Psychologisches Institut · Albert-Ludwigs-Universität · Freiburg im Breisgau

Der Suppression Effect

und die Modulation logischer Schlußfolgerungsprozesse durch inhaltliches Wissen

Diplomarbeit

April 1998

Wissenschaftliche Betreuung:
Dr. Sieghard Beller
Prof. Dr. Hans Spada

Vorgelegt von
Hansjörg Neth
Richard-Wagner-Str. 32
79 104 Freiburg

Inhaltsverzeichnis

Prolog **1**

1 Einführung **3**

2 Logische Grundlagen **7**

2.1 Form und Inhalt 8
2.2 Formale Logik 8

3 Psycho-Logik **13**

3.1 Die Häufigkeit konditionaler Schlüsse 14
3.2 Theorien schlußfolgernden Denkens 17
3.3 Die zwei Gesichter des *Suppression Effect* 20
3.3.1 Die Verhinderung von Fehlschlüssen 20
3.3.2 Die Verhinderung gültiger Schlüsse 22
3.4 Viel Lärm um wenig — die Debatte um den *Suppression Effect* 24
3.4.1 Ein Vermittlungsvorschlag 24
3.4.2 Bezweifelte Prämissen und zweifelhafte Argumente 25
3.5 Zwischenbilanz 27
3.5.1 Die Anrufung großer Wörter 28
3.5.2 Einhellige Ratlosigkeit 30
3.6 Wissensbasierte Erleichterungs- und Verhinderungseffekte 31
3.6.1 Vom Singular zum Plural 31
3.6.2 Eigenschaften inhaltlichen Wissens 32

4 Die Logik von Form, Inhalt und Kontext **35**

4.1 Ein allgemeines Erklärungsprinzip für Inhaltseffekte 36
4.1.1 Implizite Prämissen und fehlinterpretierte Fehlschlüsse 36
4.1.2 Die Zähmung der Interpretation 38
4.2 Eine Logik des Inhalts 41
4.2.1 Konzeptualisierung des Wissens über Bedingungen und Folgen . . . 41
4.2.2 Formalisierung inhaltlicher Bedingungstypen 43
4.2.3 Zwei formale Vorhersagemodelle 44
4.3 Kontextintegration als Wissensrepräsentation 46

5 Experimentelle Studien **51**
5.1 Die Grundlagen der Experimente 51
5.1.1 Untersuchte Einflußfaktoren 52
5.1.2 Itemgrundlage 53
5.1.3 Aufgabenstellungen 53
5.1.4 Versuchspersonen 55
5.2 Experiment 1: Bewertung inhaltlicher Zusammenhänge 56
5.2.1 Zielsetzung und Hypothesen 56
5.2.2 Materialien 56
5.2.3 Durchführung 58
5.2.4 Ergebnisse 59
5.3 Experiment 2: Konditionale Syllogismen 61
5.3.1 Zielsetzung und Hypothesen 61
5.3.2 Materialien 63
5.3.3 Durchführung 64
5.3.4 Ergebnisse 65
5.4 Experiment 3: Die Wahl konditionaler Formulierungen 75
5.4.1 Zielsetzung und Hypothesen 76
5.4.2 Materialien 77
5.4.3 Durchführung 79
5.4.4 Ergebnisse 79
5.5 Zusammenfassende Diskussion 81

6 Konklusion **83**
6.1 Die Stärken des wissensbasierten Ansatzes 84
6.2 Grenzen 86
6.3 Schlußbetrachtung 86

Literaturverzeichnis **89**

Anhang **95**

A Notationale Konventionen **97**

B Experimentelle Materialien **99**
B.1 Itembausteine 99
B.2 Materialien zu Experiment 1 107
B.3 Materialien zu Experiment 2 111
B.4 Materialien zu Experiment 3 114

C Empirische Daten **119**
C.1 Experiment 1: Bewertung inhaltlicher Zusammenhänge 119
C.2 Experiment 2: Konditionale Syllogismen 121

D Quellennachweise der Motti **123**

Prolog

Ein kleines Mädchen streift durch einen verwilderten Pinienhain. Es dämmert bereits, die Zikaden zirpen. Auf einem Marmorblock sitzt ein alter Mann.

Das Mädchen: Guten Abend, alter Mann. Abend für Abend sehe ich dich hier auf diesem Marmorblock sitzen, und es scheint, als würdest du warten. Was machst du noch hier draußen? Die Akademie ist doch längst geschlossen.
Der Mann: Das ist richtig. Ich sitze hier und warte auf meinen ehemaligen Schüler.
Das Mädchen: Hat er denn nicht gesagt, wann er kommt?
Der Mann: Nein, schon seit Jahren habe ich nichts von ihm gehört. Seit er in Makedonien den kleinen Alexander unterrichtet, hat er seinen alten Lehrer nicht mehr besucht.
Das Mädchen: Aber woher weißt du denn dann, daß er heute noch kommt?
Der Mann: Ich weiß nicht, ob er heute noch kommt. Aber weil ich weise bin, weiß ich, daß ich das auch gar nicht wissen kann.
Das Mädchen: Das verstehe ich nicht. Wieso wartest du zu so später Stunde vor deiner Akademie auf jemanden, der nach deinen eigenen Worten nicht in Athen ist?
Der Mann: Ich möchte versuchen, es dir zu erklären: Mein Schüler selbst hat in seiner Schrift „Organon" dargelegt, nach welchen Regeln man von wahren Sätzen auf andere Wahrheiten schließen kann. Und weil mein Schüler seinen alten Lehrer tief verehrt, weiß ich, daß der Satz „Wenn er in Athen ist, dann kommt er in die Akademie" wahr ist.
Das Mädchen: Aber sagtest du nicht, daß er in Makedonien ist? Dann ist er doch nicht hier in Athen!
Der Mann: Das stimmt. Aber um diesen Schluß logisch zu begründen, mußt du hinzufügen, daß auch der Satz „Wer in Makedonien ist, ist nicht zugleich in Athen" wahr ist.
Das Mädchen: Einverstanden. Aber wenn es wahr ist, daß er nicht in Athen ist, warum wartest du dann hier auf ihn? Wenn er nicht in Athen ist, dann kommt er doch auch nicht hier her in die Akademie!
Der Mann: Siehst du, genau hier liegt das Problem: Nun hast du doch falsch gefolgert. Ich weiß, daß die Sätze „Wenn er in Athen ist, dann kommt er in die Akademie" und „Er ist nicht in Athen" beide wahr sind. Doch es wäre ein schlimmer Fehlschluß, aus diesen beiden Sätzen zu folgern, daß er nicht in die Akademie kommt.
Das Mädchen: Du glaubst also wirklich, daß er kommt, obwohl er nicht in Athen ist?

Der Mann: Aber nein. Auch das darf ich nicht folgern. Ich weiß lediglich, daß ich nicht wissen kann, ob er kommt oder nicht. Also warte ich hier für den Fall, daß er kommt.
Das Mädchen: Hm, das ist seltsam. Dann besteht deine Weisheit wohl darin, vieles nicht zu wissen.
Der Mann: Ich weiß nicht.

1 Einführung

If it was so, it might be;
and if it were so, it would be;
but as it isn't, it ain't.
That's logic.

LEWIS CARROLL

Zu einer Nacherzählung des vorangestellten Dialogs aufgefordert, würde ein Kind vielleicht beginnen: „Ein alter Mann zeigt einem kleinen Mädchen, daß es falsch denkt“ oder „Ein Mann tut und sagt Dinge, die ein Kind nicht versteht.“

Aber nur wenige erwachsene Leserinnen und Leser würden sich auf diese Angaben beschränken. Ihre Zusammenfassungen könnten etwa lauten: „Ein etwas verwirrter Philosoph belehrt ein Kind über logisches Schließen,“ „Die Szene karikiert das weltfremde Denken antiker Philosophen“ oder vielleicht sogar: „Platon sitzt vor seiner Akademie und wartet auf Aristoteles.“

Interessant an den beiden letztgenannten Umschreibungen ist, daß in dem einleitenden Dialog weder von einer bestimmten zeitlichen Epoche die Rede war, noch der Name des alten Mannes genannt wurde. Die Tatsache, daß manche Personen die Szene dennoch mit bestimmten Philosophen der griechischen Antike in Verbindung bringen, deutet darauf hin, daß an diesen Stellen Schlußfolgerungsprozesse stattgefunden haben.

Aber auf welcher Basis sind derartige Schlüsse möglich? Und folgt aus dem Umstand, daß Kinder in der Regel nicht sofort sagen: „Ah, da wartet wohl der greise Platon vergeblich auf Aristoteles“, daß sie nicht denken können? Eine viel naheliegendere Ursache für die unterschiedlichen Inhaltsangaben ist das inhaltliche Wissen, das Erwachsenen und Kindern zur Verfügung steht. Wer nicht weiß, daß Aristoteles der Schüler von Platon und Lehrer von Alexander dem Großen war, kann von den Hinweisen des Dialogs auch nicht auf die Namen der Personen schließen. Und wer geglaubt haben mag, daß der Lehrer von Aristoteles in Wirklichkeit „Sokrates“ hieß, den könnten dieselben Schlüsse zu einem anderen Ergebnis geführt haben.

Die Frage nach dem Verhältnis von Wissen und Denken hat bis heute nichts an Aktualität eingebüßt. Der entscheidende Gedanke des Aristoteles, von der die Entwicklung der Logik ihren Ausgang genommen hat, bestand in der Abstraktion vom Inhalt sprachlicher Aussagen: Manche Argumente sind allein aufgrund ihrer Form gültig. Eine Vielzahl experimentalpsychologischer Befunde hat jedoch immer wieder gezeigt, daß die von Menschen tatsächlich gezogenen Schlüsse sehr stark vom Inhalt der ihnen zugrundeliegenden Aussagen beeinflußt werden. Während seit langem bekannt ist, daß inhaltliches Wissen die Anzahl logisch korrekter Antworten erhöhen kann (*Erleichterungseffekte*), werden seit etwa zehn Jahren verstärkt Befunde diskutiert, in denen inhaltliche Zusatzinformationen logisch korrekte Schlüsse zu verhindern scheinen (*Verhinderungseffekte* bzw. *suppression effect* nach Byrne, 1989). Anstatt sich nur nach der äußeren Form einer Aussage zu richten, beziehen Menschen ihr Wissen über die zum Ausdruck gebrachten Sachverhalte mit ein, wägen den Wahrheitsgehalt einer Prämisse ab und mißtrauen logischen Konklusionen, die sie für unglaubwürdig halten.

Bedeutet dies, daß Menschen nicht formal, sondern eher inhaltlich denken? Oder folgt daraus gar, daß sie ohne eine mühsame Auseinandersetzung mit dem abstrakten Regelwerk gültigen Schließens gar nicht logisch denken können?

Hier werden diese Fragen nicht beantwortet. Das Ziel dieser Arbeit ist es stattdessen, die Fragen zu hinterfragen und einen theoretischen Rahmen zu skizzieren, der es erlaubt, die Frage nach der Inhaltsabhängigkeit logischen Denkens anders zu stellen. Dabei wird insbesondere auf die zentrale Bedeutung inhaltlichen Wissens für menschliche Schlußfolgerungsprozesse hingewiesen. Während sich einer nur oberflächlichen Betrachtung, die ausschließlich die Form sprachlicher Aussagen berücksichtigt, ein scheinbar unsystematisches Muster von Erleichterungs- und Verhinderungseffekten bietet, lassen sich dieselben Phänomene im Rahmen einer theoretischen Analyse, die auch die inhaltliche Dimension der thematisierten Sachverhalte mit einbezieht, systematisch ordnen und erklären.

Spezifiziert man das inhaltlich relevante Hintergrundwissen der Versuchspersonen und berücksichtigt das Zusammenspiel formaler und inhaltlicher Faktoren bereits bei der Konzeption experimenteller Studien, so läßt sich eine Vielfalt an wissensbasierten Erleichterungs- und Verhinderungseffekten präzise vorhersagen.

Der weitere Verlauf der vorliegenden Arbeit gliedert sich in folgende Kapitel:

Kapitel 2 enthält formallogische Grundlagen und führt eine Reihe von Begriffen ein, die in den sich anschließenden Kapiteln vorausgesetzt werden.

Kapitel 3 bietet eine Übersicht über einige zentrale Befunde und theoretische Erklärungsansätze zum schlußfolgernden Denken. Eine zentrale Stellung nimmt dabei die Debatte um den *suppression effect* nach Byrne (1989) und die durch ihn ausgelöste Kontroverse zwischen rivalisierenden Theorien schlußfolgernden Denkens ein.

Kapitel 4 bildet den theoretischen Angelpunkt dieser Arbeit. In ihm wird ein Instrumentarium entwickelt, mit dem sich das Zusammenspiel formaler und inhaltlicher Faktoren in abstrakter Weise beschreiben läßt. Unter der Annahme, daß die Interpretation umgangssprachlicher Konditionale durch die wahrgenommene Suffizienz und Notwendigkeit von Bedingungen beeinflußt wird, können die Schlüsse von Versuchspersonen nicht nur aufgrund der Form, sondern auch auf Basis des Inhalts konditionaler Aussagen vorhergesagt werden.

Kapitel 5 ist das umfangreichste Kapitel, da in ihm drei experimentelle Studien dargestellt werden, die jeweils unterschiedliche Aspekte des Umgangs mit konditionalen Sätzen beleuchten. Während Experiment 1 dazu dient, die Annahmen über das Hintergrundwissen der Versuchspersonen zu validieren, untersucht Experiment 2 die Schlußfolgerungen von Personen unter verschiedenen Inhalts- und Kontextbedingungen. Experiment 3 sucht die Frage zu beantworten, inwieweit Menschen in der Lage sind, ihr inhaltliches Wissen auf logisch angemessene Weise auszudrücken.

Das abschließende Kapitel 6 rekapituliert die Stärken und Schwächen der methodischen Vorgehensweise und zieht ein abschließendes Fazit zur Bedeutung des *suppression effect*.

2 Logische Grundlagen

Die Zeichen sind für das Denken von derselben Bedeutung wie für die Schiffahrt die Erfindung, den Wind zu gebrauchen, um gegen den Wind zu segeln.

GOTTLOB FREGE

Eine Arbeit zum schlußfolgernden Denken tut gut daran, sich zu Beginn ihrer eigenen Voraussetzungen zu versichern. In diesem Kapitel soll mit der Darstellung einiger Grundlagen der modernen Logik das begriffliche Fundament der empirischen Forschung zum schlußfolgernden Denken dargestellt werden. Allerdings soll dabei nur so viel an formallogischer Begrifflichkeit eingeführt werden, wie für das Verständnis der folgenden Kapitel notwendig ist.[1]

Die Bezüge des als *Thinking & Reasoning* bezeichneten Forschungsfeldes zur modernen Logik sind sehr vielfältig. Da logische Schlüsse einen seiner zentralen Untersuchungsgegenstände darstellen, entstammen nicht nur die verwendeten Begriffe, sondern auch die Aufgabenstellungen meist der Logik. Daher wird auch in dieser Arbeit immer wieder von „Prämissen", „Konklusionen" oder der „formalen Gültigkeit" eines „Arguments" die Rede sein. Um die logische Struktur von Argumenten übersichtlich darstellen zu können, wird außerdem auf eine bestimmte Art der Notation zurückgegriffen, die ebenfalls in diesem Kapitel eingeführt wird (vgl. auch Anhang A für eine Übersicht über die in dieser Arbeit verwendeten Symbole).

Darüber hinaus hat die in der Logik gebräuchliche Unterscheidung zwischen *Syntax* und *Semantik* auch psychologische Modellvorstellungen inspiriert, die im weiteren Verlauf dieser Arbeit von Bedeutung sein werden.

[1] Für eine umfassendere Einführung in die formale Logik siehe Barwise & Etchemendy (1992) oder Forbes (1994).

2.1 Form und Inhalt

Logische Untersuchungen müssen von Aussagen ausgehen, die in sprachlicher Gestalt vorliegen. An diesen Aussagen lassen sich Form und Inhalt unterscheiden.

Zeichen In aller Regel sind die Wörter und Sätze eines Textes nicht für sich allein von Interesse, sondern nur im Hinblick auf das, was sie *bezeichnen*. Das Wort „Tisch“ läßt sich als Zeichen auffassen, dessen Form durch eine bestimmte Abfolge von Buchstaben charakterisiert ist, der man allerdings nicht ansehen kann, daß man auf dem durch sie bezeichneten Gegenstand eine Kaffeetasse abstellen kann. Ein als Zeichen verwendetes Wort braucht zwar eine bestimmte Form, doch wenn Menschen es verwenden, gebrauchen sie es in der Regel als Vehikel, um einen bestimmten Inhalt zu vermitteln. Erst Form und Inhalt *gemeinsam* machen ein Zeichen aus. Wie das Wort „Bank“ als die Bezeichnung einer Sitzgelegenheit und eines Kreditinstituts zeigt, können Zeichen derselben Form unterschiedliche Inhalte haben. Umgekehrt beziehen sich „Tisch“ und “table” durch unterschiedliche Formen auf denselben Inhalt. Die Zuordnung von Form und Inhalt ist das Ergebnis sozialer Konventionen und wird als die *Semantik* des Zeichens bezeichnet.

Sätze Verbindet man Zeichen zu Sätzen, so tritt eine neue Qualität auf: Sätze können *wahr* ($\top$) oder *falsch* ($\bot$) sein. Während der Satz „Alle Schwäne sind weiß“ falsch ist, kann dem bloßen Zeichen „Schwan“ kein Wahrheitswert zugeordnet werden. Völlig unabhängig davon, ob die Wahr- oder Falschheit eines Satzes bekannt ist, geht die klassische formale Logik davon aus, daß jeder Aussagesatz entweder wahr oder falsch ist. So ist es beispielsweise gewiß, daß der Satz „Im Jahr 439 vor Christus hat es auf der Insel Pellworm mehr geregnet als im Jahr 438 vor Christus.“ wahr oder falsch ist, obwohl sein Wahrheitswert vermutlich niemandem bekannt ist.

Da auch in Bezug auf Sätze zwischen Form und Inhalt unterschieden werden kann, weisen auch sie eine *Semantik* auf. Die Sätze „Freiburg ist größer als Berlin“ und „Berlin ist kleiner als Freiburg“ haben offensichtlich eine unterschiedliche Form, aber den gleichen Inhalt. Die moderne Satzlogik, die hier vor allem betrachtet wird, versteht unter dem Inhalt eines Satzes seinen *Wahrheitswert*; daher haben diese beiden Sätze sogar den gleichen Inhalt wie der Satz „Alle Schwäne sind weiß“, nämlich den Wahrheitswert *falsch*.

Im Gegensatz zur Semantik eines Satzes regelt die *Syntax* ausschließlich die formale Gestalt von Sätzen und verbietet ungrammatikalische Wendungen wie etwa „als größer Freiburg ist Berlin“.

2.2 Formale Logik

Die formale Logik bietet eine Begrifflichkeit, mit der die Zusammenhänge zwischen Inhalt und Form von Aussagen beschrieben werden können.

Tabelle 2.1: Wahrheitsfunktionale Definition aussagenlogischer Junktoren.

		Negation	*Konjunktion*	*Disjunktion*	*Konditional*	*Äquivalenz*
p	q	$\neg p$	$p \wedge q$	$p \vee q$	$p \rightarrow q$	$p \leftrightarrow q$
$\top$	$\top$	$\bot$	$\top$	$\top$	$\top$	$\top$
$\top$	$\bot$	$\bot$	$\bot$	$\top$	$\bot$	$\bot$
$\bot$	$\top$	$\top$	$\bot$	$\top$	$\top$	$\bot$
$\bot$	$\bot$	$\top$	$\bot$	$\bot$	$\top$	$\top$

Historisches Der Beginn der modernen formalen Logik wird generell auf 1879, das Erscheinungsjahr von Gottlob Freges *Begriffsschrift*, datiert. Frege führte als erster einen kompletten logischen Kalkül ein, wie er auch heute noch im Prinzip unverändert als Prädikatenlogik in Gebrauch ist. Vor Freges Entwicklungen galt die von Aristoteles überlieferte Syllogistik gemeinhin als abgeschlossener Kanon logischen Wissens. Aristoteles' System beruhte auf logischen Beziehungen zwischen Begriffen. Eine andere antike Quelle, die stoische Logik, ging von logischen Beziehungen zwischen Aussagesätzen aus; dieser Ansatz war jedoch weitgehend in Vergessenheit geraten (Mates, 1961). Freges System läßt sich als Synthese dieser beiden Ansätze begreifen (Kneale & Kneale, 1962). Für die hier durchgeführten Untersuchungen ist vor allem der „stoische" Zweig der Logik relevant, die Aussagen- oder Satzlogik.

Komplexe Sätze Die moderne Aussagenlogik behandelt nicht nur einfache Sätze, sondern kombiniert auch mehrere Sätze durch sogenannte *Junktoren* zu komplexen Sätzen. Eine ihrer zentralen Annahmen ist die *Wahrheitsfunktionalität* von Junktoren. Diese besagt, daß der Wahrheitswert eines zusammengesetzten Satzes durch die Wahrheitswerte der in ihm enthaltenen Elementarsätze bestimmt werden kann.

Da unter dem Inhalt eines Satzes aussagenlogisch lediglich sein Wahrheitswert verstanden wird, läßt sich die Bedeutung eines wahrheitsfunktionalen Junktors durch eine Wahrheitswerttabelle bestimmen, die jeder Kombination von Wahrheitswerten der Elementarsätze einen bestimmten Wahrheitswert des komplexen Satzes zuordnet. Am Beispiel *Negation* bedeutet dies: Ist der elementare Satz p wahr, so ist der komplexe Satz $\neg p$ falsch; ist p hingegen falsch, so ist $\neg p$ wahr.[2]

Tabelle 2.1 zeigt die Wahrheitstafeln für die wichtigsten aussagenlogischen Junktoren, wobei diese mit Einschränkungen den umgangssprachlichen Begriffen „nicht", „und", „oder", „wenn, dann" und „genau dann, wenn" entsprechen.

Für die Psychologie des schlußfolgernden Denkens von besonderer Relevanz ist hierbei das *materiale Konditional*, kurz: *Konditional*, das auch im Mittelpunkt dieser Arbeit steht. Ist p beispielsweise der Satz „Sie hat eine Tochter" und q „Sie ist Mutter", so bezeichnet $p \rightarrow q$ das materiale Konditional „Wenn sie eine Tochter hat, dann ist sie Mutter", wobei

[2]Das Zeichen '$\neg$' bildet insofern einen Spezialfall, als es einen *einstelligen* Junktor symbolisiert.

der „Wenn-Teil“ p als *Antezedens* und der „Dann-Teil“ q als *Konsequens* bezeichnet wird.

Aus Tabelle 2.1 geht hervor, daß ein materiales Konditional $p \to q$ nur dann falsch ist, wenn das Antezedens p wahr, das Konsequens q aber falsch ist. Diese Definition läuft der umgangssprachlichen Wenn-dann-Beziehung von Aussagen allerdings gleich in mehreren Punkten zuwider. Beispielsweise ist ein Konditional mit falschem Antezedens oder wahrem Konsequens stets wahr. Obwohl die Sätze „Wenn der Papst Mohammedaner ist, dann gewinne ich im Lotto“ und „Wenn ich im Lotto gewinne, dann ist 2+2=4“ nach dieser Definition beide wahr sind, lohnt es sich wohl kaum, allein deswegen Lose zu kaufen. Die beiden letzten Beispiele veranschaulichen zudem, daß die Wahrheit eines materialen Konditionals *keinen inhaltlichen Zusammenhang* zwischen Antezedens und Konsequens erfordert.

Gültigkeit Bestimmte Schlüsse von einer Gruppe von als wahr vorausgesetzten Sätzen (den *Prämissen*) auf einen anderen Satz (die *Konklusion*) sind *wahrheitserhaltend*. Zum Beispiel läßt sich aus den beiden Prämissen „Wenn sie eine Tochter hat, dann ist sie Mutter“ und „Sie hat eine Tochter“ auf die Konklusion „Sie ist Mutter“ schließen. Wahrheitserhaltende Schlüsse dieser Art, deren Prämissen nicht wahr sein können, ohne daß auch die Konklusion wahr ist, bezeichnet man als *gültig*. Man spricht dann auch davon, daß die Konklusion aus den Prämissen *folgt* (symbolisiert durch '$\vdash$'). Das Konzept logischer Gültigkeit geht also von der Wahrheit der Prämissen aus und garantiert ausschließlich unter dieser Voraussetzung die Wahrheit der Konklusion. Ob die Prämissen *tatsächlich* wahr oder falsch sind, ist für die Gültigkeit eines Schlusses irrelevant.

Der Begriff der Gültigkeit muß stets durch Bezug auf einen logischen Kalkül relativiert werden. So ist etwa der Schluß von „Peter war krank“ auf „Peter wird krank gewesen sein“ weder aussagenlogisch noch prädikatenlogisch, jedoch zeitlogisch gültig. Ein zentrales Ziel der formalen Logik besteht darin, einen Kalkül bereitzustellen, dessen Gültigkeitsbegriff einen intuitiven Begriff von Gültigkeit möglichst perfekt nachbildet und der formalen Analyse zugänglich macht.

Korrektheit Da die Gültigkeit eines Schlusses nicht garantiert, daß seine Konklusion tatsächlich wahr ist, wird der Begriff der Gültigkeit meist durch den Begriff der *Korrektheit* ergänzt: Ein Schluß ist *korrekt*, wenn er *gültig* ist und außerdem *wahre Prämissen* hat. Ein korrekter Schluß garantiert also die Wahrheit der Konklusion, während ein gültiger Schluß bloß die Wahrheit der Prämissen zur Konklusion „transportiert“.

Konditionale Syllogismen Eine besonders prominente Stellung in der Psychologie schlußfolgernden Denkens nehmen die vier klassischen *Schlußfiguren* (*konditionale Syllogismen*) ein, die in der Tabelle 2.2 dargestellt sind. Das obige Beispiel eines gültigen Schlusses hatte die formale Struktur $p \to q, p \vdash q$ und wird laut Tabelle 2.2 als *Modus Ponens* (MP) bezeichnet. Aus der wahrheitsfunktionalen Definition des materialen Konditionals geht hervor, daß in allen Fällen, in denen die beiden Prämissen $p \to q$ und p wahr sind, die

Tabelle 2.2: Die vier auf Basis eines materialen Konditionals und einer elementaren Nebenprämisse möglichen Schlußfiguren. (Formallogisch ungültige Schlüsse sind durch * gekennzeichnet.)

Bezeichnung der Schlußfigur	*Haupt-prämisse*	*Neben-prämisse*	*Konklusion*
Modus Ponens (MP)	$p \rightarrow q$	p	q
Modus Tollens (MT)	$p \rightarrow q$	$\neg q$	$\neg p$
*Affirmation des Konsequens (AK)	$p \rightarrow q$	q	$*p$
*Negation des Antezedens (NA)	$p \rightarrow q$	$\neg p$	$*\neg q$

Konklusion q ebenfalls wahr ist, so daß es sich um einen gültigen Schluß handelt. In analoger Weise läßt sich zeigen, daß auch der *Modus Tollens* (MT) gültig ist, während es sowohl für die *Affirmation des Konsequens* (AK) als auch für die *Negation des Antezedens* (NA) einen Fall gibt, bei dem die Konklusion trotz wahrer Prämissen falsch ist.

Eine Kenntnis gültiger Schlußfiguren erlaubt es, aus für wahr gehaltenen Sätzen neue wahre Sätze *abzuleiten*. Eine solche Ableitung ist rein syntaktisch, denn sie berücksichtigt nicht die Semantik (den Wahrheitswert) der beteiligten Sätze.

Hinreichende und notwendige Bedingungen Am Beispiel des Modus Ponens kann man sich außerdem vergegenwärtigen, warum die Logik das Antezedens p eines Konditionals $p \rightarrow q$ als eine *hinreichende Bedingung* für das Konsequens q ansieht: Ein Vorliegen von p garantiert, daß auch q der Fall ist. Weniger einleuchtend ist es, das Konsequens q gleichzeitig als eine *notwendige Bedingung* für p zu begreifen. Doch dies läßt sich anhand des Modus Tollens zeigen: Wenn das Konsequens nicht der Fall ist ($\neg q$), ist auch das Antezedens nicht gegeben ($\neg p$). Dies bedeutet jedoch: *Nur wenn* q der Fall ist, gilt auch p. Da durch dieselbe Argumentation gezeigt werden kann, daß p nicht notwendig für q und q nicht hinreichend für p ist, läßt sich festhalten: Wenn $p \rightarrow q$ wahr ist, dann ist das Antezedens p eine logisch *hinreichende, nicht notwendige Bedingung* für das Konsequens q und q zugleich eine *notwendige, nicht hinreichende Bedingung* für p.

Zentralität des Konditionals Zwischen dem materialen Konditional und dem Begriff der logischen Gültigkeit besteht ein enger Zusammenhang: Da die obige Definition der Gültigkeit eines logischen Arguments selbst als Konditional formuliert war, kann jedes gültige Argument in ein wahres materiales Konditional umgeformt werden. Dabei bildet die Konjunktion der Prämissen das Antezedens und die Konklusion das Konsequens eines materialen Konditionals. Am Beispiel des Modus Ponens bedeutet dies: Daß aus den Prämissen $p \rightarrow q$ und p die Konklusion q folgt, macht das materiale Konditional $[(p \rightarrow q) \wedge p] \rightarrow q$ wahr.

Der enge Zusammenhang zwischen logischer Gültigkeit und materialem Konditional ist der tiefere Grund für die Prominenz der Phrase „Wenn…, dann…“ in der heutigen

Forschung zum schlußfolgernden Denken. Nicht zu Unrecht betonen Evans, Newstead & Byrne (1993): „The conditional construction *if...* *then...* seems to epitomise the very essence of reasoning." (S. 29).

3 Psycho-Logik

A conditional (...) is not a creature of constant hue, but chameleon like, takes on the color of its surroundings: its meaning is determined to some extent by the very propositions it connects...

P. C. WASON & P. N. JOHNSON-LAIRD

Kaum eine andere sprachliche Konstruktion hat so sehr die Aufmerksamkeit der empirischen Forschung erregt wie die konditionale Wendung „Wenn p, dann q." Bereits 1928 unternahm Wilkins den Versuch, die Frage nach dem Verhältnis von Logik und Denken durch eine experimentelle Vorgehensweise zu lösen: Versuchspersonen bekamen unter Laborbedingungen eine Reihe von Aussagen präsentiert, die sie als wahre Prämissen voraussetzen sollten. Die Frage an sie lautete: Welcher von mehreren möglichen Sätzen folgt logisch aus den gegebenen Prämissen?

Doch obwohl inzwischen Hunderte von vergleichbaren Studien veröffentlicht wurden, hat weder die Methodik noch das Hauptergebnis von Wilkins (1928) an Aktualität eingebüßt: Noch immer werden Experimente mit konditionalen Syllogismen durchgeführt, und immer wieder wird betont, daß die Häufigkeit vieler Schlüsse wesentlich vom Inhalt der Prämissen abhängt. Insbesondere seit den bahnbrechenden Arbeiten Peter Wasons (1966, 1968) haben sich ganze Forschergenerationen der Untersuchung logischer Denkprozesse gewidmet. Die Fragestellungen haben sich inzwischen so weit verzweigt, daß jeder zusammenfassende Überblick nur fragmentarisch sein kann.

Um in der Vielfalt empirischer Phänomene nicht die Orientierung zu verlieren, ist es hilfreich, sich die drei Leitfragen zu vergegenwärtigen, die Evans (1991) für den gesamten Forschungsbereich *Thinking & Reasoning* formuliert hat:

- Die *Kompetenzfrage*:
  Durch welche Mechanismen ermitteln Personen die Lösung logischer Aufgaben?
- Die Frage nach der *logischen Voreingenommenheit* (*bias*):
  Welche Faktoren sind für systematische Fehler verantwortlich, und welche Rückschlüsse erlauben sie auf die Zielsetzung menschlicher Schlußfolgerungsprozesse?

- Die Frage nach *Inhaltseffekten*:
  Welche Merkmale des Inhalts und Kontexts beeinflussen die logische Korrektheit der Antworten, und was sagt dies über das Wesen menschlicher Denkvorgänge aus?

Im folgenden Kapitel soll vor allem der *Zusammenhang* dieser drei Fragen verdeutlicht werden. Da eine umfassende Übersicht in dem hier gegebenen Rahmen nicht möglich ist, konzentriert sich die Darstellung auf Studien, die sich des experimentellen Paradigmas *konditionaler Syllogismen* bedient haben.[1]

Ob überhaupt von einer logischen Kompetenz die Rede sein kann, soll in Abschnitt 3.1 anhand der Frage untersucht werden, zu welchem Anteil die Antworten von Versuchspersonen logisch korrekt sind. Im darauffolgenden Abschnitt 3.2 werden dann einige theoretische Ansätze skizziert, die sich sowohl die Erklärung logischer Kompetenz als auch der Fehlschlüsse zum Ziel gesetzt haben.

Erst vor diesem Hintergrund kann in Abschnitt 3.3 der in dieser Arbeit zentrale Befund des *suppression effect* (Byrne, 1989) vorgestellt werden. Da dieser Effekt eine wichtige Rolle in einer theoretischen Debatte spielt, die jedoch aus Sicht der hier vertretenen Position die eigentliche Bedeutung des Phänomens verfehlt, verlassen die beiden folgenden Abschnitte 3.4 und 3.5 das Feld der reinen Darstellung und haben eher argumentativen Charakter. Da sich dabei erweisen wird, daß inhaltliches Hintergrundwissen eine wichtige Rolle bei der Entstehung des Effektes spielt, werden im abschließenden Abschnitt 3.6 einige Ansätze diskutiert, die die Rolle des inhaltlichen Wissens bei der Interpretation konditionaler Aussagen thematisieren.

3.1 Die Häufigkeit konditionaler Schlüsse

Wie oft werden welche Schlüsse gezogen? Eine Vielzahl an Studien, die zur Beantwortung dieser Frage durchgeführt wurde, hat vor allem gezeigt, daß sie vermutlich falsch gestellt ist. Denn ob ein bestimmter Schluß gezogen wird oder nicht, hängt von zu vielen Faktoren ab, um durch die bloße Angabe von Häufigkeiten beziffert werden zu können.

Bereits die relativ globale Übersicht in Tabelle 3.1 vermittelt einen ersten Einblick in die eigentliche Komplexität der Fragestellung. Die neun darin enthaltenen Studien registrierten alle die Frequenz konditionaler Syllogismen und sind nach der Art des dabei verwendeten Aufgabenmaterials gegliedert. Als „abstrakt“ gelten dabei solche Aufgaben, die typischerweise Zusammenhänge zwischen Buchstaben und Zahlen oder Farben und Formen formulieren, zum Beispiel „Wenn der Buchstabe ein G ist, dann ist die Zahl eine 9.“ (Evans, 1977). Bei „konkreten“ Materialien beziehen sich die durch ein Konditional verbundenen Aussagen auf reale Sachverhalte (Gegenstände oder Personen), ohne daß zwischen diesen ein inhaltlicher Zusammenhang besteht. Die Inhalte der beiden Teilsätze p und q sind dann zwar *konkret*, aber ihre Beziehung zueinander ist *arbiträr*, beispielsweise „Wenn ein Fisch rot ist, dann ist er gestreift.“ (Marcus & Rips, 1979).

[1] Vergleiche Beller (1997) für eine metaanalytische Übersicht der Arbeiten zu Wasons *Wahlaufgabe* und Evans, Newstead & Byrne (1993) für Befunde auf Basis von *Wahrheitstafeln*.

Tabelle 3.1: Übersicht über die Häufigkeit konditionaler Syllogismen (in %) bei erwachsenen Versuchspersonen.

			Schlußfigur				
Material	*Studie*	*n*	MP	MT	AK	NA	*Logizität*
gemischt	Marcus & Rips (1979)[a]	78	99	58	29	26	**76**
	Evans (1977)	16	100	75	75	69	**58**
	Wildman & Fletcher (1977)[b]	39	95	62	36	51	**68**
abstrakt	Evans & Beck (1981)	16	91	50	53	68	**55**
	Kern, Mirels & Hinshaw (1983)	36	89	41	27	28	**69**
	Rumain, Connell & Braine (1983)[b]	24	98	81	54	48	**69**
	gewichtetes Mittel	$\sum n$=131	94	60	44	48	**66**
	Taplin (1971)	56	92	63	57	52	**62**
	Kern, Mirels & Hinshaw (1983)	36	100	69	28	17	**81**
konkret	Rumain, Connell & Braine (1983)[b]	24	100	63	65	73	**56**
	Markovits (1988)	76	100	59	42	52	**66**
	Byrne (1989)[a]	24	89	78	52	45	**67**
	gewichtetes Mittel	$\sum n$=216	97	64	47	48	**67**
gewichtetes Gesamtmittel (N=425)			**96**	**62**	**43**	**44**	68
Standardabweichung:			4.2	9.6	13.7	16.2	**7.1**

[a] Die angegebenen Schlußhäufigkeiten entsprechen Mittelwerten von drei Experimenten.

[b] Kontrollgruppen erwachsener Versuchspersonen bei entwicklungspsychologischen Studien.

Aus der letzten Spalte von Tabelle 3.1 wird deutlich, daß man die Frage nach der Logizität menschlichen Denkens scheinbar mit einem unbefriedigenden „Ja, aber“ beantworten muß: Der prozentuale Anteil logisch korrekter Antworten beträgt im Mittel nur 68 %.[2]

Ein genauerer Vergleich der Häufigkeit einzelner Schlußfiguren zeigt ein für fast alle Studien charakteristisches Muster: Die beiden formallogisch gültigen Schlüsse Modus Ponens (MP) und Modus Tollens (MT) werden in der Regel häufiger gezogen, als die Fehlschlüsse der Affirmation des Konsequens (AK) und der Negation des Antezedens (NA). Innerhalb der gültigen Schlüsse dominiert eindeutig der Modus Ponens, dessen Häufigkeit nie unter 89 % fällt, während der nicht weniger gültige Modus Tollens nur in durchschnittlich 62 % aller Fälle angewendet wird. Aus formallogischer Perspektive ist die Tatsache erstaunlich, daß auch die Fehlschlüsse in durchschnittlich über 40 % aller Fälle gezogen werden. Dies ist auch der Hauptgrund für die nicht gerade von einer perfekten Kompetenz zeugenden Logizitätswerte. Ein Blick auf die in der letzten Zeile angegebenen Standardabweichungen zeigt, daß sich die Variabilität der einzelnen Schlüsse gerade gegenläufig zu ihrer Häufigkeit verhält.

Eine mögliche Erklärung des hohen Anteils logischer Fehlschlüsse besteht darin, den Versuchspersonen wohlwollend eine *bikonditionale* Interpretation der konditionalen Prämis-

[2] Der angegebene Wert y wurde aus den relativen Häufigkeiten h der vier Schlußfiguren berechnet: $y = \frac{1}{4} \cdot [h(\mathrm{MP})+h(\mathrm{MT})+(1-h(\mathrm{AK}))+(1-h(\mathrm{NA}))]$. Die *Logizität* y bezeichnet also den Gesamtanteil der logisch korrekten Antworten.

se zu attribuieren. Zahlreiche Autoren (z.B. Marcus & Rips, 1979; Taplin, 1971) haben betont, daß sowohl abstraktes als auch konkret-arbiträres Aufgabenmaterial eine solche Interpretation zwar nicht nahelegt, aber immerhin erlaubt. Da das logische Bikonditional $p \leftrightarrow q$ sowohl das Konditional $p \rightarrow q$ als auch dessen *Replikation* $q \rightarrow p$ umfaßt, entsprächen die vermeintlichen Fehlschlüsse gerade den Schlüssen MP und MT auf Basis der Replikation. Doch dieser Versuch einer wahrheitsfunktionalen Reinterpretation der empirisch beobachteten Schlußhäufigkeiten mag zwar dem hohen Anteil an Fehlschlüssen Rechnung tragen, scheitert letztlich aber an der geringen Häufigkeit des Modus Tollens, der auch auf Basis eines Bikonditionals nichts an Gültigkeit einbüßt.

Auch Hinweise auf die Direktionalität des materialen Konditionals (d.h. die Unterscheidung zwischen den „Vorwärtsschlüssen“ MP und NA und den „Rückwärtsschlüssen“ MT und AK) oder die Negation der Nebenprämisse (im Falle von MT und NA) vermögen das typische Muster der beobachtbaren Schlußhäufigkeiten nicht zu erklären.[3]

Folgt daraus, daß das menschliche schlußfolgernde Denken nicht den Regeln der formalen Logik entspricht? Die Antwort auf diese Frage wird dadurch erschwert, daß eine Reihe scheinbar irrelevanter Aufgabenparameter den Anteil logisch korrekter Antworten entscheidend mitbestimmt.

Zum Teil bewirken leichte Variationen des Aufgabenformats bereits deutlich veränderte Ergebnisse. Taplin & Staudenmayer (1973; Experiment 2) fanden beispielsweise eine Dominanz bikonditionaler Schlußmuster, wenn den Versuchspersonen nur zwei Antwortalternativen (folgt/folgt nicht) zur Verfügung standen, während drei Optionen (immer wahr/manchmal wahr/nie wahr) den Anteil konditionaler Antworten erhöhte.

Die Unterteilung der Tabelle 3.1 in „abstrakte“ und „konkrete“ Aufgabenstellungen war durch die häufig geschilderte Beobachtung motiviert, daß auch die Art der verwendeten Materialien einen Einfluß auf die gezogenen Schlüsse ausübt. Während die gewichteten Mittelwerte der beiden Kategorien (66 % vs. 67 %) auf keine systematischen Trends hinweisen, zeigen sich in jenen Studien, die beide Typen von Materialien verglichen haben, zum Teil deutliche Unterschiede. Allerdings weisen diese nicht konstant in dieselbe Richtung: Während Kern, Mirels & Hinshaw (1983) eine höhere Anzahl logisch korrekter Antworten für konkretes Aufgabenmaterial registrierten (81 % vs. 69 %), fanden Rumain, Connell & Braine (1983) eine Überlegenheit abstrakter Aufgabenstellungen (69 % vs. 56 %).

Die Interpretation dieser widersprüchlichen Befunde wird dadurch erschwert, daß die Materialien der in Tabelle 3.1 eingehenden Studien noch immer sehr heterogen sind. Beispielsweise reicht das Spektrum der als „konkret“ eingestuften Aufgaben von Zusammenhängen zwischen Tierarten und Früchten (Rumain et al., 1983) bis zum handfesten Modell einer Murmelbahn (Markovits, 1988).

In einer vorsichtigen Interpretation dieser Befunde kann man also nur feststellen, *daß* die Antworten von Versuchspersonen nicht den Vorhersagen der formalen Logik entsprechen und daß Variationen der Aufgabenstellung und des Versuchsmaterials Auswirkungen

[3] Evans et al. (1993) bemerken, daß nur 50 % aller Versuchspersonen überhaupt ein wahrheitsfunktionales Antwortmuster aufweisen.

auf die gezogenen Schlüsse haben. *Wodurch* dies jedoch verursacht wird, ist noch völlig unklar.

