

**Zum Einfluss der beruflichen Tätigkeit auf  
die Entwicklung der fluiden Intelligenz**

Inaugural-Dissertation  
Zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin

der Medizinischen Fakultät  
der Eberhard Karls Universität  
zu Tübingen

vorgelegt von  
Rkini, Anass

-2016-

Dekan: Professor. Dr. I. B. Autenrieth

1. Berichterstatter: Professor. Dr. B. Kotchoubey

2. Berichterstatter: Professor. Dr. M. Giese

## Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>3</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>5</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>7</b>
<b>Einleitung .....</b>	<b>8</b>
<b>1 Theoretischer Hintergrund .....</b>	<b>10</b>
1.1 Geschichte der Intelligenzmessung .....	10
1.2 Erste psychometrische Intelligenztests.....	12
1.3 Zur Entwicklung von psychometrischen Intelligenztests.....	14
1.4 Psychometrische Modelle der Intelligenz .....	16
1.4.1 Das Zweifaktoren- oder Generalfaktormodell von Spearman (1904).....	16
1.4.2 Das Modell mehrerer gemeinsamer Faktoren .....	18
1.4.3 Das Gruppenfaktoren-Modell .....	19
1.4.4 Fluide und Kristalline Intelligenz nach Cattell.....	21
1.4.5 Das Berliner Intelligenzstrukturmodell von Jäger .....	23
1.4.6 Die Drei Intelligenzschichten nach Carroll .....	24
1.4.7 Die Theorie der multiplen Intelligenzen .....	26
1.4.8 Weitere Intelligenztheorien .....	27
1.5 Zur Neurobiologie der Intelligenz.....	29
1.5.1 Neuronale Effizienz.....	29
1.5.2 Myelinisierung des Gehirns .....	30
1.5.3 Zusammenhang zwischen Gehirngröße und Intelligenz .....	31
1.5.4 Die Parietal-Frontale Integrationstheorie .....	32
1.5.5 Elektrokortikale Aktivitäten und Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit ....	35
1.5.6 Myopie und Lateralisierung .....	37
1.6 Intelligenz und Schulbildung .....	37
1.7 Intelligenz und berufliche Tätigkeit .....	42
1.7.1 Berufserfolg und Berufskomplexität.....	44
1.7.2 Personalauslese.....	44
1.7.3 Einfluss der beruflichen Tätigkeit auf die fluide Intelligenz.....	46
1.8 Islamisch geometrische Muster .....	47
<b>2 Ableitung der Fragestellungen und Hypothesen .....</b>	<b>59</b>

---

<b>3</b>	<b>    <b>Methode</b></b> .....	<b>62</b>
3.1	Stichprobe.....	62
3.2	Datenerhebung .....	63
3.3	Instrumente.....	64
<b>4</b>	<b>    <b>Ergebnisse</b></b> .....	<b>69</b>
4.1	Zum Einfluss vom Beruf auf die fluide Intelligenz.....	69
4.2	Zum Einfluss vom Beruf auf die mathematische Leistung .....	70
4.3	Zur Kontrolle des Bildungsniveaus.....	71
4.4	Zum Einfluss vom Beruf auf Zahlen-Kurzzeitgedächtnis: Zahlen vor- und nachsprechen .....	73
4.5	Zum Einfluss vom Beruf auf Buchstaben-Kurzzeitgedächtnis .....	75
4.6	Untersuchung des Zusammenhang zwischen der fluiden Intelligenz und der mathematischen Leistungen .....	77
<b>5</b>	<b>    <b>Diskussion</b></b> .....	<b>81</b>
5.1	Limitationen und Generalisierbarkeit.....	81
5.2	Ausblick für zukünftige Forschung.....	82
5.3	Zusammenfassung.....	83
<b>6</b>	<b>    <b>Anhang</b></b> .....	<b>87</b>
6.1	Einwilligungserklärung (arabische und deutsche Version).....	87
6.2	Information für die Probanden (arabische und deutsche Version).....	89
6.3	Versuchspersonenblatt (arabische und deutsche Version) .....	93
6.4	Händigkeitsfragebogen (arabische und deutsche Version) .....	95
6.5	Mathematische Aufgaben (arabische und deutsche Version) .....	97
6.6	Zahlennachsprechen (vorwärts und rückwärts).....	104
6.7	Buchstabennachsprechen (vorwärts und rückwärts) .....	106
	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>108</b>
	<b>Erklärung zum Eigentel</b> .....	<b>114</b>
	<b>Danksagung</b> .....	<b>115</b>

## Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1-1:</i> Vergleich von Mensch- und Tierphysiognomien (Aus Gerling, 1930, zit. nach Funke & Vaterrodt, 2009) .....	11
<i>Abbildung 1-2:</i> Generalfaktortheorie der Intelligenz von Spearman (modifiziert nach Rost, 2009; S. 27) .....	17
<i>Abbildung 1-3:</i> Faktorentheorie der Intelligenz von Thurstone (modifiziert nach Rost, 2009; S. 32) .....	18
<i>Abbildung 1-4:</i> Hierarchisches Intelligenzmodell von Vernon (modifiziert nach Rost, 2009; S. 47) .....	20
<i>Abbildung 1-5:</i> Berliner Intelligenzstrukturmodell von Jäger (modifiziert nach Rost, 2009; S. 68).....	24
<i>Abbildung 1-6:</i> Drei-Schichten-Intelligenzmodell von Caroll (modifiziert nach Rost, 2009; S. 61) .....	25
<i>Abbildung 1-7:</i> EEG maps = kartographische Darstellung der Aktivierung der Hirnrinde (vgl. Neubauer & Stern, 2009; S. 132).....	30
<i>Abbildung 1-8:</i> Verarbeitungsstufen anhand der P- FIT- Theorie (Colom et al., 2010)...	33
<i>Abbildung 1-9:</i> Full-Scale-Intelligenz in einer Stichprobe von gesunden Probanden, nach dem der partielle Einfluss des Geschlechts und des Alters entfernt wurde (Luders et al., 2009) .....	34
<i>Abbildung 1-10:</i> Korrelation zwischen der Dicke des Corpus Callosum und Intelligenz (IQ) (Luders et al., 2007).....	35
<i>Abbildung 1-11:</i> Visuell evozierte Potentiale bei Personen mit hoher und niedriger Intelligenz (Ertl & Schafer, 1969, aus Eysenck, 1979, zit. nach Rost, 2009; modifiziert; S. 223).....	36
<i>Abbildung 1-12:</i> Prozentsatz der korrekten Antworten in der Arbeit von Katja Boedeker (Katja Boedeker, 2006, zit. nach Neubauer & Stern, 2009; modifiziert) .....	41
<i>Abbildung 1-13:</i> Das Portal der Darb-i Imam Moschee in Esfahan (Makovicky, 2007) .....	47
<i>Abbildung 1-14:</i> Foto von A. Sevrugium (ca. 1870er Jahre) über den octagonalen Gunbad-i kabub Grabturm in Maragha, Iran (Jahr 1197) (Lu & Steinhardt, 2007) .....	48
<i>Abbildung 1-15:</i> Diagramme für den Breitengrad von Kairo und eine universell einsetzbare Sonnenuhr aus einer Abhandlung aus dem Agypten des 15. Jahrhunderts über die Theorie der Sonnenuhren von al- Karadisi, einem muwaqqit (Berggren, 2011; S. 94) .....	50
<i>Abbildung 1-16:</i> Zeichnen eines gewöhnlichen 10/3 Stern- Musters mit der direkten „Bandelwerk-Methode“ (Lu & Steinhardt, 2007) .....	52
<i>Abbildung 1-17:</i> Der komplette Satz Girih- Kacheln: Decagon, Pentagon, Hexagon, „Fliege“ und Rhombus (Lu & Steinhardt, 2007).....	53

