

Der Algorithmus ist in der Lage, anhand der Protokollierung des Zwei-Berge-Versuchs eine falsche Zuordnung zur Theory of Mind-Gruppe auszuschließen (Abbildung 34). Der Zusammenhang zwischen NUK-A Klassifizierung und Theory of Mind ist hoch signifikant ( $r_{spearman}=.59$ ,  $p < 0.001$ ; nach

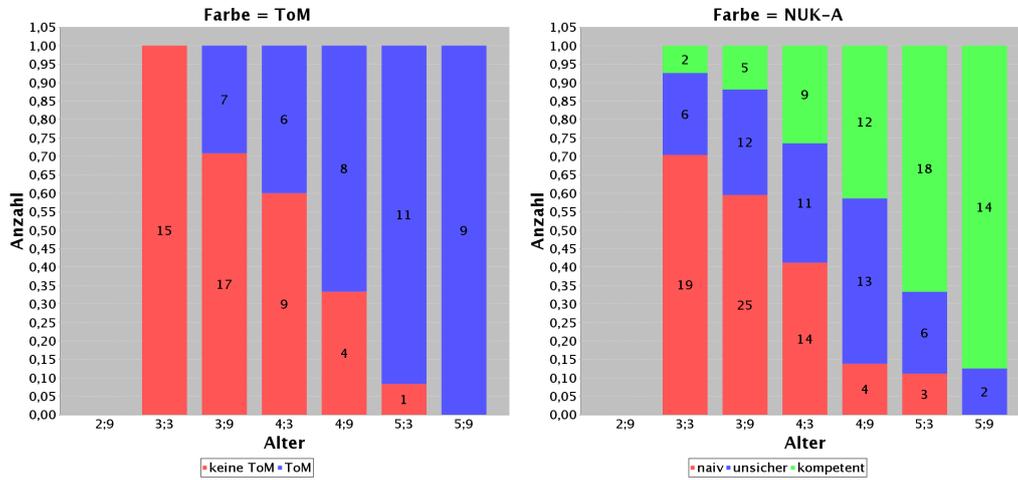


Abbildung 33: Altersverteilung von Theory of Mind und NUK-A-Klassen

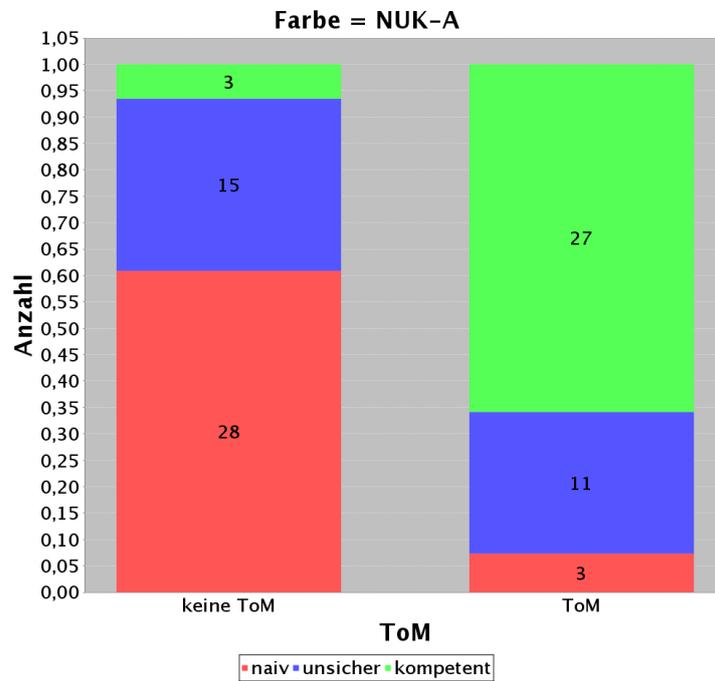


Abbildung 34: Zusammenhang Theory of Mind und NUK-A-Klassen

Auspartialisieren des Alters  $r_{spearman}=.37$ ,  $p < 0.01$ ). Zuordnungen in die Übergangsklasse Unsicher entsprechen der postulierten Altersverteilung; in ihr finden sich erwartungsgemäß sowohl ToM-kompetente als auch ToM-inkompetente Kinder. Es wurden nur 3 von 46 ToM-inkompetenten Kinder als NUK-kompetent eingestuft. Die Spiele von ToM-kompetenten wurden nur in 3 von 41 Fällen für Naive gehalten. Der Algorithmus hat eine Unterscheidung zwischen sicher-ToM und sicher-keine-ToM korrekt gelernt. Die Qualität der Unsicherheits-Klasse kann dieser Abbildung nicht entnommen werden.

Da beim Lernvorgang Daten einer Lernmenge an Spielen verwendet wurden (vgl. 5.6, S. 118), ist in Abb. 35 die Generalisierungsfähigkeit des Algorithmus dargestellt. Im linken Graphen ist die Leistung auf der Lernmenge dargestellt. Auf Stichproben, die zum Training des Algorithmus' nicht verwendet wurden, (Testgruppe, rechter Graph) ist der Zusammenhang ebenso hoch signifikant ( $r_{spearman}=.63$ ,  $p < 0.001$ ; nach Auspartialisieren des Alters  $r_{spearman}=.30$ ,  $p < 0.01$ ).

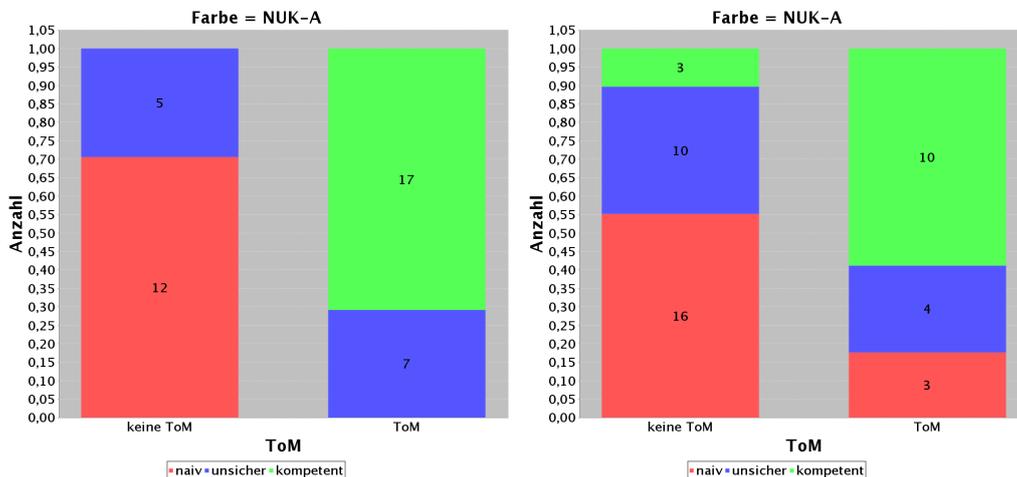


Abbildung 35: Zusammenhang Theory of Mind und NUK-A-Klassen in der Lernmenge (links) und in der Testmenge (rechts)

In Abbildung 36 ist jedes Kind durch einen Punkt dargestellt, und auf der

Ordinate zusätzlich das Alter der VP abgetragen. In dieser Abbildung kann zugleich der Zusammenhang zwischen NUK-A und Theory of Mind, sowie die jeweilige Altersverteilung deutlich gemacht werden. Der schwarze vertikale Strich stellt den Mittelwert der jeweiligen Spalte dar. Das Rechteck rahmt den Bereich zwischen dem ersten und dem dritten Quartil ein, in diesem Bereich sind die Hälfte aller Daten der Spalte enthalten. Die daran ansetzenden Striche nach oben und unten geben den Datenbereich an, nachdem „Ausreisser“ (die mehr als 2,5 SD vom Mittelwert entfernt lagen), ausgeschlossen wurden. „Ausreisser“ sind dann jenseits dieser Striche eingezeichnet. Die

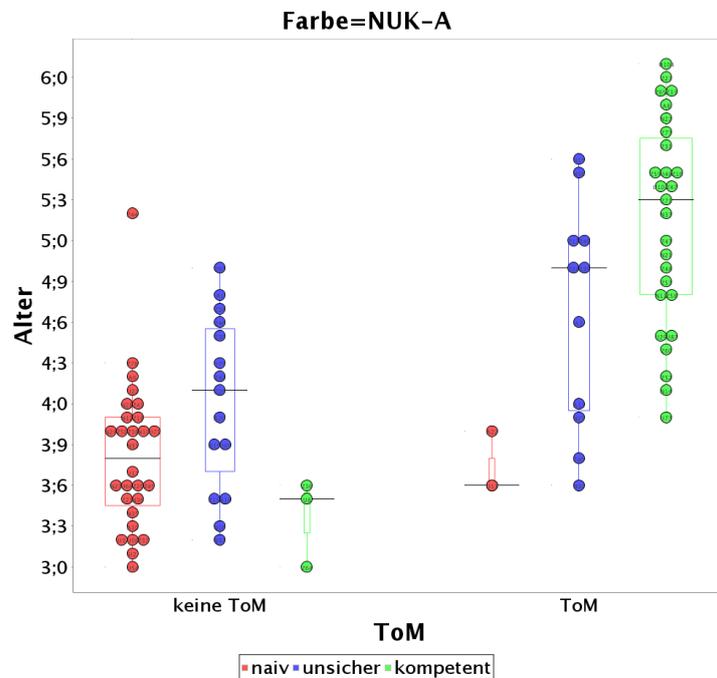


Abbildung 36: Zusammenhang Theory of Mind und NUK-A-Klassen

Abbildung legt nahe, dass die fälschlich als kompetenten eingestuft Kinder nicht systematisch altersabhängig sind. Die Theory of Mind-Kompetenten, die fälschlich in Naivität eingestuft wurden, liegen jedoch im jüngsten Altersbereich der Gruppe. (Bei diesen geringen Fallzahlen ist der Befund jedoch statistisch nicht von Bedeutung.) Der Zusammenhang zwischen NUK-A und

Theory of Mind ist auch nach Auspartialisieren des Alters noch hoch signifikant. ( $r_{\text{spearman}} = .52, p < 0.001$ )

Der Algorithmus wurde für das geschilderte Szenario viele Male mit unterschiedlichen Lern- und Test-Stichproben trainiert. Dabei ergab sich folgender Befund:

- In jedem Durchgang entsprachen die Altersverteilungen den Vorgaben.
- In jedem Durchgang waren die Naivitäts- und Kompetenzklassen annähernd widerspruchsfrei zu Theory of Mind. Insofern ist der Algorithmus in der Lage, die wesentlichen Eigenschaften der beiden Rand-Klassen zu extrahieren und anhand dieser Merkmale neue Kinder einzustufen.
- Die Unsicherheitsklasse enthielt bei jedem Lernvorgang andere Kinder. Dieses Ergebnis überrascht nicht. Es wird dem Algorithmus durch die Lernmenge kein einziges Kind vorgegeben, welches in die Unsicherheitskategorie fällt. Die Kriterien für die Unsicherheitskategorie sind durch die gegebenen Rahmenbedingungen (Altersverteilung und Theory of Mind-Kompetenz) nicht hinreichend festgelegt. Es gibt zahlreiche Möglichkeiten, diese Klasse anhand der Spieldaten zu bestimmen. Je nach Stichprobe und Anfangszustand konvergiert deshalb die Klassifizierung zu einer anderen Lösung. Für Naivität und Kompetenz gibt es Kinder, die sicher in diese Kategorien gehören. Dies sind die jüngsten und die ältesten Kinder. Davon ausgehend kann der Algorithmus diskriminierende Eigenschaften dieser Klassen finden, welche sich in der Folge anhand der Testklasse bestätigen lassen.

Es bedarf einer näheren Bestimmung und Festlegung der Zwischenklasse.

## 6.2 Rekonstruktion der intuitiven Klassifizierung (HISK)

Um die Unsicherheitsklasse festzulegen, bietet sich die HISK-Klassifizierung an. Es liegen intuitive Ratings von Kindern vor, die sicher in die Instabilitäts- und Spaltungsklasse eingeordnet wurden. Details der Lernfunktion für die Klassifizierung sind in Anhang E.2 zu finden.

Die Altersverteilung (Abb. 37) der HISK-Klassen (intuitiv und algorithmisch) weist eine erwartbare Verteilung auf. Die Spaltungsklasse ist fast vollständig mit der Konsolidierungsklasse verschmolzen worden.

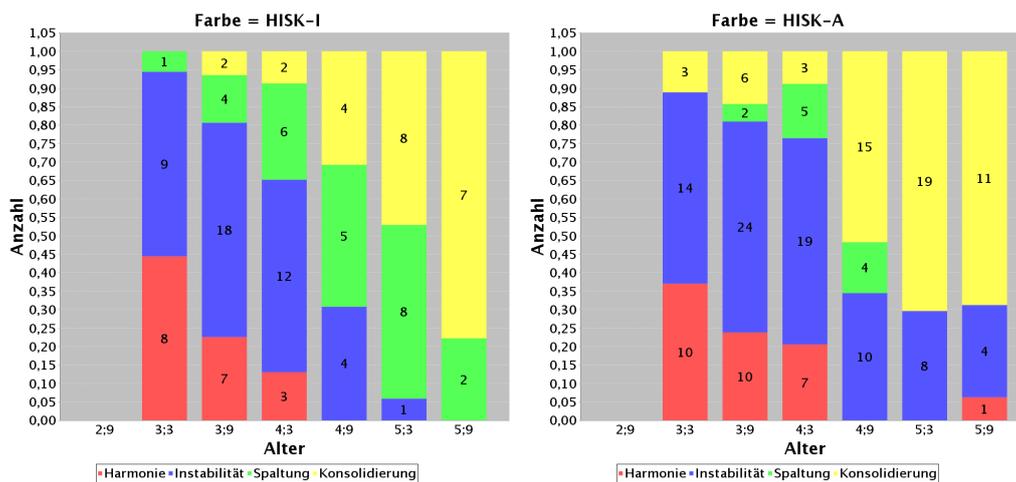


Abbildung 37: Altersverteilung von HISK-I (links) und HISK-A (rechts)

Bei den intuitiven Daten ergab sich folgender Befund: Die harmonisch spielenden Kinder weisen beinahe vollzählig, die der Instabilität zugewiesenen bei weitem überwiegend noch keine Theory of Mind auf. Konsolidierung und Spaltung im Spiel sind zuverlässige Indikatoren für Theory of Mind (Abbildungen 38 und 39) ( $r_{spearman}=.69$ ,  $p < 0.001$ ; nach Auspartialisieren des Alters  $r_{spearman}=.40$ ,  $p < 0.01$ ). Dieser Zusammenhang bleibt bei der algorithmischen Auswertung erhalten ( $r_{spearman}=.59$ ,  $p < 0.001$ ; nach Auspartialisieren des Alters  $r_{spearman}=.37$ ,  $p < 0.01$ ).

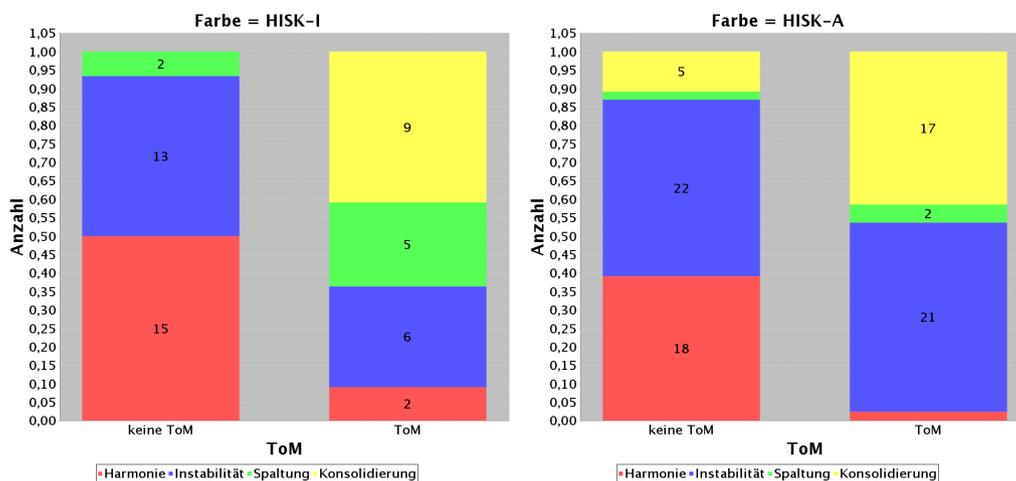


Abbildung 38: Zusammenhang Theory of Mind und HISK-I bzw. HISK-A-Klassen

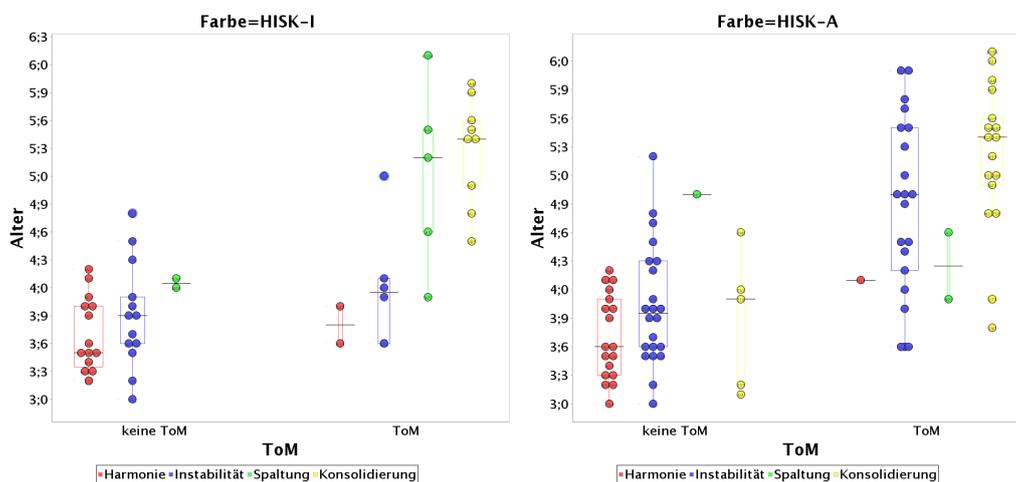


Abbildung 39: Zusammenhang Theory of Mind und HISK-I bzw. HISK-A-Klassen

Darüber hinaus weist der Algorithmus den Kindern überwiegend die richtigen HISK Klassen zu (Abb. 40,  $r_{spearman}=.69$ ,  $p < 0.001$ ; nach Auspartialisieren des Alters  $r_{spearman}=.36$ ,  $p < 0.01$ ). Die HISK-I Klassifizierung kann reproduziert werden.

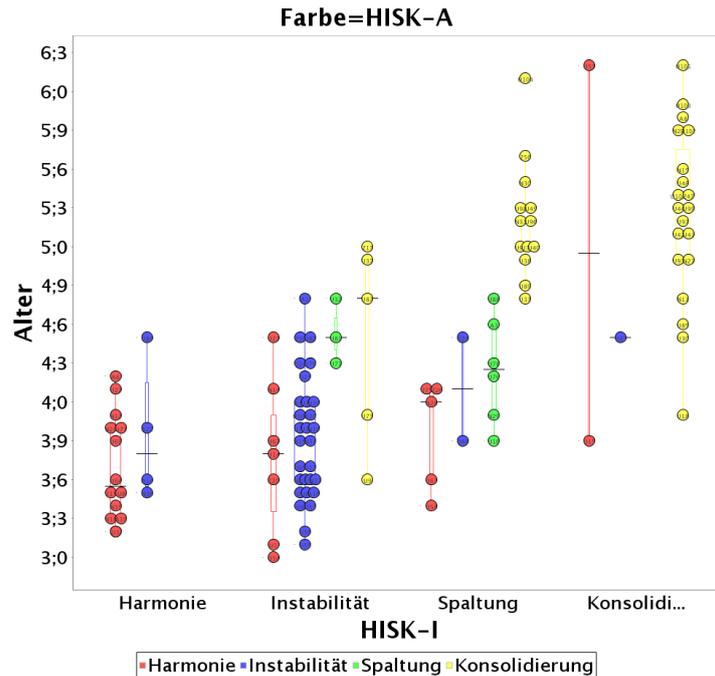


Abbildung 40: Zusammenhang Theory of Mind und HISK-I bzw. HISK-A-Klassen

Das Prüfen der Generalisierungsfähigkeit des Algorithmus' für die HISK-A Klassifizierung war leider wegen der zu geringen Zahl der HISK-I eingestuften Kinder nicht möglich. Eine profunde Diskussion der Einschränkungen der Aussagekraft dieser Einteilung ist in 7.2, S. 136, zu finden. Die dargestellten Ergebnisse weisen zusammenfassend stark auf die Richtigkeit der Hypothesen hin (vgl. 3.4).

---

	$r_{spearman}$	$r_{spearman}$ (Alter auspartialisiert)
ToM×NUK-A	.73	.52
ToM×NUK-A (Lern)	.86	.77
ToM×NUK-A (Test)	.60	.39
ToM×HISK-I	.69	.40
ToM×HISK-A	.59	.37
HISK-I×HISK-A	.69	.36

Tabelle 4: Übersicht über die Korrelationskoeffizienten ( $r_{spearman}$ )

## 7 Diskussion

### 7.1 Die Alternative: feste Verdrahtung von Regeln

Die Alternative zum vorgestellten neuronalen Netz zur Filterung relevanter Aussagen (Trigger) und zum Anwenden von Regeln ( $\omega$ ) wäre gewesen, aus der Ausgabe des Expertensystem  $\xi$  (Kapitel 4, S. 51) oder der Zusammenfassung  $\omega$  anhand manuell erstellter Vorschriften Kennwerte zu errechnen, die dann zu Wahrscheinlichkeiten der Zielkriterien verrechnet würden. Dieser Ansatz wurde im Laufe der Erstellung der vorliegenden Dissertation vergleichsweise lange verfolgt. Er entspricht einer Übertragung der Methode zur Eingabe der psychologisch relevanten Verbsemantik (vgl. 5.2.4, S. 79) auf den Reduktionsschritt: Es wird dabei versucht, intuitive Urteile in Form von Regeln in den Computer zu übertragen.

