



universität  
wien

# Diplomarbeit

Titel der Arbeit

## Die Kompetenz im schlussfolgernden Denken bei Studentinnen und Studenten zu Studienbeginn

Ein Vergleich zwischen Psychologie- und Naturwissenschaftsstudierenden

Verfasserin

Melanie Klopff

Angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2011

Studienkennzahl: 298

Studienrichtung: Psychologie

Betreuerin: Univ.-Prof. Mag.<sup>a</sup> DDr. Christiane Spiel



## Inhaltsverzeichnis

Einleitung .....	5
D) THEORIE.....	7
1. Kognitive Entwicklungstheorie nach Piaget.....	8
1.1 Äquilibration, Assimilation und Akkommodation.....	8
1.2. Entwicklungsfaktoren .....	10
1.3. Stadientheorie .....	12
1.3.1. Kombinatorisches System.....	16
1.3.2. INRC-Gruppe.....	17
1.4. Übergang vom konkreten zum formalen Stadium .....	19
1.5. Wer erlangt das Stadium der formalen Operationen? .....	20
2. Untersuchung schlussfolgernden Denkens .....	21
2.1. Syllogistische Aufgaben .....	22
2.2. Entwicklungspsychologische Befunde zum Schlussfolgern mit Syllogismen.....	23
2.3. Kompetenz-Performanz Moderatoren.....	24
2.3.1. Inhalt .....	25
2.3.2. Negation.....	26
3. Weitere Modelle zum schlussfolgernden Denken .....	26
3.1. Deduktion als semantischer Prozess, basierend auf mentalen Modellen .....	27
3.2. Erweiterung der mentalen Modelle um eine Entwicklungsperspektive .....	30
4. Die Anwendung von Mixed-Rasch Modellen in Untersuchungen zum schlussfolgernden Denken .....	32
5. Entwicklungsfortschritt im schlussfolgernden Denken .....	34
6. Deduktives Schlussfolgern und wissenschaftliches Denken .....	38
6.1. Forderung nach Kompetenzen im schlussfolgernden Denken bei Studierenden .....	38
6.2. Sonderstellung der Naturwissenschaftsstudierenden .....	40
7. Information als Kriterium zur Selbstselektion.....	41
7.1. Schlussfolgerndes Denken als fächerübergreifende Grundqualifikation .....	42
7.2. Zusammenhang von Information und Studienerfolg .....	42
8. Zielsetzung der Diplomarbeit & Übersicht der Forschungshypothesen.....	45

II) EMPIRIE.....	48
9. Methode & Verfahren .....	48
9.1. Untersuchungsplan.....	48
9.2. Instrumente .....	48
9.1.1. SDV.....	48
9.1.2. Informiertheit .....	52
9.2. Untersuchungsdurchführung .....	53
9.3. Stichprobe .....	55
9.4. Auswertungsverfahren .....	56
9.4.1. KFA.....	56
9.4.2. MRM.....	56
10. Ergebnisse .....	58
10.1. Reihenfolgeeffekt.....	58
10.2. Extraktion von Klassen .....	58
10.2.1. Inhaltliche Rangreihung der Klassen .....	60
10.2.2. Beschreibung der Klassen nach Antwortmustern.....	61
10.3. Zusammenhang zwischen Studienwahl und Klassenzugehörigkeit .....	64
10.3.1. Vergleich von Antwortmustern nach Argumentformen je Studienrichtung.....	65
10.3.2. Vergleich von Antwortmustern nach Inhalt und Negation je Studienrichtung.....	67
10.4. Zusammenhang zwischen Studienwahl, Klassenzugehörigkeit und Geschlecht .....	68
10.5. Zusammenhang zwischen Information, Kompetenzeinschätzung und Klasse.....	69
11. Diskussion.....	71
11.1. Interpretation der Klassen als Entwicklungsstadien nach Piaget .....	71
11.2. Vergleich der 4-Klassenlösung mit jener von Spiel et al. (2001, 2004).....	75
11.3. Zusammenhang zwischen Studienwahl und Kompetenz im schlussfolgernden Denken .....	76
11.4. Die Rolle der Studieninformation .....	78
11.5. Zusammenfassende Diskussion und Ausblick .....	79
III) Zusammenfassung .....	81
IV) Literaturverzeichnis.....	83
V) Anhang.....	88

## Tabellenverzeichnis

<b>TABELLE 1:</b> <i>GESCHLECHTERVERTEILUNG ÜBER DIE STUDIENRICHTUNGEN</i> .....	55
<b>TABELLE 2:</b> <i>MITTELWERTE SUMMENScores IM SDV NACH TESTVERSION</i> .....	58
<b>TABELLE 3:</b> <i>BIC-WERTE FÜR MIXED RASCH MODELLE</i> .....	59
<b>TABELLE 4:</b> <i>KLASSENGRÖÙE &amp; MITTLERE ZUORDNUNGSWAHRSCHEINLICHKEITEN NACH KLASSENGRÖÙE</i> .....	60
<b>TABELLE 5:</b> <i>KLASSENGRÖÙE &amp; MITTLERE ZUORDNUNGSWAHRSCHEINLICHKEITEN NACH ENTWICKLUNGSSTUFE</i> .....	61
<b>TABELLE 6:</b> <i>ANZAHL STUDIERENDE JE STUDIUM, KLASSE &amp; GESAMT</i> .....	65
<b>TABELLE 7:</b> <i>MITTLERE LÖSUNGSWAHRSCHEINLICHKEITEN JE ARGUMENTFORM &amp; STUDIUM</i> .....	66
<b>TABELLE 8:</b> <i>GLM ÜBER ARGUMENTFORM &amp; STUDIUM</i> .....	66
<b>TABELLE 9:</b> <i>MITTLERE LÖSUNGSWAHRSCHEINLICHKEITEN JE INHALTSFORM &amp; STUDIUM</i> .....	68
<b>TABELLE 10:</b> <i>MITTLERE LÖSUNGSWAHRSCHEINLICHKEITEN JE NEGATION &amp; STUDIUM</i> .....	68
<b>TABELLE 11:</b> <i>KLASSE, STUDIUM &amp; GESCHLECHT: ERGEBNISSE DER KFA ERSTER ORDNUNG</i> .....	69
<b>TABELLE 12:</b> <i>KREUZTABELLE TEILNAHME AN STUDIENBERATUNG X KLASSENZUGEHÖRIGKEIT X KOMPETENZEINSCHÄTZUNG</i> .....	70

## Abbildungsverzeichnis

<b>ABBILDUNG 1:</b> <i>MITTLERE LÖSUNGSWAHRSCHEINLICHKEITEN DER MP- &amp; MT-AUFGABEN JE</i> <i>KLASSE</i> .....	62
<b>ABBILDUNG 2:</b> <i>MITTLERE LÖSUNGSWAHRSCHEINLICHKEITEN DER NA- &amp; AK-AUFGABEN JE</i> <i>KLASSE</i> .....	62
<b>ABBILDUNG 3:</b> <i>INTERAKTIONSDIAGRAMM STUDIUM X ARGUMENTFORM</i> .....	67

## Einleitung

Das alltägliche Leben hängt davon ab, ob man zu richtigen Schlussfolgerungen fähig ist (Johnson-Laird, 1999). Demnach seien jene, die dieser Fähigkeit mächtiger sind, auch erfolgreicher. Janveau-Brennan und Markovits bezeichnen schlussfolgerndes Denken gar als „Eckstein fortgeschrittenen Denkens“ (1999, S. 904). Vor diesem Hintergrund scheint schlussfolgerndes Denken eine wichtige Kompetenz zu sein, die es zu entwickeln gilt.

Die Untersuchung des schlussfolgernden Denkens innerhalb der Disziplin der Psychologie ist eng verwandt mit den Teildisziplinen der Mathematik und der Philosophie (Meiser & Klauer, 2001). Während sich die Logik auf die Untersuchung des „richtigen“ Denkens beschränkt und einen normativen Rahmen vorgibt, wird in der Psychologie das schlussfolgernde Denken allgemeiner untersucht. Dies schließt die Entwicklung des schlussfolgernden Denkens mitsamt allen (systematischen) Fehlern in den verschiedenen Entwicklungsstufen mit ein. Die Untersuchung des Denkens im Allgemeinen bleibt also der Psychologie vorbehalten. Für Piaget (1970) ist die Logik letzten Endes die Widerspiegelung des Denkens.

In der Wissenschaft wird die Kompetenz zum schlussfolgernden Denken zumeist mit Hilfe der Vorgabe von Syllogismen untersucht. Die Fähigkeit zum schlussfolgernden Denken ist dann gegeben, wenn aus vorgegebenen Prämissen richtige Schlussfolgerungen gezogen werden können (Meiser & Klauer, 2001). Daher beinhalten Syllogismen immer eine Prämisse in Verbindung mit einer Konsequenz, die als wenn-dann Beziehung vorgegeben wird. Bei einer solchen „inferentiellen Implikation“ wird also eine notwendige Folge mit einer bloß möglichen Aussage verknüpft (Inhelder & Piaget, 1977, S.245). Die höchste Form der Logik wird nach der Stadientheorie von Piaget im sogenannten formal-operationalen Stadium erreicht. Unter schlussfolgerndem Denken auf der formal-operationalen Stufe versteht Piaget die Fähigkeit, auf einem abstrakten Niveau alle Möglichkeiten eines Problems in die eigenen Überlegungen mit einzubeziehen (Spiel & Glück, 2006). Im Stadium der konkreten Operationen, das dem formalen Stadium vorausgeht, sind Schlussfolgerungen noch mit konkreten Handlungen bzw. Objekten und damit der Wirklichkeit an sich verbunden (Piaget, 1972).

Spiel, Glück & Gößler (2001, 2004) erhoben Kompetenzen im schlussfolgernden Denken bei Schülerinnen und Schülern mittels der Vorgabe des SDV („Schlussfolgerndes Denken Verbal“). Dieser Syllogistentest hat seine theoretische Fundierung in der kognitiven Denkpsychologie Piagets. Unter Anwendung des Mixed-Rasch Modells konnten die Autorinnen und der Autor bei einer Stichprobe von Schülerinnen und Schülern qualitativ unterschiedliche Kompetenzen im schlussfolgernden Denken identifizieren. Diese deuten darauf hin, dass der Übergang zwischen dem konkreten und dem formalen Stadium in kleineren Schritten als von Piaget angenommen erfolgt (Spiel et al., 2004). Auch die Ergebnisse früherer Studien (Markovits, 1984, 1985) deuten auf das Vorhandensein von Zwischenstadien im Übergang vom konkreten zum formalen Denken hin.

Intention der vorliegenden Studie war es, die Ergebnisse von Spiel et al. (2001, 2004) zu replizieren und zu erweitern. Bezug wird auch auf die Diplomarbeit Gößlers (2001) genommen, der diese im Rahmen der Studien von Spiel et al. machte. Analog zur Vorgängerstudie sollten mittels der Vorgabe des SDV und unter Anwendung des Mixed-Rasch Modells Zwischenstadien vom konkreten zum formalen Denken identifiziert werden. Ein Novum bildete die Stichprobe, die sich nicht mehr aus Schülerinnen und Schülern, sondern aus Studierenden im ersten Semester zusammensetzte. Dies geschah in Hinblick darauf, dass Kompetenzen im schlussfolgernden Denken für das wissenschaftliche Arbeiten im Studium eine wichtige Grundlage bilden.

Weiteres Interesse der vorliegenden Arbeit gilt der Passung zwischen dem Qualifikationsprofil der Studierenden und dem Anforderungsprofil des gewählten Studienfachs. In diesbezüglicher Literatur wird argumentiert, dass sich eine Studienberatung bzw. gezielte Information vor Studienantritt positiv auf eine solche Passung zwischen Studierenden und gewähltem Studienfach auswirkt. „Wenn sich als Folge der Beratung weniger Maturanten auf ein Studium einließen, das ihre Leistungsfähigkeit und Leistungsmotivation überfordert, und andere, die zu Unrecht an ihren Fähigkeiten und ihrer Belastbarkeit zweifeln, sich doch zu einem Studium entschlossen, hätte die Studienberatung ihren primären Zweck erfüllt“ (Brandstätter, Grillich & Farthofer, 2002, S.27). Intention ist es, die Inanspruchnahme einer solchen Beratung in Zusammenhang mit der Kompetenz im schlussfolgernden Denken zu untersuchen. Vor dem Hintergrund der laufenden Diskussion über Studienaufnahmeprüfungen scheint dies besonders relevant.

## I) THEORIE

Im Folgenden wird ein kurzer Überblick über den Aufbau des Theorieteils der vorliegenden Arbeit gegeben. In Abschnitt 1 wird die kognitive Entwicklungstheorie Piagets vorgestellt. Diese bildet den theoretischen Hintergrund zum schlussfolgernden Denken der vorliegenden Untersuchung. Abschnitt 2 beschäftigt sich mit der Untersuchung schlussfolgernden Denkens. Dazu werden Syllogismen, entwicklungspsychologische Befunde zum Schlussfolgern mit Syllogismen und Moderatorvariablen, die die Performanz im schlussfolgernden Denken beeinflussen, vorgestellt. Weitere Modelle zum schlussfolgernden Denken werden in Abschnitt 3 diskutiert. In Abschnitt 4 wird die Anwendung von Mixed-Rasch Modellen in Verbindung mit der Erhebung von Kompetenzen im schlussfolgernden Denken vorgestellt. Es werden insbesondere die relevanten Vorgängerstudien, auf die diese Arbeit aufbaut, in ihrer Methodik und dem verwendeten Testverfahren samt ihren Ergebnissen beschrieben. Abschnitt 5 widmet sich den qualitativen Unterschieden im schlussfolgernden Denken und der Interpretation von Entwicklungsfortschritten zwischen konkretem und formalem Stadium. Schließlich wird in Abschnitt 6 diskutiert, welche Anforderungen an Studierende bzgl. ihrer Kompetenz im schlussfolgernden Denken gestellt werden und wer prinzipiell das Potential hat, das Stadium der formalen Operationen zu erreichen. Abschnitt 7 behandelt die Theorie, wonach Information vor Studienantritt die Selbstselektion bei Studierenden begünstigt. Dies wird im Zusammenhang mit dem Thema der Studierendenauswahl und in weiterer Folge mit der Kompetenz im schlussfolgernden Denken als Selektionskriterium diskutiert. Hypothesen für die vorliegende Arbeit werden in den Abschnitten 6 und 7 hergeleitet und vorgestellt. Schließlich fasst Abschnitt 8 die Zielsetzungen der Diplomarbeit zusammen und gibt eine Übersicht über die Forschungshypothesen.

## 1. Kognitive Entwicklungstheorie nach Piaget

Die Identifikation des Kompetenzprofils und des Kompetenzlevels im schlussfolgernden Denken mittels des SDV, wie er in dieser Studie verwendet wurde, basiert auf der Entwicklungstheorie von Piaget (Spiel & Glück, 2008). Piaget liefert damit ein umfassendes Erklärungssystem für die Entstehung des logischen Denkens vom Kind bis zur/zum Heranwachsenden. Die Entwicklungstheorie Piagets soll daher in diesem Abschnitt schematisch vorgestellt werden.

Es wird im Folgenden eine Einführung in die Annahmen Piagets gegeben (Abschnitt 1.1 und 1.2.), sowie eine Übersicht der von Piaget angenommenen Stadien vorgestellt (Abschnitt 1.3.). Spezielles Augenmerk liegt dabei auf den letzten beiden von Piaget postulierten Stadien, dem konkreten und dem formalen Stadium. Neben der Beschreibung der einzelnen Stadien geht Abschnitt 1.4. auf den Übergang zwischen konkretem und formalem Stadium näher ein. In Abschnitt 1.5. wird der Frage nachgegangen, die sich Piaget selbst stellte: Weshalb erreichen nicht alle Erwachsenen das Stadium der formalen Operationen?

Der Überblick über die kognitive Entwicklungstheorie Piagets basiert auf folgenden ausgesuchten Werken Piagets: Piaget (1970, 1972, 1975a, 1975b, 1984, 1987a, 1987b) sowie Inhelder und Piaget (1977).

### 1.1 Äquilibration, Assimilation und Akkommodation

Im Zentrum der kognitiven Entwicklungstheorie steht bei Piaget das Verhältnis zwischen Organismus und Umwelt. Durch einen ständigen Austauschprozess wird gemäß Piaget ein Gleichgewichtszustand angestrebt, den er als „*Äquilibration*“ bezeichnet. Piaget sieht in jedem Verhalten einen „Spezialfall der wechselseitigen Austauschprozesse zwischen Außenwelt und Subjekt“ (Piaget, 1972, S.6). Säuglinge vermögen noch nicht zwischen der Außenwelt und einer inneren, subjektiven Welt zu unterscheiden. Der Erwerb von Objektivität beruht laut seiner Theorie schließlich auf einer Reihe aufeinanderfolgender

Konstruktionen. Diese stellen eine immer größere Annäherung an die Objektivität dar. Gemäß Piaget ist Erkenntnis damit ständig verknüpft mit Handlungen oder Operationen, die er auch als Transformationen bezeichnet. Dabei liegt ihm zufolge der Ursprung der Erkenntnis weder im Objekt noch im Subjekt allein, sondern in einer Wechselwirkung beider. Zum Beispiel lernt ein Kind, materielle Gegebenheiten in logisch-mathematische Strukturen zu integrieren. Zu dieser Integration gehört gemäß Piaget die Koordinierung der Handlung des Subjekts, wobei die gedanklichen Operationen unsichtbar bleiben. Man spricht von Logik und Mathematik als abstrakte Wissenschaften. Diesbezüglich fragt Piaget: abstrahiert wovon? Nach Piaget ist der Ursprung logisch-mathematischer Strukturen in der Tätigkeit des Subjekts zu suchen (Piaget, 1970).

Dieser Austausch zwischen Organismus und Umwelt basiert nach Piaget auf *Anpassung*, der zwei grundlegende Prozesse zugrunde liegen: *Assimilation* und *Akkommodation*.

Unter *Assimilation* versteht Piaget die Einverleibung eines Objekts in eine Verhaltensweise bzw. ein „Verhaltensschema“, wie es Piaget (1970) bezeichnet. Zu den Assimilationsschemata zählen zum Beispiel Greifen und Zählen. Das Greifen wird gemäß Piaget genauso wie später das Zählen auf ein oder mehrere Objekte angewandt. So erfährt das Kind einen Gegenstand als „greifbar“ bzw. „zählbar“. Neben Objekten können auch Verhaltensweisen assimiliert werden, wodurch Verhaltensweisen höherer Ordnung und Komplexität entstehen. Aus biologischer Sicht ist nach Piaget mit Assimilation die „Integration externer Elemente in die sich entwickelnden oder abgeschlossenen Strukturen eines Organismus“ gemeint (1970, S. 53). Piaget wendet diese biologische Bedeutung auch auf die Entstehung neuen Verhaltens an. Nach Piaget entsteht neues Verhalten, wenn neue Elemente an bereits aufgebaute Strukturen assimiliert werden. Wobei diese bereits aufgebauten Strukturen angeboren oder zuvor erworben sein können.

Unter *Akkommodation* versteht Piaget das ständige Anpassen an die Natur und an die Eigenarten der Objekte und Situationen. Akkommodation wird als eine spezifische Antwort auf bestimmte äußere Bedingungen bezeichnet. Gemäß Piaget zählt zu einer Akkommodation im Verhaltensbereich „jede Modifikation eines Assimilationsplans, die durch die von ihr assimilierten Elemente hervorgerufen wird“ (1970, S. 56). Assimilation tritt nach Piaget nie ohne Akkommodation auf und ohne Akkommodation kann ihm zufolge auch eine Assimilation nicht erfolgreich geschehen. Jedoch hält es Piaget für

möglich, dass einer der beiden Anpassungsprozesse dominiert. Piaget sieht die beiden Prozesse der Assimilation und der Akkommodation als entgegengesetzt. Die Akkommodation bildet somit das Gegenstück zur Assimilation. Anpassung erfolgt dann, wenn ein Gleichgewicht zwischen beiden besteht. Während nach Piaget im Symbolspiel des Kindes die Assimilation dominiert (es wird keine Rücksicht auf die Eigenarten der Objekte genommen; z.B. fungieren Blätter im Spiel als Teller), ist in der Nachahmung die Akkommodation vorherrschend. Wiederum wird im Erkennen ein Gleichgewicht zwischen den beiden Prozessen angestrebt. Ein vollständiger Intelligenzakt, wie die Entstehung reversibler Operationen bei 7-8 jährigen Kindern, wird bei Piaget durch ein Gleichgewicht zwischen Assimilation und Akkommodation charakterisiert (Piaget, 1970). Die Entstehung eines zunehmenden Gleichgewichts kennzeichnet nach ihm allgemein einen grundlegenden Prozess in der kognitiven Entwicklung. Kognitiver Fortschritt setzt sich nach Piaget aus Assimilation von Informationen und einem systematischen Dezentrierungsprozess zusammen. Dieser Prozess ist Piaget zufolge eine notwendige Bedingung von Objektivität.

## 1.2. Entwicklungsfaktoren

Die kognitive Entwicklung basiert bei Piaget vor allem auf der fortschreitenden Äquilibration, also dem Erreichen eines Gleichgewichtszustandes. Als die drei klassischen Entwicklungsfaktoren nennt Piaget: Reifung, Erfahrung der materiellen Umwelt und Wirkung der sozialen Umwelt (Piaget, 1970). Äquilibration (=Selbstregulation) als 4. Faktor ist nach Piaget notwendig zur Koordinierung der drei klassischen Faktoren. Er koordiniert diese zu einer schlüssigen, widerspruchsfreien Gesamtheit. Im Folgenden soll auf die einzelnen Entwicklungsfaktoren näher eingegangen werden.

**Reifung** ist nach Piaget eine notwendige, aber nicht hinreichende Bedingung zur Entwicklung neuer Strukturen. Zwischen der Möglichkeit der Entwicklung und der tatsächlichen Entwicklung neuer Strukturen stehen bei Piaget eine Reihe anderer Faktoren. Diese sind Übung, Erfahrung und soziale Interaktion (Piaget, 1970).

Der Faktor **Erfahrung** schließt gemäß Piaget den Kontakt mit der physischen Außenwelt mit ein. Piaget unterscheidet wiederum drei Kategorien von Erfahrungen. Diese setzen sich zusammen aus Übung, dem dinglichen Erfahrungstyp und dem logisch-mathematischen Erfahrungstyp. Wobei sich Übung aus Assimilation und Akkommodation zusammensetzt, die jeweils zwei gegensätzliche Pole bilden. Beim dinglichen Erfahrungstyp wird nach Piaget Information durch Abstraktionsprozesse am Objekt selbst gewonnen. Dabei können neu entdeckte Eigenschaften von anderen getrennt werden. Beim logisch-mathematischen Erfahrungstyp beruht der Erkenntnisgewinn gemäß Piaget auf Handlungen, die am physischen Objekt vorgenommen werden. Dies unterscheidet sich wesentlich durch den Erkenntnisgewinn aufgrund der physischen Aspekte der Objekte selbst. Das Kind entdeckt nicht eine neue Eigenschaft eines Objekts, sondern eine neue Beziehung zwischen Handlungen. Piaget beschreibt Erfahrung allgemein als komplexen Faktor, der stets zwei Pole umfasst: „Erwerbungen, die von den Objekten abgeleitet werden, und konstruktive Tätigkeiten des Subjekts“ (Piaget, 1970, S.100).

**Einfluss durch die soziale Umwelt** als Entwicklungsfaktor kann gemäß Piaget beschleunigend oder verzögernd auf die Stadienentwicklung einwirken. Dagegen bleibt deren Abfolge jedoch immer gleich. Einfluss durch die soziale Umwelt ist laut Piaget (1970) nämlich nur dann möglich, wenn das Kind schon entsprechende Instrumente oder Strukturen ausgeformt hat.

Für eine sequenzielle Entwicklung, wie sie Piaget beschreibt, müssen sich diese klassischen Entwicklungsfaktoren untereinander in irgendeiner Beziehung oder in einem Gleichgewicht befinden. Dies passiert laut Piaget durch den 4. Faktor, der **Äquilibration**. Er koordiniert die drei klassischen Entwicklungsfaktoren zur Gesamtheit. Durch fortschreitende Äquilibration kommt es nach Piaget zur Herausbildung der operatorischen Strukturen einer integrierten Gesamtheit. Zu dieser Koordination von Handlungen gehören Korrektur und Selbstregulation. Regulation ist dabei als retroaktiver Prozess bzw. als negatives Feedback zu verstehen. Laut Piaget sind alle Stufen organischen Lebens (sowohl der Genpool als auch das Verhalten) durch solche Regulationsmechanismen gekennzeichnet. Äquilibration ist damit nach Piaget (1970) als grundlegender Entwicklungsfaktor notwendig für die Koordination von Reifung, Erfahrung und Wirkung der sozialen Umwelt.

### 1.3. Stadientheorie

Piaget geht davon aus, dass jedes Verhalten seinen erkenntnismäßigen, kognitiven, das heißt strukturellen Aspekt aufweist. Demnach gliedert er die Entwicklung des Kindes in drei Einschnitte, die durch das Auftauchen von neuen Denk- und Erkenntnisformen gekennzeichnet sind. Piaget postuliert mit seiner Theorie der kognitiven Entwicklung stufenförmige, deterministische und invariable Progressionen. Diese müssen jeweils bis zur Äquilibration (= Gleichgewicht) einer kognitiven Gesamtstruktur fortschreiten, um den Übergang zu höheren Strukturformen zu ermöglichen. Diese neuen Denk- und Erkenntnisformen werden also jeweils in den vorangehenden Entwicklungsstufen vorbereitet. „Jede Struktur muss aufgefasst werden als eine besondere, innerhalb ihres engen Spielraums mehr oder weniger stabile Gleichgewichtsform, die aber an den Grenzen ihres Spielraums ihre Stabilität verliert“ (Piaget, 1972, S.8). Ist das Gleichgewicht zwischen Organismus und Umwelt gestört, werden Handlungen gesetzt, die die Wiederherstellung dieses Gleichgewichts bezwecken. Piaget beschreibt demnach vier qualitativ unterschiedliche Stadien der kognitiven Entwicklung, die Kinder in zwingender Reihenfolge durchlaufen: das sensomotorische, das präoperationale, das konkret-operationale und das formal-operationale Stadium. Die Übergänge zwischen den einzelnen Stadien finden gemäß Piaget ungefähr im Alter von 2, 6 und 12 Jahren statt. Dabei stellen die einzelnen Stadien die Übergänge von einfacheren zu komplexeren kognitiven Strukturen dar. Neben der zwingenden Reihenfolge sind nach Piaget verlangsamte oder beschleunigte Entwicklungsverläufe denkbar. Das formale Stadium wird zudem später als zunächst von Piaget gedacht bzw. nicht universell erreicht (Piaget, 1984).

Im Folgenden soll kurz auf die vier Stadien der kognitiven Entwicklung eingegangen werden. Besonderes Augenmerk liegt auf dem konkreten und dem formalen Stadium sowie auf dem Übergang zwischen diesen beiden.

#### Sensomotorisches Stadium (ca. 0 – 2 Jahre)

Piaget beschreibt das sensomotorische Stadium unter anderem in seinen Werken von 1975a und 1975b. Ihm zufolge entwickelt das Kleinkind in diesem Stadium ausgehend von angeborenen Reflexen (z.B. Saugreflex) sensomotorische Schemata. Diese werden zunehmend differenziert und integriert. Unter Schemata werden geordnete Denk- und

Verhaltensmuster verstanden, die als Handlungsregeln dazu dienen, die Welt zu erfahren. Zunehmend kann das Kleinkind zwischen sich und der Außenwelt differenzieren. Es wird die sogenannte Objektpermanenz erlangt; diese bezeichnet die Vorstellung vom eigenen Tun unabhängig von Objekten (Piaget, 1975a, 1975b). Konzepte von Ding, Raum, Kausalität und Zeit (Piaget, 1972) werden erworben, beziehen sich jedoch noch ausschließlich auf Handlungen, nicht auf das Denken selbst.

#### Präoperationales Stadium (ca. 2 – 7/8 Jahre)

Das präoperationale Stadium wird überblicksartig anhand der Zusammenfassung Piagets in seinem Werk „Meine Theorie der geistigen Entwicklung“ (1970) dargestellt. Laut Piaget ermöglicht das Auftreten der Symbolfunktion in diesem Stadium mentale Repräsentationen und damit auch den Spracherwerb. Das Schlussfolgern ist weder induktiv noch deduktiv, sondern geht noch vom Einzelfall zum Einzelfall. Piaget bezeichnet diese Art des Schließens als „transduktiv“. Anschauungen bleiben in diesem Stadium noch phänomengebunden. Sie sind egozentrisch und durch eine fehlende Reversibilität gekennzeichnet. Eine Situation wird noch nicht als eine Funktion einer reversiblen Transformation angesehen (Piaget, 1970).