<i>Abbildung 1-18: Methode zur Herstellung von Girih-Mustern (Lu &amp; Steinhardt, 2007)</i> .....	55
<i>Abbildung 1-19: (A-C) Fotos von marokkanischer Stuckateur-Arbeit aus der Stadt Marrakesch</i> .....	57
<i>Abbildung 3-1: Bildungsniveau der Stuckateure</i> .....	63
<i>Abbildung 3-2: Bildungsniveau der Bauarbeiter</i> .....	63
<i>Abbildung 3-3: Beispielaufgabe aus dem Standard progressive Matrices-Test</i> .....	65
<i>Abbildung 4-1: Fluide Intelligenz der marokkanischen Stuckateure und Bauarbeiter. Die Fehlerbalken kennzeichnen den Standardfehler des Mittelwertes *** <math>p &lt; 0,001</math></i> .....	69
<i>Abbildung 4-2: Mathematische Leistung der marokkanischen Stuckateure und Bauarbeiter. Die Fehlerbalken kennzeichnen den Standardfehler des Mittelwertes, ** <math>p &lt; 0,01</math></i> .....	70
<i>Abbildung 4-3: Bildungsniveau der marokkanischen Stuckateure und Bauarbeiter. Die Fehlerbalken kennzeichnen den Standardfehler des Mittelwertes. Die beiden Mittelwerte sind nicht signifikant unterschiedlich</i> .....	71
<i>Abbildung 4-4: : Anzahl der Schulungsjahre der marokkanischen Stuckateure und Bauarbeiter. Die Fehlerbalken kennzeichnen den Standardfehler des Mittelwertes. Die beiden Mittelwerte sind nicht signifikant unterschiedlich</i> .....	72
<i>Abbildung 4-5: Zahlennachsprechen vorwärts bei den marokkanischen Stuckateuren und Bauarbeitern. Die Fehlerbalken kennzeichnen den Standardfehler des Mittelwertes. Die beiden Mittelwerte sind nicht signifikant unterschiedlich</i> .....	73
<i>Abbildung 4-6: Zahlennachsprechen rückwärts bei den marokkanischen Stuckateuren und Bauarbeitern. Die Fehlerbalken kennzeichnen den Standardfehler des Mittelwertes. Die beiden Mittelwerte sind nicht signifikant unterschiedlich</i> .....	74
<i>Abbildung 4-7: Buchstabennachsprechen vorwärts bei den marokkanischen Stuckateuren und Bauarbeitern. Die Fehlerbalken kennzeichnen den Standardfehler des Mittelwertes. Die beiden Mittelwerte sind nicht signifikant unterschiedlich</i> .....	75
<i>Abbildung 4-8: Buchstabennachsprechen rückwärts bei den marokkanischen Stuckateuren und Bauarbeitern. Die Fehlerbalken kennzeichnen den Standardfehler des Mittelwertes. Die beiden Mittelwerte sind nicht signifikant unterschiedlich</i> .....	76
<i>Abbildung 4-9: Korrelation zwischen der fluiden Intelligenz und der Anzahl gelöster mathematischer Aufgaben für die gesamte Stichprobe</i> .....	77
<i>Abbildung 4-10: Korrelation zwischen der fluiden Intelligenz und der Anzahl gelöster mathematischer Aufgaben für die marokkanischen Stuckateure (<math>r = -0,134; p &gt; 0,05</math>)</i> .....	78
<i>Abbildung 4-11: Korrelation zwischen der fluiden Intelligenz und der Anzahl gelöster mathematischer Aufgaben für die marokkanischen Bauarbeiter (<math>r = -0,32; p &gt; 0,05</math>)</i> .....	79

## **Tabellenverzeichnis**

<i>Tabelle 1-1:</i> Beispielhafte Bestimmung des Intelligenzalters (IA) eines 7-jährigen Kindes (Preckel & Brüll, 2008; S. 54).....	15
<i>Tabelle 1-2:</i> Zuordnung gängiger Intelligenztestskalen zu den Bereichen der fluiden bzw. kristallinen Intelligenz (Funke & Vaterrodt, 2009; S. 46) .....	22
<i>Tabelle 1-3:</i> Durchschnittlicher IQ diverser Berufsgruppen (Harrell & Harrell, 1945; Engelbrecht, 1994, zit. nach Rost, 2009; S. 209) .....	43
<i>Tabelle 1-4:</i> Vorhersage des Berufserfolgs: Intelligenz in Konkurrenz mit anderen psychologischen Variablen (Hunter & Hunter, 1984, zit. nach Rost, 2009; S. 214).....	45
<i>Tabelle 3-1:</i> Zusammensetzung der Stichprobe wieder aufgegliedert nach Beruf, Schuljahre, Bildungsniveau, Berufsjahre und Alter .....	62

## Einleitung

In der Psychologie wird die „Intelligenz“ als das am besten erforschte Persönlichkeitsmerkmal betrachtet und gilt auch als Schlüsselmerkmal für verschiedene wichtige Lebensbereiche, wie Beruf- und Ausbildungserfolg (Preckel & Brüll, 2008). Obwohl in den vergangenen Jahrzehnten intensiv geforscht wurde, gehen viele Meinungen sehr weit auseinander, was genau Intelligenz sei (Funke & Vaterrodt, 2009).