Es stellte sich jedoch schnell heraus, dass die Erstellung von Regeln der Form „was spricht für“/„woraus folgt“ (Evidenzen) wesentlich schwieriger ist, als die Suche nach Regeln der Form „was folgt aus“ (Inferenzen). Für das Finden von Inferenzen ist es möglich, sich die beschriebene Voraussetzung zu vergegenwärtigen. Eine introspektive Beschreibung dieser Vergegenwärtigungen ist dann möglich. Wenn für diese Beschreibung wie im vorliegenden Fall Fragenkataloge als Heuristik zur Verfügung liegen, wird die Aufgabe zudem noch stark vereinfacht. Beispielsweise musste ‘Küssen’ vergegenwärtigt werden, und dann war zu schlussfolgern, welche Aussagen bzgl. Kontakt zum Bedeutungsfeld von ‘Küssen’ gehören. Der umgekehrte Vorgang, die Vergegenwärtigung aller Dinge, die für Kontakt sprechen, ist durch Vergegenwärtigung nicht zu leisten. Er entspricht der Aufgabe, sich alles zugleich zu vergegenwärtigen, was für Kontakt spricht, um diese Fälle in den Computer eingeben zu können: Küssen, Beißen, Sprechen, Drohen. . . .

Diese Schwierigkeit wird noch dadurch verstärkt, dass beim Erstellen der fraglichen Regeln nicht Begriffe einzustufen sind, die gerade noch als Kon-

kreta menschlicher Beziehungen aufgefasst werden können (z.B. Kontakt). Es handelt sich nun vielmehr um abstrakte Charakteristika wie z.B. „Emanzipation des Bärenkindes“. Wenn ein konkretes Spiel betrachtet wird, gelangt der Betrachter zwar zu einer Intuition über diese Frage, und er kann beispielsweise begründen: das Bärenkind wirkt im Spiel nicht emanzipiert, weil es einige Male verunglückt ist und bedroht wurde, und in der Folge immer von den Eltern gerettet werden musste. Es ist nicht möglich, eine vollständige Aufzählung derartiger konkreter Beispiele zu leisten.

Dennoch hofften wir gewesen, dass relativ wenige und einfache Regeln bereits gute Ergebnisse erbringen. Eine vollständige Aufzählung wäre dann nicht nötig. In der Praxis stieß ich bei diesem Versuch jedoch auf folgende Schwierigkeit: je komplizierter die Operationen zur Berechnung der Kennwerte sind, desto häufiger stellt man fest, dass bestimmte Fälle vom Computer nicht erfasst werden, obwohl sie erfasst werden sollten. Wenn dann eine weitere Regel für diese Fälle zum Kriterium hinzugefügt wurde, so wurden wieder andere Fälle fälschlich erfasst, obwohl sie nichts mit dem im Kennwert abgebildeten psychologischen Konzept zu tun hatten. Für viele solcher Beispiele wurde eine neue Regel hinzugefügt. Das Hinzufügen neuer Regeln brachte Probleme immer derselben Art mit sich. Die Operationen wurden immer komplexer und deshalb zunehmend undurchschaubar. Ab einem kritischen Grad von Komplexität der Ausdrücke war kaum mehr nachvollziehbar, warum der Computer ein Fehlurteil getroffen hatte. Dazu mussten viele Einzelberechnungen in ihrem Beitrag zum Ganzen analysiert werden – für jeden protokollierten Einzelfall, der fehlerhafte Ausgaben zu erzeugen schien.

In der Programmierpraxis nennt man das Korrigieren von Fehlern dann einen Hack, wenn ein Problem durch die Programmänderung nicht wirklich gelöst, sondern nur für einen Spezialfall umgangen wird. Einem Hack begegnet man meist während der weiteren Programmierung wieder, weil er erneute Korrekturen benötigt. Die meisten solchen Korrekturen schaden mittelfristig mehr als sie nutzen. Je mehr auf diese Weise geflickschustert wird, desto intranspa-

renter und fehleranfälliger ist ein Verfahren. Dieser Kampf gegen die Hydra war aussichtslos.

Deshalb war zuallererst notwendig, die Komplexität der verwendeten Operationen zu begrenzen. Beispielsweise könnte man Kennwerte nur aus den Merkmalsaussagen berechnen, und nicht solche Kennwerte (1. Ordnung) für die Errechnung weiterer Kennwerten (2. oder höherer Ordnung) verwenden. Aus Kennwerten würden bei begrenzter Komplexität nur die Klassenswahrscheinlichkeiten berechnet. Das bedeutet, dass die Endergebnisse  $\mathbf{y}$  eine Funktion der Kennwerte  $\mathbf{k}$ , und diese eine Funktion der Aussagen  $\mathbf{x}$  wäre:  $\mathbf{y} = \mathbf{y}(\mathbf{k}(\mathbf{x}))$ . Wenn zudem versucht wird, die Anzahl der bei der Berechnung verwendeten Operationen gering zu halten, so wäre die Berechnung derjenigen des Netzwerks ähnlich. Den Kennwerten fiel dann die Stellung der Features zu.

Aus dieser Perspektive würde sich das Projekt feste Regeln manuell zu erstellen als die Aufgabe darstellen, die wichtigsten Verknüpfungen des in Abb. 30, S. 111, beschriebenen Netzwerks zu finden. Erstens ist es viel arbeitsökonomischer, diese Aufgabe den Computer erledigen zu lassen. Und zweitens ist es anhand des Lernens im Computer möglich, Features zu identifizieren, die evtl. auch von einer intuitiven Auswertung übersehen worden sind. Der Computer und die intuitive Auswertung validieren einander so in gewisser Weise.

## 7.2 Training des Regelnetzes

Beim Training des Algorithmus  $\mathfrak{A}_{NUK}$  (vgl. 6.1, S. 120), wurde der weight decay  $\alpha$  durch Prüfung auf einer Testmenge abgeschätzt. Die auf der Lernmenge gefundenen Regeln waren auf der Testmenge erfolgreich geprüft. Der so ermittelte  $\alpha$ -Wert diente dann als Anhaltspunkt für die HISK-Klassifizierung.

Es wurde bereits darauf hingewiesen (6.2, S. 125), dass dagegen die HISK-A-Klassifizierung nur mit Einschränkungen gelungen ist: Die dort berichteten

Ergebnisse entstammen einem Lernvorgang auf den Daten *aller* später eingeschätzten Kinder. Ein split-half Vorgehen mit Lern- und Testmenge konnte leider nicht durchgeführt werden. Um maximal mögliche Generalisierung zu gewährleisten, wurden die Metaparameter des Algorithmus (weight decay  $\alpha$ ) so hoch gewählt, dass gerade noch sinnvolle Ergebnisse auf der Lernmenge erhalten werden. Diese Wahl der Metaparameter führt tendenziell zu Underfitting. Underfitting ist der Grund dafür, dass beim Training der (selteneren) Spaltungstyp in den Konsolidierungstyp überführt wurde.

Das Scheitern des split-half Tests hat zwei Ursachen:

1. Die Zahl intuitiver Einschätzungen des Harmonietyps war zu gering. Den Graphiken [37](#), S. [125](#) (links), ist zu entnehmen, dass für die Harmonieklasse ein Lernvorgang anhand von 9 Datensätzen notwendig gewesen wäre, um die Ergebnisse dann auf den anderen 9 zu prüfen. Besonders diffizil erwies sich die Unterscheidung zwischen Harmonie und Instabilität. Die Altersverteilungen dieser Klassen überlappen einander fast vollständig. Deshalb gibt es für den Algorithmus nicht nur eine mögliche Lösungsgruppierung jener Kinder, die nicht zu den 114 intuitiv ausgewerteten zählten.
2. Die intuitive Auswertung der Zürcher Ergebnisse erfolgte nach anderen Kriterien als HISK. Dies betrifft die Mehrzahl, 77 der 114 Kinder mit vorliegender HISK-I-Klassifizierung. Es wurde versucht, die 26 (!) verschiedenen Klassen der Zürcher Versuche den HISK-I-Klassen zuzuordnen (Anhang [A](#)). Diese Zuordnungen sind unsicher, da sie ohne Sichtung der Einzelprotokolle erfolgt waren. Einige Zuordnungen beinhalteten nur ein oder zwei Protokolle, nach deren Sichtung festgestellt wurde, dass z.T. die Benennungen der Gruppen aus Sicht der Beschreibungen der HISK-Typen irreführend waren. Diese Zuordnung führte zu einer Überbelegung der Instabilitätsklasse bei den Kindern der Zürcher Versuche (siehe [Abb. 41](#)). Die Schwierigkeiten bei der Klassenzuordnung führten mir persönlich sehr anschaulich die Schwierigkeiten solch

intuitiv erstellter Klassifizierungen und deren Intransparenz leidvoll vor Augen.

Der zweite Punkt lässt sich an dem besonders schlechten Abschneiden der HISK-A Auswertung auf der Zürcher Gruppe im Vergleich mit den Spielen aus den Münchner Untersuchungen belegen (Abb. 41, S. 133). In den Abbildungen stellt die Farbe die algorithmische Einschätzung gemäß HISK-A und die Spalte die intuitive Einschätzung HISK-I dar. Es ist deutlich zu erkennen, dass die algorithmische Zuweisung der Harmonie-Klasse nahezu gleichmäßig über die intuitiven Klassen der Zürcher Untersuchungen verteilt ist. Im Gegensatz dazu stimmt die algorithmische Zuweisung von Harmonie überwiegend mit den intuitiven Urteilen der Münchner Versuche überein. Dieser Befund ist umso bemerkenswerter, als der Lernvorgang anhand der

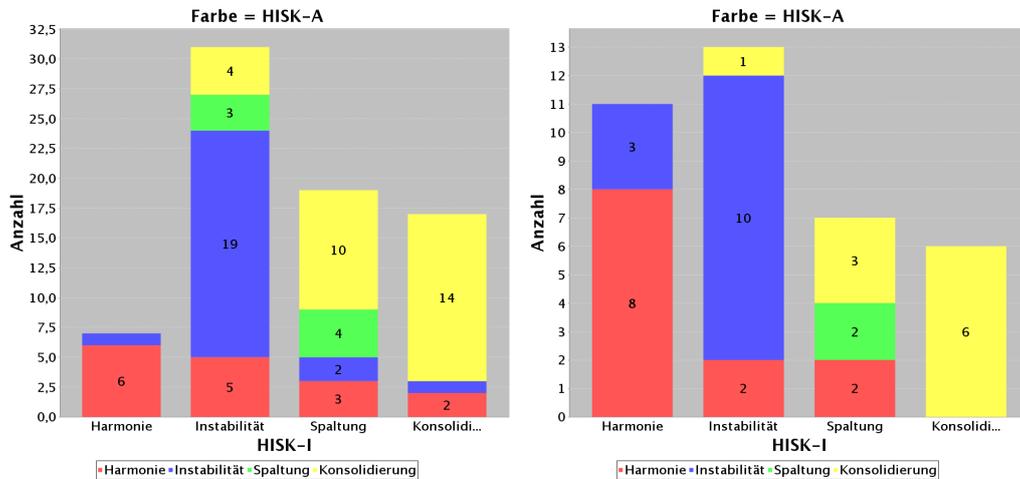


Abbildung 41: Kontrastierung Münchner und Zürcher Zusammenhänge HISK-A  $\times$  HISK-I

Altersverteilung, Theory of Mind und den 36 intuitiv eingestuften Kinder einen Algorithmus  $\mathcal{A}_{HISK}$  errechnet, der auf die schlechte Datenbasis der Zürcher Kinder hinweist. Es wurde bereits erwähnt, dass der weight decay so gewählt wurde, dass  $\mathcal{A}_{HISK}$  eher zu Underfitting neigt. Der Generalisierung wird beim Berechnungsvorgang also höchste Priorität eingeräumt. Die stren-

ge Wahl der Parameter verhindert, dass der Algorithmus durch fehlerhafte intuitive Daten eine Sonderregel erzeugt. Der Algorithmus „entscheidet“, einen Widerspruch zwischen dem eigenen Verständnis eines Textes und dem, was er angeblich bedeutet, in Kauf zu nehmen, weil es mehr Weltwissen durcheinanderbrächte, wenn er die intuitive Einschätzung reproduzieren würde. Das läßt sich an einem anthropomorphen Beispiel veranschaulichen: Menschen ändern nicht ihre Vorstellung von „Liebesdrama“, wenn sie im Fernsehen einen fälschlich als „Liebesdrama“ angepriesenen Horrorfilm sehen. Sie glauben trotz der Bezeichnung „Liebesdrama“, dass es sich um einen Film der Kategorie „Horror“ handelt. Wenn sie diesen Standpunkt nämlich aufgeben würden, hätte das die (viel „teurere“) Folge, dass alle anhand bisher gesehener Filme gebildeten Konzepte von Liebe und Horror aufgegeben werden müssten. Cineastische Trennschärfe würde so verlorengehen.

Besonders auffällig ist, dass die Spaltungskategorie beim Training von  $\mathfrak{A}_{HISK}$  nahezu vollständig in der Konsolidierungskategorie aufgeht. An dieser Stelle sei noch ein Plausibilitätsargument angeführt. In Abb. 42 ist ein Beispiel für ein Feature der HISK-A Berechnung dargestellt. Es spricht stark für eine Einstufung in den Typ „Spaltung“, und gegen den zum Typ „Harmonie“. In der Abbildung ist deutlich zu erkennen, dass das Feature einen Prototypen (links) beschreibt, in welchem der Vater aus der Familie ausgeschlossen ist, und auch nicht als Sicherheitsquelle fungiert. Konflikte überschatten die Beziehung zwischen den Eltern. Mutter und Vater sind selten in Interaktionsdistanz zueinander. Die Abbildungen von Prototyp und Antityp von Spaltung erinnern stark an die intuitiv festgestellten Kriterien des Spaltungstyps.

Ohne eine Prüfung von  $\mathfrak{A}_{HISK}$  auf einer Testmenge ist nicht sicher zu gewährleisten, dass die Menge aller intuitiv eingestuftener Kinder einen ausreichend großen Bereich an Ausprägungsmöglichkeiten der jeweiligen Klassen erschließt. Im Gegensatz zu den NUK-A Ergebnissen bleiben die berichteten Korrelationen zur HISK-A Klassifizierung deshalb leider zum gegenwärtigen Zeitpunkt anfechtbar. Die berichteten Ergebnisse, sowie die

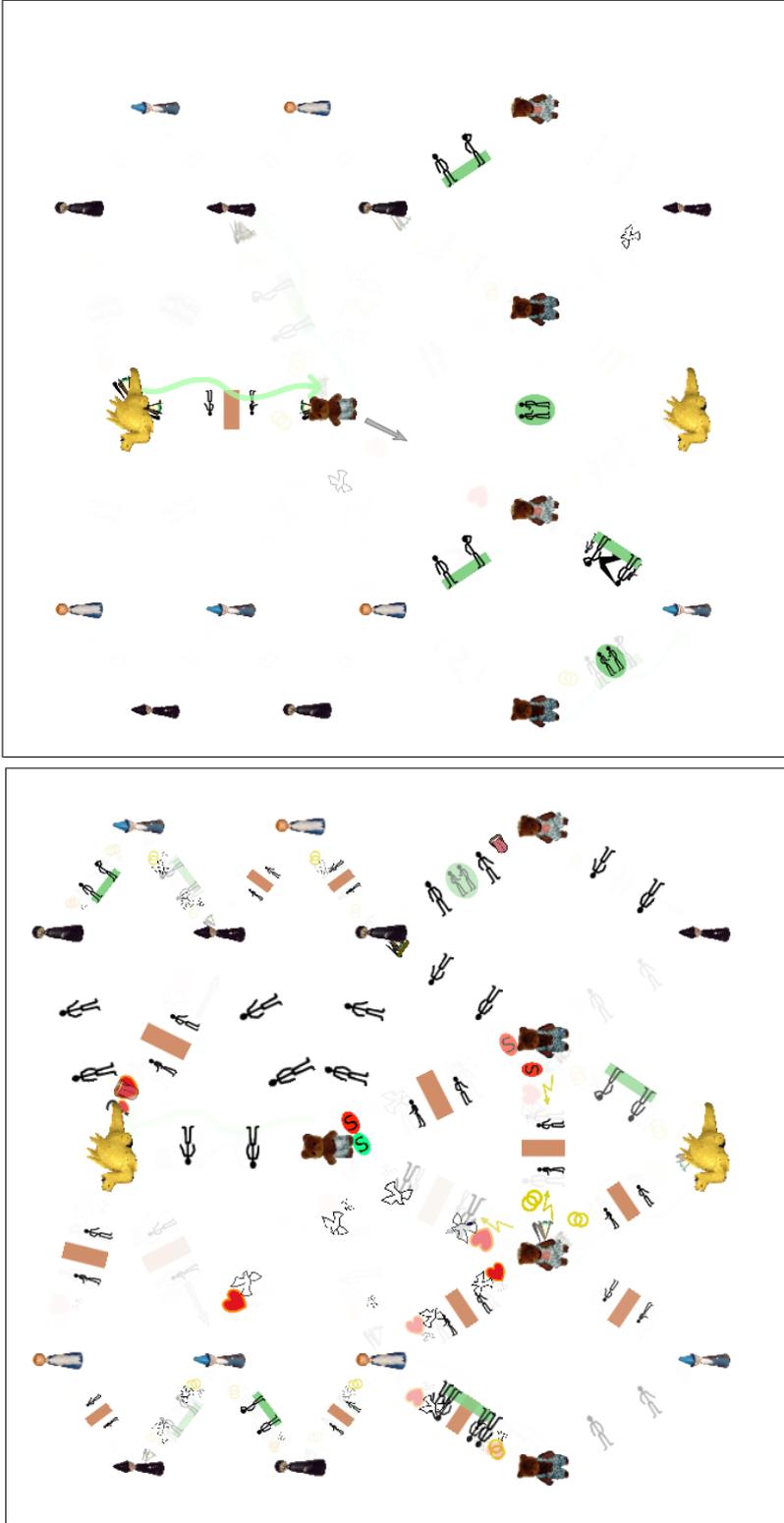


Abbildung 42: Feature Beispiel A. A spricht stark für Spaltung, leicht gegen Harmonie und Instabilität. Links sind Aussagen dargestellt, die besonders positiv zu A beitragen (Prototyp für A). Rechts sind Aussagen dargestellt, die stark gegen A sprechen (Antityp für A).

Befunde der Triggerflächen stimmen jedoch äußerst optimistisch, dass die Generalisierungsfähigkeit von  $\mathfrak{A}_{HISK}$  ohne weiteres nachgewiesen werden kann, wenn mehr Kinder intuitiv nach HISK-I ausgewertet werden. Für die Einteilung in zwei Gruppen (NUK-A ohne die undefinierte Unsicherheitskategorie) waren 87 Spiele von Kindern ausreichend. Im HISK Fall sind vier Gruppen einzuschätzen sind. Es sollten etwa 100 Kinder ausreichen, um (zusammen mit einem Lernen anhand der Altersverteilungen) belegbare Ergebnisse zu erzielen. Die 37 in München intuitiv ausgewerteten Kinder reichen dazu nicht aus.

### 7.3 Zusammenfassung

Mit dem dargestellten Verfahren wurde methodisches Neuland in der Psychologie betreten. Die Auswertung einer derart breit gehaltenen Datenbasis benötigt das gute Zusammenspiel aller beschriebenen Komponenten. Es ist ein Kodierungssystem für die Protokollierung der Rohdaten notwendig, eine Repräsentation hinreichend umfangreicher und präziser psychologischer Verbsemantik, ein Programm, welches die Verbsemantik auf die kodierten Protokolle anwendet, um so zu zusammenfassenden Aussagen über jedes einzelne Spiel zu gelangen. Und schließlich ist ein System von Schlußfolgerungen nötig, welches in der Lage ist, jedes Protokoll anhand von Features zu bewerten, die dann zur Beurteilung der Zielkriterien verwendet werden können. All diese Komponenten wurden implementiert und haben sich als brauchbar erwiesen. Anhand der Vorhersage für Theory of Mind durch den Algorithmus  $\mathfrak{A}_{NUK}$  auf Basis der Spielprotokolle konnte gezeigt werden, dass der Algorithmus relevante Merkmale der Spiele identifizieren kann, und diese auf neue Spiele in korrekter Weise generalisiert (Testmenge). Der Algorithmus  $\mathfrak{A}_{HISK}$  für die Einstufung in die HISK-Kategorie benötigt eine intuitive Neuauswertung der Zürcher Daten, damit genügend Datensätze zur Verfügung stehen, um eine Testmenge zu bilden. Die Analyse von  $\mathfrak{A}_{HISK}$  weist jedoch

überzeugend darauf hin, dass die Identifikation von Features und deren Einfluß auf die HISK Klassen korrekt erfolgte. Dafür sprach folgendes:

- Das neuronale Netz sucht selbständig Regeln, indem es versucht, nach den beschriebenen Kriterien eine Fehlerfunktion zu optimieren. Ihm werden absolut keine Informationen über die Kriterien der intuitiven Auswertung HISK-I zur Verfügung gestellt. Eine Auswahl der vom Algorithmus identifizierten Features ließ sich mit den intuitiven Kriterien identifizieren (vgl. 3.3.1, S. 40 und Abb. 31, S. 113). Diesen Befund möchte ich noch einmal besonders hervorheben. Der Lernvorgang zur Bestimmung der Parameter von Filterschicht und  $\omega$  weiß nichts über die durch Expertendiskussionen entstandenen Kriterien der intuitiven Auswertung. Er findet von selbst während des Lernens der Kinderprotokolle zu Features, in denen sich diese Kriterien widerspiegeln. Besonders bemerkenswert ist, dass dies sogar unter dem hohen weight decay in bezug auf Spaltungskriterien gelungen zu sein scheint (Abb. 42, S. 135).
- Diese Befunde gewinnen besondere Prägnanz dadurch, dass  $\mathfrak{A}_{HISK}$  auf die fehlerhaften Übertragungsregeln der 26 verschiedenen intuitiven Einstufungen der Zürcher Daten hinweisen konnte.

Der Algorithmus  $\mathfrak{A}_{HISK}$  konnte für den Lernprozess Alters- und Theory of Mind-Informationen aller Kinder verwerten. Entsprechend war er in der Lage, festzustellen, dass die HISK-I Informationen über die Spiele der Zürcher Kinder nicht zu den protokollierten Spiele passten. Er bildete seine Regeln anhand der HISK-I Einstufungen der *Minderheit* von 37 Münchner Kindern (im Vergleich zu den 77 Zürcher Einschätzungen unbekannter Güte) und den externen Informationen, und stimmte für andere Klassifizierungen.  $\mathfrak{A}_{HISK}$  konnte die Münchner Kinder gut voraussagen, und zeigte die beschriebenen plausiblen Features.

