

Einfluß des Ersetzens von Matching-Karten
durch Nicht-Matching-Karten auf das
Wahlverhalten in der Wason-Aufgabe

DIPLOMARBEIT

in

Psychologie

an der

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

dem Ausschuß für die Diplom-Prüfung in Psychologie vorgelegt

von

Ulrike Kollmann

aus Mettmann

Düsseldorf, den 04.06.99

Betreuer: Prof. Dr. J. Krauth

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	1
1 Einleitung	2
1.1 Grundlagen formaler Logik	2
1.1.1 Syllogistik	3
1.1.2 Aussagenlogik.....	3
1.1.2.1 Konjunktion	3
1.1.2.2 Materiale Implikation	4
1.1.2.3 Disjunktion	5
1.1.2.4 Äquivalenz	5
1.1.2.5 Negation	5
1.1.3 Schlußregeln innerhalb der formalen Logik.....	5
1.2 Formale Logik und Reasoning	6
1.2.1 Konditionales Reasoning.....	6
1.2.2 Auswirkungen von Negationen in Reasoning-Aufgaben	8
1.3 Die Wason-Kartenaufgabe.....	9
1.3.1 Wahlverhalten in der Wason-Kartenaufgabe.....	10
1.3.2 Theorien zum Konditionalen Reasoning.....	11
1.3.2.1 Confirmation Bias und Matching Bias	11
1.3.2.2 Information Processing Modell.....	12
1.3.2.3 Theorien, die Hardman (1998) in seiner Studie anführt	13
1.4 Herleitung der Fragestellung.....	14
2 Methode.....	19
2.1 Versuchsplan	19
2.2 Operationalisierung der Variablen	20
2.2.1 Unabhängige Variablen.....	20
2.2.2 Abhängige Variable	21
2.3 Material.....	21
2.4 Versuchspersonen und Versuchsleiterin.....	21
2.5 Versuchsraum und Versuchsapparatur.....	22
2.6 Vorversuche.....	22
2.7 Versuchsablauf	22

2.8	Statistische Methoden	23
2.8.1	Deskriptive Statistik	23
2.8.2	Inferenzstatistik	23
2.9	Hypothesen.....	24
3	Ergebnisse	25
3.1	Rohdaten	25
3.2	Deskriptive statistische Auswertung	25
3.2.1	Auswertung der „Füllaufgaben“	25
3.2.2	Auswertung der Antworten zur Kartenaufgabe.....	26
3.2.2.1	Häufigkeiten der Kartenwahlen	26
3.2.2.2	Gewählte Kartenkombinationen.....	26
3.2.3	Deskriptive Auswertung der p-Werte.....	27
3.2.4	Auswertung der Nebenfragestellungen	31
3.3	Inferenzstatistische Auswertung des Einflusses der geänderten Matching-Karten	32
4	Diskussion	34
	Literaturverzeichnis	40
	Anhang	A I
	Erläuterungen zu den Tabellen A 1, A 2.1, A 2.2	A II
	Tabelle A1: Rohdaten sortiert nach Versuchspersonennummern.....	A IV
	Tabelle A 2.1: Antworten und Häufigkeiten ohne Geschlechtsdifferenzierung. A VIII	
	Tabelle A 2.2: Antworten und Häufigkeiten mit Geschlechtsdifferenzierung	A X
	Tabelle A 3: Häufigkeitsverteilung der gewählten Karten	A XII
	Tabelle A 4: Gewählte Kartenkombinationen	A XIII
	Bildschirmseiten des Versuchs.....	A XV
	Programmausdruck.....	A XXI
	Tabelle A 5: Ergebnisse der Studie von Hardman (1998)	A XXXI

Zusammenfassung

Die Wason-Kartenaufgabe ist eine häufig rezipierte und untersuchte Aufgabe innerhalb der Reasoning-Forschung.

Die logische Lösung für diese Kartenaufgabe wird selten von den Versuchspersonen „gefunden“ und so versuchen unterschiedliche Theorien das Antwortverhalten der Versuchspersonen zu erklären und Rückschlüsse auf das Denken zu ziehen.

Dieser Diplomarbeit liegt eine Studie von Hardman (1998) zugrunde, der in mehreren Experimenten den Einfluß von ersetzten Matching-Karten untersuchte. Hardman (1998) überprüfte mit den Ergebnissen seiner Experimente unterschiedliche Theorien auf ihre Vorhersagefähigkeit. Die Versuche, die er dazu durchführte, ließen sowohl in der Versuchsdurchführung als auch im Versuchsdesign einige Fragen aufkommen.

In dieser Diplomarbeit wurde die Fragestellung von Hardman (1998) bezüglich des Einflusses ersetzter Matching-Karten in der Wason-Kartenaufgabe aufgegriffen und dabei Ungereimtheiten in Versuchsdesign und Versuchsdurchführung beseitigt.

Das Ergebnis der Diplomarbeit zeigt, daß die Wahl der Karten in der Wason-Kartenaufgabe im wesentlichen auf das „matching bias“ zurückgeführt werden kann. Nach einer Ersetzung der Matching-Karten konnte kein Effekt in Richtung Förderung von logischem abstrakten Denken nachgewiesen werden.

1 Einleitung

Logik ist ein Teilgebiet der Philosophie und hat sich früh den Fragen stellen müssen: Wie ist das Verhältnis der Logik zur Realität? Wieso läßt sich Logik anwenden? Im 19. Jahrhundert wurde in der Auseinandersetzung der Philosophie mit dem Psychologismus die Behauptung aufgestellt, daß den Gesetzen der Logik keine objektive Geltung zukommt, daß sie vielmehr lediglich Gesetze unseres Denkens seien (Schülerduden 1985, S. 249). Heutzutage ist Logik in ihrer objektiven Bedeutung anerkannt und die Anwendung logischen Denkens ist Gegenstand innerhalb der kognitiven Psychologie.

Die kognitive Psychologie ist Teilgebiet der Psychologie. Innerhalb der kognitiven Psychologie ist ein Teilgebiet das „Reasoning“. Unter „Reasoning“ wird schlußfolgerndes, logisches oder zielorientiertes Denken verstanden. „Logisches oder schlußfolgerndes Denken bezieht sich auf den Prozeß, durch den der Mensch von schon Bekanntem zu weiterem Wissen gelangt.“ (Anderson 1996, S. 303).

Das Reasoning hat sich zu einem eigenen Forschungsbereich mit experimentellen Paradigmen entwickelt. Ziel der Reasoningforschung ist es, Informationen über das Problemlöseverhalten zu erlangen. Reasoningaufgaben sind im allgemeinen so konzipiert, daß sie durch Anwendung formaler Logik gelöst werden können. Aufgrund der gegebenen Antworten wird versucht, Rückschlüsse über die Lösungsstrategie zu ziehen.

In Verbindung mit der formalen Logik sind innerhalb der Reasoningforschung unter anderem zwei Fragestellungen von Bedeutung:

1. Entsprechen die Gesetze der formalen Logik denen des „natürlichen“ Denkens?
2. Lassen sich aus den auftretenden systematischen Fehlern Rückschlüsse auf kognitive Lösungsvorgänge ableiten?

Ein häufig repliziertes und modifiziertes Paradigma ist die Wason-Kartenaufgabe. Im folgenden werden zuerst die Grundlagen der Logik dargelegt und im Anschluß daran die Wason-Kartenaufgabe erklärt.

1.1 Grundlagen formaler Logik

Formale oder symbolische Logik ist ein Teilgebiet der Logik. Die formale Logik beschäftigt sich mit denjenigen Schlüssen, die aufgrund der Form der betrachteten Aussagen richtig oder falsch sind. Inhaltliche Aussagen werden in

der formalen Logik durch Aussagevariablen, z. B. durch „P“ oder „Q“, ersetzt. Die für die logische Struktur wesentlichen Teile der Aussagen - die Junktoren – werden dabei nicht ersetzt. Durch die Ersetzung der Aussagen durch Aussagevariablen und Junktor-Symbole wird ein hohes Maß an Abstraktion erreicht, das die formale Betrachtung unterstützt (Speck 1980, Bd. 2 S. 377).

1.1.1 Syllogistik

Syllogistik ist die Kunst des richtigen Schließens bzw. des richtigen Folgerns. Sie bildet das Kernstück der traditionellen Logik. Die dabei verwendete Aussagenlogik wurde bereits in der Antike verwendet (Schülerduden 1985, S. 407).

Beim syllogistischen Schließen wird aus zwei Prämissen auf eine Konklusion geschlossen. Als Prämissen werden z. B. Aussagen der Form: „alle ... sind ...“, „einige ... sind ...“, „kein ... ist ...“ und „einige ... sind nicht ...“ bezeichnet.

1.1.2 Aussagenlogik

In der klassischen Logik wird davon ausgegangen, daß eine Aussage entweder wahr oder falsch sein kann. Daraus ergeben sich für eine Aussage die zwei Wahrheitswerte „wahr“ und „falsch“ (Schülerduden 1985, S. 56).

In der formalen Logik werden Aussagen ausschließlich formal aufgrund ihrer Verknüpfung bewertet.

Die Verknüpfungen werden Junktoren genannt. Die Aussage, die vor dem Junktor steht, wird Vordersatz oder Antezedent, die Aussage, die nach dem Junktor steht Nachsatz oder Konsequenz genannt.

Als Junktoren gelten die Worte „und“, „nicht“, „oder“, „wenn.., dann ...“. Junktoren können nicht verändert werden, ohne gleichzeitig die logische Form der Aussage zu verändern.

Die aussagenlogischen Verknüpfungen (Junktoren) werden eingeteilt in:

1. Konjunktion
2. materiale Implikation
3. Disjunktion
4. Äquivalenz
5. Negation

1.1.2.1 Konjunktion

Konjunktion ist diejenige Verknüpfung zweier Aussagen, die der Junktor „und“

beschreibt. Z. B.: Die Erde ist ein Planet *und* besitzt einen Mond. Falls dieser Satz einen wahren Sachverhalt beschreibt, müssen Antezedent und Konsequenz wahr sein.

1.1.2.2 Materiale Implikation

Unter materialer Implikation wird die Verbindung zweier Aussagen durch die Verknüpfung „wenn ..., dann ...“ verstanden.

Die abstrakte linguistische Form lautet bei einer affirmativen Aussage „Wenn P, dann Q.“ und bei einer negativen Aussage der Konsequenz „Wenn P, dann nicht-Q.“. Die Aussage „Wenn P, dann Q.“ ist für den Fall falsch, daß der Vordersatz wahr und der Nachsatz falsch ist. Anderenfalls ist diese Aussage wahr.

Für jede Aussage läßt sich in der Aussagenlogik eine Wahrheitstabelle erstellen. Die Buchstaben „w“ und „f“ stehen für „wahr“ und „falsch“. Für eine Aussage der materialen Implikation sieht die Wahrheitstabelle folgendermaßen aus (siehe Tabelle 1.1):

Tabelle 1.1: Wahrheitstabelle zur materialen Implikation

P	Q	Wenn P, dann Q
w	w	w
w	f	f
f	w	w
f	f	w

In der ersten Spalte wird der Antezedent und in der zweiten Spalte die Konsequenz genannt. Die dritte Spalte bildet die Verknüpfung der beiden Aussagen.

Die Werte „w“ und „f“ zeigen in der dritten Spalte, welchen Wert die verknüpfte Aussage hat, wenn ein wahrer oder falscher Antezedent mit einer wahren oder falschen Konsequenz verbunden wird.

Bei konditionalen Reasoning-Aufgaben wird in der Aufgabenstellung die materiale Implikation angewendet. Das Wort „konditional“ bezieht sich auf die grammatikalische Beschreibung der Satzform: „Wenn ..., dann“

1.1.2.3 Disjunktion

Bei einer Disjunktion werden zwei Aussagen durch den Junktor „entweder ... oder“ miteinander verbunden. Z. B.: „Entweder es regnet oder die Sonne scheint.“ Bei diesem Aussagentyp muß entweder nur der Antezedent oder nur die Konsequenz wahr sein, damit der ganze Satz wahr ist.

1.1.2.4 Äquivalenz

Äquivalent wird eine Aussage genannt, die der Form „Q genau dann, wenn P“ entspricht. Bei der Äquivalenz wird die Implikation vom Antezedent zur Konsequenz und von der Konsequenz zum Antezedent angewendet. Die äquivalente Verknüpfung wird auch als bikonditionale Verknüpfung bezeichnet.