#### Stadium der konkreten Operationen (7/8 – 11/12 Jahre)

Nach Piaget (1970, 1972) kennzeichnen das Bedürfnis nach Gleichgewicht und Widerspruchlosigkeit spezifische Motoren von Äquilibrationsprozessen. Operationen entstehen aus dem „Auftauen anschaulicher Strukturen“ (Piaget, 1972, S.158). Das konkrete Denken stellt dabei die erste Form eines stabilen Gleichgewichts dar. Bisherige Elemente werden zu Begriffen und Systemen höherer Ordnung koordiniert, das System der Gruppierung entsteht. Piaget folgert aus vielen Experimenten, dass nicht mehr von einem besonderen Standpunkt des Subjekts ausgegangen wird. Statische Situationen werden den Transformationen untergeordnet, und zwar in dem Sinne, dass jeder Zustand als das Ergebnis einer Transformation verstanden wird. Konkrete Operationen bilden somit direkte Strukturen aktueller Tatsachen ab. Erstmals werden alle Gesichtspunkte zu einem objektiven System koordiniert. „Die Gruppierung verwirklicht so zum ersten Mal das Gleichgewicht zwischen der Assimilation der Dinge an die Tätigkeit des Subjekts und der Akkomodation der subjektiven Schemata an die Veränderungen der Dinge“ (Piaget, 1972, S. 161). Entdeckte Beziehungen zwischen Elementen oder Operationen bleiben

jedoch noch anschaulich und werden daher weder als miteinander verbunden noch als notwendig wahrgenommen. Die Operationen bleiben eben noch „konkret“; logisch-arithmetische sowie räumlich zeitliche Gruppierungen bilden noch keine formale Logik, die auf alle Begriffe und Schlüsse anwendbar wäre. Es besteht noch nicht die Fähigkeit, einen von der Handlung unabhängigen Schluss zu entwickeln. „Konkrete“ Schlüsse funktionieren nur innerhalb eines gewissen Begriffsystems. Immer sind sie mit der Handlung an sich verbunden und geben lediglich dieser eine logische Struktur. Damit bleiben auch die Gruppierungen konkret, sprich auf konkrete Vorstellungen bezogen. Das Denken bleibt grundsätzlich im Wirklichen verhaftet und das Mögliche stellt lediglich eine Ausdehnung des Wirklichen dar. Piaget zeigt anhand von Experimenten, dass logische Strukturen vor dem 11. bis 12. Lebensjahr noch von ihrem konkreten Inhalt abhängen (Piaget, 1970, 1972).

Die beiden Formen der Reversibilität (Inversion bei Klassen und Reziprozität bei Relationen) werden im konkreten Stadium schon angewandt, sie sind jedoch noch unabhängig voneinander. Erst im formalen Stadium werden sie in einem einzigen Transformationssystem, genannt INRC-Gruppe, zusammengefasst (Piaget, 1984). Auf dieses Transformationssystem wird in Abschnitt 1.3.2. noch näher eingegangen.

#### Stadium der formalen Operationen (ab 11/12)

Im Alter von 11 bis 12 Jahren erfolgt nach Piaget (1970) idealerweise der Übergang zum formal operativen Denken. (Hierbei sei jedoch auf den Abschnitt 1.5. verwiesen, worin das selbst bei Erwachsenen nicht universelle Auftreten des formalen Stadiums besprochen wird.) Das Denken vollzieht sich im Stadium der formalen Operationen nicht mehr induktiv, sondern deduktiv. Das heißt aus der bloßen Beobachtung der Operationsregeln und unabhängig davon, ob es die Wirklichkeit richtig abbildet. Aus Untersätzen, die miteinander verbunden werden, werden notwendige Folgerungen gezogen. Der formale Denker ist im Unterschied zum konkreten Denker nicht mehr der Wirklichkeit verhaftet. Er stellt sich dagegen vor, wie die Wirklichkeit beschaffen sein müsste, wenn eine gewisse hypothetische Bedingung erfüllt wäre (Piaget, 1987a, 1987b). Piaget versteht das formale Stadium als eine Sinnesumkehrung zwischen dem Möglichen und dem Wirklichen. Das Wirkliche wird erst nach der Hypothesenprüfung untersucht. Als möglich wird alles bezeichnet, das nicht widersprüchlich ist und zu notwendig wahren

Schlüssen kommt man nur über die Antizipation des Möglichen (Inhelder & Piaget, 1977). Piaget erklärt dies folgendermaßen:

„Eine Aussage, die sich nur auf das Wirkliche bezieht, wie etwa ein existenzieller Satz oder ein prädikativer Satz, kann nicht notwendig sein: sie ist wahr oder sie ist falsch, insofern sie einer faktischen Gegebenheit entspricht oder nicht entspricht. Eine Deduktion, die sich auf eine Hypothese (oder eine faktische Gegebenheit, die aber als Hypothese anerkannt wird) stützt, ist hingegen, vom Formalen her gesehen, notwendig wahr, wenn sie richtig ist, und das unabhängig vom Wert der anerkannten Hypothese“ (Inhelder & Piaget, 1977, S.245).

Im Mittelpunkt stehen nicht mehr Reflexionen über Handlungen oder konkrete Gegebenheiten, sondern Reflexionen über Operationen. Proportionen, also Beziehungen über Beziehungen, werden erst in der formalen Stufe erworben, da diese Operationen eine zweite Potenz voraussetzen. Das hypothetisch-deduktive Denken der formalen Stufe umfasst somit alle denkmöglichen Prozesse (Inhelder & Piaget, 1977). Weiters geht das Denken erstmals über die Gegenwart hinaus; hypothetisch-deduktive Schlüsse werden somit möglich. Erstmals tauchen im formalen Stadium Operationen zweiten Grades auf; das sind Gruppierungen, die die konkreten Gruppierungen zum Gegenstand haben. Piaget beschreibt die formalen Operationen als die Struktur der höchsten Gleichgewichtsformen (Piaget, 1970).

Das Stadium der formalen Operationen stellt bei Piaget nicht nur einen Abschluss, sondern auch eine Entwicklungsperiode dar. Es erreicht mit etwa 14-15 Jahren einen ausgeglichenen Stand. Ausschlaggebend für das letzte Stadium ist vor allem die Entwicklung der Aussagenlogik bzw. der kombinatorischen Operationen (Inhelder & Piaget, 1977). Diese beinhaltet die Organisation neuer Operationen, die sich nicht mehr nur auf die Klassen und Relationen, sondern auf die Aussage selbst beziehen. Die Hypothesenbildung stützt sich nicht mehr direkt auf die Gegenstände, sondern auf verbale Elemente. „Wenn man verbale Aussagen an die Stelle der Gegenstände setzt, führt man nämlich eine neue Logik – die der Aussagen – über der der Klassen und Relationen ein, die sich auf diese Gegenstände stützt“ (Inhelder & Piaget, 1977, S. 240). Neben der Aussagenlogik ist die INRC-Gruppe kennzeichnend für das formale Stadium. Die INCR-Gruppe ergibt sich aus Verbindungen von Inversionen und Reziprozitäten zu einem

Ganzen. Beide sind operatorische Strukturen, die auf frühere Strukturen einwirken. Unter dem sequenziellen Blickwinkel heißt das, dass diese Operationen der dritten Entwicklungsperiode auf jene der konkreten Operationen aufbauen, so wie die konkreten Operationen auf sensorische Pläne aufbauen (Inhelder & Piaget, 1977).

Schröder (1989) beschäftigt sich mit der kognitiven Entwicklung und dabei insbesondere mit der Entwicklung der kognitiven Strukturen vom konkreten zum formalen Denken. Die Ausformung des kombinatorischen Systems sowie die Entstehung der INCR-Gruppe sind für diese letzte Entwicklungsstufe kennzeichnend (Inhelder & Piaget, 1977). Daher werden diese auch bei Schröder näher beschrieben. Im Folgenden werden in Anlehnung an Schröder (1989) das kombinatorische System gefolgt von der INCR-Gruppe exemplarisch dargestellt.

### 1.3.1. Kombinatorisches System

Das kombinatorische System kann als die Weiterentwicklung der Gruppierungen beschrieben werden. Es folgt einer propositionalen Logik. Gegeben sind zwei Propositionen  $p$  und  $q$  sowie ihre Negation. Jene vier Assoziationen, die sich daraus bilden lassen ( $p$  und  $q$ ,  $p$  und  $\bar{q}$ ,  $\bar{p}$  und  $q$  sowie  $\bar{p}$  und  $\bar{q}$ ), werden Grundassoziationen genannt. Ausgehend von diesen vier Ausgangskombinationen können 16 mögliche Kombinationen gebildet werden. Die 16 Kombinationen im Kombinatorischen System, die später noch genauer dargestellt werden, ergeben sich also aus der Verknüpfung von 4 Grundassoziationen. (Piaget, 1984). Das kombinatorische System beinhaltet damit nicht mehr nur Kombinationen erster, sondern auch zweiter Ordnung. Dies sind Aussagekombinationen, die Eigenschaftsbeziehungen zwischen kombinierten Merkmalklassen darstellen (Schröder, 1989).

Schröder zeigt die Bildung von Aussagekombinationen anhand der logischen Multiplikation von Klassen (1989, S.35). Im Beispiel werden Schülerinnen und Schüler danach klassifiziert, ob sie ihre Aufgaben erledigen ( $p$ ) oder nicht ( $\neg p$ ) und ob sie gut ( $q$ ) oder schlecht ( $\neg q$ ) benotet werden. Diese Merkmale lassen sich beliebig miteinander kombinieren ( $p q$ ,  $p \neg q$ ,  $\neg p q$ ,  $\neg p \neg q$ ). Jedoch benötigt es Merkmalkombinationen auf einer zweiten höheren Ordnungsebene, um Eigenschaftsbeziehungen zwischen den

kombinierten Merkmalsklassen zu erstellen. Erst damit wird die Beantwortung der Frage nach einem Zusammenhang zwischen dem Erledigen von Aufgaben und der Vergabe guter Noten möglich. Es lassen sich insgesamt 16 aussagenlogische Kombinationen bilden: vier Einerpaare ( $p \wedge q$ ,  $\neg p \wedge q$ ,  $p \wedge \neg q$ ,  $\neg p \wedge \neg q$ ), sechs Zweierkombinationen ( $p \wedge q + p \wedge \neg q$ ,  $p \wedge q + \neg p \wedge q$ ,  $p \wedge q + \neg p \wedge \neg q$ ,  $p \wedge \neg q + \neg p \wedge q$ ,  $p \wedge \neg q + \neg p \wedge \neg q$ ,  $p \wedge \neg q + \neg p \wedge q$ ), vier Dreierkombinationen ( $p \wedge q + \neg p \wedge q + p \wedge \neg q$ ,  $p \wedge q + \neg p \wedge q + \neg p \wedge \neg q$ ,  $p \wedge q + p \wedge \neg q + \neg p \wedge \neg q$ ,  $p \wedge \neg q + \neg p \wedge q + p \wedge \neg q$ ), eine Viererkombination ( $p \wedge q + \neg p \wedge q + p \wedge \neg q + \neg p \wedge \neg q$ ) und die leere Kombination ( $\emptyset$ ). Würde man nun ausschließlich die Fälle  $p \wedge \neg q$  und  $\neg p \wedge q$  finden, kann unter Verwendung des kombinatorischen Systems logisch richtig gefolgert werden: Es besteht ein negativer Zusammenhang zwischen Fleiß und der Benotung. Diese Aussageform entspricht, wie aus der unten angeführten Tabelle ablesbar, der reziproken Exklusion. Demnach seien Fleiß und gute Noten nicht vereinbar.

Nach Schröder (1989) ist lediglich der formal-operatorische Denker in der Lage, solche Aussagekombinationen zu bilden. Auf das komplette kombinatorische System, welches 16 binäre Operationen umfasst, lassen sich nach Inhelder und Piaget (1977) systematisches Hypothesenbilden sowie planvolles Experimentieren und Explorieren zurückführen. Eine genaue Beschreibung der 16 binären Kombinationen geben Inhelder und Piaget (1977, S.280-290). Schröder stellt diese in einer Tabelle übersichtlich dar (1989, S.36).

### 1.3.2. INRC-Gruppe

Die INRC Gruppe umfasst insgesamt vier Transformationen: Inversion, Reziprozität, Inversion des Reziproken und Reziprozierung des Inversen. Sie wird auch Kommutative-Vierer-Gruppe (Piaget, 1984) oder Transformationssystem (Schröder, 1989) genannt. Sie erlaubt, Inversionen und Reziprozitäten untereinander zu kombinieren und stellt somit das Gesamtsystem der Reversibilität dar. Der formale Denker kann, sofern er dieses Transformationssystem beherrscht, „unterschiedliche Aussage- bzw. Hypothesenformen in eine übergreifende Organisationsstruktur überführen“ (Schröder, 1989, S. 39). Im Folgenden werden die vier Transformationen in Anlehnung an Piaget (1984) und Schröder (1989) näher erläutert. Um diese zu verstehen, werden zuerst die beiden Operationen Inversion und Reziprozität vollständig angeführt. Diese

Operationen treten im konkreten Stadium bereits auf, werden jedoch erst im formalen Stadium miteinander in Bezug gesetzt. Die beiden Formen der Reversibilität *Inversion* und *Reziprozität* werden im formalen Stadium miteinander verbunden und sind ineinander überführbar, sodass die INCR Gruppe entsteht.

*Inversion:* das Ergebnis dieser Operation ist eine Aufhebung  
 $+ A - A = 0$ , oder  $+ N - N = 0$

*Reziprozität:* kennzeichnet die Relations-Operationen  
 Wenn  $A = B$ , dann  $B = A$  oder wenn A links von B ist dann ist B rechts von A

I = Identität

Nulloperation, sie zieht bei der Transformation der Aussage keine Veränderung nach sich  
 $I(p \vee q) = (p \vee q)$

N = Negation

Verändert die gesamte Aussage, sowohl die Wertigkeit jeder Aussagevariable als auch deren logische Verknüpfungen werden verkehrt

$$N(p \vee q) = (\neg p \wedge \neg q)$$

R = Reziprozität

Verkehrt die Wertigkeit der Variablen, nicht aber die logische Verknüpfung

$$R(p \vee q) = (\neg p \vee \neg q)$$

C = Korrelation

Erhält die Wertigkeit der Aussagevariablen, verkehrt jedoch die logischen Verknüpfungen

$$C(p \vee q) = (p \wedge q)$$

Für die Überführung einer Transformation in eine andere gilt weiters:

$NN = I$ ,  $RR = I$ ,  $CC = I$  und  $II = I$

$NR = C$ ,  $NC = R$ ,  $CR = N$

$NRC = I$

In physikalischen Experimenten ist das Inbezugsetzen von Aktion (I und N) und Reaktion (R und C) von besonderer Bedeutung. Piaget (1984) erläutert dies anhand folgenden Beispiels: Die Aktion wird gleichgesetzt mit einem Objekt, das vorwärts oder rückwärts gehen kann (I und N). Die Reaktion wird gleichgesetzt mit einem Brett, auf dem sich das Objekt befindet, welches sich selbst gleichfalls vorwärts oder rückwärts bewegen kann (R und C). Dies alles passiert im Rahmen eines äußeren Bezugssystems. Piaget verallgemeinert dies wie folgt:

„Allgemein gesagt, die Gruppenstruktur tritt auf, wenn das Subjekt den Unterschied versteht zwischen dem Rückgängigmachen einer Wirkung (N in Beziehung zu I) und der Kompensation dieser Wirkung durch eine andere Variante (R und ihre Negation C), die die Wirkung nicht aufhebt, aber neutralisiert“ (Piaget, 1984, S. 52).

#### **1.4. Übergang vom konkreten zum formalen Stadium**

Während im konkreten Stadium Operationen wie Klassierung, Seriation und Zuordnung schon beherrscht werden, kommt es zur Operation der Kombinatorik erst im formalen Stadium. Trotzdem ist es schwierig, das konkrete Stadium exakt vom Formalen abzugrenzen, da sich die Entwicklung aufbauend vollzieht. Damit ist gemeint, dass die höhere Denkform von der Niedrigeren abstammt. Anders gesagt: im konkreten Stadium wird das formale Stadium vorbereitet (Inhelder & Piaget, 1977). „Der Prüfling geht selbstverständlich nicht durch einen plötzlichen Sprung, sondern über vielfältige Übergänge von der Stufe der bloßen Erfassung der rohen Fakten durch Klassifizierung, Seriation und Zuordnung auf die Stufe der kombinatorischen Zerlegung über“ (Inhelder & Piaget, 1977, S.268).

### 1.5. Wer erlangt das Stadium der formalen Operationen?

Piaget räumt ein, dass die Ergebnisse zu seiner Stadientheorie aus einer privilegierten Bevölkerungsschicht gewonnen wurden und teilweise nicht generalisiert werden können (Piaget, 1984). Tatsächlich scheint es so zu sein, dass viele auf dem Stadium der konkreten Operationen stehen bleiben und jenes des formalen nicht erreichen. Piaget nimmt an, dass sich das formale Denken womöglich mit einer größeren Verzögerung als von ihm beobachtet ausbildet. Er folgert, dass dies erst mit 15 bis 20 Jahren, anstatt mit 11 bis 15 Jahren passiert. In nachteiligen Verhältnissen, das heißt in solchen, in denen die Qualität und Häufigkeit der intellektuellen Stimulationen unterdurchschnittlich ist, kann sich gemäß Piaget der formale Denktypus sogar nie richtig ausbilden. Piaget interpretiert den Umstand, dass sich das formale Denken mit einer größeren Verzögerung bzw. gar nicht ausbildet folgendermaßen: Erstens kann er sich vorstellen, dass das soziale Milieu verantwortlich sei. Demnach könne prinzipiell jeder die Stufe der formalen Operationen erreichen, vorausgesetzt er bekäme genügend „kognitive Nahrung“ (Piaget, 1984, S.55). Zweitens ist Piaget zufolge eine zunehmende Differenzierung von Fähigkeiten mit dem Alter denkbar. Eine Anlage, die zunächst einer allgemeinen Entwicklung in Stufen untergeordnet ist, differenziert sich später allmählich nach Kriterien individueller Fähigkeiten. Das heißt, dass die Entwicklung zunächst einer allen Individuen gemeinsamen Entwicklung folgt, jedoch ab dem Jugendalter mehr und mehr individuell verläuft. „Wenn die oben beschriebenen formalen Strukturen sich nicht bei allen 14- bis 15- Jährigen finden und eine weniger allgemeine Verbreitung zeigen als die „konkreten“ Strukturen im Alter von 7 bis 10/11 Jahren, so könnte das auf die mit dem Alter zunehmende Diversifikation der Fähigkeiten zurückzuführen sein“ (Piaget, 1984, S.56). Demnach kann jedoch nur eine gewisse Gruppe von Individuen das formale Denken erreichen, nämlich solche, die Begabungen in Logik, Mathematik und Physik aufweisen. Damit würde die vierte Stufe eher spezialisierte Entwicklungsschritte abbilden als eine eigentliche Stufe. Piaget stellt jedoch noch eine dritte mögliche Hypothese auf, wonach alle Individuen die Stufe der formalen Operationen erreichen können, jedoch jeweils auf unterschiedlichen Gebieten. Er persönlich hält diese Hypothese für am wahrscheinlichsten. Es sei möglich, dass Menschen in einem gewissen Bereich, zum Beispiel in einem, in dem sie beruflich arbeiten, sehr wohl hypothetisch denken können. Der Umstand, dass die Unabhängigkeit von Form und Inhalt wesentliche Kennzeichen des formalen Denkens sind, spricht laut Piaget nicht unbedingt gegen diese Hypothese. Er

begründet dies damit, dass in den vom Lebenslauf fremden Gebieten womöglich ein geringeres Interesse vorhanden ist. Dies würde die Spontanität des Forschens deutlich verringern. Piaget räumt ein, dass es noch viele ungelöste Fragen hinsichtlich des Übergangs vom Jugendlichen zum Erwachsenenalter gibt, deren es weiterer Untersuchungen bedarf (Piaget, 1984).

Zusammenfassend ist wichtig, dass der Übergang vom konkret-operationalen zum formal-operationalen Stadium nach Piaget für die wichtigste Stufe in der kognitiven Entwicklung steht. Erst im Stadium der formalen Operationen ist ein deduktives Schlussfolgern möglich, bei dem alle möglichen Faktoren in Zusammenhang mit einer Problemstellung berücksichtigt werden können. Die bedeutendste Neuerung in dieser Periode besteht in der Fähigkeit, nicht mehr nur in Form von konkreten Objekten und ihren Manipulationen, sondern in Form von verbal aufgestellten Hypothesen zu denken (Piaget, 1984). Formale Denkprozesse in Form von Deduktionen sind demzufolge erst im Stadium der formalen Operationen möglich. Dies stellt einen entscheidenden Wendepunkt dar. Denn hypothetisches Denken ermöglicht die Unterordnung des Realen unter den Bereich des Möglichen. Ungeklärt bleibt, ob alle Individuen prinzipiell das Stadium der formalen Operationen erreichen können bzw. ob sich Individuen je nach fachspezifischer Ausrichtung und Interesse in ihrer Kompetenz im schlussfolgernden Denken unterscheiden.

## **2. Untersuchung schlussfolgernden Denkens**

Konditionales Schlussfolgern erfolgt auf der Basis einer gegebenen wenn-dann-Beziehung. In Abhängigkeit von der vorgegebenen Aufgabe lässt sich in Zusammenhang mit deduktivem Denken zwischen propositionalem, syllogistischem oder relationalem Schließen unterscheiden (Meiser & Klauer, 2001). In der Wissenschaft sind Untersuchungen zum propositionalen Schlussfolgern am gängigsten. Dabei werden Konklusionen aus Prämissen abgeleitet, die durch die Wörter „und“, „oder“, „wenn...dann“ etc. miteinander verknüpft sind. Meiser und Klauer (2001, S. 212) geben

dazu ein Beispiel. Sie formulieren eine mögliche Prämisse wie folgt: „Wenn es regnet, dann ist die Straße nass“ und „Es regnet“. Die logisch richtige Konklusion daraus lautet „Die Straße ist nass.“

Die möglichen Anwendungsformen und Variationen solcher propositionale Schlüsse werden in Abschnitt 2.1. vorgestellt. Abschnitt 2.2. widmet sich entwicklungspsychologischen Befunden zum schlussfolgern mit Syllogismen. Dabei geht es um verschiedene Antwortmuster, die jeweils auf einen gewissen Entwicklungsstand im schlussfolgernden Denken rückschließen lassen. Neben der tatsächlichen Kompetenz im schlussfolgernden Denken wirken sich noch andere Variablen auf das Verhalten beim Lösen von Syllogismen aus. Dieser „Kompetenz-Moderator-Performanz-Ansatz“ wird in Abschnitt 2.3. näher erklärt. Auf die Moderatorvariablen Inhalt und Negation wird in den Abschnitten 2.3.1. und 2.3.2. näher eingegangen.

## 2.1. Syllogistische Aufgaben

Dugan & Revlin (1990) beschreiben 4 logische Basisformen, anhand derer logisches Schlussfolgern in der Wissenschaft vorrangig untersucht wird. Diese 4 Basisformen werden hier in Anlehnung an Markovits, Venet, Janveau-Brennan, Malfait, Pion und Vadeboncour (1996) anschaulich und prägnant zusammenfasst.

1. **Modus Ponens (MP)** stellt das logische Prinzip dar, das die Prämisse „P impliziert Q, P ist richtig“ beinhaltet.

Modus Ponens führt zu dem logisch korrekten Schluss:

„Q ist richtig“.

2. **Modus Tollens (MT)** stellt das logische Prinzip dar, das die Prämisse „P impliziert Q, Q ist falsch“ beinhaltet.

Modus Tollens führt zu dem logisch korrekten Schluss:

„P ist falsch“.

3. **Affirmation des Konsequenten (AK)** stellt das logische Prinzip dar, das die Prämisse „P impliziert Q, Q ist richtig“ beinhaltet.

Affirmation des Konsequenten führt zu keinem eindeutigen Schluss:  
„Vielleicht ist P richtig, vielleicht aber auch nicht“.

4. **Negation des Antezedenten (NA)** stellt das logische Prinzip dar, das die Prämisse „P impliziert Q, P ist falsch“ beinhaltet.

Affirmation des Konsequenten führt zu keinem eindeutigen Schluss:  
„Vielleicht ist Q richtig, vielleicht aber auch nicht“.

Während MP und MT zu einem einzigen logisch korrekten Schluss führen, ist dies bei AK und NA nicht der Fall. MP und MT werden daher zu den validen, AK und NA zu den invaliden Formen gezählt. Nach Piaget (Piaget, 1984) ist es einer Person erst mit der Erreichung des formal-operationalen Stadiums möglich, sowohl die validen als auch die invaliden Formen zu lösen. Erst im formal-operationalen Stadium gelingt die Unterscheidung zwischen hinreichender und notwendiger Bedingung, die das Lösen der invaliden Formen ermöglicht. Gößler (2001), dessen Diplomarbeit hier teilweise repliziert, aber vor allem erweitert werden soll, verwendete zur Erhebung des schlussfolgernden Denkens mit dem SDV (Schlussfolgerndes Denken Verbal) einen Fragebogen, der im Kern aus eben diesen vier logischen Basisformen besteht. Die Items des SDV werden im Methodenteil noch näher behandelt.

## **2.2. Entwicklungspsychologische Befunde zum Schlussfolgern mit Syllogismen**

In Übereinstimmung mit Piaget (1970) schneiden ältere Kinder bei der Bearbeitung der syllogistischen Aufgaben besser ab als jüngere (Byrnes & Overton, 1986; Markovits et al., 1996; Janveau-Brennan & Markovits, 1999). Dabei lösen Kinder im Alter von 7-8 Jahren die validen Formen, während ältere Kinder erst ab einem Alter von 12 Jahren teilweise auch zur Lösung der invaliden Formen fähig sind. Dies stimmt mit der piagetschen Theorie überein, wonach Kinder erst ab dem Alter von 12 Jahren zu hypothetisch-deduktiven Schlüssen, wie sie für die Lösung der invaliden Formen vorausgesetzt werden, fähig sind (Byrnes & Overton, 1986; Schröder 1989).

Bezeichnend für jüngere Kinder sind sogenannte bikonditionale Antwortmuster. Das heißt, dass sie im Falle der validen Formen MP von  $p$  auf  $q$  und MT von  $\neg q$  auf  $\neg p$  schließen. Diese bikonditionalen Schlüsse führen bei den validen Formen MP und MT wie eben beschrieben zu logisch richtigen Schlussfolgerungen. Jedoch wenden jüngere Kinder diese Regel fälschlicherweise auch auf die invaliden Formen an. Sie schließen bei NA von  $\neg p$  auf  $\neg q$  und bei AK von  $q$  auf  $p$ . Diese Generalisierung von bikonditionalen Schlüssen führt dazu, dass jüngere Kinder die validen Formen zwar schon lösen können, jedoch erhebliche Schwierigkeiten beim Lösen der invaliden Formen zeigen (O'Brien & Overton, 1982; Byrnes & Overton, 1986; Janveau-Brennan & Markovits, 1999; Markovits et al., 1996).

Bei den validen Formen zeigt sich, dass der MP in allen Altersstufen leichter ist als der MT (Evans et. al., 1993; O'Brian & Overton, 1982). Kinder erzielen beim MT schon im Alter von 6 Jahren sehr gute Lösungswahrscheinlichkeiten (Byrnes & Overton, 1986). Augenscheinlich paradox wirkt dagegen der Leistungsabfall im MT, der bei Kindern mit ansteigendem Alter beobachtet werden kann (Janveau-Brennan & Markovits, 1999; Kuhn, 1977; Markovits, Fleury, Quinn & Venet, 1998). Auch Gößler (2001) kam in seiner Diplomarbeit zu diesen Ergebnissen. Dieser Leistungsabfall wird in der Literatur übereinstimmend als Entwicklungsfortschritt im schlussfolgernden Denken interpretiert (Markovits & Vachon, 1990; O'Brian & Overton, 1982; Romain, Connell & Braine, 1983). Erklärt wird dies unter anderem damit, dass die Ungewissheit der invaliden Formen, deren Lösungswahrscheinlichkeit mit dem Alter zunimmt, auf die validen Formen übergeneralisiert wird (Kuhn, 1977). Auf die Interpretation der verschiedenen Antwortmuster im SDV soll im Kapitel 5: *Entwicklungsfortschritt im schlussfolgernden Denken* noch näher eingegangen werden.