3.2 Theorien schlußfolgernden Denkens

Würden die Antworten der Versuchspersonen perfekt den formallogischen Vorhersagen entsprechen, so wäre eine Erklärung dieses Verhaltens eine Leichtigkeit. Der Befund einer nur bedingt vorhandenen menschlichen Kompetenz zu logisch korrekten Schlüssen stellt die psychologische Theorienbildung jedoch vor eine zweifache Herausforderung: Neben den gültigen Schlüssen müssen auch die Fehlschlüsse erklärt werden.

Die Frage, welche mentalen Repräsentationen und Prozesse den im vorigen Abschnitt dargestellten Phänomenen zugrundeliegen, wird von unterschiedlichen Theorien sehr verschieden beantwortet. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen *inhaltsunspezifischen* und *inhaltsspezifischen* Ansätzen. Während erstere von einer generellen und abstrakten Kompetenz zum logischen Schlußfolgern ausgehen, setzen letztere erlernte und hochspezialisierte Schemata voraus.

Neben vielen Mikrotheorien mit zum Teil sehr eingeschränktem Geltungsbereich beanspruchen zwei inhaltsunspezifische Ansätze, den gesamten Bereich schlußfolgernden Denkens abzudecken.

Die Theorie der mentalen Beweise In expliziter Analogie zur Idee eines „Kalküls der natürlichen Deduktion“ nach Gentzen (1935) beschreiben die Vertreter dieser auch als „mentale Logik“ bezeichneten Position die Ableitung einer Konklusion als Konstruktion eines *mentalen Beweises*: Deduktives Denken erfolgt auf der Basis syntaktischer Schlußfolgerungsregeln (Braine, 1978; Braine & O'Brien, 1991; Rips, 1983, 1994).

Der gemeinsame Kern dieser in viele Einzeltheorien zersplitterten Position ist die Annahme eines Arsenals mentaler Schlußregeln, die es erlauben, aus einer mental repräsentierten Prämisse schrittweise eine Konklusion abzuleiten. Auch wenn verschiedene Autoren hinsichtlich der involvierten Prozesse und der konkreten Menge postulierter Regeln differieren, ist allen Regeltheorien gemeinsam, daß sie nur relativ elementare und wahrheitserhaltende Regeln annehmen.[4]

Unterschiedliche Lösungszeiten und Aufgabenschwierigkeiten werden im Rahmen dieses Ansatzes auf die Anzahl und Art der während einer Ableitung benötigten Inferenzregeln zurückgeführt. Da keine ungültigen Inferenzregeln postuliert werden, müssen Fehlschlüsse durch einen Mangel einer erforderlichen Schlußregel, einen gescheiterten Prozeß der Regelanwendung oder durch fehlinterpretierte Prämissen plausibel gemacht werden. Beispielsweise wird die im vorigen Abschnitt erwähnte Differenz in der beobachtbaren Häufigkeit von MP und MT auf das Fehlen einer elementaren Schlußregel für MT zurückgeführt, dessen Konklusion daher nur als indirekter Beweis abgeleitet werden kann.

[4]Für einen Vergleich verschiedener Regeltheorien vgl. Braine, Reiser & Rumain (1984), Rips (1994), sowie Braine et al. (1995).

Die Theorie der mentalen Modelle Die prominenteste Alternative zur Theorie der mentalen Logik wurde zunächst im Bereich des Schließens mit quantitativen Syllogismen entwickelt (Johnson-Laird, 1983) und nachträglich auf den gesamten Bereich schlußfolgernden Denkens ausgeweitet (Johnson-Laird & Byrne, 1991, 1993; Johnson-Laird, Byrne & Schaeken, 1992). In ähnlicher Weise, wie die Theorie der mentalen Logik Anleihen bei der Funktionsweise eines logischen Kalküls und bei der Beweistheorie macht, läßt sich die Theorie der mentalen Modelle von der mathematischen Modelltheorie inspirieren.

Um ausgehend von den Prämissen eines Arguments eine Konklusion zu erhalten, postuliert der Ansatz einen dreistufigen Prozeß:

1. *Modellkonstruktion*:
   Ein mentales Modell der gegebenen Informationen wird aufgebaut, das einem Ausschnitt aus der entsprechenden Wahrheitstabelle vergleichbar ist. Dieses repräsentiert einen Sachverhalt im Kurzzeitgedächtnis und ist "identical to the structures of the states of affairs, whether perceived or conceived, that the models represent." (Johnson-Laird, 1983, S. 419). In dieser Phase werden auch mehrere Prämissen in ein einziges, aber möglicherweise komplexes Modell integriert.
2. *Ableitung möglicher Konklusionen*:
   Wie an den Zeilen einer Wahrheitstafel wird anhand des konstruierten Modells eine mögliche Konklusion abgelesen. Allerdings ist zwischen implizit und explizit repräsentierten Informationen zu unterscheiden: Während die Konklusion mancher Inferenzen (wie etwa MP) direkt aus dem initialen Modell abgelesen werden kann, erfordern andere (MT) zuvor eine Explikation alternativ möglicher Modelle.
3. *Suche nach Gegenbeispielen*:
   Abschließend werden Gegenbeispiele in Form alternativer Modelle gesucht, die die abgelesene Konklusion widerlegen können. Wird kein solcher Fall gefunden, so wird die Konklusion als gültig akzeptiert.

Bei der Suche nach möglichen Konklusionen werden jene Modelle präferiert, die den Informationsgehalt der Prämissen bewahren. Fehlschlüsse erklären Johnson-Laird & Byrne (1991) durch die Anzahl und den Umfang der Modelle, die um die begrenzte Kapazität des Arbeitsgedächtnisses konkurrieren. Da nur eine begrenzte Anzahl unterschiedlicher Sachverhalte abgebildet werden kann, werden möglichst sparsame Modelle gebildet, die so viel Information wie möglich implizit lassen.

Während Vertreter einer mentalen Logik von einer syntaktischen Funktionsweise der von ihnen postulierten Schlußregeln ausgehen, betont die Theorie der mentalen Modelle häufig die besondere Nähe des eigenen Ansatzes zur Semantik:

> The model theory has the machinery to deal with meaning — it is a theory that depends on semantic procedures that construct models. (Byrne, 1991, S. 77)

Ein semantischer Ansatz — so suggerieren Johnson-Laird & Byrne (1991) — vermag die Inhalte der Prämissen besser zu integrieren, als ein bloß syntaktischer. Sucht man den Begriff der Semantik jedoch mit Inhalt zu füllen, so findet man darin allerdings nicht die Bezugnahme auf Inhalte, sondern auf die „Wahrheitswerte" der formalen Logik: "Syntax concerns form; semantics concerns truth" (Johnson-Laird, 1995, S. 116). Tatsächlich ist der in Kapitel 2 dargestellte Semantikbegriff der formalen Logik nicht „inhaltsnäher" als der Begriff einer syntaktischen Ableitung (Fetzer, 1993). Zudem stellt die Überprüfung eines Arguments mit mehr als zwei Prämissen anhand von Wahrheitstafeln eine sehr formale Angelegenheit dar.

Da die syntaktischen Schlußregeln logischer Kalküle in der Regel semantisch gerechtfertigt werden und Wahrheit und Ableitbarkeit in der Aussagenlogik gleichbedeutend sind, bleibt es unklar, welche Vorteile eine semantische Konzeption schlußfolgernden Denkens tatsächlich bietet.[5] In Bezug auf die Erklärung von Inhaltseffekten hat die Theorie der mentalen Modelle keinen priviligierten Status:[6]

> besides their name, models have no advantage over mental logic to explain the role of content in reasoning, in any of the relevant senses of "content" (Bonatti, 1994, S. 25)

Inhaltsspezifische Theorien Gingen die beiden skizzierten Theorien von der Existenz eines universellen „Multifunktionswerkzeugs" schlußfolgernden Denkens aus, so suchen inhaltsspezifische Theorien eher nach einer Reihe von „Präzisionswerkzeugen" mit jeweils eng umschriebenem Anwendungsbereich. Ansätze dieser Art betonen beispielsweise die Relevanz früherer Erfahrungen (Cox & Griggs 1982), evolutionärer Anpassungsmechanismen (Cosmides, 1989), pragmatischer Schemata (Cheng & Holyoak, 1985) oder unterschiedlicher Perspektiven (Gigerenzer & Hug, 1992). Da sie jedoch meist im Kontext der Wasonschen Wahlaufgabe entwickelt wurden, sind sie in dieser Arbeit nur insofern von Belang, als ihre Existenz gegenüber einer inhaltlichen Einseitigkeit des Aufgabenmaterials und möglichen experimentellen Störfaktoren sensibilisiert (vgl. Evans et al., 1993, für eine zusammenfassende Darstellung).

---

[5] Johnson-Laird & Byrne (1991) betonen zu Recht, daß Syntax und Semantik (bzw. Vollständigkeit und Beweisbarkeit) in vielen formalen Systemen divergieren. Im Gegensatz zur üblichen Prädikatenlogik sind etwa Logiken höherer Ordnung, die primitiv rekursive Arithmetik (PRA) und die Zermelo-Fraenkelsche Mengentheorie (ZF) vollständig, aber nicht beweisbar. Um diesen „Keil zwischen Syntax und Semantik" (S. 10f.) für sich in Anspruch zu nehmen, müßten die Autoren jedoch klären, welche Relevanz diese Systeme für die Theorie der mentalen Modelle haben.

[6] Zur Unschärfe des Semantikbegriffs vgl. Bundy (1993).

3.3 Die zwei Gesichter des Suppression Effect

In den vorangehenden Abschnitten 3.1 und 3.2 wurde dargestellt, daß Versuchspersonen häufig Fehler unterlaufen, wenn sie im Rahmen eines psychologischen Experiments mit konditionalen Syllogismen konfrontiert werden. Diese Fehler wiederum stellen eine Herausforderung für jene theoretischen Ansätze dar, die von einer generellen Kompetenz zu logisch gültigen Schlüssen ausgehen.

Vor diesem Hintergrund erst wird verständlich, warum ein experimentelles Paradigma, mit dem sich Fehlschlüsse scheinbar sowohl verhindern als auch fördern lassen, zu einem Angelpunkt der theoretischen Auseinandersetzung werden konnte.

3.3.1 Die Verhinderung von Fehlschlüssen

Die scheinbar naheliegendste Antwort der Theorie der mentalen Beweise auf die Frage nach der Genese von Fehlschlüssen wäre die Postulierung fehlerhafter Schlußregeln. Doch eine solche Annahme hätte weitreichende Konsequenzen für die logische Kompetenz des Menschen. Denn wenn Fehlschlüsse fest in der Architektur der menschlichen Kognition verankert wären, so wäre der Mensch auf fundamentale und unheilbare Weise unlogisch (vgl. Rips, 1994, S. 384f. und 394). Um dies nicht annehmen zu müssen, versuchen Regeltheoretiker (z.B. Braine & Rumain, 1981; Braine & O'Brien, 1991) die Fehlschlüsse als *nahegelegte Inferenzen* (*invited inferences*) nach Geis & Zwicky (1971) zu fassen.

Geis & Zwicky (1971) hatten betont, daß Personen natürlichsprachliche Äußerungen der Form $p \rightarrow q$ häufig durch $\neg p \rightarrow \neg q$ ergänzen, wodurch eine bikonditionale Interpretation resultiert. Zum Beispiel werde der Satz „Wenn du den Rasen mähst, dann gebe ich dir fünf Mark." so verstanden, daß der Sprecher damit zugleich zum Ausdruck bringt, die angesprochene Person bei ungemähtem Rasen auch nicht bezahlen zu wollen. Da auf Basis des Bikonditionals jedoch alle vier klassischen Schlußfiguren gültig sind, lassen sich scheinbare Fehlschlüsse durch die Anwendung gültiger Schlußregeln auf (mißverstandene) Prämissen erklären.

Die Theorie nahegelegter Inferenzen geht von einer generellen *Präferenz* der bikonditionalen Interpretation konditionaler Aussagen aus: "conditionals are understood to be perfected unless the hearer has reason to believe that the converse is false." (Geis & Zwicky, 1971, S. 565). Was aber passiert, wenn man Versuchspersonen konditionale Syllogismen auf Basis von $p \rightarrow q$ vorgibt, zugleich aber den begründeten Zweifel an der Gültigkeit der Replikation (*converse*) $q \rightarrow p$ in Personen nährt?

Rumain et al. (1983) untersuchten diese Frage, indem sie die von Geis & Zwicky (1971) postulierte Ergänzung eines Konditionals durch dessen Replikation experimentell blockierten. In einer *expliziten* Verhinderungsvariante bekamen Gruppen erwachsener und jugendlicher Versuchspersonen statt des Konditionals „Wenn die Unterseite [einer Karte] eine 3 zeigt, dann ist auf der Oberseite ein R." eine erweiterte Prämisse präsentiert, die alle drei möglichen Fälle enthält, für die das materiale Konditional $p \rightarrow q$ wahr ist: „Wenn

Tabelle 3.2: Beispielaufgabe zur Erzielung eines Erleichterungseffekts nach Rumain et al. (1983): Verhinderung von AK.

	natürlichsprachlich	*formal*
Prämissen:	Wenn sich in der Kiste ein Hund befindet, dann ist auch eine Orange darin.	$p \rightarrow q$
	Wenn sich in der Kiste ein Tiger befindet, dann ist auch eine Orange darin.	$p_{alt} \rightarrow q$
	In der Kiste ist eine Orange.	q
Frage:	Folgt daraus, daß sich in der Kiste ein Tiger befindet?	$\vdash p_{alt}$?

die Unterseite eine 3 zeigt, dann ist auf der Oberseite ein R. Aber wenn die Unterseite keine 3 zeigt, dann kann auf der Oberseite ein R oder ein anderer Buchstabe sein. Und wenn auf der Oberseite ein R ist, dann kann die Unterseite eine 3 oder eine andere Zahl zeigen.“ Eine zweite, *implizite* Blockierung der bikonditionalen Interpretation wurde durch eine Erweiterung des Versuchsmaterials um eine konditionale Zusatzprämisse $p_{alt} \rightarrow q$ bewirkt, die bei einem zu p alternativen Antezedens p_{alt} mit der ursprünglichen Prämisse das Konsequens q teilt (vgl. die in Tabelle 3.2 dargestellte Beispielaufgabe). Beide Versuchsbedingungen haben gemeinsam, daß sie die Asymmetrie des Konditionals $p \rightarrow q$ (gegenüber einer möglichen bikonditionalen Interpretation $p \leftrightarrow q$) hervorheben.

Das wesentliche Ergebnis dieser Studie bestand darin, daß beide Manipulationen trotz der erhöhten Komplexität der Aufgaben für alle Altersgruppen selektiv die Fehlschlüsse blockieren (um 40–50 % bei Erwachsenen, 30–60 % bei Jugendlichen und Kindern). Da dadurch der Gesamtanteil logisch korrekter Antworten steigt, kann man dies auch als *Erleichterungseffekt* bezeichnen. Rumain et al. (1983) schlossen daraus, daß bereits Siebenjährige *notwendige* Inferenzen (wie z.B. MP) von nur *nahegelegten* Inferenzen (wie z.B. AK) unterscheiden, wenn das experimentelle Material sie in der Erkenntnis unterstützt, daß q auch eintreten kann, ohne daß p der Fall ist.

Zahlreiche andere Studien fanden vergleichbare Erleichterungseffekte, wenn den Versuchspersonen Informationen über alternative Antezedentien bekannt sind. Pollard (1982) hält die Verfügbarkeit (*availability*) alternativer Bedingungen für einen zentralen Faktor, der für viele vermeintliche Inhaltseffekte verantwortlich sei. Auch Markovits (1984, 1985) kam zu dem Ergebnis, daß sich die Anzahl logisch korrekter Schlüsse durch zusätzliche Informationen erhöhen läßt. Die Zusatzinformation muß dabei nicht unbedingt explizit vom Experimentator vorgegeben werden. So konnte Markovits (1984) zeigen, daß die Zahl korrekter Schlüsse auf Basis von $p \rightarrow q$ positiv mit der Anzahl zu p alternativer Antezedentien p_{alt} korreliert, die eine Versuchsperson generieren kann. Jene Personen, die sich mehr alternativer Bedingungen p_{alt} bewußt waren, zogen deutlich weniger fehlerhafte Schlüsse auf Basis von $p \rightarrow q$ (vgl. auch O'Brien & Overton, 1980, für eine Trainingsstudie, die durch die Präsentation von Gegenbeispielen analoge Effekte erzielte.)

Festzuhalten bleibt: Zusätzliche Informationen der Form $p_{alt} \rightarrow q$ führen zu einem *Erleichterungseffekt* bei Schlüssen auf Basis von $p \rightarrow q$. Für Theoretiker einer mentalen Logik liefern diese Befunde ein empirisches Argument gegen die Notwendigkeit fehlerhafter Schlußregeln: Wenn sich selektiv logische Fehlschlüsse durch Zusatzinformation verhindern lassen, dann müssen für sie keine speziellen Inferenzregeln postuliert werden.

3.3.2 Die Verhinderung gültiger Schlüsse

Was aber würde es bedeuten, wenn sich nicht nur fehlerhafte, sondern auch gültige Schlüsse experimentell verhindern ließen? Wenn die selektive Reduzierbarkeit der Fehlschlüsse gegen die Notwendigkeit entsprechender Inferenzregeln spricht, so gäbe eine analoge Unterdrückung gültiger Schlüsse Anlaß zum Zweifel an der Existenz der von mentalen Logikern angenommenen gültigen Schlußregeln. Mit dieser Argumentation und dem Nachweis, daß sich auch gültige Schlußfiguren unterdrücken lassen, löste Byrne (1989) jene theoretische Kontroverse aus, die den Begriff des *suppression effect* erst populär gemacht hat.

In einem ersten Experiment übernahm Byrne (1989) die Aufgabenstellung von Rumain et al. (1983), indem sie konditionale Syllogismen auf Basis von $p \rightarrow q$ im Kontext einer zweiten konditionalen Prämisse $p_{alt} \rightarrow q$ präsentierte. Wiederum weisen beide Konditionale dasselbe Konsequens q auf, unterscheiden sich jedoch in ihren Antezedentien p und p_{alt}. Die wesentliche Neuerung an Byrnes Vorgehen bestand in der Differenzierung von *alternativen* und *additiven* Antezedentien: Während ein zu p *alternatives* Antezedens p_{alt} für sich hinreichend für das Konsequens q ist, muß ein *additives* Antezedens p_{add} zu p hinzukommen, damit q eintritt (Byrne, 1989, S. 66f.).

Tabelle 3.3: Beispielaufgabe zur Erzielung eines Verhinderungseffekts nach Byrne (1989): Verhinderung von MP.

	natürlichsprachlich	*formal*[a]
Prämissen:	Wenn sie eine Hausarbeit zu schreiben hat, dann arbeitet sie bis spät abends in der Bibliothek.	$p \rightarrow q$
	Wenn die Bibliothek geöffnet bleibt, dann arbeitet sie bis spät abends in der Bibliothek.	$p_{add} \rightarrow q$
	Sie hat eine Hausarbeit zu schreiben.	p
Frage:	Folgt daraus, daß sie bis spät abends in der Bibliothek arbeitet?	$\vdash q?$

[a] Es handelt sich hier um eine nur oberflächliche Formalisierung (vgl. Abschnitt 4.1.2).

Tabelle 3.3 zeigt eine der von Byrne (1989) verwendeten Aufgaben mit einer additiven Zusatzprämisse. Obwohl der darin zur Disposition gestellte Modus Ponens allein auf Basis der ersten und dritten Prämisse nach wie vor logisch gültig ist, wurde er nur noch von durchschnittlich 38 % aller Versuchspersonen gezogen. Die Zusatzprämisse $p_{add} \rightarrow q$ hat also anscheinend eine gültige Schlußfigur verhindert. Diese *Verhinderung* eines *gültigen* Schlusses wird im folgenden unter dem *suppression effect* (im engeren Sinne) verstanden.

Tabelle 3.4 stellt die wesentlichen Ergebnisse von Rumain et al. (1983) und Byrne (1989) im Überblick dar. Insbesondere an der letzten Spalte lassen sich *Erleichterungs- und Verhinderungseffekte* bequem ablesen: Als *Erleichterungseffekt* gilt dabei eine Erhöhung des Anteils logisch korrekter Antworten, eine Verringerung dieses Anteils ist entsprechend ein *Verhinderungseffekt.*[7]

Tabelle 3.4: Übersicht über die zentralen Befunde von Rumain et al. (1983) und Byrne (1989).

	konditionale	*Schlußfigur*				*logisch*
Studie[a]	*Prämissen*	MP	MT	AK	NA	*korrekt*
Rumain et al. (1983); Experiment 2	nur $p \rightarrow q$:	100	63	65	73	**56**
	$+\ p_{alt} \rightarrow q$:	98	54	23	25	**76**
Byrne (1989); Experiment 1	nur $p \rightarrow q$:	96	92	71	46	**68**
	$+\ p_{alt} \rightarrow q$:	96	96	13	4	**94**
	$+\ p_{add} \rightarrow q$:	38	33	54	63	**39**

[a] Jeweils konkrete Aufgabenstellungen und pro Experiment n=24 erwachsene Versuchspersonen.

Hatten Rumain et al. (1983) ausschließlich einen Erleichterungseffekt dokumentiert, gelingt es Byrne (1989) durch die Unterscheidung zwischen alternativen und additiven Antezedentien, offenbar nach Belieben Erleichterungs- oder Verhinderungseffekte auszulösen. Vergleicht man die Häufigkeiten der einzelnen Schlußfiguren, so zeigt sich, daß der durch eine alternative Zusatzprämisse bewirkte Erleichterungseffekt (94 % statt 68 % logisch korrekter Antworten) vor allem durch eine Unterdrückung der Fehlschlüsse AK und NA bedingt ist, während der Verhinderungseffekt im Fall der additiven Zusatzprämisse (nur noch 39 % logisch korrekter Antworten) vor allem auf eine Reduktion der gültigen Schlüsse MP und MT zurückführbar ist.

Erzwingt der Nachweis, daß sich auch gültige Schlußfiguren verhindern lassen, die Schlußfolgerung, daß die von mentalen Logikern postulierten Inferenzregeln nicht existieren? Die erstaunliche Antwort auf diese Frage lautet: keineswegs. Erstaunlich ist diese Antwort insofern, als der *suppression effect* erst im nachhinein von der Anhängerschaft mentaler Modelle zum vermeintlichen Verhängnis der Regeltheoretiker stilisiert wurde (vgl. Byrne, 1991, S. 77; Johnson-Laird & Byrne, 1991, S. 81). Doch anders als in der nachfolgenden Debatte beurteilt Byrne (1989) die Implikationen ihres Befundes zunächst noch relativ nüchtern:

> ... the present results have shown that suppression by itself tells us nothing about the existence or non-existence of rules of inference in the mind. (Byrne, 1989, S. 76)

[7]Bezogen auf ein formallogisches Kriterium trägt sowohl eine Steigerung der gültigen als auch eine Verringerung der ungültigen Schlußfiguren zu einem Erleichterungseffekt bei. Umgekehrt kann ein Verhinderungseffekt sowohl aus einer Verringerung der gültigen als auch einer Steigerung der ungültigen Schlüsse resultieren.

Grund für diese zurückhaltende Interpretation ist die Einsicht, daß auch ein unanfechtbarer Nachweis der Unterdrückbarkeit gültiger Schlüsse lediglich ein *Argument* des gegnerischen Lagers entkräftet. Nicht zufällig hat Byrnes (1989) Hauptaussage die Form eines Konditionals: *Wenn* Regeltheoretiker durch die Unterdrückung der Fehlschlüsse gezeigt haben wollen, daß keine fehlerhaften Inferenzregeln notwendig sind, *dann* zeigt die Unterdrückung der gültigen Schlüsse, daß auch keine gültigen Inferenzregeln postuliert werden müssen (Byrne, 1989, S. 76). Man kann diese Aussage auf zwei sehr verschiedene Arten interpretieren: Indem sie einerseits die Anhänger einer mentalen Logik mit einem Dilemma konfrontiert, ist es Byrne (1989) auf raffinierte Weise gelungen, ein Argument der Regeltheoretiker gegen diese selbst zu wenden. Andererseits geht sie mit ihrer konditionalen Aussage aber auch kaum ein Risiko ein und gefährdet insbesondere die Plausibilität einer mentalen Logik in keiner Weise. Denn selbst wenn ihre These stimmen sollte und ihr Befund nicht in Frage gestellt werden kann, ist die modale Natur ihrer Aussage zu beachten: Sie behauptet keineswegs, daß es keine Inferenzregeln gibt, sondern lediglich, daß ihre Existenz nicht postuliert werden *muß*. Das bedeutet jedoch nicht, daß es nicht trotzdem gute Gründe für die Annahme einer mentalen Logik geben kann.

3.4 Viel Lärm um wenig — die Debatte um den Suppression Effect

Obwohl die Implikationen des *suppression effect* in der Originalarbeit (Byrne, 1989) noch sehr vorsichtig beurteilt wurden, entzündete sich an ihm eine hitzige Debatte, die zunehmend polemische Züge annahm.

3.4.1 Ein Vermittlungsvorschlag

Im vorhergehenden Abschnitt wurde bereits betont, daß der *suppression effect* Theorien einer mentalen Logik nicht grundsätzlich in Frage stellt. Tatsächlich bietet Byrne (1989) eine Analyse ihrer Befunde an, die alle beobachteten Erleichterungs- und Verhinderungseffekte auch im Rahmen eines Regelansatzes befriedigend zu erklären erlaubt. Byrnes Vorschlag sieht im alternativen und additiven Fall eine unterschiedliche Integration der beiden konditionalen Prämissen vor. Auf Basis von "general knowledge" (Byrne, 1989, S. 78f.) erfolge eine *disjunktive* Verknüpfung der beiden *alternativen* Antezedentien, während die *additive* Bedingung *konjunktiv* an das ursprüngliche Antezedens angefügt werde. Auf Basis der auf diese Weise integrierten Repräsentationen $(p \vee p_{alt}) \rightarrow q$ und $(p \wedge p_{add}) \rightarrow q$ sind die dokumentierten Erleichterungs- und Verhinderungseffekte aber bereits rein formallogisch ableitbar. Freilich erklärt ein vager Hinweis auf den Bedeutungsgehalt der Prämissen noch nicht, warum überhaupt eine integrierte Repräsentation erfolgen sollte und wieso diese zu zwei unterschiedlichen Ergebnissen führt. Allerdings konnten Byrne & Johnson-Laird (1992) diese Hypothese durch ein Experiment untermauern, in dessen Rahmen Personen beide konditionale Prämissen in einem einzigen Satz paraphrasieren sollten. Im Fall alternativer

Zusatzprämissen wurden zu 68 % Formulierungen mit „oder" gewählt, während additive Zusatzprämissen sogar in 86 % aller Fälle mit „und" integriert wurden.

3.4.2 Bezweifelte Prämissen und zweifelhafte Argumente

Da gültige Schlüsse von p auf q (bzw. $\neg q$ auf $\neg p$) auf Basis der konjunktiv integrierten Repräsentation $(p \wedge p_{add}) \rightarrow q$ nicht „unterdrückt" werden, sondern von vornherein gar nicht möglich sind, hätten Regeltheoretiker die Verhinderungseffekte damit eigentlich *ad acta* legen können (wie Grandy, 1993, S. 352). Dennoch traf sie die vermeintliche Verhinderung des Modus Ponens, der in allen existierenden Ansätzen als verläßliche Inferenzregel enthalten war, empfindlich genug, um ein weiteres Argument gegen Byrne (1989) ins Feld zu führen.

Mit der Replik von Politzer & Braine (1991) nahm die Debatte, die zu diesem Zeitpunkt bereits hätte vorbei sein können, eine weitere Wendung. Auch diese beiden Forscher betonen die Verschiedenheit der alternativen und additiven Zusatzprämisse. Letztere sei für den Verhinderungseffekt verantwortlich, da sie die Versuchspersonen veranlasse, die Wahrheit des ursprünglichen Konditionals in Frage zu stellen. Nun könnte man einwenden, daß die Wahr- oder Falschheit der Prämissen völlig irrelevant für die Gültigkeit eines Schlusses ist.[8] Aber die Autoren bemerken zu Recht, daß psychologische Studien meist nicht zwischen der Gültigkeit und der Korrektheit von Argumenten unterscheiden — und letztere setzt die Wahrheit der Prämissen tatsächlich voraus.

Wichtig ist auch ihre Beobachtung, daß der Verhinderungseffekt nur durch Bezugnahme auf das Hintergrundwissen der Versuchspersonen erklärbar sei und die additive Zusatzprämisse eine notwendige Bedingung für das Konsequens enthalte (Politzer & Braine, 1991, S. 105). Problematisch wird die Argumentation jedoch, wo sie versuchen, unter Rekurs auf Hintergrundwissen einen logischen Widerspruch zwischen den Prämissen herzuleiten. Denn ein solcher besteht selbst dann nicht, wenn man die additive Zusatzprämisse angemessen als $q \rightarrow p_{add}$ formalisiert. Logisch gesehen ist es ohne weiteres möglich, die gleichzeitige Wahrheit aller Prämissen anzunehmen, ohne sich in eine Kontradiktion zu verstricken — und nichts anderes verlangt Byrne (1989) von ihren Versuchspersonen.[9] Um dennoch einen Widerspruch abzuleiten, stützen Politzer & Braine (1991) ihre gesamte Beweisführung auf die „notwendige Wahrheit" von Aussagen des Typs „Wenn sie bis spät abends in der Bibliothek arbeitet, dann bleibt die Bibliothek notwendigerweise geöffnet." Den Nachweis, daß das Argument modallogisch unhaltbar ist, führen Oaksford & Chater (1995, S. 136f. und Anhang 2).

Hatte Byrne (1989) in der ursprünglichen Argumentation noch Kompromißbereitschaft

[8]Natürlich ist auch ein Modus Ponens mit falschen Prämissen nach wie vor gültig. Gemäß der Definition in Abschnitt 2.2, Seite 10, garantiert er die Wahrheit seiner Konklusion allerdings nur, *wenn* die Prämissen wahr sind.

[9]Weder $\{p \rightarrow q,\ p_{add} \rightarrow q\}$ noch $\{p \rightarrow q,\ q \rightarrow p_{add}\}$ sind zusammen mit einer elementaren Nebenprämisse formal „inkonsistent". Eine tatsächlich inkonsistente Menge an Prämissen wäre etwa $\{p \rightarrow q,\ p \rightarrow \neg q,\ p\}$.

signalisiert, so ist ihre unmittelbare Antwort (Byrne, 1991) auf Politzer & Braine (1991) durch eine deutliche Verschärfung der Tonlage charakterisiert. Sie rückt nun die theoretische Auseinandersetzung stärker als vorher ins Zentrum der Debatte und schätzt die Tragweite ihres eigenen Befundes nun höher ein, indem sie entgegen der oben zitierten Aussage behauptet: "this suppression shakes the foundations of rule theories." (Byrne, 1991, S. 77). Die auffällige Radikalisierung der Debatte und die zunehmende Funktionalisierung des *suppression effect* kann wohl nur vor dem Hintergrund einer inzwischen neu artikulierten Theorie der mentalen Modelle verstanden werden. Da Johnson-Laird & Byrne (1991) beanspruchen, in ihrem Werk 'Deduction' die erste psychologische Theorie entwickelt zu haben, die alle bekannten Phänomene schlußfolgernden Denkens erkläre (S. X), ist eine Reinterpretation des *suppression effect* als vermeintlich „wunder Punkt" der Konkurrenz ein wichtiges Argument für die eigene Position.

Dieser Verdacht wird nicht zuletzt durch die Tatsache erhärtet, daß das Hauptargument, mit dem Byrne (1991) der Kritik von Politzer & Braine (1991) zu begegnen sucht, fehlerhaft ist. Byrne nimmt die ebenfalls fehlerhafte Argumentation von Politzer & Braine (1991) auf und versucht sie durch die Ableitung einer empirisch bereits widerlegten Konklusion *ad absurdum* zu führen. Nach O'Brien (1993) verfälscht sie deren Position jedoch gleich an mehreren Stellen und unterstellt ihnen vermeintliche Hypothesen, die diese so nie behaupten würden.

Auch was Byrne (1991) und Byrne & Johnson-Laird (1992) als neue, modelltheoretische Erklärung des Effekts anbieten, wirkt eher wie eine Notationsvariante des ursprünglichen Vorschlags: Im Falle einer alternativen Zusatzprämisse würden zwei verschiedene mentale Modelle aufgebaut, während im additiven Fall nur ein einziges, aber komplexes Modell benötigt werde. Diese These erklärt nichts, was nicht bereits in der Annahme einer konjunktiven bzw. disjunktiven Prämissenintegration enthalten war. Die nach wie vor offene Frage, *warum* manchmal ein und manchmal zwei Modelle gebildet werden, wird von allgemeinen Aussagen wie "different sorts of conditionals are represented in different sorts of models, which support different patterns of inference" (Byrne, 1991, S. 74) nicht beantwortet. Und auch wiederholte Appelle an den semantischen Gehalt der Modelltheorie und pauschale Berufungen auf die Wirksamkeit von "general knowledge" können kaum verbergen, daß der Anspruch "the model theory has the machinery to deal with meaning" (Byrne, 1991, S. 77) bislang uneingelöst ist.

Die bisherige Diskussion erscheint nicht zu Unrecht etwas verwirrend: Indem eine fehlerhafte Argumentation mit falschen Argumenten zu widerlegen versucht wird, gerät ein intuitiv eher unscheinbarer Befund ins Zentrum einer ideologischen Auseinandersetzung. Dennoch hat sich diese Debatte insofern als fruchtbar erwiesen, als daß sie die Ableitung neuer Hypothesen bewirkte. Obwohl es Politzer & Braine (1991) nicht gelungen ist, einen logischen Widerspruch zwischen den Prämissen abzuleiten, hat ihre Beobachtung, daß die additive Zusatzprämisse die Glaubwürdigkeit des ursprünglichen Konditionals schwäche, etwas intuitiv einleuchtendes. Auch eine ganze Reihe von Kommentatoren vermuteten die

Ursache des Verhinderungseffekts darin, daß Versuchspersonen eine konditionale Prämisse zurückwiesen (Bach, 1993), anzweifelten (Over, 1993) oder sich schlicht weigerten, Schlüsse auf Basis einer falschen Prämisse zu ziehen (Savion, 1993).[10]

Doch erst Stevenson & Over (1995) und George (1995) gelang es, die Plausibilität dieser Ansätze auch empirisch nachzuweisen. Ausgehend von der Überlegung, es sei im Alltag unsinnig, aus für falsch gehaltenen Konklusionen noch Schlüsse zu ziehen, fanden Stevenson & Over (1995) systematische Korrelationen zwischen der subjektiven Sicherheit der Prämissen und der Wahl einer entsprechend relativierten Konklusion. Durch Hinzufügung von einschränkenden Bedingungen (*qualifying conditions*) konnten sie die bedingte Wahrscheinlichkeit eines Konsequens q bei gegebenem Antezedens p variieren und graduell abgestufte Erleichterungs- und Verhinderungseffekte erzielen. Z.B. bewirkte eine weitere Zusatzprämisse „Wenn Hausarbeiten zu schreiben sind, dann bleibt die Bibliothek *immer* bis spät abends geöffnet.“ eine Verhinderung des in Tabelle 3.3 (Seite 22) illustrierten Verhinderungseffekts. Auch George (1995) fand Zusammenhänge zwischen der Glaubwürdigkeit einer konditionalen Prämisse und der Akzeptanz des Modus Ponens als gültiger Schlußfigur. Da nur für 48 % der Versuchspersonen alle durch MP abgeleiteten Konklusionen auch aus für falsch gehaltenen Prämissen zu folgen schienen, unterschied er zwei Modi schlußfolgernden Denkens: Während ein annahmebasiertes Schließen (*assumption-based reasoning*) wie eine formallogische Beweisführung stets die Wahrheit der Prämissen voraussetzt, fließen beim überzeugungsbasierten Schließen (*belief-based reasoning*) eventuelle Unsicherheiten in die Bewertung einer Konklusion mit ein. Während es auch auf explizite Aufforderung hin nur 43 % aller untersuchten Personen möglich war, annahmebasiert vorzugehen, konnten 96 % problemlos überzeugungsbasiert schließen. Daß sich auch die Glaubwürdigkeit von Prämissen stark auf gezogene Schlüsse auswirkt, kann als Verallgemeinerung des seit Jahrzehnten dokumentierten *belief bias* interpretiert werden, der eine Präferenz glaubwürdiger Konklusionen postuliert.[11] Daß nur 42 % seiner Versuchspersonen von einer überzeugungsbasierten zu einer annahmebasierten Strategie wechseln konnten, wertete George (1995) als einen Hinweis darauf, daß bei typischen Laborexperimenten durchaus effiziente Alltagsstrategien entweder verborgen bleiben oder sogar als Fehler gewertet werden.

3.5 Zwischenbilanz

Was läßt sich aus der bisherigen Darstellung für die Bedeutung des *suppression effect* ableiten? Grundsätzlich kann festgehalten werden, daß das Besondere dieses Effekts der Umstand ist, daß er als Erleichterungs- *und* Verhinderungseffekt auftritt. Da beide Erscheinungsformen experimentell durch eine zusätzliche konditionale Prämisse hervorgerufen

[10] Dies würde jedoch bedeuten, daß sich Versuchspersonen über die Instruktion hinwegsetzen, alle Prämissen als wahr vorauszusetzen.

[11] Nach Thompson (1996) treten beide Effekte jedoch unabhängig voneinander auf. Siehe Newstead, Pollard & Evans (1992) für eine Übersicht zum *belief bias*.

werden, wurde er gelegentlich als *Kontexteffekt* eingestuft (Byrne, 1989; Evans et al., 1993). Diese Bezeichnung ist jedoch insofern unzureichend, als sie auf beide Erscheinungsformen gleichermaßen zutrifft, den Unterschied zwischen Erleichterungs- und Verhinderungsfall damit aber verfehlt.

Aus den in den Tabellen 3.2 und 3.3 dargestellten Aufgaben geht hervor, daß sich Erleichterungs- und Verhinderungsfälle strukturell nur in der Art ihrer jeweiligen Antezedentien unterscheiden. Da die Unterscheidung zwischen alternativen und additiven Antezedentien jedoch eine inhaltliche ist, handelt es sich zugleich um einen *Inhaltseffekt*. Das eigentliche Phänomen besteht also darin, daß *der Inhalt des Kontexts* logisches Denken manchmal zu erleichtern und manchmal zu verhindern scheint.

Obwohl inhaltliche Erwägungen bereits die ursprüngliche Aufgabenkonstruktion geleitet haben müssen, traten diese im Verlauf des Streits um die beste Erklärung zunehmend in den Hintergrund. Unabhängig davon, ob man die Befunde durch die unterschiedliche Integration von Prämissen (Byrne, 1989), den Aufbau zweier unterschiedlicher mentaler Modelle (Byrne, 1991) oder unterschiedliche Wahrheitswerte eines Konditionals (Politzer & Braine, 1991) zu erklären sucht, bleibt immer dieselbe Frage unbeantwortet: Wie kommt es, daß die Versuchspersonen zwei strukturell identische Aufgaben offenbar auf zwei so unterschiedliche Arten interpretieren?

Jenseits der rhetorischen Manöver sind sich die beiden Lager einig, daß der eigentliche Erklärungsbedarf bei der Interpretation der Prämissen durch die Versuchspersonen liegt. Byrne (1989) war bereits zu folgendem Schluß gelangt:

> ... premises of the same apparent logical form are represented in different ways depending on their meaning. In short, the burden of explanation shifts from the formal rules to the process of comprehension. (Byrne, 1989, S. 77)

Auch Politzer & Braine (1991) räumen ein: "theories that invoke a mental logic need to be supplemented with a detailed account of the interpretive process" — allerdings gelte dies auch für die Theorie der mentalen Modelle (S. 107).

Trotz der einhelligen Stellungnahmen hinsichtlich des Ortes der fehlenden Erklärung erschöpft sich das Ringen um eine solche weitgehend in gegenseitigen Vorwürfen der Unzulänglichkeit. Im Folgenden soll daher herausgefiltert werden, was die konkurrierenden Ansätze zum Prozeß der Prämisseninterpretation zu sagen haben.

3.5.1 Die Anrufung großer Wörter

In beiden universellen Theorien schlußfolgernden Denkens ist eine interpretative Komponente (*comprehension component*) dafür verantwortlich, daß die in den Prämissen enthaltenen Informationen analysiert und so kodiert werden, daß nachfolgende Schlußfolgerungsprozesse auf Basis von mentalen Repräsentationen erfolgen können. Die in diesem Zusammenhang entscheidende Frage lautet: Wie kommen die Prämissen vom Papier des Fragebogens in den Kopf der Versuchsperson?

Während viel Energie auf die spezifische Art der Repräsentation und die auf ihnen operierenden Mechanismen verwandt wurde, deuten beide Seiten den vorgeschalteten Interpretationsprozeß nur vage an. Wo dieser überhaupt einmal thematisiert wird, finden sich häufige Verweise auf ominöse Erklärungsprinzipien, die ausgesprochen unverbindlich sind. Ihnen kommt die Rolle eines theoretischen „Jokers“ zu, auf den immer dann zurückgegriffen wird, wenn eine Theorie in ihrer Normalform zu scheitern droht.

Eine prägnantes Beispiel dieser Unverbindlichkeit findet sich bereits in der Arbeit, die die Debatte um den *suppression effect* ausgelöst hat:

> It would seem that there are a variety of nonnecessary inferences of varying degrees of invitingness that may be associated with a conditional in different circumstances. (Rumain et al., 1983, S. 481)

Wünscht man sich diese Vielfalt verschiedener Grade und Umstände etwas konkreter umrissen, verweisen mentale Logiker bevorzugt auf “pragmatic principles”, nicht zu verwechseln mit der Theorie *pragmatischer Denkschemata* (Cheng & Holyoak, 1985; Cheng, Holyoak, Nisbett & Oliver, 1993; Holyoak & Cheng, 1995). Hinter diesem Etikett verbirgt sich die wichtige Erkenntnis, daß natürlichsprachliche Äußerungen häufig erst durch ihre kommunikative Funktion in einem bestimmten Kontext, d.h. vor dem Hintergrund bestimmter Annahmen und Mitteilungsabsichten, verstanden werden können. Da Fragestellungen der Pragmatik vor allem in der analytischen Philosophie und Linguistik beheimatet und heftig umstritten sind,[12] beschränken sich psychologische Autoren meist auf pauschale Verweise.[13] Aber auch wo mentale Logiker ihr Pragmatikverständnis explizieren, offenbart sich dieses in schillernder Vielfalt. Nach Braine & O’Brien (1991) wird die Interpretation eines Konditionals durch die lexikalische Bedeutung von „Wenn…, dann…“ und drei pragmatischen Prinzipien bestimmt. Letztere umfassen neben den bereits in Abschnitt 3.3.1 (Seite 20) diskutierten nahegelegten Inferenzen (*invited inferences*) nach Geis & Zwicky (1971) auch die von Grice (1975) postulierten Konversationsmaximen und aus diesen abgeleitete konversationelle Implikaturen (*conversational implicatures*). Hinzu komme ein „Plausibilitätsprinzip“, nach welchem auch situatives und inhaltliches Wissen die Interpretation des Konditionals beeinflusse. Die für sie zentrale Regel des bedingten Beweises begründen die Autoren folgendermaßen:

> … an *if* sentence is true when the antecedent, taken with other things the speaker knows, leads to the consequent. (Braine & O’Brien, 1991, S. 192).