1.1.2.5 Negation

Unter Negation wird im allgemeinen die Verwerfung, Zurückweisung oder Verneinung einer Aussage, Frage u. ä. verstanden. Innerhalb der formalen Logik wird durch die Negation eine neue Aussage geschaffen. Eine Negation kann sich sowohl auf den Antezedent als auch auf die Konsequenz oder auf beide beziehen. Sprachlich wird die Negation durch das Wort „nicht-“ oder „kein“ kenntlich gemacht.

Symbolisch kann dieses unter anderem durch einen Querstrich über der Aussagenvariablen dargestellt (siehe Abbildung 1.2) werden.

In dieser Diplomarbeit wird die Verneinung durch das Wort „nicht-“ kenntlich gemacht.

1.1.3 Schlußregeln innerhalb der formalen Logik

Unter Schlußregeln werden Regeln verstanden, nach denen von vorgegebenen Prämissen auf eine Konklusion geschlossen wird.

Als wichtige Schlußregeln gelten der Modus ponens und der Modus tollens.

Mit dem Modus ponens erfolgt die Ableitung der Konsequenz aus einem gegebenen Antezedent. Das bedeutet: Wenn die Aussage „Wenn A, dann B.“ und der Antezedent („A“) gegeben sind, dann kann auf die Konsequenz („B“) geschlossen werden (Speck 1980, Bd. 1 S. 46).

Die Kurzform lautet folgendermaßen:

Wenn A, dann B.

A ist wahr.

Daraus folgt: B ist wahr.

Mit dem Modus tollens kann aus der negierten Konsequenz auf den negierten Antezedent geschlossen werden. Das bedeutet: Wenn die Aussage „Wenn A, dann B.“ gegeben ist und die Konsequenz („B“) falsch ist, dann kann geschlossen werden, daß auch der Antezedent („A“) falsch ist.

Die Kurzform lautet folgendermaßen:

Wenn A, dann B.

B ist falsch.

Daraus folgt: A ist falsch.

(Näheres zum Modus ponens und Modus tollens siehe auch Kap. 1.2.1.)

1.2 Formale Logik und Reasoning

Innerhalb der Reasoning-Forschung soll über unterschiedliche Fragestellungen herausgefunden werden, wie Probleme gelöst werden und ob und wie logisches Denken bei der Problemlösung angewandt wird, um zu einer Lösung zu gelangen.

Evans (1982, S. 115-127) unterteilte Reasoning-Aufgaben in elementare, syllogistische und propositionale Reasoning-Aufgaben. Die propositionalen Reasoning-Aufgaben werden abhängig von der formulierten Aufgabenstellung in konditionale und disjunktive Reasoning-Aufgaben eingeteilt. In dieser Arbeit wird nur das konditionale Reasoning betrachtet.

1.2.1 Konditionales Reasoning

Der Aufgabentyp des konditionalen Reasonings besteht immer aus zwei Aussagen, die durch „wenn ..., dann ...“ verbunden sind. Die Aussagen bestehen entweder aus konkreten Sätzen mit inhaltlicher Bedeutung oder aus Abstraktionen in Form von Buchstaben, Zahlen, geometrischen Figuren oder Farben.

Die Aussagen können affirmativ oder negativ sein. Bei negativen Aussagen kann entweder der Antezedent oder die Konsequenz oder sowohl Antezedent als auch Konsequenz verneint werden.

Für die Lösung der Aufgaben können die Schlußregeln angewendet werden. Die beiden wichtigsten Regeln (Modus ponens und Modus tollens) werden im folgenden mit einem Beispiel erklärt.

Beispiele zu einer konkreten affirmativen Aufgabe des konditionalen Reasonings mit Anwendung des Modus ponens und des Modus tollens:

Wenn die Ampel rot ist, bleiben alle Autos stehen.

Der obige Satz ist eine Aussage und kann auch als Regel bezeichnet werden, die auf Gültigkeit überprüft werden soll.

Als nächstes wird eine Aussage entweder zum Antezedent oder zur Konsequenz gemacht. Die Aussage kann entweder affirmativ oder negativ sein.

Die affirmative Aussage des Antezedent lautet:

Die Ampel ist rot. (1)

Zur logischen Schlußfolgerung muß nun der Modus ponens angewendet werden. Der Modus ponens gilt, wenn bei gegebenem Antezedent die Konsequenz abgeleitet werden soll.

Logische Schlußfolgerung aus (1):

Die Autos bleiben stehen.

Die negative Aussage der Konsequenz lautet:

Die Autos bleiben nicht stehen. (2)

Bei Vorgabe der negativen Konsequenz muß zur logischen Schlußfolgerung der Modus tollens angewendet werden. Dieser schließt aus der Negation der Konsequenz auf die Negation des Antezedent.

Logische Schlußfolgerung aus (2):

Die Ampel ist nicht rot.

In abstrakter Form lautet der Satz „Wenn die Ampel rot ist, bleiben alle Autos stehen“: „Wenn P, dann Q“. Hier wurde der Satz durch die Aussagevariablen „P“ und „Q“ abstrahiert.

Ausgehend von einer affirmativen Form können auch Negationen gebildet werden.

Insgesamt sind vier unterschiedliche Aussagen möglich:

1. Wenn P, dann Q.
2. Wenn P, dann nicht-Q.
3. Wenn nicht-P, dann Q.
4. Wenn nicht-P, dann nicht-Q.

Antezedent und Konsequenz können über die Zuordnungen „wahr“ oder

„falsch“ charakterisiert werden. Z. B. ist bei der Regel „Wenn P, dann Q.“ der wahre Antezedent „P“ und die wahre Konsequenz „Q“. Analog dazu ist bei der Regel „Wenn P, dann nicht-Q.“ der wahre Antezedent „P“ und die wahre Konsequenz „nicht-Q“ (Tabelle 1.2).

Tabelle 1.2: Zuordnung der Kartenwerte zu den wahren und falschen Antezedenten und Konsequenzen

Regel	Logische Fälle			
	WA	FA	WK	FK
Wenn P, dann Q.	P	nicht-P	Q	nicht-Q
Wenn P dann nicht-Q.	P	nicht-P	nicht-Q	Q
Wenn nicht-P, dann Q.	nicht-P	P	Q	nicht-Q
Wenn nicht-P, dann nicht-Q.	nicht-P	P	nicht-Q	Q

WA, wahrer Antezedent; FA, falscher Antezedent; WK, wahre Konsequenz; FK, falsche Konsequenz

Mit der Verwendung abstrakter Aussagen in Reasoningaufgaben soll erreicht werden, daß die Versuchspersonen über die inhaltliche Bedeutung der Aussagen keine plausiblen Rückschlüsse ziehen können. Damit soll der Einfluß von konkreten Erfahrungen, Einschätzungen und Wissen minimiert werden und nur ausschließlich das abstrakte logische Denken untersucht werden.

Die Untersuchung zur Wason-Kartenaufgabe, die in dieser Diplomarbeit beschrieben ist, wird eine abstrakte konditionale Aussage mit affirmativer Regel in der Aufgabenstellung enthalten.

1.2.2 Auswirkungen von Negationen in Reasoning-Aufgaben

Negationen werden in implizite und explizite Negationen unterteilt.

Bei der impliziten Negation wird die Negation nicht direkt benannt. Die Negation läßt sich nur als Folgerung aus einer vorgegebenen Aussage ableiten. Z. B. impliziert der Satz: „Der Ball ist rot.“, daß der Ball nicht gelb ist.

Die explizite Negation ist eine direkte Verneinung und zeigt sich eindeutig als Negation durch „nicht“ oder „kein“. Der Satz: „Der Ball ist nicht rot.“ enthält eine explizite Verneinung der Farbe rot. Gleichzeitig enthält jede explizite

Verneinung auch eine oder mehrere implizite Verneinungen. Für den Satz: „Der Ball ist nicht rot.“ lautet z. B. eine implizite Verneinung: „Der Ball ist nicht nicht-gelb.“ In diesem Beispiel können alle Farben bis auf rot die implizite Verneinung der expliziten Verneinung „nicht rot“ bilden.

Für das Verständnis von expliziten und impliziten Negationen zeigt sich, daß die Bedeutung der impliziten Negation inhaltlich leichter zu erfassen ist als die der expliziten Negation (Hardman 1998).

Zur Erklärung des Einflusses der Negation wird von Wason, Johnson-Laird (1976, S. 21-29) u. a. der Einfluß eines emotionalen Effekts genannt. Der emotionale Effekt wird darauf zurückgeführt, daß „nicht“ bzw. „kein“ in Verbindung mit einem Verbot oder einer Restriktion gelernt wird. Bei einer Aufgabe mit Negation werden die Emotionen, die mit dem Verbot oder der Restriktion verbunden sind, assoziiert und bewirken diesen emotionalen Effekt.

1.3 Die Wason-Kartenaufgabe

Die Wason-Kartenaufgabe wurde zum ersten Mal von Wason (1966) beschrieben. Wason (1966) hat mit dieser Aufgabe einen Test konstruiert, der als „Vier-Karten-Problem“ bekannt wurde. Mittlerweile ist dieser Test einer der am meisten replizierten und variierten Tests innerhalb der Reasoningforschung.

In diesem Test hat Wason (1966) Versuchspersonen vier Karten mit der Information vorgelegt, daß jede Karte auf der einen Seite einen Buchstaben und auf der anderen Seite eine Zahl hat. Die Aufgabe der Versuchspersonen bestand darin, zu entscheiden, welche der Karten sie umdrehen müßten, um zu überprüfen, ob der Versuchsleiter die Wahrheit sagte, als er die folgende Regel nannte:

„Wenn eine Karte auf der einen Seite einen Vokal hat, dann hat sie auf der anderen Seite eine gerade Zahl.“



Abbildung 1.1: Wason-Kartenaufgabe

Verallgemeinert kann diese Regel oder Aussage in der Form dargestellt werden:

„Wenn P, dann Q.“

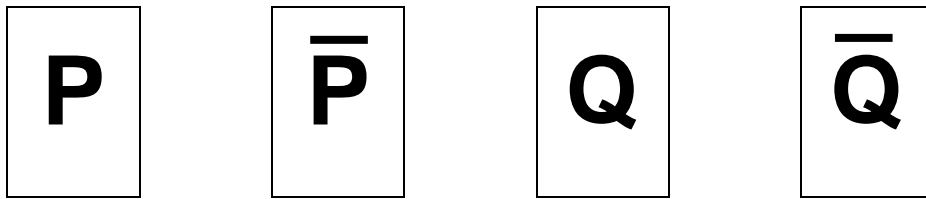


Abbildung 1.2: Abstrakte Darstellung der Wason-Kartenaufgabe

Die logische Lösung der Aufgabe besteht darin, das Prinzip der Falsifikation anzuwenden und diejenigen Karten zu wählen, die die Regel widerlegen. Bei obiger Aufgabe sind das die A- und die 7-Karte bzw. das „P“ und das „nicht-Q“. Das lässt sich auch mittels der Wahrheitstabelle zur materialen Implikation nachvollziehen (s. Tabelle. 1.1).

1.3.1 Wahlverhalten in der Wason-Kartenaufgabe

Die Ergebnisse der konditionalen Reasoningaufgaben zeigen, daß die Versuchspersonen -unabhängig von ihrer schulischen und beruflichen Ausbildung- das Prinzip der Falsifikation nicht anwenden (Evans, Newstead, Byrne 1993, S. 99-136).

Eine Reanalyse der Ergebnisse mehrerer Reasoning-Versuche wurde durch Oaksford & Chater (1994) vorgenommen. Die Ergebnisse zeigten, daß:

- 89 % der Versuchspersonen die Karte „A“ wählten. Diese Wahl ist logisch korrekt, da eine ungerade Zahl auf der anderen Kartenseite die Regel falsifiziert.
- 62% der Versuchspersonen die Karte „4“ wählten. Diese Wahl ist logisch betrachtet nicht aussagekräftig, da weder mit einem Vokal noch mit einem Konsonanten auf der Rückseite die Regel falsifizierbar ist.
- 25 % der Versuchspersonen die Karte „7“ wählten. Diese Wahl ist sinnvoll, da durch einen Vokal auf der Rückseite die Regel falsifiziert werden kann.
- 16 % der Versuchspersonen die Karte „B“ wählten. Diese Wahl ist logisch betrachtet nicht sinnvoll, da weder das „B“ noch eine „4“ oder „7“ auf der Rückseite einen Bezug zur Aufgabenstellung haben.

Die Auswertung der Ergebnisse weist auf zwei logische Fehler:

- Die häufige Wahl der „4“ (formal: „Q“) zeigt das Bestreben der Versuchspersonen, die Konsequenz zu bestätigen. Diese Antwort läßt auf eine bikonditionale Interpretation im Sinne von: „Wenn A, dann 4 und wenn

4, dann auch A“ schließen. Dadurch wird eine Äquivalenz erzeugt, bei der bei einem wahren Antezedent die Konsequenz wahr ist und umgekehrt. Analoges gilt bei einem falschen Antezedent und einer falschen Konsequenz (Anderson 1996, S. 303-314).