### 2.3. Kompetenz-Performanz Moderatoren

Im Rahmen des Kompetenz-Moderator-Performanz-Ansatzes (Overton, 1985; 1990; Overton & Newman, 1982) wird davon ausgegangen, dass die Leistung im Schlussfolgern durch personen-, aufgaben-, situations- und kontextspezifische Variablen moderiert wird. Dieser Ansatz bildet eine Erweiterung der Piagetschen Theorie und geht zurück auf Flavell und Wohlwill (1969), die erstmals zwischen Kompetenz und

Performanz unterschieden und somit die Beschreibung von Übergängen im schlussfolgernden Denken ermöglichten. Danach ist die Kompetenz eine notwendige, aber nicht hinreichende Bedingung für das Verhalten (Overton, 1985). Die Performanz (im Zusammenhang mit schlussfolgerndem Denken, wie es hier untersucht wird, ist damit das Abschließen im SDV gemeint) kann sich durch den Einfluss etlicher Moderatorvariablen ergeben. Eine solche Moderatorvariable ist zum Beispiel die semantische Variation des Aufgabenmaterials. Möglich wäre also, dass ein Individuum zwar die Stufe der formalen Operationen erreicht hat, dies in seiner Performanz aber nicht zeigt bzw. zeigen kann. Damit soll unter anderem erklärt werden, weshalb ein Stadium des formalen Denkens nicht bei allen Erwachsenen gefunden werden kann.

### **2.3.1. Inhalt**

Etliche Studien haben die Rolle des Inhalts bei Aufgaben zum schlussfolgernden Denken untersucht (Johnson-Laird, Legrenzi & Legrenzi, 1972; Markovits, 1986; Markovits & Vachon, 1989; O'Brien, Costa, & Overton, 1986; Overton, Ward, Black, Noveck, & O'Brien, 1987). Man kam übereinstimmend zum Ergebnis, dass der Inhalt einen signifikanten Einfluss auf die Art und Weise hat, wie Menschen Schlussfolgerungen ziehen. Bei Schröder (1995) zeigt sich eine systematische Interaktion zwischen der Form der Aussage und ihrem inhaltlichen Kontext. Dabei lassen sich Schwierigkeitsunterschiede bei den einzelnen Aussageformen auf deren Kontextuierung zurückführen. Schröder (2002) zählt diesen Prozess zusammen mit einer zunehmenden Konsolidierung in der Ausbildung des syllogistischen Denkens zu den sogenannten internen Bedingungen kognitiver Entwicklung. Im Gegensatz zu externen Bedingungen, wie dem Einfluss des Sozialisationsumfeldes, haben jene internen Bedingungen einen größeren direkten Einfluss auf das aussagenlogische Denken und somit auf das Lösen von Syllogismen. Im SDV werden die Aufgaben über drei unterschiedliche Inhalte variiert: konkret, abstrakt und kontrafaktisch. Gößler (2001) konnte in Übereinstimmung mit der Literatur zeigen, dass sich konkrete Aufgaben von abstrakten und kontrafaktischen Aufgaben unterscheiden, und zwar dahingehend, dass konkrete Aufgaben in allen extrahierten Klassen leichter waren. Nach der Entwicklungstheorie Piagets sollte der Inhalt im formalen Stadium keinerlei Einfluss mehr auf die Leistung im schlussfolgernden Denken haben (Inhelder & Piaget, 1977). Andererseits sollen sich

Inhaltseffekte erst in der Adoleszenz wirklich zeigen, also dann, wenn grundlegende Kompetenzen im schlussfolgernden Denken erworben wurden (Overton et. al., 1987; Markovits & Vachon, 1990; Ward & Overton, 1990). Dabei gilt wiederum, dass bei steigender Kompetenz im schlussfolgernden Denken Inhaltseffekte schrittweise nivelliert werden (Markovits & Vachon, 1990).

### **2.3.2. Negation**

Ähnlich wie der Inhalt kann auch die Negation als Moderatorvariable aufgefasst werden. Diese erschwert die Anwendung der Kompetenz beim syllogistischen Schließen. Nach Moshman (1977) soll erst der formale Denker negierte und unnegierte Aufgaben gleich gut lösen können. Im SDV werden die Aufgaben unter anderem über die Negation variiert. Dabei wird in der Hauptprämisse der Antezedent negiert. Gößler (2001) konnte einen altersunabhängigen Effekt der Negation finden, und zwar waren über alle Entwicklungsstufen unnegierte Aufgaben leichter zu lösen als negierte.

## **3. Weitere Modelle zum schlussfolgernden Denken**

Die Inhaltseffekte, welche in der Literatur weitgehend übereinstimmend beschrieben werden, finden in verschiedenen Erklärungsmodellen ihre Begründung. Einen ausführlichen Überblick über neo-piagetsche Erklärungsmodelle zum schlussfolgernden Denken gibt Gößler (2001) in seiner Diplomarbeit. Der Fokus im Zusammenhang mit Erklärungsmodellen zum schlussfolgernden Denken, wie sie im folgenden vorgestellt werden, soll auf deren Erklärungswert in Bezug auf Inhaltseffekten liegen. Neben dem in Abschnitt 2.3. schon beschriebenen Kompetenz-Moderator-Performanz-Ansatzes (Overton, 1985; 1990; Overton & Newman, 1982) liefern die Theorie der Mentalen Modelle (Johnson-Laird, 1983) sowie deren Erweiterung durch Markovits (1990) hierfür Erklärungsmodelle.

Es folgt eine kurze Darstellung der verschiedenen Ansätze, die deduktives Schlussfolgern beim Menschen erklären (vgl. Johnson-Laird, 1999). Nach jenen Theorien basiert eine Deduktion entweder auf Wissen, formalen Regeln, mentalen Modellen oder einem Mix aus diesen (Falmagne & Gonsalves, 1995, zitiert nach Johnson-Laird, 1999; Meiser & Klauer, 2001). Die Theorie der mentalen Modelle wird in Abschnitt 3.1. genauer behandelt. In Abschnitt 3.2. wird eine Erweiterung der Theorie der mentalen Modelle durch Markovits und Mitarbeiter vorgestellt.

### **Deduktion als Prozess, der auf faktisches Wissen basiert**

Es wird angenommen, dass Schlussfolgern auf die Erinnerungen vorhergehender Schlüsse basiert. Dieser Theorie zufolge, wonach die Deduktion vom Wissen über einzelne Fälle abhängig ist, hat Schlussfolgern nichts mit Logik zu tun. Es wird postuliert, dass menschliches Denken nicht logisch abläuft und zur Gänze inhaltsabhängig ist (Meiser & Klauer, 2001). Dem spricht zuwider, dass Menschen auch Aufgaben mit abstraktem, zuvor unbekanntem oder fantastischem Inhalt lösen. Solche abstrakte logische Kompetenzen sind sowohl in der Mathematik als auch in der Logik nötig. Dies spricht deutlich dagegen, dass Deduktion auf faktisches Wissen basieren soll (Meiser & Klauer, 2001).

### **Deduktion als formaler, syntaktischer Prozess**

Man nimmt an, dass die Regeln der Logik auch jene des Denkens sind (Piaget, 1970). Jeder deduktive Schluss, der unter einer gegebenen Prämisse erfolgt, soll formalen Regeln folgen. Dieser Annahme liegt auch die Entwicklungstheorie Piagets zugrunde.

### **3.1. Deduktion als semantischer Prozess, basierend auf mentalen Modellen**

Die Theorie der mentalen Modelle geht auf Johnson-Laird (1983) zurück. Sie bezieht sich auf propositionales Schlussfolgern und setzt an semantischen Prozessen des deduktiven Denkens an (Meiser & Klauer, 2001). Johnson-Laird, Byrne und Schaekn (1992) gehen davon aus, dass propositionales Schlussfolgern nicht notwendigerweise logischen Regeln

folgt, sondern dass vor allem das „Weltwissen“ einer Person ausschlaggebend ist. Logisches Schlussfolgern in Form von Deduktionen basiert der Theorie der mentalen Modelle zufolge auf drei grundlegenden Prozessen (vgl. Johnson-Laird et. al., 1992). Zuerst wird, ausgehend von verbalen Prämissen oder Beobachtungen ein Set an mentalen Modellen gebildet. Meistens steht am Anfang nur ein singuläres mentales Modell, alle anderen Modelle bleiben implizit. Im Falle einer verbalen Prämisse geschieht dies auf Basis derer Bedeutung und jeglichen relevanten, allgemeinen Wissens darüber. Wenn keine Schlussfolgerung verfügbar ist, wird in einem zweiten Schritt versucht, eine solche aus dem Modell zu formulieren. Dabei bleibt man trotzdem immer an die semantische Information der Prämisse gebunden. Die Schlussfolgerung, die man aus dem Modell zieht, darf der Prämisse also nicht zuwider sprechen. Falls keine solche Schlussfolgerung getroffen werden kann, wird die Antwort „nichts folgt“ gegeben. Falls jedoch eine solche getroffen werden kann, folgt im dritten Schritt die Validierung dieser. Dies geschieht, indem man prüft, ob auch wirklich kein Modell die Schlussfolgerung falsifizieren kann. Findet sich kein solches Modell, so ist die Schlussfolgerung gültig. Im anderen Fall wird man auf die zweite Stufe zurückkehren müssen. Die Autoren fassen diese drei Prozesse folgendermaßen zusammen: „Semantic procedures construct models of the premises, formulate parsimonious conclusions from them, and test their validity by ensuring that no alternative models of the premises refute them“ (Johnson-Laird et. al., 1992, S. 419). Die Theorie der Mentalen Modelle postuliert, dass Menschen so wenig Information wie nötig explizit repräsentieren, da diese die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses belastet. Weiters wird postuliert, dass Modelle abstrakte Repräsentationen enthalten können, die mit der physischen Welt nichts direkt zu tun haben müssen (Johnson-Laird, 1983).

Menschen treffen der Theorie der mentalen Modelle zufolge Schlussfolgerungen, in dem sie Information explizit machen, die nur implizit in der Prämisse steckt. „In short, to deduce is to maintain semantic information, to simplify, and to reach a new conclusion“ (Johnson-Laird et. al., 1992, S. 419).

Die Theorie der mentalen Modelle wird im Folgenden in Anlehnung an Markovits (1984, 1986) und Markovits et. al (1996) nochmals verdeutlicht:

- Aufgrund einer Prämisse „wenn p, dann q“ wird ein initiales Modell in folgender Form gebildet:

[P]        Q  
 ...

Dabei repräsentiert die erste Zeile das Modell. P und Q sind abstrakte Zeichen. Die eckigen Klammern stehen für die Erschöpfung aller möglichen Fälle von P. Die drei Punkte signalisieren, dass mögliche alternative Modelle existieren, die jedoch aus ökonomischen Gründen nicht explizit gemacht werden, solange dies nicht erforderlich ist. Eine Schlussfolgerung ist dann valide, wenn sie auch in allen impliziten Modellen als wahr gilt.

Die Schlussfolgerung auf Basis einer gegebenen Prämisse  $p \rightarrow q$  wird durch das Bewusstsein der Existenz und Relevanz möglicher Verbindungen der Form  $a \rightarrow q$  vermittelt. „It is assumed, that use of formal logic in conditional reasoning problems depends on the subject’s awareness of the existence and pertinence of possible relations of the form  $a \rightarrow q$ , where a and q are not related” (Markovits, 1984, S. 368). Dazu wird im Folgenden ein Beispiel aus Markovits (1984) angeführt.

„Wenn ein Stein in das Fenster geworfen wird, dann bricht es.“	$(p \rightarrow q)$
„Wenn ein Stuhl in das Fenster geworfen wird, dann bricht es.“	$(a \rightarrow q)$
Affirmation des Konsequenten (AK): „Das Fenster bricht.“	$(q)$

Die logisch richtige Schlussfolgerung daraus lautet:

„Vielleicht ist ein Stein geworfen worden, vielleicht aber auch nicht.“

### **Erklärung von Inhaltseffekten**

Inhaltseffekte lassen sich durch die Theorie der mentalen Modelle insofern erklären, als die Generierung von Modellen auf sogenanntes „Weltwissen“ basiert (Johnson-Laird, 1999). Je vertrauter dem Menschen der Inhalt einer syllogistischen Aufgabe ist, desto leichter fällt die Bildung mentaler Modelle. Markovits (1984) zeigt, dass Kinder mehr Alternativen zu p aufzählen können, je vertrauter sie mit dem Gegenstand sind. Dies erklärt die geringere Lösungswahrscheinlichkeit bei abstrakten und kontrafaktischen im

Vergleich zu konkreten Aufgaben.

### 3.2. Erweiterung der mentalen Modelle um eine Entwicklungsperspektive

Markovits et al. (1996) stellen eine Erweiterung der Theorie der Mentalen Modelle nach Johnson-Laird vor. Dieses erweiterte Modell kombiniert die Theorie Piagets mit gewissen Konzepten der Theorie der mentalen Modelle und unterscheidet sich wesentlich in zwei Punkten. Erstens wird angenommen, dass Kinder Teile einer Prämisse nicht in einer abstrakten Form repräsentieren, sondern immer eine spezifische semantische Komponente reflektieren. Auch soll nicht bloß die Relation in der Prämisse repräsentiert werden, sondern gleichzeitig immer deren Negation. Bei der Prämisse „Wenn ein Stein in ein Fenster geworfen wird, dann bricht es“ wird somit immer gleichzeitig deren Negation „Wenn ein Stein nicht in ein Fenster geworfen wird, dann bricht es nicht“ repräsentiert. Dies erklärt entwicklungspsychologische Befunde, wonach Kinder dazu tendieren, bikonditionale Antworten auf konditionale Aufgabenstellungen zum Schlussfolgernden Denken zu geben. Solch bikonditionale Antwortmuster seien verantwortlich dafür, dass die validen (MT & MP), aber nicht die invaliden Formen (AK & NA) gelöst werden können (O'Brien & Overton, 1982; Byrnes & Overton, 1986; Janveau-Brennan & Markovits, 1999; Markovits et al., 1996). Richtige Antworten auf die invaliden Formen scheinen erst ab einem Alter von 12 Jahren möglich (Kodroff & Roberge, 1975; O'Brien & Overton, 1982). Zweitens erweitern Markovits et al. das Modell um eine Entwicklungsperspektive. Es wird angenommen, dass die Generierung von Alternativen zu  $p$  (Zum Beispiel die Alternative Stuhl ( $a$ ) zu Stein ( $p$ )) vom Zugriff auf das Langzeitgedächtnis und somit von der Entwicklung des Arbeitsgedächtnisses abhängig ist (Janveau-Brennan & Markovits, 1999). Jüngere Kinder können nicht nur weniger Alternativen generieren, die Generierung ist bei jüngeren Kindern auch höchst inhaltsabhängig. In vielen Fällen gelingt es jüngeren Kindern nicht, Alternativen zu generieren. Dies führt dazu, dass sie am bikonditionalen Antwortmuster festhalten. Wenn die Alternative „Wenn ein Stuhl in das Fenster geworfen wird, dann bricht es“ oder eine ähnliche nicht gefunden werden kann, werden lediglich die Prämisse und deren Negation repräsentiert. Markovits et. al. (1996) wollen jedoch Entwicklungsunterschiede mit diesem erweiterten Modell nicht rein auf Einschränkungen im Arbeitsgedächtnis oder sprachlicher Entwicklung zurückführen. „Instead, it emphasizes limitations due to

ongoing processes of abstraction, coupled with information retrieval, and the structure of semantic memory” (Markovits et. al., 1996, S. 2871).

Während sich die Theorie der mentalen Modelle nach Johnson-Laird lediglich auf Schlussfolgern bei Erwachsenen bezieht, präsentiert Markovits mit seinem erweiterten Modell einen Ansatz, der entwicklungsbedingten Unterschieden im schlussfolgernden Denken gerecht wird. Ein wichtiger Entwicklungsfaktor, den Markovits und Vachon (1990) beschreiben, ist der Abstraktionsgrad von mentalen Modellen. Es werden drei Stufen der Abstraktion postuliert. Sie beziehen sich auf konkrete Elemente bezüglich spezifischer Ereignisse oder Wissensstrukturen, auf spezifische Repräsentationen von Ereignisklassen und zuletzt auf abstrakte Repräsentationen von Ereignisklassen. Diese drei Stufen repräsentieren jeweils das Abstraktionslevel, wie es bei Präadoleszenten, bei Adolenszenten und später bei einem Teil älterer Adolenszenten und Erwachsener auftritt. Dabei spielt wiederum das Langzeitgedächtnis, auf das beim schlussfolgernden Denken zugegriffen wird, eine Rolle (Cummins, Lubart, Alksins & Rist, 1991; Markovits & Vachon, 1990).

### **Erklärung von Inhaltseffekten**

Markovits (1984) zeigte, dass unterschiedliche Formen der Präsentation von Aufgaben zum schlussfolgernden Denken eine große Variation individueller Antwortmuster erzeugen. Dabei waren sich die Aufgaben zum schlussfolgernden Denken prinzipiell sehr ähnlich (siehe auch: O’Brien & Overton, 1980, 1982). Markovits (1984) führt dies auf die individuellen Differenzen zurück, spontan Alternativen in gegebenen Kontexten zu generieren. Er schließt daraus, dass viele Adolenszente bzw. Erwachsene womöglich latente formale Kompetenzen aufweisen, die sich in Abhängigkeit von der Repräsentationsform zeigen. In Anlehnung an diese Ergebnisse beschreibt Markovits Zwischenstadien, die den Übergang vom konkreten zum formalen Stadium beschreiben. Er bezeichnet diese als „transductive“ bzw. „intermediate“ (Markovits, 1984, S. 367). Markovits und Vachon (1990) schließen, dass sich die Entwicklung formaler Kompetenzen bei Erwachsenen über zwei Stufen vollzieht. Dabei geht der Fortschritt im schlussfolgernden Denken mit einem schwindenden Effekt des Inhalts einher. Weiters zeigt Markovits (1985), dass inkorrektes Schlussfolgern bei Erwachsenen zumindest

teilweise auf eine Kompetenzschwäche rückföhrbar ist. Die Annahme der Existenz verschiedener Kompetenzlevel im schlussfolgernden Denken bei Erwachsenen komplettiert damit den Kompetenz-Moderator-Performanz-Ansatz O'Briens und Overtons (1982). Danach kann bei Erwachsenen, die nicht formale Antworten geben, auf ein h6heres Kompetenzlevel als bei Kindern mit denselben Antwortmustern geschlossen werden (siehe Kapitel 2.3. Kompetenz-Performanz Ansatz).

#### **4. Die Anwendung von Mixed-Rasch Modellen in Untersuchungen zum schlussfolgernden Denken**

Dieser Abschnitt behandel eine Methode, die zur Identifizierung von qualitativen Unterschieden im schlussfolgernden Denken herangezogen wird. Nicht alle Personen zeigen gleiche Antwortmuster beim L6sen von Syllogismen. Die im vorigen Kapitel besprochenen Inhaltsvariation, aber vor allem die Variation der Aufgaben-Items, wie sie in Abschnitt 2.1 dargestellt werden, spielen hierbei eine Rolle. Im folgenden Abschnitt wird der Nutzen von Mixed-Rasch Modellen f6r die Erhebung von Kompetenzen im schlussfolgernden Denken erkl6rt.

Nach Piaget (1970) erfolgt die kognitive Entwicklung bei jungen Heranwachsenden stufenf6rmig von einem Stadium zum n6chsten. Spiel, Gittler, Sirsch und Gl6ck (1997) konnten in Übereinstimmung mit der kognitiven Entwicklungstheorie Piagets bei einer Stichprobe von Personen im Durchschnittsalter von 12,15 (SD=.55) Jahren zeigen, dass diese beim L6sen von Aufgaben zum deduktiven Schlie6en unterschiedliche Strategien anwenden, die zu unterschiedlichen Antwortmustern f6hren. Die Antwortmuster k6nnen also durch unterschiedliche F6higkeitsdimensionen erkl6rt werden. Das Rasch-Modell, mit seiner Forderung nach einer zugrundeliegenden unidimensionalen F6higkeitsdimension (Rasch, 1960), hatte in der Untersuchung von Spiel et. al. (1997) somit keine G6ltigkeit. Damit war eine rein quantitative Unterscheidung in der F6higkeit zum schlussfolgernden Denken junger Heranwachsender unzul6ssig. Spiel et al. (2001, 2004) untersuchten den Übergang vom konkreten zum formalen Stadium in der

kognitiven Entwicklung junger Heranwachsender vor dem Hintergrund quantitativer sowie qualitativer Unterschiede. Aufgrund der Ergebnisse der Vorgängerstudie (Spiel et al., 1997) und einer Erweiterung des Altersrange konnte man die Existenz verschiedener Subgruppen mit qualitativ unterschiedlichen Fähigkeiten im schlussfolgernden Denken annehmen. Folgend kam mit dem Mixed-Rasch Modell ein Verfahren zum Einsatz, das die Identifikation von latenten Klassen, innerhalb derer das Rasch Modell gilt, ermöglicht. Das Mixed-Rasch Modell wird im Folgenden anhand der Studie von Spiel et al. (2001, 2004) vorgestellt. Spiel et al. setzen den Schwerpunkt in ihrer Studie von 2001 auf die methodische Herangehensweise mittels Mixed Rasch Modellen. Eine genaue Erörterung des vorgegebenen Testmaterials sowie eine genauere Interpretation der Ergebnisse der Studie von Spiel et al. (2001) finden sich bei Spiel et al. (2004). Das Testmaterial wird in dieser Studie unter dem Namen „Leistungsprofiltest Schlussfolgerndes Denken-Verbal (SDV)“ vorstellen.

Spiel et. al. (2001, 2004) führten eine Studie zur Erhebung der Kompetenz im schlussfolgernden Denken bei Jugendlichen im Alter von 11 bis 18 Jahren durch. Untersucht wurde der Übergang vom konkreten zum formalen Stadium der kognitiven Entwicklung sensu Piaget (1970). Ziel der Studie war es, die Anzahl qualitativ unterschiedlicher Stadien in der kognitiven Entwicklung zwischen dem konkreten und dem formalen Stadium auszumachen und abzubilden. Als Testmaterial wurden Syllogismen eingesetzt, die sich aus den in Abschnitt 2.1. dargestellten vier logischen Basisformen Modus Ponens (MP), Modus Tollens (MT), Affirmation des Konsequenten (AK) und Negation des Antezedenten (NA) zusammensetzten. Diese wurden weiters in ihrem Inhalt variiert. Syllogismen waren entweder konkret (mit der eigenen Erfahrung vereinbar), abstrakt (durch Variablen oder Fantasiewörter repräsentiert) oder aber kontrafaktisch (der eigenen Erfahrung widersprechend). Weiters wurde die Art der Präsentation variiert, indem die erste Hälfte der Aussage (der Antezedent) mit bzw. ohne Verneinung vorgegeben wurde. Aus der 3x2-fachen Variation der vier Aufgabenarten ergaben sich 24 Items, die zur Messung der Kompetenz im schlussfolgernden Denken vorgegeben wurden. Zur Auswertung wurden Mixed-Rasch Modelle gerechnet. Dies erfolgte aufgrund der Annahme, dass der Performanz im schlussfolgernden Denken qualitativ unterschiedliche Stadien der kognitiven Entwicklung zugrunde liegen. Mit dem Mixed-Rasch Modell war es schließlich möglich, Antwortmuster zu identifizieren, die für gewisse Subgruppen von Personen kennzeichnend sind und somit ein

Entwicklungsstadium abbilden. Als Verbindung von Latent-Class Analyse und Mixed-Rasch Modell liegt die Besonderheit des Mixed-Rasch Modells darin, dass innerhalb der identifizierten Subgruppen das Rasch-Modell gilt (Spiel et. al., 2001). Innerhalb der Entwicklungsstadien im schlussfolgernden Denken, die mittels Mixed Rasch Modellen abgebildet werden, kann also eine zugrundeliegende unidimensionale Fähigkeit angenommen werden. In der Studie von Spiel et. al. (2001, 2004) konnten insgesamt drei solche Subgruppen identifiziert werden. Sie kennzeichnen jeweils das konkrete Stadium, ein Zwischenstadium sowie ein fortgeschrittenes Zwischenstadium im Übergang vom konkreten zum formalen Stadium sensu Piaget (1970).

## **5. Entwicklungsfortschritt im schlussfolgernden Denken**

Im folgenden Abschnitt wird auf den Entwicklungsfortschritt im schlussfolgernden Denken näher eingegangen. Dieser zeigt sich der Theorie nach vor allem in qualitativ unterschiedlichen Antwortmustern beim Lösen von syllogistischen Aufgaben. Jene Antwortmuster, die als Entwicklungsfortschritt im schlussfolgernden Denken gewertet werden können, werden im Folgenden ausführlich besprochen. Hintergrund dazu bildet die Studie von Spiel et al. (2001, 2004), die in der vorliegenden Arbeit repliziert und erweitert werden soll.

Ein Entwicklungsfortschritt im schlussfolgernden Denken zeigt sich bei Kindern vor allem darin, dass von dem zuvor noch bikonditionalen Antwortmuster abgekommen wird. Während jüngere Kinder die validen Formen MT und MP nämlich richtig beantworten, werden auf die invaliden Formen gleich wie bei den validen Formen bikonditionale Schlüsse angewandt und somit falsch beantwortet. Invalide Aufgaben werden also in einem jungen Alter so behandelt, als ließen sie wie die validen Aufgaben eindeutige Schlüsse zu. Erst mit steigender Kompetenz im schlussfolgernden Denken können die unsicheren, invaliden Formen AK und NA richtig gelöst werden, indem ihr konditionaler Zusammenhang erkannt wird. In Studien wurde dieses Entwicklungsmuster immer wieder übereinstimmend gezeigt (Byrnes & Overton, 1986; Markovits & Vachon, 1989, 1990;

O'Brien & Overton, 1980, 1982; Overton, Ward, Black, Noveck & O'Brien, 1987; Ward & Overton, 1990, Markovits & Dylon, 2004; Spiel et al., 2004).

Augenscheinlich paradox mag der Umstand erscheinen, dass mit steigender Lösungswahrscheinlichkeit der invaliden Formen gleichzeitig die Performanz bei den validen Formen schlechter wird. Vor allem beim MT ist ein Leistungsabfall zu verzeichnen (Markovits & Vachon, 1990; O'Brien & Overton, 1982; Romain, Connell & Braine, 1983, Spiel et al. 2004). Ein Beispiel für eine MT-Aufgabe, wie sie im SDV verwirklicht ist, lautet: *Wenn die Sonne scheint, trägt Tina einen roten Rock. Tina trägt keinen roten Rock.* Daraus folgt logischerweise richtig, dass die Sonne nicht scheint. Ältere Kinder und Erwachsene schneiden den berichteten Ergebnissen nach zufolge hier schlechter ab als jüngere. Eine Übergeneralisierung der unsicheren Formen auf die sicheren könnte hierfür eine Erklärung sein (Kuhn, 1977). Da die Bewusstheit über die Existenz potenziell alternativer Antezedenten ausschlaggebend für das Lösen der invaliden Formen sein soll (vgl. Markovits, 1984, 1986; Markovits et. al, 1996), könnte sich dies wiederum hinderlich auf das Lösen der validen Formen auswirken. Es wird argumentiert, dass eine erhöhte Verfügbarkeit von widersprechenden Konditionen und damit Alternativen zum gegebenen Antezedenten mit einer verminderten Akzeptanz von MT- und MP- Schlüssen einhergeht (Cummins, 1995; Cummins et. al., 1991; Janveau-Brennan & Markovits, 1999; Vadeboncouer & Markovits, 1999). Die fortgeschrittene Denkerin / der fortgeschrittene Denker generiert womöglich Situationen, die dem bikonditional der Prämisse widersprechen (z.B.: vielleicht scheint die Sonne, aber der rote Rock ist gerade in der Schmutzwäsche bzw. vielleicht wird der rote Rock getragen, plötzlich tritt jedoch eine Sonnenfinsternis ein etc.)

### **Der Übergang zwischen dem konkreten und dem formalen Stadium**

Die drei Subgruppen, welche unter der Verwendung von Mixed-Rasch Modellen durch Spiel et al. (2001) identifiziert wurden, bilden den Entwicklungsfortschritt im schlussfolgernden Denken ab, der zwischen dem konkreten und dem formalen Stadium stattfindet. Auf diese Subgruppen wird im folgenden Abschnitt näher eingegangen. Dies

geschieht unter Einbezug des Testmaterials, das sich bei Spiel et al. (2001, 2004) aus 24 Syllogismen zusammensetzte.