Dieses Arsenal an Ausnahmeregelungen schränkt den Anspruch, einen besonders sparsamen Ansatz zu vertreten (S. 201), erheblich ein. Und der unscheinbare Zusatz “taken with other things the speaker knows” verharmlost die theoretischen Abgründe, die Philosophen

[12] Grewendorf, Hamm & Sternefeld (1988) unterscheiden allein innerhalb der Linguistik sechs verschiedene Pragmatikbegriffe.

[13] Eine bemerkenswerte Ausnahme bilden Sperber & Wilson (1995).

im Zusammenhang des sogenannten Ramsey-Tests seit Jahrzehnten durchmessen.[14] Insgesamt ist es kaum verwunderlich, daß die pragmatischen Postulate der mentalen Logiker ihrem eigenen Anspruch einer computerisierbaren Theorienbildung nicht genügen. Wo sie ihre pragmatischen Prinzipien als "independently motivated" bezeichnen (z.B. Braine & O'Brien, 1991; O'Brien, 1993), so heißt das konkret, daß diese völlig unverbunden neben der eigentlichen Theorie stehen.

Allerdings weicht auch die Theorie der mentalen Modelle der Frage nach der Interpretation konditionaler Aussagen meist aus. Wo mentale Logiker pragmatische Prinzipien bemühen, berufen sich mentale Modellierer bevorzugt auf die semantische Dimension des eigenen Ansatzes. Bereits bei der Vorstellung der theoretischen Grundprinzipien (Abschnitt 3.2, Seite 18) wurde betont, daß eine semantische Perspektive auf aussagenlogische Probleme nicht weniger formal ist als eine syntaktische und beide sogar ineinander überführbar sind. Die These, ein semantischer Ansatz eigne sich besser zur Erklärung von Inhaltseffekten (Byrne, 1989), ist daher eher in der konnotativen Aura eines vieldeutigen Semantikbegriffs verwurzelt als in sachlichen Argumenten.

Wo der bloße Verweis auf die Semantik nicht befriedigt, appelliert die Theorie der mentalen Modelle auch häufig an die Wirksamkeit von "general knowledge". Dieses steht in seiner Allgegenwärtigkeit und hinsichtlich der Flexibilität seines Einsatzbereiches den genannten pragmatischen Prinzipien in nichts nach: Es beeinflusse die *Interpretation* konditionaler Prämissen (Johnson-Laird & Byrne, 1991, S. 35 und 73), determiniere die *Integration* mehrerer Prämissen (Byrne, 1989, S. 78f.), sei für unterschiedliche *Modellkonstruktionen* (Byrne, 1991, S. 73; Byrne & Johnson-Laird, 1992, S. 96 und 107; Johnson-Laird & Byrne, 1991, S. 84) und *-kombinationen* (Byrne, 1991, S. 199; Johnson-Laird & Byrne, 1993, S. 326) verantwortlich, führe zur *Explikation* impliziter mentaler Modelle (Johnson-Laird & Byrne, 1991, S. 198) und veranlasse schließlich Versuchspersonen zu unterschiedlichen *Formulierungen* von Zusammenhängen (Byrne & Johnson-Laird, 1992, S. 89ff.). Auch wenn der Einfluß inhaltlichen Wissens auf viele dieser Prozesse intuitiv plausibel scheint, steht der Grad an explikativer Spezifität in krassem Widerspruch zur zentralen Stellung des Wissens. Da dieselben Autoren zugleich eingestehen, daß die wissensbasierte Konstruktion von Modellen bislang weder erklärt (Johnson-Laird & Byrne, 1993, S. 372) noch in der computerisierten Form der Theorie implementiert (Johnson-Laird et al., 1992, S. 425) ist, wirkt ihre regelmäßige Berufung auf "general knowledge" doch etwas *ad hoc*.

3.5.2 Einhellige Ratlosigkeit

Der vorige Abschnitt hat gezeigt, daß die "pragmatic principles" der mentalen Logiker und das "general knowledge" der mentalen Modellierer dieselbe argumentative Funktion erfüllen: Sie sollen die Lücke in der initialen Interpretation der Prämissen schließen, die noch vor jedem Schlußfolgerungsprozeß liegt. Denn trotz ihrer begrifflichen Unterschiede

[14] Vgl. Sanford (1989), Kapitel 5 und 6, sowie den Sammelband von Harper, Stalnaker & Pearce (1981).

setzen *beide* theoretischen Ansätze eine mentale Repräsentation der Prämissen als Ergebnis eines Interpretationsprozesses voraus, ohne diesen zu konkretisieren:

> Models too rely on pragmatic comprehension mechanisms, and don't explain them. (Bonatti, 1994, S. 35)

Das Problematische an den geschilderten Erklärungsversuchen ist, daß sie wahrscheinlich alle etwas Wahres erkannt haben — in ihrer Allgemeinheit aber auch kaum widerlegbar sind. Wer wollte bestreiten, daß Kontexteinflüsse, pragmatische Faktoren und das Hintergrundwissen der Versuchspersonen eine Rolle bei der Interpretation konditionaler Aussagen spielen? Aber auch wenn Begriffe wie Pragmatik, Semantik und allgemeines Wissen zur Erklärung des Phänomens beitragen können, vermögen sie eine solche doch nicht zu ersetzen. Und wenn unscharfe Begriffe dazu verwendet werden, offene Fragen pauschal beiseitezuschieben, sind schwache Erklärungen gefährlicher als keine.

Angesichts solcher Überlegungen wirken wechselseitige Vorwürfe, die Erklärungsansätze der Konkurrenz seien nur vage Puffer gegen mögliche Falsifikationen, wie Scheingefechte, die verschleiern sollen, daß letztlich beide Theorien wichtige Fragen unbeantwortet lassen. So kommt auch Fillenbaum (1993) zu dem Schluß, daß wahrscheinlich beide Lager auf demselben Auge blind sind:

> It is very likely that both the mental modelers and the mental logicians are completely right on this basic issue, namely, that the interpretative component is a critical one in reasoning and that neither position has enough revealing things to say about it. Given a sufficient account of the interpretative processes, either a mental-logic or a mental-models approach may work; without such an account, neither can. (Fillenbaum, 1993, S. 348)

3.6 Wissensbasierte Erleichterungs- und Verhinderungseffekte

Sowohl mentale Logiker als auch mentale Modellierer betonen die Bedeutsamkeit inhaltlichen Wissens für die Interpretation konditionaler Aussagen. Da der Mechanismus dieser Einflußnahme bislang jedoch in keiner Weise spezifiziert ist, spielt Wissen im Rahmen beider Theorien die Rolle eines *deus ex machina*, der immer dann erscheint, wenn keine wirkliche Erklärung in Sicht ist. Um sich einer wirklichen Erklärung anzunähern, müssen Fragen wie die folgenden gestellt werden: Welche Art inhaltlichen Wissens ist überhaupt relevant? Wie wirkt sich dieses auf die Interpretation konditionaler Aussagen aus? Und wie verändert inhaltliches Hintergrundwissen die Bearbeitung logischer Probleme?

3.6.1 Vom Singular zum Plural

Bereits in der obigen Zwischenbilanz (Abschnitt 3.5, Seite 27) wurde der Befund von Byrne (1989) als *Inhalts*effekt bezeichnet, da nur der Inhalt des Zusatzkonditionals erklären kann, warum dieselbe Kontextmanipulation einmal Erleichterung und ein anderes Mal Verhinderung bewirkt. Mit dem nun hinzugewonnenen Wissen um die Relevanz inhaltlichen Wissens kann diese Aussage noch präzisiert werden: Der *suppression effect* ist ein *Wissenseffekt*, der daraus resultiert, daß Versuchspersonen inhaltliches Wissen über die Beziehungen zwischen Bedingungen und Folgen besitzen.

Die Reinterpretation eines vermeintlichen Kontexteffekts als Wissenseffekt ist zunächst nur eine Hypothese. Diese gewinnt jedoch durch einen in der allgemeinen Debatte meist unterschlagenen Befund von Byrne (1989) an Plausibilität. In ihrem dritten Experiment zeigte sie nämlich für Syllogismen auf Basis konditionaler Versprechen und Drohungen, daß sich durch Informationen über die *Zeitdauer* von Ereignissen ebenfalls systematische Erleichterungs- und Verhinderungseffekte hervorrufen lassen. Inhaltliches Wissen über die Möglichkeit oder Unmöglichkeit alternativer Ereignisse kann also auch ohne die experimentelle Kontextmanipulation in Form eines Zusatzkonditionals die Häufigkeit bestimmter Schlüsse beeinflussen. Diese Entkopplung der Effekte vom experimentellen Paradigma der „konditionalen Zusatzprämisse“ wirft ein neues Licht auf die Byrneschen Befunde: Der *suppression effect* entpuppt sich als experimenteller Spezialfall eines ganzen Spektrums an wissensbasierten *Suppressionseffekten*.[15]

3.6.2 Eigenschaften inhaltlichen Wissens

Durch die Verallgemeinerung des *suppression effect* auf wissensbasierte Erleichterungs- und Verhinderungseffekte gewinnt man einen breiteren Erklärungsansatz, der nicht nur auf die besondere Wirkung einer konditionalen Zusatzprämisse fixiert ist. Vor allem aber kann man von den Ergebnissen zahlreicher Studien profitieren, die sich detailliert mit dem Einfluß inhaltlichen Wissens auf schlußfolgerndes Denken auseinandergesetzt haben.

Da die Zahl an potentiell relevanten Arbeiten hier fast unübersehbar ist, werden im folgenden nur Belege für drei Thesen angeführt, die im empirischen Teil dieser Arbeit von Bedeutung sein werden. Die drei Thesen lauten:

These 1: Die Interpretation eines Konditionals $p \to q$ wird weniger durch die Inhalte von p und q als durch die *Beziehung zwischen* p und q bestimmt.

These 2: Durch die Interpretation konditionaler Aussagen bedingte Suppressionseffekte treten *in verschiedenen Wissensgebieten* auf.

These 3: Die logischen Eigenschaften des Inhalts lassen sich *abstrakt* und *bereichsunabhängig* beschreiben.

Die Unterschiede zwischen Aufgaben mit konkreten und abstrakten Materialien in Tabelle 3.1 (Seite 15) konnten nicht eindeutig interpretiert werden. Bereits Fillenbaum (1975) und Roberge (1978) wiesen darauf hin, daß die interpretativ eigentlich relevante Grenze

[15]Diese Verallgemeinerung soll im folgenden durch den Unterschied zwischen einem *suppression effect* und mehreren Suppressionseffekten deutlich gemacht werden.

innerhalb der konkreten Materialien verläuft, indem man arbiträre und bedeutungshaltige Relationen unterscheidet. Um die relative Wichtigkeit verschiedener Antezedentien p für ein Konsequens q quantifizieren zu können, prägten Chan & Chua (1994) den Begriff der „relativen Salienz“. Ein Verhinderungseffekt nach Byrne (1989) tritt nur auf, wenn die additive Zusatzbedingung p_{add} für q bedeutsamer ist als p. Die Abhängigkeit der Effekte vom Hintergrundwissen der Versuchspersonen wurde durch den Vergleich von unterschiedlichen Populationen (Experten/Novizen) bestätigt.

Wissen ist stets Wissen *von etwas*. Die unterschiedlichen Gegenstandsbereiche beziehungsweise Wissensinhalte sind außerordentlich vielfältig und nicht eindeutig klassifizierbar. Inhaltseffekte mit konditionalen Syllogismen sind zumindest für *kausales* Wissen (d.h. Wissen über Zusammenhänge zwischen Ursachen und Wirkungen; siehe Cummins, Lubart, Alksnis & Rist, 1991; Cummins, 1995), *soziales* Wissen (über Regeln, Verhaltensnormen und sprachliche Konventionen; Fillenbaum, 1975, 1976) und *begriffliches* Wissen (über Definitionen oder Klassenzugehörigkeiten; Santamaría, García-Madruga & Carretero, 1996) dokumentiert. Vergleiche zwischen unterschiedlichen Inhaltsbereichen finden sich in Thompson (1994, 1995) und Newstead, Ellis, Evans & Dennis (1997).[16]

Da sich zahlreiche Wissenseffekte als bereichsübergreifend erweisen, liegt es nahe, nach abstrakteren Beschreibungsdimensionen der Wissensinhalte zu suchen. Zu diesem Zweck griff Staudenmayer (1975) auf die Suffizienz und Notwendigkeit von Bedingungen zurück, die ja als logische Eigenschaften bereits in der Definition des materialen Konditionals enthalten sind (vgl. Abschnitt 2.2, Seite 11). Da sich auch Kausalfaktoren, deontische Bedingungen und definitorische Kriterien als inhaltlich hinreichende und notwendige Bedingungen beschreiben lassen, scheint diese Begrifflichkeit geeignet, um die Befunde aus unterschiedlichen Inhaltsbereichen zu integrieren. Die Fruchtbarkeit dieser Idee konnten Bindra, Clarke & Schultz (1980) durch Induktion unterschiedlicher Bedingungstypen für kausale und arbiträre Zusammenhänge nachweisen. Daß sich die wahrgenommene Suffizienz und Notwendigkeit einer Bedingung in z.T. massiven Suppressionseffekten niederschlägt, konnte insbesondere Thompson durch mehrere Studien zeigen (Thompson, 1994, 1995; Thompson & Mann, 1995). Ihre Befunde sind nicht nur eindrucksvolle Belege für generalisierte Wissenseffekte, sondern sensibilisieren zugleich für eine Vielzahl komplexer Wechselwirkungen zwischen formalen und inhaltlichen Aufgabenaspekten. Zur Vorhersage von konditionalen Syllogismen spielten z.B. die konkrete Schlußfigur, die syntaktische Form und verbale Formulierung des Konditionals sowie die wahrgenommene Suffizienz und Notwendigkeit inhaltlicher Bedingungen eine weit bedeutsamere Rolle als etwa der spezifische Inhaltsbereich.

Ziel dieses Abschnitts war es, den Blick auf wissensbasierte Inhaltseffekte zu weiten. Aus dieser Sicht ist der *suppression effect* nur ein Spezialfall einer allgemeineren Klasse von

[16] Da Theorien mit inhaltsspezifischen Inferenzregeln vor allem im Kontext von Wasons Wahlaufgabe entwickelt wurden, werden sie hier nicht diskutiert. Für eine Übersicht vgl. Beller (1997), Kap. 3 und Evans et al. (1993), Kap. 4.

Suppressionseffekten, der durch eine bestimmte Versuchsanordnung entsteht. Wissensbasierte Erleichterungs- und Verhinderungseffekte treten jedoch in vielen unterschiedlichen Facetten auf: Je nach konkreter Aufgabenstellung kann inhaltliches Wissen dem Denken den Weg weisen, aber auch im Wege stehen.

Die Vielfalt bereits existierender Befunde hat den Vorteil, daß einige zentrale Dimensionen und Einflußfaktoren inzwischen bekannt sind. Zugleich definiert diese Fülle empirischer Erkenntnisse aber auch den Anspruch, dem sich ein weiterer Erklärungsansatz zu stellen hat: Wer durch inhaltliches Wissen bedingte Suppressionseffekte erklären will, kommt nicht umhin, zumindest einen Teil dieser Faktoren zu thematisieren.

4 Die Logik von Form, Inhalt und Kontext

Conditionals are acceptable in virtue of a number of different patterns of dependence... (...) If we have no pattern of dependence in mind, a primary object of our investigation should then be to get one in mind.
David H. Sanford

Ein wesentliches Ziel dieser Arbeit besteht in der Entwicklung einer theoretischen Rahmenvorstellung, mit deren Hilfe die im vorigen Kapitel dargestellten Befunde erklärt werden können. Das hierfür nötige Rüstzeug liefern drei grundlegende Dimensionen sprachlicher Konditionale, die als *Form*, *Inhalt* und *Kontext* beschrieben werden können. Um auf ihrer Basis einen Erklärungsansatz für wissensbasierte Suppressionseffekte zu entwickeln, muß ihr Beitrag für die Interpretation konditionaler Prämissen untersucht werden.

Im Gegensatz zu den bislang geschilderten Ansätzen, räumt die hier vertretene Position inhaltlichem Wissen einen besonders zentralen Stellenwert ein. Abschnitt 4.1 demonstriert, daß das Hintergrundwissen einer Versuchsperson häufig zusätzliche Prämissen zur Verfügung stellt, die bei der Bewertung der Gültigkeit von Schlüssen zu berücksichtigen sind.

Um einen Anhaltspunkt für das Verständnis konditionaler Prämissen zu gewinnen, sucht ein wissensbasierter Ansatz daher, die relevanten Wissensbestandteile der Versuchsperson *von vornherein* zu spezifizieren. In Abschnitt 4.2 wird dafür argumentiert, daß sich die in Kapitel 3 dargestellten Effekte einheitlich auf die wahrgenommene Suffizienz und Notwendigkeit von Bedingungen zurückführen lassen. Da diese bereichsunspezifisch und formal beschreibbar sind, lassen sich zwei unterschiedliche Vorhersagemodelle entwickeln: Ein inhaltliches Vorhersagemodell prognostizert allein auf Basis des Hintergrundwissens gültige Schlüsse, die den Vorhersagen eines rein formalen Modells gegenübergestellt werden können.

Schließlich wird in Abschnitt 4.3 gezeigt, wie sich auch der Einfluß kontextueller Faktoren in diese Modellvorstellung integrieren läßt.

4.1 Ein allgemeines Erklärungsprinzip für Inhaltseffekte

Die im vorigen Kapitel referierten Suppressionseffekte beruhen letztlich darauf, daß konditionale Prämissen von Versuchspersonen interpretiert werden. Da sich viele Autoren mit der Feststellung dieses Sachverhalts begnügen, um sofort über die möglichen Repräsentationsarten dieser Interpretation zu spekulieren, scheint der initiale Interpretationsprozeß von nur untergeordneter Bedeutung. Dies wäre jedoch ein Irrtum: Der folgende Abschnitt zeigt, daß ohne die Kenntnis der Art der Prämisseninterpretation eine angemessene Bewertung eines Schlusses überhaupt nicht möglich ist.

4.1.1 Implizite Prämissen und fehlinterpretierte Fehlschlüsse

Wenn psychologische Erklärungsansätze auf die „Pragmatik“ menschlicher Kommunikation verweisen, dann ist damit — vereinfacht gesprochen — gemeint, daß wir in alltäglichen Gesprächen weniger sagen als meinen und mehr verstehen als tatsächlich gesagt wird. Wir drücken uns in aller Regel elliptisch aus und vertrauen darauf, daß unsere Gesprächspartner die mitgeteilten Worte auf Basis eines gemeinsamen Wissenshintergrunds so ergänzen, daß aus fragmentarischen Lautfolgen sinnvolle Botschaften werden. Doch die Ökonomie unseres alltäglichen Kommunikationsverhaltens hat ihre Tücken, wenn es um die formallogische Gültigkeit eines Arguments geht. Bereits 1882 schrieb Gottlob Frege:

> Die Formen, in denen das Folgern ausgedrückt wird, sind so vielfältige, so lose und dehnbare, daß sich leicht Voraussetzungen unbemerkt durchschleichen können, die dann bei der Aufzählung der nothwendigen Bedingungen für die Giltigkeit (*sic*) des Schlußsatzes übergangen werden. (...) Die logischen Verhältnisse werden durch die Sprache fast immer nur angedeutet, dem Errathen überlassen, nicht eigentlich ausgedrückt. (Frege, 1882, S. 50)

Ohne Freges Auffassung von der „Unvollkommenheit der Sprache“ (S. 106) teilen zu müssen, kann man ihm darin zustimmen, daß eine lückenlose Explikation aller Annahmen und Beweisschritte im Alltag eine „unerträgliche Weitschweifigkeit“ (S. 109) zur Folge hätte. Ein besonders häufiger Fall von sprachlicher Effizienzsteigerung besteht in der Unterschlagung impliziter Prämissen. Im Prolog dieser Arbeit (Seite 1) hat das Mädchen von „Aristoteles ist in Makedonien.“ auf „Aristoteles ist nicht in Athen.“ geschlossen und dabei — wie der alte Mann richtig bemerkt — implizit vorausgesetzt, daß auch gilt „Wer in Makedonien ist, ist nicht in Athen.“ Nun ist es sicherlich zweckmäßig, banale Hintergrundannahmen nicht immer explizieren zu müssen. Allerdings bergen diese argumentativen Abkürzungen zugleich das Risiko, daß Sprecher gelegentlich neben Selbstverständlichkeiten noch stillschweigende Zusatzannahmen machen, die nicht für alle Kommunikationspartner nachvollziehbar sind. Ein derartiges Mißverständnis fand sich ebenfalls bereits im Prolog: Tabelle 4.1 illustriert, daß der aus Sicht des alten Mannes ungültige Schluß des Mädchens sich als gültig erweist, wenn man annimmt, das Mädchen habe zusätzlich die

Tabelle 4.1: Die Relevanz impliziter Prämissen am Beispiel des Prologs.

Argument des Mannes (NA)	*Argument des Mädchens (MT)*
Wenn Aristoteles in Athen ist, dann kommt er in die Akademie.	Wenn Aristoteles in Athen ist, dann kommt er in die Akademie.
	Wenn Aristoteles in die Akademie kommt, dann ist er in Athen.
Aristoteles ist nicht in Athen.	Aristoteles ist nicht in Athen.
Aristoteles kommt nicht in die Akademie.	Aristoteles kommt nicht in die Akademie.

(wahre) konditionale Prämisse „Wenn Aristoteles in die Akademie kommt, dann ist er in Athen." zugrundegelegt. Unter dieser Zusatzannahme verfehlt die Kritik des alten Mannes den eigentlichen Schluß des Mädchens: Der Mann bewertet einen *anderen Schluß*, als das Mädchen gezogen hat. Für die Bewertung logischer Schlußfolgerungen ist dieses simple Beispiel von entscheidender Bedeutung. Denn solange Unklarheiten über die Prämissen eines Arguments bestehen, kann auch seine Gültigkeit, die auch in Abschnitt 2.2 (Seite 10) nur relativ zu gegebenen Prämissen definiert wurde, nicht angemessen beurteilt werden.

Bereits Henle (1962) hat vermeintliche Fehlschlüsse als logische Schlußfolgerungen auf Basis anderer Prämissen interpretiert:

> ... wrong answers are obtained by correct reasoning if we consider the syllogism as the subject understood it rather than the one the investigator hoped to present. (Henle, 1962, S. 372)

Henle (1962) betont die Abhängigkeit logischer Gültigkeit von den jeweiligen Prämissen eines Schlusses, um die Existenz unlogischer Schlüsse generell in Frage zu stellen: Alle scheinbar unlogischen Konklusionen seien auf interpretative Faktoren (wie mißverstandene, weggelassene oder hinzugefügte Prämissen) zurückführbar. Die noch grundsätzlichere Dimension dieses Zusammenhangs verdeutlicht Smedslund (1970) in seinem Argument von der zirkulären Beziehung zwischen Prämisseninterpretation und logischer Gültigkeit. Studien konditionalen Schließens registrieren normalerweise die Antworten von Versuchspersonen auf bestimmte Logikaufgaben, z.B. ob ein bestimmter Schluß gezogen oder nicht gezogen wird. Nun setzt aber eine Bewertung der Gültigkeit von Schlüssen die Kenntnis der zugrundeliegenden Prämissen voraus. Um ebenfalls auf Basis der erhaltenen Antwort etwas über die Prämissen in Erfahrung zu bringen, müßte man den Schlußfolgerungsprozeß der Versuchsperson bereits kennen (denn nur dann kann man von der Konklusion auf ihre Prämissen schließen). Smedslunds Dilemma besteht darin, daß sich Fragen nach der Prämisseninterpretation und dem Schlußfolgerungsprozeß gegenseitig bedingen und stets einer der beiden Prozesse *vorausgesetzt* werden muß: "...decisions about understanding must take logic for granted, and decisions about logicality must take understanding for granted." (Smedslund, 1970, S. 217).

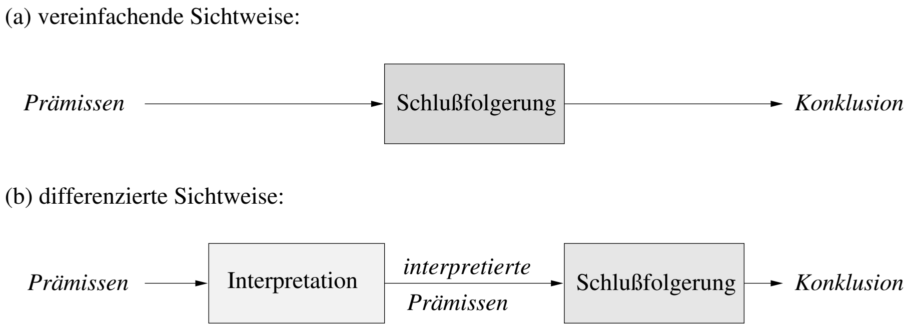

Abbildung 4.1: Zwei Sichtweisen auf den Lösungsprozeß logischer Probleme.

Abbildung 4.1 veranschaulicht die Schwierigkeiten bei der Interpretation logischer Fehlschlüsse. Nur im Rahmen eines simplen Input-Output–Modells (Abb. 4.1a), das nicht zwischen den Prämissen der Aufgabe und deren Interpretation durch eine Versuchsperson unterscheidet, ist eine fehlerhafte Konklusion direkt auf einen fehlerhaften Schluß zurückführbar. Muß man aber damit rechnen, daß bereits interpretierte Prämissen nicht mehr mit den präsentierten Prämissen identisch sind (Abb. 4.1b), so kann keine eindeutige Attribution der Fehlerquelle mehr erfolgen: Eine fehlerhafte Antwort kann nach Belieben auf einen logischen Fehlschluß auf Basis korrekter Prämissen oder auf einen logisch gültigen Schluß auf Basis einer verzerrten Prämisseninterpretation zurückgeführt werden.

4.1.2 Die Zähmung der Interpretation

Gesteht man die Notwendigkeit einer Unterscheidung von präsentierten und interpretierten Prämissen zu, so stellt sich die Frage, wie mit dieser Differenz methodisch umzugehen ist. Auch wenn der Prozeß der Prämisseninterpretation noch weitgehend im Dunkeln liegt, liefern die im vorigen Kapitel dargestellten Befunde wichtige Anhaltspunkte. Die Auswirkungen sowohl formaler als auch inhaltlicher Aspekte konditionaler Syllogismen auf die gezogenen Konklusionen, deuten darauf hin, daß auch die *Interpretation* konditionaler Aussagen formalen und inhaltlichen Einflüssen unterliegt.

In Abbildung 4.2 wird der Interpretationsprozeß aus Abbildung 4.1(b) weiter differenziert und ein mögliches Zusammenspiel von Form und Inhalt anhand des einleitenden Beispiels verdeutlicht. Gemäß dieser Skizze setzt ein angemessenes Verständnis des Interpretationsvorgangs die Unterscheidung von vier Ebenen voraus:

1. Die *sprachliche Prämisse* „Wenn b, dann f." ist normalerweise in einen bestimmten Kontext eingebettet und erfüllt in diesem eine kommunikative Funktion.
2. Die *syntaktische Form* $b \rightarrow f$ ist das Produkt eines semantisch neutralen „Parsings" der sprachlichen Aussage 1. Sie entspricht einer Formalisierung des Konditionals ohne jedes Hintergrundwissen.

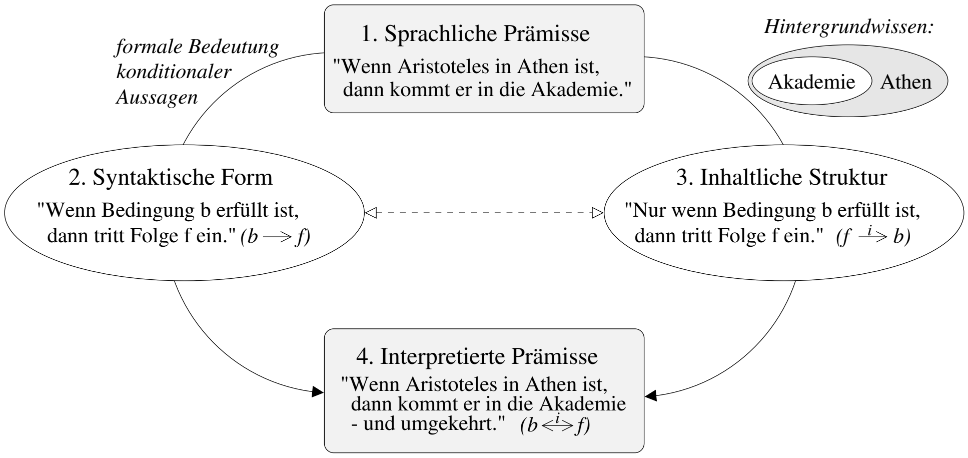

Abbildung 4.2: Das Zusammenspiel von Form und Inhalt bei der Interpretation konditionaler Aussagen.

3. Die *inhaltliche Struktur* $f \xrightarrow{i} b$ gibt die inhaltliche Beziehung zwischen den Sachverhalten b und f wieder, die unabhängig von der Form des in 1. geäußerten Satzes besteht.[1]
4. Die *interpretierte Prämisse* $b \overset{i}{\leftrightarrow} f$ resultiert aus der Integration von 2. und 3.

Natürlich ist die Trennung von syntaktischer Form (2.) und inhaltlicher Struktur (3.) rein analytischer Natur. Die meisten im Alltag geäußerten Konditionalsätze werden problemlos verstanden, ohne daß sich die Beteiligten einer Differenz zwischen Form und Inhalt bewußt wären. Dennoch ist eine solche keineswegs selten — wird eine umgangssprachliche Aussage durch ihre Abweichung vom allgemeinen Hintergrundwissen doch überhaupt erst *informativ*. Der gestrichelte Doppelpfeil zwischen Form und Inhalt soll symbolisieren, daß hier verschiedene Grade der Korrespondenz und Divergenz möglich sind.

Für das Verständnis von Suppressionseffekten ist besonders wichtig, daß die in Abbildung 4.2 skizzierte Sichtweise die Quelle differierender Interpretationen im inhaltlichen Hintergrundwissen der Versuchspersonen lokalisiert: Aus dem räumlichen Wissen um den Ort der Akademie folgt, daß das Erscheinen des Aristoteles in der Akademie seine gleichzeitige Anwesenheit in Athen impliziert. Aufgrund dieses Einflusses von Hintergrundannahmen auf den Interpretationsvorgang ist nicht garantiert, daß verschiedene Personen dieselbe sprachliche Aussage immer gleich interpretieren.

Sowohl die syntaktische Form als auch die inhaltliche Struktur weisen logische Eigenschaften auf. Im Beispiel sind diese gerade konträr zueinander: Die inhaltliche Struktur $f \xrightarrow{i} b$ entspricht der Umkehrung (bzw. „Replikation") der syntaktischen Form $b \rightarrow f$. Nur wenn man — wie das kleine Mädchen des Prologs — die formale und inhaltliche

[1]Der Index „i" zeigt hier und im folgenden an, daß es sich um eine Formalisierung eines *inhaltlichen* Zusammenhangs handelt.

Dimension der sprachlichen Prämisse *integriert*, resultiert die bikonditionale Interpretation $b \overset{i}{\leftrightarrow} f$.

Die besondere Rolle inhaltlichen Wissens birgt auch den Schlüssel für eine methodische Antwort auf das im vorigen Abschnitt dargestellte Dilemma. Denn das Argument von Smedslund (1970) gilt nur, solange man keinerlei Anhaltspunkt für das Verstehen einer konditionalen Aussage hat. Kennt man jedoch das relevante Hintergrundwissen, über das Versuchspersonen beim Lesen der Prämissen verfügen, so lassen sich plausible Hypothesen über deren vermutliche Interpretation gewinnen. Der Perspektivenwechsel von der logischen Korrektheit eines Schlusses zu der Interpretation seiner Prämissen legt daher einen *wissensbasierten Ansatz* (Opwis & Spada, 1994) nahe. Auch Beller (1997) leitet aus den empirischen Konsequenzen des Verhältnisses von logischer Form zu inhaltlichem Gehalt die Forderung ab, das zugrundeliegende inhaltliche Wissen müsse spezifiziert und formalisiert werden, und demonstriert die Fruchtbarkeit dieses Ansatzes für Wissen über deontische und kausale Zusammenhänge. Eine durch Konzeptualisierung relevanter Hintergrundannahmen gewonnene Theorie inhaltlichen Wissens gestattet dabei nicht nur, bisherige Befunde von ihren Inhalten her neu zu erklären. Vor allem durch die Formalisierung der für bedeutsam erachteten Wissensstrukturen können auch neue Versuchsmaterialien konstruiert und empirische Phänomene prognostiziert werden.

Ein methodischer Ausweg aus der argumentativen Zwickmühle zwischen der Interpretation der Prämissen und der Gültigkeit einer Schlußfolgerung umfaßt demnach folgende Schritte:

1. Spezifikation des relevanten inhaltlichen Wissens,
2. theoriegeleitete Itemkonstruktion,
3. Ableitung empirischer Hypothesen und deren experimentelle Überprüfung.

Während im Verlauf von 1. Fragen der Konzeptualisierung und Wissensrepräsentation im Vordergrund stehen, sucht 2. die willkürliche Kombination von „Schießbudenempirie" und nachträglichen *ad hoc*-Erklärungen zu vermeiden, indem der Input der Inferenzaufgaben von vornherein besser kontrolliert wird. Über den Erfolg dieser beiden ersten Schritte entscheidet letztlich 3. Im Verlauf der empirischen Validierung ist die logische Korrektheit von Antworten aber nur ein Aspekt unter anderen. Von ebenso großer Bedeutung ist eine unabhängige Beantwortung der Frage, ob die theoriegeleitet konstruierten Items von den Versuchspersonen auch so aufgefaßt werden, wie man es auf Basis der Wissenstheorie erwarten würde. Idealerweise müßte die Wahrnehmung des inhaltlichen Gehalts der Prämissen unabhängig von ihrer konditionalen Form erfaßt werden, um so der Forderung Smedslunds (1970) Rechnung zu tragen: "the task is to diagnose directly how the the subject understands the task" (S. 218).

4.2 Eine Logik des Inhalts

Wie können die methodologischen Forderungen des letzten Abschnitts in Bezug auf Suppressionseffekte erfüllt werden? Und welche inhaltlichen Wissensstrukturen sind konkret für die Interpretation konditionaler Prämissen verantwortlich? In diesem Abschnitt wird versucht, diese Fragen durch die Identifikation verschiedener Bedingungstypen zu beantworten. Dabei wird in Anknüpfung an die in Abschnitt 3.6.2 (Seite 32) genannten Thesen dafür argumentiert, daß sich die logischen Beziehungen unterschiedlicher Wissensbereiche durch verschiedene Kombinationen der Suffizienz und Notwendigkeit von Bedingungen beschreiben lassen.

4.2.1 Konzeptualisierung des Wissens über Bedingungen und Folgen

Byrne (1989) unterschied bei der Entdeckung des *suppression effect* zwischen alternativen und additiven Antezedentien (vgl. Abschnitt 3.3.2, Seite 22). Ein alternatives Antezedens p_{alt} beinhaltet eine für sich allein hinreichende Bedingung für das Konsequens q, während ein additives Antezedens p_{add} dadurch gekennzeichnet ist, daß es eine neben p zusätzlich notwendige Bedingung für q darstellt.[2] Trotz dieser Charakterisierung haben weder Byrne noch ihre Kritiker bislang die Frage aufgeworfen, in welchem inhaltlichen Verhältnis das ursprüngliche Antezedens p zum Konsequens q steht. Daß eine solche Überlegung vielversprechend ist, zeigen einerseits philosophische Bemühungen, die in Form von Konditionalen ausgedrückten Ereigniszusammenhänge auf Suffizienz- und Notwendigkeitsmuster zurückzuführen (z.B. von Wright, 1971; Sanford, 1989), andererseits die bereits in Abschnitt 3.6.2 erwähnten Ergebnisse von Thompson (1994, 1995), welche wissensbasierte Suppressionseffekte in Abhängigkeit unterschiedlicher Bedingungstypen fand. Mit Hilfe der Begrifflichkeit der Suffizienz und Notwendigkeit von Bedingungen b für Folgen f lassen sich grundsätzlich vier *Bedingungstypen* unterscheiden:

`S+N-`: Eine Bedingung b ist *hinreichend*, aber *nicht notwendig* für eine Folge f.
Beispiel: „Wenn es regnet, dann wird das Gras naß."

`S-N+`: Eine Bedingung b ist *notwendig*, aber nicht *nicht hinreichend* für eine Folge f.
Beispiel: „Wenn sie Geld hat, dann kauft sie sich ein Eis."

`S+N+`: Eine Bedingung b ist sowohl *hinreichend* als auch *notwendig* für eine Folge f.
Beispiel: „Wenn heute Montag ist, dann ist morgen Dienstag."

`S-N-`: Eine Bedingung b ist weder *hinreichend* noch *notwendig* für eine Folge f.
Beispiel: Wenn die Frucht rot ist, dann ist sie ein Apfel.

Für den (experimentalpsychologisch häufigen) Fall, daß b und f in arbiträrem Zusammenhang stehen (vgl. Seite 3.1), kann ein fünfter Bedingungstyp `S?N?` unterschieden werden,

[2]Für die Definitionen der Suffizienz und Notwendigkeit von Bedingungen vgl. Abschnitt 2.2, Seite 11.

bei dem einer Versuchsperson nichts über die Suffizienz und Notwendigkeit von b für f bekannt ist.

Da eine Bedingung entweder hinreichend (notwendig) oder nicht hinreichend (notwendig) ist, handelt es sich bei diesen fünf Kombinationen eigentlich um qualitativ verschiedene Kategorien. Dennoch scheint bei alltäglichen Zusammenhängen oft auch ein quantitatives Mehr-oder-weniger an Suffizienz (Notwendigkeit) der Fall zu sein, was an der Verfügbarkeit möglicher Alternativen (Pollard, 1982; Cummins, 1995), der Gewichtung verschiedener Bedingungsfaktoren oder an der Konfundierung mit anderen Skalen liegen kann. So scheint beispielsweise das Wasser im Becken „notwendiger“ zum Schwimmen als eine bestimmte Wassertemperatur und 5° Celsius „hinreichender“ für Schneefall als 35° Celsius im Schatten — obwohl im ersten Fall beide Bedingungen notwendig sind und im zweiten Fall keine der beiden hinreichend ist. Betrachtet man Suffizienz und Notwendigkeit als orthogonale und (subjektiv) kontinuierliche Skalen, so läßt sich eine bestimmte Bedingung durch ihre Position in einem zweidimensionalen Raum beschreiben (Abbildung 4.3).

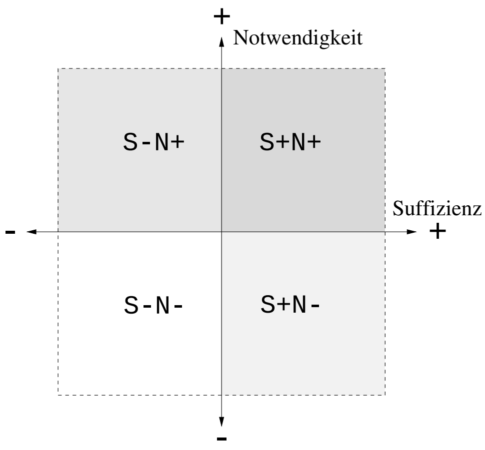

Abbildung 4.3: Der „Bedingungsraum“.

Der dabei zugrundeliegende Begriff einer inhaltlichen Bedingung ist nicht mit dem logischen Bedingungsbegriff identisch, denn die inhaltliche Asymmetrie zwischen einer Bedingung b und Folge f hat kein logisches Äquivalent in der formalen Beziehung $p \rightarrow q$, in welcher sich p und q wechselseitig logisch bedingen (vgl. Seite 11). Die oben zur Verdeutlichung der Bedingungstypen angeführten Beispiele zeigen aber, daß auch der inhaltliche Bedingungsbegriff noch abstrakt bzw. nicht auf einen bestimmten Inhaltsbereich beschränkt ist. So lassen sich etwa kausale Ursachen, durch soziale Konventionen erforderliche Voraussetzungen oder auch definitorische Kriterien als inhaltliche Bedingungen beschreiben. Auch läßt eine konditionale Formulierung „Wenn Bedingung b der Fall ist, dann tritt Folge f ein.“ noch offen, von welchem Bedingungstyp b für f ist. Sanford (1989) zeigt beispielsweise, daß der schlichte Satz “If Smith was fired, so was Wilson.” mindestens fünf verschiedene Abhängigkeitsmuster (*patterns of dependence*) aufweisen kann. Die Differenzierung verschiedener Bedingungstypen verweist daher erneut auf die Wirksamkeit inhaltlichen Hintergrundwissens:[3]

[3]Wie das Wissen über den spezifischen Bedingungstyp einer Beziehung *erworben* wird, ist nicht Gegenstand dieser Arbeit. (Für Kausalwissen vgl. etwa Cheng, 1997.) Um dafür zu argumentieren, daß Wissen über inhaltliche Zusammenhänge inhaltsunspezifisch beschreibbar und kausal wirksam ist, kann seine Existenz vorausgesetzt werden.

> Our knowledge of relevant directions of dependence is often due simply to our knowledge of how the world works. (Sanford, 1989, S. 191)

4.2.2 Formalisierung inhaltlicher Bedingungstypen

Durch die Unterscheidung der syntaktischen Form einer Aussage von der Struktur der in ihr enthaltenen Inhalte wurden zwei Perspektiven auf ein sprachliches Konditional gewonnen (vgl. Abbildung 4.2, Seite 39). Eine Aussage „Wenn b, dann f“ kann sowohl als formales Gebilde $b \rightarrow f$ als auch als Ausdruck einer Beziehung zwischen inhaltlichen Sachverhalten b und f verstanden werden. Während sich die umgangssprachliche Bedeutung des Satzes erst aus der Integration beider Aspekte ergibt, hat ihre analytische Differenzierung theoretische Vorteile. Für ein Verständnis von Suppressionseffekten ist es günstig, die logischen Eigenschaften der Form von jenen des Inhalts abzugrenzen. Während die formallogischen Eigenschaften einer konditionalen Aussage per definitionem mit jenen des materialen Konditionals $b \rightarrow f$ identisch sind, ist die Rede von „logischen Eigenschaften des Inhalts“ zunächst ungewohnt. Mit ihr ist beispielsweise gemeint, daß das inhaltliche Wissen, daß Frau K. eine Tochter hat, den Schluß darauf erlaubt, daß sie Mutter ist.[4]

Wenn sich die im vorigen Abschnitt eingeführten Bedingungstypen tatsächlich zur Beschreibung der inhaltlich relevanten Strukturen eignen, so sollten sich auf ihrer Basis die logischen Eigenschaften des Inhalts formalisieren lassen. Unterschiedliche Bedingungstypen unterscheiden sich darin, daß aus der An- oder Abwesenheit ihrer Bedingungen unterschiedliche Schlüsse auf ihre Folgen (und umgekehrt) möglich sind. Für die Formalisierung dieser Zusammenhänge erweisen sich Parallelen zwischen inhaltlichem und logischem Bedingungsbegriff als hilfreich. Denn obwohl beide Begriffe nicht identisch sind, lassen sich die logischen Eigenschaften hinreichender und notwendiger Bedingungen in Analogie zur Semantik logischer Junktoren definieren (Tabelle 4.2).