Aufgrund dieser Hinweise und der nachgewiesenen Generalisierung von  $\mathfrak{A}_{NUK}$  bin ich sehr zuversichtlich, dass nach einer Reanalyse der Zürcher Daten der

Generalisierungsnachweis auch für HISK erfolgen kann. Diese Berechnungen werden dann Grundlage für die Veröffentlichung von Zusammenhangstudien von Theory of Mind und dem Zwei-Berge-Versuch sein. Über den Zusammenhang mit Theory of Mind hinaus wurden noch weitere Daten erhoben, deren Zusammenhänge mit dem Zwei-Berge-Versuch Inhalt weiterer Veröffentlichungen sein wird.

## Persönliches Nachwort

Der Umfang des erstellten Programms (vgl. Tabelle 1, S. 49) und der Semantik verdeutlicht, dass es sich bei der vorliegenden Arbeit um ein sehr großes Projekt handelt. Für ihre Erstellung brauchte ich seit meinem Diplomabschluss vier Jahre. Teile der vorliegenden Arbeit waren bereits Inhalt der Diplomarbeit. Insgesamt begleitet mich dieses Projekt nun etwa 7 Jahre.

Die zugrundeliegenden Methoden sind inzwischen soweit gediehen, dass erste Ergebnisse vorliegen. Das Programm tut was es soll! Insofern war die Zeit reif, die Dissertation einzureichen. Dieser vernünftige Schritt ist begleitet von dem Gefühl: jetzt geht die eigentliche Arbeit los. Denn mit dieser Arbeit wurde methodisches Neuland betreten. Während des Findens der vorgestellten Methoden wurden viele Wege begangen, die dann wieder verlassen wurden. Häufig gestaltete sich die Arbeit vorantastend, in verschiedene Richtungen, um in allen bis auf einer zu scheitern. In dieser einen aber konnte dann weitergegangen werden. Manchmal war mein Denken zu ehrgeizig, und ich wollte die Auswertung in einer semantisch noch viel differenzierteren Weise realisieren. Zum Beispiel kann das Programm keinerlei Bezüge zwischen Episoden eines Spieles feststellen. Seine Verarbeitung erfolgt in weiten Bereichen „zeitblind“. Viele Wege haben mich sehr fasziniert, und ich wäre sie im Forschereifer am liebsten zu Ende gegangen. Und dennoch war in vielen Fällen nach wenigen Wochen klar, dass sie im Rahmen der Dissertation bestimmt nicht gangbar sind.

Das von mir entwickelte Verfahren öffnet eine Tür zu vielen neuen Möglichkeiten der Datenanalyse. Natürlich ist es eine faszinierende Möglichkeit, auf Knopfdruck explorativ die Eigenschaften zu extrahieren, die andere Klassifizierungen als HISK oder NUK ermöglichen. Bei unsystematischen Versuchen ergab sich beispielsweise, dass Jungen mehr mit dem Drachen spielen und sich die Identifikationsfigur des Bärenkindes häufiger verletzt, als dies bei Mädchen der Fall ist. Anscheinend spielen Jungen etwas wilder. Es wäre

auch spannend, der Frage nach Versuchsleitereffekten anhand des vorgestellten Algorithmus nachzugehen.

Besonders bedaure ich persönlich, dass sich erst kurz vor der Abgabe herausstellte, dass die Übertragung der intuitiven Ratings der Zürcher Versuche auf die HISK-Typen nicht möglich war. So war es nötig, die grundsätzliche Möglichkeit der Auswertung anhand des Trainings von Theory of Mind nachzuweisen. Für die HISK-Klassifizierung konnten sehr überzeugende Daten vorgelegt werden. Unter völlig formalen Gesichtspunkten stellten diese aber „nur“ Plausibilitätsüberlegungen dar. Wäre diese Schwäche der Daten einige Monate früher zutage getreten, hätten die vorgenommenen intuitiven Auswertungen noch Eingang in diese Arbeit finden können. Dann wäre in dieser Arbeit auch ein wesentlicher Beleg auf die Gültigkeit der Theorie des Zusammenhangs zwischen Theory of Mind und motivationaler Entwicklung enthalten gewesen. Es wäre jedoch unvernünftig, wegen dieser intuitiven Reanalyse eines Teils der Daten die Einreichung meiner Dissertation zu verschieben. Sie betrifft die vorgestellten Methoden nur am Rande. Und wird für die Veröffentlichung der Daten ohnehin durchgeführt werden.

Persönlich markiert die Einreichung der Dissertation den Auftakt zu einer Reihe von Veröffentlichungen. Zwei Forschungsgruppen habe ich unter der Leitung von Prof. Dr. Doris Bischof-Köhler und Prof. Dr. Norbert Bischof mitgestalten können. Dabei hatte ich auch Gelegenheit die verwendeten Verfahren mit zu bestimmen. Vor allen anderen danke ich Frau Prof. Dr. Doris Bischof-Köhler und Herrn Prof. Dr. Norbert Bischof für die persönliche und intensive Begleitung dieser Dissertation.

## Abbildungsverzeichnis

1	schematische Darstellung des Vorgehens bei einer einfachen Operationalisierung . . . . .	11
2	schematische Darstellung des Vorgehens bei einer intuitiven Auswertung . . . . .	16
3	schematische Darstellung des Vorgehens bei einer algorithmischen Auswertung . . . . .	19
4	Veränderungen des Motivationssystems während der Theory of Mind-Entwicklung . . . . .	27
5	Altersverteilung . . . . .	32
6	Das Bild des intakten Berges . . . . .	34
7	Die Spielfiguren . . . . .	34
8	Die Spiellandschaft . . . . .	35
9	Die Requisiten . . . . .	36
10	Abschnitte der Theory of Mind-Entwicklung . . . . .	46
11	Übersicht der Auswertung im Computer . . . . .	55
12	Die Eingabemaske. Die Bösen wurden von der Brücke auf die rechte Plattform gestellt. . . . .	61
13	Die Bösen haben sich zu den Eltern gezaubert. . . . .	63
14	Dialog zur Eingabe der syntaktischen Signatur eines Verbs . . . . .	66
15	Der Dialog zur Eingabe neuer Prädikate . . . . .	80
16	Der Dialog zur Eingabe der Semantik von Prädikaten am Beispiel von „a fügt b vorsätzlich Schaden zu,“ . . . . .	81
17	Der semantische Graph von <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Konflikt</span> . . . . .	82
18	Der semantische Graph von <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Friedfertigkeit</span> . . . . .	82
19	Der semantische Graph von <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Kampf</span> . . . . .	84

20	Der semantische Graph von <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Verteidigen</span> . . . . .	85
21	Die ersten Schritte der Verarbeitung im Computer . . . . .	89
22	Bestätigte Aussagen als grüne, verneinte als rote Strich in zeitlicher Reihenfolge . . . . .	95
23	Wahrscheinlichkeiten der Distanzcluster in Abhängigkeit von den Distanzrohwerten . . . . .	98
24	Links die Schwellenwertfunktion $\sigma_\infty$ . Rechts ein Beispiel für $e(m_i)$ , die Tiefe stellt $1 - p(m_\ominus)$ dar, die Horizontale $p(m_+)$ . .	102
25	Die logistische Funktion $\sigma(\kappa x) = \frac{1}{1+e^{-\kappa x}}$ mit jeweils angegebenem Faktor $\kappa$ . . . . .	103
26	Ein Beispiel für eine logistischen Trigger $e(x_i)$ . Zum Vergleich ist rechts die entsprechende Schwellenwertfunktion aus Abb. 24 angezeigt. . . . .	103
27	Ein äußerst einfaches neuronales Netz mit einer versteckten Verarbeitungsschicht . . . . .	106
28	Operationen zum Erstellen der Triggerschicht . . . . .	107
29	Die Darstellung aller für die Auswertung relevanter Aussagen in einem Beziehungsdiagramm. Dargestellt ist ein Ausschnitt der Triggerelemente für N22 (ohne Merkmale der Figuren). Das Kind wurde in die Konsolidierungsphase eingeteilt. . . . .	109
30	Operationen zum Erstellen der Endresultate . . . . .	111
31	Feature Beispiel B. B spricht für Harmonie, stark gegen Konsolidierung. Links sind Aussagen dargestellt, die besonders positiv zu A beitragen (Prototyp für B). Rechts sind Aussagen dargestellt, die stark gegen A sprechen (Antityp für B). . . . .	113
32	Underfitting, Fitting und Overfitting eines Netzwerks . . . . .	116
33	Altersverteilung von Theory of Mind und NUK-A-Klassen . . . . .	121
34	Zusammenhang Theory of Mind und NUK-A-Klassen . . . . .	121
35	Zusammenhang Theory of Mind und NUK-A-Klassen in der Lernmenge (links) und in der Testmenge (rechts) . . . . .	122

36	Zusammenhang Theory of Mind und NUK-A-Klassen . . . . .	123
37	Altersverteilung von HISK-I (links) und HISK-A (rechts) . . . . .	125
38	Zusammenhang Theory of Mind und HISK-I bzw. HISK-A-Klassen . . . . .	126
39	Zusammenhang Theory of Mind und HISK-I bzw. HISK-A-Klassen . . . . .	126
40	Zusammenhang Theory of Mind und HISK-I bzw. HISK-A-Klassen . . . . .	127
41	Kontrastierung Münchner und Zürcher Zusammenhänge HISK-A $\times$ HISK-I . . . . .	133
42	Feature Beispiel A. A spricht stark für Spaltung, leicht gegen Harmonie und Instabilität. Links sind Aussagen dargestellt, die besonders positiv zu A beitragen (Prototyp für A). Rechts sind Aussagen dargestellt, die stark gegen A sprechen (Antityp für A). . . . .	135

## Tabellenverzeichnis

1	Programmstatistik nach sloccount . . . . .	49
2	Beschreibung der dargestellten Episode mit Stichpunkten in natürlicher Sprache . . . . .	62
3	Beschreibung der dargestellten Episode in der Syntax des ZweiBerge-Programms . . . . .	64
4	Übersicht über die Korrelationskoeffizienten ( $r_{spearman}$ ) . . . . .	128

## A Übertragungstabellen

Zürcher Urteil	Übertragung	Kommentar
MS: Harmonie - bedrohte Symbiose	–	
MS: Harmonie - unbedrohte Symbiose	–	
MS: Klärung - allein	–	
MS: Klärung - selbständig	Konsolidierung	
MS: Krise - Exil mit dem Vater	Spaltung	
MS: Krise - mutterzentriert	Spaltung	
nach MS: Krise - orientierungslos	Instabilität	
MS: Krise - vaterzentriert	Spaltung	
MS: Krise – Pendler	Instabilität	
NG: Harmonie VK: Harmonie – unbedrohte Symbiose	Harmonie	
NG: Harmonie VK: Harmonie – bedrohte Symbiose	Harmonie	
NG: Harmonie VK: Harmonie – aufbrechende Symbiose	Instabilität	
NG: Instabilität VK: Instabilität – Ambivalente	Instabilität	
NG: Instabilität VK: Instabilität – Muttersymbiose mit Vaterausschluß	Instabilität	
NG: Konsolidierung VK: Konsolidierung – Selbständige	Konsolidierung	
NG: Spaltung VK: Spaltung – Allein	Konsolidierung	nach einer Revision
NG: Spaltung VK: Spaltung – Pendler		
NG: Spaltung VK: Spaltung – Sehnsucht	Spaltung	
RB: Exil	Spaltung	
RB: Identifikation	Harmonie	
RB: Kind allein	Konsolidierung	
RB: Mutterverlust	Instabilität	
RB: Pendler	Instabilität	
RB: Symbiose	Harmonie	
RB: Vaterausschluss		
RB: Vatersehnsucht	Instabilität	
RB: Vaterverlust	Instabilität	

## B Formeln

### B.1 Distanzcluster

Distanzrohwerter  $X$  werden in Wahrscheinlichkeiten für Distanzcluster  $C$  überführt. Die Berechnung geschieht über einfache Anwendung von Bayes auf Gaußverteilungen der einzelnen Cluster, die gemäß Plausibilitätsüberlegungen festgelegt wurden. Die Verteilungen  $P(X = x|C = c) \equiv \phi_{\mu(c),\sigma(c)}(x)$  werden als Gaußverteilungen festgelegt. Sie stellen die bedingte Wahrscheinlichkeitsverteilung des Rohwertes  $X$  gegeben den Cluster  $C = c$  dar.  $\phi_{\mu(c),\sigma(c)}(x)$  ist die Gaußverteilung um den Mittelwert  $\mu(c)$  mit der Standardabweichung  $\sigma(c)$ .

Die Wahrscheinlichkeit  $P(C = c|X = x)$  ergibt sich dann gemäß Bayes als  $\frac{P(X=x|C=c)P(C=c)}{P(X=x)}$ , wobei  $P(C = c)$  Annahmen über die Häufigkeit der Cluster sind (priors) (MacKay 2003). Diese wirken sich im vorliegenden Fall rechnerisch nicht stark aus, deshalb wird die Gleichverteilung angenommen, so dass

$$\begin{aligned} P(C = c|X = x) &= \frac{P(X = x|C = c)P(C = c)}{\sum_{c'} P(X = x|C = c')P(C = c')} \\ &= \frac{P(X = x|C = c)}{\sum_{c'} P(X = x|C = c')} \end{aligned} \quad (2)$$

### B.2 Schwellwertfunktionen und logistische Funktion

**Definition.** Die Schwellenwertfunktion  $\sigma_\infty : \mathbb{R} \rightarrow [0, 1]$  wird definiert als

$$\sigma_\infty(x) = \begin{cases} 0 & \text{wenn } x \leq 0 \\ 1 & \text{wenn } x > 0 \end{cases}.$$

Die Schwellenwertfunktion ist dargestellt in Abb. 24, S. 102.

In neuronalen Netzwerken wird die logistische Funktion häufig als nichtlineare Aktivierungsfunktion einer gewichteten Summe von Eingangswerten verwendet. Anschaulich entspricht sie einer weicheren Schwellenwertfunktion (Abb. 25, S. 103).

**Definition.** Die logistische Funktionen ist definiert als

$$\sigma(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (3)$$

In Abb. 25, S. 103, sind für ausgewählte  $\kappa$  die Funktionen  $\sigma(\kappa x)$  abgebildet. Außerdem ist für alle  $x \neq 0$ :

$$\lim_{\kappa \rightarrow \infty} \sigma(\kappa x) = \sigma_{\infty}(x)$$

Der Ausgang eines Neurons mit logistischer Aktivierungsfunktion und Eingang  $a$  entspricht dem Wert der logistischen Funktion am Punkt  $a$ .

### B.3 Die soft-max Funktion

**Definition.** Die Wahrscheinlichkeiten einzelner Klassen einer Klassifizierungsaufgabe werden über die soft-max Funktion berechnet als:

$$P(C = c_i) = \frac{e^{a_i}}{\sum_j e^{a_j}} \quad (4)$$

$a_i$  stellt anschaulich die Evidenz für die Klasse  $c_i$  dar.

Die in Gleichung 4 definierte Funktion ergibt eine Wahrscheinlichkeitsverteilung, da

$$\begin{aligned} \sum_i P(C = c_i) &= \sum_i \frac{e^{a_i}}{\sum_j e^{a_j}} \\ &= \frac{\sum_i e^{a_i}}{\sum_j e^{a_j}} = 1 \end{aligned}$$

□

Außerdem entspricht sie im zweidimensionalen Fall der logistischen Funktion:

$$\begin{aligned} P(C = c_1) &= \frac{e^{a_1}}{e^{a_1} + e^{a_2}} = \left( \frac{e^{a_1} + e^{a_2}}{e^{a_1}} \right)^{-1} = \left( \frac{1 + e^{a_2 - a_1}}{1} \right)^{-1} \\ &= \frac{1}{1 + e^{a_2 - a_1}} \\ &= \sigma(a_1 - a_2) \\ P(C = c_2) &= 1 - \sigma(a_1 - a_2) \\ &= \sigma(a_2 - a_1) \end{aligned}$$

□

## B.4 Die Fehlerfunktion

Es gebe im Folgenden für ein Lernelement  $i$   $t_{ij}$  die  $j$ -te Komponente des Ziels  $\mathbf{t}_i$ , und  $y_{ij}$  die  $j$ -te Komponente der Ausgabe  $\mathbf{y}_i$  an (vgl. Kapitel. 5.5.4, S. 112).

### B.4.1 Kullback-Leibler-Divergenz

**Definition.** Für zwei diskrete Wahrscheinlichkeitsverteilungen  $P$  und  $Q$  ist die Kullback-Leibler-Divergenz definiert als:

$$D_{KL}(P||Q) = \sum_i P(i) \log \frac{P(i)}{Q(i)} \quad (5)$$

Es gilt:

$$\begin{aligned} D_{KL}(P||Q) &= \sum_i P(i) \log \frac{1}{Q(i)} - \sum_i P(i) \log \frac{1}{P(i)} \\ &= \sum_i P(i) \log \frac{1}{Q(i)} - H(P) \end{aligned} \quad (6)$$

$D_{KL}$  bildet keine Metrik: offenbar ist sie nicht symmetrisch.  $D_{KL}(P||Q)$  entspricht der zusätzlich nötigen Information (der zusätzlichen mittleren Nachrichtenlänge in Bits<sup>10</sup>), wenn man einen gemäß  $Q$  optimalen Code für Ereignisse verwendet, die tatsächlich aber gemäß  $P$  verteilt sind, verglichen mit einem gemäß  $P$  optimalen Code.

$D_{KL}$  stellt somit ein Maß dafür zur Verfügung, wie gravierend der informationstheoretische „Irrtum“ ist, wenn statt einer tatsächlichen Verteilung  $P$  eine falsche Verteilung  $Q$  angenommen wird. Deshalb eignet sie sich als Fehlermaß bei Klassifizierungsaufgaben. Dann wird das Klassifizierungsergebnis  $y_{ij}$  mit  $Q_i(j)$  und das gewünschte Ergebnis  $t_{ij}$  mit  $P_i(j)$  identifiziert. Für jedes  $i$  kann nun  $D_{KL}(P_i||Q_i)$  berechnet werden.

Der rechte Term in Gleichung 6,  $H(P) = \sum_i P(i) \log \frac{1}{P(i)}$ , hängt nicht von der (fälschlich) angenommenen Verteilung  $Q$  ab.  $H(P)$  ist die Entropie der Verteilung  $P$ . Sie stellt den Normierungsterm von  $D_{KL}(P||Q)$  dar (die mittlere

<sup>10</sup>wenn der Logarithmus zur Basis 2 berechnet wird

Nachrichtenslänge, die benötigt wird, um ein Zeichen aus einem  $P$  verteilten Alphabet über einen optimalen Code zu übermitteln).

Beim Trainieren eines Neuronalen Netzes ist  $H(P)$  nur von den Zielvorgaben der Lernmenge abhängig.  $H(P)$  bleibt für alle möglichen Parameter (und Netzwerkarchitekturen) konstant. In einem Fehlermaß muss darum dieser Term nicht berechnet werden.

#### B.4.2 Fehlermaß bei bekanntem Ziel

Für das Klassifikationsverfahren lässt sich die Quantifizierung des Fehlers in Gleichung 6 reduzieren auf:

$$F = \sum_i \sum_j t_{ij} \log \frac{1}{y_{ij}} = - \sum_i \mathbf{t}_i^T \log \mathbf{y}_i \quad (7)$$

#### B.4.3 Fehlermaß bei unbekanntem Ziel

Bei unbekanntem Ziel werden spielexterne Kriterien herangezogen, um Wahrscheinlichkeiten der Zielklassen zu schätzen. Dabei bezeichnet  $r_{ij} = P(C = c_j | E = e_i)$  die Wahrscheinlichkeit, dass Kind  $i$  in Wahrheit in Klasse  $C = c_j$  einzustufen ist, gegeben die externen Kriterien  $E = e_i$ . Bei  $e_i$  handelt es sich um Alter und Theory of Mind des Kindes.

Andererseits kann ein Netzwerk mit gegebenen Parametern  $W = w$  anhand der Spieldaten  $X = x_i$  Wahrscheinlichkeiten für jeden Typ  $C' = c_j$  für jedes Kind  $i$  berechnen. Daraus ergibt sich eine Wahrscheinlichkeit  $q_{ij} = P(C' = c_j | E = e_i, W = w)$ , welche anzeigt dass Kind  $i$  vom Neuronalen Netz in Klasse  $C' = c_j$  eingestuft würde, wenn nur die externen Kriterien  $E = e_i$ , und *nicht* das Spiel  $X = x_i$  bekannt ist.

Anschaulich bedeutet diese Bedingung, dass auf den Daten, für welche die HISK-I Daten nicht vorliegen, die Altersverteilung der Netzwerkschätzung jener der realen Daten entsprechen muss.

Die Diskrepanz zwischen diesen Wahrscheinlichkeiten wird nun gemäß der KLD mit folgendem Fehlerterm geschätzt:

$$F = \sum_i \sum_j r_{ij} \log \frac{r_{ij}}{q_{ij}} \quad (8)$$

Die bedingten Wahrscheinlichkeitsverteilungen  $P(C = c_j|E = e_i)$  und  $P(C' = c_j|E = e_i, W = w)$  werden ihrerseits durch weitere einfache neuronale Netze abgeschätzt und nach jeder Veränderung von der Parameter von  $\mathfrak{A}_{HISK}/\mathfrak{A}_{NUK}$  während des Lernvorgangs wurden alle  $q_{ij}$  aktualisiert.

#### B.4.4 Bedingungen der Zwischenergebnisse

Im folgenden bezeichne  $t_i$  das Ergebnis des Triggers  $i$ ,  $f_j$  das Ergebnis des Features  $j$  bei einer bestimmten Netzeingabe  $\mathbf{x}$ .  $w_{ij}$  bezeichne den Gewichtsparameter von Trigger  $i$  zu Feature  $j$ .

$$F = \sum_i \sum_j w_{ij}^2 f_j (1 - t_i) \quad (9)$$

ist dann ein Fehlermaß, welches Gewichte bestraft, wenn zwar ihr „Ziel“-Feature  $j$ , jedoch der „Ausgangs“-Trigger  $i$  nicht auslöst. Dieses Kriterium bestraft im Netzwerk das Bilden von Einzelfallregeln/Verbindungen.

$$F = \sum_i \sum_j w_{ij}^2 f_j \left( \sum_{i' \in m(i)} t_{i'} - t_i \right) \quad (10)$$

$\sum_{i' \in m(i)} t_{i'}$  stellt die Summe aller Trigger des Merkmals von Trigger  $i$  dar.  $F$  in Gleichung 10 bestraft Gewichte von Triggern zu einem Feature, wenn das Feature bei einem anderen Trigger desselben Merkmals auslöst („Widerspruch“). Der Term begünstigt so klarere Featurebildung, da jedes Feature nur mit einer der Aussagen jedes Merkmals assoziiert wird.

