



universität
wien

DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Schlussfolgerndes Denken im Studienverlauf“

Ein Vergleich zwischen Psychologie- und Naturwissenschaftsstudierenden
im Studienverlauf

verfasst von / submitted by

Sabine Sinzinger

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree
of

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2015 / Vienna, 2015

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

A 298

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Psychologie

Betreut von / Supervisor:

Univ.-Prof. Mag. DDr. Christiane Spiel

Mein Dank gilt Univ.-Prof. Mag. DDr. Spiel für die Übernahme der Betreuung meiner Diplomarbeit, Univ.-Prof. von Eye, Ph.D. für seine Unterstützung, sowie allen Lehrveranstaltungsleiterinnen und Lehrveranstaltungsleitern der Universität Wien und der Technischen Universität Wien, welche die Erhebung der Daten in ihren Lehreinheiten ermöglicht haben.

I. EINLEITUNG	11
II. THEORIE	4
1. Schlussfolgerndes Denken	4
2. Stadientheorie nach Piaget	6
2.1. Sensomotorisches Stadium	6
2.2. Präoperationales Stadium	6
2.3. Das Stadium konkreter Operationen	7
2.4. Das Stadium formaler Operationen	8
2.5. Der Übergang vom Stadium konkreter zum Stadium formaler Operationen	8
3. Syllogismen	10
3.1. Argumentformen	10
3.2. Valide und Invalide Formen	11
3.3. Semantischer Aufgabeninhalt	12
3.4. Negation in der Aufgabenprämisse	13
4. Befunde zu Wissenschaftlicher Rationalität und schlussfolgerndem Denken 14	
4.1. Identifikation latenter Löseklassen	14
4.2. Wissenschaftliche Befunde zu den Übergangsstadien	14
4.3. Übergeneralisierung als Entwicklungsfortschritt	16
5. Möglichkeiten zur Förderung der Leistung im schlussfolgernden Denken ...	18
5.1. Studienrichtung und individuelle Begabung	18

5.2. Förderung und Studienverlauf.....	19
5.3. Unterschiede in den Curricula der Psychologie und anderer Naturwissenschaften.....	20
5.3.1. Curriculum der Psychologie.....	20
5.3.2. Curricula anderer Naturwissenschaften.....	22
6. Zielsetzung und Fragestellungen.....	26
6.1. Fragestellungen und Hypothesen	27
6.1.1. Zusammenhang von Studienrichtung und Studienabschnitt mit der Leistung im SDV	27
6.1.2. Unterschiede in Anzahl und Eigenschaften der Löseklassen zwischen Studierenden der Psychologie und anderer Naturwissenschaften im zweiten Abschnitt.....	28
III. EMPIRIE	30
7. Methoden.....	30
7.1. Untersuchungsdesign	30
7.2. Stichprobe	31
7.3. Messinstrument.....	33
7.3.1. Zusätzlich erhobene Daten.....	34
7.4. Auswertungsverfahren	34
8. Ergebnisse.....	36
8.1. Leistung im Schlussfolgernden Denken	36

8.1.1.	Leistung im SDV, Studienrichtung, Studienabschnitt und Geschlecht	
	36	
8.1.2.	Lebensalter und Lösewahrscheinlichkeit.....	38
8.1.3.	Erstsprache und Lösewahrscheinlichkeit	39
8.1.4.	Studienleistung und Lösewahrscheinlichkeit	39
8.2.	Unterschiede in den Löseklassen nach Studienrichtung	41
8.2.1.	Extraktion von Klassen mit WINMIRA	41
8.2.2.	Qualitative Beschreibung der Klassen und Löseklassen.....	43
8.2.3.	Löseklassen, Studienrichtung und Geschlecht.....	43
8.2.4.	Löseklassen, Argumentform und semantischer Aufgabeninhalt getrennt nach Studienrichtungen.....	46
8.3.	Häufigkeit der Löseklassen nach Studienabschnitt.....	52
8.3.1.	Löseklassen, Studienrichtung und Studienabschnitt	52
8.3.2.	Unterschiede in der Häufigkeit der auftretenden Löseklassen in Abhängigkeit von Studienrichtung und Studienabschnitt.....	54
9.	Diskussion	56
9.1.	Fragestellungen	56
9.1.1.	Leistung im Schlussfolgernden Denken in Bezug auf Studienrichtung, Studienabschnitt und Geschlecht	56
9.1.2.	Extraktion und Beschreibung der Löseklassen.....	58
9.1.3.	Vergleich der Leistung im Schlussfolgernden Denken zwischen erstem und zweitem Studienabschnitt	61

9.1.4. Unterschiede in der Häufigkeit der auftretenden Löseklassen in Abhängigkeit von Studienrichtung und Studienabschnitt	62
9.2. Limitierungen und Forschungsausblick	63
10. Zusammenfassung	66
IV. LITERATURVERZEICHNIS	70
V. ANHANG	77

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: <i>Vierfeldertafel Studienrichtung und Geschlecht</i>	31
Tabelle 2: <i>Altersverteilung über Studienrichtung und Geschlecht</i>	32
Tabelle 3: <i>Erstsprache</i>	32
Tabelle 4: <i>Vierfeldertafel Vorgabereihenfolge und Lösungswahrscheinlichkeit</i> ...	36
Tabelle 5: <i>Deskriptivstatistische Kennwerte der Lösungswahrscheinlichkeit des SDV in Abhängigkeit von Studienabschnitt und Studienrichtung</i>	37
Tabelle 6: <i>Koeffizienten der Produktmomentkorrelation für den Zusammenhang zwischen Lebensalter und Lösungswahrscheinlichkeit</i>	39
Tabelle 7: <i>Koeffizient der Produkt-Moment-Korrelation r für den Zusammenhang zwischen der Durchschnittsnote im ersten Studienabschnitt und der mittleren Lösungswahrscheinlichkeit im SDV</i>	40
Tabelle 8: <i>Koeffizient der Produkt-Moment-Korrelation r für den SDV getrennt nach Studienrichtungen</i>	40
Tabelle 9: <i>BIC-Werte der Mixed Rasch-Modelle für unterschiedliche Klassenanzahlen</i>	42
Tabelle 10: <i>Mittlere Zuordnungswahrscheinlichkeit zur jeweiligen Klasse</i>	42
Tabelle 11: <i>Mittlere Lösewahrscheinlichkeit für jede der fünf Klassen</i>	43
Tabelle 12: <i>Umkodierung von WINMIRA Klassen in inhaltlich gereichte Löseklassen</i>	43
Tabelle 13: <i>Häufigkeiten und Anteilswerte der erreichten Löseklasse in Abhängigkeit von der Studienrichtung</i>	44
Tabelle 14: <i>Häufigkeiten und Anteilswerte der erreichten Löseklasse in Abhängigkeit von der Studienrichtung nach Geschlechtern getrennt</i>	45

<i>Tabelle 15: : Mittlere Lösewahrscheinlichkeit Löseklasse 1 Psychologie in Abhängigkeit von Argumentform und semantischem Aufgabeninhalt.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabelle 16: : Mittlere Lösewahrscheinlichkeit Löseklasse 1 Naturwissenschaften in Abhängigkeit von Argumentform und semantischem Aufgabeninhalt.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabelle 17: : Mittlere Lösewahrscheinlichkeit Löseklasse 2 Psychologie in Abhängigkeit von Argumentform und semantischem Aufgabeninhalt.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabelle 18: : Mittlere Lösewahrscheinlichkeit Löseklasse 2 Naturwissenschaften in Abhängigkeit von Argumentform und semantischem Aufgabeninhalt.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabelle 19: : Mittlere Lösewahrscheinlichkeit Löseklasse 3 Psychologie in Abhängigkeit von Argumentform und semantischem Aufgabeninhalt.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabelle 20: : Mittlere Lösewahrscheinlichkeit Löseklasse 3 Naturwissenschaften in Abhängigkeit von Argumentform und semantischem Aufgabeninhalt.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabelle 21: Mittlere Lösewahrscheinlichkeit Löseklasse 4 Psychologie in Abhängigkeit von Argumentform und semantischem Aufgabeninhalt.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabelle 22: : Mittlere Lösewahrscheinlichkeit Löseklasse 4 Naturwissenschaften in Abhängigkeit von Argumentform und semantischem Aufgabeninhalt.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabelle 23: : Mittlere Lösewahrscheinlichkeit Löseklasse 5 Psychologie in Abhängigkeit von Argumentform und semantischem Aufgabeninhalt.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabelle 24: : Mittlere Lösewahrscheinlichkeit Löseklasse 5 Naturwissenschaften in Abhängigkeit von Argumentform und semantischem Aufgabeninhalt.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabelle 25: Häufigkeiten und Anteilswerte der Löseklassen in Abhängigkeit von der Studienrichtung für den ersten Studienabschnitt.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabelle 26: Häufigkeiten und Anteilswerte der Löseklasse in Abhängigkeit von der Studienrichtung für den zweiten Studienabschnitt.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabelle 27: Zusammenhang zwischen Klassenzugehörigkeit, Studienrichtung und Studienabschnitt: Ergebnisse der KFA erster Ordnung, Holland & Coperhaven - korrigiertes $\alpha=.003$.....</i>	<i>55</i>

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1:</i> Mittlere Lösewahrscheinlichkeit der Löseklasse 1 für Psychologie und Naturwissenschaften.....	47
<i>Abbildung 2:</i> Mittlere Lösewahrscheinlichkeit der Löseklasse 2 für Psychologie und Naturwissenschaften.....	48
<i>Abbildung 3:</i> Mittlere Lösewahrscheinlichkeit der Löseklasse 3 für Psychologie und Naturwissenschaften.....	49
<i>Abbildung 4:</i> Mittlere Lösewahrscheinlichkeit der Löseklasse 4 für Psychologie und Naturwissenschaften.....	50
<i>Abbildung 5:</i> Mittlere Lösewahrscheinlichkeit der Löseklasse 5 für Psychologie und Naturwissenschaften.....	51

I. EINLEITUNG

Schlussfolgerndes Denken stellt die Grundkompetenz für wissenschaftliches Denken und Handeln und somit eine notwendige Kompetenz für das erfolgreiche Absolvieren naturwissenschaftlicher Studienrichtungen dar (Spiel & Glück, 2008). Piaget (1976, 1984) postuliert, dass grundsätzlich alle Individuen, spätestens zwischen dem 15. und 20. Lebensjahr, die höchste Stufe der kognitiven Entwicklung, das Stadium formaler Operationen erreichen können. Spiel und Glück (2008) führen aus, dass Personen, die das formal-operationale Stadium erreicht haben, die Logik von Aussagen selbst reflektieren können und imstande sind, bei der Lösung von Problemen alle möglichen Faktoren mit einzubeziehen, welche diese – auch ohne unmittelbaren Zusammenhang - beeinflussen könnten. Naturwissenschaftliches Denken auf formal-operationalem Niveau kann so als Idealtyp wissenschaftlicher Rationalität erachtet werden (Bullock und Sodian, 2003). Klopff (2011) und Eder (2012) zeigen allerdings, dass erwachsene Studienanfängerinnen und Studienanfänger der Universität Wien und der Technischen Universität Wien das formal-operative Denken nicht uneingeschränkt erreichen.

Vorliegende Untersuchung setzt sich aufbauend auf den Arbeiten von Spiel, Glück & Gößler (2001, 2004) mit der Fähigkeit des schlussfolgernden Denkens bei Studierenden der Studienrichtungen Psychologie und den naturwissenschaftlichen Fächern Mathematik, Physik und Chemie auf Basis der Stadientheorie der kognitiven Entwicklung von Piaget (1976, 1984) auseinander. Piaget (Piaget & Inhelder, 1977) geht davon aus, dass die kognitive Entwicklung in vier Stadien erfolgt, wobei am Ende dieses Prozesses vom sensomotorischen, über das präoperationale und konkret-operationale Stadium die Stufe formaler Operationen steht, in welcher Hypothesen generiert, überprüft und gültige Schlussfolgerungen gezogen werden (Örter & Montada, 2008). Das Stadium Formaler Operationen zeichnet sich durch die Fähigkeit zur Wissenschaftlichkeit

aus (Scharlau, 2007) und stellt durch die Ausbildung eines komplexen und kohärenten Systems der Logik die Grundlage für elementare Formen des wissenschaftlichen Denkens dar (Piaget, 1984).

Spiel, Gittler, Sirsch und Glück (1997) zeigten in einer Untersuchung von Kindern im Alter von elf bis vierzehn Jahren, dass sich der Übergang vom Stadium konkreter Operationen zum Stadium formaler Operationen durch latente Übergangsstadien entwickelt, was auch durch Spiel, Glück und Gößler (2001, 2004) durch ein Testung an Personen zwischen zwölf und neunzehn Jahren mittels Vorgabe des SDV, des Tests für schlussfolgerndes Denken verbal unter Anwendung von Mixed-Rasch Modellen gezeigt werden konnte. Klopff (2011) und Eder (2012) zeigten, dass Studierende der Fächer Physik, Mathematik und Chemie bereits zu Beginn des Studiums höhere Kompetenzen im schlussfolgernden Denken aufweisen als Studierende der Psychologie und aufgrund ihrer Antwortmuster weiter elaborierten Löseklassen zuzuordnen sind. Sie identifizierten drei Übergangsstadien, wobei kein Stadium formaler Operationen nach Piaget identifiziert werden konnte. Studien von Kuhn (2005, 2009), Heijltjes et al. (2013) und Shayer und Adey (1993) haben gezeigt, wie sich das schlussfolgernde Denken durch gezielte Förderung des wissenschaftlichen Denkens entwickelt und auch im Erwachsenenalter fördern lässt Wenk (2000). Piaget (1984) postuliert, dass grundsätzlich alle Individuen, spätestens zwischen dem 15. und 20. Lebensjahr, die Stufe der formalen Operationen erreichen können. Diese Stufe wird jedoch, gemäß individueller Fähigkeiten und Förderung auf unterschiedlichen Gebieten erreicht. Bullock und Sodian (2003) sprechen sich gegen die Annahme, schulische Förderung sei die Hauptquelle interindividueller Unterschiede aus, da im Schulunterricht kaum explizite Vermittlung von Wissenschaftsverständnis stattfindet.

In vorliegender Arbeit soll darauf aufbauend untersucht werden, wie sich die Fähigkeit zum schlussfolgernden Denken bei Studierenden der Fächer Psychologie und anderen Naturwissenschaften, nämlich Physik, Mathematik und Chemie im ersten Studienabschnitt und im fortgeschrittenen Studienverlauf voneinander unterscheidet. Dabei soll geklärt werden, ob Studienrichtung (Psychologie und andere Naturwissenschaften) und Studienverlauf (erster

Abschnitt und zweiter Abschnitt) mit der Leistung im Schlussfolgernden Denken zusammenhängen und ob sich ein Stadium formaler Operationen nach Piaget (1976, 1984) identifizieren lässt.

II. THEORIE

1. Schlussfolgerndes Denken

Schlussfolgerndes Denken kann als ein Prozess des Ableitens von Folgerungen gesehen werden (Leighton, 2004). In der Literatur wird zwischen zwei Arten des schlussfolgernden Denkens, dem induktiven und dem deduktiven Schlussfolgern unterschieden. Induktives Schlussfolgern bedeutet, dass aus Beispielen Verallgemeinerungen, abgeleitet werden (Eysenck & Keane, 2010), welche nicht zwingend wahr sein müssen. Beim deduktiven Schlussfolgern werden Schlüsse aus gegebenen zusammengehörigen Prämissen gezogen (Eysenck & Keane, 2010), welche eine Art von Beziehung formen, die durch deduktives Schlussfolgern erkannt wird, und so neue Relationen gefolgert werden können (Oberauer, Hörnig & Weidenfeld, 2005). Wahr sind deduktive Schlussfolgerungen, wenn die zugrundeliegenden Prämissen als wahr gelten (Eysenck & Keane, 2010). Den wichtigsten Schritt in der Entwicklung des deduktiven Schlussfolgerns stellt laut Piaget (1984) der Übergang vom konkret-operationalen Stadium zum formal-operationalen Stadium dar. Nur im formal-operationalen Stadium gelingt es dem Individuum, alle möglichen, ein Problem betreffenden, Faktoren zu berücksichtigen, ohne konkrete Merkmale heranziehen zu müssen (Spiel & Glück, 2008). Das bedeutet, dass das Denken an Unabhängigkeit vom „Konkreten“ gewinnt und das Individuum die Fähigkeit erlangt, aufgrund rein hypothetischer Annahmen, formal zu schließen. (Berk, 1993; Inhelder & Piaget, 1977).

Diese Diplomarbeit beschäftigt sich mit der latenten Fähigkeit des schlussfolgernden Denkens, auf welche durch die gezeigte Leistung im SDV geschlossen wird. Nach Spiel (Spiel & von Eye, 1994) stellt das formal-operationale Denken eine notwendige Bedingung für das Verstehen und Lösen von mathematischen und naturwissenschaftlichen Aufgaben sowie die Fähigkeit eines Perspektivenwechsels auf komplexer Ebene dar. Laut Sonnleitner, Kubinger & Frebort (2009) stellt das schlussfolgernde Denken eine wesentliche Voraussetzung für jedes Studium dar. Zudem stellt das Schlussfolgernde Denken laut Spiel, Litzenberger & Haiden (2007) eine wesentliche Kompetenz für den

Studienerfolg dar.- wobei es hinsichtlich der Anforderungen an das wissenschaftliche Denken über bestimmte Studienrichtungen Unterschiede gibt. Vor allem in den naturwissenschaftlichen Fächern wird schlussfolgerndes Denken vorausgesetzt. So gehen Bullock und Sodian (2003) davon aus, dass naturwissenschaftliches Denken auf formal-operationalem Niveau als Idealtyp wissenschaftlicher Rationalität angesehen werden kann.

2. Stadientheorie nach Piaget

Piaget (1984) geht davon aus, dass sich das schlussfolgernde Denken im Jugendalter voll ausbildet und sich bis dahin über vier Stadien entwickelt (Piaget, 1976; Piaget & Inhelder 1977). Beginnend mit dem Säuglingsalter erschließt sich so ein Entwicklungsfortschritt über vier qualitativ voneinander unterscheidbarer Stadien (Örter & Montada, 2008), welcher in der Adoleszenz den letzten Schritt, das Stadium formaler Operationen erreicht, in welchem das hypothetisch-deduktive Denken, also die Fähigkeit, den Wahrheitsgehalt von Gegebenheiten auf alle Möglichkeiten hin zu überprüfen, voll ausgebildet ist. In diesem Prozess muss jedes Stadium der Reihe nach durchlaufen werden, um das jeweils nächste auszubilden (Örter & Montada, 2008). Dabei kann kein Stadium ausgelassen werden. Die Strukturen der vorherigen Stufe werden in die jeweils nächste Stufe integriert. Im folgenden Abschnitt werden die vier Entwicklungsstadien laut Piaget kurz dargestellt.

2.1. Sensomotorisches Stadium

Dieses Stadium beginnt im Säuglingsalter, dauert bis zum vierzehnten bis achtzehnten Monat an und dreht sich um sensorische Wahrnehmungen sowie motorische Bewegungsabläufe (Scharlau, 2007). Zunächst werden angeborene Reflexe geübt (Piaget, 1976) wobei sich bald sensomotorische Schemata bilden, welche es dem Kind ermöglichen, eine von ihm unabhängige Außenwelt anzuerkennen, wodurch sich die sogenannte Objektpermanenz entwickeln kann. Das bedeutet, dass Gegenstände außerhalb der eigenen Wahrnehmung weiter bestehen. Weiters entwickelt das Kind praktische Begriffe von Ding, Raum, Kausalität und Zeit, wobei sich diese Begriffe vorerst nur auf Handlungen und nicht auf das Denken beziehen.

2.2. Präoperationales Stadium

In diesem Stadium, das vom zweiten bis zum siebten bis achten Lebensjahr dauert, werden durch das Auftreten von vorbegrifflichen Symbolfunktionen

mentale Repräsentationen und somit auch der Spracherwerb ermöglicht, der stark mit der Bildung von Symbolen zusammenhängt. Das Kind verwendet hier noch keine logischen Begriffe sondern nur Vorbegriffe und ist noch nicht in der Lage, zwischen dem Allgemeinen und dem Einzelfall zu unterscheiden. Vielmehr werden für Schlussfolgerungen Analogien verwendet (Piaget 1976). Bei diesen verinnerlichten Handlungen handelt sich allerdings noch nicht um tatsächliche Operationen, da das Kind noch nicht zu mental umkehrbaren Transformationen fähig ist (Piaget, 1984).

2.3. Das Stadium konkreter Operationen

Die Fähigkeiten, die in diesem Stadium zwischen siebtem bis achtem und elftem bis zwölftem Lebensjahr erlangt werden, zeichnen sich durch gedankliche Operationen aus, die jedoch noch an konkretes Anschauungsmaterial gebunden sind. Das zeigt sich darin, dass Zustände bereits als Resultate von Operationen angesehen werden, die Relevanz der Zustände im präoperationalen Stadium ordnet sich eben diesen Transformationen unter. Es entsteht ein Verständnis für Mengeninvarianz (Piaget, 1976). Das bedeutet, dass Operationen gedanklich reversibel werden (Scharlau, 2007). Ein Kind in diesem Stadium versteht zum Beispiel, dass sich eine bestimmte Menge nicht ändert, wenn nichts weggenommen oder dazugegeben wurde: $(+A -A = 0)$. Durch die Reversibilität wird in diesem Stadium auch ein Verständnis für das Konzept der Reziprozität ($A = B, B = A$) erlangt. Laut Piaget (1984) erlangen Operationen in diesem Stadium zwar diese Arten der Reversibilität, sie können jedoch noch nicht miteinander verknüpft werden. Logisches Operieren erfolgt viel mehr innerhalb beständiger Strukturen und Klassifikationssysteme, wobei sich das Verständnis für unterschiedliche Ordnungssysteme schrittweise ausbildet (Piaget, 1976).

Operationen können gedanklich durchgeführt werden, beziehen sich aber immer noch auf direkt vorgegebene Informationen die entweder konkret-anschaulich oder sprachlich repräsentiert werden (Montada, 1998), konkretes Denken bleibt an die Wirklichkeit gebunden (Piaget & Inhelder, 1977). Es dominieren also Objekte vor Hypothesen (Piaget, 1984).

2.4. Das Stadium formaler Operationen

Das Denken erlangt im Stadium formaler Operationen die Unabhängigkeit vom Konkreten, das Individuum ist in der Lage, aufgrund rein hypothetischer Annahmen formal zu schließen. Das Wirkliche wird dem Möglichen untergeordnet, wodurch hypothetische und abstrakt-deduktive Schlüsse möglich werden (Piaget & Inhelder, 1977). Im hypothetischen Denken werden Schlüsse von Prämissen abgeleitet, nachdem Variablen vollständig und systematisch erfasst wurden. Hypothesen werden generiert, überprüft und gültige Schlussfolgerungen gezogen (Örter & Montada, 2008). Laut Piaget (1976) ist im Stadium formaler Operationen das Denken unabhängig von Handlungen, sodass die formale Logik und mathematische Deduktion gebildet werden kann. Das Stadium formaler Operationen zeichnet sich laut Scharlau (2007) durch die Fähigkeit zur Wissenschaftlichkeit aus. Diese Form der Logik, die sich im Alter zwischen zwölf und fünfzehn Jahren ausbildet, zeichnet sich durch ein komplexes und kohärentes System aus, welches die Grundlage für elementare Formen des wissenschaftlichen Denkens liefert (Piaget, 1984).

2.5. Der Übergang vom Stadium konkreter zum Stadium formaler Operationen

Aufgrund der Relevanz für das hypothetisch-deduktive und somit wissenschaftliche Denken, interessiert in dieser Arbeit besonders der Übergang vom Stadium konkreter zum Stadium formaler Operationen. Einige Wissenschaftliche Befunde weisen darauf hin, dass Jugendliche und Erwachsene logische Fehlschlüsse ziehen (Spiel et al., 1997, 2001, 2004), sich das formal-operationale Stadium nicht universell ausbildet (Schröder 1989) oder nicht prinzipiell formale Operationen zur Lösung Logik basierter Aufgaben herangezogen werden (Eysenck & Keane, 2010).

Piaget (1984) führt aus, dass zur Erreichung des formal-operationalen Stadiums ohne Verzögerungen eine intellektuelle Anregung durch die Umgebung notwendig ist, manche Individuen das Stadium formaler Operationen jedoch aufgrund mangelnder Begabung in den Bereichen Logik, Mathematik und Physik überhaupt nicht erreichen, da die mit dem Alter einhergehende individuelle Streuung ihrer Fähigkeiten das nicht begünstigt. Letztlich geht Piaget (1984)

davon aus, dass jede Person das formal-operationale Stadium erreichen kann, dies je nach individuellen Fähigkeiten jedoch in unterschiedlichen Bereichen geschieht.

Zusammengefasst entwickelt sich die Fähigkeit zum Schlussfolgernden Denken in der Form verbal aufgestellter Hypothesen ohne konkretes Anschauungsmaterial laut Piaget bis zum Jugendalter über vier qualitativ unterschiedlicher Stadien, wobei nicht alle Menschen das Stadium formaler Operationen, je nach Ausprägung und Streuung ihrer Fähigkeiten, zumindest nicht in allen Bereichen, erreichen können. Da sich die beiden letzten Entwicklungsstadien vor allem durch die Fähigkeit des abstrakt-hypothetischen Denkens voneinander unterscheiden, haben sich zur Untersuchung der Fähigkeit des Schlussfolgernden Denkens deduktive Syllogismen bewährt.

3. Syllogismen

Die Fähigkeit zum deduktiven Schlussfolgern wird üblicherweise durch wenn-dann Beziehungen, sogenannte konditionale Aussagen überprüft, was durch die Vorgabe von Syllogismen (*Syllogismus* ist altgriechisch für *logischer Schluss*) passiert. Wie bereits erläutert, sind Personen, bei denen die Fähigkeit des formal-operationalen Denkens vollständig ausgebildet ist, dazu fähig, konditionale Syllogismen richtig zu lösen. Konditionale Syllogismen sind somit dazu geeignet den Übergang vom konkret-operationalen Denken zum formal-operationalen Denken zu untersuchen (Schröder, 1989; Spiel, Gittler, Sirsch & Glück, 1997; Spiel & Glück, 2008; Spiel, Glück & Gößler, 2001; Spiel, Glück & Gößler, 2004).