Wie in Abschnitt 4 schon erörtert wurde, ergab die Anwendung eines Mixed-Rasch Modells, dass die Stichprobe in der Untersuchung von Spiel et al. (2001) durch ein Modell mit drei Klassen am besten abgebildet wird. Die drei Klassen wurden als konkret-operatorisches Stadium, „Übergangsstadium 1“ und „Übergangsstadium 2“ bezeichnet (Spiel et al., 2004). Eine Klasse des formal-operatorischen Stadiums konnte nicht identifiziert werden. Schülerinnen und Schüler im konkret-operatorischen Stadium zeichnen sich durch ein bikonditionales Antwortmuster aus. Dieses zeigt sich unabhängig von Inhalt, Negation und Argumentform. In dieser Klasse werden demnach gute Leistungen beim MT und MP erzielt, wogegen in den NA- und AK-Aufgaben die Lösungswahrscheinlichkeiten sehr gering ausfallen. Bei Personen im „Übergangsstadium 1“ lassen sich wiederum schon Inhaltseffekte erkennen. Die Personen dieser Gruppe zeigen bei abstrakten und kontrafaktischen Aufgaben ein ähnliches Lösungsverhalten wie Personen im konkret-operatorischen Stadium, bei konkreten Aufgaben lässt sich jedoch ein Fortschritt im schlussfolgernden Denken erkennen. Diese Entwicklung zeigt sich derart, dass sich bei konkreten Aufgaben das bikonditionale Antwortmuster umkehrt. NA- und AK-Aufgaben werden bei konkretem Aufgabeninhalt im „Übergangsstadium 1“ eher gelöst als MP- und MT-Aufgaben. Ein weiterer Entwicklungsfortschritt lässt sich im „Übergangsstadium 2“ erkennen. Hier zeigen Personen sowohl bei konkreten als auch bei abstrakten und kontrafaktischen Aufgaben dieses umgekehrte bikonditionale Muster. Sie haben höhere Lösungswahrscheinlichkeiten bei NA- und AK-Aufgaben als beim MP und beim MT. Während also Personen im konkret-operatorischen Stadium ein bikonditionales Antwortmuster zeigen, trifft dies auf Personen im „Übergangsstadium 1“ bei konkreten Aufgaben schon nicht mehr zu. Sie wenden auf konkrete invalide Aufgaben unsichere Schlüsse an, wobei sie dies auf die konkreten validen Aufgaben übergeneralisieren. Im „Übergangsstadium 2“ zeigt sich dies in allen Inhaltsbereichen, was wiederum als weiterer Fortschritt im schlussfolgernden Denken zu werten ist.

Während sowohl negierte, als auch unnegierte Aufgabentypen über die drei Entwicklungsstufen leichter wurden, blieben die negierten Aufgaben in allen drei Stufen etwas schwieriger als die unnegierten.

Die 152 Jugendlichen im konkret-operatorischen Stadium waren im Durchschnitt 14,30 Jahre alt ( $SD=1,76$ ), die 133 Jugendlichen im Übergangsstadium 1 waren im Durchschnitt 14,91 Jahre alt ( $SD=1,89$ ) und jene 133 Jugendliche im Übergangsstadium 2 erlangten im Durchschnitt 15,18 Jahre ( $SD=1,89$ ). Es zeigte sich ein signifikanter Effekt des Alters auf die Kompetenz im schlussfolgernden Denken.

Obwohl bei Spiel et al. (2001) keine Stufe des formal-operatorischen Stadiums gefunden werden konnte, vermuten Spiel et al. (2004), dass eine solche bei einer Testung mit einer ausreichend großen Stichprobe erwachsener Probanden identifiziert werden kann. Diese Klasse würde sich durch Personen mit hohen Lösungswahrscheinlichkeiten über alle Aufgaben des SDV auszeichnen.

In der vorliegenden Untersuchung soll die Kompetenz im schlussfolgernden Denken bei Studienanfängerinnen und Studienanfängern erhoben werden. Die Studie von Spiel et al. (2001, 2004) soll damit unter dem Einsatz einer anderen Stichprobe repliziert und erweitert werden. Die Replikation bildet in der vorliegenden Studie die Basis für weitere Analysen (siehe Forschungsfragen 1, 2, 3a und 3b). Frau Ursula Eder, deren Diplomarbeit sich in Vorbereitung befindet, behandelt die Replikation der Studie von Spiel et al. (2001, 2004) ausführlicher im Sinne einer eigenständigen Forschungsfrage.

In der vorliegende Arbeit wird erwartet, dass sich analog der Vorgängerstudie durch Anwendung des Mixed-Rasch-Modells verschiedene Zwischenstadien finden lassen, die sich zwischen dem konkreten und formalen Stadium sensu Piaget (1970) befinden. Dabei sollte sich ein Stadium der konkreten Operationen durch hohe Lösungswahrscheinlichkeiten bei MP und MT, sowie niedrigen Lösungswahrscheinlichkeiten bei NA und AK auszeichnen. Ein Anstieg der Lösungswahrscheinlichkeiten bei NA und AK, der gleichzeitig mit einem Sinken jener bei MP und MT einhergeht, soll ein Zwischenstadium kennzeichnen. Ein Fortschritt im schlussfolgernden Denken geht außerdem damit einher, dass die Leistungen, sofern sie vom bikonditionalen Antwortmuster abweichen, mit jeder Stufe inhaltsunabhängiger werden.

## 6. Deduktives Schlussfolgern und wissenschaftliches Denken

In diesem Abschnitt wird die Relevanz des schlussfolgernden Denkens für (naturwissenschaftliche) Studienfächer besprochen. Es wird in Abschnitt 6.1. darauf eingegangen, wie sich schlussfolgerndes Denken in der Schule entwickelt und es werden Theorien zum Zusammenhang mit naturwissenschaftlichem Unterricht vorgestellt. Abschnitt 6.2. behandelt die Sonderstellung Naturwissenschaftsstudierender bzgl. ihres Profils kognitiver Fähigkeiten. Sowohl in Abschnitt 6.1. als auch in Abschnitt 6.2. werden am Ende eigene Fragestellungen (Forschungsfrage 1 & 2) zum schlussfolgernden Denken bei Studierenden verschiedener Studienrichtungen abgeleitet.

### 6.1. Forderung nach Kompetenzen im schlussfolgernden Denken bei Studierenden

Personen, die das Stadium der formalen Operationen erreichen, sind nach der Entwicklungstheorie Piagets in der Lage, über die Logik von Aussagen unabhängig von deren konkreten Inhalten zu urteilen (Piaget, 1984). Formal-operationales Denken ist daher eine essentielle Bedingung für das Verstehen und Lösen mathematischer und naturwissenschaftlicher Probleme (Spiel, 1992; Spiel & Von Eye, 1994; zitiert nach Spiel & Glück, 2008). Weinert, Bullock und Schneider (1999) sowie Bullock und Ziegler (1999) und Bullock und Sodian (2000) hatten in ihrer LOGIK-Studie die „Entwicklung von Strategien der Bildung, Prüfung und Revision von Theorien und Hypothesen, sowie die Genese individueller Unterschiede in diesen Kompetenzbereichen“ zum Gegenstand. Den theoretischen Hintergrund lieferte hierfür ebenfalls die Entwicklungstheorie von Piaget, wonach das naturwissenschaftliche Denken auf dem formal-operatorischen Niveau als Idealtyp wissenschaftlicher Rationalität betrachtet wird.

Deduktives Denken scheint sich indirekt durch Lernen in verschiedenen Gebieten wie den Naturwissenschaften und damit insbesondere der Mathematik zu entwickeln (Leighton, 2006). „As students learn content knowledge and procedural skills in science and math, they are assumed to “pick up” higher order thinking skills such as deductive reasoning” (S. 110). Leighton will diese plausible kausale Begründung jedoch nicht für sich alleine

stehen lassen. Zu groß ist Leighton zufolge der Bias in der Kompetenz im schlussfolgernden Denken bei Kindern gleicher Schulbildung. Einen anderen Zugang, der die Entwicklung des schlussfolgernden Denkens beschreibt, verfolgen Nunes et al. (2007). Logische Kompetenzen sind demnach ausschlaggebend für den Erfolg und Fortschritt im Mathematiklernen und bilden somit deren Grundlage. Die Ergebnisse von Leighton (2006), wonach ein mathematisches Kompetenztraining keinen bzw. einen lediglich moderaten Einfluss auf das schlussfolgernde Denken hat, untermauern diesen Ansatz. Leighton (2006) schlussfolgert, dass das Lernen von deduktiven Fähigkeiten nicht einfach ist und ein einzelner Kurs oder Trainingsworkshop nicht ausreichen kann, um die Performanz wesentlich zu verbessern. Sie fordert daher schon sehr früh mit gezieltem schulischem Training des deduktiven Denkens zu beginnen. Einsicht über den Zusammenhang zwischen Komponenten des wissenschaftlichen Denkens und Prädiktorvariablen sowie generell über die Entwicklung von Kernkomponenten des wissenschaftlichen Denkens verspricht die schon zuvor erwähnte LOGIK-Studie (Weinert, Bullock & Schneider, 1999; Bullock & Ziegler, 1999; Bullock & Sodian, 2000). Ein wichtiges Ergebnis dieser Studie ist, dass der Fortschritt im wissenschaftlichen Denken eher graduell als abrupt zu sein scheint. In diesem Zusammenhang spielt in der Schule neben der Vermittlung naturwissenschaftlicher „Fakten“ vor allem das Verständnis für Theorien und Hypothesen sowie deren Prüfung eine Rolle (Bullock & Sodian, 2003). Natürlich auch im Alltag, aber vor allem im Studium wird später ein solches Verständnis für Theorien und Hypothesen gefordert. Dies scheint in Übereinstimmung mit der Entwicklungstheorie Piagets auf Studienfächer der Naturwissenschaften besonders zuzutreffen.

Spiel et al. (2004) vermuten, dass sich bei der Testung von Universitätsstudentinnen und -studenten mittels des SDV eine Gruppe finden lässt, die dem Stadium der formalen Operationen zuordenbar ist. Diese Annahme beruht auf dem höheren Alter von Universitätsstudenten im Gegensatz zur von Gößler (2001) getesteten Stichprobe der Schülerinnen und -Schüler. Die Identifikation einer Klasse des formal-operationalen Stadiums bei Studierenden ist jedoch auch hinsichtlich der Forderung ausgeprägten wissenschaftlichen Denkens bei Universitätsstudentinnen und Studenten vorstellbar.

Es wird vermutet, dass unter Verwendung des Mixed-Rasch Modells vier Klassen identifiziert werden können, die die Stichprobe am besten repräsentieren. Neben den drei

von Göbller extrahierten Klassen, die er als konkret-operatorisches Stadium, „Übergangsstadium 1“ und „Übergangsstadium 2“ bezeichnet, wird das Auffinden einer Klasse erwartet, die als Stadium der formalen Operationen interpretiert werden kann. In einer solchen Klasse sollten alle Aufgaben und Formen unabhängig vom Inhalt und der Negation gelöst bzw. mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit gelöst werden.

***Forschungsfrage 1:***

Kann eine Klasse des formal-operatorischen Denkens bei Studienanfängerinnen und Studienanfängern identifiziert werden?

Aufgrund des höheren Alters von Studierenden im Vergleich zur Studie von Spiel et al. (2001, 2004), die als Stichprobe Schulkinder heranzogen, sowie der Forderung des wissenschaftlichen Denkens bei Studierenden, wird erwartet, dass eine Klasse des formal-operatorischen Denkens gefunden werden kann. Diese zeichnet sich durch hohe Lösungswahrscheinlichkeiten in allen vier Argumentformen, in allen drei Inhaltsvariationen und sowohl in unnegierten als auch negierten Aufgaben aus.

## **6.2. Sonderstellung der Naturwissenschaftsstudierenden**

Mit der TOSCA-Studie („Transformation des Sekundarschulsystems und akademische Karrieren“) (TOSCA, Köller, Watermann, Trautwein & Lüdke, 2004, zitiert nach Trautwein, Lüdke, Nagy, Husemann & Köller, 2010) ist erstmals im Jahre 2002 in Baden-Württemberg ein Projekt ins Leben berufen worden, das sich mit den Bildungsbiografien von Absolventinnen und Absolventen von Gymnasium und Realschule auseinandersetzt. Dabei zeigte sich unter anderem, dass es zu einer „substanziellen Überlappung von Interessen- und Kompetenzprofilen“ bei Schülerinnen und Schülern und späteren Studierenden kommt (Nagy, 2006, zitiert nach Trautwein, Lüdke, Nagy, Husemann & Köller, 2010). Prozesse der Selbst- und Fremdelektion im Vorfeld des Studienantritts führen schließlich dazu, dass sich Studierende innerhalb eines Studienfachs in ihren kognitiven Kompetenzen substantiell ähnlicher sind als Studierende unterschiedlicher Studienrichtungen. Diese kognitiven Kompetenzen werden in Bezug auf die Anforderungen im Studium als günstiger bzw. weniger günstig gewertet. Ergebnisse der TOSCA-Studie zeigen, dass Studierende der meisten mathematisch-

naturwissenschaftlichen Fächer besonders günstige Profile aufweisen. Sowohl kognitive Grundfähigkeiten als auch mathematische Schulleistungen sind bei Studierenden mathematisch-naturwissenschaftlicher Fächer am höchsten ausgeprägt (Nagy, 2006, zitiert nach Trautwein, Lüdke, Nagy, Husemann & Köller, 2010). Dies lässt vermuten, dass Studierende der Naturwissenschaften auch in der vorliegenden Studie bei der Testung von Kompetenzen im schlussfolgernden Denken sehr gut abschneiden. Insbesondere werden bessere Leistungen Naturwissenschaftsstudierender im Vergleich zu Psychologiestudierenden erwartet. Die Identifikation eines Stadiums der formalen Operationen wird in der Folge vor allem für jene Studierende erwartet, die sich für ein naturwissenschaftliches Fach inskribiert haben.

***Forschungsfrage 2:***

Unterscheiden sich die gezeigten Leistungen im Schlussfolgern mit konditionalen Syllogismen in Abhängigkeit vom gewählten Studienfach?

Es wird erwartet, dass vor allem Studierende der Physik, Mathematik und Chemie höhere (Zwischen-)Stufen im schlussfolgernden Denken gemäß dem Stufenmodell nach Piaget erreichen. Dies sollte sich in dieser Studie im Vergleich mit StudienanfängerInnen der Psychologie zeigen. Für Studierende naturwissenschaftlicher Richtungen bildet das schlussfolgernde Denken eine wichtige Voraussetzung. Zwar wird das Studium der Psychologie an der Universität Wien ebenfalls den Naturwissenschaften zugeordnet, jedoch gilt diese Zuordnung nicht als derart einschlägig wie jene der Studien Physik, Mathematik und Chemie.

## **7. Information als Kriterium zur Selbstselektion**

Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit schlussfolgerndem Denken als Grundkompetenz im Studium. Es werden Konsequenzen für Studierfähigkeitstests getroffen (Abschnitt 6.1.) und die Rolle von Studienberatung diskutiert (Abschnitt 6.2.). Schließlich werden eigene Fragestellungen (Forschungsfrage 3a & 3b) abgeleitet.

### **7.1. Schlussfolgerndes Denken als fächerübergreifende Grundqualifikation**

Die Erhebung von Kompetenzen im schlussfolgernden Denken ist auch im Rahmen des Diskurses um die Selektion von Studienbewerberinnen und -bewerbern für Studienrichtungen mit beschränkten Studienplätzen ein Thema. Es wird diskutiert, wie ein optimales Auswahlverfahren für Studentinnen und Studenten aussehen könnte. Dabei ist man sich einig, dass die Erhebung von Problemlösekompetenzen und des schlussfolgernden Denkens im weitesten Sinne eine Rolle spielen sollten. Spiel, Litzenberger und Haiden (2007) argumentieren, dass wissenschaftliches Arbeiten besondere Anforderungen an kognitive Fähigkeiten und damit insbesondere an das schlussfolgernde Denken stellt. Kompetenz im schlussfolgernden Denken stellt somit neben studienfachspezifischer Anforderungen eine fächerübergreifende Grundqualifikation dar. Grundqualifikationen sind generell für die erfolgreiche Bewältigung eines Studiums notwendig. Ziel von Studierfähigkeitstests ist daher die valide Erhebung solcher zentraler, personenbezogener Grundvoraussetzungen, „die in einem bestimmten Mindestausmaß vorhanden sein müssen, um ein Universitätsstudium erfolgreich bewältigen zu können“ (Spiel, Litzenberger und Haiden, 2007, S.482).

Für das Bachelorstudium Psychologie an der Universität Wien wird für das Wintersemester 2010 eine Studierendenselektion im Zuge eines Auswahlverfahrens vorgenommen. Das Auswahlverfahren, das in Form einer schriftlichen Aufnahmeprüfung erfolgt, erhebt neben anderen studienrelevanten Fähigkeiten auch die Fähigkeit zum formal-analytischen Denken.

### **7.2. Zusammenhang von Information und Studienerfolg**

Im Oktober 2004 setzte sich eine in Deutschland einberufene Kommission zur Erarbeitung von Vorschlägen für Verfahren zur Studierendenauswahl mit der Thematik auseinander. Es entstand eine Empfehlung, die als *Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Psychologie e.V. (DGPs) zur Auswahl von Studierenden durch die Hochschulen* bekannt gegeben wurde. Darin wird unter anderem besprochen, dass die Informiertheit der Studierenden über das gewählte Studienfach einen wichtigen Punkt im Vorfeld der eigentlichen Studierendenselektion darstellt. Dahinter steht die Leitidee der

informierten Bewerberin / des informierten Bewerbers. Eine detaillierte Vorabinformation über die Anforderungen eines Fachs kann nach Amelang und Funke (2005) den späteren Selektionsaufwand erheblich reduzieren. Für eine stabile und adäquate Studienwahl spielen unter anderem das Ausmaß und die Qualität der zur Verfügung gestellten Informationen seitens der Universitäten eine wichtige Rolle (Spiel, Litzenberger und Haiden, 2007). Natürlich obliegt es letzten Endes den Studienanfängerinnen und Studienanfängern diese auch in Anspruch zu nehmen. Die Ergebnisse der Studie zur Prognose der Studierfähigkeit von Gold und Souvignier (2005) weisen auf „Effekte kenntnis- und interessen geleiteter Selbstselektion“ bei Studienanfängerinnen und Studienanfängern. Dies wurde speziell für das Studienfach Ingenieurwissenschaften nachgewiesen. Es wird davon ausgegangen, dass sich gut informierte Bewerberinnen und Bewerber mit höherer Wahrscheinlichkeit für das passende Studienfach einschreiben.

Als Konsequenz fordern die Autoren die Einbeziehung von Information und Beratung in die Studierendenauswahl. Brandstätter, Grillich und Farthofer (2002) zeigen, dass sich alleine die Teilnahme an einem Beratungstest im Vorfeld der Studienwahl positiv auf den Studienverlauf auswirkt. Durch eine fundiertere Studienwahl, begünstigt durch die Inanspruchnahme einer Studienberatung, soll außerdem das Risiko eines Studienabbruchs minimiert werden. Schmidt-Atzert (2005) zeigte, dass Mangel an Information in Bezug auf das Psychologiestudium einen Risikofaktor für einen vorzeitigen Studienabbruch darstellt. Brandstätter, Grillich und Farthofer (2006) sprechen sich daher für Studienberatungstests aus, wie sie an der Universität Linz seit 1991 angeboten werden. Ein Vorschlag ist auch, die Informiertheit von Studierenden im Rahmen von Auswahlverfahren gezielt zu berücksichtigen (Spiel, Litzenberger und Haiden, 2007). Ziel der Neugestaltung von Auswahlverfahren ist es, dass die „Anforderungsprofile von Studiengängen besser mit den Qualifikationsprofilen von Studieninteressierten abgestimmt werden können“ (Gold & Souvignier, 2005, S. 214). Der Einbezug eines Informations- und Beratungskonzepts in das Auswahlverfahren scheint hierfür zielführend.

Die Frage der Selbstselektion von Studierenden stellt sich auch bei der in dieser Arbeit vorgenommenen Erhebung des schlussfolgernden Denkens. Demnach wird erwartet, dass sich jene Studentinnen und Studenten, die sich über die Anforderungen im Studium informiert haben, von jenen unterscheiden, die eine solche Beratung nicht in Anspruch

genommen haben. Der Unterschied bezieht sich dabei unter anderem auf die Einschätzung der Wichtigkeit des schlussfolgernden Denkens als geforderte Kompetenz im Studium.

***Forschungsfrage 3a:***

Unterscheiden sich informierte Studienanfängerinnen und Studienanfänger von uninformierten hinsichtlich ihrer Bewertung des schlussfolgernden Denkens für die erfolgreiche Bewältigung des gewählten Studienfachs?

Weiters wird erwartet, dass sich informierte Studierende auch in ihren Kompetenzen zum schlussfolgernden Denken unterscheiden. Dahinter liegt die Annahme, dass eine Beratung bzw. Information vor Studienbeginn die Passung zwischen Qualifikationsprofil der Studierenden und Anforderungsprofil des gewählten Studienfachs erhöht. Da schlussfolgerndes Denken sowohl eine geforderte Kompetenz in Studienfächern der Naturwissenschaften als auch der Psychologie ist, wird dies unabhängig vom gewählten Studienfach untersucht.

***Forschungsfrage 3b:***

Unterscheiden sich informierte Studienanfängerinnen und Studienanfänger von uninformierten hinsichtlich ihrer Kompetenz im schlussfolgernden Denken?

Es wird erwartet, dass informierte Studierende schlussfolgerndes Denken als wichtiger für die erfolgreiche Bewältigung ihres Studiums einschätzen und auch höhere Kompetenzen im schlussfolgernden Denken aufweisen als uninformierte.

## 8. Zielsetzung der Diplomarbeit & Übersicht der Forschungshypothesen

Ziel der Untersuchung ist es, Studienanfängerinnen und Studienanfänger mittels syllogistischer Aufgaben hinsichtlich ihrer Kompetenz im schlussfolgernden Denken zu testen und zu vergleichen. Die Studie von Spiel et al. (2001, 2004) stellt hierzu den Ausgangspunkt dar.

In der Studie von Spiel et al. (2001, 2004) wurde der Übergang vom konkreten zum formalen Stadium gemäß der Entwicklungstheorie Piagets (1970) bei Schülerinnen und Schülern der 7. bis 12. Schulstufe untersucht. Dabei kamen Aufgaben zum deduktiven Schließen zum Einsatz, anhand derer die Kompetenz im schlussfolgernden Denken erhoben wurde. Unter Einsatz des Mixed-Rasch Modells gelang eine Extraktion von drei Klassen, die verschiedene Kompetenzstufen im schlussfolgernden Denken abbilden. Die drei Klassen unterscheiden sich qualitativ derart voneinander, als sie ein unterschiedliches Leistungsprofil im schlussfolgernden Denken aufweisen. Innerhalb der jeweiligen Klassen gilt das Rasch-Modell und es können quantitative Unterscheidungen bzgl. der Leistungshöhe im schlussfolgernden Denken getroffen werden (Spiel et al. 2004). Die drei extrahierten Klassen konnten theoriegeleitet dem konkret-operationales Stadium, einem Übergangsstadium 1 und einem Übergangsstadium 2 zugeordnet werden. Das Stadium der formalen Operationen konnte nicht identifiziert werden.

Bei der aktuellen Untersuchung soll festgestellt werden, ob die drei-Klassen Lösung, wie sie Spiel et al. (2001, 2004) bei einer Stichprobe von Schülerinnen und Schülern fanden, bei einer Stichprobe von Studienanfängerinnen und Studienanfänger repliziert und erweitert werden kann. Zur Extraktion von Klassen soll ebenfalls das Mixed-Rasch Modell angewendet werden. Zur Testung der Kompetenzen im schlussfolgernden Denken wird zudem ein erweitertes Aufgabenmaterial vorgelegt. Spiel et al. (2001, 2004) setzten bei ihrer Untersuchung 24 Syllogismen ein. Diese wurden auf 32 Syllogismen erweitert, um auf Einzelebene robustere Schätzungen durchführen zu können. Durch die Aufgabenerweiterung soll die Zuweisung der Studierenden zu den jeweiligen Klassen noch eindeutiger gelingen. Im Rahmen dieser Arbeit wird dies jedoch nicht weiter geprüft.

Es wird davon ausgegangen, dass Studienanfängerinnen und Studienanfänger aufgrund ihres höheren Alters allgemein höhere Leistungen im schlussfolgernden Denken erzielen. Weiters wird erwartet, dass vor allem die Ausrichtung der Studienanfängerinnen und Studienanfänger auf naturwissenschaftliche Gegenstände wie Mathematik, Physik und Chemie bei der Auffindung von Klassenlösungen eine Rolle spielt. Es wird unter anderem das Auffinden einer Klasse, die dem Stadium der formalen Operationen zugeordnet werden kann, erwartet.

Es soll weiters untersucht werden, ob sich Studienanfängerinnen und Studienanfänger verschiedener Studienfachrichtungen in ihrer Kompetenz zum schlussfolgernden Denken unterscheiden. Dabei werden jene Studierende, die sich für die Studienfachrichtung Psychologie inskribiert haben, mit jenen der Studienfachrichtungen Physik, Mathematik und Chemie verglichen. Erwartet wird dabei, dass Studierende der Naturwissenschaften höhere Kompetenzen im schlussfolgernden Denken aufweisen als jene der Psychologie.

Ein weiteres Anliegen der vorliegenden Arbeit ist es zu untersuchen, ob die Inanspruchnahme von Studienberatung vor Studienbeginn zu einer besseren Passung zwischen Qualifikationsprofil der Studierenden und Anforderungsprofil des gewählten Studienfachs führt. Dies soll insbesondere in Hinblick auf die Kompetenz im schlussfolgernden Denken geschehen. Die Informiertheit der Studierenden über das gewählte Studienfach stellt einen wichtigen Punkt im Vorfeld der eigentlichen Studierendenselektion dar. Es wird davon ausgegangen, dass die vorab-Information über die Kompetenzen, die im Rahmen eines Studiums gefordert werden, als Mittel zur Selbstselektion fungiert. Die Stichprobe soll sich hierfür aus Studierenden der Mathematik, Chemie, Physik und Psychologie zusammensetzen. Für die erfolgreiche Bewältigung des Studiums scheint die Kompetenz im schlussfolgernden Denken vor allem in naturwissenschaftlichen Studienrichtungen äußerst wichtig zu sein. Wissenschaftliches Denken und somit die Kompetenz im deduktiven Schlussfolgern wird jedoch auch im Studienfach Psychologie vorausgesetzt. Ziel der Untersuchung ist es unter anderem herauszufinden, ob sich informierte Studienanfängerinnen und Studienanfänger von uninformatierten hinsichtlich ihrer Kompetenzen im schlussfolgernden Denken unterscheiden.

Im Folgenden sind die gerichteten Hypothesen, die sich aus den Forschungsfragen ergeben, angeführt.

- 1) Zusätzlich zu den Übergangsstadien, wie sie Spiel et al. (2001, 2004) zwischen dem konkret-operatorischen und formal-operatorischen Stadium identifizierten, kann bei der Stichprobe von Studienanfängerinnen und Studienanfängern eine Klasse des formal- operatorischen Denkens identifiziert werden.
- 2) Die Leistungen im Schlussfolgern mit konditionalen Syllogismen unterscheiden sich in Abhängigkeit vom gewählten Studienfach. Naturwissenschaftsstudierende zeigen höhere Kompetenzen im schlussfolgernden Denken als Psychologiestudierende.
  - 3a) Informierte Studienanfängerinnen und Studienanfänger bewerten die Kompetenz im schlussfolgernden Denken als wichtiger für die erfolgreiche Bewältigung des gewählten Studienfachs als uninformierte.
  - 3b) Informierte Studienanfängerinnen und Studienanfänger weisen höhere Kompetenzen im schlussfolgernden Denken auf als uninformierte.

## II) EMPIRIE

### 9. Methode & Verfahren

#### 9.1. Untersuchungsplan

Im Unterschied zu der Vorgängeruntersuchung von Spiel et al. (2001, 2004) setzt sich die Stichprobe in dieser Studie aus Studentinnen und Studenten zusammen, die am Anfang ihres Studiums stehen. Um zu untersuchen, wie weit schlussfolgerndes Denken bei Studienanfängerinnen und Studienanfängern ausgeprägt ist, wurde der SDV („Schlussfolgerndes Denken Verbal“) in seiner verlängerten Form vorgegeben. Die Erhebung fand am Anfang des Wintersemesters 2010 im Rahmen von Studieneingangsvorlesungen an der Universität Wien statt. Damit sollte gewährleistet werden, dass keine schon im Studium erworbenen Kompetenzen im schlussfolgernden Denken erhoben werden. Die Studierenden sollten sich ausschließlich durch ihre Studienwahl unterscheiden. Diese mögen sie aufgrund der Passung zwischen Studienfach und der eigenen Fähigkeiten und Kompetenzen getroffen haben, jedoch sollten sie noch über kein fachspezifisches Studienwissen verfügen. Die Bearbeitungszeit des Fragebogens durch die Studierenden lag bei etwa 30 Minuten. Die Stichprobe sollte sich aus Studienanfängerinnen und Studienanfängern der Mathematik, Physik und Chemie, sowie der Psychologie an der Universität Wien zusammensetzen.

#### 9.2. Instrumente

##### 9.1.1. SDV

In der vorliegenden Untersuchung wurde der SDV, ein Leistungsprofiltest zum schlussfolgernden Denken, eingesetzt. Dieser Test misst sowohl das Leistungsprofil als

auch die Leistungshöhe im schlussfolgernden Denken. Entwickelt wurde er von Spiel et al. (2001, 2004) basierend auf dem Entwicklungskonzept von Piaget. Den Testpersonen werden mit dem SDV konditionale Syllogismen vorgelegt. Diese werden wie folgend dargestellt systematisch variiert.