Die formale Definition von $b \stackrel{i}{\rightarrow} f$ macht dabei Anleihen bei der materialen Implikation $b \rightarrow f$, $f \stackrel{i}{\rightarrow} b$ bei deren Replikation $f \rightarrow b$ und $b \stackrel{i}{\leftrightarrow} f$ bei der materialen Äquivalenz $b \leftrightarrow f$. Lediglich $b \stackrel{i}{\not\leftrightarrow} f$ und $b \stackrel{i}{\sim} f$ haben kein direktes prädikatenlogisches Analogon: $b \stackrel{i}{\not\leftrightarrow} f$ ist als Kontradiktion definiert, was impliziert, daß weder von f auf b noch umgekehrt irgendein spezifischer Schluß möglich ist.[5] Da beim Bedingungstyp `S?N?` nichts über die Suffizienz und Notwendigkeit der Bedingung b für Folge f bekannt ist, ist auch deren Beziehung zueinander nicht auf Basis von Informationen über b und f definierbar. Ein „?“ in Tabelle 4.2 symbolisiert daher, daß unter diesen Umständen keine inhaltlichen Gründe für, anders als beim Bedingungstyp `S-N-` jedoch auch keine gegen einen Schluß vorliegen.

[4] Introspektiv scheint dies kein Schluß zu sein, — man „weiß“ es einfach. Erst die Erklärung, *warum* man das weiß, fördert eine implizite Prämisse und die Struktur eines Schlusses zutage: Daß sie Mutter ist, folgt aus der Tatsache, daß sie eine Tochter hat und der Wahrheit des Satzes „Wenn sie eine Tochter hat, dann ist sie Mutter.“

[5] Da b unter dem Bedingungstyp `S-N-` weder hinreichend noch notwendig für f ist, resultiert diese Definition aus $b \stackrel{i}{\not\leftrightarrow} f \dashv\vdash \neg(b \stackrel{i}{\rightarrow} f) \wedge \neg(f \stackrel{i}{\rightarrow} b)$.

Tabelle 4.2: Formalisierung der inhaltlichen Bedingungstypen zwischen Bedingung b und Folge f.

Notation:	S+N-: $b \overset{i}{\to} f$		S-N+: $f \overset{i}{\to} b$		S+N+: $b \overset{i}{\leftrightarrow} f$		S-N-: $b \overset{i}{\not\leftrightarrow} f$		S?N?: $b \overset{i}{\sim} f$	
	$b\ f$	$b \overset{i}{\to} f$	$b\ f$	$f \overset{i}{\to} b$	$b\ f$	$b \overset{i}{\leftrightarrow} f$	$b\ f$	$b \overset{i}{\not\leftrightarrow} f$	$b\ f$	$b \overset{i}{\sim} f$
	$\top\,\top$	$\top$	$\top\,\top$	$\top$	$\top\,\top$	$\top$	$\top\,\top$	$\bot$	$\top\,\top$	?
Definition:[a]	$\top\,\bot$	$\bot$	$\top\,\bot$	$\top$	$\top\,\bot$	$\bot$	$\top\,\bot$	$\bot$	$\top\,\bot$	?
	$\bot\,\top$	$\top$	$\bot\,\top$	$\bot$	$\bot\,\top$	$\bot$	$\bot\,\top$	$\bot$	$\bot\,\top$	?
	$\bot\,\bot$	$\top$	$\bot\,\bot$	$\top$	$\bot\,\bot$	$\top$	$\bot\,\bot$	$\bot$	$\bot\,\bot$	?

[a] Die Zeichen „$\top$“/„$\bot$“ können im Bezug auf Bedingungen und Folgen nur bedeuten, daß eine Bedingung *erfüllt ist* (oder nicht) bzw. eine Folge *eintritt* (oder nicht). Aussagen *über* b und f oder ihren inhaltlichen Zusammenhang sind jedoch nach wie vor wahr oder falsch.

4.2.3 Zwei formale Vorhersagemodelle

Daß logische Eigenschaften generell prädikatenlogisch formalisierbar sind, ist nicht verwunderlich. Wird die Prädikatenlogik wie hier jedoch als Formalismus der Wissensrepräsentation genutzt, muß stets zwischen der Repräsentationssprache und dem repräsentierten Sachverhalt unterschieden werden. Die bisherige Analyse ordnete einem sprachlichen Konditional „Wenn b, dann f.“ zwei Repräsentationen $b \to f$ und z.B. $f \overset{i}{\to} b$ zu, wobei im ersten Fall die Form, im zweiten Fall die inhaltliche Beziehung zwischen b und f repräsentiert wird. Der Einfachheit halber kann man sagen, es existiere ein *formales* und ein *inhaltliches Vorhersagemodell*, wobei sich die Attribute „formal“ und „inhaltlich“ auf den Gegenstand, nicht aber die Art der Repräsentation beziehen, die ja in beiden Fällen formal ist. Als Modelle der „Vorhersage“ qualifizieren sich beide Repräsentationen, insofern sie in Verbindung mit einer Information über b oder f Schlüsse auf das jeweils andere Element erlauben.

Da sie für jede Behauptung über b bzw. f entweder eine spezifische Konklusion vorhersagen oder aber offenlassen, ob f bzw. b folgt, machen beide Modelle dichotome Vorhersagen. Kennzeichnet man die Vorhersage einer spezifischen Konklusion mit „+“ und eine unspezifische Vorhersage mit „−“, so sind prinzipiell vier Kombinationen von Prognosen möglich: [++], [+−], [−+] und [−−].[6]

Unter der Annahme, daß die Prognosen beider Modelle unabhängig voneinander sind, richten sich die Vorhersagen des formalen Modells ausschließlich nach den syntaktischen Eigenschaften des Konditionals, während das inhaltliche Modell ausschließlich inhaltliche Faktoren berücksichtigt. Ein formaler Schluß wäre z.B. der Modus Ponens vom Antezedens p eines Konditionals $p \to q$ auf dessen Konsequens q unabhängig davon, ob p eine Bedingung oder Folge darstellt und von welchem Bedingungstyp der inhaltliche Zusammenhang zwischen p und q ist. Ein inhaltlicher Schluß bestünde etwa darin, von der Ab-

[6] Da auch in den beiden Fällen *konträrer* Prognosen [+−] und [−+], stets ein Modell die unspezifische Konklusion „Es kann nicht entschieden werden, ob...“ [−] vorhersagt, kommt es nie zu *kontradiktorischen* Vorhersagen der Art $b \wedge \neg b$.

Tabelle 4.3: Formale und inhaltliche Prognosen für Schlüsse auf Basis von „Wenn b, dann f."

	Bedingungs-typ	inhaltliche Repräsentation	*Basis der formalen Vorhersage:* $b \to f$ *Schlußfiguren:* $b \vdash f$	$\neg f \vdash \neg b$	$f \vdash b$	$\neg b \vdash \neg f$
Basis der inhaltlichen Vorhersage:	`S+N-`	$b \overset{i}{\to} f$	[++]	[++]	[−−]	[−−]
	`S-N+`	$f \overset{i}{\to} b$	[+−]	[+−]	[−+]	[−+]
	`S+N+`	$b \overset{i}{\leftrightarrow} f$	[++]	[++]	[−+]	[−+]
	`S-N-`	$b \overset{i}{\not\leftrightarrow} f$	[+−]	[+−]	[−−]	[−−]
	`S?N?`	$b \overset{i}{\sim} f$	[+ ?]	[+ ?]	[− ?]	[− ?]

Notation: $[x\,y]$, wobei x:=formale Vorhersage und y:=inhaltliche Vorhersage; '+':=spezifischer Schluß, '−':=unspezifischer Schluß, '?':=keine Vorhersage.

wesenheit einer notwendigen Bedingung b auf das Ausbleiben ihrer Folge f zu schließen, unabhängig davon, ob b im Antezedens oder Konsequens eines Konditionalsatzes steht. Tabelle 4.3 stellt die Prognosen beider Modelle für sprachliche Konditionalsätze „Wenn b, dann f." für alle vier möglichen Schlußfiguren und die fünf Bedingungstypen des letzten Abschnitts dar.

Die Annahme der Unabhängigkeit beider Modelle hat die Konsequenz, daß sich syntaktische Veränderungen einer konditionalen Prämisse ausschließlich in den formalen Prognosen manifestieren, während sich eine Veränderung der inhaltlichen Beziehung zwischen Bedingung und Folge ausschließlich auf die Vorhersagen des Inhaltsmodells niederschlägt. Folglich invertiert die Umkehrung eines Konditionalsatzes „Wenn b, dann f." zu „Wenn f, dann b." alle Vorhersagen des formalen Modells, während sie die Prognosen des Inhaltsmodells unberührt läßt (Tabelle 4.4).

Mißt man den Prognosen beider Modelle gleich viel Bedeutung zu, so ergibt sich zwangsläufig eine Relativierung des Konzepts eines „gültigen" Schlusses auf das jeweilige Vorhersagemodell. Beispielsweise ist ein Schluß auf eine spezifische Konklusion unter der

Tabelle 4.4: Formale und inhaltliche Prognosen für Schlüsse auf Basis von „Wenn f, dann b.".

	Bedingungs-typ	inhaltliche Repräsentation	*Basis der formalen Vorhersage:* $f \to b$ *Schlußfiguren:* $b \vdash f$	$\neg f \vdash \neg b$	$f \vdash b$	$\neg b \vdash \neg f$
Basis der inhaltlichen Vorhersage:	`S+N-`	$b \overset{i}{\to} f$	[−+]	[−+]	[+−]	[+−]
	`S-N+`	$f \overset{i}{\to} b$	[−−]	[−−]	[++]	[++]
	`S+N+`	$b \overset{i}{\leftrightarrow} f$	[−+]	[−+]	[++]	[++]
	`S-N-`	$b \overset{i}{\not\leftrightarrow} f$	[−−]	[−−]	[+−]	[+−]
	`S?N?`	$b \overset{i}{\sim} f$	[− ?]	[− ?]	[+ ?]	[+ ?]

Vorhersagekombination [+−] formal gültig, inhaltlich jedoch ungültig, während auf [−+] das Gegenteil zutrifft. Schlüsse, die auf diese Art scheinbar gültig und ungültig zugleich sind, scheinen nur seltsam, weil in den meisten psychologischen Analysen das formale Vorhersagemodell eine unangefochtene Monopolstellung einnimmt. Sie illustrieren lediglich die in der Logik selbstverständliche Tatsache, daß eine Aussage wie „Dieser Schluß ist gültig" immer nur in Begzugnahme auf ein bestimmtes System sinnvoll ist.

4.3 Kontextintegration als Wissensrepräsentation

Obwohl Rumain et al. (1983) und Byrne (1989) ihre Befunde als Kontexteffekte werteten, kam der Begriff des Kontexts in der bisherigen Analyse nicht vor. Aber auch ohne eigens thematisiert worden zu sein, können kontextuelle Einflüsse in das theoretische Gerüst der letzten Abschnitte integriert werden.

Tatsächlich lassen sich die Begriffe Kontext und Wissen gar nicht streng voneinander trennen. Denn genauso wie eine bestimmte Kontextinformation als zusätzliches Wissenselement gewertet werden kann, stellt eine spezifische Wissensbasis einen interpretativen Kontext für das Verständnis einer Aussage dar. Die in Abschnitt 3.3 dargestellten Experimente zum *suppression effect* interpretierten die An- bzw. Abwesenheit einer konditionalen Zusatzprämisse als Kontextmanipulation. Im folgenden wird daher der Ursprung einer Information als differenzierendes Kriterium verwendet: Der Begriff des Kontexts wird ausschließlich in Bezug auf experimentell bereitgestellte Zusatzinformationen gebraucht, während sich der Begriff Wissen stets auf überdauernde Repräsentationen im Langzeitgedächtnis der Versuchspersonen bezieht.

Wenn explizit hinzugefügte und durch Hintergrundwissen implizierte Prämissen vergleichbare Auswirkungen zeigten, so wäre dies ein starkes Argument für die in Abschnitt 3.6 erfolgte Generalisierung des *suppression effect* auf wissensbasierte Suppressionseffekte. Da bereits die Interpretation eines einzelnen Konditionals starken Wisseneinflüssen unterliegt, ist anzunehmen, daß für eine weitere konditionale Prämissen dasselbe gilt. Doch die *Interpretation* einer Zusatzprämisse erklärt noch nicht ihre *Integration* mit anderen Informationen. Eine wissensbasierte Erklärung des durch Kontextmanipulation hervorgerufenen *suppression effect* muß daher die Frage beantworten, wie Inferenzaufgaben mit mehreren konditionalen Prämissen vor dem Hintergrund inhaltlichen Wissens interpretiert werden?

Im Abschnitt 3.4.1 (Seite 24) wurde dafür argumentiert, daß der Vorschlag von Byrne (1989), alternative Zusatzbedingungen b_{alt} disjunktiv und additive Zusatzbedingungen b_{add} konjunktiv ins Antezedens des Basiskonditionals $b \rightarrow f$ zu integieren, ihre Befunde im Prinzip erklären würde. Doch weder die Theorie der mentalen Modelle noch eine Theorie natürlicher Deduktion hat den Mechanismus dieses differentiellen Integrationsprozesses zu beschreiben vermocht. Ein wissensbasierter Ansatz löst dieses Problem, indem er es auflöst — oder zumindest auf die Phase des Wissenserwerbs verschiebt. Die Auflösung des

Problems besteht darin, den rätselhaften Vorgang der *Prämissenintegration* als eine Frage der *Wissensrepräsentation* zu verstehen. Bereits in Abschnitt 3.5 (Seite 27) wurde betont, daß schon die begriffliche Unterscheidung von alternativen und additiven Zusatzprämissen inhaltliches Hintergrundwissens *voraussetzt*. Anstatt eine zusätzliche Bedingung auf wundersame Weise manchmal konjunktiv und manchmal alternativ zu integrieren, hat eine mit Weltwissen begnadete Versuchsperson die Beziehungen zwischen unterschiedlichen Bedingungen und Folgen von vornherein unterschiedlich repräsentiert. Geht man davon aus, daß eine Versuchsperson weiß, daß Bibliotheken geöffnet sein müssen, um dort Hausarbeiten schreiben zu können, so muß man nicht nachträglich einen Prozeß suchen, mit dessen Hilfe sie diese Information in ihr übriges Wissen integriert.

Setzt man voraus, daß Personen schon vor ihrer Teilnahme an experimentellen Studien alternative und additive Zusammenhänge unterschiedlich repräsentieren, so kann man ihre Schlußfolgerungen wieder auf Basis eines formalen und eines inhaltlichen Modells vorhersagen. Grundsätzlich hat auch die Einführung einer konditionalen Zusatzprämisse einen formalen und einen inhaltlichen Aspekt:

- Aus formaler Sicht ist die Einführung einer zusätzlichen Prämisse $b_2 \rightarrow f$ *irrelevant* für die auf Basis von $b_1 \rightarrow f$ gültigen Schlüsse.[7]
- Aus inhaltlicher Sicht ist die zu repräsentierende Situation eine andere. Durch unterschiedliche Zusatzprämissen werden unterschiedliche Wissenselemente explizit angesprochen.

Um nicht wie andere Theorien den Einfluß inhaltlichen Wissens als omnipotente *ad hoc*-Erklärung zu mißbrauchen (vgl. Abschnitt 3.5.1, Seite 28), muß ein wissensbasierter Ansatz die relevanten Wissensstrukturen jedoch *a priori* spezifizieren. Glücklicherweise lassen sich additive und alternative Zusatzbedingungen in die Modellvorstellungen der vorigen Abschnitte integrieren. Bereits die Bezeichnung alternativer und additiver Bedingungen b_{alt} bzw. b_{add} impliziert, daß diese inhaltlich disjunktiv bzw. konjunktiv mit jener Bedingung b verknüpft sind, zu der sie in alternativer bzw. additiver Beziehung stehen. Eine Generalisierung des Vorschlags von Byrne (1989) auf unterschiedliche Bedingungstypen kann deshalb formal dadurch erfolgen, daß man die Zusatzbedingungen mit „$\vee$“ bzw. „$\wedge$“ an die Bedingungsteile der Inhaltsmodelle aus Abschnitt 4.2.2 anfügt.

Tabelle 4.5 zeigt, wie das inhaltliche Vorhersagemodell unter diesen Annahmen notiert werden kann und welche Prognosekombinationen dann für spezifische Schlüsse resultieren. Hatte sich die syntaktische Umkehrung der konditionalen Prämisse auf Seite 45 ausschließlich auf die formalen Vorhersagen ausgewirkt (vgl. Tabellen 4.3 und 4.4), bleiben diese bei der Hinzufügung einer alternativen Prämisse $b_{alt} \rightarrow q$ konstant. Dies liegt daran, daß das formale Vorhersagemodell *per definitionem* blind für den inhaltlichen Unterschied zwischen einer alternativen und additiven Zusatzbedingung ist. Dafür spricht die Nennung

[7] Da die Prädikatenlogik *monoton* ist, ermöglicht die Hinzufügung weiterer Prämissen höchstens zusätzliche Schlüsse, erfordert jedoch nie eine Revision der bisherigen.

Tabelle 4.5: Formale und inhaltliche Prognosen für Schlüsse auf Basis von „Wenn b, dann f." und einer alternativen Prämisse „Wenn b_{alt}, dann f."

			Basis der formalen Vorhersage: $b \rightarrow f$ und $b_{alt} \rightarrow f$			
	Bedingungs-typ	*inhaltliche Repräsentation*	*Schlußfiguren:* $b \vdash f$	$\neg f \vdash \neg b$	$f \vdash b$	$\neg b \vdash \neg f$
Basis der inhaltlichen Vorhersage:	`S+N-`	$b \vee b_{alt} \xrightarrow{i} f$	[++]	[++]	[−×]	[−×]
	`S-N+`	$f \xrightarrow{i} b \vee b_{alt}$	[+−]	[+−]	[−−]	[−−]
	`S+N+`	$b \vee b_{alt} \overset{i}{\leftrightarrow} f$	[++]	[++]	[−−]	[−−]
	`S-N-`	$b \vee b_{alt} \overset{i}{\not\leftrightarrow} f$	[+−]	[+−]	[−×]	[−×]
	`S?N?`	$b \vee b_{alt} \overset{i}{\sim} f$	[+ ?]	[+ ?]	[− ?]	[− ?]

Notation: $[x\,y]$, wobei x:=formale Vorhersage und y:=inhaltliche Vorhersage; '+':=spezifischer Schluß, '−':=unspezifischer Schluß, '×':=Erhöhung unspezifischer Schlüsse, '?':=keine Vorhersage.

der alternativen Bedingung b_{alt} *andere Wissenselemente* an und wirkt sich folglich auf die inhaltlichen Prognosen aus. Konkret sind nun auf Basis des Inhalts keine Schlüsse von Folge f auf das Vorliegen von Bedingung b mehr möglich und auch die Abwesenheit der Bedingung b bedeutet in keinem Fall mehr, daß auch f nicht der Fall ist.

Außerdem ist in Tabelle 4.5 ein *neuer Vorhersagetyp* [×] enthalten. Dieser bringt zum Ausdruck, daß an einigen Stellen, wo das Inhaltsmodell bereits ohne die Zusatzbedingung den unspezifischen Schluß [−] vorhergesagt hatte, nun noch ein zusätzlicher Grund zur Vermeidung des Schlusses besteht. Zum Beispiel sagte unter dem Bedingungstyp `S+N-` bereits das Modell $b \xrightarrow{i} f$ vorher, daß inhaltlich nicht von f auf b geschlossen werden kann [−]. Das modifizierte Modell $b \vee b_{alt} \xrightarrow{i} f$ prognostiziert dieses gewissermaßen „doppelt", denn selbst im Falle einer (inhaltlich nicht gerechtfertigten) Affirmation des Konsequens würde noch $b \vee b_{alt}$ (und nicht etwa b) resultieren. Anders als alle bisherigen Prognosen sagt diese metalogische Überlegung eine *quantitative* Verminderung bestimmter Schlüsse relativ zu anderen vorher.[8] Ein analoge Argumentation führt im Fall einer additiven Zusatzprämisse $b_{add} \rightarrow f$ zu den in Tabelle 4.6 enthaltenen Modellen und Vorhersagen.

Inwiefern erklären diese hypothetischen Modellvorstellungen die in Abschnitt 3.3 (Seite 20ff.) referierten Suppressionseffekte? Nimmt man an, daß formal und inhaltlich prognostizierte Schlußfolgerungen auch häufiger gezogen werden, als solche, die zwar formal, aber nicht inhaltlich legitimiert sind, so spiegeln sich die Befunde von Rumain et al. (1983) und Byrne (1989) unmittelbar in den Vorhersagemustern der Tabellen 4.3, 4.5 und 4.6. Bezeichnet man die empirisch erwartete Häufigkeit eines Schlusses mit $\mathrm{H}[x\,y]$ (mit x als formaler und y als inhaltlicher Prognose), so resultieren die durch den „Kontext" verursachte Reduktion der formaler Fehlschlüsse (d.h. ein *formaler Erleichterungseffekt*) schlicht aus der

[8]Würden sich alle Versuchspersonen schon bei der Vorhersagekombination [−−] eines Schlusses enthalten, so kann auch [−×] nicht mehr „weniger" Schlüsse vorhersagen. Die Annahme eines zusätzlichen „Verhinderungsgrades" läßt sich jedoch dadurch rechtfertigen, daß in keiner der Studien des vorigen Kapitels empirische Schlußhäufigkeiten in der Nähe von 0 % gefunden wurden.

Tabelle 4.6: Formale und inhaltliche Prognosen für Schlüsse auf Basis von „Wenn b, dann f." und einer *additiven* Prämisse „Wenn b_{add}, dann f."

			Basis der formalen Vorhersage: $b \to f$ und $b_{add} \to f$			
	Bedingungs-	*inhaltliche*	*Schlußfiguren:*			
	typ	*Repräsentation*	$b \vdash f$	$\neg f \vdash \neg b$	$f \vdash b$	$\neg b \vdash \neg f$
Basis der inhaltlichen Vorhersage:	S+N-	$b \wedge b_{add} \xrightarrow{i} f$	[+−]	[+−]	[−−]	[−−]
	S-N+	$f \xrightarrow{i} b \wedge b_{add}$	[+×]	[+×]	[−+]	[−+]
	S+N+	$b \wedge b_{add} \overset{i}{\leftrightarrow} f$	[+−]	[+−]	[−+]	[−+]
	S-N-	$b \wedge b_{add} \overset{i}{\not\leftrightarrow} f$	[+×]	[+×]	[−−]	[−−]
	S?N?	$b \wedge b_{add} \overset{i}{\sim} f$	[+ ?]	[+ ?]	[− ?]	[− ?]

Annahme H[−+]>H[−−] bzw. H[−−]>H[−×]. Die analoge Verminderung formal gültiger Schlüsse (ein *formaler Verhinderungseffekt*) wird entsprechend durch H[++]>H[+−] bzw. H[+−]>H[+×] erklärt. Verallgemeinert hieße das: Bei identischen Prognosen beider Modelle sind formallogische und inhaltliche *Erleichterungseffekte* zu erwarten, während inkonsistente Vorhersagen *Verhinderungseffekte* unterschiedlichen Ausmaßes nach sich ziehen.

Da bisherige Arbeiten zum *suppression effect* jedoch weder verschiedene Bedingungstypen thematisieren, noch formale und inhaltliche Aufgabenaspekte klar voneinander trennen, lassen sich ihre Ergebnisse nicht eindeutig bestimmten Vorhersagetypen zuordnen.[9] Die Vielfalt an Prognosen *innerhalb* einer der dargestellten Tabellen legt nahe, daß die Befunde von Rumain et al. (1983) und Byrne (1989) nur einen kleinen Ausschnitt eines viel umfassenderen Phänomenbereichs abdecken.

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, daß für alle in diesem Kapitel entwickelten Repräsentationen auch alternative Formalisierungen möglich gewesen wären. Daß z.B. die Verknüpfung mehrerer Bedingungen grundsätzlich konjunktiv bzw. disjunktiv erfolgte, war keineswegs notwendig. So hätte sich Integrationen der Prämissen „Wenn b, dann f." und „Wenn b_{add}, dann f." als $b \xrightarrow{i} (f \xrightarrow{i} b_{add}) \dashv\vdash (b \wedge f) \xrightarrow{i} b_{add}$ oder $b \xrightarrow{i} (b_{add} \overset{i}{\leftrightarrow} f)$ ebenfalls dadurch rechtfertigen lassen, daß sie die relevanten logischen Eigenschaften des Inhalts korrekt repräsentieren. Für $b \wedge b_{add} \xrightarrow{i} f$ sprach neben experimentellen Evidenzen (Byrne & Johnson-Laird, 1992), daß sich auch durch die komplexeren Varianten keine anderen Vorhersagen für die konditionalen Syllogismen auf Basis von „Wenn b, dann f." ergeben hätten. Wie alle Abstraktionen sehen die formalen und inhaltlichen Modelle von vielen Aspekten ihrer Gegenstände ab, um einige wenige klarer hervortreten zu lassen.[10] Ob bei ihrer Konzeption die richtigen Kompromisse zwischen Abstraktion und Präzision geschlossen wurden, kann nur durch experimentelle Befunde geklärt werden.

[9] Z.B. sind die von Byrne (1989) verwendeten Items meist vom Bedingungstyp S?N?, teilweise jedoch auch vom Typ S+N-.

[10] So wurden hinsichtlich der Form konditionaler Aussagen syntaktische Formulierungsvarianten ebenso unberücksichtigt gelassen, wie etwa spezifische Wissensdomänen auf Seiten des Inhalts.

5 Experimentelle Studien

Scientific reasoning and everyday reasoning both require evidence-based justification of beliefs, or the coordination of theory and evidence.
D. KUHN

Die theoretische Analyse des vorigen Kapitels hat mehrere Faktoren identifiziert, die als Determinanten der Interpretation konditionaler Aussagen in Frage kommen. Die Unterscheidung von fünf inhaltlichen Bedingungstypen und eine analytische Trennung formaler und inhaltlicher Aspekte führte dabei zur Entwicklung formalisierter Modelle, die ausgehend von Form und Inhalt umgangssprachlicher Konditionale bestimmte Inferenzen prognostizieren.

Auch wenn dieser wissensbasierter Ansatz in der Lage sein mag, bislang verstreute experimentelle Befunde unter einem einheitlichen Erklärungsprinzip zu subsumieren, liefern die in Kapitel 3 dargestellten Befunde nur fragmentarische Belege für die Gültigkeit seiner Postulate. Um die hypothetischen Modellvorstellungen des vorigen Kapitels auch empirisch zu untermauern, werden in diesem Kapitel daher neue Hypothesen abgeleitet und experimentell überprüft.

Da hierfür drei aufeinander bezogene Studien durchgeführt wurden, stellt der folgende Abschnitt 5.1 zunächst deren gemeinsame Bestandteile dar. Die Abschnitte 5.3 bis 5.4 dieses Kapitels sind dann der konkreten Konzeption, Durchführung und den Resultaten der Einzelexperimente gewidmet. Schließlich werden in Abschnitt 5.5 alle Befunde zusammenfassend diskutiert.

5.1 Die Grundlagen der Experimente

Um die abstrakten Modelle des Kapitels 4 einer empirischen Überprüfung zu unterziehen, müssen ihre Vorhersagen zunächst in eine experimentalpsychologische Terminologie übersetzt werden.

Noch vor der Bildung spezifischer Hypothesen müssen Form, Inhalt und Kontext als die drei wesentlichen Dimensionen konditionaler Aussagen operationalisiert und in thematischem Versuchsmaterial realisiert werden. Zudem gilt es, konkrete Verhaltensmaße zu finden, durch die der Einfluß einzelner Faktoren und ihr Zusammenspiel beleuchtet werden kann.

5.1.1 Untersuchte Einflußfaktoren

Da im Rahmen einer einzelnen Studie unmöglich alle potentiell relevanten Einflußfaktoren untersucht werden können, mußten konkrete Entscheidungen hinsichtlich der manipulierten Dimensionen getroffen werden. Im Rahmen der experimentellen Erhebung wurden daher folgende Faktoren systematisch variiert:

1. *Form*
   Die Beziehung zwischen einer Bedingung b und einer Folge f kann *vorwärts* als „Wenn b, dann f." oder *rückwärts* als „Wenn f, dann b." präsentiert werden.[1] Während diese rein syntaktische Manipulation das Inhaltsmodell konstant läßt, ändert sich das formale Vorhersagemodell von $b \rightarrow f$ zu $f \rightarrow b$.

2. *Inhalt*
   Um innerhalb der inhaltlichen Dimension noch zwischen *bereichsspezifischen* und *bereichsunspezifischen* Einflüssen zu unterscheiden, wurde diese zusätzlich untergliedert in
   - den *Bedingungstyp* von b für f entsprechend der fünf qualitativ verschiedenen Typen aus Abschnitt 4.2.1 (Seite 41ff.);
   - den *Inhaltsbereich* von b und f. Im folgenden wird zwischen *kausalen*, *sozialen* und *definitorischen* Inhalten unterschieden. Je nach Inhaltsbereich stellt b eine Ursache, eine soziale Voraussetzung oder ein begriffliches Kriterium für f dar.

3. *Kontext*
   Entsprechend des in Abschnitt 4.3 auf die An- bzw. Abwesenheit inhaltlicher Zusatzbedingungen b' eingeschränkten Kontextbegriffs werden im folgenden drei Kontexte unterschieden: „nur Basisbedingung b und Folge f", „mit alternativer Zusatzbedingung b_{alt}" und „mit additiver Zusatzbedingung b_{add}".

4. *Schlußfigur*
   Bei Aufgaben des Typs konditionaler Syllogismen werden in Abhängigkeit der vorgegebenen Nebenprämisse vier verschiedene Schlußfiguren unterschieden. (Vgl. Tabelle 2.2 auf Seite 11.)

Da der Faktor *syntaktische Form* nur für den Kontext „nur b/f" variiert wurde, ergaben sich insgesamt 240 Faktorenkombinationen, die in Abbildung 5.1 im Überblick dargestellt werden.

[1] Je nach Bedingungstyp ist keine, genau eine oder beide dieser Formulierungen *angemessen*.

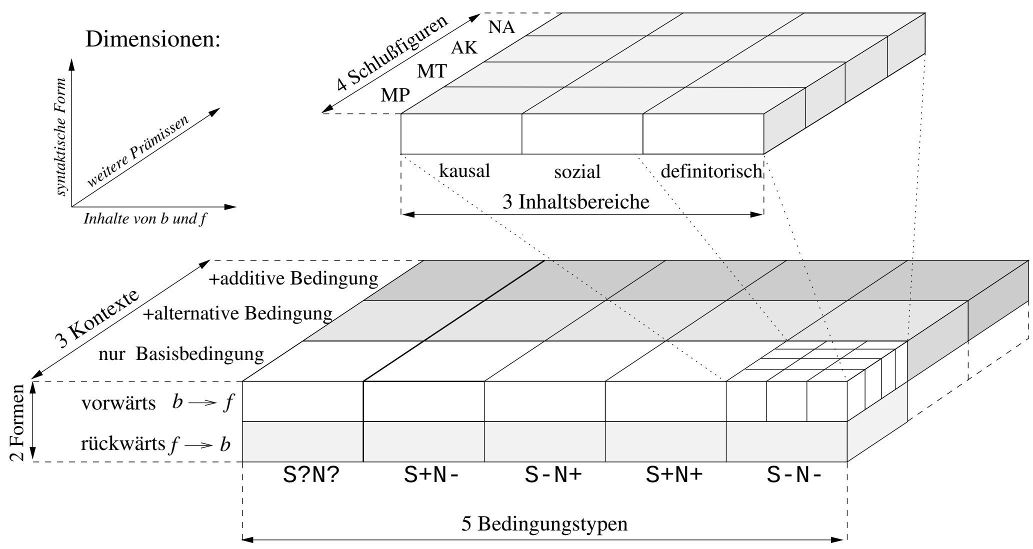

Abbildung 5.1: Übersicht über die Dimensionen der experimentellen Materialien.

5.1.2 Itemgrundlage

Eine nicht mehr hinterfragbare Erkenntnis der Forschung zum schlußfolgernden Denken besteht darin, daß ihre Befunde in hohem Maße vom verwendeten Versuchsmaterial abhängen. Gerade wenn ein komplexes Zusammenspiel verschiedener Einflußfaktoren erwartet wird, ist eine sorgfältige Itemkonstruktion eine notwendige Bedingung interpretierbarer Ergebnisse. Der in Kapitel 4 entwickelte wissensbasierte Ansatz zeichnet sich gerade dadurch aus, daß er spezifische Ansprüche an die inhaltliche Beschaffenheit des Versuchsmaterials stellt.

Die vollständige Variation der beiden inhaltlichen Faktoren erforderte ein Minimum von fünfzehn thematischen *Szenen*. Jede Szene besteht dabei aus vier Sachverhalten: einer Basisbedingung b und ihrer Folge f, sowie je einer zu b alternativen und additiven Zusatzbedingung b_{alt} bzw. b_{add}. Tabelle 5.1 auf Seite 54 enthält diese vier Grundbausteine für alle entwickelten Szenen. (Die konkreten sprachlichen Formulierungen aller Aufgabenstellungen sind im Anhang B.1 enthalten.)

5.1.3 Aufgabenstellungen

In Abschnitt 4.1.1 (Seite 36) wurde dargestellt, daß sich eine Abweichung vom normativen Modell der formalen Logik nicht eindeutig auf einen fehlerhaften Schlußfolgerungsprozeß zurückführen läßt, wenn nicht sichergestellt ist, ob die Versuchsperson die Prämissen im Sinne der Aufgabenstellung interpretiert hat (Smedslund, 1970). Ein Ausweg aus diesem methodologischen Dilemma besteht in der möglichst rigorosen Kontrolle des „Inputs" von Inferenzaufgaben. Neben dem skizzierten Prozeß einer stark theoriegeleiteten Itemkon-

Tabelle 5.1: Übersicht über die inhaltlichen Szenen.

	Inhaltsbereich	
kausal	*sozial*	*begrifflich*
Bedingungstyp `S?N?`, d.h. zwischen b und f ist kein inhaltlicher Zusammenhang bekannt:		
a: b: Der Ocytozinspiegel im Blut steigt. f: Die Milchbildung erhöht sich. b_{alt}: Der Prolaktinspiegel im Blut steigt. b_{add}: Es handelt sich um eine Frau.	**b:** b: Sie schreibt einen Brief. f: Sie arbeitet bis spät abends in der Bibliothek. b_{alt}: Sie lernt für eine Prüfung. b_{add}: Die Bibliothek bleibt geöffnet.	**c:** b: Der Vogel hat einen roten Punkt auf dem Schnabel. f: Der Vogel ist ein Barrato. b_{alt}: Der Vogel hat einen grünen Punkt auf dem Schnabel. b_{add}: Der Vogel hat ein grünes Federkleid.
Bedingungstyp `S+N-`, d.h. b ist hinreichend und nicht notwendig für f:		
d: b: Es regnet. f: Das Gras ist naß. b_{alt}: Der Rasensprenger läuft. b_{add}: Der Rasen liegt im Freien.	**e:** b: Es ist Ostern. f: Die Gemeinde feiert einen Gottesdienst. b_{alt}: Es ist Weihnachten. b_{add}: Es handelt sich um eine christliche Gemeinde.	**f:** b: Sie hat eine dreijährige Tochter. f: Sie ist Mutter. b_{alt}: Sie hat einen erwachsenen Sohn. b_{add}: Es ist ihr leibliches Kind.
Bedingungstyp `S-N+`, d.h. b ist nicht hinreichend und notwendig für f:		
g: b: Es liegt Schnee. f: Er fährt Ski. b_{alt}: Das Motorboot fährt schnell genug. b_{add}: Er hat frei.	**h:** b: Sie hat Geld dabei. f: Sie kauft sich ein Sommerkleid. b_{alt}: Sie hat eine Kreditkarte dabei. b_{add}: Die Geschäfte haben geöffnet.	**i:** b: Die Fläche hat vier Ecken. f: Die Fläche ist ein Rechteck. b_{alt}: Die Fläche hat vier Seiten. b_{add}: Die Fläche hat vier rechte Winkel.
Bedingungstyp `S+N+`, d.h. b ist hinreichend und notwendig für f:		
j: b: Die Suppe wurde auf 100° Celsius erhitzt. f: Die Suppe kocht. b_{alt}: Die Suppe wurde in großer Höhe (bei geringem Luftdruck) auf 95° Celsius erhitzt. b_{add}: Die Suppe hat denselben Siedepunkt wie Wasser.	**k:** b: Er hat die weißen Figuren. f: Er macht den Eröffnungszug. b_{alt}: Er hat die hellbraunen Figuren. b_{add}: Sie spielen Schach.	**l:** b: Es ist ein männliches Pferd. f: Es ist ein Hengst. b_{alt}: Es ist ein männliches Zebra. b_{add}: Es ist kein Wallach (= kastriertes männl. Pferd).
Bedingungstyp `S-N-`, d.h. b ist nicht hinreichend und nicht notwendig für f:		
m: b: Es ist neblig. f: Das Flugzeug stürzt ab. b_{alt}: Es ist stürmisch. b_{add}: Das Flugzeug ist gestartet.	**n:** b: Er war am besten gekleidet. f: Er bekommt den Job. b_{alt}: Er hatte gute Beziehungen. b_{add}: Er hat sich um die Stelle beworben.	**o:** b: Die Frucht ist rot. f: Die Frucht ist ein Apfel. b_{alt}: Die Frucht ist grün. b_{add}: Die Frucht wächst an einem Baum.

struktion ließe sich die Plausibilität der hier zugrundegelegten Vorgehensweise vor allem durch unabhängige Evidenzen für die für relevant erachteten Wissensstrukturen steigern.

Im Gegensatz zum Großteil der in Kapitel 3 erwähnten Untersuchungen wurde in den folgenden Experimenten daher versucht, sich dem Zusammenspiel formaler und inhaltlicher Einflußfaktoren auf unterschiedlichen Ebenen zu nähern. (Vgl. auch die in Abbildung 4.2 auf Seite 39 vorgenommene Differenzierung.) Dabei wurden mit demselben Versuchsmaterial drei verschiedene Experimente durchgeführt, die sich in ihren konkreten Aufgabenstellungen und theoretischen Zielen voneinander unterschieden:

1. Die *Ratingaufgabe* diente der Diagnose des postulierten Hintergrundwissens bzw. der Validierung des Aufgabenmaterials. Außerdem erlaubte sie, den Einfluß einer Kontextvariation auf die wahrgenommene Suffizienz und Notwendigkeit von b für f zu überprüfen.
2. Die *Inferenzaufgabe* untersuchte die Bereitschaft von Personen zu konditionalen Syllogismen in Abhängigkeit verschiedener Einflußfaktoren.
3. Die *Formulierungsaufgabe* testete, ob Personen in der Lage sind, aus verschiedenen Konditionalen eine logisch angemessene Formulierung auszuwählen.

Im Verlauf eines Vortests[2] erwies es sich, daß eine zweimalige Änderung der Aufgabenstellung verwirrend auf die Versuchsperson wirkte. Um Interferenzen zwischen den unterschiedlichen Aufgabenstellungen zu vermeiden, wurden die Hauptuntersuchung an drei voneinander unabhängigen Gruppen durchgeführt.

5.1.4 Versuchspersonen

Insgesamt nahmen 113 Personen an den drei experimentellen Hauptuntersuchungen teil. Da diese durch Plakate und Handzettel an der Universität Freiburg angeworben wurden, handelte es sich dabei zu 96 % um Studierende unterschiedlicher Fachrichtungen. Die am stärksten vertretenen Einzeldisziplinen waren sprachliche Geisteswissenschaften (46 %), Jura (15 %) und Geographie (8 %).

Von der Teilnahme ausgeschlossen waren Studierende der Mathematik oder Philosophie, sowie Personen, die nach eigenen Angaben einen Logikkurs besucht hatten. Da Psycholgiestudierende konditionale Syllogismen im Rahmen des Grundstudiums kennenlernen, waren sie von der Inferenzaufgabe ausgeschlossen. Die Formulierungsaufgabe wurde nur Personen mit Deutsch als Muttersprache gestellt. Die Antworten von drei Personen konnten aufgrund von Verständisproblemen bzw. dem vorzeitigem Abbruch der Experimentalsitzung nicht ausgewertet werden. Ihre Daten wurden vor der Auswertung durch andere Personen ergänzt.

48 der verbleibenden 110 Personen waren weiblichen Geschlechts, 62 männlich. Das durchschnittliche Alter betrug 25.2 Jahre (SD=4.9) und die mittlere Studiendauer 5.1 Semester (SD=3.5).

[2] Die TeilnehmerInnen des Vortests waren 23 Studierende im Grundstudium Philosophie vor Beginn eines Logikkurses.

5.2 Experiment 1: Bewertung inhaltlicher Zusammenhänge

5.2.1 Zielsetzung und Hypothesen

Bei der theoriegeleiteten Konstruktion der inhaltlichen Szenen wurde *vorausgesetzt*, daß Personen über spezifisches Hintergrundwissen über die Zusammenhänge von Bedingungen und Folgen verfügen. Daß die konkreten Beziehungen zwischen einer Bedingung b und Folge f jedoch auch so wahrgenommen werden, wie bei der Itemkonstruktion intendiert, bedarf einer unabhängigen Rechtfertigung. In einem ersten Experiment sollten Versuchspersonen daher die wahrgenommene Suffizienz S und Notwendigkeit N von b für f direkt einschätzen.

Da jede inhaltliche Szene einen bestimmten Bedingungstyp realisieren soll, müßten im Idealfall alle Kombinationen wahrgenommener Suffizienz- und Notwendigkeitswerte in dem entsprechenden Quadranten der Abbildung 4.3 (Seite 42) liegen.

Bezeichnet man die wahrgenommene Suffizienz einer Bedingung mit $\widehat{S}$ und ihre wahrgenommene Notwendigkeit mit $\widehat{N}$, so bedeutet dies für die einzelnen Bedingungstypen:

$$\widehat{S}(\texttt{S+N-}) > \widehat{N}(\texttt{S+N-}),\ \widehat{N}(\texttt{S-N+}) > \widehat{S}(\texttt{S-N+}),$$
$$\widehat{S}(\texttt{S+N+}) = \widehat{N}(\texttt{S+N+}) \text{ und } \widehat{S}(\texttt{S-N-}) = \widehat{N}(\texttt{S-N-}).$$

Lediglich Zusammenhänge des Bedingungstyps `S?N?` stellen eine Ausnahme dar. Da für diese angenommen wird, daß Personen über kein spezifisches Hintergrundwissen verfügen, sollten ihre Einschätzungen über mehrere Quadranten streuen.