Konditionale Syllogismen bestehen aus einer Hauptprämisse aus einem Konditionalsatz, der sich durch eine wenn-dann Verknüpfung (wenn A, dann B) zusammensetzt und deren Unterprämisse, die aus einer Aussage besteht. In Abhängigkeit von der Affirmation oder Negation des Antezedenten bzw. des Konsequenten, in der Hauptprämisse durch die Unterprämisse ergeben sich vier Argumentformen (Spiel, Glück & Gößler, 2004).

3.1. Argumentformen

Nach Dugan & Revlin (1990) wird die Fähigkeit des schlussfolgernden Denkens primär durch die sich ergebenden vier logischen Basisformen, untersucht. Die Argumentformen werden im Folgenden kurz beschrieben, wobei die Hauptprämisse im Antezedent durch *wenn es regnet* und im Konsequent durch *dann ist die Straße nass* dargestellt wird.

Modus Ponens MP (Affirmation des Antezedenten)

Wenn es regnet, dann ist die Straße nass.

Es regnet.

Eindeutige Konklusion: Die Straße ist nass.

Modus Tollens MT (Negation des Konsequenten)

Wenn es regnet, dann ist die Straße nass.

Die Straße ist nicht nass.

Eindeutige Konklusion: Es regnet nicht.

Affirmation des Konsequenten AK

Wenn es regnet, dann ist die Straße nass.

Die Straße ist nass.

Uneindeutige Konklusion: Vielleicht regnet es, vielleicht aber auch nicht.

Negation des Antezedenten (NA)

Wenn es regnet, dann ist die Straße nass.

Es regnet nicht.

Uneindeutige Konklusion: Vielleicht ist die Straße nass, vielleicht aber auch nicht.

Die beiden Argumentformen Modus Ponens und Modus Tollens kommen zu einem möglichen korrekten Schluss und werden als valide Formen bezeichnet. Im Gegensatz dazu ergibt sich durch die Affirmation des Konsequenten sowie durch die Negation des Antezedenten nicht nur eine mögliche korrekte Antwort. Die Formen AK und NA bilden somit invalide Argumentformen. In weiterer Folge werden in vorliegender Arbeit die Abkürzungen für die 4 Argumentformen Modus Ponens (MP), Modus Tollens (MT), Negation des Antezedenten (NA) und Affirmation des Konsequenten (AK) verwendet.

3.2. Valide und Invalide Formen

Im konkret-operationalen Stadium sind Individuen in der Lage, valide Formen zu lösen, nicht jedoch invalide, da das Gesetz der Dualität noch nicht verstanden wird (Müller, Sokol & Overton, 1999, Müller, Overton & Reese 2001). Innerhalb der validen Formen ist der MP in allen Altersstufen leichter als der MT (Evans et al. 1993). In Übereinstimmung mit Piaget wird davon ausgegangen, dass ein vollständiges Verständnis von rein verbal dargebotenen syllogistischen Aufgaben erst nach Erreichung des formal-operationalen Stadiums möglich ist (Overton et

al., 1985; Markovits 1984; Schröder, 1989). Konkrete Operationen reichen aus, um valide Formen, jedoch nicht, um invalide Formen lösen zu können. Die invaliden Formen NA und AK setzen die Anwendung formaler Operationen voraus und scheinen somit besonders sensitiv für die Erfassung von Entwicklungsveränderungen zu sein (Schröder, 1989).

3.3. Semantischer Aufgabeninhalt

Nach Piaget sollte ein formal denkendes Individuum in der Lage sein, unabhängig vom Aufgabeninhalt deduktive Schlüsse zu ziehen (Markovits & Vachon, 1989, 1990). Es hat sich jedoch vielfach gezeigt, dass sich die Schlussfolgerungsleistungen sehr stark vom jeweiligen Aufgabeninhalt unterscheiden (Evans et al., 1993). Vorgegeben wurden thematische (vertraute und konkrete), abstrakte und kontrafaktische Aufgaben als Inhaltskategorien.

Vertraute Aufgaben können direkt durch Rückbezug auf Erfahrungen beantwortet werden, wie zum Beispiel: „Wenn die Elektrizität ausfällt, wird die Schule geschlossen“ (Janveau-Brennan & Markovits, 1999).

Im Gegensatz dazu liegen *konkrete* Aufgaben, die nicht gleichzeitig auch vertraut sind, außerhalb des unmittelbar zugänglichen realen Weltwissens oder der Erfahrung eines Individuums. Somit ist die Möglichkeit von reinen gedächtnis- bzw. weltwissensgestützten Lösungen ausgeschlossen, wie zum Beispiel: „Wenn die Sonne scheint, trägt Michaela ein rotes T-Shirt“ (Spiel, Gittler, Sirsch & Glück, 1997).

Bei *abstrakten* Aufgaben wird der Bezug auf jegliches reales Weltwissen unterbunden, wie zum Beispiel: „Wenn da ein X ist, ist dort ein Y“ (Roberge & Paulus, 1971).

Kontrafaktische Aufgaben bilden den dritten Inhaltsbereich. Hier ist es so, dass zwar einzelne Terme der Erfahrungswelt zugeordnet werden, dabei jedoch Antezedent und Konsequent in der konditionalen Prämisse derart miteinander in Beziehung gesetzt werden, dass die Aussage der Erfahrung zuwider läuft (Schröder, 1989). Zum Beispiel: „Wenn ein Objekt in kochendes Wasser gelegt wird, wird es kalt werden“ (Markovits & Vachon, 1989).

Im Stadium formaler Operationen sollte der semantische Aufgabeninhalt keinen Einfluss auf die Leistung im schlussfolgernden Denken haben (Inhelder & Piaget 1977). Gößler (2001) zeigt jedoch, dass konkrete Aufgaben leichter zu lösen sind als abstrakte und kontrafaktische. Bei steigender Kompetenz im schlussfolgernden Denken gleichen sich Inhaltseffekte jedoch immer mehr aus (Markovits & Vachon, 1990).

3.4. Negation in der Aufgabenprämisse

Die Variation von Negationen im konditionalen Schlussfolgern scheint den größten Einfluss auf die Itemschwierigkeit zu haben, wenn der Antezedent der Hauptprämisse negiert wird. Dies wirkt sich erschwerend auf die gezeigte Kompetenz im schlussfolgernden Denken aus (Roberge & Mason, 1978).

Obwohl Negationen bereits im konkret-operationalen Stadium verstanden werden (Gray, 1990), kommt es durch den Einsatz von Negationen im Antezedenten wie zum Beispiel: „Wenn die Sonne nicht scheint, trägt Michaela ein rotes T-Shirt“ zu einer systematischen Erhöhung der Aufgabenschwierigkeit (Roberge & Mason, 1978). In vorliegender Studie werden Items mit und ohne Negation in der Aufgabenprämisse vorgegeben.

Zusammengefasst sind konditionale Syllogismen wenn - dann Beziehungen, die logische Schlüsse in vier möglichen Argumentformen variieren lassen. Die validen Formen MP und MT sind durch konkrete Operationen lösbar, während die invaliden Formen AK und NA erst durch formale Operationen zu lösen sind. Durch den semantischen Aufgabeninhalt lässt sich die Schwierigkeit variieren, wobei sie zusätzlich durch eine Negation in der Aufgabenprämisse steigt.

4. Befunde zu Wissenschaftlicher Rationalität und schlussfolgerndem Denken

Neben quantitativen Unterschieden lassen sich anhand der Ergebnisse in der Bearbeitung von Aufgaben zum schlussfolgernden Denken auch qualitative beobachten (Bonneton et al., 2008). So wurden von Spiel & Glück (2008) und Spiel et al. (2001, 2004) verschiedene Übergangsstadien, zwischen dem konkret-operationalen und dem formal-operationalen Stadium nach Piaget (1976, 1984) identifiziert.

4.1. Identifikation latenter Löseklassen

Durch die Unterscheidung der angewendeten Lösestrategien der Probanden unter Anwendung probabilistischer Auswertungsverfahren lassen sich latente Löseklassen identifizieren. Dieser Unterscheidung liegt die Anwendung des Mixed-Rasch-Modells zugrunde, welches erlaubt, die Performanz der Testpersonen latenten Löseklassen zuzuteilen. Das Mixed-Rasch-Modell kann als Verbindung von Latent-Class-Analyse und Rasch Modell erachtet werden (Rost 1990; Rost & von Davier, 1995). Hinter dieser statistischen Methode steht die Grundannahme, dass obwohl von gleicher Itemstruktur ausgegangen wurde, das Rasch-Modell nicht als gültig erachtet werden kann, da Subgruppen von Testpersonen innerhalb des Rasch-Modells identifiziert werden können (Spiel, Glück und Gößler, 2001). In diesem Fall wird eine wichtige Voraussetzung für das Rasch-Modell, die Eindimensionalität der Items verletzt. Wenn innerhalb der Probanden unterschiedliche Schwierigkeitsabfolgen der Items festgestellt werden können, misst das Modell bei diesen Subgruppen unterschiedliche Fähigkeitsdimensionen. Anhand der Item- und Fähigkeitsparameter kann so zwischen Personengruppen unterschieden werden, deren Lösestrategie bestimmten latenten Gruppen entspricht (Spiel, Glück & Gößler, 2001).

4.2. Wissenschaftliche Befunde zu den Übergangsstadien

Neben Befunden zur Identifikation verschiedener Anzahlen an Übergangsstadien in Populationen unterschiedlichen Alters und unterschiedlich ausgeprägter

latenter Fähigkeitsdimensionen durch die Anwendung des Mixed-Rasch-Modells, und die Beschreibung dieser Übergangsstadien, wird im Folgenden auf die Bedeutung schlussfolgernden Denkens im naturwissenschaftlichen Bereich eingegangen.

Spiel, Gittler, Sirsch & Glück (1997) konnten in einer Untersuchung von Kindern im Alter von elf bis vierzehn Jahren mittels acht Aufgaben, die auf Syllogismen beruhen, zwei latente Klassen an Lösungsstrategien zwischen dem konkret-operationalen und formalen Stadium identifizieren. Diese beiden Klassen konnten mittels Mixed-Rasch-Model extrahiert werden. Sie unterscheiden sich hinsichtlich der Lösewahrscheinlichkeit der validen Formen, vor allem hinsichtlich des Modus Tollens. Auch in den Untersuchungen von Spiel, Glück und Gößler (2001, 2004) zeigt sich, dass der Übergang vom Stadium konkreter Operationen zum Stadium formaler Operationen in unterschiedlichen Stadien verläuft. Getestet wurden Personen zwischen zwölf und neunzehn Jahren mit 24 syllogistischen Aufgaben, wobei drei Klassen identifiziert werden konnten, die den Übergang vom Stadium konkreter zum Stadium formaler Operationen markieren. Im Folgenden werden diese Stadien dargestellt:

Löseklasse 1: Konkret-operational

Personen, die dieser Gruppe zugeordnet werden, legen eine hohe Lösewahrscheinlichkeit bei validen und eine niedrige Lösewahrscheinlichkeit bei invaliden Items an den Tag. Verglichen mit den Entwicklungsstufen nach Piaget, handelt es sich hierbei um eine Herangehensweise, die dem konkret-operationalen Stadium zugeordnet werden kann.

Löseklasse 2: Übergangsstadium 1

Diese Gruppe zeichnet sich durch eine hohe Lösewahrscheinlichkeit bei invaliden und eine niedrige Lösewahrscheinlichkeit bei validen Formen aus, allerdings nur bei konkretem Aufgabenmaterial. Bei abstrakten und kontrafaktischen Items können ähnlich niedrige Lösewahrscheinlichkeit wie in der ersten Löseklasse beobachtet werden.

Löseklasse 3: Übergangsstadium 2

Klasse 3 weist bei allen invaliden Items hohe Lösungswahrscheinlichkeiten auf, was jedoch nicht auch auf die validen Formen zutrifft. Vor allem beim Modus Tollens treten verhältnismäßig schlechte Leistungen auf.

Neben dem konkret-operationalen Stadium und den beiden Übergangsstadien konnte keine Klasse der formalen Operationen identifiziert werden.

4.3. Übergeneralisierung als Entwicklungsfortschritt

Das Durchlaufen verschiedener Stadien anhand der von Spiel, Glück & Gößler (2001) beschriebenen Löseklassen ist auch durch eine Verschlechterung der Lösehäufigkeit valider Formen gekennzeichnet. Obwohl also ein Leistungsabfall bei den validen Formen, vor allem beim Modus Tollens, beobachtet werden kann, handelt es sich dabei um einen Entwicklungsfortschritt (Byrnes & Overton, 1986; Markovits 1984, 1985; Markovits & Vachon 1990; Wildmann & Fletcher, 1977).

Ist dieser Entwicklungsschritt noch nicht vollzogen, wird zwar die richtige Antwort gegeben, jedoch aus den falschen Gründen (O'Brien & Overton, 1982; Wildman & Fletcher, 1977). Dies kann dahingehend erklärt werden, dass konditionale Beziehungen nicht verstanden und somit durch eine wenig elaborierte Strategie gelöst werden. Kommt es im Entwicklungsverlauf zum besseren Verständnis der Asymmetrie und somit des höheren Komplexitätsgrades der Repräsentation konditionaler Beziehungen, kann es dazu führen, dass die darauf resultierende Unsicherheit beim Lösen invalider Formen auf die validen Formen übergeneralisiert wird (Byrnes & Overton, 1986; Markovits, Fleury, Quinn & Venet 1998; Markovits & Vachon, 1990; O'Brien & Overton, 1982). Somit gehen mit dem Leistungsabfall der validen Formen, insbesondere des Modus Tollens aber auch bessere Leistungen der invaliden Formen einher, was als Fortschritt im deduktiven Schlussfolgern erachtet werden kann.

Bezüglich der Argumentformen kann gesagt werden, dass der MP in allen untersuchten Altersgruppen öfter gelöst wurde als der MT und über alle Aufgaben hinweg die einfachste Argumentform darstellt (Evans et al., 1993).

Die invaliden Formen NA und AK werden vor dem Alter von 12 bis 15 Jahren kaum ohne Instruktion gelöst (Byrnes & Overton, 1986; Janveau-Brennan & Markovits, 1999; Markovits et al.). Erst in der Adoleszenz verbessert sich die Leistung im schlussfolgernden Denken sukzessive, wobei die Lösewahrscheinlichkeit im bei konditionalen Syllogismen auch bei Erwachsenen nicht in der Form ausgeprägt ist, dass diese immer richtig gelöst werden (Ennis, 1975; Janveau-Brennan & Markovits, 1999; Markovits, 1984, 1985; O'Brien & Overton, 1982).

Klopf (2011) und Eder (2012) konnten ebenfalls zeigen, dass die kognitive Entwicklung durch Übergangsstadien, und somit in kleineren Schritten verläuft, als von Piaget (1976) vermutet. Außerdem wurde gezeigt, dass das Stadium formaler Operationen nicht universell ab der Adoleszenz ausgebildet ist, und Studienanfängerinnen und Studienanfänger im jungen Erwachsenenalter nicht grundsätzlich formale Operationen zum Lösen konditionaler Syllogismen anwenden.

5. Möglichkeiten zur Förderung der Leistung im schlussfolgernden Denken

Wie schon durch Klopff (2011) und Eder gezeigt wurde, erreichen auch erwachsene Studierende nicht uneingeschränkt die Fähigkeit, formal-operational zu schließen. Im Folgenden wird die Bedeutung der Studienrichtung im Sinne einer Förderung des wissenschaftlich-deduktiven Denkens und des Studienfortschritts, also der Seniorität in der jeweiligen Studienrichtung betrachtet.

5.1. Studienrichtung und individuelle Begabung

Spiel und Glück (2008) führen aus, dass Personen, die das formal-operationale Stadium erreicht haben, die Logik von Aussagen selbst reflektieren können, auch wenn diesen keine reale Situation zugrunde liegt. Werden solche Personen mit einem Problem konfrontiert, sind sie also imstande, alle möglichen Faktoren mit einzubeziehen, welche die Lösung beeinflussen könnten, auch wenn diese nicht unmittelbar damit in Zusammenhang zu stehen scheinen. Das Erreichen dieses Niveaus scheint vor allem für ein die Absolvierung eines naturwissenschaftlichen Studiums von großer Bedeutsamkeit, da die Fähigkeit zu formal-analytischem Denken einen besonders studienrelevanten Bestandteil darstellt. Naturwissenschaftliches Denken auf formal-operationalem Niveau kann so als Idealtyp wissenschaftlicher Rationalität erachtet werden (Bullock und Sodian, 2003).

In naturwissenschaftlichen Studienrichtungen, also auch in Physik, Mathematik, Chemie und zu einem weniger großen Anteil auch in der Psychologie stellt -wie sich aus den Curricula der jeweiligen Studienrichtungen schließen lässt- logisch-schlussfolgerndes Denken die Grundvoraussetzung zur Lösung studienrelevanter Aufgaben dar. Eine genaue Betrachtung der einzelnen Studienpläne legt jedoch die Vermutung nahe, dass an diese Fähigkeit in den Fächern Physik, Mathematik und Chemie, aufgrund der Ausrichtung der Lehrinhalte, noch höhere Anforderungen gestellt werden als im Psychologiestudium.

Da die Fähigkeit zum logisch-schlussfolgernden Denken je nach Begabung unterschiedlich ausgeprägt ist, wird angenommen, dass sich auch Studierende

unterschiedlicher Studienrichtungen hinsichtlich der Ausprägung dieser Fähigkeit unterscheiden.

5.2. Förderung und Studienverlauf

Gezielte Förderung und Möglichkeiten zur Übung haben laut Heijltjes et al. (2013) einen stärkeren Einfluss auf die Fähigkeit kritischen Denkens als Begabung und andere Dispositionen. Wie kann die Ausbildung und Steigerung der Leistung im schlussfolgernden Denken also gefördert werden? Laut Zimmermann (2007) haben sich Instruktionen als wirkungsvolles Werkzeug erwiesen, schlussfolgerndes Denken bei Kindern zu fördern, wobei Kuhn (2005) davon ausgeht, dass Informationen darüber, warum die Verwendung von Strategien zur Lösung von Aufgaben zum schlussfolgernden Denken nützlich ist, die eigenständige Bildung dieser fördert. Shayer und Adey (1993) zeigten, dass Fragen-gestützte Methoden, sowie aktive Hypothesengenerierung und –Testung einen wesentlichen Einfluss auf die Förderung des schlussfolgernden Denkens haben. Zudem zeigten Westbrook und Rogers (1994), dass auch die selbstständige Hypothesentestung einen signifikanten Einfluss auf die gezeigte Fähigkeit des schlussfolgernden Denkens bei Jugendlichen hat. Wenk (2000) konnte an Studierenden im ersten Studienjahr zeigen, dass schlussfolgerndes Denken ebenso wie Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie durch das eigenständige planen und durchführen von Experimenten verbessert wird.

Eigenständiges Erarbeiten von Strategien, aufstellen von Hypothesen sowie das in Frage stellen und testen dieser, stellt einen wichtigen Bestandteil universitärer Ausbildung dar. So bilden genau diese Fertigkeiten etwa beim Erstellen einer Diplomarbeit grundlegende Kernkompetenzen. Kuhn (2009) bezeichnet schlussfolgerndes Denken als erwartetes Ergebnis einer Ausbildung, zumindest auf Hochschul Niveau. Dieses kann durch Förderung der Möglichkeit, Beweise zu sammeln und kausale Urteile und Vorhersagen über Sachverhalte zu treffen, erreicht werden, wobei dazu die Förderung der Fähigkeit des schlussfolgernden Denkens als relevanter Bestandteil eines Curriculums erachtet werden muss.

5.3. Unterschiede in den Curricula der Psychologie und anderer Naturwissenschaften

In diesem Kapitel werden die Studienpläne für den ersten Abschnitt bzw. das Bachelorstudium der Studienrichtungen Psychologie, sowie Mathematik, Physik und Chemie hinsichtlich ihrer Lehrinhalte mit einander verglichen, da angenommen werden kann, dass Studierende im fortgeschrittenen Studienverlauf diese Lehrinhalte bereits absolviert haben. Besonderes Augenmerk gilt der theoretischen und praktischen Förderung des wissenschaftlichen Denkens im Sinne von Vermittlung von Wissenschaftstheorie sowie der eigenständigen Bildung und Testung von Hypothesen.

5.3.1. Curriculum der Psychologie

Der erste Abschnitt des Diplomstudiums Psychologie (Curriculum aus: uni:data Datenbank des Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung, 2011) setzt sich aus den Pflichtfächern *Einführung in die Psychologie*, *Allgemeine Psychologie*, *Psychologische Methodenlehre*, *Entwicklungspsychologie*, *Differentielle Psychologie*, *Biologische Psychologie* und *Sozialpsychologie* zusammen. Während in einem wissenschaftlichen Studium wie Psychologie - zumindest implizit- in vielen Fächern unterschiedlich stark ausgeprägte wissenschaftstheoretische Inhalte vermittelt werden, findet diese Förderung in den Fächern *Statistische Methodenlehre* und *Differentielle Psychologie* im ersten Studienabschnitt auch explizit statt. In der *Statistischen Methodenlehre* werden Kenntnisse und Fertigkeiten der Planung von Untersuchungen, der Datenerhebung und statistischen Datenverarbeitung, der Interpretation und Darstellung von Untersuchungsergebnissen vermittelt, was die Voraussetzungen für die Planung und Durchführung eigener Untersuchungen darstellt. In der *Differentiellen Psychologie* geht es um die Erklärung von Unterschieden zwischen einzelnen Menschen und abgegrenzten Personengruppen. Gegenstand ist die Beschreibung, die Entstehungsbedingungen und die Veränderungsmöglichkeiten von individuellen Unterschieden in psychischen Merkmalen. Diese Unterscheidung basiert auf wissenschaftstheoretischen Erkenntnissen, sowie auf empirischen Befunden.

Obwohl für diese Arbeit Studierende im fortgeschrittenen Studienverlauf, also im zweiten Abschnitt getestet wurden, enthält die Erhebung keine Daten darüber, welche Fächer aus dem zweiten Abschnitt bereits absolviert wurden. Es kann also nur angenommen werden, dass der erste Studienabschnitt vollständig absolviert wurde. Aus dem zweiten Studienabschnitt seien dennoch zwei Fächer genannt, welche das wissenschaftliche Denken in erheblichem Masse fördern:

Ziel des Faches *Forschungsmethoden und Evaluation* ist die wissenschaftliche Prüfung und Rückmeldung über die Effektivität und Effizienz von Maßnahmen. *Psychologische Diagnostik* ist die wissenschaftliche Disziplin, die psychologisches Diagnostizieren für die Praxis vorbereitet. Psychologisches Diagnostizieren ist ein Prozess, der unter Zuhilfenahme verschiedener Verfahren zielgerichtete Informationen über psychische Eigenschaften des in Betracht stehenden Menschen gewinnen will.

Die Möglichkeit zur praktischen Anwendung durch Bildung und Testung von Hypothesen findet sich vor allem im Zuge von prüfungsimmanenten Lehrveranstaltungen. Diese werden im Studienplan für Psychologie in folgender Form beschrieben:

Proseminare vermitteln Grundkenntnisse des wissenschaftlichen Arbeitens, führen in die Fachliteratur ein und behandeln exemplarisch Probleme des Faches durch Referate, Diskussionen und Fallerörterungen. *Praxisseminare* dienen dazu, unter wissenschaftlicher Anleitung der Lehrveranstaltungsleiterin oder des Lehrveranstaltungsleiters relevante Anwendungen der Psychologie im realen Berufsumfeld (Diagnostik, Beratung, Intervention usw.) kennenzulernen und zu üben. *Forschungsseminare* dienen dem wissenschaftlichen Diskurs über aktuelle Forschungsarbeiten, in die die Studierenden einbezogen werden. Das *Forschungspraktikum* vermittelt Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten, die Studierende in die Lage versetzen, empirische Forschungsarbeiten selbstständig durchzuführen. Das *Projektstudium* dient der Erarbeitung konkreter wissenschaftlicher Fragestellungen und deren Bearbeitung/Lösung unter der Anwendung verschiedener Methoden und Techniken.

5.3.2. Curricula anderer Naturwissenschaften

In den Curricula der Bachelorstudien Mathematik, Physik und Chemie der Technischen Universität Wien (Curricula aus: TISS, 2011), welche im Studienverlauf dem ersten Studienabschnitt der Psychologie entsprechen, lassen sich einige Hinweise auf gezielte Förderung theoretischen und praktischen wissenschaftlichen Denkens finden.

Im Studienplan der Mathematik wird dargelegt, dass das Studium wesentliche mathematische Denk- und Arbeitsweisen vermittelt, wie das Erkennen von Strukturen, Abstraktionsvermögen, sowie logisches und algorithmisches Vorgehen. Wichtige Kompetenzen im Bachelorstudium der Mathematik sind strategisches Denken und das Verständnis für übergeordnete Zusammenhänge. Typische Aufgabenstellungen für Absolventinnen und Absolventen sind laut Curriculum unter anderem die Entwicklung mathematischer Modelle, welche die reale Welt abstrahiert abbilden. Das Studium besteht aus den Modulen *Analysis*, *Lineare Algebra und Geometrie*, *Programmieren und Numerische Mathematik*, *Mathematische Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik*, *Höhere Analysis*, *Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen*, *Diskrete Mathematik* und *Wissenschaftliches Arbeiten*. Vor allem im Fach *Analysis* werden „logisches Denken, das Durchdringen komplexer Zusammenhänge und das Entwickeln von eigenständigen Ideen zur Lösung von Aufgaben“ als Lernziele angeführt. Im Fach *Lineare Algebra und Geometrie* werden die Bildungsziele „Fähigkeit des Übergangs vom konkreten Beispiel zur abstrakten Struktur und umgekehrt, Fähigkeit der Problemlösung durch Behandlung in einem abstrakten Umfeld und Einsatz des Gelernten auf theoretische und praktische Aufgaben“ formuliert. Hier lässt sich anhand der Bildungsziele erkennen, dass die Fähigkeit des

schlussfolgernden und abstrakten Denkens gefördert wird, was sich auch auf den Übergang vom konkreten zum formalen Stadium nach Piaget (1976, 1984) niederschlagen kann.