### B.5 Erwartbare Evidenz

Besonders interessant ist, welchen durchschnittlichen positiven Beitrag ein Trigger beigesteuert hat, unter der Bedingung, dass ein positives bzw. negatives Urteil über das Feature  $j$  erfolgt ist. Dazu wird  $P(T_i = 1|F_j = 1)$  anhand der verfügbaren Protokolle abgeschätzt (die Wahrscheinlichkeit, dass der Trigger  $T_i$  feuert, wenn das Feature  $F_j$  der Fall war). Entsprechend wird  $P(T_i = 1|F_j = 0)$  abgeschätzt. Der Wert  $w_{ij}P(T_i = 1|F_j = 1)$  stellt dann die erwartbare Evidenz für Feature  $j$  von Seiten des Triggers  $i$  dar, wenn das Feature bejaht wurde,  $w_{ij}P(T_i = 1|F_j = 0)$  die entsprechende Evidenz gegen das Feature.

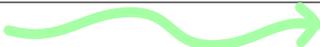
## B.6 Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman

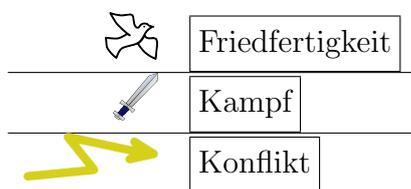
$$r_{spearman} = 1 - \frac{6 \sum_i d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$
$$\rho_{23.1} = \frac{\rho_{23} - \rho_{12}\rho_{13}}{\sqrt{1 - \rho_{12}^2} \sqrt{1 - \rho_{13}^2}}$$

Wobei  $d_i$  den Abstand zwischen den Rängen für Datensatz  $i$  bezeichnet.  $\rho_{23.1}$  ist der partielle Rangkorrelationskoeffizient für 2 und 3, „wenn 1 konstant ist“.

## C Ikonen der Beziehungsdiagramme

Folgende Ikonen werden in den Abbildungen verwendet:

	Zugehörigkeit
	Ablehnen
	Zuneigung
	verneinte Zuneigung
	
	Handeln
	Gewärtigen
	Kontakt
	verneinte Bezogenheit
	Bezogenheit
	Un-Bezogenheit
	Sicherheitsquelle
	verneinte Sicherheitsquelle
	Erregungsquelle
	verneinte Erregungsquelle
	Interaktionsdistanz
	Nähe
	Nachbarschaft
	Trennungsdistanz
	Spielausschluß



## D Konzepte

### D.1 T: Affiliation

- a bedauert Trennung von b.** Das Subjekt fühlt sich zum Objekt gehörig, einsam und wünscht sich Nähe und Kontakt zum Objekt. Das Subjekt wünscht sich Vereinigung. Das Objekt erwidert dieses Gefühl nicht unbedingt. Erregung/Entspannung bzw. Sicherheits-/Erregungsquelle müssen separat kodiert werden.
- a bilden Schicksalsgemeinschaft.** Die Mitglieder der Schicksalsgemeinschaft unternehmen dasselbe oder erleiden dasselbe. Die Mitgliedschaft einer Schicksalsgemeinschaft ist oft durch Gut/Böse oder Familie begründet, also nicht notwendig gewählt und auflösbar. Alle anderen Themen müssen separat kodiert werden.
- a fühlt sich zu b gehörig.** Zugehörigkeit von Subjekt und Objekt ist nicht reziprok (d.h. das Objekt fühlt sich nicht unbedingt zum Subjekt gehörig). Zugehörigkeit ist gruppenbildend. Um mehrere Personen als einander zugehörig zu codieren, wird „a und b und ... gehört zu einander.“ verwendet. In diesem Fall wird die Zugehörigkeit als reziprok verstanden. Sympathie/Antipathie und Kontakt müssen ggf. separat kodiert werden.
- a hat Kenntnis von b.** Kenntnis bezeichnet vertraut zu sein mit den Eigenarten des Objekts. Kenntnis macht keine Aussage über die Qualität der Beziehung: Einer kann mit seinem Feind vertraut sein, wenn er ihn kennt. Wenn Kenntnis im Sinne einer liebevollen Beziehung gemeint ist, ist das Thema Intimität zu wählen.  
**Fremdheit** wird als verneinte Kenntnis kodiert.
- a ist eifersüchtig in Bezug auf b.** Bei Eifersucht wünscht sich das Subjekt Intimität zum Objekt. Diese wird ihm aber verweigert, während es eine intime Beziehung zwischen dem Objekt und einem Anderen gibt.
- a ist getrennt von b.** Das Subjekt gehört zum Objekt, aber die beiden sind nicht in Kontakt. Das Subjekt bedauert die Trennung nicht unbedingt. Sympathie/Antipathie und Kontakt(wunsch/meidung) müssen ggf. separat kodiert werden.
- a ist intim mit b.** Intimität bedeutet, mit dem Anderen vertraut zu sein, ihn zu lieben, Kontakt zu ihm zu haben und zu wünschen.

Intimität bezeichnet eine Beziehungsqualität und nicht den Ausdruck dieser Beziehung im Verhalten. Dieser ist als Zärtlichkeit zu kodieren.

**a ist zärtlich zu b.**

Zärtlichkeit ist Verhaltensausdruck von Intimität.

Intimität bezeichnet eine Beziehungsqualität; Zärtlichkeit den Ausdruck dieser Beziehung im Verhalten.

**a kooperiert mit b.**

Kooperation bezeichnet z.B. Bündnisse oder Beistand. Kooperation ist hinsichtlich der sozialen Hierarchie neutral und macht keine Aussagen über Hilfsbedürftigkeit oder ähnliches (siehe dazu Hilfe). Kooperation begründet eine Zugehörigkeit. Kooperation impliziert noch keine kooperative Handlung.

Hilfe (=Bedürftigkeit des Objekts) muss separat kodiert werden.

Kooperation des Objekts mit dem Subjekt muss separat kodiert werden („a und b kooperiert mit einander.“

Auch erzwungene Kooperation wird als Kooperation kodiert.

Mut, Identifikation, Abhängigkeit/Selbständigkeit, Zuneigung, Vertrauen, Ohnmacht, Kenntnis und Widerstand müssen separat kodiert werden.

**a schließt als Gruppe b aus.**

Das oder die Subjekte bilden eine Gruppe, und schließt/schließen das oder die Objekte aus dieser Gruppe aus.

Die Objekte b bilden nicht notwendig eine Gruppe. Das muss separat codiert werden.

Ausschluß impliziert nicht, dass das Objekt eine Gruppenzugehörigkeit wünscht, also auch keine negative Sanktion für das Objekt. Dies ist separat zu kodieren.

Konflikt, Kontakt und Hierarchie müssen separat kodiert werden.

## D.2 T: Aggression

### a droht b.

Drohung ist die angekündigte Intention des Subjekts zur Verletzung des Objekts oder dessen Grenzen durch Aggression. Die Bedrohung ist offen, d.h. für den Bedrohten erkennbar. Sie ist mit damit verbunden, dass das Subjekt das Objekt haßt.

Sie ist abgegrenzt von Gefährdung, die weder angekündigt noch willentlich (=aggressiv) sein muss. Eine Bedrohung muss nicht mit einer Gefährdung des Bedrohten verbunden sein (der Drohende kann machtlos sein).

Überforderung oder Erregung beim Objekt müssen deshalb unbedingt zusätzlich kodiert werden.

Wut, Handlungsfähigkeit, Herausforderung (als Konfliktlust), Selbstvertrauen, Erregung sowie Erregungswunsch und Kampfgestimmtheit des Subjekts (Das Subjekt kann auch aus Angst drohen) ggf. separat kodiert werden.

### a fügt vorsätzlich b Schaden zu.

Bezeichnet absichtliche Beschädigung. Die Beschädigung kann offen oder verborgen und heimtückisch sein.

Beschädigung impliziert nicht notwendigerweise aggressives Coping. z.B. ist Diebstahl mit Beschädigung verbunden, es handelt sich aber um inventives, nicht um aggressives Coping.

Mut, Kampfgestimmtheit, Erregungswunsch (nicht vorhanden z.B. bei Angst-beißen), Wut, Kontakt, , Stärkedemonstration, Zufriedenheit des Subjekts, Bezwingen, Selbständigkeit, Erregung muss separat kodiert werden.

### a ist wütend auf b.

Wut ist die affektive Komponente von Aggression. Während beispielsweise ein Diebstahl nicht mit Wut verbunden sein muss, impliziert Bekämpfen immer Wut. Wut ist die affektive Stimmung, die aggressive vor inventiven, submissiven oder internalen Copingstrategien vorziehen lässt.

Kontakt(suche), Selbständigkeit, Erregung, Langeweile, Erregungs- und Entspannungswunsch müssen separat kodiert werden.

### a ist gefährdet durch b.

Gefährdung ist potentieller Schaden für das Subjekt durch das Objekt. Eine Gefährdung muss dem Gefährdeten nicht bewußt sein. Eine potentielle Beschädigung des Subjekts ist nicht notwendig intendiert (=Aggression) noch angekündigt. Gefährdungen können schicksalhaft sein, aber auch in einer Bedrohung durch eine Person bestehen.

### a ist gewalttätig gegen b.

Gewalt ist offene, exzessive Beschädigung mit dem Ziel der Vernichtung. Sie ist immer affektiv mit Wut getönt. Sie impliziert aggressives Coping.

Handlungsunfähigkeit des Objekts, Lust/Unlust, Überforderung

### D.3 T: Aktion und Konsequenz

#### a gewärtigt durch b : c.

Erleiden bedeutet, dass das Objekt die Konsequenzen einer Aktion des Objekts oder eines Vorgangs (z.B. eines Naturereignisses) erfährt.

Das Objekt ist dabei nicht unbedingt in Bezug auf das Subjekt unternehmend (z.B. kann das Subjekt die Konsequenzen einer Unachtsamkeit des Objektes erfahren). Dies muss separat kodiert werden.

Das Subjekt kann etwas erleiden und zugleich auch unternehmend sein (zum Beispiel in einem Kampf, in dem beide zu Schaden kommen). Unternehmung und Erleiden müssen separat kodiert werden.

Es wird keine Aussage über die Konsequenz des Erleidens getroffen. Dies wird separat adverbial durch positive oder negative Bewertung kodiert.

#### a ist erfolglos/negativ.

Auch adverbial zu verwenden. Das Subjekt erlebt eine negative, aversive Konsequenz oder Mißerfolg. Konsequenz ist kein emotionaler Zustand (Unzufriedenheit).

Ob die Konsequenz Folge einer Unternehmung ist, oder erlitten wird, wird separat durch Handlung oder Gewärtigen kodiert.

Erfolglosigkeit (negative Konsequenz) ist von Inkompetenz zu unterscheiden: Inkompetenz ist ein stabiles Charaktermerkmal, wogegen Erfolglosigkeit sich ausschließlich auf eine Handlung oder Gewärtigung bezieht.

Bitte verwenden Sie Konsequenz wenn möglich adverbial z.B.

1. „a unternimmt erfolgreich in Bezug auf b: c“ für erfolgreiche Aktionen.
2. „a gewärtigt positiv durch b: c“ für den Empfang von z.B. Wohltaten wie Sicherheit Tanken. Dabei muss nicht erfüllt sein, dass b eine Handlung vollzieht.
3. „a unternimmt erfolglos in Bezug auf b: c“ für scheiternde Aktionen.
4. „a gewärtigt negativ durch b: c“ für aversives Schicksal oder negative Widerfahrnisse, z.B. auch für Überforderung. Dabei muss nicht erfüllt sein, dass b eine Aktion durchführt.

Unabhängig von Unternehmung und Erleiden sollte Handlungsfähigkeit kodiert werden (vor allem in Fällen von Erleiden).

#### a ist erfolgreich/positiv.

Auch adverbial zu verwenden. Das Subjekt erlebt eine positive, befriedigende

Konsequenz oder Erfolg. Konsequenz ist kein emotionaler Zustand (Zufriedenheit). Ob die Konsequenz Folge einer Unternehmung oder eines Erleidens von Einflüssen ist, wird separat durch Handlung oder Erleiden kodiert.

Erfolg (Positive Konsequenz) ist von Kompetenz zu unterscheiden: Kompetenz ist ein stabiles Charaktermerkmal, wogegen Erfolg sich ausschließlich auf eine Handlung oder Gewärtigung bezieht.

Bitte verwenden Sie Konsequenz wenn möglich adverbial z.B.

1. „a unternimmt erfolgreich in Bezug auf b: c“ für erfolgreiche Aktionen.
2. „a gewärtigt positiv durch b: c“ für den Empfang von z.B. Wohltaten wie Sicherheit Tanken. Dabei muss nicht erfüllt sein, dass b eine Handlung vollzieht.
3. „a unternimmt erfolglos in Bezug auf b: c“ für scheiternde Aktionen.
4. „a gewärtigt negativ durch b: c“ für aversives Schicksal oder negative Widerfahrnisse, z.B. auch für Überforderung. Dabei muss nicht erfüllt sein, dass b eine Aktion durchführt.

Unabhängig von Unternehmung und Erleiden sollte Handlungsfähigkeit kodiert werden (vor allem in Fällen von Erleiden).

**a unternimmt in Bezug auf b c.**

Mit Handlung wird ausgedrückt, dass das Subjekt der handelnde Part des Interaktionsvorganges ist.

Das Subjekt versucht, seine Umwelt aktiv zu gestalten und zu kontrollieren. Es wird keine Aussage über den Erfolg dieses Versuchs getroffen. Dies wird separat durch adverbiale Verwendung von „erfolgreich/positiv“ oder „erfolglos/negativ“ kodiert.

Das Subjekt kann zugleich auch etwas erleiden (zum Beispiel in einem Kampf, in dem beide zu Schaden kommen).

Handlungsunfähigkeit/Handlungsfähigkeit müssen separat kodiert werden.

## D.4 T: Alltagsleben

### **a arbeitet für b.**

Das Subjekt arbeitet oder unternimmt kompetent irgendetwas um sich und den seinen ein Gut zu verschaffen (Nahrung, Wohnung, Feuer, aber nicht unbedingt näher bezeichnet).

### **a genießt Freizeit.**

Das Subjekt unternimmt etwas zu seinem Genuß: es sonnt sich, geht baden oder schläft.

Die Handlung ist nicht darauf ausgerichtet, eine spätere Konsumation zu ermöglichen, sondern wird um des Genusses ihrer selbst getan.

### **Für a gibt es ein positives Ereignis.**

Markiert Feste, Besuche, Geburtstage und andere Besonderheiten des Alltags.

## D.5 T: Angst/Mut

### **a ist mutig/beherzt gegenüber b.**

Mut bedeutet, dass das Subjekt in Bezug auf das Objekt selbst aktiv werden will. Es wird nicht zu supplikativem Coping greifen, sondern inventives oder gar aggressives Coping bevorzugen.

Es scheut z.B. den Konflikt nicht, sucht aber nicht notwendigerweise einen. Ein manifester Konflikt muss separat kodiert werden.

Aussagen über Handlungsfähigkeit, das hierarchische sowie das Erregungsgeschehen müssen ebenfalls separat kodiert werden.

Mut und Ängstlichkeit sind als Gegensätze konzipiert.

### **a ist ängstlich/zurückhaltend gegenüber b.**

Ängstlichkeit bedeutet, dass das Subjekt sich in Bezug auf das Objekt nicht aktiv zu werden traut. Das Subjekt fürchtet und meidet z.B. Konflikte mit dem Objekt. Evtl. wird zu supplikativem oder vermeidend/internalem Coping gegriffen.

Das Subjekt fürchtet, zu scheitern oder zu unterliegen.

Feigheit in einem Konflikt wird als Angst bei gleichzeitiger Wut kodiert. Bei feiger Beschädigung (z.B. Gift) muss zusätzlich Beschädigung eingegeben werden.

Ein manifester Konflikt muss separat kodiert werden.

Aussagen über Unzufriedenheit, das hierarchische sowie das Erregungsgeschehen müssen ebenfalls separat kodiert werden.

Mut und Ängstlichkeit sind als Gegensätze konzipiert.

## **D.6 T: Bedingungen**

**Für Objekte bei a gilt: b.**

wählen Sie „irgendjemand“, um die Objekte zu wählen!

**Wenn a , dann: b.**

**a ist Ort.**

**a ist Person.**

**a ist Sache.**

**a ist gleich b.**

## D.7 T: Befinden

### a freut sich.

Freude bezeichnet einen sehr lusthaften und als starke positive Emotion empfundenen Zustand.

Freude impliziert Zufriedenheit und freudige Erregung.

### a ist prosper.

Prosperität bedeutet, lebendig, gesund und vermögend zu sein.

Prosperität steht im Gegensatz zu Versehrtheit.

Entspanntheit, Affiliation der Subjekte untereinander, Konflikte, Sympathie/Antipathie müssen separat kodiert werden.

### a ist tot.

selbsterklärend. Eskalation der Versehrtheit.

### a ist unzufrieden.

Unzufriedenheit drückt aus, dass das Subjekt mit seinem Schicksal nicht glücklich ist.

Es wünscht eine Änderung und empfindet leichte Unlust.

Unzufriedenheit sagt nichts über Erregung oder Entspannung aus.

Bei starker Emotion ist Leiden zu verwenden.

Unzufriedenheit betont, dass das Subjekt mit dem Ist-Zustand nicht zufrieden ist; Barriere betont, dass das Subjekt beim Erreichen eines (verfolgten) Ziels durch das Objekt blockiert wird.

Barriere und Coping muss separat kodiert werden.

### a ist versehrt.

Versehrung drückt Beschädigung, Verletzung oder Verlust aus und impliziert Schwäche.

Dieses Thema ist bei Krankheit, Verletzung oder auch Tod zu verwenden.

Versehrung steht im Gegensatz zu Prosperität.

Selbständigkeit, Verwahrlosung müssen separat kodiert werden.

### a ist zufrieden.

Wohlbefinden und Zufriedenheit drücken aus, dass das Subjekt mit seinem Schicksal einverstanden und zufrieden ist.

Es wünscht keine Änderung.

Zufriedenheit sagt nichts über Erregung oder Entspannung aus.

Bei starker Emotion ist Freude zu verwenden.

### a leidet.

Leiden bezeichnet einen sehr unlusthaften und als starke negative Emotion empfundenen Zustand und umfasst z.B. Trauer, Angst, etc.

Leiden impliziert Unzufriedenheit. Erregung und Hierarchie muss separat kodiert werden.

## D.8 T: Besitz und Territorialität

### **a benutzt b dazu, dass c.**

Handlungsunfähigkeit des Objekts in Bezug auf das Subjekt muss separat kodiert werden.

### **a besitzt/beherrscht b.**

Besitz zeigt sowohl den Reichtum und das Vermögen des Besitzers als auch das verdinglichte Ausgeliefert-Sein des Besitzes an.

Sein Gegensatz ist Mangel.

### **a bewacht b vor c.**

Bewachen zeigt Besitz (auch territorialen) und die kämpferische Bereitschaft an, diesen zu verteidigen.

Zu Unterscheiden von Beschützen, bei der altruistische Hilfeleistung statt Besitz im Vordergrund steht.

Das zweite Objekt begehrt das erste Objekt und ist in Konflikt mit dem Subjekt.

### **a will b besitzen.**

Begehren bedeutet, dass das Subjekt den Gegenstand (noch) nicht besitzt, ihn aber zu erlangen wünscht.

Begehren ist die Entsprechung von Trennung/Verlassenheit (Affiliationskontext) im Kontext des Besitzens.

## D.9 T: Coping (vorläufig)

### **a beschäftigt sich inventiv mit dem Widerstand b.**

Das Subjekt überwindet die Barriere zwischen sich und einem motivationalen Ziel auf selbständige überlegte, kreative, erfinderische Weise.

Oft findet Probehandeln in der Phantasie statt, und evtl. werden verschiedene Lösungsstrategien ausprobiert.

Eine übliche „Copinggeschichte“ hat 3 bz. 4 Phasen:

(1 Wunsch/Mangel)

2 Barriere/Widerstand

3 Coping (aggressives, inventives, internes oder supplikatives)

4 Überwindung bzw. nicht-Überwindung

Beim Verwenden von Copingthemen muss man sich um eine möglichst vollständige Angabe dieses Ablaufs bemühen (soweit möglich).

### **a beschäftigt sich mit dem Widerstand b.**

Beschäftigung mit einem Widerstand wird codiert, wenn das Subjekt einen Widerstand gegen das Erlangen eines Wunsches oder Bedürfnisses zu überwinden versucht. Ob das Problem überwunden wird, wird als Überwindung eines Widerstands kodiert.

Unzufriedenheit betont, dass das Subjekt mit dem Ist-Zustand nicht zufrieden ist; Widerstand betont, dass das Subjekt beim Erreichen eines (verfolgten) Ziels durch das Objekt blockiert wird.

Aus Widerstand folgt nicht unbedingt Unzufriedenheit. Beschäftigung mit Widerstand ist das semantisch stärkere Konzept.

Eine übliche „Copinggeschichte“ hat 3 bz. 4 Phasen:

(1 Wunsch/Mangel)

2 Barriere/Widerstand

3 Coping (aggressives, inventives, internes oder supplikatives)

4 Überwindung bzw. nicht-Überwindung

Beim Verwenden von Copingthemen muss man sich um eine möglichst vollständige Angabe dieses Ablaufs bemühen (soweit möglich).

### **a beschäftigt sich aggressiv mit dem Widerstand b.**

Aggression ist in Bezug auf ein motivationales Ziel die Bereitschaft oder Intention, die Barriere b zu durchbrechen, oder b oder seine Grenzen zu beschädigen.

Aggression ist nicht notwendigerweise mit Haß verbunden.

Sie ist nicht notwendigerweise affektiv gefärbt (wird separat als Wut codiert).

Eine übliche „Copinggeschichte“ hat 3 bz. 4 Phasen:

(1 Wunsch/Mangel)

2 Barriere/Widerstand

3 Coping (aggressives, inventives, internes oder supplikatives)

4 Überwindung bzw. nicht-Überwindung

Beim Verwenden von Copingthemen muss man sich um eine möglichst vollständige Angabe dieses Ablaufs bemühen (soweit möglich).

**a erlangt : b , indem: c.**

**a erlangt : b , durch erfolgreiche Unternehmung in Bezug auf c : d.**

**a erleidet Mangel an b gegen den Widerstand von c.**

Ein Mangel gibt einen angestrebten und untererfüllten Sollzustand des Subjekts an. Wenn das Ziel auch erreicht wird, wird es einfach als faktisch kodiert.