Zudem bietet dieselbe Methode auch eine Gelegenheit, die Auswirkungen zusätzlicher Bedingungen b' auf die wahrgenommene Suffizienz und Notwendigkeit von Zusammenhängen zu untersuchen. Bei Adäquatheit der in den Abschnitten 4.2.3 und 4.3 entwickelten Inhaltsmodelle müßte die Berücksichtigung einer alternativen Zusatzbedingung b_{alt} selektiv die wahrgenommene Notwendigkeit $\widehat{N}$ mindern, während der Einbezug einer additiven Bedingung b_{add} eine spezifische Reduktion der wahrgenommenen Suffizienz $\widehat{S}$ zur Folge haben sollte.

5.2.2 Materialien

Die in Kapitel 4 eingeführte Begrifflichkeit von Suffizienz und Notwendigkeit ist relativ abstrakt und hat nur bedingt umgangssprachliche Entsprechungen.[3] Da es sich im Rahmen eines Vortests herausstellte, daß Personen auch nach expliziter Definition beider Begriffe noch erhebliche Schwierigkeiten haben, diese als Beschreibungsdimensionen zu verwenden, mußte eine andere Form der Aufgabenstellung gefunden werden.

Die schließlich gewählte Variante bestand im Rekurs auf die *Prognose* einer Folge f aus einer Bedingung b bzw. der *Diagnose* von b aufgrund von f (vgl. Tabelle 5.2). Da die Gegebenheit einer hinreichenden Bedingung auch das Eintreten der Folge erwarten läßt und die

[3] Umgangssprachlich impliziert eine „hinreichende" Bedingung nicht, daß alle aus ihr folgenden Sachverhalte auch *notwendigerweise* der Fall sind.

Tabelle 5.2: Beispiel einer Ratingaufgabe mit additiver Zusatzbedingung b_{add}

1:Rezad

Jemand sagt: „Wenn Ostern ist,
dann feiert die Gemeinde einen Gottesdienst.“
und: „Wenn es sich um eine christliche Gemeinde handelt,
dann feiert die Gemeinde einen Gottesdienst.“
und behauptet damit Zusammenhänge zwischen zwei Bedingungen „*Es ist Ostern.*“/„*Es handelt sich um eine christliche Gemeinde.*“ und einer Folge „*Die Gemeinde feiert einen Gottesdienst.*“

Unabhängig davon, ob die obigen Behauptungen wahr oder falsch sind, sollen Sie nun auf Basis **ihres Wissens** beurteilen, welcher **inhaltliche Zusammenhang generell** zwischen der Bedingung „*Es ist Ostern.*“ und der Folge „*Die Gemeinde feiert einen Gottesdienst.*“ besteht:

Frage 1: Setzen Sie voraus: *Es ist Ostern.*
Sie wissen nicht, *ob es sich um eine christliche Gemeinde handelt.*
In wieviel Prozent aller möglichen Fälle würden Sie *allein* auf Basis dieser Informationen entscheiden, *daß die Gemeinde einen Gottesdienst feiert?*

	0%	10%	20%	30%	40%	**50%**	60%	70%	80%	90%	100%	
nie	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	**immer**

Frage 2: Es gelte nun: *Die Gemeinde feiert einen Gottesdienst.*
Unbekannt ist, *ob es sich um eine christliche Gemeinde handelt.*
In wieviel Prozent aller möglichen Fälle würden Sie *allein* auf Basis dieser Informationen entscheiden, *daß es Ostern ist?*

	0%	10%	20%	30%	40%	**50%**	60%	70%	80%	90%	100%	
nie	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	**immer**

Abwesenheit einer notwendigen Bedingung auch das Eintreten der Folge verunmöglicht, können beide Dimensionen auf die „epistemische Suffizienz“ des einen Sachverhalts für den jeweils anderen reduziert werden. Da dabei jeweils ein Sachverhalt vorausgesetzt wird und entschieden werden soll, wie wahrscheinlich der Eintritt des anderen Sachverhalts auf Basis dieser Information ist, bleibt die Fragestellung über beide Dimensionen konstant: Die Frage „Was wird allein aufgrund der Tatsache, daß b der Fall ist, für f erwartet?“ entspricht dabei der Bewertung der Suffizienz von b für f. Ihre Umkehrung erlaubt es, in analoger Weise nach der Suffizienz von f für b zu fragen, die nach Abschnitt 2.2 (Seite 11) mit der Notwendigkeit von b für f identisch ist.

Alle Einschätzungen erfolgten auf einer *quantitativen* Dimension.[4] Um diese möglichst

[4]Zur Quantifizierbarkeit qualitativer Dimensionen vgl. Abschnitt 4.2.1 (Seite 41).

leicht verständlich zu gestalten, wurde eine prozentuale Skala von 0–100 % gewählt (vgl. Gigerenzer & Hoffrage, 1995).

Die Schwierigkeit, Wissen über Bedingungs-Folge-Zusammenhänge unter Vermeidung konditionaler Aussagen anzusprechen, stellte ein methodisches Problem dar. Wie der Vortest zeigte, ist es kaum möglich, die in Frage stehenden Bedingungen und Folgen zu erwähnen, ohne daß diese unmittelbar als *behauptete* Sachverhalte aufgefaßt werden. Daher wurde auf eine Idee von Stevenson & Over (1995, Experiment 2) zurückgegriffen, den Zusammenhang in Form einer durch ein *alter ego* behaupteten Aussage zu präsentieren. Wie das Beispiel in Tabelle 5.2 zeigt, beginnt eine Aufgabe stets damit, daß „Jemand“ Zusammenhänge zwischen Bedingungen und Folgen behauptet. Die Versuchsperson ist jedoch aufgefordert, nicht diese Behauptung, sondern den inhaltlichen Zusammenhang zwischen b und f im Allgemeinen (und unabhängig vom Wahrheitswert der einleitenden Aussagen) zu bewerten. Daß es für diese Einschätzung irrelevant ist, ob die einleitenden Behauptungen aus Sicht der Versuchsperson wahr oder falsch sind, wird in der Instruktion explizit betont. (Die vollständige Instruktion ist in Tabelle B.1 auf Seite 107 des Anhangs B.2 wiedergegeben.)

Um eine der Inferenzaufgabe (Abschnitt 5.3) möglichst analoge Situation herzustellen, wurden bei Items mit Zusatzbedingungen b' zwei konditionale Aussagen erwähnt, hier jedoch nicht als wahr vorausgesetzt. Bei der Frage nach dem inhaltlichen Zusammenhang zwischen b und f wurde b' *als Möglichkeit* genannt, über deren Status jedoch nichts näheres bekannt sei. (Die abstrakten Schablonen der Itemkonstruktion sind ebenfalls im Anhang B.2 enthalten.)

5.2.3 Durchführung

Die Erhebung erfolgte an insgesamt 30 Personen der in Abschnitt 5.1.4 beschriebenen Population und fand in fünf Gruppensitzungen statt, die zwischen 30 und 45 Minuten dauerten.

Jede Versuchsperson wurde zufällig einer von drei Experimentalgruppen A, B oder C von je 10 Personen zugeteilt und bewertete die Zusammenhänge zwischen Bedingung b und Folge f aller 15 Szenen in randomisierter Folge.

Gruppe A bewertete alle Zusammenhänge unter der Kontextbedingung „nur b/f“, d.h. ihr wurden keine Zusatzbedingungen b' präsentiert.
Gruppe B bewertete dieselben Zusammenhänge unter durchgehender Erwähnung von Zusatzbedingung b' (davon 8 *alternativ*, 7 *additiv*).
Gruppe C entsprach *Gruppe B*, wobei b' vom jeweils anderen Typ war.

Da die Art der Aufgabenstellung keine Variation der Faktoren *Form* und *Schlußfigur* erlaubte, gab es insgesamt 45 verschiedene Items (15 Szenen in 3 Kontexten), die je von 10 Personen bearbeitet wurden. Die Datenbasis im folgenden besteht daher aus 450 Suffizienz- und Notwendigkeitswerten.

5.2.4 Ergebnisse

Die Einschätzungen der inhaltlichen Zusammenhänge fielen wie erwartet aus. Tabelle 5.3 stellt die Mittelwerte und Standardabweichungen der wahrgenommenen Suffizienzen $\widehat{S}$ und Notwendigkeiten $\widehat{N}$ im Überblick dar.

Tabelle 5.3: Wahrgenommene Suffizienzen $\widehat{S}$ und Notwendigkeiten $\widehat{N}$ nach *Bedingungstypen* und *Kontexten*. (Mittelwerte auf einer Skala von 0–100 %; Standardabweichung in Klammern). In jeden Mittelwert gehen 30 Einzelwerte ein.

Bedingungs-typ	*bewertete Dimension*	*Kontext* nur b/f	$+b_{alt}$	$+b_{add}$	*Gesamt*
`S+N-`	Suffizienz $\widehat{S}$:	97.0 (6.0)	98.7 (3.5)	72.3 (21.8)	89.3 (17.8)
	Notwendigkeit $\widehat{N}$:	19.7 (19.9)	20.7 (21.2)	23.7 (22.4)	21.3 (21.0)
`S-N+`	Suffizienz $\widehat{S}$:	21.3 (18.0)	16.3 (15.2)	13.7 (12.5)	17.1 (15.5)
	Notwendigkeit $\widehat{N}$:	94.0 (8.1)	77.3 (25.6)	97.3 (6.9)	89.6 (18.1)
`S+N+`	Suffizienz $\widehat{S}$:	86.7 (20.4)	89.7 (21.4)	73.7 (20.9)	83.3 (21.8)
	Notwendigkeit $\widehat{N}$:	92.7 (12.8)	69.0 (27.0)	75.7 (26.9)	79.1 (25.0)
`S-N-`	Suffizienz $\widehat{S}$:	21.3 (17.8)	23.0 (23.2)	10.3 (8.1)	18.2 (18.2)
	Notwendigkeit $\widehat{N}$:	34.3 (20.5)	30.7 (22.3)	27.3 (21.3)	30.8 (21.3)
`S?N?`	Suffizienz $\widehat{S}$:	39.7 (28.1)	41.0 (34.2)	32.0 (27.3)	37.6 (30.0)
	Notwendigkeit $\widehat{N}$:	50.7 (36.0)	35.0 (26.7)	44.0 (35.4)	43.2 (33.2)
Gesamt	Suffizienz $\widehat{S}$:	**53.2** (37.7)	**53.7** (40.5)	**40.4** (33.7)	49.1 (37.8)
	Notwendigkeit $\widehat{N}$:	**58.3** (37.1)	**46.5** (33.1)	**53.6** (37.4)	52.8 (36.2)

Validierung der Bedingungstypen An den in der letzten Spalte enthaltenen Gesamtmittelwerten zeichnen sich bereits auf einer rein deskriptiven Ebene die theoretisch vorhergesagten Unterschiede zwischen verschiedenen Bedingungstypen ab.

Für die Validierung des Versuchsmaterials sind jedoch in erster Linie die Bewertungen unter der Kontextbedingung „nur b/f“ relevant. Da die Suffizienz und Notwendigkeit derselben Szene stets innerhalb eines Items auf zwei Ratingskalen eingeschätzt wurden, handelt es sich hier um abhängige Daten auf ordinalem Niveau. Für Analysen der $\widehat{S}$- und $\widehat{N}$-Werte innerhalb eines Bedingungstyps und Kontexts bietet sich daher ein nonparametrisches Verfahren an, das abhängige Stichproben auf Basis ihrer absoluten Wertpaardifferenzen vergleicht. Mehrere Rangsummentests nach *Wilcoxon* weisen die erwarteten Differenzen unter den Bedingungstypen `S+N-` und `S-N+` als statistisch höchst signifikant aus: Während für `S+N-`-Szenen die wahrgenommene Suffizienz $\widehat{S}$ (97.0 %) deutlich höher war, als ihre Notwendigkeit $\widehat{N}$ (19.7 %; Wilcoxons $z = -4,81$, $n = 30$, $p < 0.001$), kehrt sich dieses Muster für `S-N+` gerade um (94.0 %>21.3 %; Wilcoxons $z = -4,82$, $n = 30$, $p < 0.001$). Ebenfalls erwartungsgemäß finden sich deutlich geringere Unterschiede unter den Bedingungstypen `S+N+` (86.7 % vs. 92.7 %; Wilcoxons $z = -1,20$, $n = 30$, $p = 0.23$) und `S?N?` (39.7 % vs. 50.7 %; Wilcoxons $z = -1,87$, $n = 30$, $p = 0.06$). Lediglich der Bedingungstyp `S-N-` weicht von der Vorhersage ab, da die Einschätzungen von $\widehat{N}$ höher ausfielen, als die von $\widehat{S}$ (34.3 %>21.3 %; Wilcoxons $z = -3,16$, $n = 30$, $p = 0.002$). Da sich diese Differenz in jeder der zugehörigen Szenen m, n und o findet (vgl. Tabelle C.1 des Anhangs C.1) ist anzunehmen, daß bei der Konstruktion der Items der Aspekt einer nicht hinreichenden Bedingung eher umgesetzt werden konnte, als der einer nicht notwendigen.[5]

Wenn alle Bedingungstypen wie intendiert wahrgenommen würden, müßten ihre kombinierten Werte ($\widehat{S}$;$\widehat{N}$) in den theoretisch erwarteten Quadranten der Abbildung 4.3 auf Seite 42 liegen. Um diese Annahme zu stützen, wurde auf den 150 Rohwerten des Kontexts „nur b/f" eine *Clusterzentrenanalyse*[6] durchgeführt.

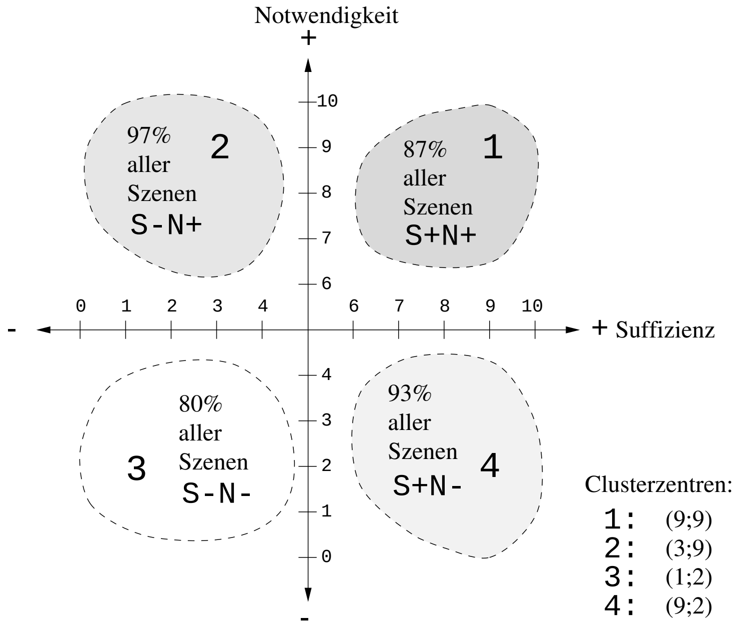

Abbildung 5.2: Ergebnis der Clusteranalyse. (Die prozentuale Angabe der Clusterzuordnung basiert für jeden Bedingungstyp auf 30 Bewertungspaaren). Die Werte des Bedingungstyps `S?N?` verteilen sich über die gesamte Ebene.

Auch wenn es sich dabei um kein im strengen Sinne hypothesentestendes Verfahren handelt, erweckt das in Abbildung 5.2 dargestellte Ergebnis nicht den Eindruck, als würden sich die einem Quadranten zugeordneten Bedingungstypen unsystematisch im zweidimensionalen Bedingungsraum verteilen.

[5] Allerdings sind die durchschnittlichen $\widehat{N}$-Werte noch alle unter dem Skalenmittelpunkt von 50 %.

[6] Für Datenmengen dieser Größenordnung und das Programmpaket SPSS© (Version 6.1) empfehlen Bühl & Zöfel (1995) eine sogenannte *k-means*-Analyse. Daß bei dieser die Clusteranzahl vordefiniert werden muß, stellt hier keine Einschränkung dar, da bereits aus theoretischen Gründen vier Cluster erwartet werden. Die initialen Clusterzentren wurden zufällig aus den Daten generiert. Auch alle Angaben zu Iterationsverlauf und Konvergenzkriterien wurden auf den SPSS©-Standardeinstellungen (Maxiter=10; converge=0) belassen.

Kontexteinflüsse Die zusätzliche Frage, ob sich auch in den geschätzten Suffizienz- und Notwendigkeitswerten die aus Kapitel 3 bekannten Kontexteffekte finden, kann ebenfalls positiv beantwortet werden. Vergleicht man die in Tabelle 5.3 durch Fettdruck hervorgehobenen Gesamtwerte der einzelnen Kontexte, so erinnert deren Muster sehr stark an die von Byrne (1989) entdeckten Erleichterungs- und Verhinderungseffekte für konditionale Inferenzen (vgl. Tabelle 3.4 auf Seite 3.4). Während sich die über alle Bedingungstypen gemittelten Werte $\widehat{S}$ und $\widehat{N}$ innerhalb desselben Kontextes ausschließlich im Falle der additiven Zusatzbedingung signifikant voneinander unterscheiden (53.6 % > 40.4 %; Wilcoxons $z = -3,12$, $n = 150$, $p = 0.002$), finden sich zwei sehr deutliche Unterschiede zwischen den Kontexten. Da die Daten verschiedener Kontexte voneinander unabhängig sind, können diese durch *Mann-Whitney U-Tests* für verbundene Ränge verglichen werden. Während eine alternative Zusatzbedingung b_{alt} selektiv die wahrgenommene Notwendigkeit $\widehat{N}$ reduziert (58.3 % > 46.5 %; U-Test: $z = -3,15$, $n = 150$, $p = 0.002$), nicht aber die wahrgenommene Suffizienz $\widehat{S}$ (53.2 % vs. 53.7 %; U-Test: $z = -0,05$, $n = 150$, $p = 0.96$) bewirkt eine additive Zusatzbedingung b_{add} die Reduktion von $\widehat{S}$ (53.2 % > 40.4 %; U-Test: $z = -3,42$, $n = 150$, $p = 0.001$), nicht aber von $\widehat{N}$ (58.3 % vs. 53.6 %; U-Test: $z = -0,98$, $n = 150$, $p = 0.33$).

Festzuhalten bleibt: Die Suffizienz und Notwendigkeit der Bedingungs-Folge-Relationen werden von Versuchspersonen wie erwartet wahrgenommen bzw. auf Basis ihres Hintergrundwissens den theoretischen Erwartungen entsprechend interpretiert. Dies ermöglicht es, unterschiedliche *Bedingungstyp* als eine inhaltliche Dimension der Szenen in den weiteren Experimenten *vorauszusetzten*.

5.3 Experiment 2: Konditionale Syllogismen

Da die konzeptuellen Grundannahmen der wissensbasierten Itemkonstruktion durch das erste Experiment abgesichert wurden, kann nun in einem zweiten Schritt überprüft werden, inwieweit die formalisierten Modellvorstellungen des letzten Kapitels die Häufigkeiten von Schlüssen korrekt vorhersagen.

5.3.1 Zielsetzung und Hypothesen

Im Kapitel 4 wurde argumentiert, daß Personen konditionale Prämissen auf Basis ihres Hintergrundwissens über die Suffizienz und Notwendigkeit von Bedingungen interpretieren und dabei eventuelle Zusatzbedingungen mitberücksichtigen.

In den Abschnitten 4.2.2 bis 4.3 wurde die Interpretation eines Konditionals als komplexer Prozeß beschrieben, der von formalen, inhaltlichen und kontextuellen Faktoren abhängig ist. Dabei wurden zahlreiche Annahmen über die Art und das Zusammenspiel verschiedener Variablen gemacht. Um zu klären, ob der Formalisierungsprozeß die richtigen Beschreibungsdimensionen identifiziert und deren Zusammenspiel angemessen beschrieben hat, müssen die in ihn eingegangenen Voraussetzungen mit Hilfe der fünf in Abschnitt 5.1.1 genannten Einflußfaktoren als experimentalpsychologische Hypothesen formuliert werden:

- Signifikante Haupteffekte der Faktoren *Schlußfigur*, *Bedingungstyp* und *Kontext*: Während ein grundsätzlicher Einfluß der Schlußfigur bereits aufgrund der in Tabelle 3.1 (Seite 15) zusammengefaßten Befunde zu erwarten ist, folgen Effekte des *Bedingungstyps* und *Kontexts* aus der in Abschnitt 3.6.1 postulierte Generalisierbarkeit des *suppression effect* und der im vorigen Kapitel erfolgten Konzeptualisierung inhaltlichen Wissens.

- Signifikante Wechselwirkungen *Bedingungstyp* $\times$ *Form*, *Bedingungstyp* $\times$ *Schlußfigur* und *Kontext* $\times$ *Schlußfigur*:
  Die Annahme unterschiedlicher Einflüsse einer formalen Variation je nach Bedingungstyp ist direkt aus dem Vergleich sich entsprechender Zeilen der Tabellen 4.3 und 4.4 (Seite 45) ableitbar.
  Die Interaktion von *Bedingungstyp* und *Schlußfigur* kommt einem inhaltlichen *suppression effect* gleich und spiegelt die unterschiedlichen Vorhersagekombinationen der Tabelle 4.3 wider.
  Die Vorhersage differentieller Kontexteinflüsse für unterschiedliche Schlußfiguren enspricht dem *suppression effect* nach Byrne (1989) (vgl. Tabelle 3.4, Seite 23) und resultiert aus dem Vergleich der Tabellen 4.3 mit 4.5 und 4.6.

- Signifikante Wechselwirkung *Bedingungstyp* $\times$ *Form* $\times$ *Schlußfigur*:
  Diese Vorhersage ergibt sich durch den Vergleich sich entsprechender Zeilen und Spalten der Tabellen 4.3 und 4.4 (Seite 45). Sie besagt, daß syntaktische und inhaltliche Variationen je nach Schlußfigur unterschiedliche Effekte haben.[7]

Ebenso wichtig wie die vorhergesagten Effekte sind Erwartungen über die Abwesenheit anderer: Da der Faktor *Inhaltsbereich* in den Modellen des vorigen Kapitels keine Rolle gespielt hat, sollte er keinen spezifischen Einfluß auf die gezogenen Schlüsse haben. Auch wurde unabhängig von inhaltlichen Faktoren kein Unterschied zwischen Schlüssen auf Basis von $b \to f$ und solchen mit $f \to b$ gemacht, so daß ein Haupteffekt der *Form* nicht erklärbar wäre. Im Abschnitt 4.3 wurde außerdem angenommen, daß der Kontext auf alle Bedingungstypen gleich wirkt. Eine signifikante Interaktion *Bedingungstyp* $\times$ *Kontext* würde dem widersprechen.

Eine von den elementaren Bestandteilen der formalen und inhaltlichen Modelle abstrahierende Vorgehensweise besteht darin, ihre theoretischen Prognosen mit empirisch beobachteten Schlüssen zu vergleichen. Durch die in den Abschnitten 4.2.3 und 4.3 entwickelten Modelle können Schlüsse einerseits durch eine rein syntaktische Betrachtung der

[7] Da der Faktor *Form* nur unter der Kontextbedingung „nur b/f“ variiert wurde, können keine Hypothesen *Form* $\times$ *Kontext* überprüft werden.

Aufgabenformulierung, andererseits durch eine wissensbasierte Integration der Aufgabeninhalte vorhergesagt werden. Wie im Falle der meisten formalisierten prototypischen Modelle sind die in den Tabellen 4.3 bis 4.6 festgehaltenen Vorhersagen zu präzise, als daß man sie einem strengen Falsifikationstest unterziehen könnte (vgl. Opwis & Spada, 1994). Denn in jedem Fall zweier divergierender Prognosen würde nur ein Modell das Verhalten einer bestimmten Person angemessen beschreiben. Für eine nicht völlig mechanisch nach einem einzigen Prinzip schlußfolgernde Population von Versuchspersonen sind aber dennoch quantitative Prognosen formulierbar. So wurden bereits in Abschnitt 4.3 (auf Seite 49) Erleichterungs- und Verhinderungseffekte vorhergesagt, die sich durch folgende Hypothesen ausdrücken lassen:[8]

- *Effekte des Inhalts*:
  Bei *formallogisch gleicher* Vorhersage werden *inhaltlich vorhergesagte* Schlüsse häufiger gezogen, d.h. für logisch gültige Schlüsse gilt: $\mathrm{H}[++] > \mathrm{H}[+-] > \mathrm{H}[+\times]$ bzw. für logische Fehlschlüsse: $\mathrm{H}[-+] > \mathrm{H}[--] > \mathrm{H}[-\times]$.
- *Effekte der Form*:
  Bei *inhaltlich gleicher* Vorhersage werden *logisch gültige* Schlüsse häufiger gezogen, d.h. $\mathrm{H}[++] > \mathrm{H}[-+]$, $\mathrm{H}[+-] > \mathrm{H}[--]$ und $\mathrm{H}[+\times] > \mathrm{H}[-\times]$.

Da formalisierte Modelle sehr präzise Vorhersagen für die von ihnen beschriebenen Gegenstandsbereiche machen, läßt sich die Güte ihrer Prognosen meist auch quantitativ bestimmen. Die im Kontext dieser Arbeit relevante Frage lautet: Wie gut erklären die formalen und inhaltlichen Modelle die empirischen Daten? Und speziell: Welcher prognostische Mehrwert resultiert aus der Berücksichtigung der inhaltlichen Dimension konditionaler Aussagen?

5.3.2 Materialien

Mit Hilfe von *Inferenzaufgaben* wurde überprüft, welche Schlüsse unter welchen Bedingungen gezogen wurden. Dabei bildeten inhaltliche Bedingung b und Folge f stets die konditionale *Basisprämisse*, während die alternativen und additiven Bedingungen b_{alt} und b_{add} im Antezedens der zwei möglichen *Zusatzprämissen* standen. Behauptetes und negiertes Antezedens, sowie behauptetes und negiertes Konsequens der Basisprämisse bildeten die vier möglichen elementaren *Nebenprämissen*.

Die drei Kontextbedingungen unterschieden sich in der Anzahl der konditionalen Prämissen: *Einfache konditionale Syllogismen* wiesen neben der konditionalen Basisprämisse nur noch eine der vier möglichen Nebenprämissen auf. Bei *erweiteten konditionalen Syllogismen* wurde noch eine konditionale Zusatzprämisse *zwischen* Basis- und Nebenprämisse eingefügt.

[8]Wie bereits in Kapitel 4 bezeichnet $\mathrm{H}[x\,y]$ die erwartete Häufigkeit eines Schlusses mit formaler Prognose x und inhaltlicher Prognose y.

Tabelle 5.4: Beispiele eines einfachen und eines erweiterten konditionalen Syllogismus.

	einfach	*erweitert*
	17: lbasak	31: lzalak
Prämissen:		Wenn es ein männliches Pferd ist, dann ist es ein Hengst.
	Wenn es ein männliches Pferd ist, dann ist es ein Hengst.	Wenn es ein männliches Zebra ist, dann ist es ein Hengst.
	Es ist ein Hengst.	Es ist ein Hengst.
Konklusion?	☐ Es ist ein männliches Pferd.	☐ Es ist ein männliches Pferd.
	☐ Es ist kein männliches Pferd.	☐ Es ist kein männliches Pferd.
	☐ Es kann nicht entschieden werden, ob es ein männliches Pferd ist oder nicht.	☐ Es kann nicht entschieden werden, ob es ein männliches Pferd ist oder nicht.

Tabelle 5.4 zeigt je ein Beispiel eines einfachen und eines erweiterten konditionalen Syllogismus. Antezendens und Konsequens von konditionalen Prämisse stehen jeweils in zwei unterschiedlichen Zeilen, wobei die zweite Zeile eingerückt ist. Im tatsächlichen Aufgabenbogen erstreckte sich jede Aufgabe über die gesamte Seitenbreite. Pro Seite wurden zwei konditionale Syllogismen dargeboten. Durch einen waagrechten Strich abgesetzt folgten die drei möglichen Konklusionen, von denen stets genau eine anzukreuzen war. (Die verwendeten Aufgabenschablonen sind in den Tabellen B.7 und B.8 des Anhangs B.3 dargestellt).

Die ebenfalls im Anhang (Tabelle B.6) enthaltene Instruktion betonte, daß bei der Beurteilung der logischen Konklusion von der Wahrheit aller Prämissen auszugehen sei. Demgegenüber wurde die Rolle etwaigen Hintergrundwissens für die Beantwortung der Fragen bewußt offen gelassen (vgl. Byrne, 1989). Die Versuchspersonen wurden angewiesen, alle Items der Reihe nach zu bearbeiten, nichts auszulassen und nicht zurückzublättern.

5.3.3 Durchführung

Insgesamt 50 Versuchspersonen der in Abschnitt 5.1.4 beschriebenen Population wurden zufällig je einer von fünf Experimentalgruppen A–E zugewiesen. Jede Versuchsperson jeder Gruppe bearbeitete die zwölf inhaltlichen Szenen vier verschiedener Bedingungstypen. Da es auf Basis jeder konditionalen Prämisse vier Schlußfiguren bzw. Nebenprämissen gab, wurde jede Person zu insgesamt $12 \cdot 4 = 48$ Schlüssen aufgefordert. Die Bearbeitungszeit eines Bogens variierte zwischen 25 und 40 Minuten.

Um einen Einfluß der Zusatzprämissen auf die Bearbeitung einfacher konditionaler Syllogismen auszuschließen, war jeder Versuchsbogen in zwei separate Teile gegliedert:

- *Teil 1* enthielt nur *einfache konditionale Syllogismen*, wobei die Formulierungsrichtung mit den beiden unterschiedlichen Bedingungstypen variierte.

- *Teil 2* enthielt nur *erweiterte konditionale Syllogismen*, wobei sich die Art der Zusatzbedingung zwischen den beiden Bedingungstypen unterschied.

Die Teile 1 und 2 trennte ein Hinweisblatt (vgl. die Tabelle B.5 des Anhangs B.3), das sicherstellen sollte, daß Teil 1 vollständig bearbeitet war, bevor mit der Bearbeitung von Teil 2 begonnen wurde. Auf jeder Seite eines Bogens wurden zwei Inferenzaufgaben präsentiert. Die Reihenfolge der Aufgaben innerhalb jedes Teils war zufällig verteilt, wobei nie dieselbe Szene oder Schlußfigur zweimal hintereinander präsentiert wurde.

Bei der Einteilung der Gruppen wurde darauf geachtet, daß sich Aufgabentypen mit erwarteten Erleichterungs- und Verhinderungseffekten möglichst gleichmäßig verteilten. Die genaue Zuordnung von Aufgabenbedingungen und Experimentalgruppen ist in Tabelle 5.5 dargestellt.

Tabelle 5.5: Versuchsplan der Inferenzaufgabe (10 Personen pro Gruppe).

	Gruppe					*Item-*
Aufgabenstellung	*A*	*B*	*C*	*D*	*E*	*zahl*
Teil 1 (nur Basisprämisse)						
vorwärts:	S?N?	S+N-	S-N+	S+N+	S-N-	je 12
rückwärts:	S+N+	S-N-	S?N?	S+N-	S-N+	je 12
Teil 2 (mit Zusatzprämisse)						
alternativ:	S-N-	S?N?	S+N-	S-N+	S+N+	je 12
additiv:	S+N-	S-N+	S+N+	S-N-	S?N?	je 12

5.3.4 Ergebnisse

Insgesamt entfielen 1465 der 2400 möglichen Schlüsse auf eine der vier Schlußfiguren MP, MT, AK oder NA (61.0 %). Von diesen waren 979 (66.8 %) formallogisch korrekt. Betrachtet man die empirische Häufigkeit eines spezifischen Schlusses (*frequency of endorsement*) als abhängige Variable, so besteht die Datenbasis dieses Experiments aus einer Häufigkeitstabelle, deren 240 Zellen sich systematisch auf den Dimensionen *Form*, *Bedingungstyp*, *Inhaltsbereich*, *Schlußfigur* und *Kontext* unterscheiden und Werte zwischen 0 und 10 aufweisen.[9]

[9] Die Analyse der Daten als Häufigkeiten *spezifischer* Schlüsse (z.B. MP: $p \rightarrow q$, $p \vdash q$) ignoriert den Unterschied zwischen der Wahl einer *unspezifischen* Konklusion („Man kann nicht entscheiden, ob q oder nicht q“) und der dritten Antwortalternative ($\neg q$). Dies ist dadurch gerechtfertigt, daß dieser Typ an Konklusion durch keines der Modelle in Kapitel 4 vorhergesagt wird und auch nur in 9 von 2400 Fällen (0.04 %) auftrat. Bei nachfolgenden Berechnungen von Indizes, wurden diese Fälle jedoch stets berücksichtigt.

Loglineare Analysen Fragen nach dem Einfluß mehrerer kategorialer Faktoren auf die Häufigkeit von Ereignissen erfordern ein Auswertungsverfahren, das die relativen Anteile aller Variablen und ihrer Wechselwirkungen berücksichtigt. Regressions- und varianzanalytische Methoden als typische Vertreter solcher Verfahren sind für Kategorialdaten jedoch unangemessen, da nicht von normalverteilten und varianzhomogenen Grundgesamtheiten ausgegangen werden kann. Als Alternative der Wahl bieten sich *loglineare Modelle* an, die es gestatten, komplexe Beziehungen zwischen Variablen mit diskreten Werten zu untersuchen, ohne deren Datenniveau zu mißachten (Kennedy, 1992).[10] Anders als bei χ^2-Verfahren, werden dabei nicht die erwarteten Zellhäufigkeiten, sondern deren natürliche Logarithmen prognostiziert, die sich als lineare Gleichung von Haupt- und Wechselwirkungseffekten darstellen lassen.

Im folgenden werden ausschließlich *hierarchische* loglineare Modelle betrachtet, die bei der Berücksichtigung einer Wechselwirkung n. Ordnung auch alle zugehörigen Haupt- und Wechselwirkungseffekte bis zur $n-1$. Ordnung enthalten und folglich durch die höchsten noch eingeschlossenen Wechselwirkungen (ihre sog. *generierende Klasse*) eindeutig beschreibbar sind. Da das Versuchsdesign keine vollständige Variation der Faktoren *Form* und *Kontext* vorsah, wurden zwei getrennte Analysen mit den generierenden Klassen [*Bedingungstyp* × *Inhaltsbereich* × *Schlußfigur* × *Form*] bzw. [*Bedingungstyp* × *Inhaltsbereich* × *Schlußfigur* × *Kontext*] berechnet.[11]
Für das Modell [*Bedingungstyp* × *Inhaltsbereich* × *Schlußfigur* × *Form*] konnten die Haupteffekte (Pearsons $\chi^2 = 20.0$; $df = 9$; $p = .02$) und die Wechselwirkungen 2. Ordnung (Pearsons $\chi^2 = 54.4$; $df = 39$; $p = .05$) signifikant gegen Null gesichert werden. Im Fall von [*Bedingungstyp* × *Inhaltsbereich* × *Schlußfigur* × *Kontext*] traf dasselbe für die Haupteffekte (Pearsons $\chi^2 = 68.3$; $df = 10$; $p = .00$) und die Wechselwirkungen 1. Ordnung (Pearsons $\chi^2 = 144.1$; $df = 37$; $p = .00$) zu.

Die Frage, welche einzelnen Komponenten einen signifikanten Beitrag für das Gesamtmodell leisten, läßt sich durch ihre *partiellen* χ^2-Werte beantworten, die in Tabelle 5.6 dargestellt sind. Der Vergleich der Wahrscheinlichkeiten (p) und der in der letzten Spalte eingezeichneten Hypothesen aus Abschnitt 5.3.1 (Seite 62) zeigt eine fast vollständige Übereinstimmung.

Außer durch die *Schlußfigur* wird die Häufigkeit eines Schlusses entscheidend durch den *Bedingungstyp* und seine Interaktion mit der *Form* eines Konditionals determiniert, wohingegen die Wechselwirkung zwischen *Bedingungstyp* und *Kontext* erwartungsgemäß gering ausfiel.

Die außerdem prognostizierte Interaktion *Bedingungstyp* × *Schlußfigur* ist nicht statistisch bedeutsam. Allerdings wurde diese auch nur innerhalb *einer Form* erwartet. Wie auf Seite 69 gezeigt wird, verbirgt sich der postulierte Effekt in der signifikanten Interaktion *Bedingungstyp* × *Form* × *Schlußfigur*.

[10] Allerdings werden auch hier die 240 Faktorkombinationen als voneinander unabhängige Beobachtungen behandelt.
[11] Da der Bedingungstyp `S?N?` keine inhaltlichen Vorhersagen macht, wurde er nicht berücksichtigt.

Tabelle 5.6: Übersicht über die relative Bedeutsamkeit der Einzeleffekte (partielle χ^2-Werte). Dargestellt sind alle signifikanten Effekte und jene nicht signifikanten Effekte, über die spezifische Hypothesen vorlagen.

generierende Klasse	*E f f e k t*	*df*	χ^2	*p*	*Hyp.*[a]
	Bedingungstyp × Form × Schlußfigur	9	56.13	.00	+
[*Bedingungstyp*	Bedingungstyp × Form	3	16.56	.00	+
× *Inhaltsbereich*	Bedingungstyp × Schlußfigur	9	6,33	.71	(+)
× *Schlußfigur*	Bedingungstyp	3	8.56	.04	+
× *Form*]	Schlußfigur	3	26.07	.00	+
	Inhaltsbereich	2	0.95	.62	−
	Form	1	0.17	.68	−
	Kontext × Schlußfigur	6	88.17	.00	+
[*Bedingungstyp*	Bedingungstyp × Schlußfigur	9	88.78	.00	+
× *Inhaltsbereich*	Kontext	2	30.73	.00	+
× *Schlußfigur*	Bedingungstyp	3	14.27	.00	+
× *Kontext*]	Schlußfigur	3	65.04	.00	+
	Bedingungstyp × Kontext	6	10.66	.10	−
	Inhaltsbereich	2	3.93	.14	−

[a]:In der letzten Spalte sind die Hypothesen aus Abschnitt 5.3.1 symbolisiert: '+' bezeichne einen erwarteten, '−' die vorhergesagte Abwesenheit eines Effekts.

Die Irrelevanz des *Inhaltsbereichs* läßt sich durch eine iterative Entfernung statistisch unbedeutsamer Teilkomponenten noch untermauern.[12] Für das in der oberen Hälfte von Tabelle 5.6 dargestellte Analyse endete dieser Prozeß nach neun Iterationen bei der generierenden Klasse [*Bedingungstyp* × *Form* × *Schlußfigur*] (Likelihood $\chi^2 = 27.89$; $df = 64$; $p = 1.0$). Im zweiten Fall ergab sich beim zehnten Schritt das endgültige Modell [*Bedingungstyp* × *Schlußfigur*] × [*Kontext* × *Schlußfigur*] (Likelihood $\chi^2 = 129.04$; $df = 120$; $p = .27$).[13] Der Faktor *Inhaltsbereichs* und alle seine Interaktionen wurden also in beiden Analysen eliminiert und leisten demnach keinen bedeutsamen Erklärungsbeitrag.

Veranschaulichung Eine Möglichkeit, sich die abstrakten Ergebnisse der loglinearen Analyse zu veranschaulichen, bieten *Häufigkeitstabellen*, die Daten in Bezug auf spezifische Fragestellungen aggregieren. Je nachdem, nach welchen Dimensionen man die gezogenen Schlüsse klassifiziert, zeigen oder verbergen sich darin enthaltene Effekte.

Tabelle 5.7 gliedert daher alle 2400 konditionalen Syllogismen auf vier verschiedene

[12]SPSS©-Selektionsalgorithmus *Backwards* mit voreingestellten Parametern (Konvergenzkriterium=.25; Delta=.5); vgl. Norušis (1993).

[13]Die hohe Differenz der p-Werte beider endgültigen Modelle ist statistisch irrelevant. Erst ein $p < .05$ würde eine signifikante Abweichung zwischen beobachtetem und berechnetem Modell anzeigen (Bühl & Zöfel, 1995).

Tabelle 5.7: Übersicht über die relativen Häufigkeiten gezogener Schlüsse (in %) nach den Einflußfaktoren *Form*, *Bedingungstyp*, *Inhaltsbereich* und *Kontext*. (Die Anzahl an Items einer Schlußfigur unter jeder Faktorstufe ist in Klammern angegeben.)

		Schlußfigur				
Faktor	*Stufen*	MP	MT	AK	NA	*Logizität*
Form[a]	vorwärts:	92.7 (150)	75.3 (150)	58.0 (150)	62.0 (150)	**62.0**
	rückwärts:	97.3 (150)	78.7 (150)	53.3 (150)	50.7 (150)	**67.8**
Bedingungstyp[b]	`S+N-`:	90.0 (120)	79.2 (120)	31.7 (120)	35.0 (120)	**75.6**
	`S-N+`:	74.2 (120)	59.2 (120)	60.8 (120)	55.8 (120)	**54.0**
	`S+N+`:	90.8 (120)	75.0 (120)	58.3 (120)	59.2 (120)	**61.7**
	`S-N-`:	89.2 (120)	64.2 (120)	36.7 (120)	35.0 (120)	**69.4**
	`S?N?`:	89.2 (120)	70.9 (120)	34.2 (120)	32.5 (120)	**73.1**
Inhaltsbereich[c]	kausal:	88.0 (200)	67.5 (200)	41.0 (200)	41.5 (200)	**67.6**
	sozial:	86.5 (200)	67.5 (200)	39.0 (200)	39.5 (200)	**68.3**
	definitorisch:	85.5 (200)	74.0 (200)	53.0 (200)	49.5 (200)	**64.4**
Kontext[d]	nur b/f:	95.0 (300)	77.0 (300)	55.7 (300)	56.3 (300)	**64.9**
	$+b_{alt}$:	92.7 (150)	78.0 (150)	16.0 (150)	14.0 (150)	**84.8**
	$+b_{add}$:	64.0 (150)	46.7 (150)	50.0 (150)	47.3 (150)	**52.3**
Durchschnitt:		**86.7** (600)	**69.7** (600)	**44.3** (600)	**43.5** (600)	**66.8**

a: $\chi^2(df = 3) = 2.12$, $p = 0.55$.
b: $\chi^2(df = 12) = 35.31$, $p < 0.001$.
c: $\chi^2(df = 6) = 4.46$, $p = 0.62$.
d: $\chi^2(df = 6) = 78.78$, $p < 0.001$.

Arten (nach den Einflußfaktoren *Form*, *Kontext*, *Bedingungstyp* und *Inhaltsbereich*) und differenziert die relative Häufigkeit spezifischer Konklusionen (*endorsements*) dabei nach *Schlußfiguren*. Bei der Interpretation der Prozentwerte ist daher zu beachten, daß diese nur im Fall von MP und MT den Anteil *logisch korrekter* Antworten widergeben.

Um die Interpretation der Haupteffekte zu erleichtern, wurde in der letzten Spalte der Tabelle für jede Faktorstufe der bereits aus Kapitel 3 (Tabelle 3.1 auf Seite 15) bekannte Logizitätsindex gebildet. Für jede der vier Teiltabellen ist außerdem der χ^2–Wert nach Pearson angegeben, der die zugehörigen Zellenbelegungen auf Gleichverteilung testet.

Betrachtet man lediglich die in der untersten Zeile verzeichneten Durchschnittswerte über alle Faktorstufen, so zeigt sich das bereits aus dem Literaturüberblick bekannte Muster für die Häufigkeit konditionaler Syllogismen: Innerhalb der gültigen Schlußfiguren wird MP häufiger gezogen als MT (86.7 % vs. 69.7 %), während die beiden formallogisch ungültigen Schlüsse AK und NA seltener und mit etwa gleicher Frequenz auftreten (44.3 % bzw. 43.5 %). Dies entspricht dem durch die loglineare Modellierung bereits als signifikant ausgewiesenen Haupteffekt der *Schlußfigur*.