Im Curriculum des Bachelorstudium der Physik an der Technischen Universität Wien wird darauf hingewiesen, dass Absolventinnen und Absolventen ausgezeichnet geeignet seien, in allen technischen und naturwissenschaftlichen Bereichen tätig zu werden, da sie z.B. systematisch und strukturiert denken können. Das Studium besteht aus den Prüfungsfächern *Grundlagen der Physik*, *Mathematik*, *Theoretische Physik*, *Elektronik*, *EDV* und *Physikalische Messtechnik*, *Struktur und Materie* und *Technische Qualifikationen*. In den Modulbeschreibungen der Prüfungsfächer lässt sich eine Vielzahl an Hinweisen für die Förderung des logischen und schlussfolgernden Denkens finden. Im Modul *Grundlagen der Physik III* wird die Schulung formaler Denkweisen und zielgerichtete Interpretation abstrakter Ergebnisse als Bildungsziel angegeben, im Fach *Analysis* soll die passive und aktive Beherrschung von logischen Schlussfolgerungen und Beweisstrategien vermittelt werden. In der *Linearen Algebra* wird außerdem Problemklassifizierung, und die Fähigkeit zur Umsetzung abstrakter Konzepte und Lösungswege bei neuen Problemen sowie Erkennung und Ausnützung von inhaltlichen Analogien als Ziel angeführt. Im Fach *Praktische Mathematik* wird die Beherrschung wesentlicher Algorithmen angestrebt. Da in weiterer Folge noch auf eine Vielzahl von Kompetenzen des kognitiven Denkens verwiesen wird, welche vor allem die Weiterentwicklung des Abstraktionsvermögens (vor allem in den Modulen Praktische Mathematik, Mechanik, Mathematische Methoden und Elektronik) fördern, sei an dieser Stelle zur weiteren Lektüre an das angehängte Curriculum verwiesen.

Absolventinnen und Absolventen des Bachelorstudiums Chemie an der Technischen Universität Wien sind laut Curriculum in der Lage, experimentell gewonnene Daten zu interpretieren und in einem größeren Kontext zu sehen. Das Studium Technische Chemie ist aus folgenden Modulen aufgebaut: *Mathematische Grundlagen, Physikalische Grundlagen, Grundlagen der Chemie, Analytische Chemie, Anorganische und Organische Chemie, Synthesechemie, Physikalische Chemie, Experimentelle Physikalische Chemie, Biochemie und Biotechnologie, Verfahrenstechnik, Anorganische und Organische Technologie.* Neben der Vermittlung mathematischer und physikalischer Grundlagen werden in diesem Studium analytische Problemlösungsstrategien, das Erkennen und Verstehen von Gemeinsamkeiten und Unterschieden um selbständig Schlüsse ziehen zu können, das Erlernen grundlegender experimenteller Methoden und das kritische Hinterfragen von Näherungen in Experiment und Theorie angestrebt. Ein Schwerpunkt liegt in der Durchführung und Auswertung von Experimenten.

An der Technischen Universität Wien bestehen die Studienpläne der Bachelorstudien Mathematik, Physik und Chemie zu einem großen Teil aus prüfungsimmanenten Lehrveranstaltungen wie Übungen, Seminaren und Laborübungen. Neben der Förderung des wissenschaftlichen Denkens in der Theorie scheint ein großer Wert auf die praktische Anwendung und Erprobung der wissenschaftlichen Lehrinhalte gelegt zu werden.

Zusammengefasst kann gesagt werden, dass sowohl das Studium der Psychologie an der Universität Wien im ersten Abschnitt, als auch die Bachelorstudien Physik, Mathematik und Chemie an der Technischen Universität Wien wissenschaftliches Denken lehren und fördern. Ein Vergleich der Curricula

zeigt jedoch deutliche Unterschiede in den Schwerpunkten. Es kann somit angenommen werden, dass die Fähigkeit des schlussfolgernden Denkens durch ein Studium der Physik, Mathematik oder Chemie stärker gefördert wird, als durch das Studium der Psychologie.

6. Zielsetzung und Fragestellungen

Piaget (1976, 1984) postuliert, dass grundsätzlich alle Individuen, spätestens zwischen dem 15. und 20. Lebensjahr, die Stufe der formalen Operationen erreichen können. Diese Stufe werde jedoch gemäß individueller Fähigkeiten und Förderung in bestimmten Gebieten erreicht. Spiel, Glück & Gößler (2001, 2004) fanden durch Testung mit dem Leistungsprofiltest Schlussfolgerndes Denken verbal (SDV) mit 24 Items heraus, dass der Übergang vom konkreten zum formalen Stadium nach Piaget in bestimmten Stadien verläuft. Klopff (2011) und Eder (2012) zeigten in ihren Untersuchungen mit einer erweiterten Form des SDV mit 32 Items, dass sich die Leistungen von Studierenden der Psychologie und anderer Naturwissenschaften bereits zu Beginn des Studiums, nämlich in den ersten Wochen, voneinander unterscheiden. Studierende der Naturwissenschaften schnitten im SDV (32) besser ab als Studierende der Psychologie. Es konnte jedoch kein Stadium formaler Operationen nach Piaget identifiziert werden. Das führt zur Überlegung, ob sich die Ergebnisse im SDV (32) bei Studierenden im fortgeschrittenen Studienverlauf von denen zu Beginn des Studiums unterscheiden.

Diese Diplomarbeit setzt sich basierend auf diesen Befunden mit der Frage auseinander, ob ein naturwissenschaftliches Studium, in unterschiedlichen Fachrichtungen und unterschiedlichen Fortschrittsstadien, mit der Fähigkeit des schlussfolgernden Denkens zusammenhängt. Folgende beiden Fragestellungen werden dazu untersucht:

1. Hängt die Leistung im schlussfolgernden Denken mit dem Studienfach und dem Studienabschnitt zusammen?
2. Wie unterscheiden sich die Leistungen im schlussfolgernden Denken von Studierenden der Psychologie und anderer Naturwissenschaften im zweiten Studienabschnitt hinsichtlich ihrer ermittelten Löseklassen voneinander?

Dazu werden Studierende der Fachrichtungen Psychologie der Universität Wien und Studierende der Fachrichtungen Physik, Mathematik und Chemie der Technischen Universität im ersten und im zweiten Studienabschnitt in ihrer Leistung im Schlussfolgernden Denken mittels SDV (32) sowohl hinsichtlich Lösewahrscheinlichkeit als auch hinsichtlich ihrer Zuteilung zu latenten Löseklassen miteinander verglichen. Zudem wird untersucht, ob mittels SDV unter Anwendung der Latent-Class-Analyse erstmals eine Löseklasse gemäß Piagets formaler Operationen extrahiert werden kann.

6.1. Fragestellungen und Hypothesen

In diesem Kapitel werden die zwei Hauptforschungsfragen in Bezug auf die Unterschiede in der Leistung im Schlussfolgernden Denken, erhoben durch den SDV (32), von Studierenden der Psychologie sowie anderer Naturwissenschaften im ersten und zweiten Studienabschnitt - auch hinsichtlich Anzahl und Eigenschaften der extrahierbaren Löseklassen - konkretisiert, sowie mögliche Zusammenhänge mit den zusätzlich erhobenen Variablen Geschlecht, Lebensalter, Erstsprache und Studienleistung dargestellt.

6.1.1. Zusammenhang von Studienrichtung und Studienabschnitt mit der Leistung im SDV

Gibt es Leistungsunterschiede im Schlussfolgernden Denken zwischen Studierenden der Psychologie und anderen Naturwissenschaften im ersten und zweiten Studienabschnitt? Gibt es Unterschiede in der Leistung im SDV (32) hinsichtlich der zusätzlich erhobenen Variablen Geschlecht, Lebensalter, Erstsprache und Studienleistung?

Wie bereits erwähnt, zeigten Untersuchungen von Eder (2012) und Klopff (2011), dass im ersten Studienabschnitt Studierende der Naturwissenschaften besser im SDV abschneiden als Studierende der Psychologie. Es wird angenommen, dass Studierende der Naturwissenschaften auch im zweiten Studienabschnitt höhere Leistungen im SDV zeigen als Studierende der Psychologie.

Befunde von Bullock und Sodian (2003), welche eine Längsschnittstudie zur allgemeinen Entwicklungsveränderung in dem für die Entwicklung des wissenschaftlichen Denkens kritischen Altersbereichs zwischen Grundschule und Sekundärschule durchführten, sprechen gegen die Annahme, schulische Förderung analytischer Fähigkeiten sei die Hauptquelle individueller Unterschiede. Dies beruhe vor allem darauf, dass die explizite Vermittlung von Wissenschaftsverständnis und die Anwendung der Hypothesenprüfung im Schulunterricht kaum statt finde. Im Erwachsenenalter kann sich das logisch-schlussfolgernde Denken - vor allem durch gezielte Förderung – auf bestimmten Gebieten verbessern (Wenk, 2000).

Aufgrund der Förderung des formal-analytischen Denkens während eines Universitätsstudiums wird angenommen, dass sich die Leistung im Schlussfolgernden Denken im Studienverlauf über beide Studienrichtungen verbessert und die Leistung im SDV bei Studierenden im zweiten Studienabschnitt besser ist als bei Studierenden im ersten Studienabschnitt.

Außerdem wird aufgrund der verschiedenen hohen Anforderungen, die an das schlussfolgernde Denken innerhalb unterschiedlicher Curricula der einzelnen Fachrichtungen gestellt werden, eine Wechselwirkung dahingehend vermutet, dass der Unterschied in der Leistung im SDV zwischen erstem und zweitem Studienabschnitt für Studierende der Psychologie größer ausfällt, als für Studierende anderer Fachrichtungen.

6.1.2. Unterschiede in Anzahl und Eigenschaften der Löseklassen zwischen Studierenden der Psychologie und anderer Naturwissenschaften im zweiten Abschnitt

Wie viele Löseklassen können bei Studierenden im zweiten Studienabschnitt unter Anwendung des SDV (32) extrahiert werden und wie können sie qualitativ beschrieben werden? Wird eine Löseklasse extrahiert, die dem formalen Stadium nach Piaget entspricht?

In der Vorgängerstudie von Klopff (2011) und Eder (2012) wurden 4 Löseklassen extrahiert, wobei keine Klasse der formalen Operationen identifiziert wurde. Da

die Stichprobe dieser Untersuchung ausschließlich aus Studierenden im fortgeschrittenen Studienverlauf besteht, liegt der Schluss nahe, dass vor allem bei Studierenden der Naturwissenschaften eine Löseklasse, die dem Entwicklungsstadium der formalen Operationen nach Piaget entspricht, identifiziert werden kann. Obwohl auch Niemannsfreund (2015) fünf Löseklassen extrahierte, geschah das bei ihr auf Basis des SDV (35), in vorliegender Arbeit wurde der SDV (32) ohne zusätzliche Genderitems verwendet. Zudem werden die extrahierten Löseklassen nach Studienrichtung getrennt voneinander betrachtet und qualitativ miteinander verglichen.

Aufgrund der verschiedenen hohen Anforderungen, die an das schlussfolgernde Denken unterschiedlicher Curricula der einzelnen Fachrichtungen gestellt werden, wird vermutet, dass die Lösemuster von Studierenden der Fächer Physik, Mathematik und Chemie eher in den fortgeschrittenen Löseklassen anzusiedeln sind als die Leistungen von Studierenden des Faches Psychologie und die erzielten Lösungswahrscheinlichkeiten innerhalb der einzelnen Löseklassen bei Studierenden der Naturwissenschaften höher sind als bei Studierenden der Psychologie.

Es wird davon ausgegangen, dass durch die Förderung des formal-analytischen Denkens während des Studiums eine höhere Leistung im Schlussfolgernden Denken im Sinne einer Zuteilung zu höher elaborierten Löseklassen im zweiten Studienabschnitt als im ersten Studienabschnitt für beide Studienrichtungen beobachtet werden kann.

Aufgrund der beiden Faktoren Studienrichtung und Studienabschnitt werden folgende Frequentierungen in den Löseklassen vermutet:

- Überfrequentierung Studierender der Psychologie im ersten Studienabschnitt in weniger fortgeschrittenen Löseklassen
- Unterfrequentierung Studierender der Naturwissenschaften im zweiten Studienabschnitt in weniger fortgeschrittenen Löseklassen
- Überfrequentierung Studierender der Naturwissenschaften in beiden Studienabschnitten in weiter fortgeschrittenen Löseklassen
- Unterfrequentierung Studierender der Psychologie in beiden Studienabschnitten in weniger fortgeschrittenen Löseklassen

III. EMPIRIE

7. Methoden

In diesem Abschnitt wird das Untersuchungsdesign vorgestellt, die Stichprobe beschrieben und auf verwendete Messinstrumente und Auswertungsverfahren eingegangen.

7.1. Untersuchungsdesign

Aufbauend auf den Arbeiten von Spiel, Glück & Gößler (2001, 2004) in denen mittels Leistungsprofiltest Schlussfolgerndes Denken verbal (SDV) gezeigt wurde, dass der Übergang vom konkreten zum formalen Stadium nach Piaget in bestimmten Übergangsstadien verläuft, bildet die Grundlage zu vorliegender Studie die Untersuchung von Klopff (2011) und Eder (2012), die sich damit beschäftigte, ob das Stadium der formalen Operationen nach Piaget bei Erwachsenen, die sich am Anfang ihres Studiums befinden, erreicht wird. Zusätzlich wurde untersucht, ob sich Zwischenstadien vom konkret-operationalen zum formalen Stadium bei diesen Personengruppen identifizieren lassen. Dabei wurden Studienanfängerinnen und Studienanfänger der Fachrichtungen Psychologie, Physik, Mathematik und Chemie hinsichtlich ihrer Kompetenz im schlussfolgernden Denken miteinander verglichen.

In dieser Untersuchung wurde mittels "Leistungsprofiltest Schlussfolgerndes Denken-Verbal" (SDV) von Spiel, Glück & Gößler (2003) in einer erweiterten Form mit 32 Items erhoben, ob sich die Kompetenz zum schlussfolgernden Denken von Studierenden im ersten und zweiten Studienabschnitt innerhalb oben genannter Studienrichtungen - auch hinsichtlich ihrer latenten Löseklassen - unterscheidet. Die Daten für die Leistung von Studierenden im ersten Studienabschnitt stammen von der Erhebung von Klopff und Eder, Daten von Studierenden im zweiten Abschnitt stammen von der gemeinsamen Erhebung von Niemandsfreund und Sinzinger.

7.2. Stichprobe

Der SDV wurde im Wintersemester 2011/12 Studierenden der Fachrichtungen Psychologie, Physik, Mathematik und Chemie der Universität Wien sowie der Technischen Universität Wien vorgegeben, die sich bereits im fortgeschrittenen Studienverlauf, sprich im zweiten Studienabschnitt befanden. Getestet wurden insgesamt 395 Personen, wobei die Ergebnisse von vier Personen nicht weiter berücksichtigt werden konnten, da sie von WINMIRA keiner Löseklasse zugeordnet und somit von der Untersuchung ausgeschlossen wurden. Die untersuchte Gesamtstichprobe umfasste wie in Tabelle 1 dargestellt 391 Personen, 181 (46,3%) weibliche und 210 (53,7%) männliche. Die Studierenden der Fachrichtungen Physik, Mathematik und Chemie wurden als Studierende der Naturwissenschaften zusammengefasst. Diese Gruppe umfasst 190 Personen, von denen 41(21,6%) weiblich und 149 (78,4%) männlich waren. Die Gruppe der Psychologie Studierenden umfasste 201 Personen, von denen 140 (69,7%) weiblich und 61 (30,3%) männlich waren.

Tabelle 1: *Vierfeldertafel Studienrichtung und Geschlecht*

Studienrichtung		Geschlecht		Gesamt
		weiblich	männlich	
Psychologie	Anzahl	140	61	201
	Anteilswerte	69,7%	30,3%	100,0%
Naturwissenschaften	Anzahl	41	149	190
	Anteilswerte	21,6%	78,4%	100,0%
Gesamt	Anzahl	181	210	391
	Anteilswerte	46,3%	53,7%	100,0%

Die Prüfgröße fiel mit $\chi^2(1) = 90.79$, $p < .001$ signifikant aus. Es kann ein Verteilungsunterschied bezüglich der Geschlechterverteilung in Abhängigkeit von der Studienrichtung angenommen werden. Im Folgenden wird geprüft, ob dieser Verteilungsunterschied als repräsentativ für die tatsächliche Geschlechterverteilung im Wintersemester 2011/12 in den genannten Studienrichtungen angesehen werden kann.

Laut Informationssystem der Technischen Universität Wien - TISS (2011) sowie der uni:data Datenbank des Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung (2011) betrug in den Naturwissenschaften an der Universität Wien und der Technischen Universität Wien im Studienjahr 2011/2012 der Anteil der weiblichen Studierenden 28,59% und der männlichen Studierenden 71,41%; in der Studienrichtung Psychologie an der Universität Wien gab es 76,61% weibliche und 23,39% männliche Studierende. Die theoretisch zu erwartenden Verteilungen wurden mit den beobachteten Verteilungen mithilfe des Chi-Quadrat-Anpassungstests verglichen. So wurde in den Stichproben mit $\chi^2(1) = 5.43$, $p = .020$ für Studierende der Psychologie und mit $\chi^2(1) = 4.58$, $p = .032$ für Studierende der Naturwissenschaften jeweils ein leicht erhöhter Anteil männlicher Studierender festgestellt. Die Daten beziehen sich auf ordentliche Studierende der jeweiligen Studienrichtungen für das Wintersemester 2011. Der Altersdurchschnitt der Gesamtstichprobe lag bei 24.02 ($SD = 4.67$) Jahren. Die Altersverteilung über Studienrichtung und Geschlecht wird in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Altersverteilung über Studienrichtung und Geschlecht

	Psychologie	Naturwissenschaften	Gesamt
weiblich	24.84 (4.32)	21.63 (4.05)	24.11 (4.46)
männlich	26.57 (6.57)	22.85 (3.43)	23.93 (4.85)
Gesamt	25.36 (5.15)	22.59 (3.60)	24.02 (4.67)

Tabelle 3: Erstsprache

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Deutsch	356	91,0	91,0	91,0
Gültig Nicht Deutsch	35	9,0	9,0	100,0
Gesamt	391	100,0	100,0	

Bezüglich der Sprachigkeit wiesen 356 (91,0%) der Testpersonen Deutsch als Erstsprache auf. Die übrigen 35 (9,0%) Studierenden gaben eine andere Erstsprache an, wie in Tabelle 3 ersichtlich ist.

Um möglichst viele Testpersonen effizient akquirieren zu können, wurde der SDV Studierenden der einzelnen Fachrichtungen im zweiten Abschnitt im Rahmen von Seminaren und Vorlesungen vorgegeben. Anhand des Studienplans wurde ermittelt, welche Lehrveranstaltungen im zweiten Abschnitt der jeweiligen Fachrichtungen abgehalten werden und gezielt mit den jeweiligen Lehrveranstaltungsleitern Kontakt aufgenommen. Per Mail wurden die Lehrveranstaltungsleiter gebeten, einen Teil ihrer Unterrichtszeit für gegenständliche Erhebung zur Verfügung zu stellen. Der genaue Wortlaut der Mail ist dieser Arbeit angehängt.

7.3. Messinstrument

Als Erhebungsinstrument wurde der "Leistungsprofiltest Schlussfolgerndes Denken-Verbal" (SDV) von Spiel, Glück & Gößler (2003) herangezogen.

In der ursprünglichen Form besteht der SDV aus 24 konditionalen Syllogismen, die dazu dienen, die Fähigkeit des deduktiven Schlussfolgerns zu messen. Theorie geleitet wurde die Aufgabenschwierigkeit der Items durch die Variation der Argumentform (MP, MT, NA, AK) und des semantischen Aufgabeninhalts (konkret, abstrakt, kontrafaktisch) variiert. Neben der Quantität der gelösten Items, kann unter Anwendung des Mixed-Rasch-Modells auch die Qualität der Antwortmuster untersucht und so auf latente Löseklassen mit ähnlichem Antwortmuster geschlossen werden.

Da diese Studie auf der Studie von Klopff (2011) und Eder (2012) aufbaut, wurde die von ihnen verwendete erweiterte Testversion des SDV mit 32 Items eingesetzt. In der gemeinsamen Datenerhebung mit Petra Niemandsfreund wurden drei zusätzliche Items verwendet, welche eine implizite Genderinformation transportieren, diese wurden vor der Auswertung der Daten jedoch ausgeschlossen und werden in der vorliegenden Betrachtung nicht berücksichtigt.

Um eventuelle Reihenfolgeeffekte berücksichtigen zu können, werden zwei Testversionen A und B ausgegeben, welche sich durch die Vorgabereihenfolge der Items voneinander unterscheiden.

7.3.1. Zusätzlich erhobene Daten

Vor der Bearbeitung des SDV 32 wurden die personenbezogenen Daten wie Geschlecht, Alter und Erstsprache erhoben. Weiters wurden - individualisiert für jede Studienrichtung - drei relevante Gesamtnoten aus dem ersten Studienabschnitt erfragt, um so einen Parameter zur Berücksichtigung der Studienleistung berechnen zu können. Zusätzliche Informationen zur höchsten abgeschlossenen Bildung der Eltern und zur eigenen Leistungsüberzeugung wurden im Zuge der gemeinsamen Erhebung mit Petra Niemandsfreund erhoben, finden jedoch in gegenständlicher Arbeit keine nähere Betrachtung. Zur weiteren Lektüre zum Thema Schlussfolgerndes Denken unter Berücksichtigung des Einflusses einer latenten Genderinformation, sowie der Leistungsüberzeugung und Selbsteinschätzung weiblicher Studierender sei Niemandsfreund (2015) empfohlen.

7.4. Auswertungsverfahren

Die Hypothesenprüfung zum Vergleich der Lösungsergebnisse im SDV verschiedener Gruppen erfolgt mittels Varianzanalysen (ANOVA) und Kovarianzanalysen (ANCOVA) mit der Statistiksoftware IBM SPSS® Statistics Version 20. Das Signifikanzniveau wurde im Rahmen der Inferenzstatistik entsprechend mit $\alpha = 5\%$ festgelegt. Zur Beurteilung der praktischen Relevanz von Ergebnissen wird die Effektgrößenklassifikation für d herangezogen, wobei Effekte bei Mittelwertsvergleichen ≥ 0.20 als klein, ≥ 0.50 als mittel und ≥ 0.80 als groß bezeichnet werden. Für die Effektstärken bei varianzanalytischen Prüfungen wird entsprechend $\eta^2_p \geq .01$ als klein, $\geq .06$ als mittel und $\geq .14$ als groß charakterisiert. Post hoc werden t-Tests herangezogen, die Homogenität von Varianzen wird mittels Levene-Test geprüft. Für die Untersuchung der Zusammenhänge von nominalskalierten Daten wird auf Basis von Kreuztabellen der Chi-Quadrat-Anpassungstest berechnet.

Die Zuteilung der Versuchspersonen zu den latenten Lösungsklassen sowie die Unterscheidung dieser erfolgt unter Anwendung des Mixed-Rasch-Models, da dieses dazu geeignet ist, unterschiedliche Stadien in der kognitiven Entwicklung

zu identifizieren. Vergleiche dazu (Spiel et al., 1997; Spiel et al., 2001, 2004; Spiel & Glück, 2008). Wie in den Vorgängerstudien erfolgt dies mittels WINMIRA 2001. Das Mixed-Rasch-Modell kann als Verbindung von Latent-Class-Analyse und Rasch Modell erachtet werden (Rost & von Davier, 1995; Rost 2004) und wird dazu eingesetzt, Subgruppen an Testpersonen zu identifizieren, innerhalb derer Eindimensionalität herrscht, also die gleiche Fähigkeitsdimension gemessen werden kann. Durch den Einsatz von WINMIRA werden so Personengruppen identifiziert, deren Lösestrategie bestimmten latenten Gruppen entspricht (Spiel, Glück & Gößler, 2001).

Zur Klärung der Frage, ob es Unterschiede in der Häufigkeit der auftretenden Löseklassen im Hinblick auf Studienrichtung, Studienabschnitt und Geschlecht gibt, wurde eine Konfigurationsfrequenzanalyse durchgeführt.

Die Konfigurationsfrequenzanalyse (KFA; Lienert, 1969; von Eye, 2002) ist ein Verfahren zur Analyse von Unterschieden in der Verteilung von Häufigkeiten in multivariaten Kontingenztafeln. Dabei geht die KFA davon aus, dass Zusammenhänge zwischen Merkmalen oft in Teilen des Datensatzes in lokaler Abhängigkeit auftreten, während in anderen Bereichen keine Zusammenhänge bestehen. Zur Identifizierung lokal abhängiger Über- bzw. Unterfrequentierungen wird die erwartete Häufigkeit unter einem Wahrscheinlichkeitsmodell, welches auch die Basisrate berücksichtigt, innerhalb kategorialer Zellen mit der auftretenden Häufigkeit verglichen. Ist die tatsächlich auftretende Häufigkeit eines Variablenmusters höher als erwartet, wird von einem Typ, ist sie niedriger als erwartet, von einem Antityp gesprochen.

8. Ergebnisse

Nach der Überprüfung möglicher Reihenfolgeeffekte werden in diesem Kapitel die deskriptivstatistischen und inferenzstatistischen Ergebnisse der Untersuchung im Detail dargestellt.

Die Prüfung dahingehend, ob die Leistung im Schlussfolgernden Denken (SDV) von der Vorgabereihenfolge (Testversion A und Testversion B) abhängig ist, erfolgte mittels t-Test für unabhängige Stichproben und ist in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: *Vierfeldertafel Vorgabereihenfolge und Lösungswahrscheinlichkeit*

Vorgabereihenfolge		N	M	SD
Lösungswahrscheinl.. SDV 32	A	222	.6336	.2182
	B	169	.6182	.2067

Die Prüfgröße (Varianzhomogenität, untersucht mittels Levene-Test, konnte mit $p = .256$ angenommen werden) fiel mit $t(389) = 0.71$, $p = .479$ nicht signifikant aus. Es kann angenommen werden, dass die Vorgabereihenfolge keinen Unterschied in der Lösungswahrscheinlichkeit verursacht.

8.1. Leistung im Schlussfolgernden Denken

Im Folgenden werden die Zusammenhänge der Leistung im Schlussfolgernden Denken mit den zusätzlich erhobenen Variablen Studienrichtung, Studienabschnitt und Geschlecht, sowie Lebensalter und Erstsprache dargestellt.

8.1.1. Leistung im SDV, Studienrichtung, Studienabschnitt und Geschlecht

Die Leistung im schlussfolgernden Denken (SDV) in Abhängigkeit von den Variablen Studienrichtung und Studienabschnitt wurde mittels zwei-faktorieller Varianzanalyse untersucht. Tabelle 5 zeigt die Lösungswahrscheinlichkeiten in Abhängigkeit von Studienabschnitt und Studienrichtung.