Mangel ist semantisch stärker als Wunsch. Er impliziert Unzufriedenheit.

Wenn Widerstände an dessen Erlangung hindern, wird Widerstand verwendet.

Wenn später ein Widerstand überwunden wird, wird die Überwindung sowie die Erlangung des Wunsches kodiert. Die Erlangung des Wunsches wird ausgedrückt, indem man den Wunsch als Tatsache kodiert.

Was gewünscht wird, ist tatsächlich falsch.

Eine übliche „Copinggeschichte“ hat 3 bzw. 4 Phasen:

(1 Wunsch/Mangel)

2 Barriere/Widerstand

3 Coping (aggressives, inventives, internes oder supplikatives)

4 Überwindung bzw. nicht-Überwindung

Beim Verwenden von Copingthemen muss man sich um eine möglichst vollständige Angabe dieses Ablaufs bemühen (soweit möglich).

**a hätte gerne b gegen den Widerstand von c.**

Ein Wunsch gibt einen angestrebten Sollzustand des Subjekts an. Wenn das Ziel auch erreicht wird, wird es einfach als faktisch kodiert.

Wenn Widerstände an dessen Erlangung hindern, wird Widerstand verwendet.

Wenn später ein Widerstand überwunden wird, wird die Überwindung sowie die Erlangung des Wunsches kodiert. Die Erlangung des Wunsches wird ausgedrückt, indem man den Wunsch als Tatsache kodiert.

Es wird keine Aussage über den Wahrheitswert dessen getroffen, was gewünscht wird.

Eine übliche „Copinggeschichte“ hat 3 bzw. 4 Phasen:

(1 Wunsch/Mangel)

2 Barriere/Widerstand

3 Coping (aggressives, inventives, internes oder supplikatives)

4 Überwindung bzw. nicht-Überwindung

Beim Verwenden von Copingthemen muss man sich um eine möglichst vollständige Angabe dieses Ablaufs bemühen (soweit möglich).

**a ist supplikativ in Bezug auf b angesichts des Widerstandes c.**

Das Subjekt glaubt, eine Schwierigkeit, Barriere oder Bedrohung nicht selbst bewältigen zu können. Es bittet das Objekt um Unterstützung oder Beseitigung der Barriere.

Supplikatives Coping ist mit einer Demonstration von Schwäche gegenüber dem Objekt verbunden und ist mit einer Tendenz zu Inkompetenz und Abhängigkeit verbunden.

Außerdem wird ein Wunsch nach Nähe, Sicherheit und prosozialer Dominanz des Anderen ausgedrückt.

Beispiel: Jammern, Betteln, Anflehen,...

Eine übliche „Copinggeschichte“ hat 3 bz. 4 Phasen:

(1 Wunsch)

2 Barriere/Widerstand

3 Coping (aggressives, inventives, internes oder supplikatives)

4 Überwindung bzw. nicht-Überwindung

Beim Verwenden von Copingthemen muss man sich um eine möglichst vollständige Angabe dieses Ablaufs bemühen (soweit möglich).

**a passt sich vermeidend/internal an den Widerstand b an.**

Internales Coping bezeichnet die „Problemlösungsstrategie, entweder das Ziel in seiner Attraktivität herabzustufen, den eigenen Wunsch nach dem Ziel zu verringern (Akklimation) oder zu fliehen.

Die Barriere zwischen Subjekt und Ziel wird nicht überwunden.

Eine übliche „Copinggeschichte“ hat 3 bz. 4 Phasen:

(1 Wunsch/Mangel)

2 Barriere/Widerstand

3 Coping (aggressives, inventives, internes oder supplikatives)

4 Überwindung bzw. nicht-Überwindung

Beim Verwenden von Copingthemen muss man sich um eine möglichst vollständige Angabe dieses Ablaufs bemühen (soweit möglich).

**a steht vor Widerstand durch b.**

Widerstand wird codiert, wenn das Subjekt beim Erlangen eines Wunsches oder Bedürfnisses blockiert ist. Ob das Problem überwunden wird, wird als Überwindung eines Widerstands codiert.

Unzufriedenheit betont, dass das Subjekt mit dem Ist-Zustand nicht zufrieden ist; Widerstand betont, dass das Subjekt beim Erreichen eines (verfolgten) Ziels durch das Objekt blockiert wird.

Aus Widerstand folgt nicht unbedingt Unzufriedenheit. Beschäftigung mit Widerstand ist das semantisch stärkere Konzept.

Eine übliche „Copinggeschichte“ hat 3 bz. 4 Phasen:

(1 Wunsch/Mangel)

2 Barriere/Widerstand

3 Coping (aggressives, inventives, internes oder supplikatives)

4 Überwindung bzw. nicht-Überwindung

Beim Verwenden von Copingthemen muss man sich um eine möglichst vollständige Angabe dieses Ablaufs bemühen (soweit möglich).

**a überwindet Widerstand b und erlangt: c.**

Überwindung einer Barriere wird verwendet um zu kodieren, dass das Subjekt ein Ziel erreicht. Sollte es dabei scheitern, wird das Thema verneint.

Bitte verwenden Sie aggressives, internes, inventives oder supplikatives Coping, um die verwendete Copingstrategie zu kodieren.

Das Subjekt muss dabei nicht derjenige sein, welcher die Barriere aus dem Weg schafft (supplikatives/internales) Coping.

Eine übliche „Copinggeschichte“ hat 3 bz. 4 Phasen:

(1 Wunsch/Mangel)

2 Barriere/Widerstand

3 Coping (aggressives, inventives, internes oder supplikatives)

4 Überwindung bzw. nicht-Überwindung

Beim Verwenden von Copingthemen muss man sich um eine möglichst vollständige Angabe dieses Ablaufs bemühen (soweit möglich).

## D.10 T: Eigenschaften

### **a ist attraktiv für b.**

#### **a ist böse im Gegensatz zu b.**

Böse ist unrecht oder schuldig sein.

Das Subjekt ist in moralischer Opposition zum Objekt.

Gut und Böse werden u.a. bei Aggressionen in einem Modul miteinander verrechnet: Aggression gegen Gute kennzeichnet den Aggressor als Böse und vice versa.

#### **a ist dumm.**

Unwissen oder Dummheit impliziert Inkompetenz und steht im Gegensatz zu Schläue.

#### **a ist gut im Gegensatz. zu b.**

Recht und Gut werden als synonym behandelt.

Gut umfasst viel: artig, brav, gerecht,...

Das Subjekt ist in moralischer Opposition zum Objekt.

Gut und Böse werden u.a. bei Aggressionen in einem Modul miteinander verrechnet: Aggression gegen Gute kennzeichnet den Aggressor als Böse und vice versa.

#### **a ist in Eintracht mit b.**

Eintracht bedeutet, dass Subjekt und Objekt in irgendeiner Hinsicht in Eintracht stehen. Z.B. (meist) sind sowohl Subjekt als auch Objekt gut bzw. böse ist, ohne dass entscheidbar ist, ob sie gut oder böse sind.

Eintracht ist nicht automatisch gegenseitig, es muss dann kodiert werden: „a und b sind in Eintracht miteinander“

#### **a ist in Opposition zu b.**

Opposition bedeutet, dass Subjekt und Objekt in irgendeiner Hinsicht einander entgegenstehen. Z.B. (meist) ist entweder Subjekt oder Objekt gut ist, der andere böse, ohne dass zu entscheiden ist, welcher der beiden gut/böse ist.

Opposition ist nicht automatisch gegenseitig, es muss dann kodiert werden: „a und b sind in Opposition zu einander“

Konflikt muss unabhängig kodiert werden.

#### **a ist männlich.**

#### **a ist schlau.**

Schläue heißt Kenntnis haben, impliziert Kompetenz und steht im Gegensatz zu Dummheit.

**a ist schwach.**

Schwäche impliziert Inkompetenz und steht im Gegensatz zu (körperlicher) Stärke.

**a ist stark.**

Stärke heißt (körperliche) Kraft haben und impliziert Kompetenz und steht im Gegensatz zu Schwäche.

**a ist weiblich.**

## D.11 T: Hierarchie (vorläufig)

### a befiehlt b , dass c.

Befehlen ist eine Stärkedemonstration (nicht unbedingt im Sinne einer stabilen Hierarchie. Thema Dominanz muss separat kodiert werden), um bestimmte Handlungen des Objekts zu veranlassen.

Die Autorität des Subjekts muss vom Objekt nicht anerkannt werden (Thema Ungehorsam).

Befehlen impliziert einen Konflikt zwischen Subjekt und Objekt.

thema Beziehungen - Hierarchie - Regulation - Befehlen

### a bestraft b.

Bestrafung ist die Nutzung einer dominanten Position, um Zwang auszuüben. Das Objekt ist unterlegen, das Subjekt faktisch dominant.

Bestrafung impliziert einen Konflikt zwischen Subjekt und Objekt. Das Subjekt bezwingt das Objekt.

Das Subjekt wird als gut/brav, das Objekt als böse/unartig markiert.

thema Beziehungen - Hierarchie - Regulation - Bestrafung

### a bewundert b.

Unter Bewunderung wird Sympathie verstanden, wenn sie mit Erhöhung des Objekts, und dem Wunsch nach Ähnlichkeit mit ihm und seiner Sympathie verbunden ist. Umfaßt beispielsweise Hingabe, Ergebenheit.

### a demonstriert Schwäche gegenüber b.

Schwächedemonstration ist der Wunsch danach, der andere möge eine hierarchisch höhere Position akzeptieren, und diese zum Wohle des Schwachen besetzen, oder die Signalisierung der Bereitschaft, die hierarchisch höhere Position des Anderen zu akzeptieren, damit ihn dieser z.B. zumindest schont.

Diese dominante Position wird vom Objekt nicht notwendigerweise akzeptiert. Insofern unterscheidet sich Schwächedemonstration von Dominanz des Objekts. Bitte um Hilfe ist beispielsweise mit einer Schwächedemonstration verbunden.

Wenn das Subjekt wünscht, dass das Objekt etwas für es tut, oder, dass das Objekt eine dominante Position bezieht, muss dies separat kodiert werden.

Befinden, Konflikt sowie Eintracht/Opposition, Sicherheit/Erregung Überforderung muss separat kodiert werden.

### a demonstriert Stärke gegenüber b.

Stärkedemonstration ist mit dem Anspruch einer dominanten hierarchischen Position verbunden.

Dieser muss vom Objekt nicht durch Submission akzeptiert werden.

Auch prosoziale Dominanz wird als Stärkedemonstration gekennzeichnet.

Faktische Dominanz wird separat codiert.

Kompetenz/Inkompetenz, Konflikt/Friedfertigkeit/Kampfgestimmtheit sowie

Eintracht/Opposition, Coping, Erregungswunsch/Erregung/Erregungsquelle, Sympathie/Antipathie müssen separat kodiert werden.

**a gehorcht b , indem c.**

Gehorsam impliziert einen vorhergehenden expliziten Befehl. Er ist mit Fügsamkeit verbunden. Der Befehl wird akzeptiert.

Handlungsunfähigkeit des Subjekts in Bezug auf das Objekt muss separat kodiert werden.

**a ist ranghöher als b.**

Dieses Thema kennzeichnet eine von den Beteiligten akzeptierte hierarchisch höhere Position und impliziert die Rangniedrigkeit von b.

Sie kann einem vom Dominanten durchgesetzten Dominanzanspruch (vgl. Stärkedemonstration) entsprechen, oder sie ist die vom Dominanten akzeptierte hierarchisch höhere Position, welche ihm vom Anderen angeboten/ zugeschrieben wird (durch Schwächedemonstration).

Auf ein separates Thema für Submission/Supplikation wurde verzichtet: „a ist rangniedriger gegenüber b“ muss als „b ist ranghöher als a“ kodiert werden.

Dominanz ist zu unterscheiden von faktischer Überlegenheit, die bezüglich der sozialen Hierarchie neutral sein kann (vgl. Krieg), bei der durchaus aufbegehrende Verweigerung von Submission möglich ist.

Zugehörigkeit, Sanktion, Kompetenz, Eintracht/Opposition, Demonstrationen von Stärke/Schwäche, Konflikt, Kontakt müssen separat kodiert werden.

**a ist fügsam gegenüber b.**

Fügsamkeit bedeutet, dass das Subjekt tut, was das Objekt möchte, oder was das Subjekt von sich gefordert meint.

Mit Fügsamkeit ist faktische Dominanz verbunden, sowie eine Schwächedemonstration des Subjekts.

Das Subjekt wird als gut/brav gekennzeichnet.

**a schätzt b gering.**

Geringschätzung ist reaktiv auf einen Anerkennungswunsch des Objekts (wird auch gefolgert). Das Objekt wird vom Subjekt als hierarchisch niedriger aufgefasst. Geringschätzung impliziert Stärkedemonstration und Dominanz. Das Subjekt lehnt das Objekt ab.

Geringschätzung macht keine Aussage über Distanz- oder Kontaktwunsch des Subjekts, auch nicht über Zurückweisung oder Kontaktgewährung. Dies muss separat kodiert werden.

z.B. Verachtung wird als Geringschätzung kodiert.

**a wünscht Anerkennung von b.**

Die Suche nach Anerkennung ist mit dem Wunsch verbunden, vom Objekt als kompetent eingestuft zu werden.

Sie ist der agierte Wunsch nach sozialer Aufwertung durch ein anderes Gruppenmitglied.

Stärkedemonstration des Subjekts, Bewunderung des Objekts und Dominanz des Objekts müssen separat kodiert werden.

## D.12 T: Identifikation und Grenzen (vorläufig)

### **a empfindet sich ähnlich zu b.**

Bei Identifikation fühlt sich das Subjekt dem Objekt ähnlich und nahe. Das Subjekt fühlt sich von der selben Art oder Substanz wie das Objekt.

Es lockert die Ich-Grenzen durch Identifikation (keine Entgrenzung! Muss ggf. separat codiert werden).

Es wird nicht gefolgert, dass auch das Objekt b sich mit a identifiziert.

Psychische Abgrenzung ohne Handlung in Bezug auf das Objekt durch Empfinden von Differenz wird als verneinte Identifikation bei gleichzeitig verneinter Entgrenzung codiert. Z.B. wird eine Betonung des „Nichts zu tun haben“ mit dem Objekt als „Verneint: a empfindet sich ähnlich zu b“ und zugleich „Verneint: a ist entgrenzt in Bezug auf b“ codiert. Erwägen sie auch die Verwendung von Nicht-Angewiesen und Vertrauen in die eigene Wirksamkeit bei Emanzipation.

Abgrenzungshandlungen kodieren Sie dagegen bitte als „a grenzt sich von b ab“.

Kenntnis, Kontakt bzw. Suche/Meiden von Kontakt, Sicherheit/Erregung sowie Sympathie/Antipathie müssen separat codiert werden.

### **a grenzt sich von b ab.**

Bei Abgrenzung versucht sich das Subjekt seiner Individualität und Ich-Grenze in Bezug auf das Objekt durch eine Handlung zu vergewissern.

Beispielsweise

1. fordert das Subjekt das Objekt auf, seine Grenzen zu respektieren,
2. demonstriert Ärger bei Überschreiten seiner Ich-Grenze (Ärger muss dann zusätzlich codiert werden),
3. verlässt das Objekt,
4. weist das Subjekt das Objekt darauf hin, dass eine Wesensdifferenz zwischen ihm und dem Objekt besteht (Verneinung von Ähnlichkeit)

Gegebenenfalls kodieren Sie bitte die angewendete Copingstrategie.

Die Handlung zielt darauf ab, Entgrenzung oder Ähnlichkeit, die vom Subjekt selbst oder dem Objekt empfunden wird zu beseitigen. Bitte kodieren sie separat, welcher Grenzzustand zuvor bestanden hat (Subjekt/Objekt empfindet sich ähnlich/ist entgrenzt in Bezug auf den je anderen).

Handlungen zur Abgrenzung sind in der Situation stets erfolgreich. Im weiteren Verlauf der Interaktion kann sich das Muster aber wiederholen: z.B.: Das Subjekt empfindet Konfluenz, grenzt sich ab, entkommt aber seiner Entgrenzung nicht, woraufhin es sich erneut abgrenzt usf. Oder das Objekt ist mit seiner Entgrenzung lästig, das Subjekt grenzt sich ab, was das Objekt aber nicht

abhält bald wieder dem Subjekt zu nahe zu treten, worauf es sich wieder abgrenzt usf.

Psychische Abgrenzung ohne Handlung in Bezug auf das Objekt durch Empfinden von Differenz wird als verneinte Identifikation bei gleichzeitig verneinter Entgrenzung kodiert. Z.B. wird eine Betonung des „Nichts zu tun haben“ mit dem Objekt als „Verneint: a empfindet sich ähnlich zu b“ und zugleich „Verneint: a ist entgrenzt in Bezug auf b“ kodiert. Erwägen sie auch die Verwendung von Nicht-Angewiesen und Vertrauen in die eigene Wirksamkeit bei Emanzipation.

Kontakt wird aus Abgrenzung gefolgert.

Empathie, Zufriedenheit, Konflikt, Erregung, hierarchisches Geschehen, verneinte Angewiesenheit müssen separat kodiert werden.

Emanzipationsversuche sind als Abgrenzung bei Empfinden eigener Grenzschwäche (in Antagonie/Trotz zum Identifikations- oder Konfluenzobjekt) zu kodieren. Vollendete Emanzipation ist als Selbständigkeit und Selbstvertrauen (sonst) zu kodieren.

**a ist empathisch mit b.**

Empathie ist Resonanz auf den (emotionalen) Zustand eines Anderen. Dabei wird verstanden, dass die wahrgenommene Emotion im anderen verankert ist. Die Ich-Grenzen des Subjekts werden aufrecht erhalten. (Empathie ist abzugrenzen von entgrenzter Gefühlsansteckung.)

Empathie ist nicht unbedingt damit verbunden, dass das Subjekt gegen das Objekt wohlgesonnen ist (Sadismus).

Verneinte Angewiesenheit muss separat kodiert werden.

**a ist entgrenzt in Bezug auf b.**

Entgrenzung bedeutet, dass die Ich-Grenzen des Subjekts geöffnet, für das Objekt durchlässig/passierbar sind, oder das Objekt zur Konfluenz einladen.

Entgrenzung ist nicht reziprok.

Konfluenz wird als gegenseitige Entgrenzung kodiert.

Entgrenzung sagt nichts über die Sympathie/Antipathie zum Objekt bzw. Unternehmung aus.

Psychische Abgrenzung ohne Handlung in Bezug auf das Objekt durch Empfinden von Differenz wird als verneinte Identifikation bei gleichzeitig verneinter Entgrenzung kodiert. Z.B. wird eine Betonung des „Nichts zu tun haben“ mit dem Objekt als „Verneint: a empfindet sich ähnlich zu b“ und zugleich „Verneint: a ist entgrenzt in Bezug auf b“ kodiert. Erwägen sie auch die Verwendung von Nicht-Angewiesen und Vertrauen in die eigene Wirksamkeit bei Emanzipation.

Abgrenzungshandlungen kodieren Sie dagegen bitte als „a grenzt sich von b ab“.

Zugehörigkeit, Friedfertigkeit, Angst/Mut, Befinden, Eintracht, Sicherheitsquelle (Objekt)

**a respektiert Grenze von b.**

**a schämt sich vor b.**

Scham ist mit Entgrenzung und dem unzufriedenen Wunsch nach Abgrenzung und Ich-Kontur verbunden.

Konflikt

## D.13 T: Kompetenz

### a hat Fähigkeit : b.

Merkmale - Eigenschaften - Kompetenz - Fähigkeit

### a ist angewiesen auf b.

Kompetenz umfasst allgemein folgende Fälle:

A: Kontext von Konflikt und Bezwingen

1. Die Kompetenz, Ausgeliefertheit zu vermeiden. D.h. das Subjekt ist in der Lage Situationen zu vermeiden, in denen seine Beschädigung von der Willkür des Objekts abhängt.
2. Mächtig zu sein. D.h, andere seiner eigenen Willkür ausliefern zu können. D.h., es kann andere bezwingen etc.

B: Kontext von Wunscherfüllung, Bedürftigkeit und Prosozialität

3. Selbständigkeit. Die Kompetenz, Wünsche und Bedürfnisse zu befriedigen. D.h. Das Subjekt kann Angewiesenheit vermeiden. Sein Wohl hängt nicht grundsätzlich von prosozialen Handlungen eines Objekts ab.
4. Die Kompetenz, prosozial handeln zu können. D.h. Wünsche und Bedürfnisse eines Anderen können erfüllt und befriedigt werden. Wenn jemand auf einen angewiesen ist, kann er kompetent umsorgt werden.

Kompetenz ist also in zwei Bereiche aufgeteilt:

A: Konflikt und Bezwingen

B: Wunscherfüllung, Bedürftigkeit und Prosozialität

Zur Einstufung der Kompetenzverhältnisse wird zwischen

- i. den Situationen bzw. Handlungen und
- ii. den allgemeinen Fähigkeiten im jeweiligen Bereich unterschieden. Fähigkeiten werden als Themen selten kodiert. Sie werden in Modulen aus „a hat die Fähigkeit: ....“ gefolgt.

---

Bereich A: Konflikt und Bezwingen

i. a) Ausgeliefertheit

„Das Subjekt ist dem Objekt ausgeliefert.“

Beschädigung hängt vollkommen von der Willkür des Objektes ab. Das Subjekt kann sie nicht verhindern. Nur noch supplikatives Coping kann den Schaden eventuell abwenden. Ob das Objekt das Subjekt verschont, hängt in einem solchen Fall von seiner Bereitschaft zur Gnade ab.

i. b) Bezwingen

## ii. Macht:

"Das Subjekt ist mächtig in Bezug auf das Objekt."

Das Subjekt kann das Objekt in die Lage von Ausgeliefertheit versetzen, wenn es dies will (2.).

Auch eine versorgende Person kann mächtig sein, muss aber von dieser Macht nicht Gebrauch machen (es ist aber böglich, bsp. die böse Stiefmutter)

Macht ist unabhängig vom hierarchischen Kontext.

Macht wird aus „a hat die Fähigkeit: b ist ausgeliefert an a“ gefolgert.

Immunität von a gegen Ausgeliefertheit an b (1.) wird als „Verneint: b ist mächtig in Bezug auf a“ kodiert.

Sie wird aus „Verneint: b hat die Fähigkeit: a ist ausgeliefert an b“ gefolgert.