- Die seltene Wahl der „7“ (formal: „nicht-Q“) zeigt, daß die Versuchspersonen den Modus tollens kaum anwenden. Der Modus tollens müßte angewendet werden, um aus der negierten Konsequenz („nicht-4“ entspricht hier der „7“) den Antezedent (hier das „A“) zu prüfen.

Nach Evans (1982, S. 159) sind für die richtige Aufgabenlösung drei Prinzipien ausschlaggebend:

1. Die Versuchsperson muß mit dem Prinzip der Falsifikation vertraut sein.
2. Die Versuchsperson muß über eine (innere) Wahrheitstabelle verfügen, die potentiell falsifizierende Situationen enthält.
3. Die Versuchsperson muß bei jeder Karte entscheiden, ob diese eine potentiell falsifizierende Situation darstellen könnte.

1.3.2 Theorien zum Konditionalen Reasoning

1.3.2.1 Confirmation Bias und Matching Bias

Zu den ersten Erklärungen für das Wahlverhalten der Versuchspersonen gehörten das „confirmation bias“ und das „matching bias“.

Mit „confirmation bias“ hat Wason (1966) die Tendenz beschrieben, daß Versuchspersonen vermehrt zu einer Bestätigung der Regel neigen und die Wahl der Karten unter dem Gesichtspunkt der Bestätigung oder Verifikation erfolgt.

In Untersuchungen mit negiertem Antezedent oder negierter Konsequenz konnten Evans & Lynch (1973) zeigen, daß Versuchspersonen das „nicht“ ignorieren und diejenigen Karten wählen, die in der Regel genannt werden. Lautete die Regel z. B. „Wenn A, dann 4.“, so wählten die Versuchspersonen vor allem „A“ und „4“. Lautete die Regel „Wenn A, dann nicht-4.“, so wählten die Versuchspersonen ebenfalls „A“ und „4“. Dadurch konnte gezeigt werden, daß die Wahl der Karten nicht auf die „Bestätigung“ der Regel (confirmation bias) ausgerichtet ist, sondern daß eine Anpassung an die Regel (matching bias) erfolgt, die jedoch die Negation vernachlässigt.

Bei einer affirmativen Regel ist eine genaue Unterscheidung zwischen „matching bias“ oder „confirmation bias“ nicht möglich. Die Wahl von „P“ und

„Q“ entspricht bei einer affirmativen Regel sowohl dem „matching bias“ als auch dem „confirmation bias“.

In einer Studie von Evans, Ball und Brooks (1987) wurde eine Studie zum „attentional bias“ und zur Ermittlung der Rangfolge von Entscheidungen über die Kartenwahl bei Reasoning-Aufgaben durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, daß die Versuchspersonen die Entscheidung über die Wahl der P-Karte vor der Entscheidung über die Wahl der Nicht-P-Karte treffen und daß die Entscheidung über die Wahl der Q-Karte vor der Entscheidung über die Wahl der Nicht-Q-Karte getroffen wird.

1.3.2.2 Information Processing Modell

Aufgrund der auffällig vielen falschen Antworten und der offensichtlichen Nichtanwendung der Falsifikation bestimmten Johnson-Laird & Wason (1970) die Häufigkeiten der Wahlkombinationen bei den Antworten zur Wason-Kartenaufgabe mit affirmativer Regel (siehe Tabelle 1.3).

Tabelle 1.3: Häufigkeiten von Wahlkombinationen (Johnson-Laird & Wason, 1970)

P, Q	46 %
P	33 %
P, Q, nicht-Q	7 %
P, nicht-Q	4 %
andere	10 %

Zur Erklärung dieses Wahlverhaltens entwickelten Johnson-Laird & Wason (1970) das „information-processing-model“. Dieses Modell beschreibt drei Phasen, mit denen die Einsicht der Versuchsperson in die Problemstellung klassifiziert werden soll:

1. keine Einsicht:

Diese Phase liegt vor, wenn die Versuchsperson keine Einsicht in die Aufgabenstellung hat. In dieser Phase werden nur diejenigen Karten gewählt (z. B. bei einer affirmativen Regel: „P“ und „Q“), die die Regel bestätigen (verifizieren).

2. partielle Einsicht:

Bei der partiellen Einsicht werden sowohl alle Karten zur Verifikation als auch eine Karte zur Falsifikation gewählt („P“, „Q“, „nicht-Q“).

3. komplette Einsicht:

Von kompletter Einsicht wird ausgegangen, wenn nur diejenigen Karten gewählt werden, die die Regel falsifizieren (z. B.: „P“ und „nicht-Q“ bei einer affirmativen Regel).

1.3.2.3 Theorien, die Hardman (1998) in seiner Studie anführt

Hardman (1998) beschreibt in dem Artikel „Does reasoning occur on the selection task? A comparison of relevance-based theories“ eine Studie, in der er drei Experimente durchgeführt hat. Dabei testete er die Relevanztheorie von Evans (1984, 1989 S. 20-30; Evans & Over, 1996 S. 45-70), die Relevanztheorie von Sperber, Cara & Girotto (1995), die Hypothese von Roth (1979), die mental model theory (Johnson-Laird, 1995, Johnson-Laird & Byrne, 1991 S. 35-40, 73-85) und die information gain theory (Oaksford & Chater, 1994) bezüglich ihres Wertes für Vorhersagen.

Im folgenden werden die Theorien kurz beschrieben.

Relevanz-Theorie von Evans (1984) und Evans & Over (1996 S. 45-70):

Evans (1984) vertritt in der Relevanztheorie die Ansicht, daß die Wahl der Karten in zwei Schritten erfolgt. Der erste Schritt erfolgt heuristisch und beurteilt die Karten nach der Relevanz, die sie für die Problemlösung haben. Im zweiten Schritt erfolgt „some kind of logical analysis of the (psychologically) relevant information“ (Evans 1996). Die Matching-Karten sind relevant, weil sie das eigentliche Thema der Regel bilden (Evans 1989, S. 20-30). Bei einer negierten Regel werden die Negationen deshalb vernachlässigt, weil sich das Thema nicht ändert, sondern nur die Bedeutung innerhalb des Themas. Die Relevanz einer Information ist für Evans & Over (1996 S. 45-70) eine Funktion der Verfügbarkeit und der Nützlichkeit.

Analytisches Denken findet nach Wason & Evans (1975) bei der Kartenaufgabe nur nachträglich bei der Rechtfertigung der gewählten Karten statt.

Relevanz-Theorie von Sperber, Cara und Girotto (1995):

Nach Sperber, Cara und Girotto (1995) ist die Relevanz einer Information das Ergebnis einer kognitiven Betrachtung. Diese ist davon abhängig, wie groß die Anstrengungen für die Lösung einer Aufgabenstellung erscheinen. Nach Sperber, Cara und Girotto (1995) ist die richtige Anwendung der Falsifikation bei den Reasoning-Aufgaben von der Instruktion abhängig. Sperber, Cara und Girotto (1995) nehmen an, daß bei abstrakten Aufgaben die Versuchspersonen über zwei Lösungsstrategien zur falschen Lösung gelangen. Mit der ersten Lösungsstrategie interpretieren die Versuchspersonen die Regel bikonditional.

Die zweite Lösungsstrategie beinhaltet die Schlußfolgerung, daß die Werte der genannten Regel zusammen auf einer Karte vorkommen.

Der Unterschied zwischen den Relevanztheorien von Evans und Sperber et al. liegt in dem Grad, in dem den Versuchspersonen schlußfolgerndes Denken zugebilligt wird (Hardman 1998).

Hypothese von Roth (1979):

Nach Ansicht von Roth (1979) wird durch „matching bias“ eine Analyse verhindert, die zur richtigen Kartenwahl führt. Um das logische Denken zu unterstützen, muß der Einfluß von „matching bias“ minimiert werden.

Zum Nachweis ihrer Überlegungen führte sie eine Untersuchung durch, in der sie die P-Karte durch eine zweite nicht-Q-Karte ersetzte und dabei einen signifikanten Anstieg bei der Wahl der Q- und nicht-Q-Karten feststellen konnte.

Information gain theory von Oaksford & Chater (1994)

Oaksford & Chater (1994) nehmen an, daß die Versuchspersonen die Karten entsprechend dem „erwarteten Informationsgewinn“ auswählen. Für die Standardversion der Wason-Kartenaufgabe wurde eine Rangfolge bezüglich der Entscheidung über die Kartenwahl ermittelt. Die ermittelte Rangfolge $P > Q > \text{nicht-Q} > \text{nicht-P}$ bedeutet, daß die Versuchspersonen eine Entscheidung über die Wahl zuerst bezüglich der P-Karte, dann bezüglich der Q-Karte, danach bezüglich der nicht-Q-Karte und zuletzt erst bezüglich der nicht-P-Karte treffen. Falls die Rangfolge durch eine entfernte Karte durchbrochen wird, wird die Aufmerksamkeit auf die verbliebenen Karten gelenkt.

1.4 Herleitung der Fragestellung

Hardman (1998) hat in drei Experimenten den Effekt untersucht, der durch die Entfernung von Matching-Karten beim Wason-Kartentest entsteht. Die Ergebnisse seiner Experimente verglich er mit Vorhersagen, die er aus unterschiedlichen Theorien ableitete (siehe Kap.1.3.2.3).

In dem ersten Experiment untersuchte Hardman den Einfluß der ersetzten Matching-Antezedent-Karte auf das Wahlverhalten bei einer Aufgabenstellung mit affirmativer Regel. An diesem Experiment nahmen drei Gruppen teil, die die Aufgabe mit unterschiedlichen Kartenkombinationen lösten. Eine Gruppe bearbeitete die Standardversion der Wason-Kartenaufgabe. In einer anderen Gruppe wurde die Matching-Antezedent-Karte (P-Karte) durch eine zweite

nicht-Q-Karte (nicht-Q2) ersetzt. In der dritten Gruppe wurde die Matching-Antezedent-Karte (P-Karte) durch eine zweite nicht-P-Karte (nicht-P2) ersetzt. Zur Verdeutlichung sind die Kartenkombinationen in der Tabelle 1.4 aufgeführt.

Tabelle 1.4: Kartenkombinationen zum ersten Experiment von Hardman (1998)

Gruppe 1	P	nicht-P1		Q	nicht-Q1
Gruppe 2		nicht-P1		Q	nicht-Q1 nicht-Q2
Gruppe 3		nicht-P1	nicht-P2	Q	nicht-Q1

Das zweite Experiment wurde durchgeführt, um die Auswirkung von ersetzten Matching-Karten bei einer Aufgabenstellung mit negierter Konsequenz zu untersuchen.

In dem zweiten Experiment ersetzte Hardman (1998) in einer der drei Gruppen die Matching-Konsequenz-Karte (Q-Karte) durch eine zweite nicht-P-Karte (nicht-P2). In einer anderen Gruppe wurden die P- und die Q-Karten durch nicht-P-Karten (nicht-P2, nicht-P3) ersetzt. Eine weitere Gruppe bearbeitete wieder die Standardversion. Die Kartenkombinationen sind aus der Tabelle 1.5 ersichtlich.

Tabelle 1.5: Kartenkombinationen zum zweiten Experiment von Hardman (1998)

Gruppe 1	P	nicht-P1		Q	nicht-Q
Gruppe 2	P	nicht-P1	nicht-P2		nicht-Q
Gruppe 3		nicht-P1	nicht-P2	nicht-P3	nicht-Q

Das dritte Experiment wurde durchgeführt, um für Experiment 2 die Bedenken bezüglich eines „response bias“ zurückzuweisen. Mit „response bias“ wird hier das Verhalten beschrieben, irgendeine Antwort zu geben, auch wenn die richtige Lösung darin besteht, keine Antwort zu geben.

Das dritte Experiment bestand aus zwei Versuchen. Jede Versuchsperson nahm an beiden Versuchen teil. Einer der Versuche wurde mit einer affirmativen Regel und ein anderer mit einer negativen Regel durchgeführt. An dem Versuch mit der affirmativen Regel nahmen zwei Gruppen teil. An dem Versuch mit der negativen Regel nahmen vier Gruppen teil. Die

Aufgabeninstruktion wurde in Experiment 3 insofern erweitert, daß die Versuchspersonen vorab die Frage beantworten sollten, ob sie überhaupt eine oder mehrere der Karten zur Lösung der Aufgabe umdrehen müssen.