Tabelle 5: *Deskriptivstatistische Kennwerte der Lösungswahrscheinlichkeit des SDV in Abhängigkeit von Studienabschnitt und Studienrichtung*

Studienabschnitt	Studienrichtung	<i>M</i>	<i>SD</i>	N
Studienabschnitt 1	Psychologie	.517	.140	165
	Naturwissenschaften	.602	.182	322
	Gesamt	.573	.173	487
Studienabschnitt 2	Psychologie	.548	.149	201
	Naturwissenschaften	.711	.238	190
	Gesamt	.627	.213	391
Gesamt	Psychologie	.534	.146	366
	Naturwissenschaften	.642	.211	512
	Gesamt	.597	.194	878

Die Prüfvoraussetzungen der Varianzanalyse konnten als erfüllt angenommen werden, da sich die Varianzanalyse bei in etwa gleich großen Stichprobenumfängen gegenüber Verletzungen der Varianzhomogenität ($p < .001$) robust verhält (Backhaus, Erichson, Plinke & Weiber, 2006).

Die Prüfgröße für die ordinale Wechselwirkung aus Studienabschnitt x Studienrichtung fiel mit $F(1, 874) = 9.67$, $p = .002$ ($\eta^2_p = .011$) signifikant aus, sodass die Interpretation der Haupteffekte zu relativieren ist. Der Haupteffekt Studienabschnitt fiel mit $F(1,874) = 30.45$, $p < .001$ ($\eta^2_p = .034$) ebenso wie der Haupteffekt Studium mit $F(1,874) = 95.53$, $p < .001$ ($\eta^2_p = .099$) signifikant aus.

Zur Interpretation der signifikanten Wechselwirkung wurden post hoc vier t-Tests unter Berücksichtigung der Bonferroni - Korrektur mit einer Adjustierung des α -Niveaus nach $\alpha^* = \alpha/4 = .0125$ für unabhängige Stichproben berechnet. Die Prüfgrößen für den Unterschied zwischen den Studienrichtungen fiel sowohl im 1. Studienabschnitt mit $t(411.44) = -5.67$, $p < .001$ ($d = 0.54$) als auch im 2. Studienabschnitt mit $t(314.23) = -8.09$, $p < .001$ ($d = 0.82$) signifikant aus, womit anzunehmen ist, dass die Lösungswahrscheinlichkeit bei Studierenden der Naturwissenschaften jeweils höher liegt.

Die Prüfgrößen für den Unterschied zwischen erstem und zweitem Studienabschnitt innerhalb der Studienrichtungen fiel für Studierende der Naturwissenschaften mit $t(319.30) = -5.47$, $p < .001$ ($d = 0.50$) und für

Psychologie-Studierende mit $t(357.05) = -2.03$, $p = .045$ ($d = 0.21$) signifikant aus. Unter Berücksichtigung der standardisierten Effektgrößen kann angenommen werden, dass der Unterschied in der Lösewahrscheinlichkeit im SDV bei Studierenden der Naturwissenschaften deutlicher ausfällt.

Um die Wirkung der Kovariate Geschlecht berücksichtigen zu können, wurde darüber eine entsprechende zwei-faktorielle Kovarianzanalyse berechnet. Die Prüfgröße für die Kovariate fiel mit $B = 0.060$, $t = 4.52$, $p < .001$ ($\eta^2_p = .023$) signifikant aus, womit ein kleiner Effekt zu beobachten war. Trotz der Berücksichtigung der Kovariate Geschlecht durch Herauspartialisierung fiel die Wechselwirkung für Studienabschnitt x Studienrichtung mit $p = .011$ ($\eta^2_p = .007$), der Haupteffekt Studienabschnitt mit $p < .001$ ($\eta^2_p = .025$) und der Haupteffekt Studienrichtung mit $p < .001$ ($\eta^2_p = .063$) weiterhin signifikant aus.

8.1.2. Lebensalter und Lösewahrscheinlichkeit

Der Koeffizient der Produkt-Moment-Korrelation für den Zusammenhang zwischen Lösungswahrscheinlichkeit und dem Lebensalter fiel für die Gesamtstichprobe mit $r = -.022$ ($p = .520$, zweiseitig, $N = 878$) nicht signifikant aus. Es kann angenommen werden, dass kein Zusammenhang zwischen der Lösungswahrscheinlichkeit und dem Lebensalter besteht, sofern der Studienabschnitt nicht berücksichtigt wird.

Unter Berücksichtigung der beiden Studienabschnitte fiel dieser Koeffizient für Studierende des 1. Abschnittes mit $r = .008$ ($p = .866$ zweiseitig, $N = 487$) nicht signifikant aus. Für Studierende des 2. Studienabschnitts kann mit $r = -.149$ ($p = .003$, zweiseitig, $N = 391$) ein signifikant negativer Zusammenhang beobachtet werden, womit eine Abnahme der Lösungswahrscheinlichkeit mit zunehmenden Lebensalter angenommen werden kann.

Tabelle 6: *Koeffizienten der Produktmomentkorrelation für den Zusammenhang zwischen Lebensalter und Lösungswahrscheinlichkeit*

Studienabschnitt 1	Korrelation nach Pearson	.008
	p (2-seitig)	.866
	n	487
Studienabschnitt 2	Korrelation nach Pearson	-.149**
	p (2-seitig)	.003
	n	391
Gesamt	Korrelation nach Pearson	-.022
	p (2-seitig)	.520
	N	.878

8.1.3. Erstsprache und Lösewahrscheinlichkeit

Mittels t-Test für unabhängige Stichproben (die Varianzhomogenität konnte mit $p = .585$ angenommen werden) wurde die Lösungswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit der Erstsprache (Deutsch vs. nicht Deutsch) einem Vergleich unterzogen. Die Prüfgröße fiel mit $t(332) = 0.86$, $p = .392$ nicht signifikant aus. Studierende mit Deutsch als Erstsprache zeigen im Durchschnitt mit $M = .6522$ ($SD = .2196$) keine höhere Lösewahrscheinlichkeit als anderssprachige Studierende mit $M = .6166$ ($SD = .2304$).

8.1.4. Studienleistung und Lösewahrscheinlichkeit

Der Zusammenhang zwischen der Studienleistung, welche durch die Durchschnittsnote im ersten Studienabschnitt repräsentiert wird, und der mittleren Lösewahrscheinlichkeit im Schlussfolgernden Denken (SDV) wurde nach Studienrichtung getrennt mit einer Produkt-Moment-Korrelation untersucht.

Tabelle 7: Koeffizient der Produkt-Moment-Korrelation r für den Zusammenhang zwischen der Durchschnittsnote im ersten Studienabschnitt und der mittleren Lösungswahrscheinlichkeit im SDV

		Notendurchschnitt
Lösungswahrsch. SDV 32	r	-.228**
	Signifikanz (2-seitig)	<.001
	N	356

Richtung und Stärke des Korrelationskoeffizienten weisen für die Gesamtstichprobe mit $r = -.228$ auf einen schwachen bis mäßigen, signifikant negativen Zusammenhang der beiden Kennwerte hin. Bessere Noten im 1. Studienabschnitt gehen demnach mit einer schwachen bis mäßig höheren mittleren Lösewahrscheinlichkeit im SDV einher.

Um den Zusammenhang zwischen der Leistung im Schlussfolgernden Denken (SDV) und den Durchschnittsnoten im 1. Studienabschnitt untersuchen zu können, wurde eine Produkt-Moment-Korrelation, getrennt für beide Studienrichtungen berechnet.

Tabelle 8: Koeffizient der Produkt-Moment-Korrelation r für den SDV getrennt nach Studienrichtungen

Studienrichtung		Notendurchschnitt
Psychologie	r	-.172*
	Lösungswahrsch. SDV 32 Signifikanz (2-seitig)	.017
	N	193
Naturwissenschaften	r	-.217**
	Lösungswahrsch. SDV 32 Signifikanz (2-seitig)	.005
	N	163

Richtung und Stärke des Korrelationskoeffizienten weisen jeweils (Studierende der Psychologie: $r = -.172$, Studierende der Naturwissenschaften $r = -.217$) auf einen schwachen bis mäßigen, signifikant negativen Zusammenhang der beiden Kennwerte hin. Es gibt keinen wesentlichen Unterschied zwischen dem

Zusammenhang zwischen Noten im ersten Studienabschnitt und der Leistung im Schlussfolgernden Denken (SDV) in Abhängigkeit vom Studienabschnitt.

8.2. Unterschiede in den Löseklassen nach Studienrichtung

Die vorliegende Untersuchung basiert auf den Arbeiten von Klopff (2011) und Eder (2012), welche im Zuge einer gemeinsamen Erhebung die Studie von Spiel et. al. (2001, 2004) replizierten und erweiterten. In diesen Arbeiten wird, das Mixed-Rasch-Modell zur Extraktion latenter Klassen herangezogen. Im Gegensatz zur Untersuchung von Niemandsfreund (2015) wird die Leistung im SDV in der Version mit 32 Items ausgewertet und um eine Unterscheidung zwischen den Studierenden der Studienrichtungen Psychologie und anderer Naturwissenschaften erweitert.

Um die Ergebnisse mit denen der Vorgängerstudie von Klopff (2011) und Eder (2012) vergleichbar zu machen und somit die vorangegangenen Arbeiten erweitern zu können, werden auch in vorliegender Arbeit Klassen, deren Antwortmuster sich qualitativ voneinander unterscheiden, auf Basis des Mixed-Rasch-Modells mittels WINMIRA extrahiert. Von WINMIRA werden die Klassen sortiert nach Größe der Klasse in absteigender Reihenfolge ausgegeben. Die Klasse, in welche der größte Anteil an Testpersonen subsumiert wird, ist somit Klasse eins. Zur inhaltlichen Beschreibung der Klassen werden diese in weiterer Folge in eine chronologische Reihenfolge analog zu Piagets Entwicklungsstadien gebracht und nach Studienrichtung getrennt betrachtet. Sind die Klassen inhaltlich und theoriegeleitet sortiert, wird in dieser Arbeit von Löseklassen, davor von Klassen gesprochen.

8.2.1. Extraktion von Klassen mit WINMIRA

Der BIC-Wert gibt, wie oben erläutert, die Modellpassung an. Je kleiner der BIC-Wert, desto besser bildet die Anzahl der Löseklassen das Modell ab.

Tabelle 9: *BIC-Werte der Mixed Rasch-Modelle für unterschiedliche Klassenanzahlen*

Anzahl der Klassen	BIC- Werte für 32 Items
1	13433.20
2	12260.90
3	11734.70
4	11583.66
5	11490.80
6	11513.76
7	11611.12
8	11651.23
9	11752.71
10	11911.99

Wie aus Tabelle 9 ersichtlich, nimmt der BIC-Wert bei einer Anzahl von fünf Klassen die niedrigste Ausprägung an. Die beste Modellpassung ergibt sich also bei der Annahme von fünf qualitativ unterschiedlichen Klassen, weshalb diese für alle weiteren Berechnungen herangezogen werden. Lediglich zum Vergleich von Lösewahrscheinlichkeiten und Löseklassenzuordnungen zwischen erstem und zweitem Studienabschnitt werden Löseklasse 2 und Löseklasse 3 zu einer gemeinsamen Löseklasse kumuliert, sodass – wie in der Vorgängerstudie von Klopff (2011) und Eder (2012) – vier Löseklassen entstehen und ein Vergleich der Daten beider Erhebungen möglich wird.

Tabelle 10: *Mittlere Zuordnungswahrscheinlichkeit zur jeweiligen Klasse*

Klasse	Anzahl	Mittlere Zuordnungswahrscheinlichkeit	SD
1	178	.959	.088
2	73	.939	.110
3	67	.973	.071
4	45	.951	.116
5	28	.999	.007
Gesamt	391	.976	.092

Tabelle 10 zeigt die mittlere Zuordnungswahrscheinlichkeit der Antwortmuster der einzelnen Testpersonen zur jeweiligen Klasse sowie die Anzahl der zugeordneten Datensätze pro Klasse. Eine durchaus hohe mittlere

Zuordnungswahrscheinlichkeit von 0.976 ($SD = .092$) über alle fünf Klassen spricht für eine sehr gute Modellanpassung.

Wie bereits erwähnt, wurden die Daten von vier Testpersonen von der Untersuchung ausgeschlossen, da WINMIRA keine unvollständigen Datensätze miteinbezieht. Somit stützt sich die gesamte Arbeit auf die Daten von $N=391$ Personen anstatt der 395 tatsächlich getesteten.

8.2.2. Qualitative Beschreibung der Klassen und Löseklassen

Im Folgenden werden die fünf Klassen hinsichtlich ihrer mittleren Lösewahrscheinlichkeit in Hinblick auf Studienrichtung, Geschlecht und Studienabschnitt beschrieben.

Tabelle 11: *Mittlere Lösewahrscheinlichkeit für jede der fünf Klassen*

Klasse	Mittlere Lösewahrscheinlichkeit
1	.744031
2	.675942
3	.437966
4	.502083
5	.407366

8.2.3. Löseklassen, Studienrichtung und Geschlecht

Zum besseren inhaltlichen Verständnis sind die Klassen ab diesem Punkt anhand ihrer qualitativen Beschreibung in Löseklassen analog Piagets Entwicklungsstadien umkodiert und sortiert.

Tabelle 12: *Umkodierung von WINMIRA Klassen in inhaltlich gereichte Löseklassen*

Klasse WINMIRA	Löseklasse Inhalt
1	5
2	4
3	1
4	3
5	2

Tabelle 12 zeigt die inhaltliche und theoriegestützte Rangreihung der Löseklassen, wobei Löseklasse eins die niedrigste und Löseklasse fünf die höchste Entwicklungsstufe darstellt. Da diese Reihung die Antwortmuster der zugeordneten Testpersonen anhand ihrer Entwicklungsstufe chronologisch abbildet, wird sie für alle weiteren Beschreibungen und Berechnungen der vorliegenden Arbeit beibehalten.

Im Weiteren wird gezeigt, wie sich die Verteilung der gezeigten Leistungen im SDV der Testpersonen getrennt nach Löseklassen in Abhängigkeit von den Studienrichtungen Psychologie und Naturwissenschaften unterscheiden.

Tabelle 13: Häufigkeiten und Anteilswerte der erreichten Löseklasse in Abhängigkeit von der Studienrichtung

		Löseklasse					Gesamt
		1	2	3	4	5	
Psycho logie	Anzahl	47	2	32	50	70	201
	% innerhalb	23,4%	1,0%	15,9%	24,9%	34,8%	100,0%
Naturwissen schaften	Anzahl	20	26	13	23	108	190
	% innerhalb	10,5%	13,7%	6,8%	12,1%	56,8%	100,0%
Gesamt	Anzahl	67	28	45	73	178	391
	% innerhalb	17,1%	7,2%	11,5%	18,7%	45,5%	100,0%

Die Prüfgröße fiel mit $\chi^2(4) = 57.31$, $p = .001$ signifikant aus. Es kann ein signifikanter Verteilungsunterschied der Anteilswerte in den Löseklassen in Abhängigkeit von der Studienrichtung angenommen werden.

Unter Berücksichtigung der standardisierten Residuen ($| > 1.96 |$) zeigen alle Stadien Unterschiede zwischen den beiden Studienrichtungen. Studierende der Psychologie konnten häufiger in den Löseklassen 1, 3 und 4, beobachtet werden, während Studierende der Naturwissenschaften häufiger in den Löseklassen 2 und 5 anzutreffen waren.

In einem weiteren Schritt wurden die Anteilswerte der extrahierten Löseklassen zwischen den beiden Studienrichtungen auch unter Berücksichtigung des Geschlechts untersucht.

Tabelle 14: Häufigkeiten und Anteilswerte der erreichten Löseklasse in Abhängigkeit von der Studienrichtung nach Geschlechtern getrennt

Geschlecht			Löseklasse					Gesamt	
			1	2	3	4	5		
weibl.	Psycho logie	Anzahl	38	2	21	33	46	140	
		% innerhalb	27,1%	1,4%	15,0%	23,6%	32,9%	100,0%	
		Stand. Residuen	,8	-1,5	,6	,4	-,8		
	Naturwissen schaften	Anzahl	5	5	3	7	21	41	
		% innerhalb	12,2%	12,2%	7,3%	17,1%	51,2%	100,0%	
		Stand. Residuen	-1,5	2,7	-1,0	-,7	1,5		
	Gesamt	Anzahl	43	7	24	40	67	181	
		% innerhalb	23,8%	3,9%	13,3%	22,1%	37,0%	100,0%	
	männl.	Psycho logie	Anzahl	9	0	11	17	24	61
			% innerhalb	14,8%	0,0%	18,0%	27,9%	39,3%	100,0%
Stand. Residuen			,8	-2,5	2,0	2,4	-1,5		
Naturwissen schaften		Anzahl	15	21	10	16	87	149	
		% innerhalb	10,1%	14,1%	6,7%	10,7%	58,4%	100,0%	
		Stand. Residuen	-,5	1,6	-1,3	-1,5	,9		
Gesamt		Anzahl	24	21	21	33	111	210	
		% innerhalb	11,4%	10,0%	10,0%	15,7%	52,9%	100,0%	

Die Berechnung der Prüfgrößen für weibliche Studierende fiel mit $\chi^2(4) = 17.39$, $p = .002$ und für männliche Studierende mit $\chi^2(4) = 26.03$, $p < .001$ jeweils signifikant aus. Es kann für beide Geschlechter ein Verteilungsunterschied über die Löseklassen in Abhängigkeit der Studienrichtung dahingehend beobachtet werden, dass die Löseklassen 1, 3 und 4 gleichermaßen häufiger bei Studierenden der Psychologie auftreten, während die Löseklassen 2 und 5 gleichermaßen häufiger bei Studierenden der Naturwissenschaften zu beobachten sind.

Darüber hinaus zeigt dieses Ergebnis, dass die Zusammenhänge in der Gesamtstichprobe uneingeschränkt interpretierbar sind und nicht vom Geschlecht abhängen.

8.2.4. Löseklassen, Argumentform und semantischer Aufgabeninhalt getrennt nach Studienrichtungen

Dieser Abschnitt setzt sich mit den qualitativen Unterschieden der auftretenden Löseklassen durch die Beschreibung der mittleren Lösewahrscheinlichkeit innerhalb der fünf Löseklassen unter Berücksichtigung der Argumentformen und des semantischen Aufgabeninhaltes auseinander, wobei diese getrennt nach Studienrichtung betrachtet werden. Wie bereits eingehend beschrieben, wird zwischen den vier Argumentformen *MP*, *MT*, *NA* und *AK* sowie den drei semantischen Aufgabeninhalten *konkret*, *abstrakt* und *kontrafaktisch* unterschieden. Die einzelnen Löseklassen werden durch Kreuztabellen getrennt nach Studienrichtungen, gefolgt von direkten Diagrammvergleichen, dargestellt und beschrieben.

Vergleich Studienrichtungen Löseklasse 1

Tabelle 15: *Mittlere Lösewahrscheinlichkeit Löseklasse 1 Psychologie in Abhängigkeit von Argumentform und semantischem Aufgabeninhalt*

Löseklasse 1 (n=47)	MP	MT	NA	AK
konkret	.8617	.6454	.1915	.0798
abstrakt	.9362	.7447	.0957	.0213
kontrafaktisch	1.0	.7234	.0638	.0638

Tabelle 16: *Mittlere Lösewahrscheinlichkeit Löseklasse 1 Naturwissenschaften in Abhängigkeit von Argumentform und semantischem Aufgabeninhalt*

Löseklasse 1 (n=20)	MP	MT	NA	AK
konkret	.9250	.7667	.3167	.2375
abstrakt	.9500	.7667	.3500	.0625
kontrafaktisch	.9500	.7000	.1250	.0500

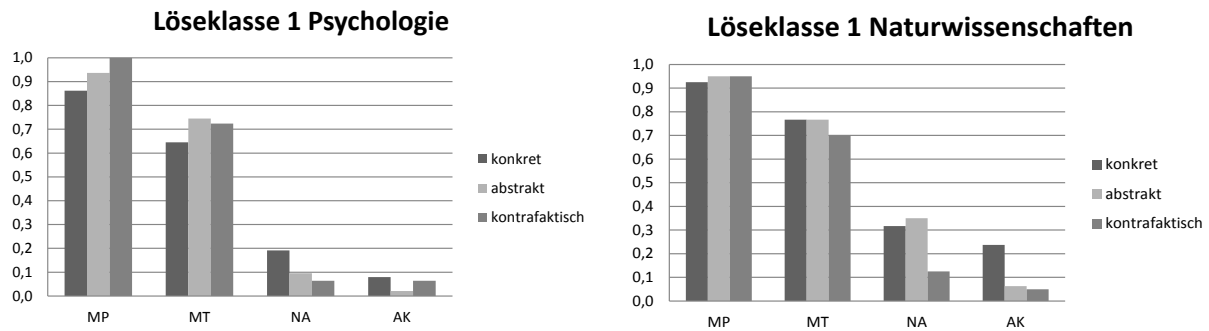


Abbildung 1. Mittlere Lösewahrscheinlichkeit der Löseklasse 1 für Psychologie und Naturwissenschaften

Löseklasse 1 zeigt hohe Lösewahrscheinlichkeiten in den validen Argumentformen MP und MT und niedrige Lösewahrscheinlichkeiten in den invaliden Argumentformen NA und AK für beide Studienrichtungen. Studierende der Naturwissenschaften schneiden in der Argumentform NA besser bei Items mit konkretem und abstraktem Aufgabeninhalt und in der Argumentform AK besser bei Items mit konkretem Aufgabeninhalt ab als Studierende der Psychologie.

Vergleich Studienrichtungen Löseklasse 2

Tabelle 17: Mittlere Lösewahrscheinlichkeit Löseklasse 2 Psychologie in Abhängigkeit von Argumentform und semantischem Aufgabeninhalt

Löseklasse 2 (n=2)	MP	MT	NA	AK
konkret	.0000	.0000	.6667	.2500
abstrakt	.5000	.3333	.5000	.7500
kontrafaktisch	.0000	.0000	.5000	.5000

Tabelle 18: Mittlere Lösewahrscheinlichkeit Löseklasse 2 Naturwissenschaften in Abhängigkeit von Argumentform und semantischem Aufgabeninhalt

Löseklasse 2 (n=26)	MP	MT	NA	AK
konkret	.0000	.1154	.8077	.3462
abstrakt	.4808	.3333	.1731	.7788
kontrafaktisch	.3269	.0385	.9231	.3846

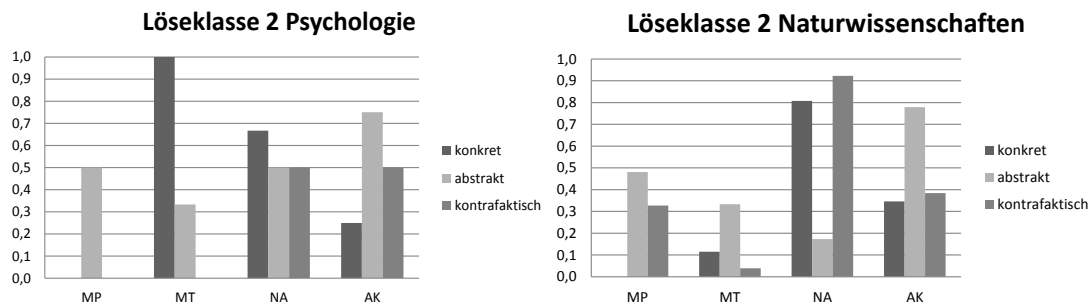


Abbildung 2. Mittlere Lösewahrscheinlichkeit der Löseklasse 2 für Psychologie und Naturwissenschaften

Löseklasse 2 setzt sich insgesamt aus 28 Personen zusammen und ist somit die am wenigsten häufig auftretende. Auffallend ist hier, dass in der Argumentform MP keine Items mit konkretem Aufgabeninhalt gelöst wurden. In der Argumentform NA unterscheiden sich die Ergebnisse erheblich nach semantischem Aufgabeninhalt. Während konkrete und kontrafaktische Aufgaben häufig gelöst wurden, ist die Lösewahrscheinlichkeit bei abstrakten Items sehr niedrig. In der Argumentform AK zeichnet sich genau ein gegenteiliges Bild, Items mit abstraktem Aufgabeninhalt wurden in etwa doppelt so oft richtig gelöst als Items mit konkretem oder kontrafaktischem Aufgabeninhalt. Die Lösehäufigkeit variiert in dieser Löseklasse sehr stark nach Argumentform und semantischem Aufgabeninhalt, sie zeichnet sich durch diffus verteilte Lösewahrscheinlichkeiten aus.

Vergleich Studienrichtungen Löseklasse 3

Tabelle 19: *Mittlere Lösewahrscheinlichkeit Löseklasse 3 Psychologie in Abhängigkeit von Argumentform und semantischem Aufgabeninhalt*

Löseklasse 3 (n=32)	MP	MT	NA	AK
konkret	.4375	.2500	.6354	.6953
abstrakt	.8594	.7188	.0625	.1641
kontrafaktisch	.6406	.5313	.3438	.3438

Tabelle 20

*Mittlere Lösewahrscheinlichkeit Löseklasse 3 Naturwissenschaften
in Abhängigkeit von Argumentform und semantischem Aufgabeninhalt*

Löseklasse 3 (n=12)	MP	MT	NA	AK
konkret	.6154	.4615	.6667	.7885
abstrakt	.8462	.6923	.1154	.3462
kontrafaktisch	.7692	.5641	.3462	.5385

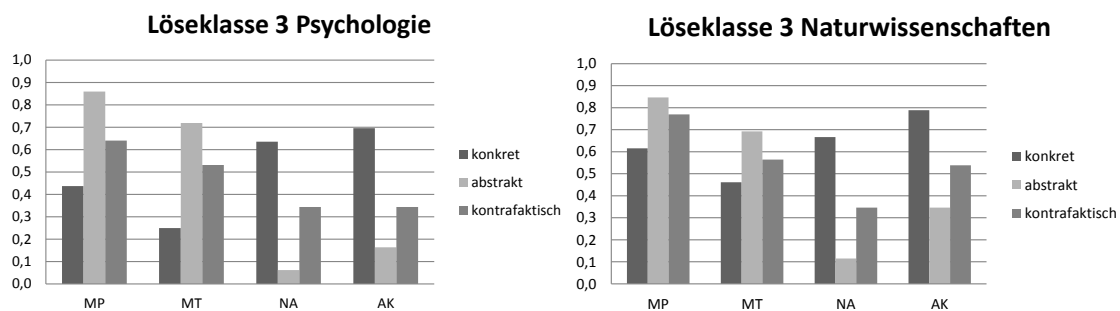


Abbildung 3. Mittlere Lösewahrscheinlichkeit der Löseklasse 3 für Psychologie und Naturwissenschaften

Auch in Löseklasse drei variieren die Lösewahrscheinlichkeiten innerhalb der Argumentformen anhand des semantischen Aufgabeninhalts, bleiben jedoch im Vergleich der beiden Studienrichtungen konstant. Die Lösewahrscheinlichkeiten der beiden Studienrichtungen unterscheiden sich hier vor allem durch die insgesamt höhere Lösewahrscheinlichkeit bei Studierenden der Naturwissenschaften, im Speziellen bei Items mit konkretem Aufgabeninhalt in den validen Argumentformen MP und MT.