Syllogismen, wie sie im SDV verwirklicht sind, bestehen aus Prämissen in Form von konditionalen wenn-dann Beziehungen. Es wird zwischen vier Argumentformen unterschieden (MP, MT, NA, AK). Diese unterscheiden sich je nach Affirmation (Bejahung) bzw. Negation (Verneinung) des Antezedenten bzw. des Konsequenten in der Unterprämisse. Zusätzlich werden drei mögliche Inhaltsformen (konkret, abstrakt, kontrafaktisch) sowie die Möglichkeit der Negation variiert. Es sind demnach  $4 \times 3 \times 2 = 24$  Variationen von Syllogismen möglich.

Die vier Argumentformen werden im Folgenden exemplarisch anhand eines Beispielitems aus dem SDV dargestellt.

***Affirmation des Antezedenten bzw. Modus Ponens (MP):***

Wenn es regnet, dann ist die Straße nass (Hauptprämisse).

Es regnet (Unterprämisse).

---

Eindeutige Konklusion: Die Straße ist nass.

***Negation des Antezedenten (NA):***

Wenn es regnet, dann ist die Straße nass.

Es regnet nicht.

---

*Keine eindeutige Konklusion:* vielleicht ist die Straße nass, vielleicht aber auch nicht.

***Affirmation des Konsequenten (AK):***

Wenn es regnet, dann ist die Straße nass.

Die Straße ist nass.

---

*Keine eindeutige Konklusion:* vielleicht regnet es, vielleicht aber auch nicht.

***Negation des Konsequenten bzw. Modus Tollens (MT):***

Wenn es regnet, dann ist die Straße nass.

Die Straße ist nicht nass.

---

*Eindeutige Konklusion:* Es regnet nicht.

Es ist ersichtlich, dass die Argumentformen Modus Ponens (MP) sowie Modus Tollens (MT) zu einem eindeutigen Schluss führen, während die Negation des Antezedenten (NA) sowie die Affirmation des Konsequenten (AK) zu keinen eindeutigen Schlüssen führen. Die Argumentformen MP und MT werden daher zu den validen, NA und AK zu den invaliden Formen gezählt.

Die systematische Variation der Syllogismen nach Inhalt und Negation soll in der folgenden Abbildung verdeutlicht werden. Es werden jeweils die sechs Hauptprämissen angeführt, wie sie im SDV ursprünglich verwirklicht werden. Daraus ist ersichtlich, dass die Negation in der Hauptprämisse lediglich im Antezedenten verwirklicht ist. Dies erfolgte aufgrund der Überlegung, die Variation der Items auf 24 (4 Argumentformen X 4 Inhaltsformen X 2 Negationsformen) zu beschränken (Göbler, 2001).

	konkret	Abstrakt	kontrafaktisch
Ohne Negation des Antezedenten	Wenn die Sonne scheint, trägt Tina einen roten Rock.	Wenn Y zur Gruppe F gehört, dann hat Y die Eigenschaft g.	Wenn es Abend ist, geht die Sonne auf.
Mit Negation des Antezedenten	Wenn die Sonne nicht scheint, trägt Peter eine blaue Hose.	Wenn X nicht zur Gruppe B gehört, dann hat X die Eigenschaft c.	Wenn es nicht Abend ist, geht die Sonne unter.

Spiel et al. (2001, 2004) legten bei ihrer Untersuchung 24 solcher Syllogismen vor. Der SDV wurde um 8 Items, die sich durch eine besonders hohe Trennschärfe auszeichneten, ergänzt. Dies geschah, mit dem ursprünglichen Test auf Einzelebene keine robusten Schätzungen durchgeführt werden konnten. Für die vorliegende Untersuchung wurde die erweiterte Form des SDV mit 32 Items verwendet. Im Folgenden werden die

Hauptprämissen der neuen Items beispielhaft angeführt.

	konkret	Abstrakt	kontrafaktisch
Ohne Negation des Antezedenten	Wenn Herr Müller gute Laune hat, fährt er nach Berlin.	Wenn A auf B trifft, dann entscheidet sich A für c.	Wenn es regnet, ist die Straße trocken.
Mit Negation des Antezedenten	Wenn Frau Schuster keine gute Laune hat, geht sie spazieren.	Wenn C nicht auf D trifft, dann entscheidet sich C für m.	Wenn es nicht regnet, ist die Straße nass.

Im Folgenden soll an einem Beispielimitem die Realisierung der Syllogismen im SDV nochmals verdeutlicht werden.

Wenn die Sonne scheint, trägt Tina einen roten Rock.

Tina trägt keinen roten Rock.

- Die Sonne scheint.
- Die Sonne scheint nicht.
- Vielleicht scheint die Sonne, vielleicht aber auch nicht.
- Ich kann diese Aufgabe nicht lösen

Der Hauptprämisse, die sich aus Antezedent und Konsequent zusammensetzt (wenn p dann q), folgt jeweils eine Unterprämisse. Die Unterprämisse stellt die Affirmation des Antezedenten (p) bzw. des Konsequenten (q) oder die Negation des Antezedenten ( $\neg p$ ) bzw. des Konsequenten ( $\neg q$ ) dar. Für die Beantwortung der Fragestellung werden vier verschiedene Möglichkeiten angegeben. Darunter befindet sich die Antwortmöglichkeit „Ich kann diese Aufgabe nicht lösen“ um zufälliges Antworten zu vermeiden.

Zur Vermeidung von Reihenfolge-Effekten wurde der SDV in zwei verschiedenen Versionen mit unterschiedlicher Zufallsreihenfolge der Items vorgelegt. Die beiden Versionen des SDV (Version A & Version B) inklusive der von Gößler (2001) inhaltlich übernommenen Instruktion sind im Anhang beigelegt.

### 9.1.2. Informiertheit

Zusätzlich zur Erhebung des schlussfolgernden Denkens durch den SDV soll die Informiertheit von Studienanfängerinnen und Studienanfängern über ihr gewähltes Studienfach erhoben werden. Es wird danach gefragt, ob die Studierenden vor Studienbeginn an einem Online-Test, einem Selfassessment und/oder einer Studienberatung teilgenommen haben. Das betreffende Item ist folgendermaßen realisiert:

Ich habe vor Studienbeginn an einem Online-Test / einem Selfassessment / einer Studienberatung teilgenommen, um meine Fähigkeiten richtig einschätzen zu können.		
O Ja	O Nein	O Weiß nicht mehr

Informiertheit wird demnach durch die Teilnahme an einem Online-Test, einem Selfassessment und/oder einer Studienberatung operationalisiert. Die Durchsicht der Fakultätshompages der jeweiligen Studienrichtungen Mathematik, Physik, Chemie und Psychologie an der Universität Wien hat ergeben, dass mindestens eine dieser Informationsmöglichkeiten je Studienrichtung von Studienanfängerinnen und Studienanfängern genutzt werden kann.

Das Konzept der Informiertheit wird durch eine realistische Einschätzung der Wichtigkeit von Grundkompetenzen für das gewählte Studienfach operationalisiert. Studierende können so die subjektive Wichtigkeit von Kompetenzen im schlussfolgernden Denken im Vergleich mit anderen womöglich im Studium geforderten Kompetenzen vergleichen. Die Auswahl von Grundkompetenzen zur Vorgabe im Fragebogen erfolgt nach folgenden Gesichtspunkten:

- Nennung in der Literatur (Spiel, Litzenberger und Haiden, 2007 sowie Amelang und Funke, 2005)
- Verständnis des Kompetenzbegriffs durch Studentinnen und Studenten (z.B. wird schlussfolgerndes Denken mit der Fähigkeit zum folgerichtigen Denken umschrieben)

Zusätzlich werden Kompetenzen aufgelistet, die wenig mit den Anforderungen im Studium zu tun haben (Fähigkeit zur Empathie, Räumliches Vorstellungsvermögen).

Wissenschaftliches Denken und somit die Kompetenz im deduktiven Schlussfolgern ist sowohl im Studienfach Psychologie als auch in den Studienfächern Physik, Mathematik und Chemie gefragt. Demnach sind jene Studierende als informiert zu bezeichnen, die der Kompetenz im schlussfolgernden Denken für ihr Studium eine hohe Bedeutung beimessen.

Die Frage nach der Wichtigkeit verschiedener Kompetenzen ist folgendermaßen realisiert:

Für die erfolgreiche Bewältigung meines Studiums sind folgende Kompetenzen... (bitte ankreuzen)	sehr wichtig			nicht wichtig
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Abstraktionsfähigkeit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fähigkeit zum Wissenstransfer	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Planerisches Vorgehen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fähigkeit zum folgerichtigen Denken	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Durchsetzungsfähigkeit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fähigkeit zur Empathie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eigeninitiative und Selbstorganisation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Räumliches Vorstellungsvermögen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## 9.2. Untersuchungsdurchführung

Die Erhebung des schlussfolgernden Denkens bei Studienanfängerinnen und Studienanfängern der Psychologie an der Universität Wien fand am 06. Juli 2010 im Rahmen einer Informationsveranstaltung zum Auswahlverfahrens des Bachelorstudiums für das Wintersemester 2010/2011 statt. Der Termin wurde deshalb so früh gewählt, da im

Zuge der Einführung des Bachelorstudiums Psychologie an der Universität Wien vor Beginn des Wintersemesters 2010/2011 eine Studierendenselektion getroffen werden sollte. Die Selektion sollte in Form eines Auswahlverfahrens erfolgen, bei dem unter anderem Aufgaben zum formal-analytischen Denken vorgegeben werden sollten. Um eine Vorselektion der Studierenden der Psychologie durch dieses Auswahlverfahren zu verhindern, wurde die Stichprobenerhebung noch vor Anfang des offiziellen Studiensemesters gelegt. Nicht jede inskribierte Studentin und jeder inskribierte Student hatte die Möglichkeit, im Wintersemester das Studium auch tatsächlich antreten zu können. Für die Untersuchung waren jedoch grundsätzlich interessierte Studierende im Anfangssemester von Nöten. Mit der Testung im Rahmen der Informationsveranstaltung im Juli konnte diese Anforderung erfüllt werden.

Die Erhebung des schlussfolgernden Denkens bei Studienanfängerinnen und Studienanfängern der Mathematik, Physik und Chemie an der Universität Wien erfolgte am Anfang des Wintersemesters 2010/2011. Der Fragebogen wurde den Studierenden Mitte Oktober im Rahmen von Eingangsvorlesungen vorgelegt. Diese Vorlesungen wurden sowohl von Bachelor- als auch Lehramtsstudierenden besucht und waren wie sich herausstellte, auch für andere Studienrichtungen der Naturwissenschaften wie etwa Biologie, Astronomie und Meteorologie relevant. In den naturwissenschaftlichen Studien war keine Studierendenselektion getroffen worden. Jede inskribierte Studentin und jeder inskribierte Student konnte daher das Studium antreten.

Neben dem schlussfolgernden Denken durch Syllogismen und der Informiertheit durch zwei selbst konstruierte Items wurden folgende Variablen erhoben: Geschlecht, Alter, Mathematiknote im Matura- bzw. Abiturzeugnis, Muttersprache, höchste abgeschlossene Schulbildung des Vaters, höchste abgeschlossene Schulbildung der Mutter, Gewähltes Studienfach und Universität. Zur Beantwortung des Fragebogens benötigten die Studierenden wie vorgesehen ca. 20-30 Minuten

Die Datenerhebung erfolgte in Kooperation mit Frau Ursula Eder, die diese ebenfalls im Rahmen ihrer Diplomarbeit verwertete. Die erhobene Stichprobe der vorliegenden Arbeit, die im folgenden Abschnitt vorgestellt wird, ist somit mit jener von Frau Ursula Eder ident.

### 9.3. Stichprobe

**Tabelle 1:** *Geschlechterverteilung über die Studienrichtungen*

Studium			
Geschlecht	Psychologie	Naturwissenschaften	Gesamt
weiblich	123	164	287
männlich	42	158	200
Gesamt	165	322	487

Ausgeschlossen aus der Stichprobe wurden jene Studierende, die ein für die Untersuchung irrelevantes Studium angaben oder ein naturwissenschaftliches Fach gemeinsam mit Psychologie inskribiert hatten. Aufgrund der Sprachlastigkeit des SDV wurden auch jene ausgeschlossen, die Deutsch nicht als Muttersprache hatten. Jene mit einem naturwissenschaftlichen Studium setzen sich nicht wie anfangs angedacht lediglich aus Studierenden der Mathematik, Chemie und Physik zusammen. In den Studieneingangsvorlesungen, in denen erhoben wurde, befanden sich auch Studierende der Biologie (n=10), der Astronomie (n=15) und der Meteorologie (n=11). Diese wurden zu den Studierenden naturwissenschaftlicher Fächer gezählt, die insgesamt 66,1% der Gesamtstichprobe ausmachen. Jene, die Psychologie inskribiert haben, machen 33,9% der Gesamtstichprobe aus. Während sich die Stichprobe der Naturwissenschaftsstudierenden fast zu gleichen Teilen aus männlichen und weiblichen Personen zusammensetzt, sind im Fach Psychologie größtenteils weibliche Studierende (74,5%) zu verzeichnen. Lehramtsstudierende unter den Naturwissenschaftsstudierenden (n=77) teilen sich geringfügig mehr auf weibliche (n=44) als auf männliche (n=33) Personen auf.

Studierende der Psychologie sind mit einem Mittelwert von 22,05 Jahren (SD=5,8) im Schnitt älter als jene der naturwissenschaftlichen Fächer mit einem Durchschnittsalter von 20,39 Jahren (SD=4,4). Der Altersdurchschnitt der Gesamtstichprobe liegt bei 20,95 Jahren (SD=5). Der Altersunterschied erweist sich als signifikant ( $t_{262}=3,215$ ,  $p<.05$ ). Studienanfängerinnen und Studienanfänger der Psychologie sind also im Schnitt älter als jene naturwissenschaftlicher Fächer wie Mathematik, Physik, Chemie, Biologie, Astronomie und Meteorologie.

## 9.4. Auswertungsverfahren

Zur Beantwortung der Hypothesen werden Standardverfahren (ANOVA, MANOVA), sowie die Konfigurationsfrequenzanalyse (KFA) eingesetzt. Außerdem kommt mit dem Mixed-Rasch-Modell ein spezielles, weniger gängiges Verfahren zur Anwendung. Im Folgenden werden sowohl die KFA als auch das Mixed Rasch Modell kurz inhaltlich dargestellt und es wird auf weiterführende Literatur verwiesen.

In der vorliegenden Untersuchung wird für Standardverfahren SPSS für Windows in der Version 17.0 verwendet. Die KFA wird mittels dem Programm „Configural Frequency Analysis (CFA)“ von v. Eye (2007) gerechnet. Für das Mixed Rasch Modell wird das Programm WINMIRA 2001 verwendet.

### 9.4.1. KFA

Die Konfigurationsfrequenzanalyse (KFA; Lienert, 1969; von Eye, 2002) ist eine multivariate Analysemethode zur Identifikation von Variablenmustern in Kontingenztafeln. Lokale Abhängigkeiten in kategoriale Daten werden durch den Vergleich von beobachteten und erwarteten Häufigkeiten geprüft. Erwartete Häufigkeiten werden dabei unter einem Wahrscheinlichkeitsmodell geschätzt. Ein Variablenmuster, das häufiger vorkommt als unter einem Wahrscheinlichkeitsmodell erwartet, stellt einen *Typ* dar. Ein weniger häufig beobachtetes Variablenmuster als unter einem Wahrscheinlichkeitsmodell erwartet wird, ist bezeichnend für einen *Antityp*.

Weiterführende Literatur zu Methode und Beispielen der KFA findet sich unter anderem bei Spiel und von Eye (2000) sowie bei von Eye (2002).

### 9.4.2. MRM

Das Mixed Rasch Modell (MRM; Rost, 1990; Rost & von Davier, 1995) stellt eine Kombination aus Latent Class Analyse und Rasch Modell dar. Während mittels Latent Class Analyse verschiedene Klassen innerhalb einer Stichprobe identifiziert werden können, wird mittels dem Rasch Modell eine eindimensionale Fähigkeit beschrieben, die

der Gesamtstichprobe zugrunde liegt. Das Mixed Rasch Modell integriert diese beiden Verfahren. Damit ist es möglich, Klassen zu identifizieren, die sich in ihren Fähigkeiten qualitativ unterscheiden, während innerhalb der Klassen das Rasch Modell gilt. In Bezug auf Entwicklungsstufen im schlussfolgernden Denken kann unter Anwendung des Mixed Rasch Modells zwischen Leistungsprofil (Zugehörigkeit zu einer Klasse bzw. zu einem Entwicklungsstadium im schlussfolgernden Denken) und Leistungshöhe (quantitative Ausprägung der Fähigkeit zum schlussfolgernden Denken innerhalb der Klasse) unterschieden werden (Spiel et al. 2004; Spiel & Glück, 2008).

Das Mixed Rasch Modell ermöglicht den direkten Vergleich verschiedener Klassenlösungen. Bei großen Stichproben dient das „Best Information Criterion“ (BIC) als Kennwert zur Identifikation des Modells, das die Stichprobe am besten beschreibt. Je kleiner dieser Wert ist, desto besser ist die Modellpassung. Zudem berechnet das probabilistische Modell durchschnittliche Zuordnungswahrscheinlichkeiten der einzelnen Klassen, anhand derer die Güte des Modells interpretiert werden kann. Die durchschnittliche Zuordnungswahrscheinlichkeit einer Klasse ergibt sich aus den einzelnen Zuordnungswahrscheinlichkeiten aller Personen innerhalb jener Klasse. Das Modell beschreibt die Stichprobe gut, wenn die durchschnittlichen Zuordnungswahrscheinlichkeiten je Klasse hoch sind (Spiel & Glück, 2008).

Göbler (2001) gibt in seiner Diplomarbeit einen Überblick zu Modellgeltungstests des Mixed Rasch Modells. Weiterführende Literatur zur Latent Class Analyse bzw. zum Rasch Modell findet sich bei Fischer und Molenaar (1995) bzw. Rost (1996). Bezüglich weiterführender Literatur zum Mixed Rasch Modell sei ebenfalls auf Rost (1990, 1996) sowie auf Rost und von Davier (1995) verwiesen. Eine kurze Darstellung des Mixed Rasch Modells findet man außerdem bei Spiel et al. (2001) sowie bei Spiel und Glück (2008).

## 10. Ergebnisse

### 10.1. Reihenfolgeeffekt

Zur Überprüfung eines Reihenfolgeeffekts im SDV werden die Summenscores der richtigen Antworten in Testversion A und Testversion B miteinander verglichen.

**Tabelle 2:** Mittelwerte und Standardabweichungen (in Klammern) der Summenscores im SDV nach Testversion

Testversion	Summenscore
A	17,87 (5,66)
B	18,80 (5,40)

Ein t-Test für unabhängige Stichproben ergibt einen Wert von  $t_{485} = -1,843$ , ns. . Demnach gibt es keinen Unterschied in der Häufigkeit der gelösten Items in den beiden Testformen. Die Itemreihenfolge hat also keinen Einfluss auf das Abschließen im SDV.

### 10.2. Extraktion von Klassen

Die vorliegende Studie repliziert und erweitert eine Vorgängerstudie von Spiel et al. (2001, 2004). Zur Extraktion von Klassen wird die Methode der Vorgängerstudie angewendet. Klassen, die sich in ihren Kompetenzen im schlussfolgernden Denken unterscheiden, werden mittels dem Mixed Rasch Modell extrahiert. Diese Methode wendet auch Frau Ursula Eder an, die die Replikation der Studie von Spiel et al. (2001, 2004) in ihrer in Vorbereitung befindlichen Diplomarbeit als eigene Forschungshypothese behandelt. Da die Stichprobe der vorliegenden Arbeit ident mit jener von Frau Ursula Eder ist, decken sich auch die Ergebnisse der Klassenextraktion mit ihren. Es sei darauf hingewiesen, dass die Replikation der Studie von Spiel et al. (2001, 2004) in der vorliegenden Arbeit insofern von Nöten ist, als deren Ergebnisse für die Berechnung weiterer Analysen herangezogen werden. Gleichwohl findet sich bei Frau Ursula Eder

eine genauere Auseinandersetzung mit der Replikation der Vorgängerstudie.

Die Extraktion von Klassen geschieht einerseits theoriegeleitet, andererseits aufgrund von Kennwerten wie BIC und mittlerer Zuordnungswahrscheinlichkeiten, wie sie auch Spiel et al. (2001, 2004) in ihrer Untersuchung heranzogen.

**Tabelle 3:** *BIC-Werte für das (1-Klassen) Rasch Modell bzw. für Mixed Rasch Modelle mit unterschiedlichen Klassenzahlen*

Klassenanzahl	BIC
1	17 804.42
2	16 731.86
3	16 445.27
<b>4</b>	<b>16 353.50</b>
5	16 421.09
6	16 495.44
7	16 594.54
8	16 716.48
9	16 799.46
10	16 922.35

Aus Tabelle 3 ist ersichtlich, dass der BIC-Kennwert bei einer Klassenlösung mit vier Klassen den kleinsten Wert annimmt. Dies bedeutet, dass eine Unterteilung der Stichprobe in vier qualitativ unterschiedliche Klassen diese am besten abbildet. Im Folgenden wird daher die vier-Klassenlösung näher betrachtet. In Tabelle 4 werden die Anzahl der Personen und die mittleren Zuordnungswahrscheinlichkeiten je Klasse angegeben.

**Tabelle 4:** Klassengröße absolut und relativ (in Klammer), mittlere Zuordnungswahrscheinlichkeiten der einzelnen Klassen gereiht nach Klassengröße

Klasse	Personen je Klasse	Mittlere Zuordnungswahrscheinlichkeit
1	208 (0.427)	0.918
2	101 (0.207)	0.892
3	95 (0.195)	0.927
4	83 (0.170)	0.964

Die einzelnen mittleren Zuordnungswahrscheinlichkeiten der Klassen sind als recht hoch zu bewerten. Die mittlere Zuordnungswahrscheinlichkeit über alle vier Klassen fällt mit einem Wert von 0,925 (SD=0,03) ähnlich hoch aus wie bei Gößler (2001) (0,947; SD=0,11). Dies spricht für eine gute Modellpassung.

### 10.2.1. Inhaltliche Rangreihung der Klassen

WINMIRA brachte die extrahieren Klassen bisher auf Basis ihrer Größe in eine Rangreihung (Klasse 1 mit den meisten, Klasse 4 mit den wenigsten Studierenden). In Abbildung 1 werden die Klassen so benannt, dass sie dem theoretischen Hintergrund inhaltlich gerecht werden. Somit bilden die Klassen nunmehr die Entwicklungs- und/oder Übergangsstadien im schlussfolgernden Denken ab und werden in eine inhaltlich logische Rangreihung gebracht. Klasse 1 steht für das niedrigste und Klasse 4 für das höchste Entwicklungs- und/oder Übergangsstadium. Tabelle 5 zeigt die Klassengrößen mit mittleren Zuordnungswahrscheinlichkeiten in der Reihenfolge, wie sie im Diskussionsteil inhaltlich gültig ist. Die Rangreihung der Klassen, wie sie in Tabelle 5 dargestellt ist, wird in der vorliegenden Arbeit weiter beibehalten.

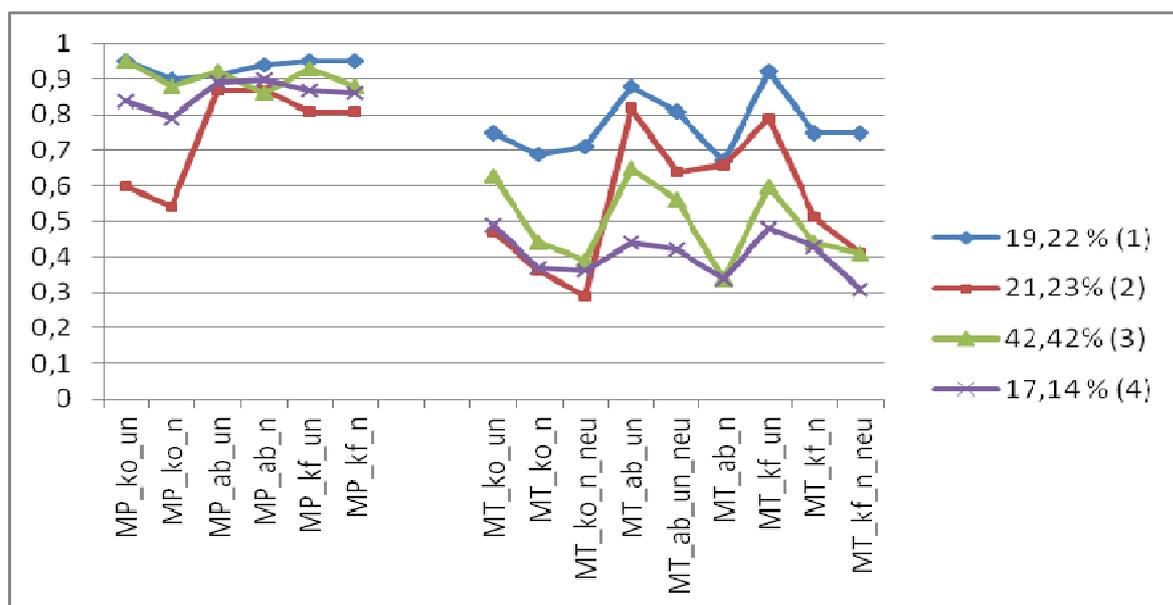
**Tabelle 5:** *Klassengröße absolut und relativ (in Klammer), mittlere Zuordnungswahrscheinlichkeiten der einzelnen Klassen, inhaltlich gereiht nach Entwicklungsstufe*

Klasse	Personen je Klasse	Mittlere Zuordnungswahrscheinlichkeit
1	95 (0.195)	0.927
2	101 (0.207)	0.892
3	208 (0.427)	0.918
4	83 (0.170)	0.964

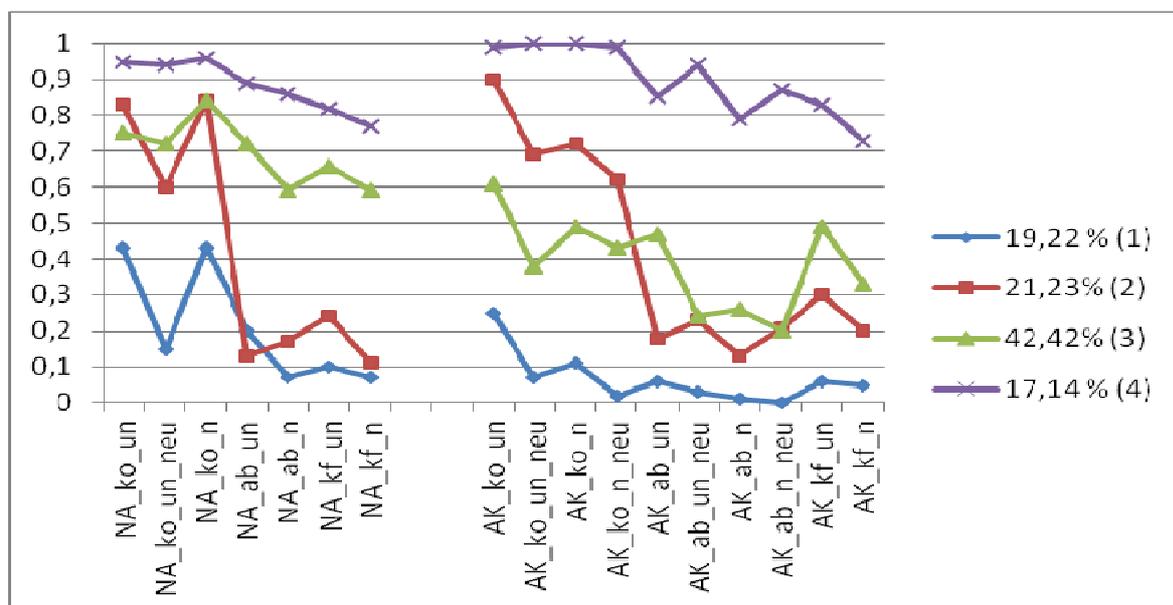
### 10.2.2. Beschreibung der Klassen nach Antwortmustern

Abbildungen 1 und 2 zeigen die mittleren Lösungswahrscheinlichkeiten jedes einzelnen der 32 Items des SDV je Klasse. Abbildung 1 zeigt die mittleren Lösungswahrscheinlichkeiten je Klasse für MP- und MT-Aufgaben, Abbildung 2 für NA- und AK-Aufgaben. Eine Tabelle mit den mittleren Lösungswahrscheinlichkeiten für jedes einzelne Item je Klasse befindet sich im Anhang. Den Abbildungen 1 und 2 ist zu entnehmen, dass die mittleren Lösungswahrscheinlichkeiten der Items im SDV innerhalb und über die Klassen erheblich variieren. Jede Klasse zeichnet sich dabei durch ein für sich spezifisches Antwortmuster aus.