Die vorhergesagte Abwesenheit der Haupteffekte *Form* und *Inhaltsbereich* zeigt sich in Tabelle 5.7 darin, daß die χ^2-Werte der zugehörigen Teiltabellen auf keine Abweichung von der Gleichverteilungsannahme hindeuten und auch die Logizitätswerte der einzelnen Faktorstufen nur geringe Unterschiede aufweisen.

Ein anderes Bild ergibt sich für die Faktoren *Kontext* und *Bedingungstyp*: Wie an dem Logizitätsindizes der vierten Teiltabelle ablesbar, trat beim Übergang von der Basisbedingung „nur b/f" zu erweiterten konditionalen Syllogismen mit einer alternativen Zusatzprämisse $b_{alt} \to f$ insgesamt Erleichterungseffekte auf (64.9 % vs. 84.8 % logisch korrekter Antworten), während eine additive Zusatzprämisse $b_{add} \to f$ Verhinderung bewirkte (64.9 % vs. 52.3 %). Vergleicht man die Häufigkeiten einzelner Schlußfiguren zwischen den drei Stufen des Kontextfaktors, so zeigt sich, daß die Erleichterung vor allem auf eine Reduktion von AK und DA zurückzuführen ist, während die Verhinderung in erster Linie aus einer geringeren Anzahl von MP und MT resultiert. Dieser Befund repliziert den *suppression effect* von Byrne (1989) und entspricht der oben als signifikant ausgewiesenen Wechselwirkung *Schlußfigur* × *Kontext*.

Doch Erleichterungs- und Verhinderungseffekte treten auch *ohne* eine Veränderung des *Kontexts* auf. Die an den Logizitätindizes und dem signifikanten χ^2-Werte der zweiten Teiltabelle ablesbare Tatsache, daß sich durch die unterschiedlichen *Bedingungstypen* völlig analoge Erleichterungs- und Verhinderungseffekte erzielen lassen, kann als Beleg für die in Abschnitt 3.6.1 postulierte Generalisierbarkeit des *suppression effect* auf den weiteren Phänomenbereich *wissensbasierter Suppressionseffekte* gewertet werden.

Aus Tabelle 5.7 nicht zu entnehmen ist die im vorigen Kapitel sehr zentrale Annahme, daß die syntaktischen Form einer konditionalen Aussage mit der inhaltlichen Beziehung ihrer Bestandteile interagiert. Die statistisch ermittelten Wechselwirkungseffekte werden daher durch Abbildung 5.3 illustriert. In ihr werden die insgesamt vier Stufen der Faktoren *Form* und *Kontext* zusätzlich nach *Bedingungstypen* aufgeschlüsselt und die Häufigkeit der einzelnen Schlußfiguren durch Balkendiagramme visualisiert. Da in diesen die formallogisch gültigen Schlüsse weiß und formalen Fehlschlüsse schwarz markiert sind, deuten „hellere" Balkendiagramme auf formale Erleichterungseffekte hin, während der relative Schwarzanteil ein Indiz für das Ausmaß an formallogischer Verhinderung darstellt.

Die signifikante Interaktion *Bedingungstyp* × *Form* zeigt sich beispielsweise an den vier Balkendiagrammen (b), (c), (g) und (h). Während sich die Variation der Formulierungsrichtung unter dem Bedingungstyp `S+N+` nur gering auf die summierte Häufigkeit der gezogenen Schlüsse auswirkt, tritt unter `S-N+` ein deutlicher Effekt der Formulierungsrichtung auf.

Der Vergleich der Diagramme (a) und (b) zeigt auch die prognostizierte Interaktion zwischen *Bedingungstyp* und *Schlußfigur*. Da sich das in ihnen sichtbare Verhältnis von Erleichterung- und Verhinderungseffekten im Falle der Diagramme (f) und (g) aber gerade umkehrt, unterliegt diese Interaktion 1. Ordnung noch einem zusätzlichen Einfluß der *Form*. Da die statistische Analyse der Interaktion *Bedingungstyp* × *Schlußfigur* nicht zwischen den Häufigkeiten beider Stufen des Faktors *Form* differenziert, wird sie in Ta-

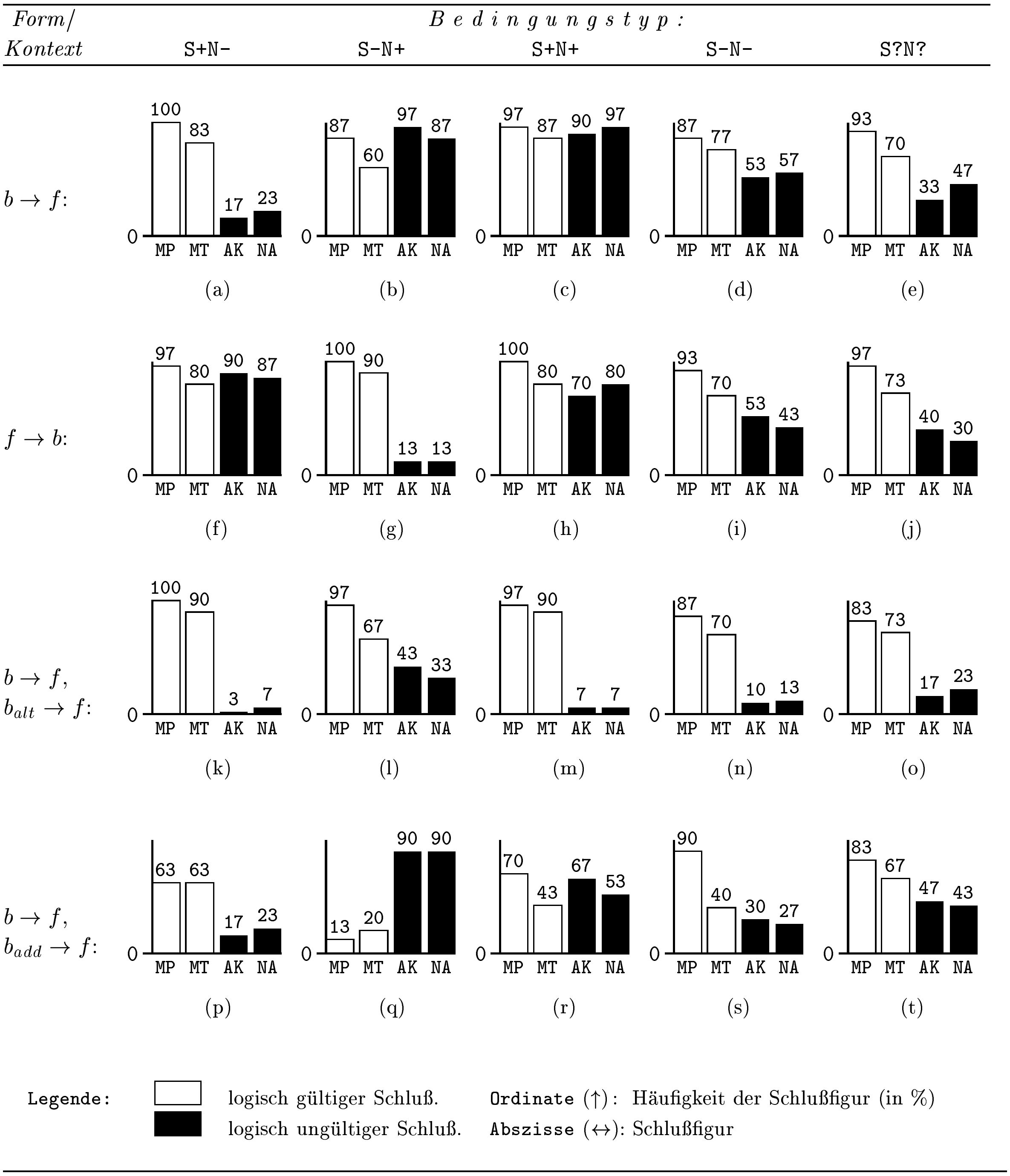

Abbildung 5.3: Übersicht über die Ergebnisse der Inferenzaufgabe. (Pro Balken 30 Items.)

belle 5.6 nicht als signifikant ausgewiesen, obwohl sie — wie die signifikante Komponente *Bedingungstyp* × *Form* × *Schlußfigur* zeigt — *innerhalb* einer Formulierungsvariante wirksam ist.

Der Vergleich der Diagramme der ersten Zeile (a–e) mit denen der dritten (k–o) veranschaulicht die These, daß sich der Kontext auf alle Bedingungstypen vergleichbar auswirkt. Ein analoger Vergleich mit der letzten Zeile (p–t) zeigt jedoch, daß auch die Kontextveränderungen auf verschiedene Schlußfiguren unterschiedlich wirken.

Modellvorhersagen Die bislang dargestellten Ergebnisse betrafen das komplexe Zusammenspiel verschiedener formaler und inhaltlicher Faktoren. Durch sie konnten einige der zentralen Annahmen bestätigt werden, die dem Formalisierungsprozeß des Kapitels 4 zugrundelagen. Die auf ihrer Basis entwickelten Modelle integrieren mehrere Einzelkomponenten und erlauben die Vorhersage von Schlüssen auf einer abstrakteren Ebene.

Zur Untersuchung der auf Seite 5.3.1 formulierten Hypothesen über die relative Häufigkeit von Schlüssen bestimmter Vorhersagetypen wurden in Tabelle 5.8 die empirisch beobachteten Schlußhäufigkeiten nach den theoretischen Prognosen der formalen und inhaltlichen Modelle klassifiziert.[14] Da der Bedingungstyp `S?N?` keine inhaltlichen Vorhersagen ermöglicht, sind die Szenen a, b und c aus den folgenden Analysen ausgespart. Die Grundgesamtheit umfaßt daher nur noch $2400 - 480 = 1920$ konditionale Syllogismen.

Tabelle 5.8: Relative Häufigkeit gezogener Schlüsse in Abhängigkeit der theoretischen Vorhersagen; Gesamtübersicht.

	formallogische Vorhersage				
inhaltliche	[+]		[−]		
Vorhersage	MP	MT	AK	NA	$\sum$*(Inhalt)*
[+]:	98.9 (180)	86.7 (180)	83.9 (180)	82.2 (180)	87.9 (720)
[−]:	85.0 (240)	66.3 (240)	29.2 (240)	28.3 (240)	52.2 (960)
[×]:	51.7 (60)	30.0 (60)	6.7 (60)	10.0 (60)	24.6 (240)
$\sum$*(Schlußfigur)*:	86.0 (480)	69.4 (480)	46.9 (480)	46.3 (480)	62.2 (1920)

$\chi^2(df = 6) = 57.07$, $p < 0.001$.

An den monotonen Randverteilungen der Tabelle 5.8 wird deutlich, daß sowohl formal als auch inhaltlich vorhergesagte Schlüsse erwartungsgemäß häufiger gezogen werden, als nicht vorhergesagte (formal: 86.0 %/69.4 % vs. 46.9 %/46.3 %; inhaltlich: 87.9 % vs. 52.2 % vs. 24.6 %). Vergleicht man die einzelnen Zellenwerte, so zeigt sich ein eindeutiger Trend (von links nach rechts und oben nach unten), dessen Richtung den auf Seite 63 formulierten Hypothesen entspricht.

[14] Die empirische Häufigkeit der einzelnen in den Abschnitten 4.2.3 und 4.3 vorhergesagten Faktorkombinationen geht aus Tabelle C.2 des Anhangs C.2 hervor.

Die Variabilität der Spaltenwerte zeigt, auch wenn man von der nur im Falle von Kontexteinflüssen auftretenden Prognose [×] (vgl. Abschnitt 4.3, Seite 46) absieht, daß der inhaltliche Einfluß auf die formallogischen Fehlschlüsse AK und NA stärker ausgeprägt ist, als auf die gültigen Schlüsse MP und MT. *Innerhalb* der formal gültigen Schlußfiguren ist die Häufigkeit von MP deutlich resistenter gegenüber inhaltlichen Einflüssen als MT, während zwischen AK und NA keine vergleichbaren Differenzen auftreten.

Schlüsse mit konsistenten Prognosetypen sind sowohl formal als auch inhaltlich gültig bzw. ungültig und treten sehr häufig bzw. selten auf (Prognosentyp [++]: 92.8 % vs. [−−]: 28.8 % und [−×]: 8.4 %). Sowohl aus formaler als auch aus inhaltlicher Perspektive handelt es sich dabei um *Erleichterungseffekte*.

Was aber geschieht in jenen Fällen, in denen Form und Inhalt unterschiedliche Schlüsse prognostizieren bzw. inkonsistent sind? Im Falle divergierender Vorhersagen gibt es keine allein „richtige“ Antwort mehr: Jede Entscheidung für eine Konklusion ist aus Sicht des jeweils anderen Vorhersagemodells ein „Fehlschluß“.

Tabelle 5.9: Antwortverteilungen (in %) bei divergierenden Vorhersagen.

Prognose		*empirische Antwort*		*Anzahl*
Logik	*Inhalt*	*formal*	*inhaltlich*	*der Fälle*
[+]	[−]/[×]:	68.7	31.3	600
[−]	[+] :	16.9	83.1	360
	Summe:	49.3	50.7	960

Tabelle 5.9 zeigt, wie die Versuchspersonen in solchen Konfliktsituationen geschlossen haben. Aus ihrer letzten Zeile geht hervor, daß die Vorhersagegüte beider Modelle im Mittel dem Zufall entspricht.

Die Einzelwerte deuten jedoch einen leicht stärker ausgeprägten Einfluß des Inhaltsmodells an: Während inhaltlich gültige und formal ungültige Schlüsse des Typs [−+] noch immer in etwa 83.1 % aller Fälle gezogen werden, treten formal gültige, inhaltlich aber ungültige Schlüsse der Typen [+−]/[+×] nur noch in 68.7 % aller Fälle auf.

Die Tatsache, daß sich die empirischen Antworten in beiden Fällen inkonsistenter Vorhersagen auf jener Antwortalternative häufen, für die eines der Modelle einen spezifischen Schluß [+] vorhersagt, verweist darauf, daß spezifische Schlüsse, wenn formal *oder* inhaltlich vorhergesagt, auch meist gezogen werden. Es scheint, als würden sich Personen im Zweifelsfall stets für den spezifischen Schluß entscheiden.

Fehleranalyse Wie gut prognostizieren und erklären das formale und das inhaltliche Modell die empirischen Daten? Die Frage nach der Güte eines Vorhersagemodells läßt sich experimentalpsychologisch durch *Fehleranalysen* beantworten. Für beide Modelle gilt, daß sie stets entweder einen bestimmten Schluß [+] oder aber die indifferente Antwort „Es kann nicht entschieden werden, ob…“ [−] vorhersagen. Dabei sind — ganz analog zum inferenzstatistischen Entscheidungsmodell — prinzipiell zwei verschiedene Fehler möglich:

α: unspezifischer Schluß im Falle einer spezifischen Prognose [+],
d.h. eine durch ein Modell prognostizierte Schlußfigur wird nicht gezogen.

β: spezifischer Schluß trotz unspezifischer Prognose [−],
d.h. ein nicht vorhergesagter Schluß wird gezogen.

Zu beachten ist hierbei, daß α und β immer nur *relativ* zu einem bestimmten Prognosemodell definiert sind. So stellen etwa dieselben Schlüsse DA und NA des Vorhersagetyps [−+] *zugleich* formale Betafehler (β_{Form}) und inhaltlich korrekte Schlüsse ($1-\alpha_{Inhalt}$) dar. Die zunächst für beide Modelle einzeln berechneten Werte sind Tabelle 5.10 (a) dargestellt.

Bei diesem Abstraktionsgrad werden die Stärken und Schwächen beider Modelle deutlich sichtbar: Sowohl das formale als auch das inhaltliche Modell haben extrem hohe β-Fehleranteile (jeweils etwa 47 %) — vor allem, wenn man bedenkt, daß die Wahrscheinlichkeit einer zufällig richtigen Vorhersage bei 50 % liegt. Konkret bedeutet dies, daß in fast der Hälfte aller Fälle, in denen die Modelle eine indifferente Konklusion vorhersagen, stattdessen eine spezifische Konklusion gewählt wird.

Auffällig ist, daß der α-Fehler des Inhaltsmodells mit 12.1 % um über 10 % niedriger ist, als der des formalen Modells. Der Grund für diesen hohen α-Fehler des formalen Modells ist die relativ „unzuverlässige“ Vorhersage der Logik für MT, der grundsätzlich vorhergesagt, aber faktisch in nur 70 % aller möglichen Fälle auch gezogen wurde.

Drückt sich hierin etwa eine Überlegenheit des Inhaltsmodells aus? Aus der letzten Spalte von Tabelle 5.10 (a) geht hervor, daß dem nicht so ist: Jedes Modell für sich sagt etwa 66 % aller empirischer Antworten zuverlässig vorher und ist damit genauso gut bzw. schlecht wie das jeweils andere.

Wie aber ist dies möglich, wenn beide Modelle bei praktisch gleichem β-Fehler doch so verschiedene α-Fehler aufweisen? Das scheinbare Paradox löst sich auf, wenn man bedenkt, daß beide Fehler jeweils prozentuale *Anteile* unterschiedlich großer Grundgesamtheiten

Tabelle 5.10: Fehleranteile (in %) prognostische Validität der theoretischen Modelle (Anzahl entsprechender Prognosen in Klammern.)

Aufgabentyp	*Vorhersage-modell*	*Fehleranteile* α	β	*korrekte Prognosen*
(a)	formal:	22.3 (960)	47.4 (960)	65.2 (1920)
Einzelmodelle	inhaltlich:	12.1 (720)	47.3 (1200)	65.9 (1920)
(b)	Form $\vee$ Inhalt:	20.8 (1320)	26.0 (600)	77.6 (1920)
Integration	Form $\wedge$ Inhalt:	7.2 (360)	55.6 (1560)	53.4 (1920)

darstellen. (Vergleiche die eingeklammerten Werte der Tabelle 5.10). Das Inhaltsmodell prognostiziert zwar einen geringeren Anteil spezifischer Schlüsse, die nicht gezogen werden (α), sagt aber auch nur in insgesamt 37.5 % (720 von 1920) aller Prognosen einen spezifischen Schluß vorher. Was es an richtig prognostizierten Schlußfiguren ($1 - \alpha$) gegenüber dem formalen Modell gewinnt, verliert es wieder bei den Prognosen unspezifischer Antworten, da sich hier der β-Fehleranteil von 47.3 % auf 62.5 % (1200 von 1920) seiner Gesamtvorhersagen bezieht.

Auch wenn sich keines der beiden Modelle dem jeweils anderen überlegen zeigt, besteht die Möglichkeit, daß sie *gemeinsam* mehr Schlüsse korrekt prognostizieren bzw. erklären, als jedes einzelne.

Bislang wurden die formalen und inhaltlichen Modelle stets einander gegenübergestellt bzw. ihre Prognosen als voneinander unabhängig betrachtet. Fragt man nun nach dem Anteil der durch beide gemeinsam erklärten Schlüsse, so stellt sich erstmals die Frage nach ihrer *Integration*. Da diesbezüglich keine *a priori*-Hypothesen bestanden, können Anhaltspunkte über ihr mögliches Zusammenspiel aus den empirischen Daten gewonnen werden. Anders gesagt: Man postuliert diejenige Integration beider Modelle, die die Daten am besten erklärt.

Zwei einfache Arten eines möglichen Zusammenwirkens sind die beiden folgenden:[15]

- Disjunktive Integration: *Form* $\vee$ *Inhalt.*
  Ein spezifischer Schluß wird dann gezogen, wenn er durch *mindestens eines* der beiden Modelle vorhergesagt wird. Bezogen auf die Schlußfiguren bedeutet dies: MP und MT werden durch das formale, AK und NA durch das inhaltliche Modell prognostiziert.
- Konjunktive Integration: *Form* $\wedge$ *Inhalt.*
  Ein spezifischer Schluß wird *nur dann* gezogen, wenn er durch *beide* Modelle vorhergesagt wird.

Die für beide theoretisch gleichwertigen Integrationen errechneten Fehlerverteilungen sind in Tabelle 5.10 (b) dargestellt. Am Unterschied von 77.6 % zu 53.4 % korrekter Prognosen (gegenüber der jeweils knapp 66 % der Einzelmodelle) ist ablesbar, daß eine generelle Verbesserung der Prognosegüte nur im Fall der disjunktiven Integration resultiert. Die konjunktive Integration weist zwar einen sehr geringen α-Fehler von 7.2 % auf, sagt aber auch nur 44.4 % aller tatsächlich gezogenen Schlüsse vorher ($1-\beta$). Mit einem Gesamtanteil von 53.4 % korrekter Prognosen liegt ihre prognostische Validität deutlich unter der jedes einzelnen Modells und nur knapp über dem Zufallswert von 50 %.

Ganz anders die disjunktive Integration: Obwohl in diese der relativ hohe α-Fehleranteil des formalen Modells eingeht, kommt durch eine deutliche Reduktion des β-Fehlers auf 26.0 % eine Steigerung der prognostischen Validität auf insgesamt 77.6 % zustande.

[15] Natürlich sind kompliziertere Integrationsvarianten vorstellbar. Da ein „optimales" Erklärungsmodell aber auch so einfach wie möglich sein sollte, werden diese hier nicht weiter verfolgt.

Da es ein Hauptziel einer Theorie logischen Schließens sein sollte, die *gezogenen* Schlüsse *vorhersagen* bzw. *erklären* zu können, ist bereits diese Reduktion des β-Fehleranteils um über 20 % ein gutes Argument für das Postulat des Inhaltsmodells und seine disjunktive Integration mit dem formalen Modell. Daß eine Steigerung der Gesamtprognosegüte um 12.4 % keineswegs zu vernachlässigen ist, wird deutlich, wenn man sich vergegenwärtigt, daß das bislang einzige Konkurrenzmodell — das der formalen Logik — mit einer Vorhersagegüte von 65.2 % nur 15.2 % mehr korrekte Prognosen ermöglicht, als ein Zufallsgenerator.

Als Ergebnis dieser Fehleranalysen bleibt festzuhalten: Die Vorhersagen allein des formalen Modells sind zu „progressiv“, da viele vorhergesagte Schlüsse nicht gezogen werden (α). Aber auch das Inhaltsmodell per se ist keine echte Alternative, da es zu „konservativ“ prognostiziert, also viele gezogene Schlüsse nicht vorhersagt (β).

Untersucht man zwei einfache Möglichkeiten der Integration beider Modelle, so ergibt sich eine deutliche Verbesserung der Vorhersagegüte, wenn man annimmt, ein Schluß werde immer dann gezogen, wenn er durch mindestens eines der Modelle prognostiziert wird. Ein zusätzlicher Anteil korrekt vorhergesagter Schlüsse von 12.4 % belegt, daß das Inhaltsmodell einen wirklichen Erklärungswert besitzt. Dieser besteht vor allem in einer verbesserten „Teststärke“ $(1 - \beta)$, d.h. ein größerer Anteil der spezifischen Schlußfiguren wird auch vorhergesagt. Allerdings ist damit noch nicht das Ende möglicher Erklärungen erreicht, denn auch durch diese Integration beider Modelle sind noch immer 22.4 % (100 % − 77.6 %) aller Schlüsse nicht erklärbar.

5.4 Experiment 3: Die Wahl konditionaler Formulierungen

Die beiden vorangehenden Experimente haben gezeigt, daß Personen über spezifisches Wissen über inhaltliche Zusammenhänge verfügen und dieses auch für Schlußfolgerungen nutzen.

Die z.T. sehr großen Schwankungen in der Häufigkeit formal identischer Schlüsse werden im Rahmen des in Kapitel 4 entwickelten Ansatzes auf unterschiedliche Interpretationen konditionaler Aussagen zurückgeführt. Ursache dieser interpretativen Differenzen ist inhaltliches Hintergrundwissen, das auf spezifische Art und Weise mit der Form der konditionalen Aussage interagiert.

Die These, eine einzige konditionale Form „Wenn b, dann f“ ermögliche unterschiedliche Interpretationen, könnte dahingehend mißverstanden werden, daß ein Konditional prinzipiell „mehrdeutig“ sei. Demgegenüber wird in dieser Arbeit die These vertreten, daß zwar die konditionale Satzform „Wenn…, dann…“ offen für verschiedene Interpretationen ist, ein bestimmtes Konditional (d.h. mit spezifischer Bedingung b und Folge f) auf Basis seiner Inhalte jedoch eindeutig verstanden wird.

5.4.1 Zielsetzung und Hypothesen

Hinweise auf das Verständnis einer konditionalen Aussage können am direktesten dadurch gewonnen werden, daß man Personen fragt, wie sie selbst den in ihr ausgedrückten Zusammenhang formulieren würden. Unterläge die Interpretation eines inhaltlichen Konditionalsatzes der Willkür, so wäre auch kein Konsens hinsichtlich der Angemessenheit konditionaler Formulierungsvarianten zu erwarten. Sollten Personen jedoch umgekehrt ein sicheres Gespür für deren Verschiedenheit beweisen, so würde dies nicht nur die Wirksamkeit inhaltlicher Faktoren erneut belegen, sondern auch für eine sprachliche Kompetenz zu logisch korrekten Aussagen sprechen.

Da für das materiale Konditional $b \to f$ gilt, daß b hinreichend für f und f notwendig für b ist (vgl. Abschnitt 2.2, Seite 11), wäre der Satz „Wenn b, dann f" eine logisch angemessene Formulierung einer inhaltlichen Beziehung des Bedingungstyps `S+N-`. Für Bedingungstyp `S-N+` kann in analoger Weise dafür argumentiert werden, daß er durch die Replikation $f \to b$ korrekt formalisiert bzw. durch die Umkehrung des obigen Satzes zu „Wenn f, dann b" angemessen formuliert wäre. Da eine hinreichende und notwendige Bedingung vom Typ `S+N+` formallogisch durch das Bikonditional $b \leftrightarrow f$ ausgedrückt wird, wären in diesem Fall beide der genannten Konditionalsätze wahr. Lediglich Bedingungstyp `S-N-`, der ja gerade durch die Abwesenheit einer hinreichenden oder notwendigen Beziehung definiert ist, läßt sich weder durch den Junktor '$\to$' formalisieren, noch mittels eines (indikativen) Konditionals sprachlich angemessen formulieren.

Unter Rückgriff auf die in Abschnitt 4.2.2 (Seite 43) formalisierten Inhaltsmodelle läßt sich auch für verschiedene Kontexte eine sprachliche Formulierung finden, die den inhaltlichen Zusammenhang zwischen b und f je nach Bedingungstyp logisch angemessen zum Ausdruck bringt. Aus Tabelle 5.11 geht beispielsweise hervor, daß für Beziehungen des Bedingungstyps `S+N+` grundsätzlich eine Formulierung der Art „Wenn b, dann f — und auch umgekehrt" angemessen ist. Wird jedoch eine weitere hinreichende Bedingung b_{alt} erwähnt, so ist die ursprüngliche Bedingung b zwar noch hinreichend, aber nicht mehr notwendig, so daß nun nur noch eine konditionale Formulierung angemessen ist.[16]

Nimmt man an, daß Personen in der Lage sind, zwischen den vier Antwortkategorien „$b \to f$", „$f \to b$", „$b \leftrightarrow f$" und „*keine der anderen*" zu differenzieren, so resultieren wie bereits beim Experiment zur Bewertung inhaltlicher Zusammenhänge (Abschnitt 5.2) zwei Arten von Hypothesen: Während unter der Kontextbedingung „nur b/f" eine bestimmte Antwortkategorie vorhergesagt wird, werden für manche Kontextmanipulationen spezifisch *andere* Antworten bzw. eine *Verschiebungen* der gewählten Antwortkategorien erwartet. In Tabelle 5.11 wird beispielsweise vorhergesagt, daß die Berücksichtigung einer alternativen Bedingung b_{alt} keinen Einfluß auf die Wahl einer konditionalen Formulierung für den Bedingungstyp `S+N-` hat, während sie im Fall von `S-N+` zu einem Wechsel der Kategorie „$f \to b$" zu „*keine*" führt.

[16]Lediglich für den Bedingungstyp `S?N?` sind keine Hypothesen bezüglich der Angemessenheit von Formulierungen möglich, da über seine inhaltliche Beziehungen nichts bekannt ist.

Tabelle 5.11: Prognosen logisch angemessener Formulierungen für inhaltliche Beziehungen (nach *Bedingungstypen* und *Kontexten*). (Die logisch angemessene Antwortkategorie ist durch '+' gekennzeichnet.)

			Antwortalternative			
Kontext	*Bedingungstyp*	*inhaltliche Repräsentation*	*Konditional* „$b \to f$“	*Umkehrung* „$f \to b$“	*Bikonditional* „$b \leftrightarrow f$“	„*keine*“
nur b/f	S+N-:	$b \overset{i}{\to} f$	+	–	–	–
	S-N+:	$f \overset{i}{\to} b$	–	+	–	–
	S+N+:	$b \overset{i}{\leftrightarrow} f$	–	–	+	–
	S-N-:	$b \overset{i}{\not\leftrightarrow} f$	–	–	–	+
	S?N?:	$b \overset{i}{\sim} f$	?	?	?	?
$+b_{alt}$	S+N-:	$b \vee b_{alt} \overset{i}{\to} f$	+	–	–	–
	S-N+:	$f \overset{i}{\to} b \vee b_{alt}$	–	–	–	+
	S+N+:	$b \vee b_{alt} \overset{i}{\leftrightarrow} f$	+	–	–	–
	S-N-:	$b \vee b_{alt} \overset{i}{\not\leftrightarrow} f$	–	–	–	+
	S?N?:	$b \vee b_{alt} \overset{i}{\sim} f$	?	?	?	?
$+b_{add}$	S+N-:	$b \wedge b_{add} \overset{i}{\to} f$	–	–	–	+
	S-N+:	$f \overset{i}{\to} b \wedge b_{add}$	–	+	–	–
	S+N+:	$b \wedge b_{add} \overset{i}{\leftrightarrow} f$	–	+	–	–
	S-N-:	$b \wedge b_{add} \overset{i}{\not\leftrightarrow} f$	–	–	–	+
	S?N?:	$b \wedge b_{add} \overset{i}{\sim} f$	?	?	?	?

5.4.2 Materialien

Bei der Entwicklung der Aufgabenstellung trat dasselbe methodische Problem wie im ersten Experiment auf: Bedingungen und Folgen können sprachlich kaum *nur als* Bedingungen und Folgen genannt werden (d.h. ohne zugleich *behauptet* zu werden). Daher wurde auch hier auf die bereits in Abschnitt 5.2.2 erläuterte Technik zurückgegriffen, Konditionalsätze als die Aussagen anderer Personen darzustellen. Diesmal wurden die Versuchspersonen instruiert, daß „mehrere Personen“ auf Basis bestimmter Informationen zwei Sachverhalte sprachlich verschieden zueinander in Beziehung gesetzt hätten. Ihre Aufgabe bestehe nun darin, zu beurteilen, welche dieser Formulierungen *inhaltlich angemessen* sei. Die Unterschiedlichkeit der Aufgaben mit und ohne Zusatzbedingungen hat auch zwei leicht unterschiedliche Instruktionen erfordert. (Vergleiche die Tabellen B.9 bis B.11 des Anhangs B.4.)

Bei Inferenzaufgaben mit zusätzlichen Konditionalen blieb es der Versuchsperson überlassen, ob sie diese berücksichtigte oder nicht. Um hier eine ähnlich offene Situation zu schaffen, wurde in Bezug auf Zusatzbedingungen b' explizit gesagt, daß nichts darüber bekannt ist, ob diese gegeben seien oder nicht. (Vergleiche das in Tabelle 5.12 dargestellte Beispiel und die Aufgabenschablonen B.12 und B.13 des Anhangs B.4.)

Da die beiden angeblich „vorgeschlagenen“ Aussagen stets das Konditional „Wenn b,

Tabelle 5.12: Beispiel einer Formulierungsaufgabe mit additiver Zusatzbedingung b_{add}.

2:Fhzad

Mehrere Personen wurden aufgefordert, den **inhaltlichen Zusammenhang** zwischen zwei Bedingungen „*Sie hat Geld dabei.*“/ „*Die Geschäfte haben geöffnet.*“ und einer Folge „*Sie kauft sich ein Sommerkleid.*“ **korrekt zu formulieren**.
Ohne eine Information darüber, *ob die Geschäfte geöffnet haben*, wurden die beiden folgenden Aussagen vorgeschlagen:

Aussage 1: „Wenn sie Geld dabei hat,
dann kauft sie sich ein Sommerkleid.“
Aussage 2: „Wenn sie sich ein Sommerkleid kauft,
dann hat sie Geld dabei.“

Welche der beiden Aussagen geben Ihrer Meinung nach den **inhaltlichen Zusammenhang** zwischen „*Sie hat Geld dabei.*“ und „*Sie kauft sich ein Sommerkleid.*“ **angemessen** wieder, wenn nichts darüber bekannt ist, *ob die Geschäfte geöffnet haben?*

☐ (a) Nur Aussage 1 ist angemessen.
☐ (b) Nur Aussage 2 ist angemessen.
☐ (c) Aussage 1 und Aussage 2 sind *beide* angemessen.
☐ (d) *Keine* der beiden Aussagen ist angemessen.

Nur falls Sie Alternative (d) angekreuzt haben:
• *Aus welchem Grund* halten Sie *keine* der beiden Aussagen für angemessen?

____
____

• Wie würden *Sie* den inhaltlichen Zusammenhang zwischen *allen drei* genannten Sachverhalten formulieren? (Wenn möglich in Form eines einzelnen „Wenn-dann“–Satzes.)

____
____

---

dann f“ und dessen Umkehrung „Wenn f, dann b“ darstellen, entsprechen die *multiple choice*-Antwortalternativen (a), (b) und (c) den logischen Formalisierungen $b \rightarrow f$, $f \rightarrow b$ und $b \leftrightarrow f$.

Im Falle einer Wahl von Antwortalternative (d) sollte erläutert werden, aus welchem Grund keine der beiden Formulierungen angemessen ist und eine eigene Formulierung versucht werden. Während die Frage nach dem Grund erlaubte, zwischen den Bedingungstypen `S?N?` und `S-N-` zu unterscheiden, sollte die offene Frage nach einer angemessenen Formulierung Hinweise auf die Validität der Inhaltsmodelle aus Kapitel 4 liefern.

5.4.3 Durchführung

Die Erhebung erfolgte an 30 Personen der in Abschnitt 5.1.4 beschriebenen Population, die in Kleingruppen von durchschnittlich 5 Personen jeweils alle 15 Szenen aus Tabelle 5.1 (Seite 54) in randomisierter Folge bearbeiteten.

Drei Experimentalgruppen A, B und C unterschieden sich durch die Art ihrer Kontextbedingung und waren analog zu Experiment 1 (vgl. Abschnitt 5.2.3 auf Seite 58) gebildet. Da sich bei der ersten Kleingruppe abzeichnete, daß die Bearbeitung der Bögen mit Zusatzbedingungen fast doppelt so viel Zeit in Anspruch nahm, wie die der Kontextbedingung „nur b/f“ (durchschnittlich 45 vs. 25 Minuten), bearbeiteten die folgenden Gruppen immer nur Aufgaben einer Kontextbedingung.

Wie bei der Ratingaufgabe gab es insgesamt 45 verschiedene Items (15 Szenen in 3 Kontexten), die von je 10 Personen bearbeitet wurden. Die Wahrscheinlichkeit einer zufällig richtigen *multiple choice*-Antwort betrug $p = 0.25$.

5.4.4 Ergebnisse

In insgesamt 87.5 % aller Fälle, für die im Kontext „nur b/f“ eine Hypothese über die Wahl einer bestimmten Antwortkategorie existierte, wurde diese auch gewählt. Aus Tabelle 5.13 geht hervor, daß sich die für angemessen befundenen Formulierungen wie erwartet nach Bedingungstypen verteilten. Dies bedeutet, daß die Versuchspersonen Bedeutungsunterschiede der sprachlichen Konditionale auf Basis ihres Wissens sehr präzise registrierten und einem bestimmten Bedingungstyp die logisch angemessene Formulierungen zuordnen konnten.

Nicht ganz so eindeutig fallen die Ergebnisse unter den beiden anderen Kontextbedingungen aus. Zwar entsprechen auch nach der Einführung zusätzlicher Bedingungen b' noch etwa 63 % aller Entscheidungen den Vorhersagen (b_{alt}: 65.8 %; b_{add}: 60.8 %.), doch die erwarteten Verschiebungen der Antwortkategorie in Bezug zu „nur b/f“ fanden nur in einem von vier prognostizierten Fällen überzufällig häufig statt (`S+N+`, „$+b_{alt}$“). In den drei übrigen Fällen (`S-N+`, „$+b_{alt}$“; `S+N-`, „$+b_{add}$“ und `S+N+`, „$+b_{add}$“) verteilen sich rund 80 % aller Antworten zwischen den Prognosen einerseits und den ohne die Zusatzbedingung vorhergesagten Formulierungen andererseits.

Tabelle 5.13: Absolute Häufigkeit der gewählten Antwortalternativen nach *Bedingungstypen* und *Kontexten*. (Pro Zeile wurden 30 Zusammenhänge beurteilt.)

		Antwortalternative			
	Bedingungs-	*Konditional*	*Umkehrung*	*Bikonditional*	
Kontext	*typ*	„$b \to f$“	„$f \to b$“	„$b \leftrightarrow f$“	„*keine*“
nur b/f	`S+N-:`	**29****	0	1	0
	`S-N+:`	0	**28****	1	1
	`S+N+:`	1	4	**25****	0
	`S-N-:`[a]	1	4	1	**23****
	`S?N?:`	5	7	5	13*
	Gesamt:	36	43	33	37
	(in %)	24.2	28.9	22.1	24.8
$+b_{alt}$	`S+N-:`	**28****	0	0	2
	`S-N+:`	4	13*	2	**11**
	`S+N+:`	**15****	3	9	3
	`S-N-:`	1	2	2	**25****
	`S?N?:`	3	3	7	17**
	Gesamt:	51	21	20	58
	(in %)	34.0	14.0	13.3	38.7
$+b_{add}$	`S+N-:`	15**	2	1	**12**
	`S-N+:`	1	**27****	0	2
	`S+N+:`	2	**12**	10	6
	`S-N-:`	1	5	2	**22****
	`S?N?:`	2	8	1	19**
	Gesamt:	21	54	14	61
	(in %)	14.0	36.0	9.3	40.7

Anmerkung: Die in Tabelle 5.11 vorhergesagte Antworten sind **fett** hervorgehoben.
*: $P(X \geq 13, 30, \frac{1}{4}) < .05$. **: $P(X \geq 14, 30, \frac{1}{4}) < .01$. a: Ein *missing value*.

Dies kann möglicherweise als Hinweis auf unterschiedliche Bearbeitungsstrategien interpretiert werden. So besteht eine Strategie des Umgangs mit einer bloß erwähnten Zusatzbedingung, über deren Status nichts näheres bekannt ist, in deren vollständigen Ignoranz.

Die deutlich verlängerten Bearbeitungszeiten für Bögen mit Zusatzbedingungen und der damit einhergehende Anstieg der Alternative „Keine der Aussagen ist angemessen.“ (von durchschnittlich 24.8 % auf etwa 40 % aller Antworten) deutet auf eine schlechtere Passung von Aufgabenstellung und Antwortformat hin. Auch eine Durchsicht der bislang nicht systematisch ausgewerteten Kommentare zeigt, daß es viele Versuchspersonen befremdend fanden, einen inhaltlichen Zusammenhang zwischen drei Sachverhalten b, b' und f nur durch Bezugnahme auf b und f zum Ausdruck zu bringen. In Konsistenz zu den

Befunden von Byrne & Johnson-Laird (1992) wurden in diesen Fällen häufig modale Umschreibungen und spontane Integrationen aller drei Sachverhalte mittels „und“ und „oder“ gewählt. Einen deutlichen Hinweis auf die Notwendigkeit einer integrierten Formulierung aller drei Sachverhalte liefern Kommentare wie „Wenn das Flugzeug gestartet ist und es neblig ist, dann ist es womöglich wahrscheinlicher, daß es abstürzt.“

5.5 Zusammenfassende Diskussion

Da die drei vorgestellten Experimente auf demselben Versuchsmaterial basieren, beleuchten sie ein gemeinsames Thema von verschiedenen Seiten: Wie interagieren Inhalt und Form beim menschlichen Umgang mit sprachlichen Konditionalen?

Die Notwendigkeit mehrerer Aufgabenstellungen wurde in Abschnitt 5.1.3 dadurch begründet, daß manche Einzelbefunde erst im Kontext anderer Ergebnisse sinnvoll interpretiert werden können. Über die Ergebnisse der einzelnen Experimente hinaus, sollen daher nun abschließend ihre Querverbindungen aufgezeigt werden.

Der in dieser Arbeit vertretene wissensbasierte Ansatz führt den *suppression effect* auf den Einfluß inhaltlichen Hintergrundwissens über die Suffizienz und Notwendigkeit von Bedingungen zurück. Aufgrund dieser theoretischen Erwägung wurden Items konstruiert, die das für relevant erachtete Wissen in thematischen Szenen enthalten.

Ob diese Umsetzung gelungen ist, wurde in einem ersten Experiment durch die Bewertung der inhaltlichen Zusammenhänge überprüft. Da die von den Versuchspersonen wahrgenommene Suffizienz und Notwendigkeit den intendierten und theoretisch postulierten Bedingungstypen entsprach, kann davon ausgegangen werden, daß die Versuchspersonen über das Hintergrundwissen in der vorhergesagten Form verfügen. Dies legitimiert die Voraussetzung des Faktors *Bedingungstyp* als experimentelle Variation des Hintergrundwissens bei den Inferenzaufgaben.

Im zweiten Experiment zeigte sich eine Vielfalt an Einzeleffekten. Die z.T. massiven Schwankungen in der Häufigkeit formal identischer Schlüsse dokumentieren, daß das Antwortverhalten der Versuchspersonen stark durch formale und inhaltliche Faktoren moduliert wird. Als wesentliche Determinanten wurden dabei der inhaltliche *Bedingungstyp*, die in Frage stehende *Schlußfigur*, die *Form* der konditionalen Aussage sowie ihr *Kontext* identifiziert.

Der Befund einer signifikanten Wechselwirkung von *Kontext* und *Schlußfigur* repliziert den *suppression effect* nach Byrne (1989). Analoge Effekte lassen sich jedoch auch ohne eine Variation des Kontexts und über verschiedene Kontexte hinweg durch die Interaktion zwischen *Bedingungstyp* und *Schlußfigur* nachweisen. Dies bestätigt die bereits in Abschnitt 3.6.1 aufgestellte Behauptung, daß es sich bei dem Effekt Byrnes nur um einen Spezialfall des allgemeineren Phänomens wissensbasierter Suppressionseffekte handelt.

Die tiefere Ursache dieses Zusammenhangs offenbart sich im strukturell identischen Kontexteffekt bei der Ratingaufgabe: Kontext- und inhaltsbedingte Suppressionseffekte sind gleichermaßen auf Veränderungen der wahrgenommenen Suffizienz und Notwendigkeit von Bedingungen für Folgen zurückführbar.