Vergleich Studienrichtungen Löseklasse 4

Tabelle 21: *Mittlere Lösewahrscheinlichkeit Löseklasse 4 Psychologie in Abhängigkeit von Argumentform und semantischem Aufgabeninhalt*

Löseklasse 4 (n=50)	MP	MT	NA	AK
konkret	1.0	.1200	.8267	.9000
abstrakt	.9900	.1467	.8500	.8350
kontrafaktisch	.9900	.0467	.7900	.7500
	.9933	.1044	.8229	.8440

Tabelle 22: *Mittlere Lösewahrscheinlichkeit Löseklasse 4 Naturwissenschaften in Abhängigkeit von Argumentform und semantischem Aufgabeninhalt*

Löseklasse 4 (n=23)	MP	MT	NA	AK
konkret	1.0	.3188	.8261	.9783
abstrakt	.9783	.3188	.7609	.8696
kontrafaktisch	.9783	.1449	.7391	.8261
	.9855	.2609	.7826	.9043

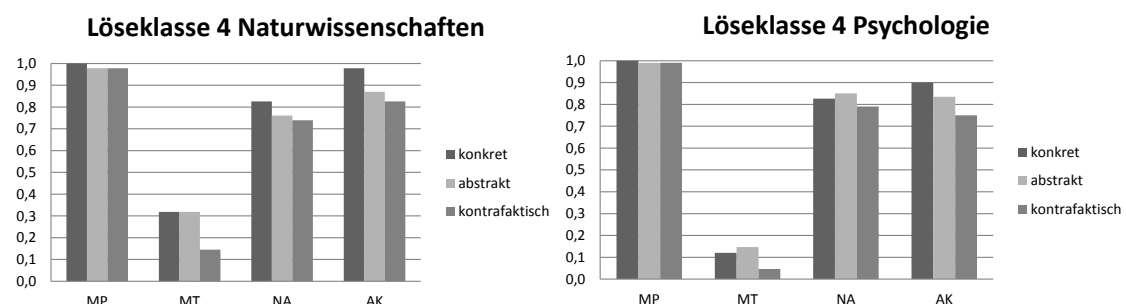


Abbildung 4. Mittlere Lösewahrscheinlichkeit der Löseklasse 4 für Psychologie und Naturwissenschaften

Die Lösewahrscheinlichkeiten in Löseklasse 4 von Studierenden der Psychologie und Naturwissenschaften unterscheiden sich über die Argumentformen MP, NA und AK nicht signifikant (p 's $>.05$). Hohe Lösewahrscheinlichkeiten in den Argumentformen MP, NA und AK sowie niedrige Lösewahrscheinlichkeiten in der Argumentform MT sind bei Studierenden beider Richtungen erkennbar, wobei Studierenden der Naturwissenschaften im Modus Tollens höhere Lösewahrscheinlichkeiten (.2609) erzielen als Studierende der Psychologie

(.1044); die Prüfgröße anhand der Korrektur des Welch-Tests für unabhängige Stichproben fiel mit $t(26.43) = -3.44$, $p = .002$ ($d = 0.87$)signifikant aus.

Vergleich Studienrichtungen Löseklasse 5

Tabelle 23: *Mittlere Lösewahrscheinlichkeit Löseklasse 5 Psychologie in Abhängigkeit von Argumentform und semantischem Aufgabeninhalt*

Löseklasse 5 (n=70)	MP	MT	NA	AK
konkret	.9500	.3905	.8762	.5036
abstrakt	.9071	.4048	.7357	.3393
kontrafaktisch	.9357	.3857	.7214	.4357
	.9310	.3937	.7918	.4243

Tabelle 24: *Mittlere Lösewahrscheinlichkeit Löseklasse 5 Naturwissenschaften in Abhängigkeit von Argumentform und semantischem Aufgabeninhalt*

Löseklasse 5 (n=108)	MP	MT	NA	AK
konkret	.9907	.8025	.9383	.8194
abstrakt	.9861	.8025	.8981	.7407
kontrafaktisch	.9630	.7562	.8657	.7176
	.9799	.7870	.9061	.7676

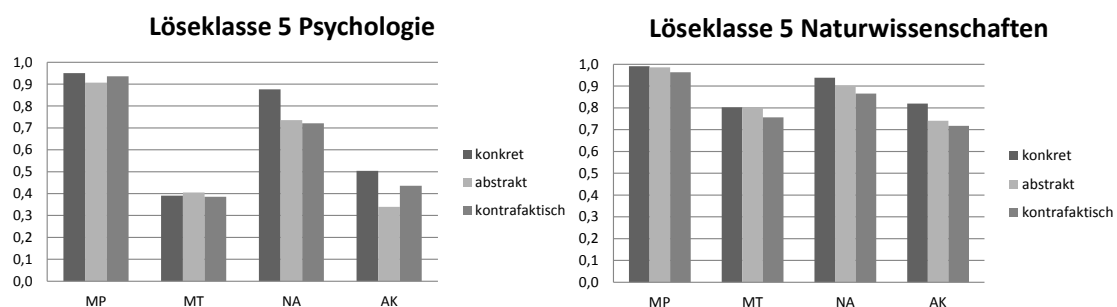


Abbildung 5. Mittlere Lösewahrscheinlichkeit der Löseklasse 4 für Psychologie und Naturwissenschaften

Löseklasse 5 weist die höchste gesamte Lösewahrscheinlichkeit und auf und stellt somit die höchste Entwicklungsstufe dar. Es zeigte sich jeweils ein signifikanter Unterschied in den Argumentformen MP ($p = .002$, $d = 0.49$), MT ($p < .001$, $d = 1.53$), NA ($p < .001$, $d = 0.61$) und AK ($p < .001$, $d = 1.28$) zwischen Studierenden der beiden Studienrichtungen. Unter Berücksichtigung der

standardisierten Effektgrößen gemäß der Klassifikation nach Cohen (1988) können unterschiedlich starke Effekte angenommen werden: Vor allem wurden Items der Argumentform MT von Studierenden der Naturwissenschaften (.7870) fast doppelt so oft gelöst wie von Studierenden der Psychologie (.3937). Während Studierende der Psychologie Items der Argumentformen MP und NA häufiger lösen als Items der Argumentformen MT und AK, zeichnen sich Studierende der Naturwissenschaften in Löseklasse 5 durch hohe Lösewahrscheinlichkeiten in allen vier Argumentformen aus (siehe Tabelle 30).

Löseklasse 5

8.3. Häufigkeit der Löseklassen nach Studienabschnitt

Das Unterkapitel Löseklassen und Studienabschnitt beschäftigt sich vorrangig mit dem Vergleich der Häufigkeit der auftretenden Löseklassen unter Berücksichtigung des Studienabschnitts. Es geht also darum, wie sich Studierende der Psychologie und der Naturwissenschaften im ersten Studienabschnitt hinsichtlich ihrer Zuteilung zu den qualitativ unterschiedlichen Löseklassen von Studierenden des zweiten Studienabschnitts unterscheiden. Die Betrachtung der Verteilung der Löseklassen im ersten Studienabschnitt stützt sich auf die gemeinsame Erhebung von Klopff (2011) und Eder (2012), aus welcher vier Löseklassen hervorgehen. Um die Ergebnisse der Studienabschnitte vergleichbar zu machen, wurden aus den oben beschriebenen fünf Löseklassen durch Zusammenführung von Löseklasse 2 und Löseklasse 3 zu einer gemeinsamen Löseklasse 2, ebenfalls vier Löseklassen generiert.

8.3.1. Löseklassen, Studienrichtung und Studienabschnitt

Die Daten für die Beschreibung der Verteilung der Löseklassen im ersten Studienabschnitt stammen aus der gemeinsamen Erhebung von Klopff (2011) und Eder (2012), welche diese auch in ihren Arbeiten verwendeten.

Zur Prüfung der Unterschiedlichkeit der Zuteilung zu den Löseklassen für den ersten und zweiten Studienabschnitt für die beiden Studienrichtungen wurden,

wie in den Tabellen 25 und 26 ersichtlich, jeweils Kreuztabellen erstellt und mittels Chi-Quadrat-Anpassungstests auf Verteilungsunterschiede geprüft.

Tabelle 25: Häufigkeiten und Anteilswerte der Löseklassen in Abhängigkeit von der Studienrichtung für den ersten Studienabschnitt

Studienrichtung		Löseklassen				Gesamt
		1	2	3	4	
Psychologie	Anzahl	44	41	64	16	165
	% innerh. Studium	26,7%	24,8%	38,8%	9,7%	100,0%
	Stand. Residuen	2.1	1.2	-.8	-2.3	
Naturwissen schaften	Anzahl	51	60	144	67	322
	% innerh. Studium	15,8%	18,6%	44,7%	20,8%	100,0%
	Stand. Residuen	-1.5	-.8	.6	1.6	
Gesamt	Anzahl	95	101	208	83	487
	% innerh. Studium	19,5%	20,7%	42,7%	17,0%	100,0%

Die Prüfgröße fiel mit $\chi^2(3) = 17.39$, $p = .001$ signifikant aus, womit ein Verteilungsunterschied der Zugehörigkeit zu den Löseklassen angenommen werden kann. Unter Berücksichtigung der standardisierten Residuen konnte für Studierende der Psychologie im ersten Studienabschnitt beobachtet werden, dass das Erreichen der Löseklasse vier weniger häufig stattfindet, während die Löseklasse eins häufiger erreicht wurde. Um die Verteilungsunterschiede der Zugehörigkeit zu den Löseklassen vom ersten und zweiten Studienabschnitt miteinander vergleichbar machen zu können, wurden in diesem Abschnitt, wie bereits oben erläutert, Löseklasse 2 und 3 zu einer gemeinsamen Löseklasse 2 zusammengefasst und im zweiten Studienabschnitt eine gleiche Anzahl an Löseklassen wie im ersten Studienabschnitt geschaffen. Die Löseklassen 4 und 5 rücken nach und werden zu den Löseklassen 3 und 4.

Tabelle 26: Häufigkeiten und Anteilswerte der Löseklasse in Abhängigkeit von der Studienrichtung für den zweiten Studienabschnitt

Studienrichtung		Löseklassen				Gesamt
		1	2 (2&3)	3 (4)	4 (5)	
Psychologie	Anzahl	47	34	50	70	201
	% innerh. Studium	23,4%	16,9%	24,9%	34,8%	100,0%
	Stand. Residuen	2.1	-.6	2.0	-2.2	
Naturwissen- schaften	Anzahl	20	39	23	108	190
	% innerh. Studium	10,5%	20,5%	12,1%	56,8%	100,0%
	Stand. Residuen	-2.2	.6	-2.1	2.3	
Gesamt	Anzahl	67	73	73	178	391
	% innerh. Studium	17,1%	18,7%	18,7%	45,5%	100,0%

Die Prüfgröße fiel mit $\chi^2(3) = 29.04$, $p < .001$ signifikant aus, womit ein Verteilungsunterschied der Zugehörigkeit zu den Löseklassen angenommen werden kann. Die standardisierten Residuen weisen darauf hin, dass die Löseklasse vier bei Studierenden der Psychologie im zweiten Studienabschnitt weniger häufig erreicht wurde, während die Löseklasse eins und drei häufiger vertreten ist, wenn mit Studierenden der Naturwissenschaften verglichen wird.

8.3.2. Unterschiede in der Häufigkeit der auftretenden Löseklassen in Abhängigkeit von Studienrichtung und Studienabschnitt

Unterschiede in der Häufigkeit der auftretenden Löseklassen unter den Studierenden der Psychologie und Naturwissenschaften im ersten und zweiten Studienabschnitt wurden mittels Konfigurationsfrequenzanalyse (KFA) untersucht. Durch die systematischen Variation der Merkmale *Löseklasse*, *Studienrichtung* und *Studienabschnitt* ergaben sich 16 Zellen innerhalb derer mittels KFA erster Ordnung die lokale Abhängigkeit untersucht werden soll.

Die durch die Variation der drei Merkmale entstandenen Variablenmuster wurden wie folgt kodiert:

An erster Stelle steht die jeweilige Löseklasse mit den bereits beschriebenen Ausprägung 1 bis 4, die Studienrichtung an zweiter Stelle benennt Studierende der Psychologie mit 1 und Studierende der Naturwissenschaften mit 2, der Studienabschnitt wurde chronologisch mit 1 für Studienanfänger und 2 für Fortgeschrittene Studierende im 2. Abschnitt kodiert.

Tabelle 27: *Zusammenhang zwischen Klassenzugehörigkeit, Studienrichtung und Studienabschnitt:*

Ergebnisse der KFA erster Ordnung, Holland & Coperhaven -korrigiertes $\alpha=.003$

Variablenmuster	erwartete Häufigkeit	beobachtete Häufigkeit	$p(z)$	Frequenzierung
111	37.46	44	.143	
112	52.40	51	.423	
121	30.07	47	.001	Typ
122	42.07	20	< .001	Antityp
211	40.23	41	.452	
212	56.28	60	.310	
221	32.30	34	.383	
222	45.19	39	.179	
311	36.07	16	< .001	Antityp
312	50.46	67	.010	
321	28.96	50	< .001	Typ
322	40.51	23	.003	Antityp
411	89.25	64	.004	Antityp
412	124.85	144	.043	
421	71.66	70	.422	
422	100.24	108	.219	

Es besteht keine Unabhängigkeit zwischen den Variablen, die Prüfgröße fiel mit $\chi^2(10, N=878) = 73.65, p < .001$ signifikant aus.

Die Variablenmuster 121 (Löseklasse 1, Fortgeschrittene, Psychologie) und 321 (Löseklasse 3, Fortgeschrittene, Psychologie) stellen einen Typ, und somit eine Überfrequenzierung innerhalb der Zelle, die Variablenmuster 122 (Löseklasse 1, Fortgeschrittene, Naturwissenschaften), 311 (Löseklasse 3, Anfänger, Psychologie), 322 (Löseklasse 3, Fortgeschrittene, Naturwissenschaften) und 411 (Löseklasse 4, Anfänger, Psychologie) einen Antityp, demnach eine Unterfrequenzierung innerhalb der Zelle dar.

9. Diskussion

Dieser Abschnitt befasst sich mit einer kritischen Reflexion vorliegender Arbeit und ihrer Ergebnisse. Zunächst werden die vier Hauptfragestellungen nochmals zusammengefasst und im Anschluss beantwortet. Des Weiteren werden Limitierungen diskutiert und Ausblicke für weitere mögliche Untersuchungen aufgezeigt.

9.1. Fragestellungen

Ziel der vorliegenden Studie war es, die Fähigkeit des schlussfolgernden Denkens bei Studierenden der Psychologie und anderer Naturwissenschaften im ersten und im zweiten Studienabschnitt hinsichtlich Art und Anzahl qualitativ unterschiedlicher Löseklassen miteinander zu vergleichen

9.1.1. Leistung im Schlussfolgernden Denken in Bezug auf Studienrichtung, Studienabschnitt und Geschlecht

Die erste Frage setzte sich damit auseinander, ob es Leistungsunterschiede im Schlussfolgernden Denken zwischen Studierenden der Psychologie und anderen Naturwissenschaften im ersten und zweiten Studienabschnitt gibt. Zudem wurde untersucht, ob Geschlechtsunterschiede erkennbar sind und ob die zusätzlich erhobenen, personenbezogenen Faktoren Lebensalter, Sprachigkeit und Studienleistung einen Einfluss auf die Leistung im Schlussfolgernden Denken haben.

Zu Beginn sei festgehalten, dass die Vorgabereihenfolge der Items keinen Effekt auf die Leistung im Schlussfolgernden Denken mit dem SDV 32) hat. Die beobachteten Ergebnisse sind nicht auf Reihenfolgeeffekte zurückzuführen.

Für die Gesamtstichprobe gibt es keinen Zusammenhang zwischen Lebensalter und Lösewahrscheinlichkeit. Wird jedoch der Studienabschnitt berücksichtigt, lässt sich für Studierende im zweiten Abschnitt ein negativer Zusammenhang zwischen Lebensalter und Lösewahrscheinlichkeit beobachten. Die Leistung im schlussfolgernden Denken nimmt im zweiten Studienabschnitt mit zunehmendem Lebensalter ab.

Ob sich dieser Effekt durch eine generelle Abnahme kognitiver Leistungen mit zunehmenden Alter – welches naturgemäß gehäuft im zweiten Abschnitt beobachtbar ist – oder durch eine schlechtere Leistung im schlussfolgernden Denken von Personen mit geringeren kognitiven Fähigkeiten, die somit auch länger für die Absolvierung ihres Studiums brauchen und demnach älter sind, oder andere Faktoren erklären lässt, kann hier nicht beantwortet werden.

Obwohl die Fähigkeit zum schlussfolgernden Denken durch einen verbalen Syllogismustest, "Leistungsprofiltest Schlussfolgerndes Denken-Verbal" (SDV) von Spiel, Glück & Gößler (2003) -in deutscher Sprache erhoben wurde, hatte die Sprachigkeit keinen signifikanten Einfluss auf die Lösewahrscheinlichkeit. Studierende mit Deutsch als Erstsprache zeigten keine höhere Lösewahrscheinlichkeit als anderssprachige Studierende. Der errechnete Parameter für Studienleistung, welcher bei Studierenden im zweiten Studienabschnitt erhoben wurde, setzte sich aus den Gesamtnoten von drei besonders studienrelevanten Fächern des ersten Studienabschnittes bzw. Bachelorstudiums zusammen. Sowohl bei Studierenden der Psychologie, als auch anderer Naturwissenschaften wurde ein schwacher bis mäßig negativer Zusammenhang zwischen Studienleistung und Leistung im SDV beobachtet. Gute Noten im Studium gehen also mit einer höheren, schlechte Noten mit einer niedrigeren Lösewahrscheinlichkeit einher. Besonders interessant ist die Frage, ob der SDV (32) somit als Prädiktor für die Studienleistung gelten, und im Zuge von Auswahlverfahren oder in der Bildungsberatung herangezogen werden kann.

Zwischen Studienabschnitt und Studienrichtung wurde eine Wechselwirkung beobachtet. Die Haupteffekte Studienrichtung und Studienabschnitt fielen ebenfalls signifikant aus.

Studierende der Fächer Physik, Mathematik und Chemie erzielten, wie bereits von Klopff (2011) und Eder (2012) ausgeführt, im ersten Studienabschnitt bessere Leistungen im schlussfolgernden Denken als Studierende der Psychologie. Im Zuge vorliegender Arbeit konnte dieser Effekt auch für fortgeschrittene Studierende beobachtet werden. Während Studierende der Naturwissenschaften also sowohl im ersten als auch im zweiten Studienabschnitt signifikant besser abschneiden als Studierende der Psychologie, fällt der Unterschied in der Leistung im schlussfolgernden Denken zwischen erstem und zweitem

Studienabschnitt nur bei Studierenden der Naturwissenschaften, nicht jedoch bei Studierenden der Psychologie signifikant aus. Das bedeutet, dass Studierende der Naturwissenschaften bereits zu Studienbeginn bessere Leistungen im schlussfolgernden Denken zeigen und sich dieser Vorsprung im zweiten Studienabschnitt noch erhöht. Die Frage, ob dieser Unterschied zwischen den Studierenden auf die Förderung kognitiver Fähigkeiten durch das jeweilige Studium zurückzuführen ist, kann im Zuge einer Längsschnittstudie untersucht werden.

Nach Berücksichtigung des Geschlechts als Kovariate, fielen alle bisherigen Effekte auch weiterhin signifikant aus. männliche Studierende zeigten über beide Studienrichtungen bessere Leistungen im SDV (32) als weibliche Studierende. Selbst unter Berücksichtigung der Tatsache, dass in den naturwissenschaftlichen Studienrichtungen mehr männliche als weibliche Studierende und in der Psychologie mehr weibliche als männliche Studierende zu finden sind, schneiden Studierende der Naturwissenschaften im SDV besser ab, als Studierende der Psychologie. Dieser Unterschied liegt also nicht an der unterschiedlichen Geschlechterverteilung über die Studienrichtungen, sondern besteht auch unabhängig davon.

9.1.2. Extraktion und Beschreibung der Löseklassen

Im Zuge der zweiten Forschungsfrage wurde untersucht, wie viele Löseklassen bei Studierenden im zweiten Studienabschnitt extrahiert werden können und wie sich diese anhand ihrer qualitativen Eigenschaften hinsichtlich Argumentform und semantischem Aufgabeninhalt beschreiben lassen. Zudem wurden die extrahierten Löseklassen nach Studienrichtung getrennt beschrieben und miteinander verglichen.

Unter Anwendung des Mixed-Rasch-Modells wurden mittels WINMIRA fünf Löseklassen extrahiert. Aufbauend auf die Untersuchung von Klopff (2011) und Eder (2012), in der vier Löseklassen gefunden wurden konnte eine weitere Löseklasse extrahiert werden.

Da der "Leistungsprofiltest Schlussfolgerndes Denken-Verbal" (SDV) von Spiel, Glück & Gößler (2003) in der Stadientheorie der kognitiven Entwicklung von Piaget (1976, 1984) fundiert ist, können die Antwortmuster innerhalb der Löseklassen, denen eindimensionale Fähigkeiten zugrunde liegen, analog zu Spiel, Gittler, Sirsch & Glück (1997) als Stadien oder Übergangsstadien zwischen dem Stadium konkreter und formaler Operationen interpretiert werden. Die extrahierten Löseklassen wurden nach ihrer mittleren Lösewahrscheinlichkeit gerangreicht, wobei Löseklasse eins die niedrigste Lösewahrscheinlichkeit aufwies.

Löseklasse 1

Die Löseklasse mit der niedrigsten gesamten Lösewahrscheinlichkeit entsprach ihrem Antwortverhalten nach dem Stadium konkreter Operationen nach Piaget (1976, 1984). Sie zeichnete sich durch hohe Lösewahrscheinlichkeiten in den validen Formen, vor allem im MP aus. Innerhalb einer Argumentform unterschieden sich die Lösewahrscheinlichkeiten kaum nach semantischem Aufgabeninhalt. Diese Ergebnisse deckten sich mit theoretischen Befunden, wonach im Stadium konkreter Operationen die validen, jedoch nicht die invaliden Argumentformen richtig gelöst werden (Schröder, 1995). Studierende der Psychologie erreichten in Löseklasse eins eine niedrigere gesamte Lösewahrscheinlichkeit als Studierende anderer Naturwissenschaften, was verteilt über alle Argumentformen zu beobachten war.

Löseklasse 2 und 3

Diese beiden Löseklassen können als diffuse Übergangsstadien bezeichnet werden. Die Lösehäufigkeit variierte stark nach dem semantischen Aufgabeninhalt. Da in Löseklasse zwei lediglich 28 Personen zusammengefasst wurden, sollte deren Relevanz nicht überbewertet werden. Auffällig ist jedoch, dass kein Item mit konkretem Aufgabeninhalt im MP gelöst wurde, obwohl diese Itemkategorie am leichtesten zu lösen ist. Studierende der Naturwissenschaften, welche mit 26 Personen immerhin den größten Anteil ausmachten, zeigten in Löseklasse zwei hohe Lösehäufigkeiten bei konkreten und abstrakten Items im NA sowie bei abstrakten Items im AK.

Löseklasse drei bestand aus 44 Personen, das Antwortmuster stellte sich jedoch nicht weniger diffus dar. Studierende beider Studienrichtungen zeigten in den invaliden Formen NA und AK hohe Lösehäufigkeiten bei konkreten und kontrafaktischen, jedoch niedrige Lösehäufigkeiten bei abstrakten Items. Studierende der Naturwissenschaften erreichten bei den konkreten Items in den validen Formen höhere Lösewahrscheinlichkeiten als Studierende der Psychologie. Zusammenfassend handelt es sich bei diesen beiden Stadien wohl um eine diffuse Form des Übergangs

Löseklasse 4

Hier zeigte sich das typische Bild des Übergangsstadiums zwischen dem Stadium konkreter und dem Stadium formaler Operationen, wie es auch schon von Spiel, Gittler, Sirsch & Glück (1997) beschrieben wurde.

Löseklasse vier zeichnete sich durch eine nahezu vollständige Lösung aller Items im MP und hohe Lösewahrscheinlichkeiten in den Argumentformen NA und AK aus. Typisch für das Übergangsstadium ist der Einbruch im MT, welcher mit bisherigen Befunden von Spiel, Glück und Gößler (2001) sowie Klopff (2011) und Eder (2012) einhergeht und theoriegestützt (Byrnes & Overton, 1986; Markovits 1984, 1985; Markovits & Vachon 1990; Wildmann & Fletcher, 1977) als Entwicklungsfortschritt erachtet wird. Durch ein besseres Verständnis der Asymmetrie konditionaler Beziehungen wird die Unsicherheit beim Lösen invalider Items auf valide Items übergeneralisiert. Mit dieser Übergeneralisierung und der dadurch entstehenden Verschlechterung der Lösehäufigkeit im MT gehen allerdings auch höhere Lösehäufigkeiten in den invaliden Formen einher, was als Fortschritt in der Kompetenz des deduktiv schlussfolgernden Denkens erachtet wird (Kuhn, 1977) und sich mit den Befunden von Gößler (2001) deckt.

Löseklasse 5

Löseklasse fünf zeichnete sich durch die höchste gesamte Lösewahrscheinlichkeit aus. In der Gesamtstichprobe zeigten sich Unterschiede in den Argumentformen. Die Unterschiede über die semantischen Aufgabeninhalte waren sehr schwach ausgeprägt. Die niedrigste Lösewahrscheinlichkeit fand sich im MT, jedoch liess sich kein Einbruch im MT vergleichbar mit Löseklasse vier beobachten.