Bei dem Versuch mit der affirmativen Regel bearbeitete eine Gruppe die Standardversion der Wason-Kartenaufgabe. Die zweite Gruppe bearbeitete eine Kartenkombination, in der die Matching-Karten (P-Karte und Q-Karte) durch eine nicht-P-Karte (nicht-P2) und eine nicht-Q-Karte (nicht-Q2) ersetzt wurden (siehe Tabelle 1.6).

Tabelle 1.6: Kartenkombinationen zum dritten Experiment mit affirmativer Regel von Hardman (1998)

Gruppe 1	P	nicht-P1	Q	nicht-Q1
Gruppe 2		nicht-P1	nicht-P2	nicht-Q1 nicht-Q2

Für den Versuch mit der negativen Regel bearbeitete eine Gruppe die Standardversion. In einer Gruppe wurde die P-Karte durch eine zweite nicht-P-Karte (nicht-P2) ersetzt und in einer anderen Gruppe die Q-Karte durch eine zweite nicht-P-Karte (nicht-P2). In der letzten Gruppe wurde sowohl die P-Karte als auch die Q-Karte durch je eine nicht-P-Karte (nicht-P2, nicht-P3) ersetzt (siehe Tabelle 1.7).

Tabelle 1.7: Kartenkombinationen zum dritten Experiment mit negativer Regel von Hardman (1998)

Gruppe 1	P	nicht-P1	Q	nicht-Q
Gruppe 2		nicht-P1	nicht-P2	Q nicht-Q
Gruppe 3	P	nicht-P1	nicht-P2	nicht-Q
Gruppe 4		nicht-P1	nicht-P2	nicht-P3 nicht-Q

Vor der Beschreibung jedes Experiments leitete Hardman (1998) aus den genannten Theorien (siehe Kap. 1.3.2.3) Vorhersagen über das Wahlverhalten der Versuchspersonen ab, die er später mit seinen Ergebnissen verglich. Die Auswertung erfolgte innerhalb jedes Experiments bezüglich der Standardversion. Die Ergebnisse wurden in Form von relativen Häufigkeiten dargestellt. Als Signifikanztest verwendete Hardman (1998) einen Chi²-Test.

Auffallend bei allen drei Experimenten ist das Versuchsdesign. Hardman (1998) hat in allen Experimenten ein Ungleichgewicht bezüglich der Anzahl von Antezedent- und Konsequenz-Karten geschaffen. Dadurch entstand in Experiment 1 in einer Gruppe eine Überzahl an Antezedent-Karten und in einer anderen Gruppe eine Überzahl an Konsequenz-Karten. In Experiment 2 und in Experiment 3 mit negativer Regel wurden jeweils auf der Seite der Antezedent-Karten eine Überzahl der Antezedent-Karten geschaffen.

Unklar bleibt, wieso in Experiment 1 mit affirmativer Regel nur der Einfluß der entfernten Matching-Antezedent-Karte interessierte, während der Einfluß einer entfernten Matching-Konsequenz-Karte nicht untersucht wurde.

Dieses führt zu der ersten Fragestellung:

Welchen Einfluß haben die entfernte Matching-Antezedent-Karte *und* die entfernte Matching-Konsequenz-Karte auf das Wahlverhalten mit affirmativer Regel?

In Experiment 2 mit negativer Regel wurden beide Matching-Karten ersetzt. Hardman (1998) hat in diesem Versuch jedoch nur eine Kartenkombination mit einer Überzahl von Antezedent-Karten untersucht und eine Untersuchung mit einer Überzahl von Konsequenz-Karten vernachlässigt.

Diese Vernachlässigung führt zu der zweiten Fragestellung:

Welchen Einfluß haben die entfernten Matching-Karten, wenn Antezedent- und Konsequenz-Karten in gleicher Anzahl vorhanden sind?

In Experiment 3 wurde eine Meßwiederholung durchgeführt. Der Versuch mit der affirmativen Regel wurde unmittelbar nach dem Versuch mit der negativen Regel durchgeführt.

Daraus leitet sich die dritte Fragestellung ab:

Gibt es Unterschiede in der Kartenwahl zwischen der affirmativen Aufgabe und der negativen Aufgabe?

Bei allen Experimenten wurden die Buchstaben- und Zahlenkombinationen innerhalb einer Aufgabe und Gruppe nicht konstant gehalten. Die Aufgabenstellung beinhaltete jeweils eine Zeitbegrenzung von drei Minuten, wodurch der Einfluß von empfundenem Zeitdruck nicht ausgeschlossen werden kann. Eine geschlechtsspezifische Balancierung wurde in keinem Experiment vorgenommen.

Dieses führt zu der vierten Fragestellung:

Läßt sich ein geschlechtsspezifischer Unterschied beim Wahlverhalten der Versuchspersonen erkennen?

Die Darstellung des Versuchsaufbaus von Hardman (1998) und die

Durchführung lassen den Verdacht aufkommen, daß die Ergebnisse der Experimente keine spezifischen Aussagen über den Effekt von ersetzten Matching-Karten auf das Wahlverhalten der Versuchspersonen zulassen.

In dem folgenden Versuch werden die methodischen „Fehler“ von Hardman vermieden und ein Versuch unter der übergeordneten Fragestellung durchgeführt, welchen Einfluß ersetzte Matching-Karten bei gleicher Anzahl von Antezedent- und Konsequenz-Karten auf das Wahlverhalten haben.

2 Methode

2.1 Versuchsplan

Dem folgenden Versuch liegt die Studie von Hartmann (1998) zu Grunde. Im Unterschied zu seinen Untersuchungen wurde in dieser Untersuchung die Anzahl der Antezedent- und der Konsequenz-Karten konstant gehalten. Damit wurden Effekte, die durch ein Ungleichgewicht der Anzahl von Antezedent- und Konsequenz-Karten verursacht werden könnten, ausgeschlossen.

Die Matching-Karten (P- und Q-Karten) wurden durch die entsprechende negierte Antezedent- bzw. Konsequenz-Karte (nicht-P2, nicht-Q2) ersetzt. Als Kartenwerte wurden für die Standardform „A“, „B“, „4“ und „7“ gewählt, wobei „A“ der P-Karte und „4“ der Q-Karte entsprach. Die A-Karte wurde in den Gruppen 3 und 4 durch die F-Karte ersetzt und die 4-Karte wurde in den Gruppen 2 und 4 durch eine 3-Karte ersetzt. Damit wurden die Buchstaben-Zahlenpaare innerhalb einer Gruppe konstant gehalten und gleichzeitig zwischen den Gruppen auf ein Minimum von unterschiedlichen Buchstaben-Zahlenpaaren (max. zwei andere Werte im Vergleich zur Standardversion) begrenzt. Mit dieser Fixierung konnte ein möglicher Einfluß von Vorlieben für bestimmte Zahlen und Buchstaben ausgeschlossen werden.

Die Reihenfolge der Karten war innerhalb jeder Gruppe randomisiert.

Hardman (1998) benutzte in seinen Experimenten unterschiedliche Buchstaben-Zahlenpaare. Die Zuordnung der „nicht-Karten“ einer Kategorie erfolgte bei ihm durch die Reihenfolge der Karten. Über eine Randomisierung der Kartenreihenfolge machte er keine Angaben.

Tabelle 2.1: Kartenkombinationen (nicht randomisiert) innerhalb der Gruppen

	Konkrete Darstellung	Formalisierte Darstellung			
Gruppe 1	A B 4 7	P	nicht-P1	Q	nicht-Q1
Gruppe 2	A B 3 7	P	nicht-P1	nicht-Q2	nicht-Q1
Gruppe 3	F B 4 7	nicht-P2	nicht-P1	Q	nicht-Q1
Gruppe 4	F B 3 7	nicht-P2	nicht-P1	nicht-Q2	nicht-Q1

In dem Versuch wurde ein 2x2x2-faktorielles Versuchsdesign mit Meßwiederholung auf einem Faktor verwendet. Die Meßwiederholung bezog sich auf die zweite Kartenaufgabe, die anstatt der affirmativen Regel eine negative Regel beinhaltet.

Das Versuchsdesign für die erste Kartenaufgabe mit affirmativer Regel ist aus der Tabelle 2.2 ersichtlich.

Tabelle 2.2: Versuchsdesign der ersten Kartenaufgabe mit affirmativer Regel

	P in P	P in -P
Q in Q	P -P Q -Q	-P -P Q -Q
Q in -Q	P -P -Q -Q	-P -P -Q -Q

Das Versuchsdesign für die zweite Kartenaufgabe mit negativer Regel unterscheidet sich nur in der Negation der Regel (siehe Tabelle 2.3).

Tabelle 2.3: Versuchsdesign der zweiten Kartenaufgabe mit negativer Regel

	P in P	P in -P
Q in Q	P -P Q -Q	-P -P Q -Q
Q in -Q	P -P -Q -Q	-P -P -Q -Q

2.2 Operationalisierung der Variablen

2.2.1 Unabhängige Variablen

In dem Versuch werden drei unabhängige Variablen verwendet.

Die erste unabhängige Variable (UV 1) bezieht sich auf die Konsequenz-Karte mit den Merkmalen „Q“ und „nicht-Q“.

Die zweite unabhängige Variable (UV 2) bezieht sich auf die Antezedent-Karte mit den Merkmalen „P“ und „nicht-P“.

Die dritte unabhängige Variable (UV 3) bezieht sich auf die Aufgabenregel mit den Merkmalen „affirmativ“ und „negativ“.

2.2.2 Abhängige Variable

Als abhängige Variable wird das Antwortmuster für jede Versuchsperson erhoben. Hier interessiert, ob und welche Karte oder Karten gewählt wurden.

2.3 Material

Der Versuch bestand aus vier Aufgaben und wurde im Gegensatz zu der Studie von Hardman (1998) am Bildschirm durchgeführt.

Zwischen den Kartenaufgaben wurden im Gegensatz zu Hardman (1998) Füllaufgaben dargeboten, um u. a. Übungseffekte bezüglich der zweiten Kartenaufgabe zu minimieren.

Anders als bei Hardman (1998) wurden innerhalb der Gruppen die gleichen Kartenwerte gezeigt. Insgesamt wurden die Werte „A“, „B“, „F“, „4“, „7“, „3“ verwendet, wobei die Matching-Antezedent-Karte „A“ durch die Nicht-Matching-Antezedent-Karte „F“ und die Matching-Konsequenz-Karte „4“ durch die Nicht-Matching-Konsequenz-Karte „3“ ersetzt wurde.

Weitere Unterschiede zu der Studie von Hardman (1998) bestanden darin, den Versuchspersonen kein Zeitlimit zu setzen und die Versuchspersonen einzeln und nacheinander am Bildschirm die Aufgaben bearbeiten zu lassen und nicht alle gleichzeitig und schriftlich im „Klassenverband“.

2.4 Versuchspersonen und Versuchsleiterin

Am Versuch nahmen zuerst 64 Personen teil. Alle Versuchspersonen waren Studierende unterschiedlicher Studienrichtungen der Heinrich-Heine-Universität in Düsseldorf. Die Versuchspersonen wurden von der Versuchsleiterin in der Cafeteria oder in den Gängen des Universitätsgebäudes angeworben. Bei den Versuchspersonen wurde durch Befragen ausgeschlossen, daß sie bereits an Reasoning-Versuchen teilgenommen hatten oder mit Logik-Aufgaben vertraut waren.

Jeweils acht weibliche und acht männliche Versuchspersonen wurden zufällig auf vier unabhängige Gruppen verteilt. Bei einer Vorauswertung der Buchstabenergänzungsaufgabe wurde ein Übergewicht an Fehlern bei Nichtdeutschen entdeckt. Zur Vermeidung von unkontrollierbaren Spracheffekten wurden die Daten der acht nichtdeutschen Versuchspersonen von der Auswertung ausgeschlossen und zusätzlich acht deutsche Versuchspersonen für den Versuch angeworben. Die durchbrochene Randomisierung mußte dabei in Kauf genommen werden. Für die Auswertung standen somit Daten von 64 Personen (32 weibliche und 32 männliche) zur Verfügung.

Das Alter der bei der Auswertung berücksichtigten 64 Versuchspersonen lag zwischen 19 und 31 Jahren bei einem Mittelwert von 23,3 Jahren.

2.5 Versuchsraum und Versuchsausrüstung

Die Versuche wurden im Versuchslabor des Lehrstuhls IV für Psychologie an der Heinrich-Heine-Universität in Düsseldorf durchgeführt. Das Versuchslabor bestand aus zwei Räumen, die durch eine Scheibe voneinander abgetrennt waren. Im Vorraum befand sich der PC. Der Versuchsraum war abgedunkelt. Auf dem Tisch befanden sich ein Monitor und eine Maus.