Da auch die Unterscheidung zwischen additiven und alternativen Zusatzbedingungen nur durch inhaltliches Wissen möglich ist, manifestiert sich in beiden Phänomenen die Wirksamkeit inhaltlichen Hintergrundwissens. Dieses läßt sich bereichsunabhängig (d.h. für kausale, soziale und definitorische Zusammenhänge) durch abstrakte Bedingungstypen beschreiben, so daß keine inhaltsspezifischen Inferenzregeln angenommen werden müssen.

Im dritten Experiment verschob sich der Fokus von der Diagnose des Hintergrundwissens und seines Einflusses auf die gezogenen Schlüsse auf die Fähigkeit der Versuchspersonen, zwischen den verschiedenen sprachlichen Formen eines Konditionals zu differenzieren. Dabei ergab sich, daß Personen keineswegs alle „Wenn..., dann...“–Formulierungen für gleich erachten, sondern die inhaltliche Angemessenheit einer konditionalen Aussage sehr präzise einschätzen können. Sofern explizit dazu aufgefordert, sind sie in der Lage, ihrem inhaltlichen Wissen eine formallogisch korrekte Formulierung zuzuordnen.

Auch die weniger eindeutigen Ergebnisse der Formulierungsaufgabe mit Zusatzbedingungen erlauben es, die Kontexteffekte der Inferenzaufgabe unter einem weiteren Gesichtspunkt zu betrachten. Wird eine zusätzliche Bedingung lediglich erwähnt, ohne daß ihre Funktion für die Beantwortung der Aufgabe klar spezifiziert ist, so zeichnen sich zwei prinzipielle Strategien des Umgangs mit ihr ab: Während ein vollständiges Ignorieren einer konditionalen Zusatzprämisse keine Auswirkungen auf die gezogenen Schlüsse hat, bewirkt ihre Berücksichtigung das veränderte Antwortverhalten, das in Erleichterungs- und Verhinderungseffekten zum Ausdruck kommt. Bevor sich dieses Problem jedoch überhaupt stellen kann, muß es einer Versuchsperson aufgefallen sein, daß keine der einfachen konditionalen Formulierungen dem Zusammenhang zwischen *drei* inhaltlichen Sachverhalten angemessen ist.

Es spricht für die theoretische Rahmenvorstellung des Kapitels 4, daß sich die Ergebnisse aller drei Experimente sinnvoll aufeinander beziehen lassen. Darüber hinaus ermöglicht die formale Spezifikation der Vorhersagemodelle eine quantitative Fehleranalyse, die den formalen und inhaltlichen Aspekt sprachlicher Konditionale als gleich bedeutsam in Bezug auf die gezogenen Schlüsse ausweist. Nimmt man an, daß ein Schluß immer dann gezogen wird, wenn er aufgrund der Form oder des Inhalts erwartet wird, so erklärt dies etwa 12 % der gezogenen Schlüsse mehr als das bislang weitgehend konkurrenzlose Vorhersagemodell der formalen Logik.

6 Konklusion

> *In Wahrheit bestehen die meisten Irrthümer nur allein darin, dass man den Dingen nicht die rechten Worte giebt. (...) So haben die Menschen, welche sich verrechnen, andere Zahlen im Kopfe, als auf dem Papier. Sieht man auf deren Seele, so irren sie nicht, sie scheinen uns nur zu irren, weil wir glauben, dass sie dieselben Zahlen im Kopfe, wie auf der Tafel haben. Wäre dies nicht, so würden wir nicht glauben, dass sie irrten; so wie ich keinen Irrthum bei dem Menschen angenommen habe, der neulich schrie, dass sein Hof auf des Nachbars Henne geflogen sei, weil ich wohl verstand, was er eigentlich meinte. Davon kommen die meisten Streitigkeiten, indem die Menschen ihre Meinung nicht richtig ausdrücken oder die eines Andern schlecht auslegen.*
>
> Benedict von Spinoza

Welche Schlüsse lassen sich aus dieser Arbeit ziehen? Den Ausgangspunkt der Diskussion bildeten die Befunde von Rumain et al. (1983) und Byrne (1989), daß eine zusätzliche konditionale Prämisse die Häufigkeit logisch korrekter Lösungen von Inferenzaufgaben sowohl erhöhen als auch mindern kann — scheinbar also logisches Denken fördert oder vereitelt.

Ein zentrales Ergebnis der im letzten Kapitel dargestellten Experimente bildet der Nachweis, daß inhaltliches Wissen das Verständnis von und den Umgang mit konditionalen Sätzen moduliert. Indem Versuchspersonen die Prämissen konditionaler Syllogismen mit ihrem inhaltlichen Wissen anreichern, ergeben sich verschiedene Interpretationen einer konditionalen Satzform, die unterschiedliche Schlüsse legitimieren.

Da bereits ein einzelnes Konditional interpretiert werden muß, stellen sich auch ohne die experimentelle Manipulation einer zusätzlichen Bedingung Erleichterungs- und Verhinderungseffekte ein. Wenn aber der ursprüngliche *suppression effect* bereits eine Verhinderung logischen Denkens demonstrierte, bedeutet dann seine Generalisierung nicht um so mehr, daß Menschen nicht zu logischem Denken fähig sind?

Vor einer abschließenden Stellungnahme zu dieser Frage sollen in den beiden folgenden Abschnitten zunächst einige der wesentlichen Stärken der hier vertretenen Position und ihre Grenzen dargestellt werden. Dazu gehört auch, ihr Verhältnis zu den anderen in Kapitel 3 genannten Ansätzen zusammenfassend zu beleuchten.

6.1 Die Stärken des wissensbasierten Ansatzes

In Kapitel 4 wurde argumentiert, daß Personen beim schlußfolgernden Denken nicht nur durch die formalen Aspekte der Aufgabe beeinflußt werden, sondern auch durch das inhaltliche Wissen, das die Aufgabe bei ihnen anspricht. Eine analytische Trennung der formalen und inhaltlichen Dimension einer konditionalen Aussage ermöglichte zwei unterschiedliche Vorhersagemodelle für konditionale Schlüsse. Die Berücksichtigung der logischen Struktur des Hintergrundwissens relativierte das formallogische Gültigkeitskonzept: Neben formal gültigen Schlüssen konnten nun auch Kriterien für die *inhaltliche Gültigkeit* von Schlüssen spezifiziert werden.

Dieser wissensbasierte Ansatz verhalf zu einer neuen Sicht auf das Verhalten von Versuchspersonen in Experimenten zum schlußfolgernden Denken: Viele scheinbar fehlerhafte Schlüsse sind gar nicht falsch, sondern auf Basis der interpretierten Prämissen inhaltlich gültig. Die beobachteten Erleichterungs- und Verhinderungseffekte werden dadurch erklärbar, daß sie sich auf die Konsistenz beziehungsweise Inkonsistenz verschiedener Vorhersagemodelle zurückführen lassen.

Da dieser Erklärungsansatz im wesentlichen eine Verschiebung der *Perspektive* darstellt und auch ohne neue empirische Daten eine Reinterpretation der bisherigen Befunde ermöglicht, ist es kaum verwunderlich, daß er in einem traditionsreichen Forschungsfeld historische Vorläufer hat (vgl. Henle, 1962, und die Ausführungen in Abschnitt 4.1.1).

Was also macht die Besonderheit des hier in Anlehnung an Beller (1997) propagierten Ansatzes aus? Anstatt sich mit einem allgemeinen Erklärungsprinzip zu begnügen, macht er es sich zur Aufgabe, das die Effekte verursachende inhaltliche Wissen im Einzelfall zu explizieren. Diese Vorgehensweise hat sowohl in theoretischer als auch in empirischer Hinsicht wichtige Vorteile:

- *Universelle Anwendbarkeit*:
  Das wissensbasierte Erklärungsprinzip nimmt auf konkrete Inhalte Bezug, ist aber bereichsunabhängig. Entscheidend für das Verständnis der im vorigen Kapitel beobachteten Effekte ist das Wissen darüber, welche Bedingungen hinreichend oder notwendig für ihre jeweiligen Folgen sind. Demgegenüber spielen spezifische Inhaltsbereiche wie kausales, soziales oder begriffliches Wissen nur eine untergeordnete Rolle. Es besteht also kein Anlaß, inhaltsspezifische Inferenzregeln (z.B. Cheng & Holyoak, 1985; Cheng et al., 1993) zu postulieren.
  Das wissensbasierte Erklärungsprinzip ist jedoch auch auf andere Gegenstandsbereiche und Aufgabenformate übertragbar, in denen unterschiedliche Konzeptualisierungen angemessen sein können (vgl. etwa Beller, 1997, für eine Modellierung für Wahlaufgaben mit konditionalen Versprechen).
- *Präzise Vorhersagen*:
  Die elaborierte theoretische Fundierung des wissensbasierten Ansatzes legt eine stärker theoriegeleitete Itemkonstruktion nahe, die präzise Hypothesen über die spezifische Interaktion von Form und Inhalt ermöglicht.

- *Quantifizierbare Resultate*:
  Bedingt durch die größere Präzision der abgeleiteten Prognosen ist die Passung von erwarteten und beobachteten Daten quantitativ überprüfbar. Außerdem erlaubt eine formalisierte Repräsentation des relevanten Wissens eine modellvergleichende Argumentation, mit der sich weiterführende Aussagen zur Güte der Modelle machen lassen (vgl. Abschnitt 5.3.4 ab Seite 72).

- *Komplementarität zu allgemeinen Theorien schlußfolgernden Denkens*:
  Die Debatte um den *suppression effect* wurde maßgeblich durch die theoretische Auseinandersetzung zwischen den Theorien der *mentalen Beweise* und der *mentalen Modelle* geprägt (vgl. die Abschnitte 3.2 und 3.4). Ohne einer der beiden Positionen verpflichtet zu sein, stellt der wissensbasierte Ansatz wichtige Voraussetzungen in Bezug auf das Verständnis der Prämissen zur Verfügung, ohne die auch keine andere Theorie die Phänomene erklären kann. Durch den Fokus auf den Prozeß der Prämisseninterpretation bezieht sich sein wesentlicher Beitrag auf eine Stelle des Schlußfolgerungsprozesses, die *vor* dem Geltungsbereich der beiden anderen Theorien liegt. Während keine der beiden anderen Theorien den initialen Interpretationsprozeß hinreichend spezifiziert, können die der Interpretation nachgeordneten Mechanismen durch beide Theorien gleichermaßen erklärt werden.

- *Integratives Potential*:
  Das wissensbasierte Vorgehen steht nicht im Widerspruch zu anderen Erklärungsansätzen. Die feinkörnigere Analyse vermag nicht nur die beobachteten Effekte zu erklären, sondern begründet darüber hinaus das prognostische Potential alternativer Ansätze. Beispielsweise läßt sich die von George (1995) und Stevenson & Over (1995) vorgeschlagene Erklärung durch die Dimension „Glaubwürdigkeit“ oder „subjektive Sicherheit“ der konditionalen Prämissen auf das zweidimensionale Raster von Suffizienz und Notwendigkeit zurückführen. Da eine als Konditional formulierte inhaltliche Beziehung vom Bedingungstyp `S+N+` aber auf eine *andere* Art unglaubwürdig ist als eine des Typs `S-N-`, erlaubt die in Kapitel 4 entwickelte Konzeptualisierung qualitativ differenziertere Prognosen.
  Auf ähnliche Weise lassen sich auch jene Ansätze theoretisch fundieren, die auf die Relevanz verfügbarer Gegenbeispiele verweisen (Pollard, 1982; Markovits, 1984, 1985) oder sich auf Konzepte wie "relative salience" (Chan & Chua, 1994), "disabling conditions" (Cummins et al., 1992) oder "invited inferences" (Geis & Zwicky, 1971) berufen (vgl. die Abschnitte 3.3.1 und 3.6.2).

Weil der wissensbasierte Ansatz den Abweichungen zwischen den Sätzen auf dem Papier des Experimentalbogens und den Prämissen im Kopf der Versuchsperson besondere Aufmerksamkeit schenkt, muß die empirische Umsetzung dieses Ansatzes auf mehreren Ebenen erfolgen (vgl. Abschnitt 4.1.2). Der damit verbundene Mehraufwand in theoretischer wie praktischer Hinsicht ist jedoch eine wesentliche Voraussetzung interpretierbarer Ergebnisse.

6.2 Grenzen

Auch wenn in dieser Arbeit der Versuch unternommen wurde, möglichst viel von den genannten Vorteilen des wissensbasierten Ansatzes zu profitieren, weist seine konzeptuelle und empirische Umsetzung in der gegenwärtigen Form noch einige Unzulänglichkeiten auf.

In theoretischer Hinsicht ist die Tatsache unbefriedigend, daß die in Kapitel 4 entwickelten Modellvorstellungen ausschließlich qualitative Prognosen ermöglichen.[1] Da sowohl das formale als auch das inhaltliche Modell aussagenlogisch formalisiert wurden, sind prinzipiell keine Differenzen innerhalb der formallogisch gültigen und ungültigen Schlußfiguren vorhersagbar. Die empirisch stabilen Unterschiede in der Häufigkeit des MP und MT sind daher ohne zusätzliche Annahmen nicht abbildbar.

Obwohl in Kapitel 5 die meisten der aufgestellten Hypothesen experimentell gestützt werden konnten, sind noch viele empirische Fragen unbeantwortet. Nicht befriedigend geklärt ist der Einfluß, den unterschiedliche Instruktionen auf die Berücksichtigung von Hintergrundwissen haben können. Da im Zusammenhang des *belief bias* gezeigt werden konnte, daß sich die Zahl formaler Fehlschlüsse bereits durch die besondere Betonung des logischen Notwendigkeitsbegriffs in der experimentellen Instruktion reduzieren läßt (Newstead, Pollard, Evans & Allen, 1992; Evans, Newstead, Allen & Pollard, 1994), wäre es denkbar, daß ein expliziter Hinweis auf die formallogische Irrelevanz des impliziten Wissens die in Abschnitt 5.3 beobachteten Effekte abschwächen würde. Auch Fragen nach der individuellen Konsistenz des Antwortverhaltens und möglichen interindividuellen Differenzen wurden bislang nicht thematisiert.

Während der wissensbasierte Ansatz durch die konkrete Spezifikation der inhaltlich relevanten Wissenselemente dagegen gefeit ist, diese als omnipotente *ad hoc*-Erklärung zu mißbrauchen (vgl. Abschnitt 3.5.1), muß er sich grundsätzlich einem anderen Vorwurf stellen: Letztlich verschiebt er die Frage nach dem Aufbau der von ihm postulierten Wissensstrukturen auf die Phase des Wissenserwerbs. Eine vollständige Theorie wissensbasierter Schlußfolgerungsprozesse müßte daher auch eine Theorie des Lernens umfassen.

6.3 Schlußbetrachtung

Was folgt aus einem als wissensbasiertes Phänomen verstandenem *suppression effect*? Das wesentliche Ergebnis dieser Arbeit ist, daß der Schluß von der Inhaltsabhängigkeit menschlichen Denkens auf einen generellen Defekt logischen Denkvermögens ein Fehlschluß wäre. Personen interpretieren die Prämissen konditionaler Syllogismen auf der Basis ihres inhaltlichen Hintergrundwissens. Der überwiegende Teil der von ihnen tatsächlich gezogenen Schlüsse erweist sich als logisch korrekt, wenn man ihre Gültigkeit in Bezug auf die subjektiv verstandenen Prämissen bewertet. Darüber hinaus sind Personen in der Lage, ihr inhaltliches Wissen in einer logisch angemessenen Weise sprachlich auszudrücken.

[1] Der in Abschnitt 4.3 auf Seite 48 gesondert begründete Prognosetyp [×] stellt hier eine Ausnahme dar.

Lag der Beginn der formalen Logik in der Abstraktion vom Gehalt sprachlicher Aussagen, so wurde hier der Versuch unternommen, die Relevanz des Inhalts in Bezug auf das schlußfolgernde Denken zu rehabilitieren. Dieser Versuch kann jedoch nicht als Argument gegen die logische Korrektheit menschlichen Denkens geltend gemacht werden. Anstatt den Stellenwert der formalen Logik zu schmälern, hat sich die Spezifikation der inhaltlich relevanten Wissensbestandteile sogar des logischen Formalismus bedient, um die Struktur des Inhalts zu repräsentieren. Eine Erklärung wissensbasierter Suppressionseffekte ist nur durch die integrierte Berücksichtigung formaler und inhaltlicher Aspekte möglich.

Während die in den Kontext zusätzlicher Bedingungen eingebetteten Logikaufgaben, die den *suppression effect* auslösen, als experimentelles Paradigma relativ künstlich wirken, sind Menschen im Alltag ständig mit Situationen unvollständiger Information konfrontiert. Natürlichsprachliche Sätze befinden sich nie in einem semantischen Vakuum. Sie setzen stets die Gegebenheit bestimmter Tatsachen voraus und sind erst in deren Kontext sinnvoll interpretierbar.

Die Fähigkeit, logisch gültige Schlüsse zu ziehen, ist nur *ein* Aspekt des viel komplexeren Phänomens menschlicher Rationalität (Evans & Over, 1996). Rationales Handeln erschöpft sich nicht in formallogischen Ableitungen, sondern ist darauf ausgerichtet, Ziele zu erreichen, Entscheidungen zu begründen und Wissen zu erwerben. Die formale Logik ist keine Theorie schlußfolgernden Denkens, und sie macht auch keinerlei Aussage darüber, welcher von unendlich vielen gültigen Schlüssen anderen gegenüber vorzuziehen ist. Anders als beim Lösen formaler Syllogismen ist es im Alltag unvernünftig, sein Wissen nicht zur Lösung von Aufgaben zu verwenden. Auch Weisheit besteht nicht darin — wie von dem Mädchen im Prolog vermutet — vieles nicht zu wissen, sondern darin, beim Denken besonders viel Wissen in angemessener Weise zu berücksichtigen.

Wer Ziele erreichen will, muß dafür Sorge tragen, daß alle hierfür notwendigen Bedingungen erfüllt sind. Endet ein einmal eingeschlagener Weg in einer Sackgasse, so ist es sehr hilfreich, sich der verfügbaren Alternativen bewußt zu sein. Die Berücksichtigung von Zusatzbedingungen, egal ob diese in expliziter Form gegeben oder ein impliziter Teil des Wissens sind, ist also eine effektive Strategie zielgerichteten Handelns.

Wird dieselbe Strategie im Rahmen eines experimentalpsychologischen Kontexts als Verhinderung logischen Denkens gewertet, so deutet dies eher auf ein unangemessenes Bewertungskriterium als auf unzulängliches Denken hin. Wenn es gute Gründe dafür gibt, einen logisch gültigen Schluß nicht zu ziehen, so ist dies kein Zeichen logischen Unvermögens, sondern zutiefst rational.

Literaturverzeichnis

Bach, K. (1993). Getting down to cases. *Behavioral and Brain Sciences*, *16(2)*, 334–336.

Barwise, J. & Etchemendy, J. (1992). *The language of first-order logic.* Stanford, CA.: CSLI.

Beller, S. (1997). *Inhaltseffekte beim logischen Denken — Der Fall der Wason'schen Wahlaufgabe.* Lengerich: Pabst.

Bindra, D., Clarke, K. A. & Schultz, T. R. (1980). Understanding predictive relations of necessity and sufficiency in formally equivalent "causal" and "logical" problems. *Journal of Experimental Psychology: General*, *109(4)*, 422–443.

Bonatti, L. (1994). Why should we abandon the mental logic hypothesis? *Cognition*, *50*, 17–39.

Braine, M. D. S. (1978). On the relation between the natural logic of reasoning and standard logic. *Psychological Review*, *85(1)*, 1–21.

Braine, M. D. S. & O'Brien, D. P. (1991). A theory of *if*: A lexical entry, reasoning program, and pragmatic principles. *Psychological Review*, *98(2)*, 182–203.

Braine, M. D. S., O'Brien, D. P., Noveck, I. A., Samuels, M. C., Lea, R. B., Fisch, S. M. & Yang, Y. (1995). Predicting intermediate and multiple conclusions in propositional logic inference problems: Further evidence for a mental logic. *Journal of Experimental Psychology: General*, *124(3)*, 263–292.

Braine, M. D. S., Reiser, B. J. & Rumain, B. (1984). Some empirical justification for a theory of natural propositional logic. In G. H. Bower (Ed.), *The Psychology of Learning and Motivation*, Volume 18. Academic Press, NY.

Braine, M. D. S. & Rumain, B. (1981). Development of comprehension of "or": Evidence for a sequence of competencies. *Journal of Experimental Child Psychology*, *31(1)*, 46–70.

Bühl, A. & Zöfel, P. (1995). *SPSS für Windows Version 6.1: Praxisorientierte Einführung in die moderne Datenanalyse.* Bonn: Addison-Wesley.

Bundy, A. (1993). "Semantic procedure" is an oxymoron. *Behavioral and Brain Sciences*, *16(2)*, 339–340.

Byrne, R. M. J. (1989). Suppressing valid inferences with conditionals. *Cognition*, *31(1)*, 61–83.

Byrne, R. M. J. (1991). Can valid inferences be suppressed? *Cognition*, *39*, 71–78.

Byrne, R. M. J. & Johnson-Laird, P. N. (1992). The spontaneous use of propositional connectives. *Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology*, *45A(1)*, 89–110.

Chan, D. & Chua, F. (1994). Suppression of valid inferences: Syntactic views, mental models, and relative salience. *Cognition*, *53(3)*, 217–238.

Cheng, P. W. (1997). From covariation to causation: A causal power theory. *Psychological Review*, *104(2)*, 367–405.

Cheng, P. W. & Holyoak, K. J. (1985). Pragmatic reasoning schemas. *Cognitive Psychology*, *17(4)*, 391–416.

Cheng, P. W., Holyoak, K. J., Nisbett, R. E. & Oliver, L. M. (1993). Pragmatic versus syntactic approaches to training deductive reasoning. In R. E. Nisbett (Ed.), *Rules for reasoning* (pp. 165–203). Hillsdale, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates.

Cosmides, L. (1989). The logic of social exchange: Has natural selection shaped how humans reason? studies with the Wason selection task. *Cognition*, *31(3)*, 187–276.

Cox, J. R. & Griggs, R. A. (1982). The effects of experience on performance in Wason's selection task. *Memory & Cognition*, *10(5)*, 496–502.

Cummins, D. D. (1995). Naive theories and causal deduction. *Memory & Cognition*, *23(5)*, 646–658.

Cummins, D. D., Lubart, T., Alksnis, O. & Rist, R. (1991). Conditional reasoning and causation. *Memory & Cognition*, *19(3)*, 274–282.

Evans, J. St. B. T. (1977). Linguistic factors in reasoning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *29(2)*, 297–306.

Evans, J. St. B. T. (1991). Theories of human reasoning: The fragmented state of the art. *Theory and Psychology*, *(1)*, 83–105.

Evans, J. St. B. T. & Beck, M. A. (1981). Directionality and temporal factors in conditional reasoning. *Current Psychological Research*, *1(2)*, 111–120.

Evans, J. St. B. T., Newstead, S. E., Allen, J. L. & Pollard, P. (1994). Debiasing by instruction: The case of belief bias. *European Journal of Cognitive Psychology*, *6(3)*, 263–285.

Evans, J. St. B. T., Newstead, S. E. & Byrne, R. M. J. (1993). *Human reasoning: The psychology of deduction*. Hove, England: Lawrence Erlbaum Associates.

Evans, J. St. B. T. & Over, D. E. (1996). *Rationality and reasoning*. Hove, England: Psychology/Erlbaum Taylor & Francis Ltd.

Fetzer, J. H. (1993). The argument for mental models is unsound. *Behavioral and Brain Sciences*, *16(2)*, 347–348.

Fillenbaum, S. (1975). If: Some uses. *Psychological Research*, *37*, 245–260.

Fillenbaum, S. (1976). Inducements: On the phrasing and logic of conditional promises, threats, and warnings. *Psychological Research*, *38(3)*, 231–250.

Fillenbaum, S. (1993). Deductive reasoning: What are taken to be the premises and how are they interpreted? *Behavioral and Brain Sciences*, *16(2)*, 348–349.

Forbes, G. (1994). *Modern logic: a text in elementary symbolic logic*. Oxford: Oxford University Press.

Frege, G. (1882). Über die wissenschaftliche Berechtigung einer Begriffsschrift. *Zeitschrift für Philosophie und philosophische Kritik*, *81*, 48–56.

Geis, M. L. & Zwicky, A. M. (1971). On invited inferences. *Linguistic Inquiry*, *2*, 561–566.

Gentzen, G. (1935). Untersuchungen über das logische Schließen I und II. *Mathematische Zeitschrift*, *39*, 176–210 und 405–431.

George, C. (1995). The endorsement of the premises: Assumption-based or belief-based reasoning. *British Journal of Psychology*, *86*, 93–111.

Gigerenzer, G. & Hoffrage, U. (1995). How to improve Bayesian reasoning without instruction: Frequency formats. *Psychological Review*, *102(4)*, 684–704.

Gigerenzer, G. & Hug, K. (1992). Domain-specific reasoning: Social contracts, cheating, and perspective change. *Cognition*, *43(2)*, 127–171.

Grandy, R. E. (1993). Rule systems are not dead: Existential quantifiers are harder. *Behavioral and Brain Sciences*, *16(2)*, 351–352.

Grewendorf, G., Hamm, F. & Sternefeld, W. (1996). *Sprachliches Wissen. Eine Einführung in moderne Theorien der grammatischen Beschreibung.* Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Grice, P. (1975). Logic and conversation. In P. Cole & J. L. Morgan (Eds.), *Studies in syntax*, Volume Speech acts (pp. 41–58). New York: Academic Press.

Harper, W. L., Stalnaker, R. & Pearce, G. (Eds.). (1981). *Ifs: Conditionals, Belief, Decision, Change, and Time*, Volume 15 of *The University of Western Ontario Series in Philosophy of Science*. Dordrecht, Holland: D. Reidel Publishing Company.

Henle, M. (1962). On the relation between logic and thinking. *Psychological Review*, *69(4)*, 366–378.

Holyoak, K. J. & Cheng, P. W. (1995). Pragmatic reasoning about human voluntary action: Evidence from wason's selection task. In S. E. Newstead & J. St. B. T. Evans (Eds.), *Perspectives on thinking and reasoning: Essays in honour of Peter Wason* (pp. 67–89). Hove, England: Lawrence Erlbaum Associates.

Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental Models: Towards a cognitive science of language, inference and consciousness.* Cambridge: Cambridge University Press.

Johnson-Laird, P. N. (1995). Inference and mental models. In S. E. Newstead & J. St. B. T. Evans (Eds.), *Perspectives on thinking and reasoning: Essays in honour of Peter Wason* (pp. 115–146). Hove, England: Lawrence Erlbaum Associates.

Johnson-Laird, P. N., Byrne, R. M. & Schaeken, W. (1992). Propositional reasoning by model. *Psychological Review*, *99(3)*, 418–439.

Johnson-Laird, P. N. & Byrne, R. M. J. (1991). *Deduction.* Hove, England: Lawrence Erlbaum Associates.

Johnson-Laird, P. N. & Byrne, R. M. J. (1993). Précis of 'Deduction'. *Behavioral and Brain Sciences*, *16(2)*, 323–333.

Kennedy, J. J. (1992). *Analyzing qualitative data: Log-linear analysis for behavioral research.* New York: Praeger.

Kern, L. H., Mirels, H. L. & Hinshaw, V. G. (1983). Scientists' understanding of propositional logic: An experimental investigation. *Social Studies of Science*, *13*, 131–146.

Kneale, W. & Kneale, M. (1962). *The Development of Logic.* Oxford: Clarendon Press.

Marcus, S. L. & Rips, L. J. (1979). Conditional reasoning. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *18(2)*, 199–223.

Markovits, H. (1984). Awareness of the "possible" as a mediator of formal thinking in conditional reasoning problems. *British Journal of Psychology*, *75(3)*, 367–376.

Markovits, H. (1985). Incorrect conditional reasoning among adults: Competence or performance? *British Journal of Psychology*, *76(2)*, 241–247.

Markovits, H. (1988). Conditional reasoning, representation, and empirical evidence on a concrete task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology. A: Human Experimental Psychology*, *40(3-A)*, 483–495.

Mates, B. (1961). *Stoic Logic.* Berkeley: University of California Press.

Newstead, S. E., Ellis, M. C., Evans, J. St. B. T. & Dennis, I. (1997). Conditional reasoning with realistic material. *Thinking and Reasoning*, *3(1)*, 49–76.

Newstead, S. E. & Evans, J. St. B. T. (1995). *Perspectives on thinking and reasoning: Essays in honour of Peter Wason.* Hove, England: Lawrence Erlbaum Associates.

Newstead, S. E., Pollard, P., Evans, J. St. B. T. & Allen, J. L. (1992). The source of belief bias effects in syllogistic reasoning. *Cognition*, *45*, 257–284.

Norušis, M. N. (1993). *SPSS© for UNIX©: Advanced Statistics, Release 5.0.* Chicago, Ill.: SPSS Inc.

Oaksford, M. & Chater, N. (1995). Theories of reasoning and the computational explanation of everyday inference. *Thinking and Reasoning*, *1(2)*, 121–152.

O'Brien, D. P. (1993). Mental logic and human irrationality: We can put a man on the moon, so why can't we solve those logical-reasoning problems? In K. I. Manktelow & D. E. Over (Eds.), *Rationality: Psychological and philosophical perspectives. International library of psychology* (pp. 110–135). London, England: Routledge.

O'Brien, D. P. & Overton, W. F. (1980). Conditional reasoning following contradictory evidence: A developmental analysis. *Journal of Experimental Child Psychology*, *30(1)*, 44–61.

Opwis, K. & Spada, H. (1994). Modellierung mit Hilfe wissensbasierter Systeme. In T. Herrmann & W. Tack (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie. Themenbereich B: Methodologie und Methoden, Serie I: Forschungsmethoden der Psychologie, Band 1: Methodologische Grundlagen der Psychologie* (S. 199–248). Göttingen: Hogrefe.

Over, D. (1993). Deduction and degrees of belief. *Behavioral and Brain Sciences*, *16(2)*, 361–362.

Politzer, G. & Braine, M. D. (1991). Responses to inconsistent premisses cannot count as suppression of valid inferences. *Cognition*, *38(1)*, 103–108.

Pollard, P. (1982). Human reasoning: Some possible effects of availability. *Cognition*, *12(1)*, 65–96.

Rips, L. J. (1983). Cognitive processes in propositional reasoning. *Psychological Review*, *90(1)*, 38–71.

Rips, L. J. (1994). *The psychology of proof: Deductive reasoning in human thinking.* Cambridge, MA: MIT Press.

Roberge, J. J. (1978). Linguistic and psychometric factors in propositional reasoning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 30(4)*, 705–716.

Rumain, B., Connell, J. & Braine, M. D. (1983). Conversational comprehension processes are responsible for reasoning fallacies in children as well as adults: *If* is not the biconditional. *Developmental Psychology, 19(4)*, 471–481.

Sanford, D. H. (1989). *If P, then Q: Conditionals and the foundation of reasoning.* London, England: Routledge.

Santamaría, C., García-Madruga, J. A. & Carretero, M. (1996). Beyond belief bias: Reasoning from conceptual structures by mental models manipulation. *Memory and Cognition, 24(2)*, 250–361.

Savion, L. (1993). Unjustified presuppositions fo competence. *Behavioral and Brain Sciences, 16(2)*, 364–365.

Smedslund, J. (1970). On the circular relation between logic and understanding. *Scandinavian Journal of Psychology, 11*, 217–219.

Sperber, D. & Wilson, D. (1995). *Relevance: Communication and cognition (2nd ed.).* Oxford, England: Blackwell Publishers.

Staudenmayer, H. (1975). Understanding conditional reasoning with meaningful propositions. In R. J. Falmagne (Ed.), *Reasoning: Representation and process* (pp. 55–79). New York: Wiley.

Stevenson, R. J. & Over, D. E. (1995). Deduction from uncertain premises. *Quarterly Journal of Experimental Psychology. A: Human Experimental Psychology, 48A(3)*, 613–643.

Taplin, J. E. (1971). Reasoning with conditional sentences. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 10*, 219–225.

Taplin, J. E. & Staudenmayer, H. (1973). Interpretation of abstract conditional sentences in deductive reasoning. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 12(5)*, 530–542.

Thompson, V. A. (1994). Interpretational factors in conditional reasoning. *Memory and Cognition, 22(6)*, 742–758.

Thompson, V. A. (1995). Conditional reasoning: The necessary and sufficient conditions. *Canadian Journal of Experimental Psychology, 49(1)*, 1–60.

Thompson, V. A. (1996). Reasoning from false premises: The role of soundness in making logical deductions. *Canadian Journal of Experimental Psychology, 50(3)*, 315–319.

Thompson, V. A. & Mann, J. M. (1995). Perceived necessity explains the dissociation between logic and meaning: The case of "only if". *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 21(6)*, 1554–1567.

Wason, P. C. (1966). Reasoning. In B. M. Foss (Ed.), *New horizons in psychology*, Volume 1 (pp. 135–151). Harmondsworth, UK: Penguin Books.

Wason, P. C. (1968). Reasoning about a rule. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 20*, 273–281.

Wildman, T. M. & Fletcher, H. J. (1977). Developmental increases and decreases in solutions of conditional syllogism problems. *Developmental Psychology*, *13*, 630–636.

Wilkins, M. C. (1928). The effect of changed material on the ability to do formal syllogistic reasoning. *Archives of Psychology*, *16*, No. 102.

Wright, G. H. von (1971). *Explanation and Understanding.* Ithaca, New York: Cornell University Press.

Anhang

A Notationale Konventionen

Die folgenden Tabellen geben eine Übersicht über die in der Arbeit verwendeten formalen Notationen:

Tabelle A.1: Standardnotation der Aussagenlogik.
Tabelle A.2: Wahrheitsfunktionale Definition aussagenlogischer Junktoren.
Tabelle A.3: Festlegungen zur formalen Notation inhaltlicher Aspekte.

Tabelle A.1: Aussagenlogische Notation.

Symbol	*Bedeutung*
Eigenschaften von und Beziehungen zwischen Sätzen:	
$\top$	ist wahr bzw. hat den Wahrheitswert „wahr“
$\bot$	ist falsch bzw. hat den Wahrheitswert „falsch“
$\vdash$	folgt logisch aus
$\dashv\vdash$	ist logisch äquivalent zu
Junktoren zur Bildung komplexer Sätze:	
$\neg$	Negation
$\wedge$	Konjunktion
$\vee$	Disjunktion
$\rightarrow$	materiales Konditional
$\leftrightarrow$	materiales Bikonditional bzw. Äquivalenz

Tabelle A.2: Wahrheitsfunktionale Definition aussagenlogischer Junktoren.

		Negation	*Konjunktion*	*Disjunktion*	*Konditional*	*Äquivalenz*
p	q	$\neg p$	$p \wedge q$	$p \vee q$	$p \rightarrow q$	$p \leftrightarrow q$
$\top$	$\top$	$\bot$	$\top$	$\top$	$\top$	$\top$
$\top$	$\bot$	$\bot$	$\bot$	$\top$	$\bot$	$\bot$
$\bot$	$\top$	$\top$	$\bot$	$\top$	$\top$	$\bot$
$\bot$	$\bot$	$\top$	$\bot$	$\bot$	$\top$	$\top$

Tabelle A.3: Formale Notationen für sprachliche und inhaltliche Aspekte.

Symbol	*Bedeutung*
Drei Ebenen konditionaler Prämissen:	
$b \rightarrow f$	formallogische Beziehung des materialen Konditionals
„$b \rightarrow f$“	sprachlicher Satz „Wenn b, dann f“
$b \stackrel{i}{\rightarrow} f$	Repräsentation eines inhaltlichen Zusammenhangs zwischen einer Bedingung b und Folge f
Inhaltliche Bedingungstypen zwische Bedingung b und Folge f:	
`S+N-`	b ist hinreichend und nicht notwendig für f (Notation durch ‘$\stackrel{i}{\rightarrow}$’)
`S-N+`	b ist notwendig und nicht hinreichend für f (‘$\stackrel{i}{\leftarrow}$’)
`S+N+`	b ist hinreichend und notwendig für f (‘$\stackrel{i}{\leftrightarrow}$’)
`S-N-`	b ist nicht notwendig und nicht hinreichend für f (‘$\stackrel{i}{\not\leftrightarrow}$’)
`S?N?`	Es ist unbekannt, ob b hinreichend oder notwendig für f ist (‘$\stackrel{i}{\sim}$’)
Prognosetypen:	
(a) ein einzelnes Vorhersagemodell:	
[+]	Vorhersage einer spezifischen Konklusion bzw. Schlußfigur
[−]	Vorhersage einer unspezifischen Konklusion
[×]	Vorhersage einer zusätzlichen Verhinderung
(b) zwei Vorhersagemodelle:	
[++]	formal vorhergesagte und inhaltlich vorhergesagte Schlußfigur
[−+]	formal nicht vorhergesagte und inhaltlich vorhergesagte Schlußfigur
[+−]	formal vorhergesagte und inhaltlich nicht vorhergesagte Schlußfigur
[−−]	weder formal noch inhaltlich vorhergesagte Schlußfigur

B Experimentelle Materialien

- Anhang B.1 enthält die sprachlichen Itembausteine, die *allen* Experimenten zugrunde lagen.
- Die Anhänge B.2 bis B.4 enhalten pro Experiment eins bis drei jeweils
  - die Instruktion,
  - die Aufgabenschablonen.

B.1 Itembausteine

Im folgenden finden sich für die fünfzehn inhaltlichen Szenen des Versuchsmaterials alle in den Versuchsbögen verwendeten Bestandteile. Nach einer Art „Baukastenprinzip" wurde stets ein Teil dieser Sprachbausteine in Aufgabenschablonen eingelesen. Mit Hilfe des Textsatzsystems LaTeX konnte dann für jede Versuchsperson ein Bogen mit randomisierter Itemsequenz erstellt werden. Diese Parametrisierung des Aufgabenmaterials gewährleistete die völlige Konsistenz der Formulierungen über die verschiedenen Aufgabenstellungen hinweg.

Szene a: Bedingungstyp `S?N?`, *kausaler* Inhaltsbereich.

Grundbausteine:	b:	Der Ocytozinspiegel im Blut steigt.
	f:	Die Milchbildung erhöht sich.
	b_{alt}:	Der Prolaktinspiegel im Blut steigt.
	b_{add}:	Es handelt sich um eine Frau.
Konditionale:	$b \to f$:	Wenn der Ocytozinspiegel im Blut steigt, dann erhöht sich die Milchbildung.
	$f \to b$:	Wenn sich die Milchbildung erhöht, dann steigt der Ocytozinspiegel im Blut.
	$b_{alt} \to f$:	Wenn der Prolaktinspiegel im Blut steigt, dann erhöht sich die Milchbildung.
	$b_{add} \to f$:	Wenn es sich um eine Frau handelt, dann erhöht sich die Milchbildung.
abgeleitete Formen:	$\neg b$:	Der Ocytozinspiegel im Blut steigt nicht.
	$\neg f$:	Die Milchbildung erhöht sich nicht.
	$b?$:	..., ob der Ocytozinspiegel im Blut steigt oder nicht steigt.
	$f?$:	..., ob sich die Milchbildung erhöht oder nicht erhöht.
	$b_{alt}?$:	..., ob der Prolaktinspiegel im Blut steigt.
	$b_{add}?$:	..., ob es sich um eine Frau handelt.

Szene b: Bedingungstyp `S?N?`, *sozialer* Inhaltsbereich.

Grund-bausteine:	b:	Sie schreibt einen Brief.
	f:	Sie arbeitet bis spät abends in der Bibliothek.
	b_{alt}:	Sie lernt für eine Prüfung.
	b_{add}:	Die Bibliothek bleibt geöffnet.
Konditionale:	$b \rightarrow f$:	Wenn sie einen Brief schreibt, dann arbeitet sie bis spät abends in der Bibliothek.
	$f \rightarrow b$:	Wenn sie bis spät abends in der Bibliothek arbeitet, dann schreibt sie einen Brief.
	$b_{alt} \rightarrow f$:	Wenn sie für eine Prüfung lernt, dann arbeitet sie bis spät abends in der Bibliothek.
	$b_{add} \rightarrow f$:	Wenn die Bibliothek geöffnet bleibt, dann arbeitet sie bis spät abends in der Bibliothek.
abgeleitete Formen:	$\neg b$:	Sie schreibt keinen Brief.
	$\neg f$:	Sie arbeitet nicht bis spät abends in der Bibliothek.
	$b?$:	..., ob sie einen Brief schreibt oder nicht.
	$f?$:	..., ob sie bis spät abends in der Bibliothek arbeitet oder nicht.
	$b_{alt}?$:	..., ob sie für eine Prüfung lernt.
	$b_{add}?$:	..., ob die Bibliothek geöffnet bleibt.

Szene c: Bedingungstyp `S?N?`, *begrifflicher* Inhaltsbereich.

Grund-bausteine:	b:	Der Vogel hat einen roten Punkt auf dem Schnabel.
	f:	Der Vogel ist ein Barrato.
	b_{alt}:	Der Vogel hat einen grünen Punkt auf dem Schnabel.
	b_{add}:	Der Vogel hat ein grünes Federkleid.
Konditionale:	$b \rightarrow f$:	Wenn der Vogel einen roten Punkt auf dem Schnabel hat, dann ist er ein Barrato.
	$f \rightarrow b$:	Wenn der Vogel ein Barrato ist, dann hat er einen roten Punkt auf dem Schnabel.
	$b_{alt} \rightarrow f$:	Wenn der Vogel einen grünen Punkt auf dem Schnabel hat, dann ist er ein Barrato.
	$b_{add} \rightarrow f$:	Wenn der Vogel ein grünes Federkleid hat, dann ist er ein Barrato.
abgeleitete Formen:	$\neg b$:	Der Vogel hat keinen roten Punkt auf dem Schnabel.
	$\neg f$:	Der Vogel ist kein Barrato.
	$b?$:	..., ob der Vogel einen roten Punkt auf dem Schnabel hat oder nicht.
	$f?$:	..., ob der Vogel ein Barrato ist oder nicht.
	$b_{alt}?$:	..., ob der Vogel einen grünen Punkt auf dem Schnabel hat.
	$b_{add}?$:	..., ob der Vogel ein grünes Federkleid hat.

Szene d: Bedingungstyp `S+N-`, *kausaler* Inhaltsbereich.		
Grund-bausteine:	b:	Es regnet.
	f:	Das Gras ist naß.
	b_{alt}:	Der Rasensprenger läuft.
	b_{add}:	Der Rasen liegt im Freien.
Konditionale:	$b \rightarrow f$:	Wenn es regnet, dann ist das Gras naß.
	$f \rightarrow b$:	Wenn das Gras naß ist, dann regnet es.
	$b_{alt} \rightarrow f$:	Wenn der Rasensprenger läuft, dann ist das Gras naß.
	$b_{add} \rightarrow f$:	Wenn der Rasen im Freien liegt, dann ist das Gras naß.
abgeleitete Formen:	$\neg b$:	Es regnet nicht.
	$\neg f$:	Das Gras ist nicht naß.
	$b?$:	..., ob es regnet oder nicht.
	$f?$:	..., ob das Gras naß ist oder nicht.
	$b_{alt}?$:	..., ob der Rasensprenger läuft.
	$b_{add}?$:	..., ob der Rasen im Freien liegt.