Betrachtet man die Lösehäufigkeiten getrennt nach Studienrichtung, zeigt sich ein differenziertes Bild, wobei die niedrigere Lösewahrscheinlichkeit im MT hauptsächlich bei Studierenden der Psychologie zu finden war. In Löseklasse 5 wurden 108 Studierende der Naturwissenschaften subsummiert. Erstaunlich ist in dieser Gruppe, dass das Antwortmuster qualitativ einer starken Annäherung an das Stadium formaler Operationen entsprach. So zeigt sich eine Erholung vom Einbruch der Lösehäufigkeit im MT, die Argumentform zeigte also eine weniger starke Auswirkung auf die Lösehäufigkeit als davor. Auch die Unterschiede in der Lösehäufigkeit bedingt durch den semantischen Aufgabeninhalt glichen sich mehr und mehr aus. Laut Piaget (1976) ist das Denken im Stadium formaler Operationen unabhängig vom Konkreten. Hypothetische und abstrakt-deduktive Schlüsse sind unabhängig von der Wirklichkeit möglich (Piaget & Inhelder, 1977), die Lösung von syllogistischen Aufgaben sollte daher völlig unabhängig von Argumentform und Aufgabeninhalt möglich sein.

Bisher konnte im Zuge von Untersuchungen mit dem SDV kein Stadium formaler Operationen gefunden werden. Die Gruppe der Studierenden der Naturwissenschaften in Löseklasse fünf näherte sich allerdings an die von Piaget beschriebenen Kriterien an. Mit einer Lösewahrscheinlichkeit von 84,3 % in Löseklasse fünf wurden auch in der Gruppe der Studierenden der Naturwissenschaften nicht alle Items richtig gelöst, es zeigte sich jedoch ein Bild, das in Richtung Stadium formaler Operationen nach Piaget geht .

9.1.3. Vergleich der Leistung im Schlussfolgernden Denken zwischen erstem und zweitem Studienabschnitt

Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit dem Unterschied zwischen den Leistungen im schlussfolgenden Denken bei Studierenden der Psychologie und der Naturwissenschaften im ersten Studienabschnitt und zweiten Studienabschnitt, wobei auch die Zuteilung zu den qualitativ unterschiedlichen Löseklassen betrachtet wird. Nachdem die beiden diffusen Löseklassen zwei und drei aus dem zweiten Studienabschnitt als eine gemeinsame Löseklasse zwei zusammengefasst wurden, ergaben sich für beide Studienabschnitte vier Löseklassen, welche sich so miteinander vergleichen lassen. Im ersten

Studienabschnitt wurden 42,7% der Testpersonen von Klopff (2011) und Eder (2012) Löseklasse drei zugeordnet, während sich die Verteilung über die restlichen Löseklassen annähernd gleichmäßig verteilte. Studierende der Psychologie waren kaum in Löseklasse vier zu finden, lediglich 9,7%. Dagegen machte der Anteil an Studierenden der Naturwissenschaften in Löseklasse vier 20,8% aus.

Ein weiter fortgeschrittenes Bild zeigte sich in vorliegender Untersuchung im zweiten Studienabschnitt: 45,5% der Studierenden wurden hier Löseklasse vier zugeordnet, während sich die Anteile annähernd gleichmäßig über die Löseklassen eins bis drei verteilten. Im Vergleich zum ersten Studienabschnitt kann ein Unterschied in der Art bemerkt werden, dass der Schwerpunkt statt in Löseklasse drei nun in Löseklasse vier angesiedelt war. In dieser Betrachtung entspricht Löseklasse vier der zuvor besprochenen höchsten Löseklasse, welche starke Ähnlichkeiten mit dem Stadium formaler Operationen nach Piaget (1976) aufweist. Getrennt nach Studienrichtung ergab sich für Studierende der Naturwissenschaften ein noch deutlicheres Bild: 56,8% der Testpersonen zeigten ein Antwortmuster, das dem Stadium formaler Operationen stark ähnelt.

9.1.4. Unterschiede in der Häufigkeit der auftretenden Löseklassen in Abhängigkeit von Studienrichtung und Studienabschnitt

Wie lässt sich nun der Unterschied der Zuteilung zu den Löseklassen nach Studienrichtung und Studienabschnitt inferenzstatistisch beschreiben? Mittels Konfigurationsfrequenzanalyse können Über- und Unterfrequentierungen innerhalb 16 definierter Zellen beobachtet werden, welche durch systematische Variation der Variablen *Löseklasse*, *Studienrichtung* und *Studienabschnitt* gebildet wurden. Mit dieser Methode wurden zwei Typen, also Überfrequentierungen innerhalb der definierten Zellen, und Vier Antitypen also unterfrequentierte Variablenmuster nachgewiesen:

Typen ergaben sich durch die Variablenmuster 121 (Fortgeschrittene Studierende der Psychologie in der ersten Löseklasse) und Variablenmuster 321 (Fortgeschrittene Studierende der Psychologie in der dritten Löseklasse). Alle Überfrequentierungen ergaben sich somit durch Studierende der Psychologie im

zweiten Studienabschnitt. Diese waren öfter als unter Berücksichtigung der Grundgesamtheit zu erwarten, in den Löseklassen eins und drei angesiedelt.

Antitypen fanden sich bei Studierenden der Psychologie im ersten Studienabschnitt in den Variablenmustern 311 und 411. Diese Gruppe war in den Löseklassen drei und vier unterfrequentiert.

Studierende der Psychologie im ersten Studienabschnitt waren demnach in den Löseklassen drei und vier unterrepräsentiert, Fortgeschrittene Studierende der Psychologie in den Löseklassen eins und drei überrepräsentiert. Es zeigte sich auch hier, dass Studierende der Psychologie im ersten Studienabschnitt weniger in weiter fortgeschrittenen Löseklassen mit höherer Lösewahrscheinlichkeit anzusiedeln sind als statistisch zu erwarten wäre. Im zweiten Studienabschnitt fanden sich Studierende der Psychologie noch häufiger in Löseklasse eins, welche dem Stadium konkreter Operationen entspricht, als zu erwarten wäre, sowie im klassischen Übergangsstadium mit Einbrüchen im MT.

Fortgeschrittene Studierende der Naturwissenschaften waren in den Variablenmustern 122 und 322 unterfrequentiert und fanden sich somit weniger häufig als erwartet in den Löseklassen eins und drei. Die Löseklassen eins und drei scheinen somit symptomatisch für die Unterschiede zwischen fortgeschrittenen Studierenden der Psychologie und anderer Naturwissenschaften zu sein. Während erstere in Löseklasse eins mit der niedrigsten Lösewahrscheinlichkeit und Löseklasse drei, welche den Einbruch im MT durch eine Übergeneralisierung der Unsicherheit mit invaliden Formen auf die validen Formen darstellt, unterrepräsentiert waren, ließen sich letztere häufiger als erwartet diesen Löseklassen zuteilen.

9.2. Limitierungen und Forschungsausblick

Welchen Einfluss hat ein Studium in Fächern mit unterschiedlich starkem Fokus auf wissenschaftliches Denken und auf die Leistung? Obwohl Studierende des ersten und zweiten Studienabschnitts miteinander verglichen wurden, handelte es sich bei vorliegender Untersuchung um keine Längsschnittstudie, sodass nicht auf Kausalbeziehungen eingegangen werden konnte. Die Leistung im

schlussfolgernden Denken von Studierenden im fortgeschrittenen Studienverlauf wurde erhoben und mit Studierenden am Anfang des Studiums verglichen. Die Beleuchtung der Frage, wie die Entwicklung im schlussfolgernden Denken unter Einfluss eines Studiums verläuft, bedarf einer Längsschnittstudie.

Wird bei bestimmten Subgruppen eine Fähigkeit gemessen, welche nicht dem schlussfolgernden Denken, sondern einer Konzentrationsleistung entspricht? Durch die Extraktion von latenten Löseklassen, innerhalb derer eine Fähigkeitsdimension gemessen wird, konnte gezeigt werden, dass unterschiedliche Lösestrategien für verbale Syllogismen angewendet werden. Nach der Erhebung an der Technischen Universität Wien kam ein Physikstudent auf mich zu, der soeben den SDV (32) bearbeitet hatte und wollte wissen, warum wir die Wahrheitstabelle abgeprüften. Habe man nämlich einmal gelernt eine Wahrheitstabelle auszufüllen, sei die Bearbeitung des soeben vorgelegten Tests eine reine Konzentrationsleistung.

Eine Wahrheitstabelle ist per Definition eine tabellarische Aufstellung des Wahrheitswertverlaufs einer logischen Aussage. Sie eignet sich dazu, aussagenlogische Beweise auf der semantischen Modellebene für die Gültigkeit von grundlegenden Gesetzen, auf denen logische Beweisverfahren aufbauen, zu führen. Die Ergebnisse resultieren durch die Anwendung von Negation und Affirmation der jeweiligen Aussagen (Drnosta, Gittenberger, Karigl & Panholzer, 2007). Somit kann eine Wahrheitstabelle als Abbildung von konditionalen Syllogismen bezeichnet werden. Sind Syllogismen tatsächlich viel leichter zu lösen, wenn die Gesetzmäßigkeiten von Wahrheitstabellen explizit vermittelt wurden?

Eine Möglichkeit, den Einfluss dieses aussagenlogischen Grundwissens auf die Fähigkeit des schlussfolgernden Denkens und das Abschneiden im SDV zu untersuchen, könnte folgendes Untersuchungsdesign darstellen: Zwei randomisiert zugeteilten Gruppen von Testpersonen wird zu zwei festgelegten Messzeitpunkten der SDV vorgegeben. Während in der Kontrollgruppe eventuelle Wiederholungseffekte gemessen würden, könnte in der Testgruppe zwischen den beiden Messzeitpunkten ein kurzes Training über die Gesetzmäßigkeiten und Anwendung von Wahrheitstabellen zur Lösung

bikonditionaler syllogistischer Aufgaben abgehalten und so der Effekt aussagenlogischen Grundwissens gemessen werden.

Negation in der Aufgabenprämisse

Als Erhebungsinstrument für vorliegende Untersuchung wurde der SDV (32) herangezogen, welcher aus Items mit unterschiedlichen Schwierigkeitsparametern besteht. Diese Unterschiede entstehen aus der Variation der vier Argumentformen MP, MT, NA und AK, des semantischen Aufgabeninhalts, sowie aus der Vorgabe von Items mit und ohne Negationen. Während die Auswirkungen von Argumentform und semantischem Aufgabeninhalt untersucht, beschrieben und verglichen wurden, erlangte die Negation in der Aufgabenprämisse aus ökonomischen Gründen keine Beachtung in der Auswertung der Ergebnisse. Für weitere Forschung im Bereich des deduktiven Denkes im Studienverlauf empfiehlt sich eine zusätzliche Betrachtung der Auswirkungen einer Negation in der Aufgabenprämisse auf die Lösewahrscheinlichkeit und die Zuteilung zu den Löseklassen.

10. Zusammenfassung

Vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Frage, wie sich die Fähigkeit zum schlussfolgernden Denken bei Studierenden der Psychologie und anderer Naturwissenschaften, nämlich Physik, Mathematik und Chemie im ersten und zweiten Studienabschnitt voneinander unterscheidet.

Grundlage für diese Betrachtung bildet die Theorie der kognitiven Entwicklung nach Piaget (1976, 1984), sowie die Studien von Spiel et al. (1997, 2001, 2004), welche zeigten, dass der Übergang vom konkret-operationalen zum formalen Denken nach Piaget über qualitativ unterschiedliche Stadien erfolgt, sowie die Replikation und Erweiterung von Klopff (2011) und Eder (2012), deren Daten zum Vergleich der Leistungen von Anfängern und fortgeschrittenen Studierenden verwendet wurden.

Die Erhebung fand in den Jahren 2011 und 2012 an der Universität Wien und der Technischen Universität Wien bei Studierenden im zweiten Studienabschnitt bzw. im Masterstudium statt. Erhoben wurde mit einer leicht abgewandelten Form des SDV (32), dem Test zum Schlussfolgernden Denken Verbal von Spiel, et al. (2003) der in der vorliegenden Form aus 32 konditionalen Syllogismen besteht.

Es konnte gezeigt werden, dass Studierende der Naturwissenschaften bereits zu Studienbeginn bessere Leistungen im schlussfolgernden Denken zeigten als Studierende der Psychologie und sich dieser Vorsprung im zweiten Studienabschnitt noch signifikant erhöhte, während der Unterschied in der Leistung im schlussfolgernden Denken bei Studierenden der Psychologie nicht signifikant ausfiel.

Unabhängig von der unterschiedlichen Geschlechterverteilung über die Studienrichtungen hinweg, zeigten männliche Studierende bessere Leistungen im SDV (32) als weibliche. Unter Berücksichtigung des Geschlechts als Kovariate, bleiben bisherige Ergebnisse weiterhin bestehen.

Unter Anwendung des Mixed-Rasch-Modells wurden fünf latente Löseklassen extrahiert, deren Antwortmuster sich qualitativ voneinander unterschieden. Theoriekonform konnte Löseklasse eins als Stadium konkreter Operationen nach Piaget identifiziert werden. Während Löseklasse zwei und drei diffuse

Übergangsstadien darstellten, zeigte Löseklasse vier das spezifische Antwortmuster des bereits durch Spiel, et al. (2001, 2004) sowie Klopff (2011) und Eder (2012) beschriebenen Übergangsstadiums, welches sich durch einen Einbruch im Modus Tollens aufgrund der Übergeneralisierung der Unsicherheit beim Lösen invalider Items auszeichnete. Auch wenn in Löseklasse fünf nicht alle Items richtig gelöst wurden, ließen sich vor allem bei Studierenden der Naturwissenschaften im zweiten Studienabschnitt Tendenzen in Richtung Stadium formaler Operationen nach Piaget erkennen. So näherte sich die Lösewahrscheinlichkeit innerhalb der Argumentformen über den semantischen Aufgabeninhalt hinweg einer Konstanz an. Der Einbruch im Modus Tollens verminderte sich im Vergleich zu Löseklasse vier und invalide Items wurden häufiger richtig gelöst als in den vorherigen Löseklassen, die Lösewahrscheinlichkeit über alle Items lag bei fortgeschrittenen Studierenden der Naturwissenschaften bei 84,3%. Der Schluss liegt also nahe, dass die Fähigkeit im schlussfolgernden Denken, welche durch Vorgabe des "Leistungsprofiltest Schlussfolgerndes Denken-Verbal" (SDV) von Spiel, Glück & Gößler (2003) erhoben wurde, dieser Gruppe aufgrund der gezeigten Antwortmuster dem Stadium formaler Operationen nach Piaget (1976, 1984) entspricht, auch wenn nicht alle Items richtig gelöst wurden.

Effekte aufgrund der Vorgabereihenfolge der Items konnten nicht entdeckt werden, auch die Erstsprache Deutsch oder nicht Deutsch hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Lösewahrscheinlichkeit. Alterseffekte stellten sich dahingehend ein, dass die Lösewahrscheinlichkeit im zweiten Studienabschnitt mit zunehmendem Alter sank. Ebenfalls besteht ein leichter Zusammenhang mit der Studienleistung, welche in Form von kumulierten Gesamtnoten aus dem ersten Studienabschnitt berechnet wurde. Gute Noten gingen mit einer höheren Lösewahrscheinlichkeit einher.

Über alle Löseklassen hinweg zeichneten sich Studierende der Naturwissenschaften durch eine höhere Lösewahrscheinlichkeit aus als Studierende der Psychologie.

Mithilfe einer Konfigurationsfrequenzanalyse (Lienert, 1969; von Eye, 2002) wurden zwei Typen, also Überfrequentierungen innerhalb definierten Zellen, und vier Antitypen, also unterfrequentierte Variablenmuster nachgewiesen, wobei die Variablen *Löseklasse*, *Studienabschnitt* und *Studienrichtung* berücksichtigt wurden. Um die Löseklassen miteinander vergleichen zu können, wurde durch Verschmelzung der Löseklassen zwei und drei aus dem zweiten Studienabschnitt zu einer gemeinsamen Löseklasse zwei, die gleiche Anzahl an Löseklassen geschaffen, wie im ersten Studienabschnitt von Klopff (2011) und Eder (2012) extrahiert wurde.

Hier zeigte sich, dass Studierende der Psychologie im Studienabschnitt weniger häufig in weit fortgeschrittenen Löseklassen anzusiedeln waren, die sich auch durch höhere Lösewahrscheinlichkeiten auszeichneten, als aufgrund der Basisrate zu erwarten gewesen wäre. Fortgeschrittene Studierende der Psychologie fanden sich häufiger im konkret-operationalen Stadium und im klassischen Übergangsstadium, das sich durch Einbrüche im Modus Tollens auszeichnet.

Beide Typen - also Überfrequentierungen – ergaben sich durch Studierende der Psychologie im zweiten Studienabschnitt, nämlich in den Löseklassen eins und drei, während Fortgeschrittene der Naturwissenschaften in diesen beiden Löseklassen unterfrequentiert auftraten. Die Löseklassen eins - welche dem Stadium konkreter Operationen entspricht - und drei – welche mit einem Einbruch im Modus Tollens als klassisches Übergangsstadium bezeichnet werden kann, scheinen somit symptomatisch für die Unterschiede von Fortgeschrittenen Studierenden der Psychologie und anderer Naturwissenschaften zu sein.

Abschließend kann festgestellt werden, dass Studierende der Naturwissenschaften sowohl im ersten als auch im zweiten Studienabschnitt bessere Leistungen im schlussfolgernden Denken erbrachten, als Studierende der Psychologie, und der Unterschied in der Leistung im Vergleich der Studienabschnitte signifikant ausfiel.

Die Leistung von Studierenden der Psychologie war in niedrigeren Löseklassen mit weniger hoher gesamter Lösewahrscheinlichkeit anzusiedeln, während Studierende anderer Naturwissenschaften in höheren Löseklassen anzusiedeln

waren und die Lösewahrscheinlichkeit innerhalb jeder Löseklasse für Studierende der Naturwissenschaften höher ausfiel.

Die Gruppe der Studierenden der Naturwissenschaften im zweiten Studienabschnitt zeigte in Löseklasse fünf ein Antwortmuster, das als Annäherung an das Stadium formaler Operationen nach Piaget (1976, 1984) angesehen werden kann.

IV. LITERATURVERZEICHNIS

Bonnefon, J.-F., Eid, M., Vautier, S., & Jmel, S. (2008). A mixed rasch model of dual- process conditional reasoning. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61(5), 809-824.

Bullock, M., & B. Sodian (2003). Entwicklung des wissenschaftlichen Denkens. In W. Schneider & M. Knopf (Hrsg.). *Entwicklung, Lehren und Lernen* (S. 75-91). Göttingen: Hogrefe.

Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung. uni:data - Zahlen und Fakten zum Hochschulbereich. 2011.
<http://wissenschaft.bmwf.at/bmwf/wissenschaft-hochschulen/universitaeten/statistiken/> (Zugriff am 12. 12 2013).

Drnotta, M., Gittenberger, B., Karigl, G. & Panholzer, A. (2007). *Mathematik für Informatiker*. Berlin: Heldermann Verlag.

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.

Eder, U. (2012). *Identifikation von Entwicklungsstadien im deduktiven Schlussfolgern auf Basis der Stadien Theorie von Piaget bei StudienanfängerInnen naturwissenschaftlicher Fächer an der Universität Wien*. Diplomarbeit, Universität Wien. Fakultät für Psychologie.

- Gößler, H. (2001). *Untersuchung zur Entwicklung schlussfolgernden Denkens bei konditionalen Syllogismen aus einer Piagetischen Entwicklungsperspektive.* Unveröffentlichte Diplomarbeit, Naturwissenschaftliche Fakultät der Karl-Franzens-Universität Graz.
- Heijltjes, A., van Gog, T., Leppink, J., c, Paas, F., (2013). Improving critical thinking: Effects of dispositions and instructions on economics students' reasoning skills. *Learning and Instruction*, 29, 31-42.
- Inhelder, B., & Piaget, J. (1977). *Von der Logik des Kindes zur Logik des Kindes zur Logik des Heranwachsenden. Essay über die Ausformung der formalen operativen Strukturen.* Olten : Walter Verlag.
- Janveau-Brennan, G. & Markovits, H. (1999). The development of reasoning with causal conditionals. *Developmental Psychology*, 35, 904–911.
- Klopf, M. (2011). *Die Kompetenz im schlussfolgernden Denken bei Studentinnen und Studenten zu Studienbeginn.* Diplomarbeit, Universität Wien. Fakultät für Psychologie.
- Kuhn, D. (1977). Conditional reasoning in children. *Developmental Psychology*, 13, 342–353. Leighton, 2006.
- Kuhn, D. (2005). *Education for thinking.* Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Kuhn, D. (2009). Do students need to be taught how to reason? *Educational Research Review*, 4, 1-6.

- 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. & 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.
- Müller, U., B. Sokol, und W.F. Overton (1999). Development Sequences in Class Reasoning and Propositional Reasoning. *Journal of Experimental Child Psychology*, 74, 69-106.
- Müller, U., Overton, W. F., & Reese, K. (2001). Development of conditional reasoning: a longitudinal study. *Journal of cognition and development*, 2(1), 27-49.
- Niemandsfreund, P. (2015). *Schlussfolgerndes Denken im Zusammenhang mit dem Geschlechterstereotyp bei fortgeschrittenen Studierenden der Psychologie und Naturwissenschaften unter Berücksichtigung einer latenten Genderinformation*. Diplomarbeit, Universität Wien. Fakultät für Psychologie.
- Overton, W., Byrnes, J. P., & O’Brien, D. P. (1985). Developmental and individual differences in conditional reasoning: the role of contradiction training and cognitive style. *Developmental Psychology*, 21(4), 692-701.
- Örter, R., & Montada, L. (Eds.). (2008). *Entwicklungspsychologie*. Weinheim: Beltz.

- Piaget, J. (1976). *Psychologie der Intelligenz*. München: Kindler.
- Piaget, J. (1984) *Die intellektuelle Entwicklung im Jugend- und im Erwachsenenalter*. Herausgeber: T. Schöfthaler und D. Goldschmidt. Frankfurt a. M.: Suhrkamp, 1984. 47-60.
- Roberge, J. J., & Mason, E. J. (1978). Effects of negation on adolescents' class and conditional reasoning abilities. *The Journal of General Psychology*, 98(2), 187- 195.
- Rost, J. (1990). Rasch Models in Latent Classes: An Integration of Two Approaches to Item Analysis. *Applied psychological measurement*, 14(3), 271-282.
- Rost, J. (2004). *Lehrbuch Testtheorie-Testkonstruktion (2. vollst. überarb. und erw. Aufl.)*. 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.
- Scharlau, I. (2007). *Jean Piaget zur Einführung*. Hamburg: Junius.
- Schröder, E. (1989). *Vom konkreten zum formalen Denken: Individuelle Entwicklungsverläufe von der Kindheit zum Jugendalter*. Bern: Hans Huber.
- Shayer, M., & Adey, P. S. (1993). Accelerating the development of formal thinking in middle and high school students. IV: Three years after a two-year intervention. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 351-366.

- Sonnleitner, P., Kubinger, K. D., & Frebort, M. (2009). Das Wiener Self-Assessment Psychologie mit seinen Verfahren der experimentalpsychologischen Verhaltensdiagnostik zur Messung studienfachübergreifender Soft Skills. In G. Rudinger, & K. Hörsch (Hrsg.), *Self-Assessment an Hochschulen: Von der Studienfachwahl zur Profilbildung* (S. 63-72). Göttingen: V&R unipress.
- 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. (1994). Die Konfigurationsfrequenzanalyse als idiographische Methode zur Identifikation von Typen und Antitypen. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 15, 201-210.
- Spiel, C., Glück, J., & Gößler, 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. & Gößler, 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., Litzenberger, 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.
- Technische Universität Wien. Öffentliche Statistiken zur Lehre der TU Wien.* 2011. https://tiss.tuwien.ac.at/statistik/public_lehre (Zugriff am 12. 12 2013).
- Wenk, L. (2000). *Improving science learning: Inquiry-based and traditional first-year college science curricula*. Ed.D. dissertation, University of Massachusetts Amherst, United States, Massachusetts. Retrieved October 21, 2009, from Dissertations & Theses: Full Text. (Publication No. AAT 9988852).
- Westbrook, S. L. & Rogers, L. N. (1994). Examining the development of scientific reasoning in ninth grade physical science students. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(1), 65-76.
- Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review*, 27, 172–223.

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.

V. ANHANG

Anhang A: Mail an die Lehrveranstaltungsleiter

Anhang B: Testvarianten

Anhang C: Output WINMIRA

Anhang D: Output KFA

Anhang E: Kurzzusammenfassung

Anhang F: Abstract

Anhang G: Lebenslauf

Sehr geehrte (persönliche Anrede),

Studierende der Mathematik, Physik und Chemie sind versierter im logischen Denken als Studierende der Psychologie.

Ist das so?

Inwieweit verbessert welches naturwissenschaftliches Studium die Fähigkeit logisch zu denken?

Lassen sich Leistungssteigerungen mit fortschreitendem Studienverlauf feststellen?

Gibt es Geschlechtsunterschiede?

Sind Sie **neugierig** geworden?

Um diese Fragen beantworten zu können, brauchen wir **Ihre Unterstützung!**

Wir führen im **Juni 2011** im Zuge unserer Diplomarbeit eine Testung an insgesamt 500 Studierenden durch. Erheben werden wir mit dem „Leistungsprofiltest Schlussfolgerndes Denken-Verbal“ (SDV) von Spiel, Glück & Gößler, 2003). Dieser Test besteht aus 35 Items und ist in 15 min zu lösen.

Wir wären Ihnen sehr dankbar, den Fragebogen in Ihrer Lehrveranstaltung vorgeben zu dürfen!

Bitte schicken Sie uns eine kurzweilige Antwortnachricht mit einem für Sie passenden Termin (Datum, Uhrzeit, Ort Ihrer Lehrveranstaltung) im Juni 2011.

Vielen Dank für Ihre Unterstützung!

Sabine Sinzinger

Petra Niemandsfreund

FRAGEBOGEN

Angaben zur Person

Geschlecht: ☐ weiblich ☐ männlich	Alter: _____
Muttersprache: _____	

Höchste abgeschlossene Schulbildung der Mutter:

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

Höchste abgeschlossene Schulbildung des Vaters:

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

Angaben zu Ihren bisherigen Noten im Psychologiestudium

Noten im 1. Diplomprüfungszeugnis (Gesamtnoten)	
Allgemeine Psychologie	
Psychologische Methodenlehre	
Biologische Psychologie	

Wie gut schätzen Sie Ihre Studienleistung generell ein?

- ☐ gut ☐ eher gut ☐ eher schlecht ☐ schlecht

Instruktion

Im Folgenden bearbeiten Sie bitte einige Aufgaben zum logischen Denken.

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, **von denen 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).

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 35 Aufgaben** beantworten sollen.

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

Wie gut glauben Sie, solche Aufgaben lösen zu können?