Das Programm zur Durchführung des Versuchs wurde am Lehrstuhl IV des Psychologischen Instituts mit Visual Basic erstellt. (Das Programm ist aus dem Anhang A XXI-XXX ersichtlich.)

2.6 Vorversuche

An den Vorversuchen nahmen fünf nicht studierende Personen teil. Aufgrund der Vorversuche wurde der Begrüßungstext durch die Erklärung des Gebrauchs der „Maus“ erweitert. Weiterhin wurden die Zahlen- und Buchstabenergänzungsaufgabe so geändert, daß es nicht möglich war, im Programm fortzufahren, ohne eine Antwort gegeben zu haben. Die ursprüngliche Buchstabenergänzungsaufgabe erschien zu einfach und wurde durch eine schwierigere ersetzt. Die Randomisierung der Kartenreihenfolge innerhalb der Gruppen mußte überarbeitet werden.

2.7 Versuchsablauf

Zu Beginn des Versuchs zog die Versuchsleiterin getrennt nach Geschlecht eine Versuchspersonennummer aus einem Kästchen. Durch die Versuchspersonennummer wurde die Gruppe zugeordnet. Der Versuchsplan war hinsichtlich des Geschlechts balanciert, so daß die Aufgaben in jeder Gruppe je acht weiblichen und acht männlichen Versuchspersonen vorgegeben wurden. Durch die Balancierung konnte ein möglicher geschlechtsspezifischer Effekt kontrolliert werden.

Zu Beginn eines Versuchs wurden die personenbezogenen Daten der jeweiligen Versuchsperson von der Versuchsleiterin auf der Eingangsmaske eingegeben und die erste Bildschirmseite des Versuchs gestartet. Danach wurde der Versuchsperson mitgeteilt, daß alles weitere auf dem Bildschirm zu lesen sei, und die Versuchsleiterin verließ den Raum.

Der Versuchsablauf war für alle vier Gruppen gleich. Bei allen

Versuchspersonen wurden die Aufgaben in gleicher Reihenfolge dargeboten. Das Programm war so aufgebaut, daß jeweils vor jeder Aufgabe die Erklärung zu lesen war und danach die Aufgabe gelöst werden sollte. Zuerst wurde die Kartenaufgabe mit affirmativer Regel, dann eine Buchstabenergänzungsaufgabe, danach eine Zahlenreihenergänzungsaufgabe und zuletzt eine Kartenaufgabe mit negativer Regel dargeboten.

Die beiden Ergänzungsaufgaben waren Füllaufgaben und sollten von der eigentlichen Kartenaufgabe ablenken und einen möglichen Effekt der Meßwiederholung minimieren. Gleichzeitig dienten sie dazu, eine grobe Information über die Ernsthaftigkeit bzw. die Konzentration der Versuchspersonen zu erhalten.

Die Antworten erfolgten durch Mausklick und wurden in eine Excel-Datei übernommen. Bei den Kartenaufgaben bestand die Möglichkeit, ohne Wahl einer Karte zur nächsten Aufgabe zu gelangen. Bei der Buchstaben- und Zahlenreihenergänzungsaufgabe mußte die Versuchsperson eine Lösung anklicken, bevor sie zur nächsten Aufgabe wechseln konnte. Der Versuch dauerte ca. 5 Minuten.

Die Darstellung der einzelnen Bildschirmseiten ist aus dem Anhang ersichtlich (siehe Anhang A XV-XX).

2.8 Statistische Methoden

2.8.1 Deskriptive Statistik

Mit Hilfe der deskriptiven Statistik werden für jeden Kartenwert die absolute und relative Wahlhäufigkeit berechnet. Als Kartenwert gelten die sechs unterschiedlichen Werte „A“, „B“, „F“, „4“, „7“ und „3“, die den abstrakten Kategorien „P“, „nicht-P1“, „nicht-P2“, „nicht-Q“, „nicht-Q1“ und „nicht-Q2“ entsprechen. Weiterhin werden die p-Werte, die mit dem Exakten Fisher Vier-Felder Test für zwei Kategorien gerechnet werden als deskriptive Effektmaße verwendet.

2.8.2 Inferenzstatistik

Zur statistischen Auswertung wird der Exakte Fisher Vier-Felder-Test für zwei Kategorien benutzt. Das Signifikanzniveau wird auf $\alpha=0,05$ festgelegt.

Zur Überprüfung der Hypothesen muß eine α -Adjustierung durchgeführt werden, um auszuschließen, daß das Ergebnis aus Zufall signifikant wird.

2.9 Hypothesen

In Anlehnung an die Studie von Hardman (1998) sind in dieser Arbeit unterschiedliche Fragestellungen bezüglich der Effekte, die beim Ersetzen von Matching-Karten auftreten können, entwickelt und zum Teil in Hypothesen formuliert worden.

Die vier Hypothesenpaare beziehen sich nur auf die erste Kartenaufgabe (affirmative Regel), da aufgrund der Meßwiederholung eventuell aufgetretene Effekte bei der zweiten Kartenaufgabe nicht bewertet werden können.

H_{1,0}: Eine ersetzte Matching-Antezedent-Karte führt zu keiner Zunahme der Häufigkeit von gewählten Matching-Konsequenz-Karten.

H_{1,A}: Eine ersetzte Matching-Antezedent-Karte führt zu einer Zunahme der Häufigkeit von gewählten Matching-Konsequenz-Karten.

H_{2,0}: Eine ersetzte Matching-Antezedent-Karte führt zu keiner Zunahme der Häufigkeit von gewählten Nicht-Matching-Konsequenz-Karten.

H_{2,A}: Eine ersetzte Matching-Antezedent-Karte führt zu einer Zunahme der Häufigkeit von gewählten Nicht-Matching-Konsequenz-Karten.

H_{3,0}: Eine ersetzte Matching-Konsequenz-Karte führt zu keiner Zunahme der Häufigkeit von gewählten Matching-Antezedent-Karten.

H_{3,A}: Eine ersetzte Matching-Konsequenz-Karte führt zu einer Zunahme der Häufigkeit von gewählten Matching-Antezedent-Karten.

H_{4,0}: Eine ersetzte Matching-Konsequenz-Karte führt zu keiner Zunahme der Häufigkeit von gewählten Nicht-Matching-Konsequenz-Karten.

H_{4,A}: Eine ersetzte Matching-Konsequenz-Karte führt zu einer Zunahme der Häufigkeit von gewählten Nicht-Matching-Konsequenz-Karten.

Zusätzliche Nebenfragestellungen bezüglich des Unterschieds der Wahlhäufigkeiten zwischen affirmativer und negativer Regel werden ebenso wie die Frage nach einem geschlechtsspezifischen Unterschied bei der Kartenwahl nur deskriptiv beantwortet.

3 Ergebnisse

Für die Auswertung konnten die Daten der 64 deutschen Versuchspersonen verwendet werden. Die erhobenen Daten der nichtdeutschen Versuchspersonen wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt.

3.1 Rohdaten

Die Rohdaten der einzelnen Versuchspersonen wurden nach Versuchspersonennummern sortiert (siehe Anhang Tabelle A 1). Die verwendeten Abkürzungen werden auf den Seiten A II und A III erklärt. Die grau unterlegten Daten sind die Daten der nichtdeutschen Versuchspersonen, die von der weiteren Auswertung ausgeschlossen wurden.

3.2 Deskriptive statistische Auswertung

Mit der deskriptiven Statistik wurden die Häufigkeiten der richtigen und falschen Ergebnisse der Füllaufgaben und der Kartenwahlen sowie die Anzahl der Kartenkombinationen berechnet.

3.2.1 Auswertung der „Füllaufgaben“

Die Ergebnisse der Buchstabenergänzungsaufgabe und der Zahlenreihenergänzungsaufgabe sind in Tabelle 3.1 aufgeführt und in den Tabellen A 2.1 und A 2.2 aus den Spalten f1_1, f1_2 und f_2 ersichtlich. Die Buchstabenergänzungsaufgabe wurde richtig gelöst, wenn die Spalten f1_1 und f1_2 die Zahlen 5,1 oder 3,2 enthalten. Die richtige Antwort für die Zahlenreihenergänzungsaufgabe muß die Zahl 2 in der Spalte f2 aufweisen.

Tabelle 3.1: Falsche Antworten zu den Füllaufgaben in [%]

	gesamt (N=64)	weiblich (N=32)	männlich (N=32)
Buchstabenergänzungsaufgabe	23,4	18,8	28,1
Zahlenreihenergänzungsaufgabe	6,25	9,4	3,1

Keine Versuchsperson hat in beiden Füllaufgaben Fehler gemacht, so daß davon ausgegangen wird, daß die erforderliche Motivation für diesen Versuch

vorhanden war.

Eine weitergehende Auswertung oder Analyse dieser Daten ist in dieser Arbeit nicht vorgesehen.

3.2.2 Auswertung der Antworten zur Kartenaufgabe

Im Gegensatz zu der Studie von Hardman (1998) sind die „nicht-Karten“ in dieser Diplomarbeit eindeutig Kartenwerten zugeordnet. Als Bezug gilt die Standardversion der Kartenaufgabe (P, nicht-P1, Q, nicht-Q1). Die ersetzte Matching-Karte wurde entweder „nicht-Q2“ (bei der Konsequenz) oder „nicht-P2“ (bei dem Antezedent) genannt.

3.2.2.1 Häufigkeiten der Kartenwahlen

Die Antworten zu der Wason-Kartenaufgabe wurden nach absoluten und relativen Häufigkeiten ausgewertet. In den Tabellen A 2.1 und A 2.2 wurde für jede Gruppe und jeden Kartenwert die absolute und prozentuale Häufigkeit der gewählten Karten berechnet. Die Spalten mit den jeweils logisch richtigen Antworten wurden grau unterlegt. Die Tabelle A 2.2 unterscheidet sich von der Tabelle A 2.1 durch die Geschlechtsdifferenzierung innerhalb der Gruppen.

Die Ergebnisse der prozentualen Wahlhäufigkeit, die in den Tabellen A 2.1 und A 2.2 aufgeführt sind, wurden zur besseren Übersicht als Häufigkeitsverteilungen in die Tabelle A 3 übernommen.

Die Darstellung erfolgt getrennt nach affirmativer und negativer Regel und mit und ohne Geschlechtsdifferenzierung.

3.2.2.2 Gewählte Kartenkombinationen

In der Tabelle A 4 sind die Kartenkombinationen aufgeführt, die bei der Untersuchung gewählt wurden. Die Kombinationen sind in absoluter und relativer Häufigkeit und für die affirmative und die negative Regel jeweils mit und ohne Geschlechtsdifferenzierung aufgeführt.

Die Kartenkombinationen, die den logisch korrekten Antworten entsprechen, wurden grau unterlegt.

Die Darstellung zeigt, daß bei der ersten Kartenaufgabe (mit affirmativer Regel) in den Gruppen 1, 2, 3 keine richtigen Antworten gegeben wurden. Lediglich in der 4. Gruppe, in der keine Matching-Karten vorkamen, wählten 18,75 % der Versuchspersonen die richtigen Karten. Bei der zweiten Kartenaufgabe (mit negativer Regel) wurden in jeder Gruppe richtige Lösungen angegeben.

In der Tabelle 3.2 sind die Anzahlen der Kartenkombinationen für die erste und

zweite Kartenaufgabe innerhalb jeder Gruppe und mit und ohne Geschlechtsdifferenzierung angegeben.

Tabelle 3. 2: Kartenkombinationen innerhalb der Gruppen

	Gruppe 1			Gruppe 2			Gruppe 3			Gruppe 4		
	weibl.	männl.	gesamt	weibl.	männl.	gesamt	weibl.	männl.	gesamt	weibl.	männl.	gesamt
1. Karten- aufgabe	3	3	4	4	1	4	1	2	2	4	4	6
2. Karten- aufgabe	6	4	8	3	2	3	2	4	4	2	5	5

3.2.3 Deskriptive Auswertung der p-Werte

Die p-Werte in den Tabellen 3.3 bis 3.5 wurden mit dem Exakten Fisher-Vier-Felder-Test ermittelt und werden nur als deskriptive Effektmaße verwendet.

Der obere p-Wert (p_U) wird verwendet, wenn hohe Werte der Teststatistik für die Annahme der Alternativhypothese sprechen. Er ist wie folgt definiert:

$$p_U = P(W \geq w)$$

Das bedeutet, der p_U -Wert beschreibt die Wahrscheinlichkeit, daß die Teststatistik W einen Wert größer oder gleich w annimmt.