Im Folgenden werden die Antwortmuster der Klassen, wie sie in Abbildung 1 und 2 dargestellt sind, beschrieben. Dies geschieht analog der Vorgängerstudie (Spiel et al., 2001, 2004), welche mit dieser Studie repliziert und erweitert wird.

**Abbildung 1:** mittlere Lösungswahrscheinlichkeiten der MP- & MT-Aufgaben je Klasse

**Anmerkung.** **MP** = Modus Ponens, **MT** = Modus Tollens  
**ko** = konkret, **ab** = abstrakt, **kf** = kontrafaktisch  
**un** = unnegiert, **n** = negiert

**Abbildung 2:** mittlere Lösungswahrscheinlichkeiten der NA- & AK-Aufgaben je Klasse

**Anmerkung.** **NA** = Modus Ponens, **AK** = Modus Tollens  
**ko** = konkret, **ab** = abstrakt, **kf** = kontrafaktisch  
**un** = unnegiert, **n** = negiert

**Klasse 1** zeichnet sich durch ein bikonditionales Antwortmuster aus. Personen in dieser Klasse können die invaliden Formen AK und NA entweder gar nicht oder wesentlich schlechter lösen als die validen Formen MT und MP. Während die mittlere Lösungswahrscheinlichkeit bei den invaliden Formen bei .13 (SD=.112) liegt, ergibt sich für die validen Formen ein Wert von .85 (SD=.107). Die validen Formen sind einem t-Test für verbundene Stichproben zufolge für Personen der ersten Klasse signifikant leichter zu lösen als die invaliden ( $t=44,741$ ;  $p=.00$ ). Vergleichsweise gut werden unter den invaliden Formen mit einer mittleren Lösungswahrscheinlichkeit von .43 die Formen NA\_ko\_un (SD=.49) und NA\_ko\_n (SD=.50) gelöst. Während die Lösung des MT noch in Abhängigkeit von Inhalt und Negation variiert, werden beim MP durchwegs gute Leistungen erzielt.

**Klasse 2** zeigt ein recht inhaltsabhängiges Antwortmuster, das für valide und invalide Aufgaben unterschiedlich ausfällt. Bei den invaliden Formen AK und NA fallen die mittleren Lösungswahrscheinlichkeiten bei konkretem Aufgabeninhalt recht hoch aus. Sie liegen mit einem durchschnittlichen Wert von .74 (SD=.116) alle über der Ratewahrscheinlichkeit. Hingegen zeigen sich bei invaliden Aufgaben mit abstraktem und kontrafaktischem Aufgabeninhalt geringere Leistungen (.19; SD=0,059). Bei den validen Formen MT und MP stellt sich das Antwortmuster genau umgekehrt dar. Während Personen der Klasse 1 in den validen Formen mit konkretem Aufgabeninhalt eher schlechte Leistungen zeigen (.45; SD=0,127), fallen diese bei validen Aufgaben mit abstraktem und kontrafaktischem Aufgabeninhalt besser aus (.72; SD=0,159).

**Klasse 3** zeichnet sich dadurch aus, dass innerhalb der invaliden Aufgaben zwischen AK und NA und innerhalb der validen Aufgaben zwischen MT und MP in Bezug auf ihre mittlere Lösungswahrscheinlichkeit unterschieden werden kann. Die AK Aufgaben werden mit einer mittleren Lösungswahrscheinlichkeit von .39 (SD=0,131) schlechter gelöst als die NA Aufgaben (.70; SD=0,090). Bei den validen Aufgaben erzielen Personen der Klasse 3 beim MT schlechtere Leistungen (.50; SD=0,115) als beim MP (.90; SD=0,035). Die in Klasse 2 noch beobachteten Inhaltseffekte kommen hier nicht mehr vor.

**Klasse 4** löst die invaliden Aufgaben AK und NA sowie die valide Aufgabe MP mit einer mittleren Lösungswahrscheinlichkeit von .88 (SD=0,078) nahezu alle. Dagegen ist mit

einer mittleren Lösungswahrscheinlichkeit von .40 (SD=0,063) beim MT ein Leistungsabfall zu beobachten. Innerhalb der invaliden Aufgaben sind jene mit konkretem Inhalt wiederum mit einer mittleren Lösungswahrscheinlichkeit von .98 (SD=0,025) leichter als jene mit abstraktem und kontrafaktischem Aufgabeninhalt (.84; SD=0,061). Dieser Trend zeigt sich beim MP wiederum umgekehrt. Mit einer mittleren Lösungswahrscheinlichkeit von .82 (SD=0,035) sind MP Aufgaben mit konkretem Aufgabeninhalt schwerer als jene mit abstraktem und kontrafaktischem (.88; SD=0,018). Inhaltseffekte bei MT Aufgaben zeigen sich keine. Die 15 Personen, welche alle Items des SDV gelöst haben, werden mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,87 der Klasse 4 zugeordnet.

### 10.3. Zusammenhang zwischen Studienwahl und Klassenzugehörigkeit

Tabelle 6 zeigt die Verteilung der Studierenden verschiedener Studienrichtungen über die vier extrahierten Klassen. Die Verteilung wird sowohl in absoluten als auch prozentualen Werten angegeben. Prozentuale Werte geben einerseits die relative Verteilung der Studierenden einer Studienrichtung innerhalb des Studiums wieder (Prozent innerhalb des Studiums), andererseits bilden sie die Verteilung innerhalb jeder einzelnen Klasse ab. Demnach machen die 64 Psychologiestudierenden der Klasse 1 26,7 Prozent der Gesamtstichprobe der Psychologiestudierenden und 46,3 Prozent der Psychologiestudierenden innerhalb der Klasse aus. Anstatt der Studierendenverteilung innerhalb der Klasse gilt das Interesse vielmehr der Studierendenverteilung einer Studienrichtung über alle Klassen. Aus Tabelle 12 lässt sich entnehmen, dass sich Psychologiestudierende mit 38,8 Prozent am meisten auf die Klasse 3 verteilen. Danach sind die meisten Psychologiestudierenden in Klasse 1 (26,7 Prozent) und in Klasse 2 (24,8 Prozent) vertreten. Die Zuteilung der Psychologiestudierenden zur Klasse 4 fällt mit 9,7 Prozent am geringsten aus. Abgesehen von der Klasse 3, die bei Studierenden naturwissenschaftlicher Fächer mit 44,7 Prozent ebenfalls am häufigsten frequentiert ist, zeigt sich bei dieser Studierendengruppe ein anderes Bild. Mit 20,8 Prozent sind Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler in Klasse 4 am zweithäufigsten vertreten. Gefolgt von Klasse 2 mit 18,6 Prozent befinden sich schließlich im Vergleich zu allen anderen Klassen in Klasse 1 mit 15,8 Prozent am wenigsten Studierende naturwissenschaftlicher Fächer.

**Tabelle 6:** Anzahl der Studierenden der Psychologie und der Naturwissenschaften je Klasse (absolut, prozentuell innerhalb des jeweiligen Studiums und prozentuell innerhalb der jeweiligen Klasse) und gesamt über alle Klassen

Klasse	Psychologie			Naturwissenschaften		
	absolut	% innerhalb des Studiums	% innerhalb der Klasse	Absolut	% innerhalb des Studiums	% innerhalb der Klasse
1	44	26,7	46,3	51	15,8	53,7
2	41	24,8	40,6	60	18,6	59,4
3	64	38,8	30,8	144	44,7	69,2
4	16	9,7	19,3	67	20,8	80,7
gesamt	165	100	33,9	322	100	66,1

Ein  $\chi^2$  Test zur Überprüfung der Häufigkeitsaufteilung von Studierenden der zwei verschiedenen Studienrichtungen über die vier Klassen ergibt einen signifikanten Wert von  $\chi^2_{3, n=487} = 17.39, p < .05$ . Demzufolge unterscheidet sich die Verteilung Psychologiestudierender über die vier Klassen von jener der Studierenden naturwissenschaftlicher Fächer.

Die 15 Personen der Klasse 4, die alle Items des SDV gelöst haben, sind allesamt Studierende der Naturwissenschaften. Diese machen 22,4 Prozent der Klasse 4 innerhalb des Studiums aus. Ein Binomialtest, in dem die Verteilung der Naturwissenschaftsstudierenden mit 80 Prozent innerhalb der Klasse 4 berücksichtigt wird, ergibt ein signifikantes Ergebnis ( $t_{485} = -1.843, p < .05$ ). Studierende, die alle Aufgaben gelöst haben sind überzufällig häufig jene der Naturwissenschaften.

### 10.3.1. Vergleich von Antwortmustern nach Argumentformen je Studienrichtung

Unterschiede zwischen Studierenden der Psychologie und jenen der Naturwissenschaften in den mittleren Lösungswahrscheinlichkeiten der verschiedenen Argumentformen werden mittels einer Varianzanalyse mit Messwiederholungen untersucht. Tabelle 7 zeigt die mittleren Lösungswahrscheinlichkeiten verschiedener Argumentformen getrennt für

Studierende der Psychologie und der Naturwissenschaften. Tabelle 8 zeigt die Ergebnisse der Varianzanalyse über Studium und Argumentform mit Messwiederholungen auf dem zweiten Faktor. Es besteht ein signifikanter Interaktionseffekt zwischen Studium und Argumentform. Dieser ist in Abbildung 3 graphisch dargestellt.

Psychologiestudierende unterscheiden sich in den relativen Lösungshäufigkeiten der vier Argumentformen signifikant von Studierenden der Naturwissenschaften ( $p < .001$ ). Dem Interaktionsdiagramm ist zu entnehmen, dass Studierende naturwissenschaftlicher Fächer besonders in den invaliden Formen hohe Leistungen erzielen. Während diese auch beim MP leicht besser abschneiden, besteht beim MT zwischen den beiden Stichproben kein Unterschied in den mittleren Lösungswahrscheinlichkeiten.

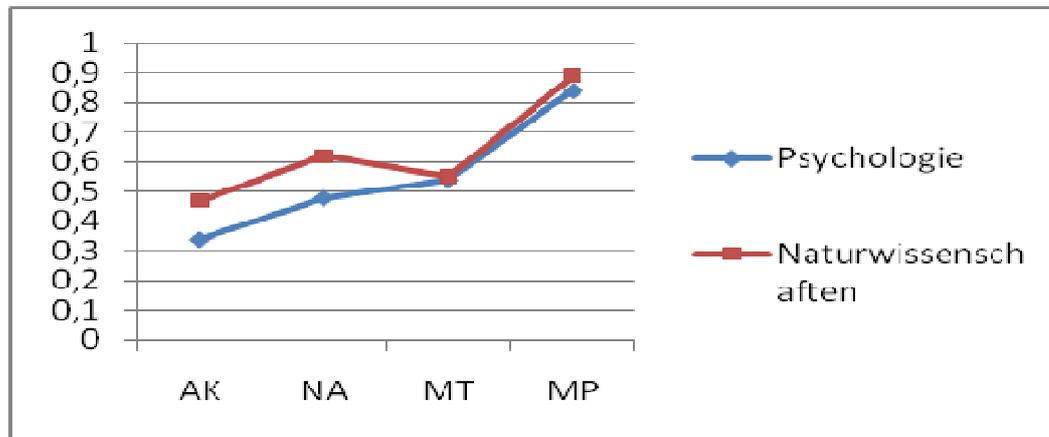
**Tabelle 6:** *Mittlere Lösungswahrscheinlichkeiten und Standardabweichungen je Argumentform für die Studienrichtungen Psychologie und Naturwissenschaften*

Studium	Argumentform	MW	SD
Psychologie	AK	0,34	0,28
	NA	0,48	0,30
	MT	0,54	0,27
	MP	0,84	0,22
Naturwissenschaften	AK	0,46	0,33
	NA	0,62	0,31
	MT	0,55	0,28
	MP	0,89	0,19

**Tabelle 8:** *Tafel der Varianzanalyse mit Messwiederholungen über Argumentform als Innersubjekt- und Studium als nicht wiederholter Zwischensubjektfaktor, korrigierte Freiheitsgrade unter Abschätzung der Sphärizität nach Greenhouse-Geisser ( $\hat{\epsilon} = 0,70$ )*

Quelle	SS	df	MS	F	p
<b>zwischen den Vpn</b>					
Studium	3,05	1	3,05	28,50	<.001
Fehler (Studium)	51,97	485	0,11		
<b>innerhalb der Vpn</b>					
Argumentform	49,77	2,11	23,61	243,08	<.001
Argumentform x Studium	1,42	2,11	0,67	6,93	.001
Fehler (Argumentform)	99,30	1022,45	0,10		

**Abbildung 3:** Interaktionsdiagramm Studium  $\times$  Argumentform, abhängige Variable = mittlere Lösungswahrscheinlichkeit je Argumentform (maximal 1)



### 10.3.2. Vergleich von Antwortmustern nach Inhalt und Negation je Studienrichtung

Es werden weiters Varianzanalysen über Studium und Inhalt sowie über Studium und Negation mit jeweiligen Messwiederholungen auf dem zweiten Faktor gerechnet. Es ergeben sich keine signifikanten Interaktionseffekt.

Die Haupteffekte Studium ( $F=28,50$ ,  $p < .05$ ) und Inhalt ( $F=58,71$ ,  $p < .05$ ), sowie Studium ( $F=26,56$ ,  $p < .05$ ) und Negation ( $F=210,75$ ,  $p < .05$ ) erweisen sich als signifikant. In beiden Studienrichtungen sind konkrete leichter als kontrafaktische und diese wiederum leichter als abstrakte Aufgaben ( $p < .05$ ). Negierte Aufgaben sind in beiden Populationen schwieriger als unnegierte ( $p < .05$ ).

Studierende der Naturwissenschaften weisen sowohl bei Inhalt als auch bei Negation als Innersubjektfaktor höhere mittlere Lösungswahrscheinlichkeiten auf als Studierende der Psychologie (mittlere Differenz = 0,08,  $p < .05$ ). Dies ist in Tabelle 9 und Tabelle 10 ersichtlich. Tabelle 9 zeigt die mittleren Lösungswahrscheinlichkeiten der Inhaltsformen, Tabelle 10 die mittleren Lösungswahrscheinlichkeiten der negierten und unnegierten Aufgaben je Studienrichtung. Dabei ist zu erkennen, dass Naturwissenschaftsstudierende besser als Psychologiestudierende abschließen, wenn dieselben Inhalts- bzw. Negationsformen miteinander verglichen werden.

**Tabelle 9:** *Mittlere Lösungswahrscheinlichkeiten und Standardabweichungen je Inhaltsform für die Studienrichtungen Psychologie und Naturwissenschaften*

Studium	Inhalt	MW	SD
Psychologie	konkret	0,56	0,18
	abstrakt	0,47	0,16
	kontrafaktisch	0,52	0,18
Naturwissenschaften	konkret	0,66	0,21
	abstrakt	0,55	0,21
	kontrafaktisch	0,59	0,21

**Tabelle 10:** *Mittlere Lösungswahrscheinlichkeiten und Standardabweichungen je negierte und unnegierte Aufgaben für die Studienrichtungen Psychologie und Naturwissenschaften*

Studium	Negation	MW	SD
Psychologie	unnegiert	0,57	0,16
	negiert	0,47	0,15
Naturwissenschaften	unnegiert	0,64	0,19
	negiert	0,56	0,19

#### 10.4. Zusammenhang zwischen Studienwahl, Klassenzugehörigkeit und Geschlecht

Um zu sehen, ob Studierende der Psychologie bzw. der Naturwissenschaften in einer Klasse häufiger vertreten sind als dies aufgrund eines Wahrscheinlichkeitsmodells zu erwarten wäre, wird eine Konfigurationsfrequenzanalyse (KFA) erster Ordnung gerechnet. Berücksichtigt wird dabei der Umstand, dass innerhalb der Psychologiestudierenden Frauen mit 75 Prozent häufiger vertreten sind als bei Studierenden der Naturwissenschaften, wo der Frauenanteil mit 50,9 Prozent ausgeglichener ist. Da sich Männer und Frauen nicht gleichförmig auf die beiden Studienrichtungen aufteilen ( $\chi^2_{1, n=487} = 25.1, p < .001$ ), wird die Variable Geschlecht zusätzlich in die Berechnung miteinbezogen. Mit der systematischen Variation von Geschlecht, Studium und Klasse ergeben sich 16 Zellen. Mittels KFA erster Ordnung sollen lokale Abhängigkeiten zwischen den drei Variablen überprüft werden. Die Ergebnisse der KFA erster Ordnung sind in Tabelle 11 ersichtlich. Demnach besteht keine Unabhängigkeit zwischen den Variablen ( $\chi^2_{10, n=487} = 59.35, p < .001$ ). Die Variablenkonfigurationen 111 und 422 werden als Typ, Variablenkonfiguration 312 als

Antityp identifiziert. Typen stehen für eine über- und Antitypen für eine unterfrequentierte Zelle. Das Variablenmuster 111 zeigt daher an, dass mehr weibliche Psychologiestudentinnen als erwartet der Klasse 1 angehören. Nach Variablenmuster 422 gehören wiederum mehr männliche Naturwissenschaftsstudenten als erwartet der Klasse 4 an. Variablenmuster 312 bildet als Antityp ab, dass weniger männliche Naturwissenschaftsstudenten als erwartet der Klasse 3 angehören.

**Tabelle 11:** Zusammenhang zwischen Klassenzugehörigkeit, Studium und Geschlecht: Ergebnisse der KFA erster Ordnung, Bonferroni-korrigiertes  $\alpha=.003$

Klasse	Studium	Geschlecht	Variablenmuster	Häufigkeiten		Statistik
			K x S x G	beobachtet	erwartet	p(z)
K 1	P	w	<b>111</b>	<b>35</b>	<b>18,97</b>	<b>.000<sup>T</sup></b>
		m	112	9	13,22	.093
	NW	w	121	30	37,02	.055
		m	122	21	25,80	.116
K 2	P	w	211	28	20,17	.018
		m	212	13	14,05	.374
	NW	w	221	37	39,36	.300
		m	222	23	27,43	.142
K 3	P	w	311	48	41,53	.093
		m	<b>312</b>	<b>16</b>	<b>28,94</b>	<b>.002<sup>A</sup></b>
	NW	w	321	73	81,05	.081
		m	322	71	56,48	.003
K 4	P	w	411	12	16,57	.091
		m	412	4	11,55	.006
	NW	w	421	24	32,34	.022
		m	<b>422</b>	<b>43</b>	<b>22,54</b>	<b>.000<sup>T</sup></b>

*Anmerkungen.* P=Psychologie, NW=Naturwissenschaften, w=weiblich, m=männlich; Die Variablenmuster repräsentieren die systematische Kombination der 3 kategorialen Variablen: K=Klassenzugehörigkeit (1=Klasse 1, 2=Klasse 2, 3=Klasse 3, 4=Klasse 4), S=Studium (1=Psychologie, 2=Naturwissenschaften), und G=Geschlecht (1=weiblich, 2=männlich); Aufschriften markieren Typen (T) und Antitypen (A).

### 10.5. Zusammenhang zwischen Information, Kompetenzeinschätzung und Klasse

Die Einschätzung der Wichtigkeit des schlussfolgernden Denkens als Kompetenz zur erfolgreichen Bewältigung des Studiums wurde auf einer 4-stufigen Intervallskala erhoben. Da jedoch nur drei Personen (0,6%) der Stichprobe schlussfolgerndes Denken für nicht wichtig bzw. weniger wichtig halten, wird die 4-stufige Intervallskala zu 2 Kategorien (wichtig vs. sehr wichtig) zusammengefasst. Die drei Personen werden der Kategorie „wichtig“ zugeordnet. Somit befinden sich in der Kategorie „wichtig“ 106 und

in der Kategorie „sehr wichtig“ 375 Personen (N=481). Außerdem werden jene Personen, die angaben, sich der Teilnahme an einer Studieninformation nicht mehr sicher zu sein (n=19), zu jenen gezählt, die eine Teilnahme verneinen (n=331). Insgesamt geben 132 Personen an, an einem Online-Test, einem Selfassessment bzw. einer Beratung vor Studienbeginn teilgenommen zu haben (N=482). Tabelle 12 zeigt die Häufigkeiten der Studierenden, die an einer Studienberatung teilgenommen bzw. nicht teilgenommen haben, ihre Kompetenzeinschätzung des schlussfolgernden Denkens und die Klasse, der sie mittels Mixed Rasch Models zugeteilt wurden.

**Tabelle 12:** Kreuztabelle Teilnahme an Studienberatung x Klassenzugehörigkeit x Kompetenzeinschätzung

Studienberatung	Klasse	Kompetenzeinschätzung		gesamt
		Wichtig	Sehr wichtig	
teilgenommen	Klasse 1	8	12	57
	Klasse 2	7	22	29
	Klasse 3	8	59	20
	Klasse 4	2	22	24
	gesamt	25	105	130
nicht teilgenommen	Klasse 1	16	57	148
	Klasse 2	17	52	69
	Klasse 3	34	114	73
	Klasse 4	14	42	56
	gesamt	81	265	346

Um zu untersuchen, ob die Klassenzugehörigkeit mit der Inanspruchnahme von Studieninformation sowie der Einschätzung der Wichtigkeit schlussfolgernden Denkens zusammenhängen, wird eine Konfigurationsfrequenzanalyse (KFA) gerechnet. Das Modell erweist sich als nicht signifikant ( $\chi^2_{10, n=476} = 10,80$ , ns.). Demnach sind die Variablen Studienberatung, Kompetenzeinschätzung und Klassenzugehörigkeit voneinander unabhängig.

## 11. Diskussion

Ziel der vorliegenden Studie war die Replikation und Erweiterung der Studie von Spiel et al. (2001, 2004), welche die Kompetenzen im schlussfolgernden Denken im Übergang vom konkreten zum formalen Stadium nach Piaget behandelte. Im Folgenden werden die vier Klassen, die in der vorliegenden Studie extrahiert werden konnten, inhaltlich interpretiert. Die 4-Klassenlösung wird vor allem im Hinblick auf die Vorgängerstudie von Spiel et al. (2001, 2004) und weiterer vorhergehender Literatur besprochen. Es wird auf die einzelnen Hypothesen eingegangen. Einer Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse der Arbeit folgt ein Ausblick, was zukünftige Forschung leisten sollte.

### 11.1. Interpretation der Klassen als Entwicklungsstadien nach Piaget

Unter der Berechnung von Mixed-Rasch Modellen ist es gelungen, aus der Stichprobe von 482 Studentinnen und Studenten vier Klassen zu extrahieren, die sich durch qualitativ unterschiedliche Fähigkeiten im schlussfolgernden Denken auszeichnen. Jeder Klasse liegt dabei eine eindimensionale Fähigkeit zum schlussfolgernden Denken zugrunde, wodurch quantitative Vergleiche innerhalb der Klasse gültig sind. Die Zuordnung der Personen zu den einzelnen Klassen ist mit einer mittleren Zuordnungswahrscheinlichkeit von 0,925 ( $SD=0,03$ ) recht hoch. Sowohl qualitative als auch quantitative Unterschiede werden mit dem Modell der 4-Klassen Lösung gut abgebildet. Im Folgenden wird die 4-Klassenlösung theoriegeleitet dargestellt und interpretiert.

Der SDV, der zur Erhebung der Kompetenzen im schlussfolgernden Denken eingesetzt wurde, hat seine theoretische Fundierung in der kognitiven Entwicklungstheorie Piagets. Dies ermöglicht die Zuordnung verschiedener Antwortmuster, durch die sich die einzelnen Klassen auszeichnen, zu Entwicklungsstadien bzw. Übergangsstadien zwischen dem konkreten und dem formalen Stadium. Die inhaltliche Rangreihung der Klassen erfolgt somit theoriegeleitet. Klasse 1 bildet die am geringsten und Klasse 4 die am höchsten entwickelten Kompetenzen im schlussfolgernden Denken ab. Klasse 1 wird nach der kognitiven Entwicklungstheorie Piagets dem konkret-operationalen Stadium

zugeordnet. Ausschlaggebend dafür ist das bikonditionale Antwortmuster der Personen in Klasse 1. In Klasse 2 löst sich das bikonditionale Antwortmuster allmählich auf, ist jedoch noch stark inhaltsabhängig. Klasse 2 wird daher als Übergangsstadium 1 bezeichnet. In Klasse 3 geht der Einfluss des Inhalts auf die Lösungswahrscheinlichkeit der Items zurück. Ein Leistungsabfall beim MT deutet zudem auf einen Entwicklungsfortschritt im schlussfolgernden Denken hin. Klasse 3 wird somit als Übergangsstadium 2 bezeichnet. Klasse 4 zeigt sehr hohe Lösungswahrscheinlichkeiten sowohl bei den invaliden Aufgaben als auch beim MP. Ein Leistungsabfall beim MT deutet wiederum auf einen Entwicklungsfortschritt hin. Klasse 4 wird daher dem Übergangsstadium 3 zugeordnet.

Im Anschluss wird auf die einzelnen Klassen und deren Zuordnung zu Entwicklungs- und Übergangsstadien zwischen konkretem und formalem Stadium näher eingegangen.

### **Klasse 1 (Konkret-operationales Stadium)**

Klasse 1 zeichnet sich dadurch aus, dass die invaliden Formen AK und NA nicht gelöst werden können. Lediglich die Aufgaben NA\_ko\_un (NA=konkret und unnegiert) und NA\_ko\_n (NA=konkret und negiert) liegen mit einer mittleren Lösungswahrscheinlichkeit von je 0,43 leicht über der Ratewahrscheinlichkeit, die bei 3 Antwortmöglichkeiten bei einem Wert von 0,33 liegt. Hingegen werden bei den validen Formen MT und MP gute Leistungen erzielt. Während beim MT die mittleren Lösungswahrscheinlichkeiten noch vor allem in Hinblick auf die Negation variieren (unnegierte Aufgaben sind leichter als negierte), werden die MP Aufgaben nahezu perfekt gelöst.

Klasse 1 wird aufgrund des beschriebenen Antwortmusters dem konkret-operationalen Stadium zugeordnet. Dies stimmt mit der Theorie überein, wonach in diesem Stadium die validen, jedoch nicht die invaliden Aufgaben gelöst werden können (Schröder, 1995). Für die Lösung der invaliden Aufgaben ist die Kompetenz zum hypothetisch-deduktiven Schlussfolgern Voraussetzung. Personen im konkret-operationalen Stadium erfüllen diese Voraussetzung jedoch noch nicht (Byrnes & Overton, 1986; Schröder 1989). Vielmehr sind sie der Wirklichkeit verhaftet und ordnen das Mögliche dieser unter (Piaget, 1972).

Ein bikonditionales Antwortmuster bei syllogistischen Aufgaben ist demnach bezeichnend für Personen, die sich im Stadium der konkreten Operationen befinden.

### **Klasse 2 und Klasse 3 (Übergangsstadien 1 und 2)**

In den Klassen 2 und 3 wird die Lösung der invaliden Aufgaben allmählich möglich. In Klasse 2 ist dies noch stark inhaltsabhängig. Während Personen der Klasse 2 invalide Aufgaben mit konkretem Aufgabeninhalt schon lösen, versagen sie bei invaliden Aufgaben mit abstraktem und kontrafaktischem Aufgabeninhalt. Hier liegt die mittlere Lösungswahrscheinlichkeit mit 0,19 (SD=0,06) unter der Ratewahrscheinlichkeit. Auffallend ist zudem die geringe mittlere Lösungswahrscheinlichkeit bei validen Aufgaben mit konkretem Aufgabeninhalt. Beim MT trifft dies auch auf Aufgaben mit kontrafaktischem Aufgabeninhalt und Negation im Antezedenten zu. In Klasse 3 ist der Einfluss des Inhalts auf die mittleren Lösungswahrscheinlichkeiten nicht mehr so stark ausgeprägt. Während sowohl bei NA Aufgaben mit abstraktem und kontrafaktischem Inhalt als auch beim MP mit konkretem Inhalt ein Leistungsanstieg zu beobachten ist, fallen die mittleren Lösungswahrscheinlichkeiten bei AK Aufgaben mit konkretem Inhalt und bei MT Aufgaben mit abstraktem und kontrafaktischem Inhalt im Durchschnitt geringer aus.

Der Umstand, dass sowohl in Klasse 2 als auch in Klasse 3 die Lösung mancher invalider Aufgaben möglich wird, spricht für einen Entwicklungsfortschritt im schlussfolgernden Denken. Klasse 2 und Klasse 3 grenzen sich mit ihren Antwortmustern damit deutlich von Klasse 1 ab. Da die Lösung invalider Aufgaben jedoch mitunter noch erheblich vom Inhalt abhängig ist und nicht mit einer notwendig hohen Wahrscheinlichkeit passiert, können sie nicht dem Stadium der formalen Operationen zugeteilt werden. Sie bilden vielmehr Zwischenstadien ab, die den Übergang vom konkreten zum formalen Stadium beschreiben. Den Antwortmustern zufolge wird Klasse 2 als Übergangsstadium 1 und Klasse 3 als Übergangsstadium 2 bezeichnet. Dies stimmt mit der Theorie überein, wonach der Fortschritt im schlussfolgernden Denken mit einem schwindenden Effekt des Inhalts einhergeht (Markovits und Vachon, 1990). Zudem lässt ein Leistungsabfall beim MT auf einen Entwicklungsfortschritt schließen (Byrnes & Overton, 1986; Markovits & Vachon, 1990; O'Brien & Overton, 1982; Romain et al., 1983; Spiel et al., 2004). Klasse

3 zeigt im Vergleich zu Klasse 2 sowohl allgemein inhaltsunabhängigere Leistungen als auch schlechtere Leistungen beim MT. Beides sind Anzeichen für einen Entwicklungsfortschritt. Daher wird Klasse 3 im Vergleich zu Klasse 2 als fortgeschritteneres Übergangsstadium gewertet.