☐ gut

☐ eher gut

☐ eher schlecht

☐ schlecht

VIEL SPASS UND GUTES GELINGEN!

1. Wenn Maria gute Laune hat, schreibt sie in Physik eine gute Note.

Maria hat gute Laune.

- ☐ Maria schreibt in Physik eine gute Note.
- ☐ Maria schreibt in Physik keine gute Note.
- ☐ Vielleicht schreibt Maria in Physik eine gute Note, vielleicht aber auch nicht.
- ☐ Ich kann diese Aufgabe nicht lösen.

2. 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.

3. 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.

4. 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.

5. 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.

6. 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.

7. 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.

8. 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.

9. 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.

10. 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.

11. Wenn Maria gute Laune hat, schreibt sie in Physik eine gute Note.

Maria hat keine gute Laune.

- ☐ Maria schreibt in Physik eine gute Note.
- ☐ Maria schreibt in Physik keine gute Note.
- ☐ Vielleicht schreibt Maria in Physik eine gute Note, vielleicht aber auch nicht.
- ☐ Ich kann diese Aufgabe nicht lösen.

12. 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.

13. 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.

14. 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.

15. 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.

16. 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.

17. 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.

18. 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.

19. 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.

20. 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.

21. Wenn Maria gute Laune hat, schreibt sie in Physik eine gute Note.

Maria schreibt in Physik eine gute Note.

- ☐ Maria hat gute Laune.
- ☐ Maria hat keine gute Laune.
- ☐ Vielleicht hat Maria gute Laune, vielleicht aber auch nicht.
- ☐ Ich kann diese Aufgabe nicht lösen.

22. 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.

23. 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.

24. 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.

25. 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.

26. 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.

27. 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.

28. 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.

29. 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.

30. 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.

31. 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.

32. 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.

33. 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.

34. 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.

35. 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!

FRAGEBOGEN

Angaben zur Person

Geschlecht: ☐ weiblich
☐ männlich

Alter: _____

Muttersprache: _____

Höchste abgeschlossene Schulbildung der Mutter:

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

Höchste abgeschlossene Schulbildung des Vaters:

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

Angaben zu Ihren bisherigen Noten im Physikstudium

(Bitte entweder für Diplomstudium **ODER** Bachelorstudium angeben!)

Noten im 1. Diplomprüfungszeugnis (Gesamtnoten)	
Grundlagen der Physik A	
Elektronik	
Mathematik A	

Noten im Bachelorzeugnis (Modulnoten)	
Modul Grundlagen der Physik	
Modul Theoretische Physik	
Modul Mathematik	

Wie gut schätzen Sie Ihre Studienleistung generell ein?

☐ gut ☐ eher gut ☐ eher schlecht ☐ schlecht

FRAGEBOGEN

Angaben zur Person

Geschlecht: ☐ weiblich
☐ männlich

Alter: _____

Muttersprache: _____

Höchste abgeschlossene Schulbildung der Mutter:

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

Höchste abgeschlossene Schulbildung des Vaters:

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

Angaben zu Ihren bisherigen Noten im Physikstudium

Noten im 1. Diplomprüfungszeugnis (Gesamtnoten)	
Einführung in die Physik I	
Einführung in die Physik II	
Analysis für die Physik I	
Analysis für die Physik II	

Wie gut schätzen Sie Ihre Studienleistung generell ein?

☐ gut ☐ eher gut ☐ eher schlecht ☐ schlecht

FRAGEBOGEN

Angaben zur Person

Geschlecht: ☐ weiblich
☐ männlich

Alter: _____

Muttersprache: _____

Höchste abgeschlossene Schulbildung der Mutter:

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

Höchste abgeschlossene Schulbildung des Vaters:

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

Angaben zu Ihren bisherigen Noten im Mathematikstudium

Noten im 1. Diplomprüfungszeugnis (Gesamtnoten)	
Lineare Algebra	
Analysis	
Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik	

Wie gut schätzen Sie Ihre Studienleistung generell ein?

☐ gut ☐ eher gut ☐ eher schlecht ☐ schlecht

FRAGEBOGEN

Angaben zur Person

Geschlecht: ☐ weiblich
☐ männlich

Alter: _____

Muttersprache: _____

Höchste abgeschlossene Schulbildung der Mutter:

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

Höchste abgeschlossene Schulbildung des Vaters:

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

Angaben zu Ihren bisherigen Noten im Mathematikstudium

(Bitte entweder für Diplomstudium **ODER** Bachelorstudium angeben!)

Noten im 1. Diplomprüfungszeugnis (Gesamtnoten)	
Algebra	
Analysis	
Geometrie	

Noten im Bachelorzeugnis (Modulnoten)	
Einführung in die höhere Mathematik	
Lineare Algebra und Geometrie	
Höhere Analysis	

Wie gut schätzen Sie Ihre Studienleistung generell ein?

☐ gut ☐ eher gut ☐ eher schlecht ☐ schlecht

FRAGEBOGEN

Angaben zur Person

Geschlecht: ☐ weiblich ☐ männlich	Alter: _____
Muttersprache: _____	

Höchste abgeschlossene Schulbildung der Mutter:

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

Höchste abgeschlossene Schulbildung des Vaters:

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

Angaben zu Ihren bisherigen Noten im Chemiestudium

(Bitte entweder für Diplomstudium **ODER** Bachelorstudium angeben!)

Noten im 1. Diplomprüfungszeugnis (Gesamtnoten)	
Allgemeine Chemie	
Organische Chemie	
Physikalische Chemie	

Noten im Bachelorzeugnis (Modulnoten)	
Modul Organische Chemie I	
Modul Organische Chemie II	
Modul Physikalische Chemie I	
Modul Physikalische Chemie II	

Universität: ☐ Universität Wien
☐ Technische Universität

Wie gut schätzen Sie Ihre Studienleistung generell ein?

☐ gut ☐ eher gut ☐ eher schlecht ☐ schlecht

```
//
// WINMIRA 2001 1.45
// (c) 2000,2001 by Matthias von Davier
//      IPN - institute for science education
//      Olshausenstrasse 62
//      24098 Kiel
//      Germany
//      email: vdavier@ipn.uni-kiel.de or rost@ipn.uni-kiel.de
//
// date of analysis: 20.05.2014 time : 16:12:06
//
```

Filenames:

```
data: E:\UNI\Diplomarbeit\Daten SPSS, WINMIRA 20.5.14\Winmira Datensatz n391_SPSS.sav
output: E:\UNI\Diplomarbeit\Daten SPSS, WINMIRA 20.5.14\Winmira Datensatz n391_SPSS.OU3
patterns: E:\UNI\Diplomarbeit\Daten SPSS, WINMIRA 20.5.14\Winmira Datensatz n391_SPSS.PAT
```

```
number of persons      : 391
number of items        : 32
number of classes      : 5
max. number of iterations : 250
accuracy criterion     : 0.0005
random start value     : 4321
```

item labels and sample frequencies:

		n of		categories		
no.	label	cats	0	1	N	
1	I02	2	163	228	391	
2	I03	2	108	283	391	
3	I04	2	185	206	391	
4	I05	2	15	376	391	
5	I06	2	54	337	391	
6	I07	2	207	184	391	
7	I08	2	205	186	391	
8	I09	2	180	211	391	
9	I10	2	54	337	391	
10	I12	2	139	252	391	
11	I13	2	53	338	391	
12	I14	2	229	162	391	
13	I15	2	149	242	391	
14	I16	2	132	259	391	
15	I17	2	208	183	391	
16	I18	2	160	231	391	
17	I19	2	175	216	391	
18	I20	2	35	356	391	
19	I22	2	193	198	391	

20	I23		2		149		242		391
21	I24		2		73		318		391
22	I25		2		147		244		391
23	I26		2		87		304		391
24	I27		2		142		249		391
25	I28		2		109		282		391
26	I29		2		219		172		391
27	I30		2		232		159		391
28	I31		2		167		224		391
29	I32		2		150		241		391
30	I33		2		226		165		391
31	I34		2		183		208		391
32	I35		2		140		251		391

saturated likelihood : -2093.2787
number of different patterns : 282
number of possible patterns : 4294967296

Number of iterations needed: 166

fitted model: (MIRA) Mixed Rasch Model with smoothed score frequencies:

according to the ordinal (partial credit) model in 5 latent classes.

Classes are sorted by class size!

Final estimates in CLASS 1 of 5 with size 0.45079

=====

Expected Score Frequencies and Personparameters:

score frequency | person parameters and standard errors:

Raw- score	Expected freq.	MLE- estimate	std. error MLE	WLE- estimate	std. error WLE
0	0.32	*****	*****	-8.088	2.188
1	0.38	-5.708	1.622	-5.066	1.419
2	0.46	-4.041	1.003	-3.723	0.895
3	0.56	-3.282	0.770	-3.110	0.730
4	0.67	-2.776	0.663	-2.666	0.644
5	0.80	-2.379	0.601	-2.302	0.590
6	0.95	-2.044	0.560	-1.986	0.554
7	1.12	-1.748	0.531	-1.702	0.526
8	1.31	-1.478	0.508	-1.441	0.505

9		1.53		-1.229		0.491		-1.197		0.488
10		1.78		-0.996		0.476		-0.969		0.474
11		2.06		-0.775		0.464		-0.752		0.463
12		2.37		-0.565		0.454		-0.545		0.453
13		2.72		-0.363		0.446		-0.346		0.445
14		3.10		-0.167		0.439		-0.154		0.438
15		3.52		0.023		0.434		0.033		0.433
16		3.97		0.210		0.430		0.217		0.430
17		4.47		0.393		0.428		0.397		0.427
18		4.99		0.576		0.427		0.576		0.427
19		5.56		0.758		0.427		0.755		0.427
20		6.16		0.941		0.429		0.934		0.429
21		6.79		1.127		0.433		1.116		0.433
22		7.45		1.317		0.439		1.301		0.439
23		8.13		1.513		0.448		1.492		0.447
24		8.83		1.718		0.459		1.690		0.457
25		9.55		1.936		0.475		1.899		0.472
26		10.28		2.171		0.496		2.123		0.491
27		11.00		2.432		0.526		2.368		0.518
28		11.72		2.730		0.569		2.644		0.556
29		12.43		3.090		0.636		2.967		0.611
30		13.12		3.566		0.754		3.374		0.702
31		13.78		4.326		1.033		3.952		0.880
32		14.40		*****		*****		5.115		1.480

WLE estimates : Mean = 1.935 Var = 3.164 stdev = 1.779
 marginal error variance = 0.472 stdev = 0.687
 anova reliability = 0.870
 Andrichs reliability = 0.851

WLE = Warm’s modified likelihood estimates,
MLE = Standard maximum likelihood estimates.

Raw-score : Mean = 23.740 Stdev = 6.894

Smoothed Score Distribution descriptives:

location: tau = 3.817
dispersion: delta = 0.621
approx. error: RMSEA = 1.019

expected category frequencies and item scores:

Item		Item`s		relative category		
label		Score		Stdev		frequencies
						0 1
I02		0.77		0.42		0.233 0.767
I03		0.87		0.34		0.129 0.871

I04		0.78		0.41		0.220		0.780
I05		0.95		0.22		0.051		0.949
I06		1.00		0.01		0.000		1.000
I07		0.50		0.50		0.500		0.500
I08		0.54		0.50		0.457		0.543
I09		0.70		0.46		0.296		0.704
I10		0.95		0.23		0.055		0.945
I12		0.89		0.31		0.105		0.895
I13		0.96		0.19		0.037		0.963
I14		0.50		0.50		0.495		0.505
I15		0.71		0.46		0.293		0.707
I16		0.79		0.41		0.210		0.790
I17		0.60		0.49		0.398		0.602
I18		0.71		0.45		0.288		0.712
I19		0.62		0.48		0.377		0.623
I20		0.96		0.19		0.039		0.961
I22		0.54		0.50		0.463		0.537
I23		0.78		0.41		0.219		0.781
I24		0.95		0.21		0.048		0.952
I25		0.80		0.40		0.205		0.795
I26		0.97		0.17		0.030		0.970
I27		0.82		0.39		0.182		0.818
I28		0.89		0.32		0.113		0.887
I29		0.51		0.50		0.488		0.512
I30		0.53		0.50		0.469		0.531
I31		0.68		0.47		0.323		0.677
I32		0.72		0.45		0.278		0.722
I33		0.54		0.50		0.461		0.539
I34		0.56		0.50		0.438		0.562
I35		0.64		0.48		0.358		0.642

Sum: | 23.74

threshold parameters: ordinal (partial credit) model

item		item	
label		location	threshold parameters
I02		0.19239	
I03		-0.72436	
I04		0.08634	
I05		-1.86288	
I06		-6.99965	
I07		2.08336	
I08		1.77410	
I09		0.64916	
I10		-1.78439	
I12		-0.99410	
I13		-2.20905	
I14		2.04953	

I15	0.63088
I16	0.01226
I17	1.35273
I18	0.59134
I19	1.20923
I20	-2.16314
I22	1.81453
I23	0.07925
I24	-1.92364
I25	-0.03378
I26	-2.43360
I27	-0.22524
I28	-0.89926
I29	1.99537
I30	1.86014
I31	0.83773
I32	0.52087
I33	1.79874
I34	1.63366
I35	1.08147

item fit assessed by the Q-index

itemlabel	Q-index	Zq	p(X>Zq)	
I02	0.1558	0.8807	0.18923	-Q...!....+
I03	0.1639	0.3254	0.37242	-..Q.!....+
I04	0.1146	0.1335	0.44691	-...Q!....+
I05	0.3145	0.7857	0.21602	-.Q..!....+
I06	0.5000	-0.0007	0.50028	-....Q....+
I07	0.1083	0.2951	0.38395	-..Q.!....+
I08	0.0895	0.1480	0.44118	-...Q!....+
I09	0.0576	-0.8985	0.81555	-....!.Q.+
I10	0.0411	-0.5512	0.70924	-....!.Q..+
I12	0.1455	0.1130	0.45500	-...Q!....+
I13	0.1264	-0.0890	0.53547	-....Q....+
I14	0.1174	0.5872	0.27853	-.Q..!....+
I15	0.1633	1.1246	0.13038	-Q...!....+
I16	0.0866	-0.4792	0.68410	-....!Q...+
I17	0.0701	-0.5648	0.71388	-....!.Q..+
I18	0.1056	0.0712	0.47163	-...Q!....+
I19	0.0757	-0.4134	0.66035	-....!Q...+
I20	0.1083	-0.1617	0.56424	-....Q....+
I22	0.0727	-0.4420	0.67075	-....!Q...+
I23	0.0969	-0.3927	0.65273	-....!Q...+
I24	0.1387	-0.0372	0.51483	-....Q....+
I25	0.1297	0.2151	0.41486	-...Q!....+
I26	0.2004	0.1170	0.45344	-...Q!....+
I27	0.1837	0.9443	0.17251	-Q...!....+

I28		0.1974		0.5580		0.28843		-.Q..!....+	
I29		0.0824		-0.2509		0.59905		-....Q....+	
I30		0.0938		0.0005		0.49979		-...Q!....+	
I31		0.0654		-0.8041		0.78933		-....!Q..+	
I32		0.0989		-0.1027		0.54089		-....Q....+	
I33		0.0756		-0.5632		0.71335		-....!Q..+	
I34		0.0803		-0.3235		0.62682		-....!Q...+	
I35		0.0959		0.0191		0.49239		-...Q!....+	

-?:p<0.05, +?:p>0.95

-!:p<0.01, +!:p>0.99

Final estimates in CLASS 2 of 5 with size 0.18659

Expected Score Frequencies and Personparameters:

score frequency | person parameters and standard errors:

Raw- | Expected | MLE- | std. error| WLE- | std. error
score | freq. | estimate | MLE | estimate | WLE

0		0.00		*****		*****		-8.960		1.729	
1		0.00		-7.744		1.205		-7.533		1.162	
2		0.00		-6.481		1.105		-6.523		1.103	
3		0.00		-5.180		1.153		-5.073		1.144	
4		0.00		-4.052		0.948		-3.828		0.894	
5		0.00		-3.316		0.781		-3.166		0.751	
6		0.00		-2.786		0.683		-2.679		0.666	
7		0.00		-2.363		0.620		-2.283		0.610	
8		0.00		-2.006		0.576		-1.944		0.570	
9		0.01		-1.693		0.544		-1.645		0.540	
10		0.03		-1.410		0.521		-1.373		0.518	
11		0.07		-1.148		0.504		-1.121		0.502	
12		0.17		-0.900		0.492		-0.882		0.491	
13		0.35		-0.662		0.485		-0.652		0.485	
14		0.69		-0.429		0.482		-0.426		0.482	
15		1.23		-0.197		0.482		-0.202		0.482	
16		2.04		0.037		0.487		0.025		0.486	
17		3.14		0.278		0.495		0.257		0.494	
18		4.45		0.529		0.508		0.500		0.506	
19		5.83		0.796		0.526		0.759		0.523	
20		7.06		1.084		0.548		1.040		0.544	
21		7.91		1.398		0.574		1.350		0.570	
22		8.18		1.744		0.601		1.698		0.598	
23		7.82		2.120		0.625		2.086		0.623	
24		6.91		2.522		0.641		2.504		0.641	
25		5.65		2.939		0.649		2.931		0.649	

26		4.26		3.364		0.655		3.355		0.654
27		2.98		3.798		0.664		3.777		0.664
28		1.92		4.253		0.687		4.209		0.684
29		1.14		4.754		0.734		4.672		0.724
30		0.63		5.357		0.832		5.206		0.802
31		0.32		6.236		1.086		5.902		0.971
32		0.15		*****		*****		7.178		1.579

WLE estimates : Mean = 1.833 Var = 1.605 stdev = 1.267
marginal error variance = 0.358 stdev = 0.599
anova reliability = 0.817
Andrichs reliability = 0.777

WLE = Warm's modified likelihood estimates,
MLE = Standard maximum likelihood estimates.

Raw-score : Mean = 21.916 Stdev = 3.537

Smoothed Score Distribution descriptives:

location: tau = 14.958
dispersion: delta = 10.084
approx. error: RMSEA = 0.300

expected category frequencies and item scores:

Item label	Item`s Score	relative category Stdev	frequencies	0	1
I02	0.35	0.48	0.651	0.349	
I03	0.78	0.41	0.216	0.784	
I04	0.82	0.38	0.177	0.823	
I05	0.97	0.16	0.028	0.972	
I06	1.00	0.00	0.000	1.000	
I07	0.69	0.46	0.307	0.693	
I08	0.80	0.40	0.202	0.798	
I09	0.89	0.31	0.111	0.889	
I10	0.99	0.11	0.012	0.988	
I12	0.83	0.38	0.173	0.827	
I13	1.00	0.01	0.000	1.000	
I14	0.08	0.27	0.920	0.080	
I15	0.30	0.46	0.703	0.297	
I16	0.91	0.28	0.086	0.914	
I17	0.12	0.32	0.883	0.117	
I18	0.86	0.35	0.139	0.861	
I19	0.94	0.23	0.058	0.942	
I20	0.99	0.11	0.013	0.987	
I22	0.14	0.35	0.856	0.144	

I23		0.15		0.36		0.849		0.151
I24		1.00		0.00		0.000		1.000
I25		0.74		0.44		0.259		0.741
I26		0.87		0.34		0.134		0.866
I27		0.83		0.38		0.171		0.829
I28		0.86		0.35		0.143		0.857
I29		0.86		0.34		0.138		0.862
I30		0.06		0.23		0.942		0.058
I31		0.21		0.40		0.794		0.206
I32		0.93		0.25		0.069		0.931
I33		0.14		0.35		0.859		0.141
I34		0.88		0.33		0.124		0.876
I35		0.94		0.24		0.063		0.937

Sum: | 21.92

threshold parameters: ordinal (partial credit) model

item		item	
label		location	threshold parameters
I02		2.55031	
I03		0.26472	
I04		-0.01700	
I05		-2.19359	
I06		-6.99929	
I07		0.82067	
I08		0.16931	
I09		-0.63419	
I10		-3.10212	
I12		-0.05265	
I13		-6.99929	
I14		4.78626	
I15		2.83721	
I16		-0.94037	
I17		4.27114	
I18		-0.34792	
I19		-1.40093	
I20		-2.97411	
I22		3.96773	
I23		3.90034	
I24		-6.99929	
I25		0.54241	
I26		-0.39013	
I27		-0.06413	
I28		-0.30793	
I29		-0.35361	
I30		5.22079	
I31		3.43335	
I32		-1.19669	

I33		3.99937
I34		-0.48746
I35		-1.30289

item fit assessed by the Q-index

itemlabel	Q-index	Zq	p(X>Zq)	
I02	0.2373	0.0352	0.48596	-...Q!....+
I03	0.1066	-0.7335	0.76838	-....!..Q..+
I04	0.2267	-0.0795	0.53169	-....Q....+
I05	0.3200	0.1073	0.45727	-...Q!....+
I06	0.5000	-0.0023	0.50090	-....Q....+
I07	0.2571	0.4601	0.32274	-..Q..!....+
I08	0.1273	-0.8954	0.81471	-....!..Q..+
I09	0.3179	0.6234	0.26650	-..Q..!....+
I10	0.2650	0.0387	0.48457	-...Q!....+
I12	0.0687	-1.0788	0.85967	-....!..Q..+
I13	0.5000	-0.0023	0.50090	-....Q....+
I14	0.3744	0.1814	0.42804	-...Q!....+
I15	0.4512	1.3912	0.08208	Q....!....+
I16	0.0968	-0.5150	0.69674	-....!Q...+
I17	0.3697	0.5261	0.29943	-..Q..!....+
I18	0.3651	0.7233	0.23475	-..Q..!....+
I19	0.3098	0.4302	0.33354	-..Q..!....+
I20	0.2164	-0.0267	0.51063	-....Q....+
I22	0.1554	-0.6843	0.75310	-....!..Q..+
I23	0.0912	-0.4489	0.67326	-....!Q...+
I24	0.5000	-0.0023	0.50090	-....Q....+
I25	0.1218	-0.6401	0.73896	-....!..Q..+
I26	0.0574	-1.0218	0.84656	-....!..Q..+
I27	0.2434	0.1099	0.45625	-...Q!....+
I28	0.0895	-0.8522	0.80293	-....!..Q..+
I29	0.3310	0.7214	0.23534	-..Q..!....+
I30	0.2357	-0.1012	0.54029	-....Q....+
I31	0.2571	0.3577	0.36027	-..Q..!....+
I32	0.2898	0.2218	0.41225	-...Q!....+
I33	0.2634	0.3981	0.34527	-..Q..!....+
I34	0.2501	0.2314	0.40851	-...Q!....+
I35	0.2788	0.2492	0.40160	-...Q!....+

-?:p<0.05, +?:p>0.95

-!:p<0.01, +!:p>0.99

Final estimates in CLASS 3 of 5 with size 0.17226

=====

Expected Score Frequencies and Person parameters:

score frequency | person parameters and standard errors:

Raw- score	Expected freq.	MLE- estimate	std. error MLE	WLE- estimate	std. error WLE
0	0.00	*****	*****	-8.160	1.904
1	0.00	-6.636	1.275	-6.310	1.189
2	0.01	-5.408	0.973	-5.204	0.929
3	0.02	-4.619	0.817	-4.484	0.794
4	0.06	-4.029	0.725	-3.934	0.712
5	0.15	-3.547	0.666	-3.479	0.659
6	0.35	-3.131	0.627	-3.082	0.623
7	0.74	-2.755	0.601	-2.720	0.599
8	1.40	-2.405	0.583	-2.381	0.582
9	2.42	-2.072	0.571	-2.056	0.571
10	3.79	-1.751	0.563	-1.740	0.563
11	5.37	-1.437	0.558	-1.430	0.558
12	6.89	-1.128	0.554	-1.122	0.554
13	8.01	-0.823	0.551	-0.817	0.551
14	8.44	-0.521	0.547	-0.514	0.547
15	8.06	-0.224	0.543	-0.214	0.543
16	6.97	0.068	0.537	0.080	0.537
17	5.46	0.352	0.530	0.365	0.530
18	3.88	0.630	0.523	0.642	0.523
19	2.50	0.901	0.518	0.909	0.518
20	1.46	1.167	0.514	1.171	0.514
21	0.77	1.431	0.514	1.428	0.514
22	0.37	1.697	0.518	1.686	0.517
23	0.16	1.968	0.526	1.948	0.525
24	0.06	2.252	0.541	2.219	0.539
25	0.02	2.557	0.564	2.508	0.560
26	0.01	2.894	0.600	2.824	0.592
27	0.00	3.287	0.657	3.185	0.641
28	0.00	3.779	0.753	3.625	0.720
29	0.00	4.473	0.929	4.227	0.863
30	0.00	5.611	1.194	5.391	1.158
31	0.00	7.173	1.311	7.027	1.292
32	0.00	*****	*****	8.631	1.845

WLE estimates : Mean = -0.529 Var = 0.903 stdev = 0.950
marginal error variance = 0.299 stdev = 0.547
anova reliability = 0.751
Andrichs reliability = 0.669

WLE = Warm's modified likelihood estimates,
MLE = Standard maximum likelihood estimates.