Im Hinblick auf die psychologische Diagnostik spielt die Messbarkeit der menschlichen Intelligenz eine große Rolle. Daher sind Intelligenztests heutzutage unerlässlich, da sie z. B. die Grundlage für die Beurteilung der geistigen Behinderungsgrade nach dem ICD-10 bilden (WHO, 1994) bilden. Es gibt zahlreiche Modelle und Vorstellungen, die den Begriff „Intelligenz“ erläutern (s. Kapitel 1.4). Cattell (1963, 1987) z. B. ging davon aus, dass die fluide Intelligenz genetisch bedingt sei und durch biologische Reifungsprozesse zur Ausprägung komme. Darüber hinaus ging er noch davon aus, dass die fluide Intelligenz von der Schulbildung und kulturellen sowie gesellschaftlichen Einflüssen weit unabhängig sei. Karim (2000) konnte jedoch anhand einer Längsstudie zeigen, dass der kognitive Anspruch der Beschulungsform die Entwicklung der fluiden Intelligenz beeinflusst. Zum Einfluss der beruflichen Tätigkeit auf die Entwicklung der fluiden Intelligenz fand Schallberger (1979, 1988) empirische Evidenz dafür, nämlich dass das kognitive Anforderungsniveau der beruflichen Tätigkeit die fluide Intelligenz auch beeinflussen kann.

Inwiefern die berufliche Beschäftigung mit geometrischen Mustern, die auf komplexe mathematische Muster basieren, die fluide Intelligenz beeinflusst, ist bis jetzt noch nicht erforscht worden und soll im Rahmen dieser Doktorarbeit geklärt werden.

Die folgende Arbeit gliedert sich in folgende Abschnitte: Da sich schon lange Menschen mit dem Konstrukt „Intelligenz“ befasst haben, wird im Kapitel 1.1 die Geschichte der Intelligenzentwicklung zusammengefasst. Die Kapiteln 1.2 und 1.3 vermitteln die wichtigen Grundlagen zum Thema Intelligenztests. Im Kapitel 1.4 wird über die psychometrischen Modelle der Intelligenz besprochen. Weitere Ansätze zur Erforschung der Intelligenz werden in Kapitel 1.5 bis 1.7 erläutert, wobei im Kapitel 1.8 über



die mathematisch-geometrische Komplexität der islamischen Muster in Mittelalter diskutiert wird. In Kapitel 2 werden die Fragestellungen und Hypothesen der vorliegenden Arbeit abgeleitet, und in Kapitel 3 die Methode und die Instrumente zur Datenerhebung erläutert.

In Kapitel 4 werden die Ergebnisse dargestellt. Im fünften Kapitel werden die Ergebnisse diskutiert sowie einige interessante Forschungsperspektiven dargestellt.

Im sechsten und letzten Kapitel 6 sind schließlich alle Testinstrumente in arabische und deutsche Version dargestellt.

# 1 Theoretischer Hintergrund

## 1.1 Geschichte der Intelligenzmessung

Schon lange haben sich viele Forscher mit der Frage beschäftigt, wie man die Intelligenz messen könnte, um die Qualifikation von Menschen für bestimmte Aufgaben bestimmen zu können (Preckel & Brüll, 2008).

Im Vordergrund der Intelligenzforschung stand die Fragestellung, geeignete Verfahren und Methoden zu entwickeln, um Intelligenzunterschiede zwischen Menschen zu erfassen (Preckel & Brüll, 2008). Im Folgenden werden einige Forscher vorgestellt, die durch ihr Werk, die Intelligenztestung beeinflusst haben. Aristoteles versuchte anhand physiognomischer Merkmale und Ausdruckserscheinungen wie Mimik oder Handschrift die Intelligenz zu diagnostizieren. Durch Aristoteles wurde in der Antike eine ausführliche Arbeit über die Physiognomie geschrieben, die als Lehre von der Deutung der Art eines Menschen, welche anhand seiner Ausdruckserscheinungen und insbesondere aus seinen Gesichtszügen charakterisiert werden kann. Aristoteles hat Unterschiede zwischen Menschen- und Tierphysiognomen verglichen und dabei die Ähnlichkeit bei dummen Menschen mit der Physiognomie des Esels oder bei hinterlistigen Menschen mit der einer Katze festgestellt. Siehe Abbildung 1.1 (vgl. Funke & Vaterrodt, 2009).