#### **Klasse 4 (Übergangsstadium 3)**

Klasse 4 zeichnet sich durch hohe Lösungswahrscheinlichkeiten bei den invaliden Aufgaben und beim MP aus. Beim MT werden jedoch sowohl innerhalb der Klasse verglichen mit anderen Argumentformen als auch im Klassenvergleich die schlechtesten Leistungen erzielt.

Klasse 4 stellt mit ihrem Antwortmuster ein Entwicklungsstadium dar, das typisch für das Übergangsstadium ist, das Markovits als „intermediate“ bezeichnet (1984). Demnach werden sowohl die invaliden Aufgaben als auch der MP richtig beantwortet, während der MT weniger gut gelöst wird. Auch Spiel et al. (2004) fanden eine solche Klasse, die sie als „Übergangsstadium 2“ bezeichneten. Der Unterschied zu der Vorgängerstudie ist jedoch, dass in der Klasse 4, wie sie in der vorliegenden Studie extrahiert wurde, wesentlich höhere mittlere Lösungswahrscheinlichkeiten sowohl für die invaliden Formen und den MP als auch für den MT erzielt werden. Während in Gößlers (2001) „Übergangsstadium 2“ bei den invaliden Formen und beim MP im Durchschnitt eine mittlere Lösungswahrscheinlichkeit von 0,68 (SD=0,118) erzielt wurde, liegt sie in der Klasse 4 bei 0,88 (SD=0,078).

Aufgrund der hohen mittleren Lösungswahrscheinlichkeit bei den invaliden Aufgaben und beim MP sowie der geringeren Lösungswahrscheinlichkeit beim MT wird Klasse 4 dem Übergangsstadium 3 zugeteilt. Dabei erfolgte die Abgrenzung zum formal-operatorischen Stadium nach Piaget (1972) aufgrund der Leistungen beim MT, die im Klassenvergleich die schlechtesten waren. Das Stadium der formalen Operationen zeichnet sich dadurch aus, dass hypothetisch-deduktives Schließen möglich wird, wobei die Wirklichkeit erstmals dem Möglichen untergeordnet wird (Piaget, 1972). Erst in diesem Stadium ist die systematische Kombination aller Elemente und somit die Bildung aussagenlogischer Hypothesen möglich (Inhelder & Piaget, 1977). Für eine Klasse, die

dem formal-operatorischen Stadium zuordenbar ist, wird die richtige Beantwortung aller Aufgaben des SDV, und zwar über alle Argumentformen, Inhaltsformen und über alle negierten und unnegierten Aufgaben erwartet (Spiel et al., 2004). Aufgaben und Formen sollen also unabhängig von Inhalt und Negation gelöst bzw. mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit gelöst werden. Die in der vorliegenden Untersuchung extrahierte Klasse 4 erfüllt die Bedingung, dass hohe Lösungswahrscheinlichkeiten unabhängig von Inhalt und Negation auftreten sollen. Jedoch zeigt sie mit einem Leistungseinbruch beim MT, dass Aufgaben nicht unabhängig von ihrer Argumentform gelöst werden. Aufgrund dieses Antwortmusters kann Klasse 4 nicht dem Stadium der formalen Operationen zugeordnet werden. Klasse 4 wird mit der Zuordnung zum Übergangsstadium 3 als jenes Stadium interpretiert, das dem formalen Stadium knapp vorangeht. Klasse 4 ist somit den Klassen 2 und 3, die vorangehende Übergangsstadien abbilden, in ihren Kompetenzen zum schlussfolgernden Denken überlegen. Dies zeigt sich auch darin, dass jene 15 Personen, die alle 32 Aufgaben lösen konnten, zu jener Klasse 4 zugeordnet wurden.

### **11.2. Vergleich der 4-Klassenlösung mit jener von Spiel et al. (2001, 2004)**

Während Spiel et al. (2001, 2004) in ihrer Stichprobe von Gymnasialschülerinnen und -schülern der 7. bis 12. Schulstufe insgesamt drei Klassen extrahierten, die unterschiedliche Kompetenzen im schlussfolgernden Denken abbilden, wurden in der vorliegenden Arbeit insgesamt vier Klassen extrahiert. Dabei bildet Klasse 1 analog zur Vorgängerstudie das konkret-operatorische Stadium nach Piaget (1972) ab, während Klasse 2 und Klasse 3 ebenso wie in der Vorgängerstudie als Übergangsstadien zwischen dem konkreten und dem formalen Stadium identifiziert werden können. Die Replikation der Studie von Spiel et al. (2001, 2004) ist insofern gelungen, als vier Klassen extrahiert wurden, von denen insgesamt drei analog zur Vorgängerstudie dem konkreten Stadium, dem Übergangsstadium 1 und dem Übergangsstadium 2 zugeordnet werden konnten.

Es wurde weiters angenommen, dass mit der vorliegenden Stichprobe von Studentinnen und Studenten Personen anzutreffen sind, die anders als jene Gymnasialschülerinnen und -schüler der Vorgängerstudie in ihren Kompetenzen zum schlussfolgernden Denken fortgeschrittener sind. Diese Hypothese stütze sich sowohl auf das höhere Alter, als auch auf die Ausrichtung mancher Studierender auf naturwissenschaftliche Fächer. Die

Annahme, dass jene zusätzliche vierte Klasse dem Stadium der formalen Operationen nach Piaget (1972) zugeordnet werden kann, hat sich jedoch nicht bestätigt. Dennoch bildet jene zusätzliche Klasse 4 ein fortgeschritteneres Übergangsstadium ab, als jene 3 Klassen, die Spiel et al. (2001, 2004) extrahiert haben. In der vorliegenden Stichprobe konnten also im Vergleich zur Stichprobe der Vorgängerstudie durchaus fortgeschrittenere Kompetenzen im schlussfolgernden Denken identifiziert werden, wenngleich auch ein Stadium der formalen Operationen nicht identifiziert werden konnte.

### **11.3. Zusammenhang zwischen Studienwahl und Kompetenz im schlussfolgernden Denken**

Studierende der Naturwissenschaften weisen im Durchschnitt höhere Kompetenzen im schlussfolgernden Denken auf als Studierende der Psychologie. Das Ergebnis bestätigt die Hypothese, wonach sich Studierende der Psychologie von jenen der Naturwissenschaften in ihrer Kompetenz zum schlussfolgernden Denken unterscheiden. Es spiegelt weiters die Annahme wieder, dass vor allem Personen mit naturwissenschaftlicher Ausrichtung das Stadium der formalen Operationen erreichen (vgl. Inhelder & Piaget, 1977). Auch spiegeln die Ergebnisse der vorliegenden Studie jene der TOSCA-Studie wieder, wonach Naturwissenschaftsstudierende besonders günstige Profile bezüglich kognitiver Fähigkeiten aufweisen (vgl. Nagy, 2006, zitiert nach Trautwein, Lüdke, Nagy, Husemann & Köller, 2010).

Der Unterschied in der Kompetenz zum schlussfolgernden Denken bei Personen verschiedener Studienrichtungen zeigt sich vor allem dann, wenn man die Aufteilung Studierender in den Klassen 1 und 4 betrachtet. Studierende der Psychologie sind innerhalb ihrer Studienrichtung häufiger in der Klasse 1 (= konkret-operationales Stadium) und weniger häufig in der Klasse 4 (= fortgeschrittenes Übergangsstadium 3) vertreten als Studierende der Naturwissenschaften. Ein Vergleich der beiden Studienrichtungen über alle Argumentformen im SDV ergibt, dass Naturwissenschaftsstudierende vor allem bei den invaliden Formen AK und NA besser abschneiden als Psychologiestudierende. Dies zeugt von höheren Kompetenzen im schlussfolgernden Denken bei Naturwissenschaftsstudierenden. Studierende der Naturwissenschaften erzielen überdies bei allen Inhaltsformen bessere Leistungen als jene

der Psychologie. Sowohl negierte als auch unnegierte Aufgaben zum schlussfolgernden Denken werden von Studierenden der Naturwissenschaften mit einer durchschnittlich höheren Wahrscheinlichkeit gelöst als von Studierenden der Psychologie. Für höhere Kompetenzen im schlussfolgernden Denken bei Naturwissenschaftsstudierenden spricht auch das Ergebnis, wonach innerhalb der untersuchten Stichprobe all jene Studierende, die alle Items des SDV lösen konnten, naturwissenschaftlichen Studienrichtungen angehörten. Dieser Umstand ist umso interessanter, wenn man bedenkt, dass die Studierenden bei der Erhebung erst ganz am Anfang ihres Studiums standen. Die Lehre im Studium kann also kaum als kausale Erklärung für diese Ergebnisse herangezogen werden. Sowohl das naturwissenschaftliche Interesse als auch das (dadurch) ausgeprägte Wissen trägt wohl dazu bei, dass Studierende, die sich für naturwissenschaftliche Fächer inskribieren, schon zu Studienanfang höhere Kompetenzen im schlussfolgernden Denken aufweisen als Studierende der Psychologie. Auch der Selbstselektion im Vorfeld der Studienentscheidung wird dabei eine Rolle zukommen. Zwar ist wissenschaftliches Arbeiten und somit die Kompetenz zum hypothetisch-deduktiven Schlussfolgern für beide Studienrichtungen relevant, dies wird jedoch für das Studium der Psychologie nicht in dem Ausmaß wie für andere naturwissenschaftliche Fächer kommuniziert. Die Überlegung, dass sich schlussfolgerndes Denken bei jenen Personen, die sich schon vor dem Studium für die Naturwissenschaften interessieren, in einem größeren Ausmaß entwickelt, ist vor allem für die Bildungspsychologie der Sekundarstufe interessant. Fragen hierzu sind etwa, wie man Interesse an Naturwissenschaften fördert bzw. deren Relevanz für ein breites Spektrum an Studienrichtungen kommuniziert.

### **Der Einfluss des Geschlechts**

Studierende unterscheiden sich in ihrer Kompetenz zum schlussfolgernden Denken nicht nur in Abhängigkeit vom Studienfach. Zumindest in den Klassen 1, 3 und 4 variiert diese auch in Abhängigkeit vom Geschlecht. Weibliche Studierende der Psychologie befinden sich vermehrt im Stadium der konkreten Operationen und weisen somit geringere Kompetenzen im schlussfolgernden Denken auf als etwa männliche Studierende der Psychologie. Dagegen befinden sich männliche Studierende der Psychologie vermehrt im Übergangsstadium 2. Männliche Studierende der Naturwissenschaften befinden sich wiederum typischerweise im Übergangsstadium 3 und weisen somit höhere Kompetenzen

im schlussfolgernden Denken auf. Dass die Studienwahl mit dem Geschlecht konfundiert ist, zeigt sich in der geschlechtsspezifischen Studienwahl. Im Studienfach Psychologie sind Männer unterrepräsentiert, in den Naturwissenschaften ist die Geschlechterverteilung hingegen nicht zuletzt wegen des Miteinbezugs von Lehramtsstudierenden ausgewogen. Eine Interpretation, wonach rein das Geschlecht für einen Kompetenzunterschied im schlussfolgernden Denken ausschlaggebend wäre, ist also nicht zulässig. Dafür sprechen auch die Ergebnisse der Diplomarbeit von Gößler (2001), der in seiner Stichprobe von Schülerinnen und Schülern keine Geschlechtsunterschiede im Schlussfolgernden Denken feststellen konnte. Eine generelle Aussage über Geschlechtsunterschiede im schlussfolgernden Denken kann in der vorliegenden Arbeit nicht getroffen werden.

#### **11.4. Die Rolle der Studieninformation**

Die Inanspruchnahme von Studieninformation hat keinen Einfluss auf die Bewertung der Kompetenz im schlussfolgernden Denken für die erfolgreiche Bewältigung des gewählten Studienfachs. Auch zeigt sich kein Zusammenhang zwischen der Inanspruchnahme von Studieninformation und der Kompetenz im schlussfolgernden Denken im Sinne eines Selektionseffektes. Bis auf drei Studierende schätzte jede bzw. jeder die Kompetenz im schlussfolgernden Denken als wichtig bzw. sehr wichtig für die erfolgreiche Bewältigung des gewählten Studienfachs ein. Mit 151 Studierenden nahmen zudem nur ca. 31 Prozent der Gesamtstichprobe eine Studienberatung in Anspruch. Jedoch bildet sich ein Trend ab, wonach die Inanspruchnahme von Studienberatung mit einer erhöhten Wichtigkeitseinschätzung des schlussfolgernden Denkens für das gewählte Studienfach einhergeht. Während jene Studierende, die nicht an einer Studienberatung teilgenommen haben, die Kompetenz im schlussfolgernden Denken mit ca. 77 Prozent als sehr wichtig einschätzen, sind es bei Studierenden mit Studienberatung ca. 80 Prozent. In der Klasse 4 zeigt sich dieser Trend deutlicher. Hier beurteilen 88 Prozent der Studierenden mit Studienberatung schlussfolgerndes Denken als sehr wichtig, während jene ohne Studienberatung schlussfolgerndes Denken mit ca. 75 Prozent als sehr wichtig einschätzen. Zukünftige Studien sollten Faktoren, welche die Passung zwischen Studierenden und gewähltem Studienfach erhöhen, differenziert untersuchen. In der vorliegenden Arbeit kann lediglich ein minimaler Trend zur Erhöhung der Passung zwischen Studierendenprofil und Studienanforderungen durch die Inanspruchnahme von

Studieninformation beobachtet werden. Es ist jedoch nicht klar, wodurch sich Personen, die Studienberatung in Anspruch nehmen, von jenen, die dies nicht tun, unterscheiden. Womöglich nehmen im Vergleich zu Personen ohne Studienberatung nur jene Personen an Studienberatungen teil, die sich ihrer Studienwahl nicht sicher sind. Jene ohne Studienberatung sind sich ihrer eigenen Kompetenzen und den Anforderungen im Studium womöglich ohnehin sicher. Damit würde die Inanspruchnahme von Studienberatung sehr wohl die Passung zwischen Studierenden und gewähltem Studienfach erhöhen, jedoch nur bei Personen, die diese selbstinitiiert auch in Anspruch nehmen. Studienberatung mache somit nur bei einem Teil der Studierenden Sinn. Nichts desto trotz wird der Studienberatung gerade in aktuellen politischen Bildungsdebatten eine große Bedeutung zugesprochen. Vor Studienbeginn im Wintersemester 2011/2012 sollen in Österreich möglichst viele Studierende an einer Studienberatung teilgenommen haben. Studienchecker.at ist ein Informationsdienst zur Studienberatung des Bundesministerien für Unterricht, Kunst und Kultur sowie für Wissenschaft und Forschung. Das Projekt „Studienchecker“ richtet sich an Jugendliche der Vorkurs- bzw. Maturaklassen und hat zum Ziel, Jugendliche bei ihrer Studienwahl zu unterstützen. So soll etwa die Ausbildungs- und Studienwahl besser den eigenen Neigungen und Kompetenzen angepasst werden können.

### **11.5. Zusammenfassende Diskussion und Ausblick**

Ziel der vorliegenden Studie war es, die Ergebnisse der Studie von Spiel et al. (2001, 2004) zu replizieren und zu erweitern. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit bestätigen, dass der Übergang vom konkreten zum formalen Stadium in kleineren Schritten erfolgt, als von Piaget angenommen (Spiel et al., 2004). Es werden neben dem konkret-operationalen Stadium drei Übergangsstadien identifiziert, wobei Personen des ersten Übergangsstadiums inhaltsabhängigere Leistungen zeigen als Personen des zweiten Übergangsstadiums. Im Übergangsstadium 2 nimmt der Einfluss des Inhalts auf die Leistung im schlussfolgernden Denken ab. Dies zeugt von einem Entwicklungsfortschritt. Mit dem Übergangsstadium 3 konnte zusätzlich zu den replizierten (Zwischen-)Stadien der Vorgängerstudie ein fortgeschrittenes Stadium identifiziert werden, welches sich direkt am Übergang zum formalen Stadium befindet. Dabei zeigt sich der Einfluss der Studienwahl derart, dass Studierende der Naturwissenschaften höhere Kompetenzen im

schlussfolgernden Denken aufweisen als Studierende der Psychologie. Studierende der Psychologie gehören im Vergleich zu Naturwissenschaftsstudierenden innerhalb ihres Studienfachs zu einem größeren Anteil dem konkreten Stadium an, während Studierende der Naturwissenschaften im Vergleich zu Psychologiestudierenden innerhalb ihres Studienfachs einen größeren Anteil im Übergangsstadium 3 ausmachen. Implikationen dieser Ergebnisse sind vor allem in Hinblick auf die Frage zu ziehen, wer prinzipiell das Potential zur Erreichung des formalen Studiums aufweist. Die vorliegende Studie zeigt, dass dies vor allem Personen mit naturwissenschaftlicher Ausrichtung sind. Interessant für weitere Studien zu diesem Thema ist, wie sich die Kompetenz zum schlussfolgernden Denken im Studienverlauf entwickelt. Weiters sollte untersucht werden, ob die Kompetenz im schlussfolgernden Denken mit dem Studienerfolg korreliert. Dies interessiert besonders in Bezug auf den Einsatzes des SDV im Rahmen einer Studierendenselektion.

### III) Zusammenfassung

Die vorliegende Studie behandelt analog der Vorgängerstudie von Spiel et al. (2001, 2004) den Übergang vom konkreten zum formalen Stadium sensu Piaget (1972). Ziel der vorliegenden Arbeit war die Replikation und Erweiterung dieser Ergebnisse. Dazu wurde die Kompetenz im schlussfolgernden Denken bei insgesamt 482 Studierenden der Psychologie und Naturwissenschaften der Universität Wien mittels des SDV (schlussfolgerndes Denken verbal) erhoben. Die Studierenden befanden sich zum Erhebungszeitpunkt noch am Anfang ihres Studiums. Das Erhebungsinstrument hat seine theoretische Fundierung in der Entwicklungstheorie Piagets und setzt sich in seiner aktuellsten Form aus 32 syllogistischen Aufgaben zusammen, die theoriegeleitet in ihrer Form, ihrem Inhalt und der Negation variieren. Konditionale Syllogismen setzten sich im SDV jeweils aus einer Hauptprämisse der Form „wenn p, dann q“ und einer Unterprämisse zusammen, aufgrund derer eine Schlussfolgerung getroffen werden soll. In einer Vorgängerstudie (Spiel et al., 2001, 2004) konnten mittels Vorgabe des SDV und unter Anwendung von Mixed-Rasch Modellen Gymnasialschülerinnen und -schüler verschiedener Altersstufen zu Klassen zugeordnet werden, die den Übergang vom konkreten zum formalen Stadium nach Piaget darstellen. Dabei unterscheiden sich die Klassen qualitativ in der Kompetenz zum schlussfolgernden Denken, während innerhalb der Klassen das Rasch-Modell gilt und quantitative Unterscheidungen getroffen werden können. Die Studie wurde mit der vorliegenden Arbeit unter Verwendung eines erweiterten Aufgabenmaterials bei einer Stichprobe von Studentinnen und Studenten repliziert. Analog der Vorgängerstudie konnten Studierende zu Klassen zugeordnet werden, die unterschiedliche Entwicklungsstadien im schlussfolgernden Denken abbilden. Während die Klasse 1 dem Stadium der konkreten Operationen und Klasse 2 und 3 den Übergangsstadien 1 und 2 zugeordnet werden, wird mit der Klasse 4 bei der Stichprobe von Studienanfängerinnen und Studienanfängern zusätzlich das Übergangsstadium 3 identifiziert. Die Zuordnung der Personen zu den jeweiligen Klassen erfolgte probabilistisch aufgrund ihrer Antwortmuster. Aus der Theorie geht hervor, dass Personen im konkret-operationalen Stadium invalide Aufgaben noch nicht lösen können. Das sind jene Aufgaben, die keine eindeutigen Schlüsse zulassen. Demnach werden Personen der Klasse 1 dem Stadium der konkreten Operationen zugeteilt. Die Klasse 2

stellt ein Übergangsstadium dar, da hier die Lösung invalider Aufgaben möglich wird. Diese ist jedoch noch stark inhaltsgebunden. Die Rolle des Inhalts (im SDV werden Aufgaben mit konkretem, abstraktem und kontrafaktischem Inhalt realisiert) nimmt mit zunehmender Kompetenz im schlussfolgernden Denken ab. In Klasse 3 geht der Einfluss des Inhalts auf die Lösungswahrscheinlichkeit zurück. Diese wird daher als Übergangsstadium 2 bezeichnet. In Klasse 4 werden invalide Aufgaben unabhängig vom Inhalt gelöst. Der Leistungsabfall beim MT, bei dem Personen der Klasse 1, 2 und 3 höhere Lösungswahrscheinlichkeiten erzielen, wird als Entwicklungsfortschritt interpretiert. Eine mögliche Erklärung ist, dass Personen der Klasse 4 ihre Kompetenz beim Lösen des MTs durch die Übergeneralisierung der Unsicherheit bei invaliden Aufgaben nicht zeigen können. Die Klasse 4 wird somit dem Übergangsstadium 3 zugeordnet.

Ein Vergleich von Studierenden der Psychologie und der Naturwissenschaften zeigt, dass Naturwissenschaftsstudierende schon zu Anfang ihres Studiums im Durchschnitt höhere Kompetenzen im schlussfolgernden Denken aufweisen als Psychologiestudierende. Dies zeigt sich vor allem in den höheren Lösungswahrscheinlichkeiten für die invaliden Aufgaben. Naturwissenschaftsstudierende erlangen eher das Übergangsstadium 3, während Studierende der Psychologie innerhalb des Studienfachs zu einem größeren Anteil dem Stadium der konkreten Operationen angehören, als dies bei Studierenden der Naturwissenschaften der Fall ist. Wird die Verteilung des Geschlechts innerhalb der Studien berücksichtigt, so zeigt sich, dass in Klasse 1 Psychologiestudentinnen, in Klasse 3 Psychologiestudenten und in Klasse 4 Naturwissenschaftsstudenten überfrequentiert sind. Die Inanspruchnahme einer Studienberatung vor Studienbeginn zeigte keinen signifikanten Einfluss auf die Passung zwischen Anforderungs- und Qualifikationsprofil der Studierenden hinsichtlich ihrer Kompetenz im schlussfolgernden Denken.

Die Erhebung schlussfolgernden Denkens unter Verwendung des SDV in Zusammenhang mit der Auswertung mittels Mixed-Rasch Modellen erweist sich als erfolgreiche Methode um sowohl qualitative als auch quantitative Fähigkeiten im schlussfolgernden Denken zu erheben. Mit der Validierung durch den Studienerfolg wäre der SDV auch als ergänzende Methode der Studierendenselektion denkbar. Wichtig dabei ist die Erkenntnis, dass sich Studierende unterschiedlicher Studienrichtungen schon zu Studienbeginn in ihren Kompetenzen zum schlussfolgernden Denken unterscheiden.

#### IV) Literaturverzeichnis

- Amelang, M. & Funke, J. (2005). Entwicklung und Implementierung eines kombinierten Beratungs- und Auswahlverfahren für die wichtigsten Studiengänge an der Universität Heidelberg. *Psychologische Rundschau*, 56, 135-137.
- Brandstätter H., Farthofer, A. & Grillich, L. (2002). Studienverlauf nach Studienberatung. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 16, 15-28.
- Brandstätter H., Farthofer, A. & Grillich, L. (2006). Prognose des Studienabbruchs. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 38, 121-131.
- Bullock, M., & Sodian, B. (2000). Scientific thinking. In F.E. Weinert & W. Schneider (Eds.). *The Munich Longitudinal Study on the Genesis of Individual Competencies*. Report No.10. Munich: Max-Planck-Institute for Psychological Research.
- Bullock, M. and Ziegler, A. (1999). Scientific Reasoning: Developmental and Individual differences. In F. E. Weinert & W. Schneider (Eds) *Individual development from 3 to 12: Findings from the Munich Longitudinal Study*. Cambridge University Press.
- Bullock, M., & Sodian, B. (2003). Entwicklung des wissenschaftlichen Denkens. In W. Schneider & M. Knopf (Hrsg.), *Entwicklung, Lehren und Lernen. Zum Gedenken an Franz Emanuel Weinert* (pp. 75–91). Göttingen: Hogrefe.
- Byrnes, J. P., & Overton, W. F. (1986). Reasoning about certainty and uncertainty in concrete, causal, and propositional contexts. *Developmental Psychology*, 22, 793–799.
- Cummins, D. D. (1995). Naive theories and causal deduction. *Memory and Cognition*, 23, 646-658.
- Cummins, D. D., Lubart, T., Alksnis, O., & Rist, R. (1991). Conditional reasoning and causation. *Memory and Cognition*, 19, 274-282.
- Deutsche Gesellschaft für Psychologie (2005). Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Psychologie e.V. (DGPs) zur Auswahl von Studierenden durch die Hochschulen (vom 22. November 2004). *Psychologische Rundschau*, 56, 153–154.
- Dugan, C. M. & Revlin, R. (1990). Response options and presentation format as contributors to conditional reasoning. *Journal of Experimental Psychology*, 42, 829–848.

- Evans, J. St. B. T. (1993). The mental model theory of conditional reasoning: critical appraisal and revision. *Cognition*, 48, 1-20.
- Fischer, G. H., & Molenaar, I. W. (Eds.). (1995). *Rasch models – Foundations, recent developments, and applications*. New York: Springer.
- Flavell, J.H. & Wohlwill, J.F. (1969). Formal and functional aspects of cognitive development. In D. Elkind & J.H. Flavell (Hg.) *Studies in cognitive development*. New York: Oxford University Press.
- Gold, A. & Souvignier E. (2005). Prognose der Studierfähigkeit. Ergebnisse aus Längsschnittanalysen. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 37, 214-222.
- Göbller, H. (2001). *Untersuchung zur Entwicklung schlussfolgernden Denkens bei konditionalen Syllogismen aus einer Piagetschen Entwicklungsperspektive*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Graz.
- Inhelder, B., & Piaget, J. (1977). *Von der Logik des Kindes zur Logik des Heranwachsenden. Essay über die Ausformung der formalen operativen Strukturen*. Olten: Walter Verlag.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Johnson-Laird, P. N. (1999). Deductive reasoning. *Annual Review of Psychology*, 50, 109–135.
- Johnson-Laird, P. N., Byrne, R. M. J., & Schaeken, W. (1992). Propositional reasoning by model. *Psychological Review*, 99, 418-439.
- Johnson-Laird, P.N., Legrenzi, P., Legrenzi, M. (1972). Reasoning and a sense of reality. *British Journal of Psychology*, 63, 395-400.
- Janveau-Brennan, G. & Markovits, H. (1999). The development of reasoning with causal conditionals. *Developmental Psychology*, 35, 904–911.
- Kodroff, J. K. & Roberge, J. J. (1975). Developmental analysis of the conditional reasoning abilities of primary-grade children. *Developmental Psychology*, 11, 21–28.
- Kuhn, D. (1977). Conditional reasoning in children. *Developmental Psychology*, 13, 342–353. Leighton, 2006
- Lienert, G. A. (1968). *Die "Konfigurationsfrequenzanalyse" als Klassifikationsmethode in der klinischen Psychologie*. Paper presented at the 26. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Psychologie in Tübingen 1968.
- Markovits, H. (1984). Awareness of the “possible” as a mediator of formal thinking in conditional reasoning problems. *British Journal of Psychology*, 75, 367–376.
- Markovits, H. (1985). Incorrect conditional reasoning among adults: Competence or performance? *British Journal of Psychology*, 76, 241–247.