Der untere p-Wert (p_L) wird verwendet, wenn niedrige Werte der Teststatistik für die Annahme der Alternativhypothese sprechen. Er ist wie folgt definiert:

$$p_L = P(W \leq w)$$

Das bedeutet, der p_L -Wert beschreibt die Wahrscheinlichkeit, daß die Teststatistik W einen Wert kleiner oder gleich w annimmt.

In der Tabelle 3.3 sind in der Spalte 1 die beiden Gruppen genannt und in der Spalte 2 der Kartenwert, auf den sich die Berechnung des p-Wertes bezieht. In den letzten beiden Spalten sind die errechneten p-Werte für die erste und die zweite Kartenaufgabe aufgeführt. Die Gruppenstärke beträgt 16 Versuchspersonen ($N=16$) je Gruppe.

Tabelle 3.3: p-Werte für die erste und zweite Kartenaufgaben

Gruppen (N=16/Gruppe)	Kartenwert	p-Werte (1. Kartenaufgabe)	p-Werte (2. Kartenaufgabe)
Gruppe 1/Gruppe 2	P	pU=0,5000 pL=0,83370	pU=0,80281 pL=0,5000
	nicht-P1	pU=0,83107 pL=0,5000	pU=0,05061 pL=1,0000
	nicht-Q1	pU=1,000 pL=0,5000	pU=0,5000 pL=0,78343
Gruppe 1/Gruppe 3	nicht-P1	pU=0,24194 pL=1,0000	pU=0,65746 pL=0,65746
	Q	pU=0,99878 pL=0,01863	pU=0,89001 pL=0,34254
	nicht-Q1	pU=1,0000 pL=0,5000	pU=0,92556 pL=0,23627
Gruppe 2/Gruppe 4	nicht-P1	pU=0,67303 pL=0,67303	pU=1,0000 pL=0,05061
	nicht-Q1	pU=0,99660 pL=0,04147	pU=0,99988 pL=0,00192
	nicht-Q2	pU=1,0000 pL=0,05061	pU=0,99897 pL=0,01167
Gruppe 3/Gruppe 4	nicht-P1	pU=1,0000 pL=0,11290	pU=0,83370 pL=0,5000
	nicht-P2	pU=0,94939 pL=0,29978	pU=0,16630 pL=0,7831
	nicht-Q2	pU=0,00009 pL=1,0000	pU=0,96341 pL=0,14258

In der Tabelle 3.4 wurde eine geschlechtsspezifische Unterscheidung bei der Errechnung der p-Werte der ersten Kartenaufgabe vorgenommen. In den beiden letzten Spalten sind die p-Werte geschlechtsspezifisch (weibliche und männliche Versuchspersonen) aufgeführt. Die Gruppenstärke beträgt acht Versuchspersonen (N=8) je Gruppe.

Tabelle 3.4: p-Werte für die erste Kartenaufgabe (geschlechtsspezifisch)

Gruppenvergleich (N=8/Gruppe)	Kartenwert	p-Wert (weibliche Vpn.)	p-Wert (männliche Vpn.)
Gruppe 1/Gruppe 2	P	pU=0,71538 pL=0,71538	pU=0,5000 pL=1,0000
	nicht-P1	pU=1,0000 pL=0,1000	pU=0,23333 pL=1,0000
	nicht-Q1	pU=1,0000 pL=0,5000	pU=1,0000 pL=1,0000
Gruppe 1/Gruppe 3	nicht-P1	pU=1,0000 pL=1,0000	pU=0,2333 pL=1,0000
	Q	pU=0,96154 pL=0,28462	pU=1,0000 pL=0,03846
	nicht-Q1	pU=1,0000 pL=1,0000	pU=1,0000 pL=0,5000
Gruppe 2/Gruppe 4	nicht-P1	pU=0,5000 pL=0,85897	pU=1,0000 pL=0,5000
	nicht-Q1	pU=0,96159 pL=0,28462	pU=1,0000 pL=0,10000
	nicht-Q2	pU=1,0000 pL=0,23333	pU=1,0000 pL=0,23333
Gruppe 3/Gruppe 4	nicht-P1	pU=1,0000 pL=0,23333	pU=1,0000 pL=0,23333
	nicht-P2	pU=1,0000 pL=0,23333	pU=0,76667 pL=0,76667
	nicht-Q2	pU=0,02028 pL=0,99930	pU=0,0035 pL=1,0000

Die Tabelle 3.5 unterscheidet sich von der Tabelle 3.4 dadurch, daß die p-Werte für die zweite Kartenaufgabe aufgeführt sind.

Tabelle 3.5: p-Werte für die zweite Kartenaufgabe (geschlechtsspezifisch)

Gruppenvergleich (N=8/Gruppe)	Kartenwert	p-Wert (weibliche Vpn.)	p-Wert (männliche Vpn.)
Gruppe 1/Gruppe 2	P	pU=0,85897 pL=0,5000	pU=0,76667 pL=0,76667
	nicht-P1	pU=0,5000 pL=1,0000	pU=0,1000 pL=1,0000
	nicht-Q1	pU=0,5000 pL=0,84266	pU=1,0000 pL=0,76667
Gruppe 1/Gruppe 3	nicht-P1	pU=0,5000 pL=1,0000	pU=0,84266 pL=0,5000
	Q	pU=0,85897 pL=0,5000	pU=0,9000 pL=0,5000
	nicht-Q1	pU=0,69037 pL=0,69037	pU=0,98718 pL=0,14103
Gruppe 2/Gruppe 4	nicht-P1	pU=1,0000 pL=0,5000	pU=1,0000 pL=0,1000
	nicht-Q1	pU=1,0000 pL=0,01282	pU=0,99650 pL=0,05944
	nicht-Q2	pU=0,99930 pL=0,02028	pU=1,0000 pL=0,23333
Gruppe 3/Gruppe 4	nicht-P1	pU=1,0000 pL=0,5000	pU=0,5000 pL=0,84266
	nicht-P2	pU=1,0000 pL=1,0000	pU=0,14103 pL=0,98718
	nicht-Q2	pU=0,28462 pL=0,96154	pU=0,71538 pL=0,71538

3.2.4 Auswertung der Nebenfragestellungen

Unterschiede zwischen erster und zweiter Kartenaufgabe

Die Fragestellung nach Unterschieden zwischen der ersten und zweiten Kartenaufgabe kann nur deskriptiv beantwortet werden. Aufgrund der Meßwiederholung und der damit nicht auszuschließenden Übungs- und Reihenfolgeeffekte können nur Tendenzen angegeben werden.

Unterschiede zwischen der ersten (affirmative Regel) und zweiten (negative Regel) Aufgabe sind vor allem bei der Wahl der Konsequenz-Karten zu erkennen (siehe auch Tabelle A 3).

In der Gruppe 1 wurde bei der ersten Aufgabe keine nicht-Q1-Karte gewählt, während bei der zweiten Aufgabe die nicht-Q1-Karte von 31,25 % der Versuchspersonen gewählt wurde. Weiterhin wurde in der Gruppe 1 in der ersten Aufgabe von 56,25% der Versuchspersonen die Matching-Konsequenz-Karte gewählt und in der zweiten Aufgabe nur von 18,75%.

In der Gruppe 3 wurde die Matching-Konsequenz-Karte in der ersten Aufgabe von 93,75% und in der zweiten Aufgabe von 31,25% der Versuchspersonen gewählt. Die Nicht-Matching-Konsequenz-Karte wurde in der ersten Aufgabe von 6,25% und in der zweiten Aufgabe von 50% gewählt.

In der Gruppe 4 wurde in der ersten Aufgabe die nicht-Q1-Karte von 37,5% und in der zweiten Aufgabe von 81,25% der Versuchspersonen gewählt. Die nicht-Q2-Karte wurde in der ersten Aufgabe von 25% und in der zweiten Aufgabe von 56,25% der Versuchspersonen gewählt.

Die Anzahl der Wahlkombinationen ist bei der Gruppe 1 (Standardversion) mit 8 Wahlkombinationen in der zweiten Aufgabe doppelt so hoch wie in der ersten Aufgabe.

Unterschiede bei der geschlechtsspezifischen Wahl

Bezüglich geschlechtsspezifischer Unterschiede können wegen der möglicherweise nicht repräsentativen Stichprobe nur deskriptiv einige Tendenzen aufgezeigt werden.

Insgesamt zeigen sich in der zweiten Kartenaufgabe mehr Unterschiede im Wahlverhalten zwischen weiblichen und männlichen Versuchspersonen als bei der ersten Kartenaufgabe (siehe Tabelle A 3).

Zur ersten Kartenaufgabe:

In der Gruppe 1 wählten 25% der männlichen Versuchspersonen im Gegensatz zu keiner weiblichen Versuchsperson die nicht-P1-Karte.

Ein Unterschied in der Wahl der Anzahl der Kartenkombinationen zeigt sich in Gruppe 2, wo die weiblichen Versuchspersonen 4 Kartenkombinationen und die männlichen Versuchspersonen nur 1 Kartenkombination wählten.

Zur zweiten Kartenaufgabe:

In der Gruppe 1 wählten 50% der weiblichen Versuchspersonen die nicht-Q1-Karte im Gegensatz zu 12,5 % der männlichen Versuchspersonen.

In der Gruppe 3 wählten je 50% der männlichen Versuchspersonen die nicht-P1- und nicht-P2-Karte, während keine weibliche Versuchsperson diese Karten wählte.

In der Gruppe 4 wählten 100% der weiblichen Versuchspersonen die nicht-Q1-Karte und 87,5% die nicht-Q2-Karte. Die männlichen Versuchspersonen wählten in dieser Gruppe zu 62,5 % die nicht-Q1-Karte und zu 25% die nicht-Q2-Karte.

3.3 Inferenzstatistische Auswertung des Einflusses der geänderten Matching-Karten

Zur inferenzstatistischen Überprüfung der Hypothesen wurden die p-Werte mit dem Exakten Fisher Vier-Felder-Test für zwei Kategorien ermittelt. Die Ergebnisse sind aus der Tabelle 3.6 ersichtlich.

In der Tabelle 3.6 sind in der ersten Spalte die Hypothesenpaare genannt, die überprüft werden (vgl. Kapitel 2.9). In der zweiten Spalte sind die Gruppen genannt, die bezüglich eines Effektes auf die ersetzten Matching-Karten betrachtet wurden. Die dritte Spalte nennt den Kartentyp und die letzte Spalte zeigt den ermittelten p-Wert.

Tabelle 3.6: Ermittelte p-Werte für die Hypothesenprüfung (N=16/Gruppe)

Zugeordnete Hypothese	Verglichene Gruppen	Kartenwert	p-Wert
Hypothesenpaar 1	Gruppe 1/Gruppe 3	Q	p=0,01863
Hypothesenpaar 2		nicht-Q1	p=0,5000
Hypothesenpaar 3	Gruppe 1/Gruppe 2	P	p=0,5000
Hypothesenpaar 4		nicht-Q1	p=0,5000

Eine α -Adjustierung mußte durchgeführt werden, da mehr als ein p-Wert ermittelt wurde.

α -Adjustierung:

Die α -Adjustierung wurde nach dem Verfahren von Holm (Krauth 1988, S.37-38) durchgeführt:

Aufsteigende Anordnung der p-Werte ($p_1 < p_2 < p_3 < p_4$):

$$p_1 = 0,01683$$

$$p_2 = 0,5000$$

$$p_3 = 0,5000$$

$$p_4 = 0,8337$$

Forderung: $p_1 < \alpha/k$

$$k = 4 \quad (\text{Anzahl der durchgeführten Tests}) \quad \alpha = 0,05$$

$$\alpha/k = 0,05/4 = 0,0125 < 0,01683$$

Die Forderung $p_1 < \alpha/k$ ist nicht erfüllt. Daraus folgt, daß das Ergebnis nicht signifikant ist. Wenn bereits für p_1 die Forderung nicht erfüllt ist, sind auch die Ergebnisse für die anderen Vergleiche nicht signifikant, was bereits an den hohen p-Werten ersichtlich ist (siehe Tabelle 3.6). Für die Hypothesenpaare $H_{1,0}$, $H_{1,A}$, $H_{2,0}$, $H_{2,A}$, $H_{3,0}$, $H_{3,A}$ und $H_{4,0}$, $H_{4,A}$ gibt es kein signifikantes Ergebnis. Damit kann keine der Nullhypothesen verworfen werden.

Obwohl für das Hypothesenpaar $H_{1,0}$ und $H_{1,A}$ kein signifikantes Ergebnis vorliegt, weist der niedrige p-Wert ($p = 0,01683$) auf eine tendenzielle Bestätigung der Alternativhypothese.