Abbildung 1-1: Vergleich von Mensch- und Tierphysiognomien (Aus Gerling, 1930, zit. nach Funke & Vaterrodt, 2009)

Ein anderer Zweig zur Beurteilung der geistigen Fähigkeit stammt von Franz Joseph Gall. Während seiner Schulzeit hatte Gall schon bei seinen Schulkameraden einen Zusammenhang zwischen der Kopfform und bestimmten geistigen Fähigkeiten entdeckt. Anhand dieser Beobachtung entwickelte er als Arzt und als Hirnforscher in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts die Schädellehre, wonach Begabungen anhand der Schädel- und Gesichtseigenschaften zu erkennen sind (vgl. Funke & Vaterrodt, 2009).

Sir Francis Galton stellte die Intelligenz als eine generelle kognitive Fähigkeit dar, die bei jeder Art von kognitiver Aufgabe benötigt wird. Je nach Aufgabenart fordert jede Aufgabe ein bestimmtes Ausmaß dieser kognitiven Fähigkeit, um sie lösen zu können

(Galton, 1883, zit. nach Weber & Rammsayer, 2012). Er lebte in einer Zeit, in der evolutionstheoretische Ideen von großer Bedeutung waren. Galton ging davon aus, dass Unterschiede in der Intelligenz zwischen Menschen eine erbliche Grundlage hätten und begründete diese in seinem veröffentlichten Buch „Hereditary Genius“ (Galton, 1869, zit. nach Preckel & Brüll, 2008) durch die Analyse der Stammbäume von berühmten und außergewöhnlichen Personen in bestimmten Familien (Galton, 1869, zit. nach Preckel & Brüll, 2008). Da er der Auffassung war, dass Psychometrie eine Fortsetzung bzw. ein Sonderfall der Anthropometrie darstellt, legte er der Intelligenz analog zu biologischen Merkmalen eine Normalverteilung zugrunde. Desweiteren beabsichtigte er dadurch die Klassifikation verschiedener Intelligenzstufen. Basierend auf dem bereits erwähnten Gesetz, prüfte er den Zusammenhang zwischen zwei Variablen und entwickelte das Korrelationsverfahren „Index of Correlation“, das zur Produkt-Moment-Korrelation weiterentwickelt wurde. Außerdem benutzte Galton den Begriff „Test“ für eine Methode, mit der er Leistungen quantitativ erfasste. Um höhere geistige Fähigkeiten feststellen zu können, entwickelte er Testverfahren zur sensorischen Unterscheidungsfähigkeit. Damit er auf möglichst viele Daten zurückgreifen konnte, eröffnete er 1884 das anthropometrische Laboratorium in London (vgl. Karim, 2000).

Galton ging davon aus, dass Intelligenz auf physiologische Sinnesfunktionen und Reaktionszeiten basierend ist. Diese Theorie wurde von James McKeen Cattel (1890) aufgegriffen. Von ihm wurde im Jahr 1890 in dem Artikel „Mental tests and measurement“ eine Reihe von Tests entwickelt, die als „mental tests“ bezeichnet wurden, um die Intelligenz erfassen zu können (vgl. Preckel & Brüll, 2008). Die von Cattel entwickelten Tests bestanden z.B. aus Aufgaben, die Fähigkeit von Studenten messen konnten, z.B. die Studenten sollten feststellen, welches von zwei Gewichten das leichtere sei oder sie sollten schnell wie möglich auf ein akustisches Signal reagieren. Durch die von ihm im Jahr 1890 veröffentlichten Tests „Mental tests and measurement“ wurde die eigentliche Testpsychologie begründet (Funke & Vaterrodt, 2009).

## 1.2 Erste psychometrische Intelligenztests

Die Beschäftigung mit Intelligenztests hatte zwischen dem Ende des 19. Jahrhunderts und dem Anfang des 20. Jahrhunderts ihren Anfang. In dieser Zeit wurde in Frankreich

ein Gesetz verabschiedet, wonach alle Kinder verpflichtet sind, die Schule zu besuchen. Die Lehrer fanden sich mit dem Problem konfrontiert, dass manche Kinder dem regulären Schulunterricht nicht folgen konnten und Nachhilfe bräuchten. Ein zweites Problem bestand auch darin, dass manche Kinder aufgrund ihres sozialen Hintergrunds durch ihre Lehrer falsch eingeschätzt wurden. Daher hat sich die Frage gestellt, wie man feststellen könnte, welche Kinder einen speziellen Förderunterricht brauchen? (Myers, 2008).