- Markovits, H. (1986). Familiarity Effects in Conditional Reasoning. *Journal of Educational Psychology, 78*, 492-494.
- Markovits, H., & Doyon, C. (2004). Information processing and reasoning with premises that are empirically false: Interference, working memory, and processing speed. *Memory and Cognition, 32*, 592-601.
- Markovits, H., Fleury, M.-L., Quinn, S. & Venet, M. (1998). The development of conditional reasoning and the structure of semantic memory. *Child Development, 69*, 742-755.
- Markovits, H. & Vachon, R. (1989). Reasoning with contrary-to-fact propositions. *Journal of Experimental Child Psychology, 47*, 398-412.
- Markovits, H. & Vachon, R. (1990). Conditional reasoning, representation, and level of abstraction. *Developmental Psychology, 26*, 942-951.
- Markovits, H., Venet, M., Janveau-Brennan, G., Malfait, N., Pion, N., & Vadeboncoeur, I. (1996). Reasoning in young children: Fantasy and information retrieval. *Child Development, 67*, 2857-2872.
- Meiser, T., & Klauer, K.-C. (2001). Training des deduktiven Denkens. In K. J. L. Klauer (Hrsg.), *Handbuch Kognitives Training* (pp. 211-234). Göttingen: Hogrefe.
- Moshman, D. (1977). Consolidation and stage formation in the emergence of formal operations. *Developmental Psychology, 13*, 95-100.
- Nunes, T., Bryant, P., Evans, D., Bell, D., Gardner, S., Gardner, A., & Carraher, J. (2007). The contribution of logical reasoning to the learning of mathematics in primary school. *British Journal of Developmental Psychology, 25*, 147-166.
- O'Brien, D., Costa, G., & Overton, W. F. (1986). Evaluations of causal and conditional hypotheses. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 38A*, 493-512.
- Overton, W. F., & Newman, J. L. (1982). Cognitive development: A competence-activation/utilization approach. In T. M. Field, A. Huston, H. C. Quay, L. Troll, & G. E. Finley (Eds.), *Review of human development* (pp. 217-241). New York: Wiley.
- O'Brien, D. P., & Overton, W. F. (1980). Conditional reasoning following contradictory evidence: A developmental analysis. *Journal of Experimental Child Psychology, 30*, 44-61.
- O'Brien, D. & Overton, W. F. (1982). Conditional reasoning and the competence-performance issue: A developmental analysis of a training task. *Journal of Experimental Child Psychology, 34*, 274-290.
- Overton, W. F. (1985). Scientific methodologies and the competence-moderator-performance issue. In E. D. Neimark, R. de Lisi, & J. L. Newman (Eds.), *Moderators of competence* (pp. 15-41). Hillsdale: Erlbaum.

- Overton, W. F., Ward, S. L., Noveck, I. A., Black, J., & O'Brien, D. P. (1987). Form and content in the development of deductive reasoning. *Developmental Psychology*, 23, 22-30.
- Piaget, J. (1970). *Meine Theorie der geistigen Entwicklung*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Piaget, J. (1972). *Psychologie der Intelligenz*. Olten: Walter-Verlag.
- Piaget, J. (1975a). *Das Erwachen der Intelligenz beim Kinde* (Gesammelte Werke, Bd. 1, Studienausgabe). Stuttgart: Ernst Klett Verlag.
- Piaget, J. (1975b). *Der Aufbau der Wirklichkeit beim Kinde* (Gesammelte Werke, Bd. 2, Studienausgabe). Stuttgart: Ernst Klett Verlag.
- Piaget, J. (1984). Die intellektuelle Entwicklung im Jugend- und im Erwachsenenalter. In T. Schöfthaler & D. Goldschmidt (Hrsg.), *Soziale Struktur und Vernunft. Jean Piagets Modell entwickelten Denkens in der Diskussion kulturvergleichender Forschung* (S.47-60). Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Piaget, J. (1987a). *Possibility and Necessity : Vol. 1. The role of possibility in cognitive development* (H. Feider, Trans.). Minneapolis: University of Minnesota Press. (Original 1981)
- Piaget, J. (1987b). *Possibility and Necessity : Vol. 2. The role of necessity in cognitive development* (H. Feider, Trans.). Minneapolis: University of Minnesota Press. (Original 1983)
- Rost, J. (1990). Rasch models in latent classes: An integration of two approaches in item analysis. *Applied Psychological Measurement*, 14, 271–282.
- Rost, J. (1996). *Lehrbuch Testtheorie Testkonstruktion*. Bern: Hans Huber.
- Rost, J., & von Davier, M. (1995). Mixture distribution Rasch models. In G. H. Fischer & I. W. Molenaar (Eds.), *Rasch models: Foundations, recent developments, and applications* (pp. 257–268). New York: Springer.
- Rumain, B., Connell, J. & Braine, M. D. S. (1983). Conversational comprehension processes are responsible for reasoning fallacies in children as well as adults: If is not the biconditional. *Developmental Psychology*, 19, 471–481.
- Schmidt-Atzert, L. (2005). Prädiktion von Studienerfolg bei Psychologiestudenten. *Psychologische Rundschau*, 56, 131-133.
- Schröder, E. (1989). *Vom konkreten zum formalen Denken. Individuelle Entwicklungsverläufe von der Kindheit bis zum Jugendalter*. Bern: Hans Huber.
- Schröder, E. (1995). Entwicklungsbedingungen syllogistischer Aussagen. Eine längsschnittliche Analyse von der Kindheit zum Jugendalter. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 3, 226–250.

- Schröder, E. (2002). Selektive Differenzierung in der kognitiven Entwicklung. Eine längsschnittliche Analyse zur Entstehung individueller Unterschiede beim aussagenlogischen Denken. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 34, 136–148.
- Spiel, C., Gittler, G., Sirsch, U. & Glück, J. (1997). Application of the Rasch model for testing Piaget's theory of cognitive development. In R. Langeheine & J. Rost (Eds.), *Applications of latent trait and latent class models in the social sciences* (pp. 115-123). Münster: Waxmann.
- Spiel, C. & von Eye, A. (2000). *Application of Configural Frequency Analysis in educational psychology*. *Psychologische Beiträge*, 42, 515-525.
- Spiel, C., Glück, J., & Göbller, M. (2004). Messung von Leistungsprofil und Leistungshöhe im schlussfolgernden Denken im SDV – Die Integration von Piagets Entwicklungskonzept und Item-Response Modellen. *Diagnostica*, 50, 145–152.
- Spiel, C., Glück, J. & Göbller, H. (2001). Stability and change of unidimensionality: The sample case of deductive reasoning. *Adolescent Research*, 16, 150–168.
- Spiel, C. & Glück, J. (2008). A model based test of competence profile and competence level in deductive reasoning. In J. Hartig, E. Klieme & D. Leutner (Eds.), *Assessment of competencies in educational contexts: State of the art and future prospects* (pp. 41-60). Göttingen: Hogrefe.
- Spiel, C., Litzemberger, M. & Haiden, D. (2007). Bildungswissenschaftliche und psychologische Aspekte von Auswahlverfahren. In C. Badelt, W. Wegscheider & H. Wulz (Hrsg.), *Hochschulzugang in Österreich* (S. 479-552). Graz: Grazer Universitätsverlag.
- Trautwein, U., Lüdke, O., Nagy, G., Husemann, N. & Köller, O. (2010). Hochschulen und Studienfächer als differentielle Entwicklungsmilieus. In C. Spiel, B. Schober, P. Wagner & R. Reimann (Hrsg.), *Bildungspsychologie* (S. 154-157). Göttingen: Hogrefe.
- von Eye, A. (2002). *Configural Frequency Analysis - Methods, Models, and Applications*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Weinert, F. E., Bullock, M. & Schneider, W. (1999). Universal, differential and individual aspects of child development from 3 to 12: What can we learn from a comprehensive longitudinal study? In F. E. Weinert & W. Schneider (Eds) *Individual development from 3 to 12: Findings from the Munich Longitudinal Study*. Cambridge University Press, p.324-350.
- Ward, S. L., Byrnes, J. P., & Overton, W. F. (1990). Organization of knowledge and conditional reasoning. *Journal of Educational Psychology*, 82 , 832-837.
- Ward, S. L., & Overton, W. F. (1990). Semantic familiarity, relevance, and the development of deductive reasoning. *Developmental Psychology*, 26 , 488-493.

## V) Anhang

**Tabelle Anhang 1:** Lösungswahrscheinlichkeiten für die 32 Aufgaben des SDV in den 4 extrahierten Klassen und in der Gesamtstichprobe

	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Gesamt
AK_ko_un	0,25	0,90	0,61	0,99	0,67
AK_ko_un_neu	0,07	0,69	0,38	1	0,49
AK_ko_n	0,11	0,72	0,49	1	0,55
AK_ko_n_neu	0,02	0,62	0,43	0,99	0,49
AK_ab_un	0,06	0,18	0,47	0,85	0,40
AK_ab_un_neu	0,03	0,23	0,24	0,94	0,32
AK_ab_n	0,01	0,13	0,26	0,79	0,28
AK_ab_n_neu	0,00	0,21	0,20	0,87	0,28
AK_kf_un	0,06	0,30	0,49	0,83	0,43
AK_kf_n	0,05	0,20	0,33	0,73	0,32
NA_ko_un	0,43	0,83	0,75	0,95	0,74
NA_ko_un_neu	0,15	0,60	0,72	0,94	0,62
NA_ko_n	0,43	0,84	0,84	0,96	0,78
NA_ab_un	0,20	0,13	0,72	0,89	0,52
NA_ab_n	0,07	0,17	0,59	0,86	0,45
NA_kf_un	0,10	0,24	0,66	0,82	0,49
NA_kf_n	0,07	0,11	0,59	0,77	0,42
MT_ko_un	0,75	0,47	0,63	0,49	0,59
MT_ko_n	0,69	0,36	0,44	0,37	0,46
MT_ko_n_neu	0,71	0,29	0,39	0,36	0,43
MT_ab_un	0,88	0,82	0,65	0,44	0,69
MT_ab_un_neu	0,81	0,64	0,56	0,42	0,60
MT_ab_n	0,67	0,66	0,34	0,34	0,47
MT_kf_un	0,92	0,79	0,60	0,48	0,68
MT_kf_n	0,75	0,51	0,44	0,43	0,51
MT_kf_n_neu	0,75	0,41	0,41	0,31	0,46
MP_ko_un	0,95	0,60	0,95	0,84	0,85
MP_ko_n	0,90	0,54	0,88	0,79	0,80
MP_ab_un	0,91	0,87	0,92	0,89	0,90
MP_ab_n	0,94	0,87	0,86	0,90	0,89
MP_kf_un	0,95	0,81	0,93	0,87	0,90
MP_kf_n	0,95	0,81	0,88	0,86	0,88

*Anmerkung.* **AK** = Affirmation des Konsequenten, **NA** = Negation des Antezedenten,  
**MT** = Modus Tollens, **MP** = Modus Ponens  
**ko** = konkret, **ab** = abstrakt, **kf** = kontrafaktisch  
**un** = unnegiert, **n** = negiert

## FRAGEBOGEN

### ANGABEN ZUR PERSON

Geschlecht:     weiblich  
                    männlich

Alter \_\_\_\_\_

Mathematiknote im Maturazeugnis \_\_\_\_\_

Muttersprache \_\_\_\_\_

Höchste abgeschlossene Schulbildung der Mutter:

- Kein Schulabschluss
- Pflichtschule
- Lehre
- Fachschule
- Matura
- Universität / Fachschule

Höchste abgeschlossene Schulbildung des Vaters:

- Kein Schulabschluss
- Pflichtschule
- Lehre
- Fachschule
- Matura
- Universität / Fachschule

Gewähltes Studienfach:

- Mathematik
- Chemie
- Physik
- Psychologie
- Sonstiges \_\_\_\_\_

Universität:

- Universität Wien
- Technische Universität

Für die erfolgreiche Bewältigung meines Studiums sind folgende Kompetenzen... (bitte ankreuzen)	sehr wichtig			nicht wichtig
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Abstraktionsfähigkeit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fähigkeit zum Wissenstransfer	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Planerisches Vorgehen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fähigkeit zum folgerichtigen Denken	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Durchsetzungsfähigkeit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fähigkeit zur Empathie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eigeninitiative und Selbstorganisation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Räumliches Vorstellungsvermögen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ich habe vor Studienbeginn an einem Online-Test / einem Selfassessment / einer Studienberatung teilgenommen, um meine Fähigkeiten richtig einschätzen zu können.

Ja             Nein             Weiß nicht mehr

Wie interessiert sind Sie daran...	gar nicht	eher nicht	eher	sehr
...die Ursachen eines Problems zu ergründen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...etwas genau zu beobachten und zu analysieren?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
...über längere Zeit an der Lösung eines Problems zu arbeiten?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## Instruktion

Im Folgenden sollen Sie einige Aufgaben zum logischen Denken bearbeiten.

**Diese Aufgaben bestehen immer aus zwei Aussagen.** Bei der Beantwortung der Aufgaben sollen Sie davon ausgehen, dass diese Aussagen wahr sind, auch wenn sie ihrer Erfahrung nicht entsprechen.

Lassen Sie sich nicht davon irritieren, dass bei einigen Aufgaben die ersten Aussagen gleich sind. Da sich diese Aufgaben in ihren zweiten Aussagen unterscheiden, gleich keine Aufgabe einer anderen.

Den beiden Aussagen folgen immer drei Antwortmöglichkeiten, **wovon immer nur eine richtig ist.** Kreuzen Sie bei jeder Aufgabe die Lösung an, von der Sie glauben, dass sie die richtige ist. Die Möglichkeit „Ich kann diese Aufgabe nicht lösen“ soll nur gewählt werden, wenn Sie mit einer Aufgabe überhaupt nichts anfangen können.

Eine Aufgabe könnte zum Beispiel so aussehen:

Alle blonden Buben sind groß,

Josef ist ein großer Bub.

- Josef ist blond.
- Josef ist nicht blond.
- Vielleicht ist Josef blond, vielleicht aber auch nicht.
- Ich kann diese Aufgabe nicht lösen.

In dieser Aufgabe ist die dritte Antwort richtig, da man aufgrund der zwei Aussagen nicht wissen kann, ob Josef blond ist oder nicht.

In den Aufgaben, die Sie bearbeiten sollen, kommen Aussagen vor wie zum Beispiel:

*Wenn Josef krank ist, dann liegt er im Bett.*

Bedenken Sie, dass diese Aussage **NICHT** bedeutet, dass Josef nur dann im Bett liegt, wenn er krank ist. Diese Aussage bedeutet **NICHT: Wenn Josef im Bett liegt, dann ist er krank.**  
Es kann auch andere Gründe geben, dass Josef im Bett liegt (z.B. wenn er schläft).

Wie gut glauben Sie, solche Aufgaben lösen zu können?

gut       eher gut       eher schlecht       schlecht

Lesen Sie jede Aufgabe sorgfältig durch und **denken Sie über jede Aufgabe neu nach**.

Achten Sie auch darauf, ob in den Aussagen das Wort „nicht“ vorkommt.

Halten Sie sich nicht zu lange mit einer Aufgabe auf, da Sie **alle 32 Aufgaben** beantworten sollen.

Bedenken Sie, dass Sie die Aufgaben **nur aufgrund der jeweils vorgegebenen Aussagen** beantworten sollen, unabhängig von ihren Erfahrungen.

**VIEL SPASS UND GUTES GELINGEN!**

- 1) Wenn die Sonne scheint, trägt Tina einen roten Rock.  
Tina trägt keinen roten Rock.  
 Die Sonne scheint.  
 Die Sonne scheint nicht.  
 Vielleicht scheint die Sonne, vielleicht aber auch nicht.  
 Ich kann diese Aufgabe nicht lösen
- 2) Wenn die Sonne scheint, trägt Tina einen roten Rock.  
Die Sonne scheint nicht.  
 Tina trägt einen roten Rock.  
 Tina trägt keinen roten Rock.  
 Vielleicht trägt Tina einen roten Rock, vielleicht aber auch nicht.  
 Ich kann diese Aufgabe nicht lösen
- 3) Wenn X **nicht** zur Gruppe B gehört, dann hat X die Eigenschaft c.  
X gehört zur Gruppe B.  
 X hat die Eigenschaft c.  
 X hat nicht die Eigenschaft c.  
 Vielleicht hat X die Eigenschaft c, vielleicht aber auch nicht.  
 Ich kann diese Aufgabe nicht lösen
- 4) Wenn Y zur Gruppe F gehört, dann hat Y die Eigenschaft g.  
Y gehört zur Gruppe F.  
 Y hat die Eigenschaft g.  
 Y hat nicht die Eigenschaft g.  
 Vielleicht hat Y die Eigenschaft g, vielleicht aber auch nicht  
 Ich kann diese Aufgabe nicht lösen
- 5) Wenn die Sonne scheint, trägt Tina einen roten Rock.  
Die Sonne scheint.  
 Tina trägt einen roten Rock.  
 Tina trägt keinen roten Rock.  
 Vielleicht trägt Tina einen roten Rock, vielleicht aber auch nicht.  
 Ich kann diese Aufgabe nicht lösen
- 6) Wenn es **nicht** Abend ist, geht die Sonne unter.  
Die Sonne geht unter.  
 Es ist Abend.  
 Es ist nicht Abend.  
 Vielleicht ist es Abend, vielleicht aber auch nicht.  
 Ich kann diese Aufgabe nicht lösen

- 7) Wenn X **nicht** zur Gruppe B gehört, dann hat X die Eigenschaft c.  
X hat die Eigenschaft c.  
 X gehört zur Gruppe B.  
 X gehört nicht zur Gruppe B.  
 Vielleicht gehört X zur Gruppe B, vielleicht aber auch nicht.  
 Ich kann diese Aufgabe nicht lösen
- 8) Wenn es Abend ist, geht die Sonne auf.  
Die Sonne geht auf.  
 Es ist Abend.  
 Es ist nicht Abend.  
 Vielleicht ist es Abend, vielleicht aber auch nicht.  
 Ich kann diese Aufgabe nicht lösen
- 9) Wenn es Abend ist, geht die Sonne auf.  
Es ist Abend.  
 Die Sonne geht auf.  
 Die Sonne geht nicht auf.  
 Vielleicht geht die Sonne auf, vielleicht aber auch nicht.  
 Ich kann diese Aufgabe nicht lösen
- 10) Wenn Y zur Gruppe F gehört, dann hat Y die Eigenschaft g.  
Y gehört nicht zur Gruppe F.  
 Y hat die Eigenschaft g.  
 Y hat nicht die Eigenschaft g.  
 Vielleicht hat Y die Eigenschaft g, vielleicht aber auch nicht.  
 Ich kann diese Aufgabe nicht lösen
- 11) Wenn X **nicht** zur Gruppe B gehört, dann hat X die Eigenschaft c.  
X gehört nicht zur Gruppe B.  
 X hat die Eigenschaft c.  
 X hat nicht die Eigenschaft c.  
 Vielleicht hat X die Eigenschaft c, vielleicht aber auch nicht.  
 Ich kann diese Aufgabe nicht lösen
- 12) Wenn es **nicht** Abend ist, geht die Sonne unter.  
Die Sonne geht nicht unter.  
 Es ist Abend.  
 Es ist nicht Abend.  
 Vielleicht ist es Abend, vielleicht aber auch nicht.  
 Ich kann diese Aufgabe nicht lösen

- 13) Wenn Y zur Gruppe F gehört, dann hat Y die Eigenschaft g.  
Y hat nicht die Eigenschaft g.  
 Y gehört zur Gruppe F.  
 Y gehört nicht zur Gruppe F.  
 Vielleicht gehört Y zur Gruppe F, vielleicht aber auch nicht.  
 Ich kann diese Aufgabe nicht lösen
- 14) Wenn die Sonne scheint, trägt Tina einen roten Rock  
Tina trägt einen roten Rock.  
 Die Sonne scheint.  
 Die Sonne scheint nicht.  
 Vielleicht scheint die Sonne, vielleicht aber auch nicht.  
 Ich kann diese Aufgabe nicht lösen
- 15) Wenn die Sonne **nicht** scheint, trägt Peter eine blaue Hose.  
Peter trägt keine blaue Hose.  
 Die Sonne scheint.  
 Die Sonne scheint nicht.  
 Vielleicht scheint die Sonne, vielleicht aber auch nicht.  
 Ich kann diese Aufgabe nicht lösen
- 16) Wenn Y zur Gruppe F gehört, dann hat Y die Eigenschaft g.  
Y hat die Eigenschaft g.  
 Y gehört zur Gruppe F.  
 Y gehört nicht zur Gruppe F.  
 Vielleicht gehört Y zur Gruppe F, vielleicht aber auch nicht.  
 Ich kann diese Aufgabe nicht lösen
- 17) Wenn die Sonne **nicht** scheint, trägt Peter eine blaue Hose.  
Peter trägt eine blaue Hose.  
 Die Sonne scheint.  
 Die Sonne scheint nicht.  
 Vielleicht scheint die Sonne, vielleicht aber auch nicht.  
 Ich kann diese Aufgabe nicht lösen
- 18) Wenn es **nicht** Abend ist, geht die Sonne unter.  
Es ist nicht Abend.  
 Die Sonne geht unter.  
 Die Sonne geht nicht unter.  
 Vielleicht geht die Sonne unter, vielleicht aber auch nicht.  
 Ich kann diese Aufgabe nicht lösen

- 19) Wenn X **nicht** zur Gruppe B gehört, dann hat X die Eigenschaft c.  
X hat nicht die Eigenschaft c.  
 X gehört zur Gruppe B.  
 X gehört nicht zur Gruppe B.  
 Vielleicht gehört X zur Gruppe B, vielleicht aber auch nicht.  
 Ich kann diese Aufgabe nicht lösen
- 20) Wenn es Abend ist, geht die Sonne auf.  
Die Sonne geht nicht auf.  
 Es ist Abend.  
 Es ist nicht Abend.  
 Vielleicht ist es Abend, vielleicht aber auch nicht.  
 Ich kann diese Aufgabe nicht lösen
- 21) Wenn die Sonne **nicht** scheint, trägt Peter eine blaue Hose.  
Die Sonne scheint nicht.  
 Peter trägt eine blaue Hose.  
 Peter trägt keine blaue Hose.  
 Vielleicht trägt Peter eine blaue Hose, vielleicht aber auch nicht.  
 Ich kann diese Aufgabe nicht lösen
- 22) Wenn es Abend ist, geht die Sonne auf.  
Es ist nicht Abend.  
 Die Sonne geht auf.  
 Die Sonne geht nicht auf.  
 Vielleicht geht die Sonne auf, vielleicht aber auch nicht.  
 Ich kann diese Aufgabe nicht lösen
- 23) Wenn die Sonne **nicht** scheint, trägt Peter eine blaue Hose.  
Die Sonne scheint.  
 Peter trägt eine blaue Hose.  
 Peter trägt keine blaue Hose.  
 Vielleicht trägt Peter eine blaue Hose, vielleicht aber auch nicht.  
 Ich kann diese Aufgabe nicht lösen
- 24) Wenn es **nicht** Abend ist, geht die Sonne unter.  
Es ist Abend.  
 Die Sonne geht unter.  
 Die Sonne geht nicht unter.  
 Vielleicht geht die Sonne unter, vielleicht aber auch nicht.  
 Ich kann diese Aufgabe nicht lösen

- 25) Wenn Herr Müller gute Laune hat, fährt er nach Berlin.  
Herr Müller hat keine gute Laune.
- Herr Müller fährt nach Berlin.
  - Herr Müller fährt nicht nach Berlin.
  - Vielleicht fährt Herr Müller nach Berlin, vielleicht aber auch nicht.
  - Ich kann diese Aufgabe nicht lösen
- 26) Wenn C **nicht** auf D trifft, dann entscheidet sich C für m.  
C entscheidet sich für m.
- C trifft auf D.
  - C trifft nicht auf D.
  - Vielleicht trifft C auf D, vielleicht aber auch nicht.
  - Ich kann diese Aufgabe nicht lösen
- 27) Wenn es **nicht** regnet, ist die Straße nass.  
Die Straße ist nicht nass.
- Es regnet.
  - Es regnet nicht.
  - Vielleicht regnet es, vielleicht aber auch nicht.
  - Ich kann diese Aufgabe nicht lösen
- 28) Wenn A auf B trifft, dann entscheidet sich A für c.  
A entscheidet sich nicht für c.
- A trifft auf B.
  - A trifft nicht auf B.
  - Vielleicht trifft A auf B, vielleicht aber auch nicht.
  - Ich kann diese Aufgabe nicht lösen
- 29) Wenn Herr Müller gute Laune hat, fährt er nach Berlin.  
Herr Müller fährt nach Berlin.
- Herr Müller hat gute Laune.
  - Herr Müller hat keine gute Laune.
  - Vielleicht hat Herr Müller gute Laune, vielleicht aber auch nicht.
  - Ich kann diese Aufgabe nicht lösen
- 30) Wenn Frau Schuster keine gute Laune hat, geht sie spazieren.  
Frau Schuster geht nicht spazieren.
- Frau Schuster hat gute Laune.
  - Frau Schuster hat keine gute Laune.
  - Vielleicht hat Frau Schuster gute Laune, vielleicht aber auch nicht.
  - Ich kann diese Aufgabe nicht lösen

- 31) Wenn A auf B trifft, dann entscheidet sich A für c.  
A entscheidet sich für c.  
 A trifft auf B.  
 A trifft nicht auf B.  
 Vielleicht trifft A auf B, vielleicht aber auch nicht.  
 Ich kann diese Aufgabe nicht lösen
- 32) Wenn Frau Schuster **keine** gute Laune hat, geht sie spazieren.  
Frau Schuster geht spazieren.  
 Frau Schuster hat gute Laune.  
 Frau Schuster hat keine gute Laune.  
 Vielleicht hat Frau Schuster gute Laune, vielleicht aber auch nicht.  
 Ich kann diese Aufgabe nicht lösen

Wie gut konnten Sie diese Aufgaben lösen?

- gut       eher gut       eher schlecht       schlecht

**Vielen Dank für Ihre Hilfe!**

**Abstract (Deutsch)**

Ziel dieser Studie war es, Übergänge im schlussfolgernden Denken zwischen dem konkreten und dem formalen Stadium nach Piaget bei Studienanfängerinnen und Studienanfängern zu identifizieren. Diese setzen sich aus 165 Psychologiestudierenden (w=123, m=42) und 322 Naturwissenschaftsstudierenden (w=164, m=158) zusammen. Durch die Vorgabe des SDV (Schlussfolgerndes Denken Verbal) und unter Anwendung von Mixed Rasch-Modellen konnten vier Klassen extrahiert werden, die sich sowohl qualitativ als auch quantitativ in ihren Kompetenzen zum schlussfolgernden Denken unterscheiden. Diese vier Klassen bilden analog einer Vorgängerstudie das konkrete Stadium, 2 Übergangsstadien und zusätzlich ein drittes fortgeschrittenes Übergangsstadium der kognitiven Entwicklung ab. Die Analysen zeigten, dass Naturwissenschaftsstudierende im Durchschnitt höhere Kompetenzen im schlussfolgernden Denken aufweisen als Psychologiestudierende. Die Inanspruchnahme von Studienberatung hatte keinen Einfluss auf die Passung zwischen Leistungs- und Anforderungsprofil bzgl. der Forderung nach Kompetenzen im schlussfolgernden Denken bei Studierenden.

**Abstract (English)**

The purpose of this study was to identify transitions in reasoning that are situated between the concrete and the formal stadium postulated by Piaget in a sample of first year students. They consisted of 165 psychology (f=123, m=42) and 322 science students (f=164, m=158). Using SDV, a verbal reasoning test, and the application of Mixed-Rasch-Models led to the extraction of four classes, that differ both qualitatively and quantitatively in their reasoning skills. These four classes reproduce along the lines of a previous study the concrete stadium, two transitional stages and in addition a third advanced transitional stage in cognitive development. Analyses revealed, that on average reasoning skills are higher for science than for psychology students. Concerning the call for competence in reasoning with students, claiming Student Advisory Service had no influence on the match between performance in reasoning tasks and requirement profile.

Hiermit bestätige ich, dass die vorliegende Arbeit in allen relevanten Teilen selbstständig durchgeführt wurde.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Melanie Klopf', written in a cursive style.

Wien, am 06. Dezember 2011

Melanie Klopf

**Melanie Klopf**

Landstraßer Hauptstraße 6

1030 Wien, Österreich

☎ (0043/650) 85 112 93

✉ melanie.klopf@gmail.com



# Lebenslauf

**Persönliche Daten**

Geburtsdatum/ -ort	29. November 1985 in Linz
Staatsbürgerschaft	Österreich

**Ausbildung**

Seit 02/2008	Diplomstudium Psychologie 2. Studienabschnitt an der Universität Wien, Schwerpunkt Wirtschafts- und Bildungspsychologie
10/2005 – 01/2008	Diplomstudium Psychologie 1. Studienabschnitt an der Universität Wien
08/2004 – 10/2004	FlugbegleiterInnenausbildung, Abschluss mit Diplom
09/1996 – 07/2004	Bundesgymnasium Linz Ramsauerstraße
09/1992 – 06/1996	Volkschule VS 43 Stadlerstraße

**Studienbegleitende Tätigkeiten/Praktika**

09/2010	Praktikum bei INFAR Linz, Verkehrspsychologie Stelle
11/2005 – 08/2010	Teilzeitbeschäftigung bei Austrian Airlines als Flugbegleiterin
09/2009 – 10/2009	Praktikum bei TRICONSULT Wirtschaftsanalytische Forschung GesmbH
08/2004 – 10/2005	Vollbeschäftigung bei Austrian Airlines als Flugbegleiterin