4 Diskussion

Ziel dieser Arbeit war es, in Anlehnung an die Studie von Hardman (1998) den Einfluß von ersetzten Matching-Karten auf Nicht-Matching-Karten zu untersuchen, wobei die Anzahl der Antezedent- und der Konsequenz-Karten in dieser Arbeit konstant gehalten wurde.

Die Auswertung zeigte bereits, daß es keine signifikanten Ergebnisse gibt.

Im folgenden werden die Ergebnisse der ersten Kartenaufgabe in Bezug auf Hardmans (1998) Ergebnisse (siehe Anhang Tabelle A 5), trotz methodischer Bedenken, diskutiert. Die methodischen Bedenken beziehen sich darauf, daß ein Vergleich der Ergebnisse der ersten Kartenaufgabe aus dieser Arbeit mit den Ergebnissen von drei unterschiedlichen Experimenten von Hardman (1998) vorgenommen wird. Im Anschluß wird eine kurze Diskussion zur zweiten Kartenaufgabe und den Auffälligkeiten bezüglich geschlechtsspezifischer Unterschiede folgen.

Diskussion zum Ergebnis der Standardversion der Wason-Kartenaufgabe

Die Ergebnisse der Gruppe 1 (Standardversion) der ersten Kartenaufgabe in dieser Arbeit entsprechen tendenziell den Ergebnissen der Standardversion aller drei Experimente von Hardman (1998). Die P-Karte war in der Standardversion in dieser Arbeit die am häufigsten gewählte Karte mit einer Wahlhäufigkeit von 87,5 %. Auch in der jeweiligen Standardversion in Hardmans Experimenten wurde die P-Karte am häufigsten gewählt, wobei die höchste Wahl in Experiment 3 (affirmative Aufgabe) mit einer Wahlhäufigkeit von 69% eher etwas gering war.

Die P-Karte wird erwartungsgemäß in der Standardversion der Wason-Kartenaufgabe am häufigsten gewählt. Dieses Wahlverhalten wird sowohl durch „matching-bias“ (Evans & Lynch 1973) als auch durch die „if-heuristic“ (Oaksford & Stenning 1992) erklärt. Die „if-heuristic“ beschreibt die Tendenz der Versuchspersonen, diejenige Karte zu wählen, die dem wahren Antezedenten entspricht. In diesem Fall entspricht der wahre Antezedent der P-Karte.

Ein weiteres Motiv die P-Karte zu wählen, könnte darin liegen, die Falsifikation anzuwenden.

Diskussion zu den Kartenkombinationen

Die Auswertung der gewählten Kartenkombinationen in dieser Arbeit zeigt bei der Gruppe 1 ein ähnliches Ergebnis wie bei Johnson-Laird & Wason (1970). Die hohe Anzahl gewählter P-Karten (31,25%) bzw. P- und Q-Karten (43,75%) weist nach Johnson-Laird & Wasons Theorie darauf hin, daß keine Einsicht in

die Aufgabe vorlag. Da in dieser Arbeit keine Versuchsperson die Standardversion der Wason-Kartenaufgabe mit affirmativer Regel logisch richtig löste, kann eine mangelnde bzw. nicht vorhandenen Einsicht in die Aufgabe nicht ausgeschlossen werden. Das würde durch die nicht dokumentierten Kommentare einiger Versuchspersonen unterstützt werden, die die Frage stellten, was die Aufgaben mit den Karten sollten.

Hardman hat die gewählten Kartenkombinationen in seinen Experimenten nicht ausgewertet oder veröffentlicht, so daß ein Vergleich mit den Ergebnissen seiner Experimente nicht erfolgen kann.

Diskussion bezüglich der ersetzten Matching-Antezedent-Karte (P-Karte):

Im Experiment 1 von Hardman entspricht der Anstieg der Wahlhäufigkeit der Q-Karte bei ersetzter P-Karte und bei einer Überzahl der Konsequenz-Karten tendenziell dem Ergebnis aus Gruppe 3 der ersten Kartenaufgabe in dieser Arbeit. Diejenige Gruppe in Hardmans Experiment, deren Kartenvorgabe der Gruppe in dieser Arbeit entsprach, weist allerdings kein vergleichbares Ergebnis zu dem Ergebnis in dieser Arbeit auf.

In dieser Arbeit wurde die Anzahl der Konsequenz-Karten nicht variiert und entsprach jeweils auch der Anzahl der Antezedent-Karten. Daher kann vermutet werden, daß aus dem Ergebnis aus Hardmans Experiment 1 mit der Überzahl an Konsequenz-Karten kein ausschließlich kausaler Zusammenhang mit der Überzahl der Konsequenz-Karten gefolgert werden kann.

Hardman hat in seiner Diskussion zum Experiment 1 den Aspekt des Übergewichts an Konsequenz-Karten nicht weiter berücksichtigt. In der Erklärung zum Anstieg der Q-Karten weist er die Information Gain Theory (Oaksford & Chater 1994) zurück, die vorhersagt, daß eine vermehrte Wahl an Q-Karten erfolgt, wenn die P-Karte anstatt der zweiten nicht-Q-Karte durch eine zweite nicht-P-Karte ersetzt wird. Die Vorhersage von Oaksford & Chater (1994) würde im Gegensatz zu Hardmans Ergebnis durch das Ergebnis dieser Arbeit bestätigt werden.

Unberücksichtigt der Tatsache, daß die Konsequenz-Karten in dem Experiment 1 von Hardman eine Überzahl aufweisen, zeigt das Ergebnis in dieser Arbeit einen Anstieg in der Wahlhäufigkeit der Q-Karten nach Ersetzen der P-Karte, während die Wahlhäufigkeit der nicht-Q-Karte unverändert blieb. verglichen mit den entsprechenden Wahlhäufigkeiten in der Standardversion. Zu diesem Wahlverhalten meinen Evans, Newstead & Byrne (1993, S. 48-53), daß Relevanz durch „matching-bias“ und „if-heuristic“ beeinflusst wird. Nach Entfernen der P-Karte wird mehr Aufmerksamkeit auf die Q-Karte als auf die nicht-Q-Karte gelenkt. Nach der Theorie von Sperber, Cara & Girotto (1995)

werden die P-Karten von den Versuchspersonen entweder gewählt, um sie die Regel zu falsifizieren oder zu verifizieren. Nach Entfernen der P-Karte werden diejenigen Versuchspersonen, die die Regel verifizieren wollen, die Q-Karte wählen. Eine zusätzliche Betrachtung der nicht-Q-Karte und eine vermehrte Wahl der nicht-Q-Karte konnten nicht beobachtet werden.

Die Hypothese von Roth (1979) konnte weder durch die Ergebnisse von Hardman noch durch die Ergebnisse in dieser Arbeit repliziert werden. Die ersetzte Matching-Antezedent-Karte führte zu keinem besseren Ergebnis bezüglich der Falsifizierung durch die nicht-Q-Karte.

Nach Hardman (1998) wurde in Experiment 1 in der Gruppe mit der Überzahl an Konsequenz-Karten ein signifikantes Ergebnis erzielt. Methodisch bedenklich bleibt jedoch die Tatsache, daß Hardman bei der Auswertung seiner Ergebnisse keine α -Adjustierung vorgenommen hat. Ob auch nach einer α -Adjustierung ein signifikantes Ergebnis vorliegen würde, bleibt unklar.

Zusammenfassend läßt sich aus Hardmans Ergebnissen und aus den Ergebnissen dieser Arbeit schließen, daß der Einfluß der ersetzten Matching-Antezedent-Karte tendenziell zu einer Erhöhung der Anzahl an gewählten Matching-Konsequenz-Karten führt, wobei diese Erhöhung nicht an eine Überzahl von Konsequenz-Karten gebunden ist.

Diskussion bezüglich der ersetzten Matching-Konsequenz-Karte:

Ein Vergleich der Ergebnisse von Hardman mit den Ergebnissen in dieser Arbeit, bezüglich des Einflusses der ersetzten Matching-Konsequenz-Karte, ist nicht möglich. Hardman hat -aus nicht genannten Gründen- in keinem der drei Experimente den Einfluß einer ersetzten Matching-Konsequenz-Karte bei einer affirmativen Regel untersucht.

Lediglich in Experiment 3 hat Hardman in dem Versuch mit der affirmativen Regel zusätzlich zu der Gruppe, die die Standardversion bearbeitete, eine andere Gruppe eine Kartenversion ohne Matching-Karten bearbeiten lassen. Der Versuch erfolgte als Meßwiederholung.

Das gleichzeitige Ersetzen beider Matching-Karten läßt keine Rückschlüsse auf das Wahlverhalten der Versuchspersonen bei ersetzter Matching-Konsequenz-Karte zu. Hardmans Vergleich der Ergebnisse dieser beiden Gruppen ist aufgrund der Variation von gleichzeitig zwei Variablen sehr fragwürdig. Auf Grundlage seiner Ergebnisse läßt sich nicht schließen, ob eine Veränderung im Wahlverhalten auf eine ersetzte Matching-Antezedent-Karte, auf eine ersetzte Matching-Konsequenz-Karte oder auf beide ersetzten Matching-Karten zurückzuführen ist.

Über den Einfluß ersetzter Matching-Konsequenz-Karten auf das Wahlverhalten

der Versuchspersonen läßt sich aufgrund der Ergebnisse dieser Arbeit nur feststellen, daß es keinen nachweisbaren Einfluß gibt. Eine erhöhte Wahlhäufigkeit von Nicht-Matching-Konsequenz-Karten und damit eine Zunahme von logischen richtigen Lösungen konnte nicht nachgewiesen werden.

Ein Anstieg in der Wahlhäufigkeit der P-Karte nach Ersetzen der Q-Karte wurde weder erwartet noch ist dieser erfolgt. Ausgehend von der Rangfolge der Entscheidung (Evans, Ball & Brooks 1987) wird eine Entscheidung zur Wahl der P-Karte vor der Entscheidung zur Wahl der Q-Karte getroffen. Auch für den Fall, daß keine Q-Karte vorhanden ist, wird die Entscheidung bezüglich der P-Karte als erstes getroffen.

Ein Anstieg der Wahlhäufigkeit für die nicht-Q-Karte ist ebenfalls nicht erfolgt. Nachdem die Matching-Konsequenz-Karte ersetzt wurde, hätte vermutet werden können, daß aufgrund von zwei Nicht-Matching-Konsequenz-Karten eine erhöhte Aufmerksamkeit in Richtung dieser beiden Konsequenz-Karten erfolgt und damit möglicherweise eine erhöhte Wahlhäufigkeit der Nicht-Q-Karten begünstigt würde. Dieses war jedoch nicht der Fall.

Mit Sperber, Cara & Girotto (1995), die postulieren, daß Versuchspersonen in dem Moment mit dem Denken aufhören, wenn ihre Erwartungen bezüglich der Relevanz erfüllt sind, kann vermutet werden, daß die Versuchspersonen nachdem keine Q-Karte aufzufinden war, mit dem Denken aufhörten.

Somit könnten die Ergebnisse zur unveränderten Wahlhäufigkeit der nicht-P-Karte als auch die der nicht-Q-Karten verstanden werden.

Diskussion zu Hardmans Experiment mit negativer Regel

Ein direkter Vergleich der Ergebnisse der Aufgabe mit negativer Regel ist zwischen den Ergebnissen von Hardmans Experimenten und denen in dieser Arbeit aufgrund methodischer Bedenken nicht möglich. In dieser Arbeit erfolgte die Aufgabenstellung mit negativer Regel als Meßwiederholung.

Schwer nachvollziehbar sind bei Hardman die Ergebnisse der ersetzten Matching-Konsequenz-Karte für die negative Regel hinsichtlich der Wahl der P-Karten. In Experiment 2 und Experiment 3 mit negativer Regel wurden für die Gruppen mit der Bedingung „no match. cons.“ unterschiedliche Ergebnisse erhalten, wobei zwar keines signifikant ist, aber das Ergebnis in Gruppe 3 tendenziell auf eine Zunahme der Matching-Antezedent-Karte (90%) im Vergleich zur Standardversion (64%) weist, während in der Gruppe 2 eine sehr geringe Abnahme der Wahlhäufigkeit der Matching-Antezedent-Karte (60%) im Vergleich zur Standardversion (63%) zu erkennen ist. Hardman hat auf diese beiden unterschiedlichen Ergebnisse in seiner Studie zunächst keinen Bezug

genommen. In der späteren allgemeinen Diskussion bemerkte er dazu, daß es keine offensichtliche Erklärung dafür gibt.

Der Hinweis von Hardman, daß die Zunahme der Wahlhäufigkeit der P-Karte in Experiment 3 mit negativer Regel beinahe signifikant ist ($p=0,057$) ist auch hier wieder insofern vorsichtig zu interpretieren, da Hardman auch in dieser Auswertung die α -Adjustierung unberücksichtigt gelassen hat.