Anmerkung: „Verneint: a ist mächtig in Bezug auf b“ drückt eine Kompetenz von b, nicht eine Inkompetenz von a aus! Dagegen drückt „a ist mächtig in Bezug auf b“ eine Kompetenz von a und eine Inkompetenz von b aus.

## Bereich B: Wunscherfüllung, Bedürftigkeit und Prosozialität

## i. a) Angewiesenheit

"Das Subjekt ist auf das Objekt angewiesen."

Das Wohlergehen des Subjekts hängt in dieser Situation von prosozialen Handlungen des Objekts ab.

Das Subjekt kann sich ein basales Bedürfnis nicht selbst erfüllen. Wenn das Objekt nicht verfügbar ist, kommt es zur Verwahrlosung des Subjekts.

## i. b) Selbstpflege und Selbstberuhigung

Das Subjekt kann eigene basale Bedürfnisse nach Ruhe, Sicherheit, Nahrung, Hygiene selbst befriedigen.

## i. c) Selbsterregung

Das Subjekt kann sich Abenteuer und andere Aufregungen verschaffen.

## i. d) Prosozialität

Das Subjekt befriedigt eines Anderen Bedürfnisse oder hilft ihm kompetent bei Problemen aus den Bereichen A (z.B. Verteidigung) oder B (z.B. Füttern).

## ii. Dependenz

"Das Subjekt ist dependent."

Das Subjekt kann prinzipiell nicht vermeiden, auf prosoziale Handlungen eines Objekts angewiesen zu sein. Es kann nie selbst für ein grundlegendes Bedürfnis sorgen.

Selbständigkeit (3.) entspricht verneinter Dependenz. Prosoziale Handlungen eines Anderen sind bei Selbständigkeit ein Wohlfahrtszugewinn. Das Subjekt ist jedoch nicht von Verwahrlosung bedroht.

Dependenz wird aus „Verneint: a hat die Fähigkeit: Verneint: a ist angewiesen auf b“ gefolgert.

Prosoziale Kompetenz (4.) entspricht (5.), der Kompetenz Wünsche und Bedürfnisse zu befriedigen, kombiniert mit Empathiefähigkeit.

---

D.h. es ergeben sich folgende Konzepte:

Stabile Charaktermerkmale, die äußerst selten direkt kodiert werden:

1. Dependenz
2. Macht

Situative Zustände, die häufig und als Gewärtigungen kodiert werden:

3. Angewiesenheit
4. Ausgeliefertheit

werden als Handlungen kodiert:

5. Bezwingen
  6. Selbstpflege/-beruhigung
  7. Selbsterregung
  8. Prosozialität
- 

Anmerkungen: Ob die Handlungen zum Erfolg führen, ist für ihre Kodierung nicht relevant. Sollten sie scheitern, wird in der Geschichte eine Ausgeliefertheit oder Angewiesenheit folgen. Wenn bekannt ist, ob sie erfolgreich sind oder scheitern, kann dies adverbial hinzukodiert werden.

**a ist ausgeliefert an b.**

Kompetenz umfasst allgemein folgende Fälle:

A: Kontext von Konflikt und Bezwingen

1. Die Kompetenz, Ausgeliefertheit zu vermeiden. D.h. das Subjekt ist in der Lage Situationen zu vermeiden, in denen seine Beschädigung von der Willkür des Objekts abhängt.
2. Mächtig zu sein. D.h., andere seiner eigenen Willkür ausliefern zu können. D.h., es kann andere bezwingen etc.

B: Kontext von Wunscherfüllung, Bedürftigkeit und Prosozialität

3. Selbständigkeit. Die Kompetenz, Wünsche und Bedürfnisse zu befriedigen. D.h. Das Subjekt kann Angewiesenheit vermeiden. Sein Wohl hängt nicht grundsätzlich von prosozialen Handlungen eines Objekts ab.

4. Die Kompetenz, prosozial handeln zu können. D.h. Wünsche und Bedürfnisse eines Anderen können erfüllt und befriedigt werden. Wenn jemand auf einen angewiesen ist, kann er kompetent umsorgt werden.

Kompetenz ist also in zwei Bereiche aufgeteilt:

A: Konflikt und Bezwingen

B: Wunscherfüllung, Bedürftigkeit und Prosozialität

Zur Einstufung der Kompetenzverhältnisse wird zwischen

i. den Situationen bzw. Handlungen und

ii. den allgemeinen Fähigkeiten im jeweiligen Bereich unterschieden. Fähigkeiten werden als Themen selten kodiert. Sie werden in Modulen aus „a hat die Fähigkeit: ....“ gefolgert.

---

Bereich A: Konflikt und Bezwingen

i. a) Ausgeliefertheit

„Das Subjekt ist dem Objekt ausgeliefert.“

Beschädigung hängt vollkommen von der Willkür des Objektes ab. Das Subjekt kann sie nicht verhindern. Nur noch supplikatives Coping kann den Schaden eventuell abwenden. Ob das Objekt das Subjekt verschont, hängt in einem solchen Fall von seiner Bereitschaft zur Gnade ab.

i. b) Bezwingen

ii. Macht:

„Das Subjekt ist mächtig in Bezug auf das Objekt.“

Das Subjekt kann das Objekt in die Lage von Ausgeliefertheit versetzen, wenn es dies will (2.).

Auch eine versorgende Person kann mächtig sein, muss aber von dieser Macht nicht Gebrauch machen (es ist aber böglich, bsp. die böse Stiefmutter)

Macht ist unabhängig vom hierarchischen Kontext.

Macht wird aus „a hat die Fähigkeit: b ist ausgeliefert an a“ gefolgert.

Immunität von a gegen Ausgeliefertheit an b (1.) wird als „Verneint: b ist mächtig in Bezug auf a“ kodiert.

Sie wird aus „Verneint: b hat die Fähigkeit: a ist ausgeliefert an b“ gefolgert.

Anmerkung: „Verneint: a ist mächtig in Bezug auf b“ drückt eine Kompetenz von b, nicht eine Inkompetenz von a aus! Dagegen drückt „a ist mächtig in Bezug auf b“ eine Kompetenz von a und eine Inkompetenz von b aus.

---

Bereich B: Wunscherfüllung, Bedürftigkeit und Prosozialität

i. a) Angewiesenheit

"Das Subjekt ist auf das Objekt angewiesen."

Das Wohlergehen des Subjekts hängt in dieser Situation von prosozialen Handlungen des Objekts ab.

Das Subjekt kann sich ein basales Bedürfnis nicht selbst erfüllen. Wenn das Objekt nicht verfügbar ist, kommt es zur Verwahrlosung des Subjekts.

i. b) Selbstpflege und Selbstberuhigung

Das Subjekt kann eigene basale Bedürfnisse nach Ruhe, Sicherheit, Nahrung, Hygiene selbst befriedigen.

i. c) Selbsterregung

Das Subjekt kann sich Abenteuer und andere Aufregungen verschaffen.

i. d) Prosozialität

Das Subjekt befriedigt eines Anderen Bedürfnisse oder hilft ihm kompetent bei Problemen aus den Bereichen A (z.B. Verteidigung) oder B (z.B. Füttern).

ii. Dependenz

"Das Subjekt ist dependent."

Das Subjekt kann prinzipiell nicht vermeiden, auf prosoziale Handlungen eines Objekts angewiesen zu sein. Es kann nie selbst für ein grundlegendes Bedürfnis sorgen.

Selbständigkeit (3.) entspricht verneinter Dependenz. Prosoziale Handlungen eines Anderen sind bei Selbständigkeit ein Wohlfahrtszugewinn. Das Subjekt ist jedoch nicht von Verwahrlosung bedroht.

Dependenz wird aus „Verneint: a hat die Fähigkeit: Verneint: a ist angewiesen auf b“ gefolgert.

Prosoziale Kompetenz (4.) entspricht (5.), der Kompetenz Wünsche und Bedürfnisse zu befriedigen, kombiniert mit Empathiefähigkeit.

---

D.h. es ergeben sich folgende Konzepte:

Stabile Charaktermerkmale, die äußerst selten direkt kodiert werden:

1. Dependenz
2. Macht

Situative Zustände, die häufig und als Gewärtigungen kodiert werden:

3. Angewiesenheit
4. Ausgeliefertheit

werden als Handlungen kodiert:

5. Bezwingen
  6. Selbstpflege/-beruhigung
  7. Selbsterregung
  8. Prosozialität
- 

Anmerkungen: Ob die Handlungen zum Erfolg führen, ist für ihre Kodierung nicht relevant. Sollten sie scheitern, wird in der Geschichte eine Ausgeliefertheit oder Angewiesenheit folgen. Wenn bekannt ist, ob sie erfolgreich sind oder scheitern, kann dies adverbial hinzukodiert werden.

**a ist dependent in Bezug auf bei b.**

Kompetenz umfasst allgemein folgende Fälle:

A: Kontext von Konflikt und Bezwingen

1. Die Kompetenz, Ausgeliefertheit zu vermeiden. D.h. das Subjekt ist in der Lage Situationen zu vermeiden, in denen seine Beschädigung von der Willkür des Objekts abhängt.
2. Mächtig zu sein. D.h, andere seiner eigenen Willkür ausliefern zu können. D.h., es kann andere bezwingen etc.

B: Kontext von Wunscherfüllung, Bedürftigkeit und Prosozialität

3. Selbständigkeit. Die Kompetenz, Wünsche und Bedürfnisse zu befriedigen. D.h. Das Subjekt kann Angewiesenheit vermeiden. Sein Wohl hängt nicht grundsätzlich von prosozialen Handlungen eines Objekts ab.
4. Die Kompetenz, prosozial handeln zu können. D.h. Wünsche und Bedürfnisse eines Anderen können erfüllt und befriedigt werden. Wenn jemand auf einen angewiesen ist, kann er kompetent umsorgt werden.

Kompetenz ist also in zwei Bereiche aufgeteilt:

A: Konflikt und Bezwingen

B: Wunscherfüllung, Bedürftigkeit und Prosozialität

Zur Einstufung der Kompetenzverhältnisse wird zwischen

- i. den Situationen bzw. Handlungen und
  - ii. den allgemeinen Fähigkeiten im jeweiligen Bereichunterschieden. Fähigkeiten werden als Themen selten kodiert. Sie werden in Modulen aus „a hat die Fähigkeit: ....“ gefolgert.
- 

Bereich A: Konflikt und Bezwingen

## i. a) Ausgeliefertheit

"Das Subjekt ist dem Objekt ausgeliefert."

Beschädigung hängt vollkommen von der Willkür des Objektes ab. Das Subjekt kann sie nicht verhindern. Nur noch supplikatives Coping kann den Schaden eventuell abwenden. Ob das Objekt das Subjekt verschont, hängt in einem solchen Fall von seiner Bereitschaft zur Gnade ab.

## i. b) Bezwingen

## ii. Macht:

"Das Subjekt ist mächtig in Bezug auf das Objekt."

Das Subjekt kann das Objekt in die Lage von Ausgeliefertheit versetzen, wenn es dies will (2.).

Auch eine versorgende Person kann mächtig sein, muss aber von dieser Macht nicht Gebrauch machen (es ist aber böglich, bsp. die böse Stiefmutter)

Macht ist unabhängig vom hierarchischen Kontext.

Macht wird aus „a hat die Fähigkeit: b ist ausgeliefert an a“ gefolgert.

Immunität von a gegen Ausgeliefertheit an b (1.) wird als „Verneint: b ist mächtig in Bezug auf a“ kodiert.

Sie wird aus „Verneint: b hat die Fähigkeit: a ist ausgeliefert an b“ gefolgert.

Anmerkung: „Verneint: a ist mächtig in Bezug auf b“ drückt eine Kompetenz von b, nicht eine Inkompetenz von a aus! Dagegen drückt „a ist mächtig in Bezug auf b“ eine Kompetenz von a und eine Inkompetenz von b aus.

---

Bereich B: Wunscherfüllung, Bedürftigkeit und Prosozialität

## i. a) Angewiesenheit

"Das Subjekt ist auf das Objekt angewiesen."

Das Wohlergehen des Subjekts hängt in dieser Situation von prosozialen Handlungen des Objekts ab.

Das Subjekt kann sich ein basales Bedürfnis nicht selbst erfüllen. Wenn das Objekt nicht verfügbar ist, kommt es zur Verwahrlosung des Subjekts.

## i. b) Selbstpflege und Selbstberuhigung

Das Subjekt kann eigene basale Bedürfnisse nach Ruhe, Sicherheit, Nahrung, Hygiene selbst befriedigen.

## i. c) Selbsterregung

Das Subjekt kann sich Abenteuer und andere Aufregungen verschaffen.

## i. d) Prosozialität

Das Subjekt befriedigt eines Anderen Bedürfnisse oder hilft ihm kompetent bei Problemen aus den Bereichen A (z.B. Verteidigung) oder B (z.B. Füttern).

## ii. Dependenz

”Das Subjekt ist dependent.“

Das Subjekt kann prinzipiell nicht vermeiden, auf prosoziale Handlungen eines Objekts angewiesen zu sein. Es kann nie selbst für ein grundlegendes Bedürfnis sorgen.

Selbständigkeit (3.) entspricht verneinter Dependenz. Prosoziale Handlungen eines Anderen sind bei Selbständigkeit ein Wohlfahrtszugewinn. Das Subjekt ist jedoch nicht von Verwahrlosung bedroht.

Dependenz wird aus „Verneint: a hat die Fähigkeit: Verneint: a ist angewiesen auf b“ gefolgert.

Prosoziale Kompetenz (4.) entspricht (5.), der Kompetenz Wünsche und Bedürfnisse zu befriedigen, kombiniert mit Empathiefähigkeit.

---

D.h. es ergeben sich folgende Konzepte:

Stabile Charaktermerkmale, die äußerst selten direkt kodiert werden:

1. Dependenz
2. Macht

Situative Zustände, die häufig und als Gewärtigungen kodiert werden:

3. Angewiesenheit
4. Ausgeliefertheit

werden als Handlungen kodiert:

5. Bezwingen
  6. Selbstpflege/-beruhigung
  7. Selbsterregung
  8. Prosozialität
- 

Anmerkungen: Ob die Handlungen zum Erfolg führen, ist für ihre Kodierung nicht relevant. Sollten sie scheitern, wird in der Geschichte eine Ausgeliefertheit oder Angewiesenheit folgen. Wenn bekannt ist, ob sie erfolgreich sind oder scheitern, kann dies adverbial hinzukodiert werden.

**a ist mächtig gegenüber b.**

Kompetenz umfasst allgemein folgende Fälle:

A: Kontext von Konflikt und Bezwingen

1. Die Kompetenz, Ausgeliefertheit zu vermeiden. D.h. das Subjekt ist in der Lage Situationen zu vermeiden, in denen seine Beschädigung von der Willkür des Objekts abhängt.

2. Mächtig zu sein. D.h, andere seiner eigenen Willkür ausliefern zu können. D.h., es kann andere bezwingen etc.

B: Kontext von Wunscherfüllung, Bedürftigkeit und Prosozialität

3. Selbständigkeit. Die Kompetenz, Wünsche und Bedürfnisse zu befriedigen. D.h. Das Subjekt kann Angewiesenheit vermeiden. Sein Wohl hängt nicht grundsätzlich von prosozialen Handlungen eines Objekts ab.

4. Die Kompetenz, prosozial handeln zu können. D.h. Wünsche und Bedürfnisse eines Anderen können erfüllt und befriedigt werden. Wenn jemand auf einen angewiesen ist, kann er kompetent umsorgt werden.

Kompetenz ist also in zwei Bereiche aufgeteilt:

A: Konflikt und Bezwingen

B: Wunscherfüllung, Bedürftigkeit und Prosozialität

Zur Einstufung der Kompetenzverhältnisse wird zwischen

i. den Situationen bzw. Handlungen und

ii. den allgemeinen Fähigkeiten im jeweiligen Bereich unterschieden. Fähigkeiten werden als Themen selten kodiert. Sie werden in Modulen aus „a hat die Fähigkeit: ....“ gefolgert.

Bereich A: Konflikt und Bezwingen

i. a) Ausgeliefertheit

„Das Subjekt ist dem Objekt ausgeliefert.“

Beschädigung hängt vollkommen von der Willkür des Objektes ab. Das Subjekt kann sie nicht verhindern. Nur noch supplikatives Coping kann den Schaden eventuell abwenden. Ob das Objekt das Subjekt verschont, hängt in einem solchen Fall von seiner Bereitschaft zur Gnade ab.

i. b) Bezwingen

ii. Macht:

„Das Subjekt ist mächtig in Bezug auf das Objekt.“

Das Subjekt kann das Objekt in die Lage von Ausgeliefertheit versetzen, wenn es dies will (2.).

Auch eine versorgende Person kann mächtig sein, muss aber von dieser Macht nicht Gebrauch machen (es ist aber böglich, bsp. die böse Stiefmutter)

Macht ist unabhängig vom hierarchischen Kontext.

Macht wird aus „a hat die Fähigkeit: b ist ausgeliefert an a“ gefolgert.

Immunität von a gegen Ausgeliefertheit an b (1.) wird als „Verneint: b ist mächtig in Bezug auf a“ kodiert.

Sie wird aus „Verneint: b hat die Fähigkeit: a ist ausgeliefert an b“ gefolgert.  
Anmerkung: „Verneint: a ist mächtig in Bezug auf b“ drückt eine Kompetenz von b, nicht eine Inkompetenz von a aus! Dagegen drückt „a ist mächtig in Bezug auf b“ eine Kompetenz von a und eine Inkompetenz von b aus.

---

Bereich B: Wunscherfüllung, Bedürftigkeit und Prosozialität

i. a) Angewiesenheit

„Das Subjekt ist auf das Objekt angewiesen.“

Das Wohlergehen des Subjekts hängt in dieser Situation von prosozialen Handlungen des Objekts ab.

Das Subjekt kann sich ein basales Bedürfnis nicht selbst erfüllen. Wenn das Objekt nicht verfügbar ist, kommt es zur Verwahrlosung des Subjekts.

i. b) Selbstpflege und Selbstberuhigung

Das Subjekt kann eigene basale Bedürfnisse nach Ruhe, Sicherheit, Nahrung, Hygiene selbst befriedigen.

i. c) Selbsterregung

Das Subjekt kann sich Abenteuer und andere Aufregungen verschaffen.

i. d) Prosozialität

Das Subjekt befriedigt eines Anderen Bedürfnisse oder hilft ihm kompetent bei Problemen aus den Bereichen A (z.B. Verteidigung) oder B (z.B. Füttern).

ii. Dependenz

„Das Subjekt ist dependent.“

Das Subjekt kann prinzipiell nicht vermeiden, auf prosoziale Handlungen eines Objekts angewiesen zu sein. Es kann nie selbst für ein grundlegendes Bedürfnis sorgen.

Selbständigkeit (3.) entspricht verneinter Dependenz. Prosoziale Handlungen eines Anderen sind bei Selbständigkeit ein Wohlfahrtszugewinn. Das Subjekt ist jedoch nicht von Verwahrlosung bedroht.

Dependenz wird aus „Verneint: a hat die Fähigkeit: Verneint: a ist angewiesen auf b“ gefolgert.

Prosoziale Kompetenz (4.) entspricht (5.), der Kompetenz Wünsche und Bedürfnisse zu befriedigen, kombiniert mit Empathiefähigkeit.

---

D.h. es ergeben sich folgende Konzepte:

Stabile Charaktermerkmale, die äußerst selten direkt kodiert werden:

1. Dependenz

## 2. Macht

Situative Zustände, die häufig und als Gewärtigungen kodiert werden:

3. Angewiesenheit
4. Ausgeliefertheit

werden als Handlungen kodiert:

5. Bezwingen
6. Selbstpflege/-beruhigung
7. Selbsterregung
8. Prosozialität

---

Anmerkungen: Ob die Handlungen zum Erfolg führen, ist für ihre Kodierung nicht relevant. Sollten sie scheitern, wird in der Geschichte eine Ausgeliefertheit oder Angewiesenheit folgen. Wenn bekannt ist, ob sie erfolgreich sind oder scheitern, kann dies adverbial hinzukodiert werden.

### **a ist verwahrlost.**

Verwahrlosung ist mangelhafte Selbstpflege aufgrund von Unselbständigkeit, verbunden mit einem Mangel von Fremdpflege.  
Sie impliziert Brutpflegebedürftigkeit.

### **a pflegt sich selbst.**

Selbstpflege ist eine selbständige Handlung, in der Absicht, einen Wunsch oder ein Bedürfnis nach Sicherheit oder Wohlergehen (nicht Erregung) kompetent zu erfüllen bzw. zu befriedigen.  
Darunter fällt z.B. Hygiene oder Körperpflege, Essen und Trinken, Schlafen, (Suche sozialer Unterstützung in Form von Anerkennung und Nestwärme?).  
Auch Vorsorgen, Ordnen und Planen werden als Selbstpflege codiert.  
Ob Selbstpflege erfolgreich ist oder scheitert, muss separat über die Adverbien Positive bzw. negative Sanktion kodiert werden.

### **a vertraut in die eigene Wirksamkeit.**

Selbstvertrauen bezeichnet, dass das Subjekt sich für kompetent genug hält, um der Welt und eventuell bevorstehenden Schwierigkeiten gewachsen zu sein.  
Emanzipation ist als Abgrenzung (falls in Antagonie/Trotz zu jemandem) oder als Selbständigkeit und Selbstvertrauen (sonst) zu kodieren.

### **a wünscht sich Fürsorge von b.**

Brutpflegebedürftigkeit geht mit dem Wunsch einher, nahen Kontakt zu einer umsorgenden Person b zu haben (Brutpflege).

## D.14 T: Konflikt

### a bekämpft b.

Dieses Thema ist vor allem in der Prädikatenkategorie Aggression zu benutzen. Es bezeichnet offene, herausfordernde Aggression und Kampf mit der Absicht zu beschädigen. Erregung und -wunsch und Gefährdung des Objekts, Kampfgestimmtheit des Subjekts müssen separat kodiert werden.

### a beschwichtigt b.

Beschwichtigung bezeichnet den Versuch, einen Konflikt des Objekts mit dem Subjekt durch Supplikation unter Kontrolle zu bekommen. Das Subjekt will Harmonie zwischen sich und dem Objekt herstellen. Beschwichtigung ist mit Ängstlichkeit, Friedfertigkeit und supplikativem Coping verbunden. Zugehörigkeit, Konflikt des Subjekts mit dem Objekt, Sympathie und Antipathie müssen separat kodiert werden.

### a bezwingt b.

Bezwingen ist der siegreiche Ausgang eines gegnerschaftlichen Konflikts. Impliziert nicht notwendigerweise Haß oder Beschädigung.