Raw-score : Mean = 14.030 Stdev = 3.184

Smoothed Score Distribution descriptives:

location: tau = -6.217
 dispersion: delta = 12.622
 approx. error: RMSEA = 1.691

expected category frequencies and item scores:

Item label	Item`s Score	relative category Stdev	frequencies	0	1
I02	0.74	0.44	0.264	0.736	
I03	0.33	0.47	0.672	0.328	
I04	0.10	0.30	0.899	0.101	
I05	0.99	0.12	0.015	0.985	
I06	0.91	0.29	0.094	0.906	
I07	0.08	0.27	0.922	0.078	
I08	0.03	0.17	0.970	0.030	
I09	0.05	0.21	0.953	0.047	
I10	1.00	0.04	0.001	0.999	
I12	0.25	0.43	0.754	0.246	
I13	0.90	0.30	0.102	0.898	
I14	0.57	0.49	0.426	0.574	
I15	0.89	0.32	0.112	0.888	
I16	0.16	0.36	0.843	0.157	
I17	0.73	0.45	0.275	0.725	
I18	0.11	0.31	0.892	0.108	
I19	0.09	0.28	0.913	0.087	
I20	0.97	0.16	0.028	0.972	
I22	0.55	0.50	0.445	0.555	
I23	0.92	0.27	0.079	0.921	
I24	0.84	0.36	0.158	0.842	
I25	0.09	0.28	0.912	0.088	
I26	0.18	0.38	0.824	0.176	
I27	0.08	0.26	0.925	0.075	
I28	0.20	0.40	0.801	0.199	
I29	0.00	0.00	1.000	0.000	
I30	0.64	0.48	0.362	0.638	
I31	0.83	0.38	0.173	0.827	
I32	0.13	0.33	0.873	0.127	
I33	0.57	0.49	0.425	0.575	
I34	0.00	0.02	1.000	0.000	
I35	0.14	0.35	0.861	0.139	

Sum: | 14.03

threshold parameters: ordinal (partial credit) model

item	item	
label	location	threshold parameters

I02	-1.67700
I03	0.25467
I04	1.88888
I05	-4.97676
I06	-3.00085
I07	2.19800
I08	3.25804
I09	2.77314
I10	-7.00015
I12	0.70741
I13	-2.91299
I14	-0.88049
I15	-2.79883
I16	1.33363
I17	-1.61741
I18	1.80925
I19	2.07572
I20	-4.33116
I22	-0.79133
I23	-3.20309
I24	-2.37854
I25	2.05466
I26	1.18089
I27	2.23545
I28	1.01231
I29	6.99985
I30	-1.17333
I31	-2.25910
I32	1.60995
I33	-0.88181
I34	6.99985
I35	1.49113

item fit assessed by the Q-index

itemlabel	Q-index	Zq	p(X>Zq)
I02	0.3138	0.6252	0.26593
I03	0.2207	-0.1828	0.57250
I04	0.2023	-0.9452	0.82772
I05	0.4319	0.1110	0.45582
I06	0.2129	-0.1299	0.55168
I07	0.5141	1.7172	0.04297
I08	0.5434	1.3431	0.08962
I09	0.5711	1.8002	0.03592

I10		0.5000		0.0404		0.48387		-.Q!....+	
I12		0.2232		-0.2941		0.61567		-.!Q...+	
I13		0.3154		0.2270		0.41020		-.Q!....+	
I14		0.2369		0.1519		0.43962		-.Q!....+	
I15		0.2910		0.2610		0.39705		-.Q!....+	
I16		0.1869		-1.0052		0.84260		-.!..Q.+	
I17		0.1748		-0.4578		0.67645		-.!Q...+	
I18		0.2408		-0.5488		0.70841		-.!..Q.+	
I19		0.5215		1.8957		0.02900-?		Q....!....+	
I20		0.1903		-0.2174		0.58606		-.Q....+	
I22		0.2019		-0.3061		0.62023		-.!Q...+	
I23		0.3127		0.2101		0.41678		-.Q!....+	
I24		0.0599		-0.9402		0.82643		-.!..Q.+	
I25		0.2405		-0.5701		0.71568		-.!..Q.+	
I26		0.2857		0.1999		0.42077		-.Q!....+	
I27		0.4321		1.0631		0.14386		-Q...!....+	
I28		0.3303		0.7372		0.23049		-.Q..!....+	
I29		0.5000		0.0827		0.46705		-.Q!....+	
I30		0.1806		-0.4177		0.66191		-.!Q...+	
I31		0.1726		-0.5408		0.70567		-.!..Q.+	
I32		0.1404		-1.5283		0.93679		-.!..Q+	
I33		0.2402		0.0751		0.47006		-.Q!....+	
I34		0.5000		0.0827		0.46705		-.Q!....+	
I35		0.3371		0.5206		0.30132		-.Q!....+	

-?:p<0.05, +?:p>0.95

!:p<0.01, +!:p>0.99

Final estimates in CLASS 4 of 5 with size 0.11878

=====

Expected Score Frequencies and Person parameters:

score frequency | person parameters and standard errors:

Raw- | Expected | MLE- | std. error| WLE- | std. error
score | freq. | estimate | MLE | estimate | WLE

0		0.01		*****		*****
1		0.02		-4.146		1.062
2		0.03		-3.335		0.779
3		0.06		-2.830		0.654
4		0.11		-2.453		0.579
5		0.20		-2.147		0.530
6		0.33		-1.885		0.495
7		0.53		-1.653		0.469
8		0.81		-1.442		0.450
9		1.18		-1.246		0.435

10		1.63		-1.062		0.424		-1.040		0.423
11		2.15		-0.885		0.416		-0.869		0.415
12		2.69		-0.715		0.410		-0.703		0.410
13		3.22		-0.548		0.406		-0.541		0.406
14		3.66		-0.384		0.404		-0.381		0.404
15		3.96		-0.222		0.403		-0.222		0.403
16		4.09		-0.059		0.404		-0.063		0.404
17		4.02		0.104		0.406		0.098		0.406
18		3.76		0.270		0.409		0.260		0.409
19		3.35		0.440		0.414		0.426		0.414
20		2.85		0.614		0.421		0.596		0.421
21		2.30		0.796		0.430		0.773		0.429
22		1.77		0.985		0.441		0.958		0.440
23		1.30		1.186		0.455		1.153		0.453
24		0.91		1.401		0.473		1.361		0.470
25		0.61		1.636		0.495		1.586		0.490
26		0.38		1.895		0.524		1.835		0.517
27		0.23		2.189		0.562		2.114		0.552
28		0.13		2.533		0.613		2.438		0.598
29		0.07		2.953		0.688		2.826		0.664
30		0.04		3.507		0.811		3.321		0.766
31		0.02		4.369		1.085		4.014		0.957
32		0.01		*****		*****		5.319		1.587

WLE estimates : Mean = -0.025 Var = 0.633 stdev = 0.796
 marginal error variance = 0.180 stdev = 0.424
 anova reliability = 0.779
 Andrichs reliability = 0.716

WLE = Warm's modified likelihood estimates,
MLE = Standard maximum likelihood estimates.

Raw-score : Mean = 16.141 Stdev = 4.524

Smoothed Score Distribution descriptives:

location: tau = 0.221
dispersion: delta = 6.231
approx. error: RMSEA = 0.322

expected category frequencies and item scores:

Item		Item`s		relative category	
label		Score		Stdev	frequencies
					0 1
I02		0.28		0.45	0.724 0.276
I03		0.63		0.48	0.372 0.628
I04		0.03		0.18	0.965 0.035

I05		0.96		0.20		0.043		0.957
I06		0.58		0.49		0.424		0.576
I07		0.39		0.49		0.613		0.387
I08		0.07		0.25		0.931		0.069
I09		0.41		0.49		0.594		0.406
I10		0.67		0.47		0.333		0.667
I12		0.14		0.34		0.863		0.137
I13		0.75		0.43		0.250		0.750
I14		0.59		0.49		0.409		0.591
I15		0.77		0.42		0.226		0.774
I16		0.77		0.42		0.235		0.765
I17		0.31		0.46		0.689		0.311
I18		0.18		0.38		0.821		0.179
I19		0.68		0.47		0.321		0.679
I20		0.69		0.46		0.309		0.691
I22		0.59		0.49		0.408		0.592
I23		0.63		0.48		0.371		0.629
I24		0.44		0.50		0.558		0.442
I25		0.38		0.49		0.617		0.383
I26		0.71		0.45		0.290		0.710
I27		0.33		0.47		0.673		0.327
I28		0.62		0.49		0.382		0.618
I29		0.23		0.42		0.767		0.233
I30		0.39		0.49		0.606		0.394
I31		0.73		0.44		0.270		0.730
I32		0.69		0.46		0.306		0.694
I33		0.34		0.48		0.656		0.344
I34		0.43		0.50		0.569		0.431
I35		0.73		0.44		0.265		0.735

Sum: | 16.14

threshold parameters: ordinal (partial credit) model

item		item	
label		location	threshold parameters
I02		1.03190	
I03		-0.60858	
I04		3.60106	
I05		-3.28687	
I06		-0.37359	
I07		0.47044	
I08		2.83904	
I09		0.38081	
I10		-0.78930	
I12		2.00270	
I13		-1.21981	
I14		-0.44157	
I15		-1.35902	

I16	-1.30913
I17	0.84067
I18	1.65255
I19	-0.85130
I20	-0.90792
I22	-0.44483
I23	-0.61381
I24	0.21777
I25	0.48864
I26	-1.00810
I27	0.75986
I28	-0.56274
I29	1.28544
I30	0.43713
I31	-1.11223
I32	-0.92498
I33	0.67536
I34	0.26847
I35	-1.13805

item fit assessed by the Q-index

itemlabel	Q-index	Zq	p(X>Zq)	
I02	0.2941	-0.1802	0.57148	-....Q....+
I03	0.4795	1.9240	0.02718-?	Q....!....+
I04	0.6235	0.8808	0.18921	-Q...!....+
I05	0.3055	0.0647	0.47422	-...Q!....+
I06	0.3351	0.6178	0.26835	-.Q..!....+
I07	0.3490	0.6955	0.24338	-.Q..!....+
I08	0.2289	-0.6363	0.73772	-....!Q..+
I09	0.3715	0.8932	0.18588	-Q...!....+
I10	0.1967	-0.3586	0.64004	-....!Q...+
I12	0.2996	-0.3088	0.62127	-....!Q...+
I13	0.1433	-0.6395	0.73876	-....!Q..+
I14	0.2538	0.0140	0.49440	-...Q!....+
I15	0.3776	0.8909	0.18649	-Q...!....+
I16	0.1081	-0.8046	0.78948	-....!Q..+
I17	0.2228	-0.6855	0.75347	-....!Q..+
I18	0.5772	1.7665	0.03866-?	Q....!....+
I19	0.1723	-0.4946	0.68956	-....!Q...+
I20	0.1944	-0.3651	0.64247	-....!Q...+
I22	0.5063	2.1880	0.01434-?	Q....!....+
I23	0.2099	-0.3471	0.63576	-....!Q...+
I24	0.0256	-2.1365	0.98368+?	-....!...Q+
I25	0.2857	0.0711	0.47165	-...Q!....+
I26	0.1847	-0.5114	0.69545	-....!Q...+
I27	0.3872	0.7695	0.22079	-.Q..!....+
I28	0.3119	0.4218	0.33660	-..Q..!....+

I29	0.1706	-1.3154	0.90581	-....!...Q+
I30	0.2606	-0.0943	0.53757	-....Q....+
I31	0.3282	0.7367	0.23065	-.Q..!....+
I32	0.1934	-0.3851	0.64993	-....!Q...+
I33	0.3061	0.1664	0.43394	-...Q!....+
I34	0.1562	-0.9839	0.83742	-....!...Q.+
I35	0.0286	-1.5515	0.93961	-....!...Q+

-?: $p < 0.05$, +?: $p > 0.95$

-!:p<0.01, +!:p>0.99

Final estimates in CLASS 5 of 5 with size 0.07158

=====

Expected Score Frequencies and Personparameters:

score frequency | person parameters and standard errors:

Raw- score	Expected freq.	MLE- estimate	std. error MLE	WLE- estimate	std. error WLE
0	0.00	*****	*****	-8.708	1.597
1	0.00	-7.740	1.093	-7.399	0.974
2	0.00	-6.855	0.830	-6.690	0.795
3	0.00	-6.263	0.721	-6.164	0.706
4	0.00	-5.789	0.662	-5.725	0.655
5	0.00	-5.376	0.627	-5.335	0.624
6	0.00	-4.997	0.606	-4.972	0.605
7	0.01	-4.638	0.594	-4.625	0.594
8	0.08	-4.288	0.589	-4.285	0.589
9	0.37	-3.941	0.590	-3.945	0.590
10	1.22	-3.592	0.593	-3.600	0.593
11	2.93	-3.237	0.599	-3.246	0.599
12	5.09	-2.875	0.604	-2.884	0.604
13	6.36	-2.506	0.609	-2.513	0.609
14	5.72	-2.133	0.613	-2.139	0.613
15	3.71	-1.755	0.618	-1.764	0.617
16	1.74	-1.368	0.626	-1.387	0.626
17	0.59	-0.966	0.644	-1.001	0.642
18	0.14	-0.533	0.676	-0.591	0.670
19	0.02	-0.042	0.731	-0.135	0.719
20	0.00	0.563	0.834	0.408	0.804
21	0.00	1.432	1.061	1.136	0.972
22	0.00	3.180	1.549	3.585	1.489
23	0.00	4.844	1.012	5.157	0.907
24	0.00	5.621	0.783	5.777	0.750
25	0.00	3.750	9.990	6.236	0.677
26	0.00	4.335	9.990	6.630	0.642

27		0.00		4.985		9.990		6.997		0.632
28		0.00		5.728		9.990		7.364		0.643
29		0.00		7.844		0.690		7.758		0.679
30		0.00		8.383		0.790		8.220		0.754
31		0.00		9.193		1.054		8.842		0.921
32		0.00		*****		*****		10.000		1.490

WLE estimates : Mean = -2.440 Var = 0.420 stdev = 0.648
marginal error variance = 0.372 stdev = 0.610
anova reliability = 0.530
Andrichs reliability = 0.113

WLE = Warm's modified likelihood estimates,
MLE = Standard maximum likelihood estimates.

Raw-score : Mean = 13.180 Stdev = 1.747

Smoothed Score Distribution descriptives:

location: tau = -29.558
dispersion: delta = 40.000
approx. error: RMSEA = 1.464

expected category frequencies and item scores:

Item		Item`s		relative category	
label		Score		Stdev	
				frequencies	
					0 1
I02		0.18		0.38	0.821 0.179
I03		0.75		0.43	0.249 0.751
I04		0.00		0.00	1.000 0.000
I05		0.96		0.19	0.036 0.964
I06		0.00		0.00	1.000 0.000
I07		0.79		0.41	0.213 0.787
I08		0.96		0.19	0.036 0.964
I09		0.00		0.00	1.000 0.000
I10		0.00		0.00	1.000 0.000
I12		0.39		0.49	0.608 0.392
I13		0.00		0.00	1.000 0.000
I14		0.04		0.19	0.964 0.036
I15		0.00		0.00	1.000 0.000
I16		0.25		0.43	0.751 0.249
I17		0.18		0.38	0.822 0.178
I18		0.97		0.18	0.035 0.965
I19		0.00		0.00	1.000 0.000
I20		0.61		0.49	0.392 0.608
I22		1.00		0.00	0.000 1.000
I23		0.07		0.26	0.928 0.072

I24		0.00		0.00		1.000		0.000
I25		0.93		0.26		0.070		0.930
I26		0.89		0.31		0.106		0.894
I27		0.86		0.35		0.142		0.858
I28		0.75		0.43		0.249		0.751
I29		0.29		0.45		0.714		0.286
I30		0.00		0.00		1.000		0.000
I31		0.00		0.00		1.000		0.000
I32		0.18		0.38		0.821		0.179
I33		0.18		0.38		0.822		0.178
I34		0.89		0.31		0.107		0.893
I35		0.93		0.26		0.072		0.928

Sum: | 13.04

threshold parameters: ordinal (partial credit) model

item	item	
label	location	threshold parameters
I02		-0.99916
I03		-3.57518
I04		6.99546
I05		-5.76041
I06		6.99546
I07		-3.77447
I08		-5.76055
I09		6.99546
I10		6.99546
I12		-2.06788
I13		6.99546
I14		0.76851
I15		6.99546
I16		-1.41503
I17		-0.99082
I18		-5.79700
I19		6.99546
I20		-2.92228
I22		-7.00454
I23		0.03473
I24		6.99546
I25		-5.04747
I26		-4.59723
I27		-4.26671
I28		-3.57514
I29		-1.60112
I30		6.99546
I31		6.99546
I32		-0.99917
I33		-0.99082

I34 | -4.58422
I35 | -5.02862

item fit assessed by the Q-index

itemlabel	Q-index	Zq	p(X>Zq)	
I02	0.3860	0.0254	0.48986	-...Q!....+
I03	0.1606	-0.2407	0.59511	-....Q....+
I04	0.5000	-0.0422	0.51685	-....Q....+
I05	0.7062	0.1533	0.43908	-...Q!....+
I06	0.5000	-0.0422	0.51685	-....Q....+
I07	0.0875	-0.3272	0.62823	-....!Q...+
I08	0.4149	-0.0242	0.50964	-....Q....+
I09	0.5000	-0.0422	0.51685	-....Q....+
I10	0.5000	-0.0422	0.51685	-....Q....+
I12	0.2915	-0.0308	0.51230	-....Q....+
I13	0.5000	-0.0422	0.51685	-....Q....+
I14	0.5851	0.2937	0.38449	-..Q.!....+
I15	0.5000	-0.0422	0.51685	-....Q....+
I16	0.3166	-0.0466	0.51858	-....Q....+
I17	0.4745	0.1823	0.42766	-...Q!....+
I18	-0.0000	-0.3017	0.61855	-....!Q...+
I19	0.5000	-0.0422	0.51685	-....Q....+
I20	0.6703	0.5174	0.30245	-..Q.!....+
I22	0.5000	0.2320	0.40827	-...Q!....+
I23	0.3402	-0.0538	0.52145	-....Q....+
I24	0.5000	-0.0422	0.51685	-....Q....+
I25	0.1661	-0.2069	0.58195	-....Q....+
I26	0.3757	-0.0054	0.50217	-....Q....+
I27	0.3685	0.0298	0.48812	-...Q!....+
I28	0.2807	-0.0711	0.52833	-....Q....+
I29	0.0749	-0.4668	0.67969	-....!Q...+
I30	0.5000	-0.0422	0.51685	-....Q....+
I31	0.5000	-0.0422	0.51685	-....Q....+
I32	0.2407	-0.2047	0.58109	-....Q....+
I33	0.4262	0.1057	0.45791	-...Q!....+
I34	0.7452	0.4162	0.33864	-..Q.!....+
I35	0.6597	0.2601	0.39738	-..Q.!....+

-?:p<0.05, +?:p>0.95

!:p<0.01, +!:p>0.99

person fit index descriptives:

mean : 0.0235274
std.dev. : 1.3044086

skewness : -0.2283457
kurtosis : -0.2600275

statistics of expected class membership:

	exp.	mean					
class	size	prob.	1	2	3	4	5
1	0.368	0.952	0.952	0.028	0.004	0.015	0.000
2	0.187	0.939	0.059	0.939	0.000	0.002	0.000
3	0.171	0.973	0.009	0.000	0.973	0.018	0.000
4	0.115	0.951	0.015	0.000	0.034	0.951	0.000
5	0.072	0.999	0.000	0.000	0.000	0.001	0.999

Goodness of fit statistics:

	estimated model	saturated model
Log-Likelihood	-5241.04	-2093.28
Number of parameters	169	4294967295
geom. mean likelihood	0.65778219	0.84594436

Information Criteria:

AIC-Index	10820.09	8589938776.56
BIC-Index	11490.80	25635407950.11
CAIC-Index	11659.80	29930375245.11

Power Divergence GoF statistics:

	emp. value	chi-square	p-value
Cressie Read	42335738.08	p=	1.0000
Pearson Chisquare	68079477127.58	p=	0.0000

Likelihood ratio	6295.53	p=	1.0000
Freeman-Tukey Chi^2	2670.94	p=	1.0000

Degrees of freedom : 4294967126

WARNING: Number of cells is larger than number of different patterns!!!

obs.patterns/cells = 0.000000065658241510
number of zero cells = 4294967014

WARNING: Number of cells is larger than number of subjects!!!
subjects/cells = 0.000000091036781670

The data might be very sparse, please do not use the
chi square p-value approximation for the Power Divergence
Goodness of Fit Statistics.

Consider to use the parametric bootstrap procedure instead.
In addition, several start values should be used
(see defaults menu) in order to examine the occurrence
of local likelihood maxima.

Configural Frequency Analysis

author of program: Alexander von Eye, 2002

last revision: March 2007

Marginal Frequencies

Variable Frequencies

```
1  162. 174. 156. 386.

2  487. 391.

3  366. 512.
```

sample size N = 878

the normal z-test was used
with Holland-Copenhaver protection

a CFA of order 1 was performed

Table of results

Configuration	fo	fe	statistic	p	
111	44.00	37.457	1.0690	.142527	
112	51.00	52.399	-.1933	.423363	
121	47.00	30.073	3.0866	.001012	Type
122	20.00	42.070	-3.4026	.000334	Antitype
211	41.00	40.232	.1211	.451806	
212	60.00	56.281	.4958	.310026	
221	34.00	32.301	.2989	.382503	
222	39.00	45.186	-.9203	.178708	
311	16.00	36.070	-3.3417	.000416	Antitype
312	67.00	50.459	2.3287	.009938	
321	50.00	28.960	3.9098	.000046	Type
322	23.00	40.512	-2.7513	.002968	Antitype
411	64.00	89.250	-2.6727	.003762	Antitype
412	144.00	124.852	1.7136	.043299	
421	70.00	71.657	-.1957	.422423	
422	108.00	100.241	.7750	.219177	

chi2 for CFA model = 73.65
df = 10 p = .00000000

LR-chi2 for CFA model = 76.77
df = 10 p = .00000000

Kurzzusammenfassung

Ziel dieser Studie war, die Leistung im schlussfolgernden Denken bei Studierenden der Mathematik, Physik und Chemie (zusammengefasst als Naturwissenschaften) und Psychologie im ersten und im zweiten Studienabschnitt hinsichtlich Lösewahrscheinlichkeit im „Leistungsprofiltest Schlussfolgerndes Denken – Verbal“ (SDV) von Spiel, Glück & Gößler (2003) sowie hinsichtlich Anzahl und qualitativer Zusammensetzung extrahierter Löseklassen auf Basis der Stadientheorie der kognitiven Entwicklung nach Piaget (1976, 1984) zu vergleichen. Insgesamt wurden 395 fortgeschrittene Studierende an der Universität Wien und der Technischen Universität Wien in den Studienrichtung Psychologie ($w = 143$, $m = 62$) und Naturwissenschaften ($w = 41$, $m = 149$) getestet. Zum Vergleich der beiden Studienabschnitte wurden die Daten einer früheren Erhebung von Klopff (2011) und Eder (2012) herangezogen.

Analysen zeigten, dass Studierende der Naturwissenschaften sowohl im ersten als auch im zweiten Studienabschnitt höhere Testleistungen im SDV erzielten als Studierende der Psychologie, wobei die Effekte nach Berücksichtigung der Kovariate Geschlecht bestehen blieben. Unter Anwendung des Mixed-Rasch-Modells wurden fünf qualitativ unterschiedliche Löseklassen extrahiert. Studierenden der Psychologie waren in niedrigeren Löseklassen mit weniger hoher Lösewahrscheinlichkeit anzusiedeln, während Studierende der Naturwissenschaften in fortgeschritteneren Löseklassen mit höherer Lösewahrscheinlichkeit anzusiedeln waren. Fortgeschrittene Studierende der Naturwissenschaften zeigten in der höchsten Löseklasse ein Antwortmuster, das als Annäherung an das Stadium formaler Operationen nach Piaget (1976, 1984) angesehen werden kann.

Abstract

The aim of this study was the comparison of first year and advanced students in mathematics, physics and chemistry (summarized as natural sciences) and psychology in terms of their ability of deductive reasoning in the Competence Profile Test Deductive Reasoning – Verbal (DRV) from Spiel, Glück & Gößler (2003) as well as in terms of number and quality of extracted stages according to Piaget's (1976, 1984) cognitive-developmental theory. In total 395 advanced students (psychology: $f = 143$, $m = 62$; natural sciences: $f = 41$, $m = 149$) at the University of Vienna and the Technical University Vienna were examined. For the comparison of beginners and advanced students, data of first year students, collected in a former study by Klopff (2011) and Eder (2012) was used.

Beginners and advanced students in natural science achieved higher test scores in the DRV than psychology students, also under consideration of student's gender. In application of Mixed-Rasch-Models, five classes differing in quality were extracted. Psychology students were located in less advanced stages with lower on average score probability whereas natural science students were located in higher advanced stages with higher on average score probabilities. Advanced natural science students showed reasoning skills that approximate to the formal stage according to Piaget's (1976, 1984) cognitive-developmental theory.

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

A handwritten signature in dark ink, reading "Sabine Sinzinger". The signature is written in a cursive style with a long, sweeping horizontal line extending to the right.

Wien, Jänner 2016

Sabine Sinzinger

Lebenslauf



Sabine Sinzinger

Geboren am 15.02.1984
In Schärding, Österreich
mail@sabinesinzinger.at

Ausbildung

Seit 2006

Diplomstudium Psychologie

Universität Wien

Institut für Angewandte Psychologie: Arbeit, Bildung, Wirtschaft

Angestrebter akademischer Grad: Mag. rer. nat.

1999-2003

Ausbildung zur Kindergarten- und Hortpädagogin

BAKIP Ried i. Innkreis

Bildungsanstalt für Kindergarten- und Hortpädagogik

Abschluss: Diplom- und Reifeprüfung

Berufserfahrung

Seit 2013

Human Resources Manager

Bank für Ärzte und Freie Berufe AG

HR Gesamtverantwortung: Recruiting, Personalentwicklung, Talent Management

Organisationsentwicklung, Führungskräfteentwicklung

2012-2013

HR Businesspartner

Österreichische Volksbanken AG

Development & Learning, Recruiting, Organisationsentwicklung

2010-2012

HR Personalmanagement Assistenz

Volksbank AG, Investkredit

HR Payroll & Services, HR Businesspartners, HR Development & Learning

2010

Psychologisches Praktikum

Justizanstalt Suben

Eignungsdiagnostik für den Justizwachdienst, Auswertung psychologischer

Tests, Erstellen von Gutachten, Group Counselling Gespräche

2005-2006

Volontariat in Mocambique

EBM Volontariat

Pädagogische und soziale Betreuung von Waisenkindern

Erwachsenenbildung: Sprachkurse, handwerkliche Kurse

2004-2005

Kindergartenpädagogin

Vienna English Preschool

Gruppenleitung, pädagogische und didaktische Arbeit, Elternarbeit, Englisch als Unterrichtssprache

2003-2004

Hortpädagogin

Kinder in Wien

Gruppenleitung, Hausaufgabenbetreuung, Zusammenarbeit mit der Vienna Bilingual School, Familienergänzende Pädagogik, Elternarbeit

Ehrenamtliche Tätigkeiten

2008-2013

Studierendenvertreterin

Interessensvertretung der Bewohner des Studentenheims Haus Döbling e.V.

Kontrollausschuss

Vorsitz der Studierendenvertretung

Schriftführerin und Studienkontrollausschuss

Kulturverein Haus Döbling

Sprachen

Deutsch: Muttersprache

Englisch: Verhandlungssicher (C2)

Spanisch: Grundkenntnisse (A2)

EDV

MS Office Paket: Word, Excel, Powerpoint

Wissenschaftliche Statistikprogramme: SPSS, Winmira, CFA

Office Tools: SAP, dpw, Lotus Notes

Lernplattformen: Fronter, Moodle, e-learning

Internetapplikationen

Sabine Siwzinger