Szene e: Bedingungstyp `S+N-`, *sozialer* Inhaltsbereich.		
Grund-bausteine:	b:	Es ist Ostern.
	f:	Die Gemeinde feiert einen Gottesdienst.
	b_{alt}:	Es ist Weihnachten.
	b_{add}:	Es handelt sich um eine christliche Gemeinde.
Konditionale:	$b \rightarrow f$:	Wenn Ostern ist, dann feiert die Gemeinde einen Gottesdienst.
	$f \rightarrow b$:	Wenn die Gemeinde einen Gottesdienst feiert, dann ist Ostern.
	$b_{alt} \rightarrow f$:	Wenn Weihnachten ist, dann feiert die Gemeinde einen Gottesdienst.
	$b_{add} \rightarrow f$:	Wenn es sich um eine christliche Gemeinde handelt, dann feiert die Gemeinde einen Gottesdienst.
abgeleitete Formen:	$\neg b$:	Es ist nicht Ostern.
	$\neg f$:	Die Gemeinde feiert keinen Gottesdienst.
	$b?$:	..., ob es Ostern ist oder nicht.
	$f?$:	..., ob die Gemeinde einen Gottesdienst feiert oder nicht.
	$b_{alt}?$:	..., ob es Weihnachten ist.
	$b_{add}?$:	..., ob es sich um eine christliche Gemeinde handelt.

Szene f: Bedingungstyp `S+N-`, *begrifflicher* Inhaltsbereich.		
Grund-bausteine:	b:	Sie hat eine dreijährige Tochter.
	f:	Sie ist Mutter.
	b_{alt}:	Sie hat einen erwachsenen Sohn.
	b_{add}:	Es ist ihr leibliches Kind.
Konditionale:	$b \rightarrow f$:	Wenn sie eine dreijährige Tochter hat, dann ist sie Mutter.
	$f \rightarrow b$:	Wenn sie Mutter ist, dann hat sie eine dreijährige Tochter.
	$b_{alt} \rightarrow f$:	Wenn sie einen erwachsenen Sohn hat, dann ist sie Mutter.
	$b_{add} \rightarrow f$:	Wenn es ihr leibliches Kind ist, dann ist sie Mutter.
abgeleitete Formen:	$\neg b$:	Sie hat keine dreijährige Tochter.
	$\neg f$:	Sie ist nicht Mutter.
	$b?$:	..., ob sie eine dreijährige Tochter hat oder nicht.
	$f?$:	..., ob sie Mutter ist oder nicht.
	$b_{alt}?$:	..., ob sie einen erwachsenen Sohn hat.
	$b_{add}?$:	..., ob es ihr leibliches Kind ist.

Szene g: Bedingungstyp `S-N+`, *kausaler* Inhaltsbereich.		
Grund-bausteine:	b:	Es liegt Schnee.
	f:	Er fährt Ski.
	b_{alt}:	Das Motorboot fährt schnell genug.
	b_{add}:	Er hat frei.
Konditionale:	$b \rightarrow f$:	Wenn Schnee liegt, dann fährt er Ski.
	$f \rightarrow b$:	Wenn er Ski fährt, dann liegt Schnee.
	$b_{alt} \rightarrow f$:	Wenn das Motorboot schnell genug fährt, dann fährt er Ski.
	$b_{add} \rightarrow f$:	Wenn er frei hat, dann fährt er Ski.
abgeleitete Formen:	$\neg b$:	Es liegt kein Schnee.
	$\neg f$:	Er fährt nicht Ski.
	$b?$:	..., ob Schnee liegt oder nicht.
	$f?$:	..., ob er Ski fährt oder nicht.
	$b_{alt}?$:	..., ob das Motorboot schnell genug fährt.
	$b_{add}?$:	..., ob er frei hat.

Szene h: Bedingungstyp `S-N+`, *sozialer* Inhaltsbereich.		
	b:	Sie hat Geld dabei.
Grund-bausteine:	f:	Sie kauft sich ein Sommerkleid.
	b_{alt}:	Sie hat eine Kreditkarte dabei.
	b_{add}:	Die Geschäfte haben geöffnet.
	$b \to f$:	Wenn sie Geld dabei hat, dann kauft sie sich ein Sommerkleid.
Konditionale:	$f \to b$:	Wenn sie sich ein Sommerkleid kauft, dann hat sie Geld dabei.
	$b_{alt} \to f$:	Wenn sie eine Kreditkarte dabei hat, dann kauft sie sich ein Sommerkleid.
	$b_{add} \to f$:	Wenn die Geschäfte geöffnet haben, dann kauft sie sich ein Sommerkleid.
	$\neg b$:	Sie hat kein Geld dabei.
	$\neg f$:	Sie kauft sich kein Sommerkleid.
abgeleitete Formen:	$b?$:	..., ob sie Geld dabei hat oder nicht.
	$f?$:	..., ob sie sich ein Sommerkleid kauft oder nicht.
	$b_{alt}?$:	..., ob sie eine Kreditkarte dabei hat.
	$b_{add}?$:	..., ob die Geschäfte geöffnet haben.

Szene i: Bedingungstyp `S-N+`, *begrifflicher* Inhaltsbereich.		
	b:	Die Fläche hat vier Ecken.
Grund-bausteine:	f:	Die Fläche ist ein Rechteck.
	b_{alt}:	Die Fläche hat vier Seiten.
	b_{add}:	Die Fläche hat vier rechte Winkel.
	$b \to f$:	Wenn die Fläche vier Ecken hat, dann ist sie ein Rechteck.
Konditionale:	$f \to b$:	Wenn die Fläche ein Rechteck ist, dann hat sie vier Ecken.
	$b_{alt} \to f$:	Wenn die Fläche vier Seiten hat, dann ist sie ein Rechteck.
	$b_{add} \to f$:	Wenn die Fläche vier rechte Winkel hat, dann ist sie ein Rechteck.
	$\neg b$:	Die Fläche hat nicht vier Ecken.
	$\neg f$:	Die Fläche ist kein Rechteck.
abgeleitete Formen:	$b?$:	..., ob die Fläche vier Ecken hat oder nicht.
	$f?$:	..., ob die Fläche ein Rechteck ist oder nicht.
	$b_{alt}?$:	..., ob die Fläche vier Seiten hat.
	$b_{add}?$:	..., ob die Fläche vier rechte Winkel hat.

Szene j: Bedingungstyp S+N+, *kausaler* Inhaltsbereich.		
Grund-bausteine:	b:	Die Suppe wurde auf 100° Celsius erhitzt.
	f:	Die Suppe kocht.
	b_{alt}:	Die Suppe wurde in großer Höhe (bei geringem Luftdruck) auf 95° Celsius erhitzt.
	b_{add}:	Die Suppe hat denselben Siedepunkt wie Wasser.
Konditionale:	$b \rightarrow f$:	Wenn die Suppe auf 100° Celsius erhitzt wurde, dann kocht sie.
	$f \rightarrow b$:	Wenn die Suppe kocht, dann wurde sie auf 100° Celsius erhitzt.
	$b_{alt} \rightarrow f$:	Wenn die Suppe in großer Höhe (bei geringem Luftdruck) auf 95° Celsius erhitzt wurde, dann kocht sie.
	$b_{add} \rightarrow f$:	Wenn die Suppe denselben Siedepunkt wie Wasser hat, dann kocht sie.
abgeleitete Formen:	$\neg b$:	Die Suppe wurde nicht auf 100° Celsius erhitzt.
	$\neg f$:	Die Suppe kocht nicht.
	$b?$:	..., ob die Suppe auf 100° Celsius erhitzt wurde oder nicht.
	$f?$:	..., ob die Suppe kocht oder nicht.
	$b_{alt}?$:	..., ob die Suppe in großer Höhe (bei geringem Luftdruck) auf 95° Celsius erhitzt wurde.
	$b_{add}?$:	..., ob die Suppe denselben Siedepunkt wie Wasser hat.

Szene k: Bedingungstyp S+N+, *sozialer* Inhaltsbereich.		
Grund-bausteine:	b:	Er hat die weißen Figuren.
	f:	Er macht den Eröffnungszug.
	b_{alt}:	Er hat die hellbraunen Figuren.
	b_{add}:	Sie spielen Schach.
Konditionale:	$b \rightarrow f$:	Wenn er die weißen Figuren hat, dann macht er den Eröffnungszug.
	$f \rightarrow b$:	Wenn er den Eröffnungszug macht, dann hat er die weißen Figuren.
	$b_{alt} \rightarrow f$:	Wenn er die hellbraunen Figuren hat, dann macht er den Eröffnungszug.
	$b_{add} \rightarrow f$:	Wenn sie Schach spielen, dann macht er den Eröffnungszug.
abgeleitete Formen:	$\neg b$:	Er hat nicht die weißen Figuren.
	$\neg f$:	Er macht den Eröffnungszug nicht.
	$b?$:	..., ob er die weißen Figuren hat oder nicht.
	$f?$:	..., ob er den Eröffnungszug macht oder nicht macht.
	$b_{alt}?$:	..., ob er die hellbraunen Figuren hat.
	$b_{add}?$:	..., ob sie Schach spielen.

Szene l: Bedingungstyp `S+N+`, *begrifflicher* Inhaltsbereich.

Grund-bausteine:	b:	Es ist ein männliches Pferd.
	f:	Es ist ein Hengst.
	b_{alt}:	Es ist ein männliches Zebra.
	b_{add}:	Es ist kein Wallach (= kastriertes männl. Pferd).
Konditionale:	$b \to f$:	Wenn es ein männliches Pferd ist, dann ist es ein Hengst.
	$f \to b$:	Wenn es ein Hengst ist, dann ist es ein männliches Pferd.
	$b_{alt} \to f$:	Wenn es ein männliches Zebra ist, dann ist es ein Hengst.
	$b_{add} \to f$:	Wenn es kein Wallach (= kastriertes männl. Pferd) ist, dann ist es ein Hengst.
abgeleitete Formen:	$\neg b$:	Es ist kein männliches Pferd.
	$\neg f$:	Es ist kein Hengst.
	$b?$:	..., ob es ein männliches Pferd ist oder nicht.
	$f?$:	..., ob es ein Hengst ist oder nicht.
	$b_{alt}?$:	..., ob es ein männliches Zebra ist.
	$b_{add}?$:	..., ob es ein Wallach (= kastriertes männl. Pferd) ist.

Szene m: Bedingungstyp `S-N-`, *kausaler* Inhaltsbereich.

Grund-bausteine:	b:	Es ist neblig.
	f:	Das Flugzeug stürzt ab.
	b_{alt}:	Es ist stürmisch.
	b_{add}:	Das Flugzeug ist gestartet.
Konditionale:	$b \to f$:	Wenn es neblig ist, dann stürzt das Flugzeug ab.
	$f \to b$:	Wenn das Flugzeug abstürzt, dann ist es neblig.
	$b_{alt} \to f$:	Wenn es stürmisch ist, dann stürzt das Flugzeug ab.
	$b_{add} \to f$:	Wenn das Flugzeug gestartet ist, dann stürzt das Flugzeug ab.
abgeleitete Formen:	$\neg b$:	Es ist nicht neblig.
	$\neg f$:	Das Flugzeug stürzt nicht ab.
	$b?$:	..., ob es neblig ist oder nicht.
	$f?$:	..., ob das Flugzeug abstürzt oder nicht.
	$b_{alt}?$:	..., ob es stürmisch ist.
	$b_{add}?$:	..., ob das Flugzeug gestartet ist.

Szene n: Bedingungstyp `S-N-`, *sozialer* Inhaltsbereich.

	b:	Er war am besten gekleidet.
Grund-bausteine:	f:	Er bekommt den Job.
	b_{alt}:	Er hatte gute Beziehungen.
	b_{add}:	Er hat sich um die Stelle beworben.
Konditionale:	$b \rightarrow f$:	Wenn er am besten gekleidet war, dann bekommt er den Job.
	$f \rightarrow b$:	Wenn er den Job bekommt, dann war er am besten gekleidet.
	$b_{alt} \rightarrow f$:	Wenn er gute Beziehungen hatte, dann bekommt er den Job.
	$b_{add} \rightarrow f$:	Wenn er sich um die Stelle beworben hat, dann bekommt er den Job.
abgeleitete Formen:	$\neg b$:	Er war nicht am besten gekleidet.
	$\neg f$:	Er bekommt den Job nicht.
	$b?$:	..., ob er am besten gekleidet war oder nicht.
	$f?$:	..., ob er den Job bekommt oder nicht.
	$b_{alt}?$:	..., ob er gute Beziehungen hatte.
	$b_{add}?$:	..., ob er sich um die Stelle beworben hat.

Szene o: Bedingungstyp `S-N-`, *begrifflicher* Inhaltsbereich.

	b:	Die Frucht ist rot.
Grund-bausteine:	f:	Die Frucht ist ein Apfel.
	b_{alt}:	Die Frucht ist grün.
	b_{add}:	Die Frucht wächst an einem Baum.
Konditionale:	$b \rightarrow f$:	Wenn die Frucht rot ist, dann ist sie ein Apfel.
	$f \rightarrow b$:	Wenn die Frucht ein Apfel ist, dann ist sie rot.
	$b_{alt} \rightarrow f$:	Wenn die Frucht grün ist, dann ist sie ein Apfel.
	$b_{add} \rightarrow f$:	Wenn die Frucht an einem Baum wächst, dann ist sie ein Apfel.
abgeleitete Formen:	$\neg b$:	Die Frucht ist nicht rot.
	$\neg f$:	Die Frucht ist kein Apfel.
	$b?$:	..., ob die Frucht rot ist oder nicht.
	$f?$:	..., ob die Frucht ein Apfel ist oder nicht.
	$b_{alt}?$:	..., ob die Frucht grün ist.
	$b_{add}?$:	..., ob die Frucht an einem Baum wächst.

B.2 Materialien zu Experiment 1

- Tabellen B.1 und B.2 enthalten die *Instruktion* der Ratingaufgabe.
- *Abstrakte Aufgabenschablonen*:
  (a) Tabelle B.3 zeigt das Aufgabenformat der Ratingaufgabe *ohne Zusatzbedingung.*
  (b) Tabelle B.4 zeigt das Aufgabenformat der Ratingaufgabe *mit Zusatzbedingung.*

Tabelle B.1: Die Instruktion der Ratingaufgabe (**Teil A:** Beispiel).

Anleitung

In den folgenden Aufgaben sollen Sie vor dem Hintergrund Ihres Wissens *Zusammenhänge* zwischen Bedingungen und Folgen beurteilen.

Beispiel:

Jemand sagt: „Wenn das Instrument aus Holz ist, dann ist es eine Geige.“ und behauptet damit einen Zusammenhang zwischen der Bedingung „*Das Instrument ist aus Holz.*“ und der Folge „*Das Instrument ist eine Geige.*“

Unabhängig davon, ob die obige Behauptung wahr oder falsch ist, sollen Sie nun auf Basis **ihres Wissens** beurteilen, welcher **inhaltliche Zusammenhang generell** zwischen der Bedingung „*Das Instrument ist aus Holz.*“ und der Folge „*Das Instrument ist eine Geige.*“ besteht:

Frage 1: Setzen Sie voraus: *Das Instrument ist aus Holz.*
In wieviel Prozent aller möglichen Fälle würden Sie *allein* auf Basis dieser Information entscheiden, *daß es eine Geige ist?*

	0%	10%	20%	30%	40%	**50**%	60%	70%	80%	90%	100%	
nie	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	**immer**

Frage 2: Setzen Sie nun voraus: *Das Instrument ist eine Geige.*
In wieviel Prozent aller möglichen Fälle würden Sie *allein* auf Basis dieser Information entscheiden, *daß es aus Holz ist?*

	0%	10%	20%	30%	40%	**50**%	60%	70%	80%	90%	100%	
nie	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	**immer**

Zur Lösung dieser Aufgabe: ...

Tabelle B.2: Die Instruktion der Ratingaufgabe (**Teil B:** Erläuterungen).

Zur Lösung dieser Aufgabe: Im ersten Abschnitt der Aufgabe stellt jemand einen Zusammenhang zwischen einer (oder zwei) Bedingung(en) und einer Folge her. Bitte beachten Sie, daß die aufgestellte Behauptung *wahr oder falsch* sein kann. (Im obigen Beispiel ist sie falsch.) Für Ihre Aufgabenbeantwortung ist dies ohne Bedeutung, denn Sie sollen *nicht die Aussagen* bewerten, sondern einschätzen, was Sie über den *inhaltlichen Zusammenhang im Allgemeinen wissen*. (Im Beispiel besteht dieser Zusammenhang darin, daß Geigen normalerweise aus Holz gefertigt sind.)

- Zu *Frage 1*:
  Kann unter der Voraussetzung, ein Instrument sei aus Holz, entschieden werden, ob es eine Geige ist? Geigen sind zwar in der Regel aus Holz, aber es gibt viele andere Holzinstrumente, die keine Geigen sind. *Allein* auf Basis der Annahme, daß ein Instrument aus Holz sei, würde man daher nur selten entscheiden, daß es eine Geige ist: Sie könnten auf der Skala etwa einen Wert von 10–20% ankreuzen.
- Zu *Frage 2*:
  Kann *allein* unter der Voraussetzung, ein Instrument sei eine Geige, entschieden werden, ob es aus Holz ist? Obwohl einzelne Ausnahmen vorstellbar sind, sind Geigen normalerweise tatsächlich aus Holz: Sie könnten daher einen Wert von 90–100% ankreuzen.

Bitte achten Sie darauf, daß Sie jede Aufgabe vollständig bearbeiten, indem Sie stets **auf jeder Skala** mit **genau einem Kreuz** antworten. (Sollte Ihnen *kein Zusammenhang* zwischen den genannten Sachverhalten bekannt sein, dann *raten* Sie einfach auf beiden Skalen.)

Bearbeiten Sie bitte alle Aufgaben der Reihe nach, ohne eine Aufgabe auszulassen und ohne zu früheren Aufgaben zurückzugehen.

Tabelle B.3: Das Aufgabenformat der Ratingaufgabe *ohne Zusatzbedingung.*

3:Kodierung

Jemand sagt: „Wenn b, dann f"
und behauptet damit einen Zusammenhang zwischen der Bedingung „b" und der Folge „f"

Unabhängig davon, ob die obige Behauptung wahr oder falsch ist, sollen Sie nun auf Basis **ihres Wissens** beurteilen, welcher **inhaltliche Zusammenhang generell** zwischen der Bedingung „b" und der Folge „f" besteht:

Frage 1: Setzen Sie voraus: b
In wieviel Prozent aller möglichen Fälle würden Sie *allein* auf Basis dieser Information entscheiden, *daß* f*?*

	0%	10%	20%	30%	40%	**50%**	60%	70%	80%	90%	100%	
nie	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	**immer**

Frage 2: Setzen Sie nun voraus: f
In wieviel Prozent aller möglichen Fälle würden Sie *allein* auf Basis dieser Information entscheiden, *daß* b*?*

	0%	10%	20%	30%	40%	**50%**	60%	70%	80%	90%	100%	
nie	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	**immer**

Tabelle B.4: Das Aufgabenformat der Ratingaufgabe *mit Zusatzbedingung b'*.

4:Kodierung

Jemand sagt: „Wenn b, dann f“
und: „Wenn b', dann f“
und behauptet damit Zusammenhänge zwischen zwei Bedingungen „b“/„b'“ und einer Folge „f“

Unabhängig davon, ob die obigen Behauptungen wahr oder falsch sind, sollen Sie nun auf Basis **ihres Wissens** beurteilen, welcher **inhaltliche Zusammenhang generell** zwischen der Bedingung „b“ und der Folge „f“ besteht:

Frage 1: Setzen Sie voraus: b
Sie wissen nicht, *ob* b'.
In wieviel Prozent aller möglichen Fälle würden Sie *allein* auf Basis dieser Informationen entscheiden, *daß* f?

	0%	10%	20%	30%	40%	**50%**	60%	70%	80%	90%	100%	
nie	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	**immer**

Frage 2: Es gelte nun: f
Unbekannt ist, *ob* b'.
In wieviel Prozent aller möglichen Fälle würden Sie *allein* auf Basis dieser Informationen entscheiden, *daß* b?

	0%	10%	20%	30%	40%	**50%**	60%	70%	80%	90%	100%	
nie	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	**immer**

B.3 Materialien zu Experiment 2

- In Tabelle B.5 ist die Zwischenseite bzw. der Bearbeitungshinweis zwischen den Teilen I und II zu sehen.
- Die Instruktion zu Experiment 2 ist in Tabelle B.6 wiedergegeben.
- Tabellen B.7 und B.8 enthalten das abstrakte Aufgabenformat.

Tabelle B.5: Die Zwischenseite, die die Aufgabenteile einfacher und erweiterter konditionaler Syllogismen trennte.

Hinweis

Die folgenden Aufgaben unterscheiden sich von den bisherigen dadurch, daß ab jetzt stets *drei* (statt bislang zwei) Aussagen als *Prämissen* vorausgesetzt werden.

Die Frage an Sie bleibt jedoch dieselbe:
Welche der drei möglichen Konklusionen *folgt logisch aus den Prämissen*? (Gehen Sie auch weiterhin davon aus, daß alle Prämissen wahr sind.)

Nach wie vor ist **jede Aufgabe** mit **genau einem Kreuz** zu beantworten. Bitte bearbeiten Sie alle Aufgaben der Reihe nach, ohne eine Aufgabe auszulassen und ohne zu früheren Aufgaben zurückzugehen.

Tabelle B.6: Die Instruktion der Inferenzaufgabe.

Anleitung

Ziel dieses Experiments ist die Untersuchung menschlicher Denkprozesse.
Auf den folgenden Seiten finden Sie eine Reihe von Aufgaben. Jede Aufgabe nennt zunächst zwei oder drei Aussagen, die als *Prämissen* gekennzeichnet sind. Darunter werden Ihnen drei mögliche Antwortalternativen angeboten, die als *Konklusionen* in Frage kommen.

Ihre Aufgabe ist es, auf Basis der gegebenen Prämissen zu beurteilen, welche der drei möglichen Konklusionen *logisch aus den Prämissen folgt*. (Setzen Sie dabei voraus, daß alle Prämissen wahr sind.)

Beispiel:

Prämissen:	
	Wenn Peter Physik studiert, dann ist er Student einer Hochschule.
	Peter studiert Physik.
Konklusion?	
	☐ Peter ist Student einer Hochschule.
	☐ Peter ist nicht Student einer Hochschule.
	☐ Es kann nicht entschieden werden, ob Peter Student einer Hochschule ist oder nicht.

Welche dieser Konklusionen folgt aus den Prämissen?

Zur Lösung dieser Aufgabe:

Gehen Sie davon aus, daß alle Prämissen wahr sind und fragen sich nun, welche der drei Alternativen aus den Prämissen folgt. (Wenn Sie im Beispielfall etwa der Ansicht sind, daß aus den Prämissen folgt, daß Peter Student einer Hochschule ist, so wäre das erste Kästchen anzukreuzen.)

Beachten Sie, daß sich die drei Konklusionen wechselseitig ausschließen und es keine weitere Möglichkeit neben den drei genannten gibt. Daher ist **jede Aufgabe** mit **genau einem Kreuz** zu beantworten.

Bitte beantworten Sie alle Aufgaben der Reihe nach, ohne eine Aufgabe auszulassen und ohne zu früheren Aufgaben zurückzugehen.

Tabelle B.7: Das Aufgabenformat der *einfachen* konditionalen Syllogismen.

Nr.: Kodierung

Prämissen:

Basisprämisse: Wenn b,
dann f.
Nebenprämisse: $(\neg)b/(\neg)f$.

Konklusion?

- ☐ *affirmierte Konklusion*: (b/f).
- ☐ *negierte Konklusion*: $(\neg b/\neg f)$.
- ☐ *indifferente Konklusion*: Es kann nicht entschieden werden, ob b/f oder nicht b/f.

Tabelle B.8: Das Aufgabenformat der *erweiterten* konditionalen Syllogismen.

Nr.: Kodierung

Prämissen: *Basisprämisse*: Wenn b,
dann f.
Zusatzprämisse: Wenn b_{alt}/b_{add},
dann f.
Nebenprämisse: $(\neg)b/(\neg)f$.

Konklusion?

- ☐ *affirmierte Konklusion*: (b/f).
- ☐ *negierte Konklusion*: $(\neg b/\neg f)$.
- ☐ *indifferente Konklusion*: Es kann nicht entschieden werden, ob b/f oder nicht b/f.

B.4 Materialien zu Experiment 3

- Für die Formulierungsaufgabe wurden zwei leicht unterschiedliche Instruktionen verwendet:

  1. Die Standardversion (ohne Zusatzbedingung b') ist in den Tabellen B.9 und B.10 zu sehen.

  2. Tabelle B.11 enthält die erweiterte Version (mit Zusatzbedingung b').

- Aufgabenformat:

  1. Tabelle B.12 enthält die Standardversion in abstrakter Form.

  2. Tabelle B.13 enthält die erweiterte Version in abstrakter Form.

Tabelle B.9: Die Standardinstruktion der Formulierungsaufgabe (**Teil A:** Beispiel).

Anleitung

In den folgenden Aufgaben sollen Sie beurteilen, welche Formulierungen den *inhaltlichen Zusammenhang* zwischen mehreren Sachverhalten am besten zum Ausdruck bringen.

Beispiel:

Mehrere Personen wurden aufgefordert, den **inhaltlichen Zusammenhang** zwischen der Bedingung „*Das Fahrrad hat ein funktionsfähiges Licht.*“ und der Folge „*Das Fahrrad ist verkehrssicher.*“ **korrekt zu formulieren**. Dabei wurden die beiden folgenden Aussagen vorgeschlagen:

Aussage 1: „Wenn das Fahrrad ein funktionsfähiges Licht hat,
dann ist es verkehrssicher.“

Aussage 2: „Wenn das Fahrrad verkehrssicher ist,
dann hat es ein funktionsfähiges Licht.“

Welche der beiden Aussagen geben Ihrer Meinung nach den **inhaltlichen Zusammenhang** zwischen „*Das Fahrrad hat ein funktionsfähiges Licht.*“ und „*Das Fahrrad ist verkehrssicher.*“ **angemessen** wieder?

☐ (a) Nur Aussage 1 ist angemessen.
☐ (b) Nur Aussage 2 ist angemessen.
☐ (c) Aussage 1 und Aussage 2 sind *beide* angemessen.
☐ (d) *Keine* der beiden Aussagen ist angemessen.

Nur falls Sie Alternative (d) angekreuzt haben:

- *Aus welchem Grund* halten Sie *keine* der beiden Aussagen für angemessen?

  ____

- Wie würden *Sie* den inhaltlichen Zusammenhang zwischen den *beiden* genannten Sachverhalten formulieren? (Bitte in Form eines einzelnen Satzes.)

  ____

Zur Lösung dieser Aufgabe: ...

Tabelle B.10: Die Standardinstruktion der Formulierungsaufgabe (**Teil B:** Erläuterungen).

Zur Lösung dieser Aufgabe:

Um die Aufgabe zu beantworten, sollten Sie sich zunächst die *inhaltliche Beziehung* zwischen den genannten Sachverhalten vorstellen. Im Beispiel könnten Sie sich überlegt haben, daß zwar jedes als verkehrssicher geltende Fahrrad ein funktionierendes Licht hat, aber *nicht umgekehrt* alle Fahrräder mit Licht allein dadurch bereits verkehrssicher sind (z.B. ist hierfür auch eine Bremse nötig).

Welche der vier Antwortalternativen ist nun zu wählen? Aussage 1 ist unangemessen, denn nicht jedes Fahrrad mit Licht ist auch verkehrssicher. Da Aussage 1 in den Antwortalternativen (a) und (c) enthalten ist, scheiden diese als Antworten aus. Aussage 2 hingegen gibt den Zusammenhang angemessen wieder, so daß hier Antwortalternative (b) die beste Lösung wäre. Nur wenn Antwortalternativen (a), (b) und (c) alle nicht zutreffen, wäre die „Restkategorie“ (d) anzukreuzen und die beiden *Zusatzfragen* zu beantworten.

Bitte beachten Sie:
Es ist keineswegs so, daß ein oben als „*Bedingung*“ genannter Sachverhalt stets im „Wenn“–Teil der angemessenen Aussage steht! Im obigen Beispiel war die *Bedingung* „Das Fahrrad hat ein funktionsfähiges Licht.“ gerade der „Dann“–Teil der allein angemessenen Aussage 2.

Bitte achten Sie darauf, daß Sie **jede Frage** mit **genau einem Kreuz** beantworten und im Falle eines Ankreuzens von Antwortalternative (d) die beiden *Zusatzfragen* bearbeiten.
Bearbeiten Sie bitte alle Aufgaben der Reihe nach, ohne eine Aufgabe auszulassen und ohne zu früheren Aufgaben zurückzugehen.

Tabelle B.11: Um eine Zusatzbedingung *erweiterte* Instruktion der Formulierungsaufgabe.

Anleitung

In den folgenden Aufgaben sollen Sie beurteilen, welche Formulierungen den *inhaltlichen Zusammenhang* zwischen mehreren Sachverhalten am besten zum Ausdruck bringen.

Beispiel:

Mehrere Personen wurden aufgefordert, den *inhaltlichen Zusammenhang* zwischen zwei Bedingungen „*Das Fahrrad hat ein funktionsfähiges Licht.*“ / „*Das Fahrrad hat einen Gepäckträger.*“ und einer Folge „*Das Fahrrad ist verkehrssicher.*“ **korrekt zu formulieren**. Ohne eine Information darüber, *ob das Fahrrad einen Gepäckträger hat*, wurden die beiden folgenden Aussagen vorgeschlagen:

Aussage 1: „Wenn das Fahrrad ein funktionsfähiges Licht hat,
dann ist es verkehrssicher.“

Aussage 2: „Wenn das Fahrrad verkehrssicher ist,
dann hat es ein funktionsfähiges Licht.“

Welche der beiden Aussagen geben Ihrer Meinung nach den **inhaltlichen Zusammenhang** zwischen „*Das Fahrrad hat ein funktionsfähiges Licht.*“ und „*Das Fahrrad ist verkehrssicher.*“ **angemessen** wieder, wenn nichts darüber bekannt ist, *ob das Fahrrad einen Gepäckträger hat?*

☐ (a) Nur Aussage 1 ist angemessen.
☐ (b) Nur Aussage 2 ist angemessen.
☐ (c) Aussage 1 und Aussage 2 sind *beide* angemessen.
☐ (d) *Keine* der beiden Aussagen ist angemessen.

Nur falls Sie Alternative (d) angekreuzt haben:

• *Aus welchem Grund* halten Sie *keine* der beiden Aussagen für angemessen?

____

• Wie würden *Sie* den inhaltlichen Zusammenhang zwischen *allen drei* genannten Sachverhalten formulieren? (Wenn möglich in Form eines einzelnen „Wenn-dann“–Satzes.)

____

Zur Lösung dieser Aufgabe:

(...)
... (z.B. ist hierfür auch eine Bremse nötig). Der zudem genannte Gepäckträger kann hierbei ignoriert werden, da er weder zur Beleuchtung noch zur Verkehrssicherheit eines Fahrrades beiträgt.

Welche der vier Antwortalternativen ist nun zu wählen?

(...)

Tabelle B.12: Schablone der Formulierungsaufgabe *ohne Zusatzbedingung*.

5:Kodierung

Mehrere Personen wurden aufgefordert, den **inhaltlichen Zusammenhang** zwischen der Bedingung „b" und der Folge „f" **korrekt zu formulieren**.
Dabei wurden die beiden folgenden Aussagen vorgeschlagen:

Aussage 1: „Wenn b, dann f"
Aussage 2: „Wenn f, dann b"

Welche der beiden Aussagen geben Ihrer Meinung nach den **inhaltlichen Zusammenhang** zwischen „b" und „f" **angemessen** wieder?

☐ (a) Nur Aussage 1 ist angemessen.
☐ (b) Nur Aussage 2 ist angemessen.
☐ (c) Aussage 1 und Aussage 2 sind *beide* angemessen.
☐ (d) *Keine* der beiden Aussagen ist angemessen.

Nur falls Sie Alternative (d) angekreuzt haben:
• *Aus welchem Grund* halten Sie *keine* der beiden Aussagen für angemessen?

____

____

• Wie würden *Sie* den inhaltlichen Zusammenhang zwischen *den beiden* genannten Sachverhalten formulieren? (Bitte in Form eines einzelnen Satzes.)

____

____

Tabelle B.13: Schablone der Formulierungsaufgabe *mit Zusatzbedingung*.

6:Kodierung

Mehrere Personen wurden aufgefordert, den **inhaltlichen Zusammenhang** zwischen zwei Bedingungen „b“/ „b_{alt} (bzw. b_{add})“ und einer Folge „f“ **korrekt zu formulieren**. Ohne eine Information darüber, *ob* b_{alt} *(bzw.* b_{add}*)*, wurden die beiden folgenden Aussagen vorgeschlagen:

Aussage 1: „Wenn b, dann f“
Aussage 2: „Wenn f, dann b“

Welche der beiden Aussagen geben Ihrer Meinung nach den **inhaltlichen Zusammenhang** zwischen „b“ und „f“ **angemessen** wieder, wenn nichts darüber bekannt ist, *ob* b_{alt} *(bzw.* b_{add}*)?*

☐ (a) Nur Aussage 1 ist angemessen.
☐ (b) Nur Aussage 2 ist angemessen.
☐ (c) Aussage 1 und Aussage 2 sind *beide* angemessen.
☐ (d) *Keine* der beiden Aussagen ist angemessen.

Nur falls Sie Alternative (d) angekreuzt haben:
• *Aus welchem Grund* halten Sie *keine* der beiden Aussagen für angemessen?

____
____

• Wie würden *Sie* den inhaltlichen Zusammenhang zwischen *allen drei* genannten Sachverhalten formulieren? (Wenn möglich in Form eines einzelnen „Wenn-dann“–Satzes.)

____
____

C Empirische Daten

C.1 Experiment 1: Bewertung inhaltlicher Zusammenhänge

Tabelle C.1 enthält die Mittelwerte *M*, Standardabweichungen *SD* (in Klammern) und den *range* der Schätzungen $\widehat{S}$ und $\widehat{N}$ für alle Szenen und Kontexte. (Alle Tabellenangaben beziehen sich auf eine Ratingskala von 0–10).

Tabelle C.1: Ergebnisse der Ratingaufgabe.

			Kontext					
Bedingungs-			*nur b/f*		$+b_{alt}$		$+b_{add}$	
typ	*Item*		$\widehat{S}$:	$\widehat{N}$:	$\widehat{S}$:	$\widehat{N}$:	$\widehat{S}$:	$\widehat{N}$:
`S?N?`	a:	*M*=	5.6	4.9	4.6	4.6	4.1	5.9
		(*SD*=	2.5)	(2.9)	(3.6)	(2.6)	(2.0)	(3.2)
		range:	0–9	0–10	0–10	0–9	0–6	0–10
	b:		2.1	1.8	4.3	1.9	0.8	1.1
			(2.3)	(2.2)	(4.3)	(2.0)	(1.6)	(1.6)
			0–7	0–7	0–10	0–5	0–5	0–5
	c:		4.2	8.5	3.4	4.0	4.7	6.2
			(2.6)	(1.9)	(2.3)	(2.8)	(2.8)	(3.0)
			0–8	5–10	0–6	0–9	0–9	0–10
`S+N-`	d:		9.7	4.0	9.7	4.2	7.7	4.7
			(0.5)	(2.1)	(0.5)	(2.1)	(1.3)	(1.8)
			9–10	0–7	9–10	1–7	5–9	2–7
	e:		9.6	0.8	9.9	0.8	5.9	1.2
			(0.7)	(0.6)	(0.3)	(0.4)	(2.9)	(1.4)
			8–10	0–2	9–10	0–1	1–9	0–5
	f:		9.8	1.1	10.0	1.2	8.1	1.2
			(0.6)	(1.1)	(0.0)	(1.5)	(1.4)	(1.4)
			8–10	0–3	10–10	0–5	5–10	0–5

Tabelle C.1: Ergebnisse der Ratingaufgabe (Fortsetzung).

Bedingungs-typ	*Item*	*Kontext* nur b/f $\widehat{S}$:	$\widehat{N}$:	$+b_{alt}$ $\widehat{S}$:	$\widehat{N}$:	$+b_{add}$ $\widehat{S}$:	$\widehat{N}$:
S-N+	g:	2.8	9.5	2.1	7.0	1.8	9.7
		(1.9)	(0.5)	(1.8)	(2.7)	(1.2)	(0.7)
		1–7	9–10	0–6	0–9	0–4	8–10
	h:	1.1	8.8	1.2	6.2	1.1	9.5
		(1.4)	(1.0)	(1.4)	(2.2)	(1.0)	(1.0)
		0–5	7–10	0–5	1–8	0–3	7–10
	i:	2.5	9.9	1.6	10.0	1.2	10.0
		(1.7)	(0.3)	(1.4)	(0.0)	(1.5)	(0.0)
		0–5	9–10	0–5	10–10	0–5	10–10
S+N+	j:	9.5	8.9	9.8	8.6	8.2	7.5
		(1.0)	(1.4)	(0.4)	(0.8)	(1.6)	(2.0)
		7–10	6–10	9–10	7–10	6–10	3–10
	k:	9.6	9.0	8.1	6.6	7.9	5.2
		(0.7)	(1.6)	(2.9)	(2.5)	(2.1)	(2.6)
		8–10	5–10	1–10	1–9	5–10	1–9
	l:	6.9	9.9	9.0	5.5	6.0	10.0
		(2.6)	(0.3)	(2.1)	(3.3)	(1.9)	(0.0)
		3–10	9–10	5–10	0–9	2–8	10–10
S-N-	m:	1.5	2.8	2.1	2.3	1.1	2.5
		(1.4)	(1.9)	(2.8)	(1.9)	(0.9)	(2.0)
		0–5	1–7	0–9	0–5	0–3	0–6
	n:	3.3	4.3	2.8	3.4	0.6	2.1
		(2.2)	(2.5)	(2.3)	(2.6)	(0.7)	(2.1)
		1–8	1–8	1–6	0–7	0–2	0–7
	o:	1.6	3.2	2.0	3.5	1.4	3.6
		(1.2)	(1.5)	(1.9)	(2.1)	(0.7)	(2.2)
		0–3	0–5	0–7	1–7	0–2	1–8

C.2 Experiment 2: Konditionale Syllogismen

Tabelle C.2 umfaßt alle empirisch gefundenen Häufigkeiten der konditionalen Syllogismen kategorisiert nach den Einflußfaktoren *Kontext*, *Form* und *Bedingungstyp*.

Die durch den Index gekennzeichneten Prognosen für jede Schlußfigur werden in den Abschnitten 4.2.3 und 4.3 entwickelt.

Tabelle C.2: Relative Häufigkeit gezogener Schlüsse (in %). (Pro Zelle 30 Items.)

Kontext und Form		*Bedingungstyp*	*Schlußfigur* MP $b \vdash f$	MT $\neg f \vdash \neg b$	AK $f \vdash b$	NA $\neg b \vdash \neg f$	*Logizität*
nur b/f	*vorwärts* $(b \to f)^{a}$	S+N-:	100_{++}	83_{++}	17_{--}	23_{--}	**85.8**
		S-N+:	87_{+-}	60_{+-}	97^{*}_{-+}	87_{-+}	**40.8**
		S+N+:	97_{++}	87_{++}	90_{-+}	97_{-+}	**49.2**
		S-N-:	87_{+-}	77_{+-}	53_{--}	57_{--}	**63.3**
		S?N?:	$93_{+?}$	$70_{+?}$	$33_{-?}$	$47_{-?}$	**70.8**
	rückwärts $(f \to b)^{b}$	S+N-:	97_{+-}	80_{+-}	90_{-+}	87_{-+}	**50.0**
		S-N+:	100_{++}	90_{++}	13_{--}	13_{--}	**90.8**
		S+N+:	100_{++}	80_{++}	70_{-+}	80_{-+}	**57.5**
		S-N-:	93_{+-}	70_{+-}	53_{--}	43_{--}	**66.7**
		S?N?:	$97_{+?}$	$73_{+?}$	$40_{-?}$	$30_{-?}$	**74.2**
$+b'$	*alternativ* $(b_{alt} \to f)^{c}$	S+N-:	100_{++}	90_{++}	$3_{-\times}$	$7_{-\times}$	**95.0**
		S-N+:	97_{+-}	67_{+-}	43_{--}	33_{--}	**70.8**
		S+N+:	97_{++}	90_{++}	7_{--}	7_{--}	**92.5**
		S-N-:	87_{+-}	70_{+-}	$10_{-\times}$	$13_{-\times}$	**83.3**
		S?N?:	$83_{+?}$	$73_{+?}$	$17_{-?}$	$23_{-?}$	**82.5**
	additiv $(b_{add} \to f)^{d}$	S+N-:	63_{+-}	63_{+-}	17_{--}	23_{--}	**71.7**
		S-N+:	$13_{+\times}$	$20_{+\times}$	90_{-+}	90_{-+}	**13.3**
		S+N+:	70_{+-}	43_{+-}	67_{-+}	53_{-+}	**47.5**
		S-N-:	$90^{*}_{+\times}$	$40_{+\times}$	30_{--}	27_{--}	**64.2**
		S?N?:	$83_{+?}$	$67_{+?}$	$47_{-?}$	$43_{-?}$	**65.0**

[a] $\chi^2(df = 12) = 30.84$, $p = 0.002$.
[b] $\chi^2(df = 12) = 30.81$, $p = 0.002$. a und b zusammen: $\chi^2(df = 12) = 11.96$, $p = 0.449$.
[c] $\chi^2(df = 12) = 25.99$, $p = 0.011$. (In acht Zellen ist $f_e < 5$.)
[d] $\chi^2(df = 12) = 61.29$, $p < 0.001$.

D Quellennachweise der Motti

Kapitel 1: Lewis Carroll (1872). *Through the Looking Glass and what Alice found there.* (Zitiert nach: ders., 1984. Harmondsworth, England: Puffin Books. S. 61).

Kapitel 2: Gottlob Frege (1882). Über die wissenschaftliche Berechtigung einer Begriffsschrift. *Zeitschrift für Philosophie und philosophische Kritik, 81,* (S. 49).

Kapitel 3: Peter C. Wason & Phil N. Johnson-Laird (1972). *Psychology of Reasoning. Structure and Content.* Cambridge, MA: Harvard University Press. (S. 92).

Kapitel 4: David H. Sanford (1989). *If P, then Q: Conditionals and the foundations of reasoning.* London: Routledge. (S. 196 u. 198).

Kapitel 5: Donald Kuhn (1993), Connecting scientific and informal reasoning. *Merrill-Palmer Quarterly*. (S. 74).

Kapitel 6: Benedict von Spinoza. *Ethik.* II.: Ueber die Seele, Lehrsatz 47. (Zitiert nach: ders., 1868. Uebersetzt, erläutert und mit einer Lebensbeschreibung Spinoza's versehen von J.H. v. Kirchmann. Berlin: Heimann Verlag. S. 92).