### a flieht vor b.

Flucht ist das Vermeiden eines Konflikts mit b. Impliziert Distanzwunsch von a. Herausforderung durch das Objekt muss separat kodiert werden. Flucht ist das Gegenstück zu Herausforderung.

### a fordert b heraus.

Herausforderung bezeichnet den Versuch, einen Konflikt zu provozieren. Das Subjekt will den Konflikt zwischen sich und dem Objekt austragen. Herausforderung ist mit Mut und Kampfgestimmtheit verbunden. Sympathie/Antipathie muß separat kodiert werden.

### a ist friedfertig gegenüber b.

Friedfertigkeit drückt aus, dass das Subjekt keinen Konflikt mit dem Objekt wünscht, und diesen zu meiden sucht. Der Gegensatz zu Friedfertigkeit ist, kämpferisch zu sein. Angst/Mut, Zuneigung, Vertrauen, Erregung und Entspannung und -wunsch müssen separat kodiert werden.

### a ist kämpferisch gegenüber b.

Kämpferisch meint, dass ein Konflikt gewünscht wird. Dazu wird nicht unbedingt etwas unternommen (wie Provokation oder Konfrontation). Wenn etwas unternommen wird, also ein Konflikt provoziert wird, ist Herausforderung zu kodieren.

Der Gegensatz von Konfliktwunsches ist Friedfertigkeit.  
Konflikt, Kontakt oder Kontaktsuche, Abwesenheit von Langeweile muss separat kodiert werden

**a konfigiert mit b.**

Konflikt zeigt in irgendeiner Weise bestehende Gegnerschaft oder Rivalität an. Haß ist noch kein Konflikt. Konflikt sagt nichts über die Sympathie oder Antipathie der Beteiligten aus.

Ein Konflikt ist nicht notwendig symmetrisch. Dies wird durch „a und b konfliktieren mit einander“ kodiert.

Erregung, Angst/Mut, Aktion und Konsequenz müssen separat kodiert werden.

**a vernichtet b.**

Vernichten ist im wesentlichen Bezwingen. Töten fällt beispielsweise hierunter. Mit diesem Thema soll der stärkere, endgültigere und beschädigendere Charakter aufgefangen werden. Die Endgültigkeit muss im Spiel des Kindes nicht wörtlich genommen werden (Figur lebt danach doch wieder).

Impliziert Haß und Beschädigung.

**a versöhnt sich mit b.**

Versöhnung ist der friedliche Ausgang eines gegnerschaftlichen Konflikts ohne Feststellung des Stärkeren und des Schwächeren.

Impliziert nicht notwendigerweise Freundschaft.

Erwägen Sie bitte die Kodierung von „a und b versöhnt sich miteinander“.

Kooperation, Prosozialität und Hierarchie müssen separat kodiert werden.

Problem: „a beugt sich b“ bzw. „a gibt nach in Bezug auf b“ gibt es nicht.

## D.15 T: Kontakt

### **a gewährt im Sinne des Anderen b Kontakt.**

Kontaktgewährung bedeutet, dass das Subjekt den Kontakt nicht aktiv suchen würde, aber den vom Objekt gewünschten Kontakt nicht meidet (zulässt).

Es wird also bestehender Kontakt und Kontaktwunsch des Objekts gefolgert.

Kontaktgewährung macht keine Aussage über die Sympathie/Antipathie zwischen Subjekt und Objekt. Dies muss separat kodiert werden.

Erwägen Sie evtl. statt Kontakt-Themen die Verwendung der semantisch stärkeren Affiliations-Themen.

Eintracht/Opposition, Dominanz

### **a ist in Kontakt mit b.**

Kontakt bedeutet eine nahe Interaktion des Subjekts mit dem Objekt.

Kontakt bezeichnet (psychische) Nähe ohne Aussagen zu Abgegrenztheit oder Entgrenzung zu machen.

Kontakt sagt nur etwas über die Verbundenheit, nichts über deren Qualität aus: eine aggressive Auseinandersetzung ist ebenso mit Kontakt verbunden wie sich nach jemandem zu sehnen, zu küssen, zu grüßen oder zu telefonieren.

Eine Interaktion ist für Kontakt nötig, beispielsweise das Sehnen nach jemandem wird als Bezogenheit kodiert. Kontakt ist nicht unbedingt symmetrisch. Bei symmetrischem Kontakt verwenden Sie: „a und b hat Kontakt zu einander.“

Distanz bedeutet Abwesenheit von Bezogenheit. Sie wird durch verneinten Kontakt kodiert.

Identifikation oder Entgrenzung werden separat codiert.

Erwägen Sie evtl. statt Kontakt-Themen die Verwendung der semantisch stärkeren Affiliations-Themen.

Unternehmung muss separat kodiert werden.

### **a ist psychisch auf b bezogen.**

Bezogenheit des Subjekts auf das Objekt bedeutet, dass das Subjekt gerade an das Objekt denkt oder in anderer Weise seine Aufmerksamkeit auf es richtet. Eine Interaktion ist nicht nötig, z.B. das Sehnen nach jemandem wird als Bezogenheit kodiert. Bezogenheit ist nicht symmetrisch. Bei symmetrischer Bezogenheit verwenden Sie: „a und b ist auf einander bezogen.“

Bezogenheit sagt nichts über seine Qualität aus:

eine Falle zu bauen ist ebenso mit Aufmerksamkeit verbunden wie jemanden zu vermissen.

Gleichgültigkeit bedeutet permanente Abwesenheit von Bezogenheit.

Erwägen Sie evtl. statt Kontakt-Themen die Verwendung der semantisch stärkeren Affiliations-Themen.

Unternehmung muss separat kodiert werden.

### **a kommuniziert mit b c.**

Kodieren Sie bitte unbedingt Sympathie oder Antipathie separat!

**a meidet Kontakt zu b.**

Das Meiden von Kontakt drückt eine Handlung mit dem Ziel wenig Interaktion oder Beziehung aus.

Das Subjekt vermeidet eine Begegnung mit dem Objekt.

Sympathie/Antipathie müssen separat kodiert werden.

Erwägen Sie evtl. statt Kontakt-Themen die Verwendung der semantisch stärkeren Affiliations-Themen.

**a sucht Kontakt zu b.**

Suche nach Kontakt drückt eine Handlung mit dem Ziel naher Interaktion aus.

Ein Kontakt ist nicht vorhanden.

Wenn man zugleich Kontakt hat und wünscht wird dies als Kontakt und gleichzeitiger Kontaktwunsch kodiert.

Kontakt sagt nichts über die Qualität dieser Interaktion aus:

eine aggressive Auseinandersetzung ist ebenso mit Kontakt verbunden wie sich zu küssen.

Erwägen Sie evtl. statt Kontakt-Themen die Verwendung der semantisch stärkeren Affiliations-Themen.

## D.16 T: Physik

### a hat Bewegungsfreiheit hinsichtlich b.

Bewegungsfreiheit zeigt an, dass das Subjekt am Zugang, am Verlassen oder an der freien Bewegung beim Objekt nicht gehindert wird.

Bewegungsfreiheit steht im Gegensatz zu Bewegungseinschränkung.

Bewegungsfreiheit ist die Möglichkeit von Mobilität.

Bewegungsfreiheit macht keine Aussagen über Unabhängigkeit. Dies muss separat kodiert werden.

### a ist hinsichtlich b beengt.

Bewegungseinschränkung zeigt an, dass das Subjekt am Zugang zu dem, am Verlassen des oder an der Bewegung beim Objekt(s) gehindert wird.

Bewegungseinschränkung steht im Gegensatz zu Bewegungsfreiheit.

### a ist bei b.

Ortsangaben werden für die Figuren auf der Spiellandschaft verwertet.

### a ist kritisch-geodätisch.

Eine kritisch-geodätische Bewegung berücksichtigt die physikalischen Bedingungen der Landschaft.

### a ist magisch-geodätisch.

Etwas geschieht auf magische Weise. In der Bewegung wird dem Bewußtsein von der physikalischen Unmöglichkeit eines „einfach“ vollzogenen Ortswechsels rechnung getragen: Dank der Magie verlieren die physikalischen Bedingungen explizit an Verbindlichkeit.

Magie zeigt die Kompetenz des Subjekts an, physikalische Kausalität ignorieren zu können.

### a ist naiv-geodätisch.

Eine naiv-geodätische Bewegung ignoriert die physikalischen Bedingungen der Landschaft.

### a wechselt den Ort zu b (über c ).

Bewegung wird überall verwendet, wo mit Figuren ein Ortswechsel auf der Spiellandschaft erfolgt ist.

Eine Bewegung wird zusätzlich adverbial als kritisch-geodätisch oder naiv-geodätisch gekennzeichnet.

Unternehmung und Bewegungsfreiheit müssen separat kodiert werden (z.B. kann man irgendwohin geworfen werden).

## D.17 T: Prosozialität

### a beschützt/bewacht b vor c.

Beschützen ist schützende Hilfeleistung verbunden mit kämpferischer Gegnerschaft gegen den, vor dem beschützt wird.

Der Schützling fühlt sich sicher.

Ist zu unterscheiden von Bewachen, was Territorialität/Besitz anzeigt.

### a handelt altruistisch an b.

Bei Altruismus versucht das Subjekt, etwas für das Objekt zu tun, ohne damit primär eigene Ziele zu verfolgen. (Altruismus kann erfüllend sein, wird aber nicht um der eigenen Erfüllung willen getan.) Altruismus steht außerhalb einer hierarchischen Regulation: Altruismus ist nicht notwendig mit einer Stärkedemonstration verbunden. Evtl. will das Subjekt gar nicht in Erscheinung treten. (Im Gegensatz zu Großzügigkeit)

Altruistische Handlungen sind mit Empathie verbunden. Ein Mißstand von b ist nicht erforderlich.

Es wird keine Aussage darüber gemacht, ob das Objekt die altruistische Handlung schätzt oder ablehnt, noch ob sie erfolgreich ist. (Im Gegensatz zu Hilfe)

Aus Altruismus wird u.a. Liebe gefolgert.

### a handelt großzügig an b.

Großzügigkeit zeigt eine prosoziale Handlung, die in einem hierarchischen Kontext stattfindet. Besitz wird abgegeben, und der Schenker übt dabei prosoziale Dominanz (Stärkedemonstration). Eine Aussage über ein tatsächliches hierarchisches Verhältnis wird nicht impliziert.

Großzügigkeit ist nicht unbedingt Hilfeleistung, weil sie keine Unzufriedenheit/Mißstand beim Objekt voraussetzt, die durch die Handlung zu beseitigen versucht wird.

Großzügigkeit steht im Gegensatz zu Geiz (kein eigenes Thema, wird als verneinte Großzügigkeit kodiert).

Großzügigkeit erfordert keine Empathie.

Eine Handlung kann zugleich großzügig und eine Hilfeleistung sein.

### a hilft b.

Hilfeleistung setzt einen Mißstand/Unzufriedenheit beim Objekt voraus, welchen das Subjekt durch die Hilfeleistung zu beseitigen versucht. (Im Gegensatz zu Großzügigkeit und Altruismus).

Zur Hilfeleistung muß das Subjekt also empathiefähig sein.

Das Objekt schätzt diese Hilfe, ihm wird nicht gegen eigenen Wunsch geholfen.

Es muss aber nicht um Hilfe gebeten haben. Dies wäre separat als supplikatives Coping zu kodieren.

Der Ausgang dieses Hilfeversuchs ist separat zu codieren (positive oder negative Sanktionierung).

Hilfe kann auch aus letztlich „egoistischen“ Motiven geschehen: der Helfer kann

einen Vorteil oder eine Gegenleistung als Grund seines Handelns haben. (Im Gegensatz zu Altruismus)

Eine Handlung kann zugleich großzügig und eine Hilfeleistung sein.

**a tut etwas für b.**

Prosozialität kennzeichnet alles, was eine Person für eine andere tut.

Die Beweggründe sind nicht von Bedeutung und müssen separat kodiert werden: sie können altruistisch sein, aber auch Wünsche nach reziproker Gegenleistung oder Stärkedemonstration sind möglich.

Auch die Situation muss separat kodiert werden: Der Empfänger der Leistung kann die Wohltat dringend benötigen, sie kann ihm aber auch gleichgültig oder zuwider sein.

Zuneigung, Zugehörigkeit, Sanktion/Erfolg der Prosozialen Bemühung, Angst/Mut, Kenntnis, Ohnmacht, Abhängigkeit/Selbständigkeit

Bitte um Prosozialität wird als Supplikatives Coping kodiert.

**a verteidigt b gegen c.**

Verteidigung ist Beschützen, dessen kämpferische Gegnerschaft in Bekämpfung übergegangen ist. Vgl. diese beiden Themen.

Manifestiert Gruppe von a und b.

**a zeigt Fürsorgeverhalten gegenüber b.**

Brutpflegeverhalten ist ein Spezialfall von Altruismus.

Schließt die Brutpflegebedürftigkeit des Gepflegten nicht notwendig mit ein. Dies muss separat mit Dependenz und Fürsorgewunsch kodiert werden.

Der Gepflegte fühlt sich sicher, aber vielleicht nicht ganz wohl...

## D.18 T: Sicherheits- und Erregungsmotivation

### a entspannt sich bei b.

Entspannung bedeutet, dass das Subjekt seinen Wunsch nach Sicherheit bei der Beruhigung verheißenden Sicherheitsquelle befriedigt.

Das Subjekt hat Nähe und Kontakt mit der Sicherheitsquelle und wünscht diesen.

Entspannung betont das beruhigende Auftanken von Sicherheit bei einer Sicherheitsquelle, Entspannungswunsch die Attraktivität einer Sicherheitsquelle (evtl. noch vor der Konsumtion).

Im Gegensatz dazu entspricht diesem Konzept im Erregungskontext die Erregung bei einer Erregungsquelle.

Ob das Subjekt entspannt ist (z.B. bei einer gemeinsamen Freizeitaktivität), oder gespannt (z.B. wenn es gerade getröstet wird), muss separat kodiert werden.

Über das Objekt werden nichts geschlußfolgert. Bitte kodieren Sie unbedingt die Motive des Objekts (z.B. Prosozialität)

Kenntnis, Intimität, Zärtlichkeit, Versehrtheit, Hierarchie, Selbstpflege muss separat kodiert werden.

Es wird nicht auf Erregung oder gar Überforderung geschlossen. Das muss separat kodiert werden.

### a erregt sich bei b.

Erregung bedeutet, dass das Subjekt seinen Erregungswunsch bei einer aufregenden Erregungsquelle befriedigt. (z.B. eine abenteuerlustige Untersuchung).

Erregung impliziert erwünschten Kontakt zur Erregungsquelle.

Das Konzept Erregung betont die befriedigende Auseinandersetzung mit einer Erregungsquelle, das Konzept Erregungswunsch ihre Attraktivität (evtl. noch vor einer Handlung).

Im Gegensatz dazu entspricht diesem Konzept im Sicherheitskontext der Entspannung (Sicherung) bei einer Sicherheitsquelle.

Kodieren Sie bitte unbedingt Coping (evtl. aggressives oder inventives) separat. Erregung impliziert Interesse, Erregtheit und Erregungsappetenz. Das Objekt ist Erregungsquelle.

Affiliation, Aggression, Kenntnis, Konflikt, Kompetenz, Hierarchie (v.a. Stärkedemonstration) und Sympathie, sowie Zufriedenheit müssen separat kodiert werden.

### a ist entspannt.

Entspantheit entspricht z.B. positiv konnotiert Wärme, Geborgenheit, einem Gefühl von Sicherheit u.s.w. aber auch negativ konnotiert Langeweile und Überdruß.

Ein entspannter Akteur kann nicht überfordert sein.

Entspantheit kann angenehm oder unangenehm sein.

Objekte können im Sinne der Bindungstheorie und des Zürcher Modells eine Quelle für Erregung/Aufregung oder für Entspannung/Sicherheit sein. Erregungsquellen können Gespanntheitsgefühle und Neugierde/Interesse (Erregungswunsch) oder aber ängstlicher Überforderung auslösen. Sicherheitsquellen können Entspanntheitsgefühle (Wärme und Geborgenheit) und Entspannungswünsche oder aber Langeweile und Überdruß auslösen.

Wünsche (entsprechend der Ist-Sollwert-Differenz für Entspanntheit und Gespanntheit) werden separat codiert als Erregungswunsch oder Sicherheitswunsch. Sie können auf Zufriedenheit oder auf einen gegenläufigen Wunsch nach Gespanntheit oder Entspanntheit verweisen:

1. Lustvolle Entspanntheit kann durch Entspannung, Zufriedenheit und gleichzeitigen Entspannungswunsch ausgedrückt werden.
2. Aversive Entspanntheit kann durch Langeweile ausgedrückt werden. Zu Überdruß vergleiche dort.

Entspanntheit und Gespanntheit implizieren keine weiteren Themen.

Die Abwesenheit von Gespanntheit muss separat codiert werden.

**a ist gelangweilt von b.**

Langeweile ist Sicherheitsaversion und impliziert, dass das Objekt nicht als Erregungsquelle wahrgenommen wird, aber ein Wunsch nach Gespanntheit besteht. Langeweile kann sich zu Überdruß auswachsen, wenn das Subjekt an seinen Erregungswünschen gehindert wird.

Widerstand sowie Coping müssen separat codiert werden. Bei aggressivem Coping gegen das als Barriere empfundene Objekt wird beispielsweise Sicherheitsaversion, Barriere und die aggressive Handlung (impl. Abgrenzung) codiert.

Frage: Wenn das Subjekt sich langweilt und aus Überdruß aggressiv gegen das langweilige Objekt vorgeht, dann strukturiert er das Langweilige plötzlich als Erregungsquelle und erregt sich an ihm?

Bitte codieren Sie in jedem Fall zusätzlich Entspanntheit und Entspannung, Sicherheitsquelle, Kenntnis und Zugehörigkeit.

Affiliation, Aggression, Angst/Mut, Barriere, Opposition und Konflikt, Abgrenzung, (Abwesenheit von) Selbstpflege, Antipathie müssen separat codiert werden.

**a ist gespannt.**

Gespanntheit entspricht z.B. positiv konnotiert anregender Exploration, Abenteuer u.s.w.; aber auch negativ konnotiert Überforderung oder Angst.

Ein gespannter Akteur kann nicht gelangweilt sein.

Gespanntheit kann angenehm oder unangenehm sein.

Objekte können im Sinne der Bindungstheorie und des Zürcher Modells eine Quelle für Erregung/Spannung oder für Entspannung/Sicherheit sein. Erregungsquellen können Erregungsgefühle und Neugierde/Interesse (Erregungswunsch) oder aber ängstlicher Überforderung auslösen. Sicherheitsquellen können Entspannungsgefühle (Wärme und Geborgenheit) und Entspan-

nungswünsche oder aber Langeweile und Überdruß auslösen.

Wünsche (entsprechend der Ist-Sollwert-Differenz für Entspannung und Gespanntheit) werden separat codiert als Erregungswunsch oder Sicherheitswunsch. Sie können auf Zufriedenheit oder auf einen gegenläufigen Wunsch nach Gespanntheit oder Entspannung verweisen:

1. Lustvolle Gespanntheit kann durch Gespanntheit, Zufriedenheit und gleichzeitigen Erregungswunsch ausgedrückt werden.
2. Aversive Gespanntheit kann durch Überforderung ausgedrückt werden. Zu Angst vergleiche dort.

Entspanntheit und Gespanntheit implizieren keine weiteren Themen.

Die Abwesenheit von Entspanntheit muss separat codiert werden.

**a ist überfordert von b.**

Überforderung ist Erregungsaversion und impliziert, dass das Objekt als Erregungsquelle wahrgenommen wird, aber ein Wunsch nach Entspannung besteht. Überforderung durch eine Sicherheitsquelle (z.B. Stress durch Overprotection) ist Überdruß, und im Kontext von Langeweile zu kodieren.

Überforderung ist mit Ängstlichkeit verbunden. Das Subjekt wünscht sich Distanz zur Erregungsquelle.

Wenn die Nähe einer Sicherheitsquelle gewünscht wird, um sich zu entspannen und Geborgenheit zu „tanken“, muss dies separat codiert werden.

Wenn die Distanzierung von der Erregungsquelle oder die Annäherung an eine Sicherheitsquelle von einer Barriere verhindert wird, muss dies (u. evtl. Coping) separat codiert werden.

Entrenzung, Abgrenzung, Hierarchie (v.a. Schwächedemonstration), Konflikt, Bewegungseinschränkung, Abhängigkeit, Selbständigkeit

**a ist Erregungsquelle für b.**

Das Objekt ist im Sinne der Bindungstheorie und des Zürcher Modells eine Quelle für Erregung/Aufregung. Das Objekt kann Gefühle von Neugierde/Interesse oder aber ängstlicher Überforderung auslösen.

Diese Gefühle (entsprechend der Sollwerte für Sicherheit und Erregung) werden separat codiert als Erregungswunsch oder Sicherheitswunsch.

Erregungsquelle impliziert keine weiteren Themen.

Warum das Objekt eine Erregungsquelle darstellt, sollte separat codiert werden (z.B. Fremdheit=Verneinte Kenntnis oder Konflikt).

**a ist Sicherheitsquelle für b.**

Das Objekt ist im Sinne der Bindungstheorie und des Zürcher Modells eine Quelle für Entspannung/Sicherheit. Das Objekt kann Gefühle von Wärme und Geborgenheit oder aber Langeweile und Überdruß auslösen.

Diese Gefühle (entsprechend der Sollwerte für Sicherheit und Erregung) werden separat codiert als Erregungswunsch oder Sicherheitswunsch.

Sicherheitsquelle impliziert außer Vertrauen keine weiteren Themen.

**a tröstet b in dessen Sinne.**

Trost ist tanken von Sicherheit, verbunden mit zärtlicher Interaktion und Fürsorge.

Die Gründe des Subjekts für seine prosoziale Handlung müssen separat kodiert werden.

Supplikatives Coping, Schwächedemonstration sowie Hierarchie des Objekts, Liebe, Aufnahme, Kontaktsuche müssen separat kodiert werden.

**a wünscht sich Entspannung bei b.**

Das Subjekt wünscht sich entspannende Aktivitäten oder das Auftanken von Sicherheit beim Objekt.

Das Objekt gegeben fungiert als gegenwärtig attraktive Sicherheitsquelle.

Erregungsappetenz und Sicherheitsappetenz sind Gegensätze, die aber (bezogen auf unterschiedliche Objekte) zugleich auftreten können.