In dieser Arbeit wurde bei der negativen Regel unter der Bedingung, daß die Matching-Konsequenz-Karte ersetzt wurde, nur eine geringe Zunahme der Wahlhäufigkeit der Matching-Antezedent-Karte von 75,00 % auf 81,24 % verzeichnet.

Im Unterschied zu Hardmans Experimenten 2 und 3 (negative Regel) ist in dieser Arbeit die Wahlhäufigkeit der Q-Karte (18,75 %) im Gegensatz zur Wahlhäufigkeit der nicht-Q-Karte (31,25 %) bei der Karten-Standardversion niedriger. Das Ergebnis dieser Arbeit ist insofern ungewöhnlich, da aufgrund des „matching-bias“ eine vermehrte Wahlhäufigkeit der Q-Karte im Vergleich zur nicht-Q-Karte erwartet wurde. Eine Unterscheidung inwieweit dieses Ergebnis auf den Einfluß durch Meßwiederholung oder auf den erhöhten Einfluß von „confirmation bias“ (Wason 1966) zurückzuführen ist, ist nicht möglich.

Oaksford & Stenning (1992) nennen das Verhalten der Versuchspersonen den explizit verneinten Wert verstärkt zu betrachten „not-heuristic“. Diese Benennung enthält allerdings keine Erklärung zum Wahlverhalten der Versuchspersonen, die z. B. die negierte Konsequenz-Karte bevorzugen.

In Hardmans Experimenten mit negativer und affirmativer Regel entspricht in der Standardversion die höhere Wahl der Q-Karte im Vergleich zur Nicht-Q-Karte wie erwartet dem „matching-bias“ (Evans & Lynch 1973).

Diskussion zum geschlechtsspezifischen Unterschied

Eindeutig geschlechtsspezifische Unterschiede können aus den Ergebnissen dieser Arbeit nicht abgeleitet werden. Aufgrund der nicht-repräsentativen Stichprobe können nur einige Auffälligkeiten genannt werden.

Verteilt über alle Gruppen haben gleich viele (oder besser gleich wenige) weibliche und männliche Versuchspersonen die logisch richtige Lösung angegeben.

Die größten Auffälligkeiten bei den Kartenwahlen zeigen sich bei der ersten Kartenaufgabe (negative Regel) in den Gruppen 2 und 3 und in der zweiten Kartenaufgabe (affirmative Regel) in den Gruppen 3 und 4.

Während in der Gruppe 3 der zweiten Kartenaufgabe jeweils 50 % der

männlichen Versuchspersonen die nicht-P-Karten wählten, was hinsichtlich der logischen Lösung keine sinnvolle Wahl ist, wählte keine weibliche Versuchsperson diese Karte. Möglicherweise wurde von den männlichen Versuchspersonen eine bikonditionale Interpretation der Regel angewandt mit dem Ziel, mittels der nicht-P-Karte zu einer Falsifizierung der Regel zu gelangen.

Bezüglich der Wahlhäufigkeit von nicht-P-Karten in der ersten Kartenaufgabe wurde in der Gruppe 2 ein unterschiedliches Wahlverhalten der weiblichen und männlichen Versuchspersonen festgestellt. In der Gruppe 2 wählten 37,5 % der weiblichen Versuchspersonen die Nicht-P1-Karte, während keine einzige männliche Versuchsperson diese Karte wählte. Möglicherweise wurde bei den weiblichen Versuchspersonen bei der affirmativen Aufgabe eine bikonditionale Interpretation mit dem Ziel über die nicht-P-Karte zu falsifizieren vorgenommen.

In der zweiten Kartenaufgabe wurde in der Gruppe 4 ein unterschiedliches Wahlverhalten bezüglich der Nicht-Q-Karten festgestellt. Während in der Gruppe 4 100 % der weiblichen Versuchspersonen die Nicht-Q1-Karte und 87,5 % die Nicht-Q2-Karte wählten, wählten nur 62,5 % der männlichen Versuchspersonen die Nicht-Q1-Karte und nur 25% die Nicht-Q2-Karte.

Dieses Ergebnis könnte auf eine erhöhte Tendenz zu dem „confirmation-bias“ bei den Frauen hinweisen.

Eine weitergehende Interpretation bezüglich geschlechtsspezifischer Unterschiede im Wahlverhalten in der Wason-Kartenaufgabe ist jedoch aufgrund der vorliegenden Daten nicht möglich.

Schlußbetrachtung

Abschließend läßt sich zusammenfassen, daß die Ergebnisse dieser Arbeit nicht dazu geeignet sind, die Ergebnisse Hardmans zu widerlegen oder diese zu rezipieren.

Auch nachdem die methodischen Unklarheiten aus Hardmans Studie in dieser Arbeit vermieden wurden, wurden keine Ergebnisse erhalten, die zu Erkenntnissen geführt hätten.

Eindeutig ist nur, daß es keinen nachweisbaren Effekt auf das Wahlverhalten der Versuchspersonen bei ersetzten Matching-Karten in der Wason-Kartenaufgabe gibt.

Inwieweit eine größere Stichprobe ein anderes Ergebnis geliefert hätte, muß an dieser Stelle offen bleiben.

Literaturverzeichnis

Anderson, J. R. (1996), Kognitive Psychologie, 2. Auflage, Spektrum Akad. Verl. Heidelberg.

Evans, J. ST. B. T. (1982), The psychology of deductive reasoning, Routledge & Kegan Paul, London, Boston and Henley.

Evans, J. St. B. T. (1984), Heuristic and analytic processes in reasoning, British Journal of Psychology, 75, 451-468.

Evans, J. St. B. T. (1989), Bias in human reasoning: Causes and consequences, Lawrence Erlbaum Associates Ltd., Hove and London UK.

Evans, J. St. B. T. (1996), Deciding before you think: Relevance and reasoning in the selection task, British Journal of Psychology, 87, 223-240.

Evans, J. St. B. T., Ball, L. J., & Brooks, P. G. (1987), Attentional bias and decision in a reasoning task, British Journal of Psychology, 78, 385-394.

Evans, J. St. B. T., & Lynch, J. S. (1973), Matching bias in the selection task. British Journal of Psychology, 64, 391-397.

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

Evans, J. St. B. T., & Over, D. E. (1996), Rationality and reasoning, Hove, UK: Psychology Press.

Hardman, D. (1998), Does reasoning occur on the selection task? A comparison of relevance-based theories, Thinking and reasoning, 4, 353-376.

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

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

Johnson-Laird, P. N. & Wason, P. C. (1970), A theoretical analysis of insight into a reasoning task, Cognitive Psychology, 1 S. 134-148.

Krauth, J. (1988), *Distribution-free statistics: An application-oriented approach*, Elsevier, Amsterdam.

Oaksford, M. & Chater, N. (1994), A rational analysis of the selection task as optimal data selection, *Psychological Review*, 101, 608–631.

Oaksford, M. & Chater, N. (1995), Information gain explains relevance which explains the selection task, *Cognition*, 57, 97-108.

Oaksford, M. & Stenning, K. (1992). Reasoning with conditionals containing negated constituents. *Journal of Experimental Psychology: Learning, memory and Cognition*, 18, 835-854.

Roth, E. M. (1979), Facilitating insight in a reasoning task. *British Journal of Psychology*, 70, 265-271.

Schülerduden „Die Philosophie“ (1985), Dudenverlag, Mannheim.

Speck, J. (Hrsg.) (1980), *Handbuch wissenschaftstheoretischer Begriffe*. Band 1-3, UTB Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen.

Sperber, D., Cara, F., & Girotto, V. (1995), Relevance theory explains the selection task, *Cognition*, 57, 31-95.

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

Wason, P. C., & Evans, J. St. B. T. (1975), Dual processes in reasoning? *Cognition*, 3, 141-154.

Wason, P. C., Johnson-Laird P. N. (1976), *Psychology of reasoning*. B. T. Batsford LTD, London.

Anhang

Erläuterungen zu den Tabellen A 1, A 2.1, A 2.2.....	II
Tabelle A1: Rohdaten sortiert nach Versuchspersonennummern.....	IV
Tabelle A 2.1: Antworten und Häufigkeiten ohne Geschlechtsdifferenzierung.....	VIII
Tabelle A 2.2: Antworten und Häufigkeiten mit Geschlechtsdifferenzierung.....	X
Tabelle A 3: Häufigkeitsverteilung der gewählten Karten.....	XII
Tabelle A 4: Gewählte Kartenkombinationen.....	XIII
Bildschirmseiten des Versuchs.....	XV
Programmausdruck.....	XXI
Tabelle A 5: Ergebnisse der Studie von Hardman (1998)	XXXI

Erläuterungen zu den Tabellen:

Tabelle A 1: Rohdaten nach Versuchspersonennummern sortiert.

Die grau unterlegten Daten wurden von der weiteren Auswertung ausgeschlossen und sind in den folgenden Tabellen nicht mehr berücksichtigt worden.

Tabelle A 2.1 und A 2.2 zeigen das Wahlverhalten und die Häufigkeiten in absoluten und in prozentualen Zahlen sortiert nach Geschlecht und Gruppe. Die Zahl unterhalb des Alters in jeder Gruppe gibt das mittlere Alter an.

Erklärung der Spalten und Abkürzungen in den Tabellen A 1, A 2.1 und A 2.2:

Die Spalte „Nr.“ gibt die gezogene Versuchspersonennummer der Versuchsperson wieder.

Die Spalte „w/m“ beschreibt das Geschlecht, wobei 1 für weiblich und 2 für männlich steht.

Die Spalte „Studienr.“ beinhaltet die Studienrichtung der Versuchsperson.

Die Spalte „A_F_1“ beschreibt die A-Karte („P“) in den Gruppen 1 und 2 und die F-Karte („nicht-P2“) in den Gruppen 3 und 4. Die „_1“ weist auf die erste Kartenaufgabe.

Die Spalte „B_1“ bedeutet, daß hier die Antworten bezüglich der B-Karte („nicht-P1“) der ersten Kartenaufgabe gespeichert werden.

Die Spalte 4_7_1 weist auf die 4-Karte („Q“) in den Gruppen 1 und 2 und die 7-Karte („nicht-Q2“) in den Gruppen 2 und 4. Die „_1“ zeigt, daß es sich um die erste Kartenaufgabe handelt.

Die Spalte 3_1 beinhaltet die Daten der 3-Karte („nicht-Q1-Karte“) in der ersten Kartenaufgabe.

Die Werte „1“ und „0“ in den beschriebenen Spalten zeigen, ob diese Karte gewählt wurde („1“) oder nicht gewählt wurde („0“).

Die Spalten w1_1, w1_2, w1_3 und w1_4 zeigen die Wahlreihenfolge. „w1_“ steht für „Wahl in der ersten Kartenaufgabe“ und die folgenden Zahlen 1, 2, 3, und 4 für die 1., 2., 3., und 4. Kartenwahl. Die Zahl innerhalb der Spalte zeigt die Kartenposition innerhalb der Standardkartenreihenfolge mit den Bezugspositionen „P“, „nicht-P1“, „Q“, „nicht Q1“, wobei bei den Variationen „P“ durch „nicht-P2“ und „Q“ durch „nicht-Q2“ ersetzt wurden.

Die folgenden 8 Spalten beziehen sich auf die zweite Kartenaufgabe und sind analog zu den Spalten der ersten Kartenaufgabe aufgebaut.

Die Spalten „f1_1“ und „f1_2“ enthalten die Daten der ersten Ergänzungsaufgabe. „f1_“ steht für die Buchstabenergänzungsaufgabe und „1“ und „2“ bezeichnen die

erste („1“) und die zweite („2“) Vokallücke. Die Antwort weist auf die Position der Vokale in der vorgegebenen Reihenfolge „a“, „e“, „i“, „o“, „u“.

Die Spalte f2 beinhaltet die Antworten der Zahlenreihenergänzungsaufgabe. Die Zahl in der Spalte gibt die Position der vorgegebenen Antwortmöglichkeiten wieder.

Die Zahl und das Wort „falsch“ unterhalb der f-Spalten beinhaltet die Auswertung der Ergänzungsaufgaben. Die erste Zahl nach „falsch“ zeigt die Anzahl der falsch gelösten Buchstabenergänzungsaufgaben und die zweite Zahl die Anzahl der falsch gelösten Zahlenreihenergänzungsaufgaben.

Die Spalten „Random1“ und „Random2“ zeigen die randomisierte Kartenreihenfolgen, wie sie in der ersten („Random1“) und der zweiten Kartenaufgabe („Random2“) dargeboten wurden.