Überforderung, supplikatives Coping muss ggf. separat kodiert werden.

Entspannung betont das beruhigende Auftanken von Sicherheit bei einer Sicherheitsquelle, Entspannungswunsch die mit Erregungsaversion und Sicherheitsappetenz verbundene Attraktivität der Sicherheitsquelle (evtl. noch vor der Konsumation).

Es wird nicht auf Erregung oder gar Überforderung geschlossen. Das muss separat kodiert werden.

Im Gegensatz dazu entspricht diesem Konzept im Erregungskontext der Erregungswunsch bei einer Erregungsquelle.

Entspannungswunsch kann auch beim Auftanken von Sicherheit bestehen.

Entspanntheit/Gespanntheit müssen darum separat kodiert werden.

Falls Subjekt und Objekt getrennt sind, muss dies separat kodiert werden.

Ebenso das Bedauern von Trennung.

(Un-)Zufriedenheit des Subjekts, Dominanz, der Wunsch nach Dominanz durch den Anderen, Schwächedemonstration, Überlegenheit, Kontakt müssen separat kodiert werden.

Wenn Entspanntheit gewünscht wird, ohne dass klar ist, bei wem sie gewünscht wird, kodieren Sie bitte: „a hätte gerne, dass a ist entspannt.“ Erwägen Sie, ob wirklich Entspanntheit oder nur die Abwesenheit von (Über-)Erregung gewünscht wird.

**a wünscht sich Erregung bei b.**

Erregungsappetenz ist der Wunsch nach erregenden Aktivitäten wie Exploration etc..

Das Objekt ist gegenwärtig attraktive und interessante Erregungsquelle.

Erregungsappetenz und Sicherheitsappetenz sind Gegensätze, die aber (bezogen auf unterschiedliche Objekte) zugleich auftreten können.

Langeweile/Überdruß muss ggf. separat kodiert werden.

Erregung betont die befriedigende Auseinandersetzung mit einer Erregungsquelle, Erregungswunsch ihre Attraktivität (evtl. noch vor einer Handlung).

Im Gegensatz dazu entspricht diesem Konzept im Sicherheitskontext der Entspannungswunsch bei einer Sicherheitsquelle.

Wenn Erregung gewünscht wird, ohne dass klar ist, bei wem sie gewünscht wird, kodieren Sie bitte: „a hätte gerne, dass a ist gespannt.“ Erwägen Sie, ob wirklich Erregung oder nur die Abwesenheit von Entspannung gewünscht wird.

(Un-)Zufriedenheit, Ohnmacht, Mut und Handlung, Coping, Selbstvertrauen müssen ggf. separat kodiert werden.

## D.19 T: Sympathie/Antipathie

### a haßt b.

Haß drückt den manifesten Wunsch danach aus, dass der Andere Schaden nehmen möge.

Dieser Wunsch wird nicht notwendig handlungsleitend.

Feindschaft fällt unter Haß.

Sympathie und Antipathie wurde in vier Konzepte aufgeteilt:

stark: Liebe und Haß

mild: Zuneigung und Ablehnung

Faktische Affiliation, Handlung, Angst/Mut, Kontakt, Befinden, Barriere, Konflikt und -gestimmtheit, Sicherheit/Erregung muss separat kodiert werden.

### a ist b zugeneigt.

Zuneigung drückt allgemeine Wohlgesinntheit aus, ohne notwendig den Wunsch nach Affiliation, Nähe und Zärtlichkeit.

Sympathie und Antipathie wurde in vier Konzepte

Affiliation, Angst/Mut, Kontakt, Prosozialität, Sicherheit/Erregung muss separat kodiert werden. Sympathie kann auch einen Konflikt beinhalten.

### a lehnt b ab.

Ablehnung drückt aus, dass das Subjekt das Objekt nicht mag, aber nicht notwendig den Wunsch danach empfindet, dieser möge Schaden nehmen.

Das Subjekt wünscht keinen Kontakt zum Objekt.

Sympathie und Antipathie wurde in vier Konzepte

Affiliation, Grenzen, Kontakt, Sicherheit/Erregung müssen separat kodiert werden.

### a liebt b.

Liebe drückt sehr starke Sympathie aus, die mit dem Wunsch nach Affiliation, Nähe und Zärtlichkeit verbunden ist. Das Subjekt fühlt sich zu dem Objekt gehörig.

Sympathie und Antipathie wurde in vier Konzepte

Kenntnis, Angst/Mut, Grenzen, Kontakt, Friedfertigkeit, Hierarchie, Sicherheit/Erregung muss separat kodiert werden.

### a nimmt b auf.

Aufnahme impliziert Zuneigung und Kontaktsuche des Objekts bei gleichzeitiger Kontaktgewährung und Zuneigung des Subjekts.

Angewiesenheit des Objekts auf die Prosoziale Handlung des Subjekts, Schwächedemonstration, Zugehörigkeit, Angst/Mut muss separat kodiert werden.

semantik: bis Eigenschaften (exklusiv) fertig

**a vertraut b.**

Das Subjekt ist dem Objekt zugeneigt und hält dieses für verlässlich und auch ihm zugeneigt.

Mißtrauen wird als verneintes Vertrauen kodiert.

**a verweigert supplikative Bitte von b.**

Eine zuvor vom Objekt geäußerte Bitte um prosozial dominante Hilfe wird zurückgewiesen.

**a weist b zurück.**

Zurückweisung meint Kontaktsuche des Objekts und Kontaktmeidung des Subjekts. Es herrscht Distanz zwischen Subjekt und Objekt.

Es wird Ablehnung des Objekts durch das Subjekt, sowie Zuneigung des Objekts zum Subjekt gefolgert.

## E Metaparameter zum Lernen der Netzwerke

### E.1 Metaparameter für $\mathcal{A}_{NUK}$

Für die Berechnung kamen folgende Fehlerterme zur Anwendung:

Name	Details	Gewicht
$P_{max}(K A = a)$	korrigiert an max. Wkeit	$\beta_{max}$
$P_{all}(K A = a)$	korrigiert an Erwartungswert	$\beta_{all}$
$P_{max}(K T = t, A = a)$	korrigiert an max. Wkeit	$\beta_{max}$
$P_{all}(K T = t, A = a)$	korrigiert an Erwartungswert	$\beta_{all}$
weight decay		$\alpha$
weight decay Aussagen		$\alpha_{Aussage}$
weight decay Bestimmtheit		$\alpha_{Bestimmtheit}$
Trigger-Prior		$\gamma$

Metaparameter	Wert
$\beta_{max}$	$\frac{175}{2}$
$\beta_{all}$	175
$\alpha$	$10^1$
$\alpha_{Aussage}$	$\alpha 10^{-6}$
$\alpha_{Bestimmtheit}$	$\alpha 10^{-11}$
$\gamma$	$10^{-3}$

## E.2 Metaparameter für $\mathfrak{A}_{HISK}$

Für die Berechnung kamen folgende Fehlerterme zur Anwendung:

Name	Details	Gewicht
$P_{max}(K A = a)$	korrigiert an max. Wkeit	$\beta_{max}$
$P_{all}(K A = a)$	korrigiert an Erwartungswert	$\beta_{all}$
$P_{max}(K T = t, A = a)$	korrigiert an max. Wkeit	$\beta_{max}$
$P_{all}(K T = t, A = a)$	korrigiert an Erwartungswert	$\beta_{all}$
weight decay		$\alpha$
weight decay Aussagen		$\alpha_{Aussage}$
weight decay Bestimmtheit		$\alpha_{Bestimmtheit}$
Trigger-Prior		$\gamma$
Schwerkraft		$\gamma'$
Löschen	Bestraft Bedeutung eines Triggers, wenn er nur selten vorkommt.	$\tau_l$
Widerspruch	Bestraft Bedeutung eines Triggers, wenn ein anderer seines Merkmals bei selber Schlußfolgerung vorkommt	$\tau_w$
HISK	Lerne bekannte HISK-Typen	1

Metaparameter	Wert
$\beta_{max}$	$10^{-1}$
$\beta_{all}$	$5 \cdot 10^{-1}$
$\alpha$	$10^{-1}$
$\alpha_{Aussage}$	$\alpha \cdot 10^{-6}$
$\alpha_{Bestimmtheit}$	$\alpha \cdot 10^{-11}$
$\gamma$	0
$\gamma'$	$10^{-5}$
$\tau_w$	$10^{-5}$
$\tau_l$	$2 \cdot 10^{-4}$

## Versionen

### Version 1.0: 1. Mai 2007

### Version 1.1: 7. Mai 2007

- Korrekturen der Abbildungen:  
Größen der Legenden/Axenbeschriftungen auf Seiten 30, 119, 120, 121, 123, 124, 125, 131
- Auf Seite 124 war fälschlich in Abbildung 39 links (HISK-I über ToM) nur ein Teil der Kinder dargestellt (Testmenge des NUK-A Algorithmus)

### Version 1.2: 23. Mai 2007

- Versionsbeschreibungen in Anhang
- Überarbeitung und Vervollständigung des Anhangs **B**, S. 145

### Version 1.3: 31. Januar 2008

- Lebenslauf
- Überarbeitung Layout für Veröffentlichung als elektronische Dissertation
- Ersetzen der pdf Vektorgrafiken durch png

## Literatur

- Bartsch, K. & Wellman, H. (1989, August). Young children's attribution of action to beliefs and desires. *Child Development*, 60(4), 946-964.
- Bischof, N. (1985). *Das Rätsel Ödipus*. München: Piper.
- Bischof, N. (1993). Untersuchungen zur Systemanalyse der sozialen Motivation i: Die Regulation der sozialen Distanz-von der Feldtheorie zur Systemtheorie. *Zeitschrift für Psychologie*, 201(1), 5-43.
- Bischof, N. (1998). *Im Kraftfeld der Mythen*. München: Piper.
- Bischoff-Brunner, R. (1995). *Die Auseinandersetzung mit der Zweigeschlechtlichkeit und ihre Auswirkungen auf die Eltern-Kind-Beziehung in der ödipalen Phase*. Unveröffentlichte Lizentiatsarbeit, Universität Zürich, Psychologisches Institut, Zürich.
- Bischof-Köhler, D. (2000). *Kinder auf Zeitreise. Theory of Mind, Zeitverständnis und Handlungsorganisation*. Bern: Huber.
- Boehm, B. (1981). *Software engineering economics*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Braun, H. (1997). *Neuronale Netze. Optimierung durch Lernen und Evolution*. Berlin: Springer.
- Bretherton, I. & Beeghly, M. (1989). Pretense: Acting 'as if'. In N. Hazen & J. Lockman (Hrsg.), *Action. in social context* (S. 239-271). New York: Plenum.
- Bretherton, I. & Munholland, K. A. (1999). Internal working models in attachment research: A construct revisited. In *Handbook of attachment: Theory, research and clinical applications* (S. 89-111). New York: Guilford Press.
- Bretherton, I., Ridgeway, D. & Cassidy, J. (1990). Assessing internal working models of the attachment relationship: An attachment story completion task for 3-year-olds. In M. Greenberg, D. Cicchetti & E. M. Cummings (Hrsg.), *Attachment in the preschool years: Theory, research, and intervention*. (S. 273-308). Chicago, IL, US: University of Chicago Press.
- Camaioni, L., Perucchini, P., Bellagamba, F. & Colonnaesi, C. (2004, Aug). The role of declarative pointing in developing a theory of mind. *Infancy*, 5(3), 291-308.
- Chandler, M., Fritz, A.-S. & Hala, S. (1989). Small-scale deceit: Deception as a marker of two-, three-, and four-year -olds' early theories of mind. *Child-Development*, Vol 60(6), 1263-1277.
- Chase, P.-H. (1960). A note on projection. *Psychological Bulletin*, 57, 289-290.

- Cole, K. & Mitchell, P. (2000, June). Siblings in the development of executive control and a theory of mind. *British Journal of Developmental Psychology*, 18(2), 279-295.
- Dornes, M. (2002). Der virtuelle Andere. *Forum der Psychoanalyse*, 18(4), 303-331.
- Exner, J. E. J. & Erdberg, P. (2005). *The rorschach: A comprehensive system* (3 Auflage). Hoboken, NJ, US: John Wiley and Sons, Inc.
- Flavell, J.-H. (1986, April). The development of children's knowledge about the appearance-reality distinction. *American Psychologist*, 41(4), 418-425.
- Flavell, J.-H., Everett, B.-A., Croft, K. & Flavell, E.-R. (1981, Jan). Young children's knowledge about visual perception: Further evidence for the level 1-level 2 distinction. *Developmental Psychology*, 17(1), 99-103.
- Fonagy, P. (1995, February). Playing with reality: The development of psychic reality and its malfunction in borderline personalities. *International Journal of Psycho Analysis*, 76(1), 39-44.
- Fonagy, P., Moran, G.-S. & Target, M. (1993, June). Aggression and the psychological self. *International Journal of Psycho Analysis*, 74(3), 471-485.
- Fonagy, P. & Target, M. (1996, April). Playing with reality: I. Theory of mind and the normal development of psychic reality. *International Journal of Psycho-Analysis*, 77(2), 217-233.
- Glatthaar, N. (1998). *Geschlechtsidentität, Theory of mind, Zeitverständnis und 'ödipale Phase.'* Unveröffentlichte Lizentiatsarbeit, Universität Zürich, Psychologisches Institut, Zürich.
- Gloger-Tippelt, G. (1999, Feb). Transmission von bindung bei muttern und ihren kindern im vorschulalter / transmission of attachment in mothers and their preschool-aged children. *Praxis-der-Kinderpsychologie-und-Kinderpsychiatrie*, 48(2), 113-128.
- Gloger-Tippelt, G., Gomille, B., Koenig, L. & Vetter, J. (2002, Dec). Attachment representations in 6-year-olds: Related longitudinally to the quality of attachment in infancy and mothers' attachment representations. *Attachment-and-Human-Development*, 4(3), 318-339.
- Gomille, B. & Gloger-Tippelt, G. (1999, Feb). Transgenerationale vermittlung von bindung: Zusammenhänge zwischen den mentalen bindungsmodellen von muttern, den bindungsmustern ihrer kleinkinder sowie erlebens- und verhaltensweisen der mutter beim ubergang zur elternschaft. *Praxis-der-Kinderpsychologie-und-Kinderpsychiatrie*, 48(2), 101-112.

- Gopnik, A. & Slaughter, V. (1991, February). Young children's understanding of changes in their mental states. *Child Development*, 62(1), 98-110.
- Grossmann, K. E. (1999). Old and new internal working models of attachment: The organisation of feelings and language. *Attachment & Human Development*, 1(3), 253-269.
- Görz, G. (1993). *Einführung in die künstliche Intelligenz*. Bonn u.a.: Addison-Wesley.
- Hand, Mannila & Smyth. (2001). *Principles of data mining*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Heckhausen, H. (1960). Die Problematik des Projektionsbegriffs und die Grundlagen und Grundannahmen des thematischen Auffassungstests. *Psychologische Beiträge*, 5, 53-80.
- Kamp & Reyle. (1993). *From discourse to logic. Introduction to modeltheoretic semantics of natural language, formal logic and discourse representation theory*. Dordrecht u.a.: Kluwer Acad. Publ.
- Kappler, G. (2004). *Algorithmisierung der intuitiven Auswertung eines projektiven Testverfahrens durch computergestützte Methoden*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Ludwig-Maximilians-Universität. Department Psychologie, München.
- Khinchin, A. I. (1957). *Mathematical foundations of information theory*. New York: Dover Publications, Inc.
- Krahl, Windheuser & Zick. (1998). *Data Mining. Einsatz in der Praxis*. Bonn u.a.: Addison-Wesley.
- Kullback, S. & Leibler, R. A. (1951). On information and sufficiency. *Annals of Mathematical Statistics*, 22, 79-86.
- Künzler, V. (1997). *Die Entwicklung der Beziehung zwischen Kind und Eltern während der ödipalen Phase und ihre kognitiven Parallelen*. Unveröffentlichte Lizentiatsarbeit, Universität Zürich, Psychologisches Institut, Zürich.
- MacKay, D. J. C. (2003). *Information theory, inference, and learning algorithms*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mangstl, A. (2002). Unveröffentlichte Diplomarbeit, Ludwigs-Maximilian-Universität München, München.
- Murstein, B.-I. (1961). Comment on 'a note on projection.'. *Psychological Bulletin*, 58, 87-88.
- Murstein, B.-I. & Pryer, R.-S. (1959, September). The concept of projection: A review. *Psychological Bulletin*, 56, 353-374.
- Nelson, K. (1999). Event representations, narrative development and internal

- working models. *Attachment & Human Development*, 1(3), 239-252.
- Perner, J. & Lang, B. (2000). Theory of mind and executive function: is there a developmental relationship? In S. Baron-Cohen, H. Tager-Flusberg & D. Cohen (Hrsg.), *Understanding other minds: Perspectives from developmental cognitive neuroscience* (2. Auflage, S. 150-181). Oxford: Oxford University Press.
- Perner, J., Leekam, S.-R. & Wimmer, H. (1987, June). Three-year-olds' difficulty with false belief: The case for a conceptual deficit. *British Journal of Developmental Psychology*, 5(2), 125-137.
- Perner, J. & Ruffman, T. (1995). Episodic memory an autoegetic consciousness: Developmental evidence and a theory of childhood amnesia. *Journal-of-Experimental-Child-Psychology*, 59(3), 516-548.
- Riedmiller, M. & Braun, H. (1993). A direct adaptive method for faster backpropagation learning: the rprop algorithm. In H. Ruspini (Hrsg.), *Proceedings of the IEEE International Conference on Neural Networks (ICNN)* (S. 586-591). San Francisco.
- Rochat, P. & Striano, T. (1999). Social-cognitive development in the first year. In P. Rochat (Hrsg.), *Early social cognition* (S. 3-34). Hillsdale: Erlbaum.
- Rojas, R. (1993). *Theorie der neuronalen Netze. Eine systematische Einführung*. Berlin: Springer.
- Russell, J. (1997). How executive disorders can bring about an inadequate 'theory of mind'. In J. Russell (Hrsg.), *Autism as an executive disorder*. (S. 256-304). London: Oxford University Press.
- Schubert, J. (in Vorbereitung). Unveröffentlichte Diplomarbeit, Ludwigs-Maximilian-Universität München, München.
- Seel, N. (2002). *Handlungsorganisation im Wandel. Wie Theory of mind und Zeitverständnis Drei- bis Sechsjährige zu Planern und Managern macht*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Ludwigs-Maximilian-Universität München, Institut für Psychologie, München.
- Seiler, M. (1997). *Projektive Untersuchung der ödipalen Phase*. Unveröffentlichte Lizentiatsarbeit, Universität Zürich, Psychologisches Institut, Zürich.
- Stukenkemper, J. (2003). *Manual für ein computergestütztes Codierungs- und Auswerteverfahren eines projektiven Testverfahrens für Kinder im Vorschulalter*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Ludwigs-Maximilian-Universität München, München.
- Sullivan, K. & Winner, E. (1993, October). Three-year-olds' understanding of mental states: The influence of trickery. *Journal of Experimental*

- Child Psychology*, 56(2), 135-148.
- Target, M. & Fonagy, P. (1996, June). Playing with reality: II. The development of psychic reality from a theoretical perspective. *International Journal of Psycho-Analysis*, 77(3), 459-479.
- Verschueren, K., Marcoen, A. & Schoefs, V. (1996). The internal working model of the self, attachment, and competence in five-year-olds. *Child Development*, 67, 2493-2511.
- Wimmer, H. & Perner, J. (1983, Jan). Beliefs about beliefs: Representation and constraining function of wrong beliefs in young children's understanding of deception. *Cognition*, 13(1), 103-128.
- Zmyj, N. (2005). *Geschlechtsidentität, Theory of Mind und Zeitverständnis. Kognitiver Strukturwandel zwischen dem vierten und sechsten Lebensjahr*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Ludwigs-Maximilian-Universität München, Institut für Psychologie, München.

## Danksagung

Zum Gelingen dieser Arbeit haben viele Personen wesentlich beigetragen. Ich möchte mich an erster Stelle bei meinem Doktorvater Norbert Bischof und Frau Doris Bischof-Köhler bedanken. Besonders geschätzt habe ich beim Verfassen dieser Dissertationsschrift und bei der gemeinsamen Forschungsarbeit, dass mir bei meinen Entscheidungen einerseits sehr viel Vertrauen entgegengebracht wurde, so dass ich meinen eigenen Weg bei der Lösung der in der Arbeit beschriebenen Probleme gehen konnte; und dass ich mich andererseits stets mit fundierter Kritik konfrontiert sah, wenn ich mich in den Verästelungen des Problems zu verirren und mich zu sehr vom „direkten und einfachen“ Lösungsweg zu entfernen begann. Ich schätze mich sehr glücklich, dass meiner Dissertation diese vorzügliche Betreuung zuteil wurde.

Weiter möchte ich Gabriele Wacker für Ihre Mitarbeit bei der Erstellung der psychologischen Konzepte des Expertensystems danken. Ohne die intensiven und langen Diskussionen um psychologische Begriffe und passende Bezeichner wäre es mir nicht möglich gewesen, das Implikationssystem so fein auszutariieren. Darüber hinaus waren unsere Debatten eine Erfahrung, welche ich nicht missen möchte.

Für die fruchtbare und auch persönlich bereichernde Zusammenarbeit im Rahmen der Forschungsprojekte um Norbert Bischof und Doris Bischof-Köhler möchte ich Jörg Stukenkemper, Annette Mangstl, Nadja Seel, Norbert Zmyj, Eva-Maria Groh, Ingrid von Koppenfels und Johanna Schubert danken.

Entscheidenden Dank möchte ich abschließend Bettina Lang und Thomas Dohrn für Ihre Unterstützung während der letzten Jahre aussprechen.

Gregor Kappler  
München, Mai 2007

## Lebenslauf

### Gregor Kappler

Geboren am 09. Juli 1975 in Augsburg

mail: [g.kappler@gmx.net](mailto:g.kappler@gmx.net)

- |         |  |
|---------|--|
| 86 – 95 | Abitur am Gymnasium Donauwörth   |
| 95 – 96 | Zivildienst  |
| 96      | Aufnahme in die Studienstiftung des deutschen Volkes   |
| 96 – 97 | Studium der Physik an der Technischen Universität München  |
| 97 – 03 | Diplom der Psychologie an der Ludwig-Maximilians-Universität München   |
| 03 – 07 | Promotion zum Dr. phil. im Hauptfach Psychologie, Nebenfach Mathematik bei Prof. Norbert Bischof an der Ludwig-Maximilians-Universität München |