Alfred Binet (1857-1911) wurde von dem französischen Bildungs- und Erziehungsminister beauftragt einen objektiven Test der geistigen Leistungsfähigkeit zu entwickeln, der normale Entwicklungsverläufe von kognitiver Entwicklungsstörung bei Schulkindern unterscheiden kann. Mit diesem Ziel hatte Binet die Hoffnung, dass Schüler mit solchen Tests nicht mehr durch ihre Lehrer falsch beurteilt werden und sie ihre Schule verlassen (Gerrig & Zimbardo, 2008).

Binet ersetzte die davor von vorherigen Forschern verwendeten Materialien, z.B. wurde anstelle von Sinnesaufgaben anderes komplexeres Aufgabenmaterial genutzt. Binet hatte Intelligenz nicht explizit definiert, sondern verstand darunter eher alltagsbezogene Fähigkeiten (Preckel & Brüll, 2008). In der Zusammenarbeit mit seinem Kollegen Henri wurde im Jahr 1896 ein Testverfahren vorgeschlagen, das insgesamt elf verschiedene Fähigkeiten messen konnte. Diese Fähigkeiten waren Gedächtnis, visuelle Vorstellungen, Vorstellungskraft, Aufmerksamkeit, Verständnis, Beeinflussbarkeit, ästhetisches Empfinden, Willenskraft, moralischen Empfinden, motorische Fertigkeiten und Raumvorstellung. Am Anfang des 20. Jahrhunderts und auf Betreiben des französischen Erziehungsministeriums wurden Binet und seinen Schüler Theophile Simon beauftragt, ein Testverfahren für Kinder zu entwickeln, um Lehrbehinderungen erkennen zu können. Das Hauptziel dieses Auftrags bestand darin, Kinder mit Lernbehinderungen einen besonderen Förderunterricht anzubieten, um ihre Fähigkeiten zu verbessern (Funke & Vaterrodt, 2009).

Durch Binet wurde bis heute die Basis moderner Intelligenztestes gebildet. Er ersetzte die absoluten Messungen von Galton und Cattell durch relative normative Messungen. Seine Vorstellung bei der Intelligenzmessung war, das chronologische Alter zu berücksichtigen.

sichtigen und festzustellen, ob das Alter eines Kindes seiner kognitiven Fähigkeit entspricht oder nicht (Preckel & Brüll, 2008).

### **1.3 Zur Entwicklung von psychometrischen Intelligenztests**

Wie schon oben erwähnt wurde, erhielten Binet und Simon den Auftrag ein objektives Testverfahren zu entwickeln, anhand dessen bestimmt werden konnte, welche Kinder aufgrund intellektuellen Defiziten dem regulären Schulunterricht nicht folgen konnten, da eine präzise Diagnostik schwachbegabter Kinder im Rahmen pädagogischer Maßnahmen immer notwendiger wurde. Von den beiden wurde im Jahr 1905 ein durchführbarer Intelligenztest präsentiert (Myers, 2008).

Binets Idee war, das chronologische Alter heranzuziehen um Leistungen nicht absolut, sondern in Relation zum chronologischen Alter zu bewerten. Er ordnete mit Simon Testaufgaben je nach Altersgruppen anhand der entsprechenden Lösungsfähigkeiten jeder Altersgruppe. So wurde Kindern einer Altersstufe eine Anzahl von Testitems vorgelegt und zunächst eine durchschnittliche Leistung der Altersgruppe berechnet, um die Einzelleistung der Kinder anschließend mit dieser zu vergleichen (Preckel & Brüll, 2008). Für jede Altersstufe von 3 bis 10 Jahren entwickelten Binet und Simon heterogene und unterschiedlich schwere Aufgaben, die von 50 bis 70 % der Kinder der entsprechenden Altersstufe gelöst werden konnten. Prinzipiell konnte man sagen, dass eine Aufgabe für eine Altersgruppe gut geeignet wäre, wenn sie möglichst von vielen Kindern eines bestimmten Alters gelöst werden könnte. Als Maß für die Intelligenz ergab sich das Intelligenzalter (IA), das im Mittel über alle Kinder, jedoch nicht im Einzelfall dem Lebensalter (LA) entsprechen musste (Stemmler et al., 2011). Mit diesem Prozess legten Binet und Simon die Grundlage für die Messung der Intelligenz. Tabelle 1.1 zeigt uns beispielhaft die Bestimmung des Intelligenzalters (IA) eines 7-jährigen Kindes.

*Tabelle 1-1:* Beispielhafte Bestimmung des Intelligenzalters (IA) eines 7-jährigen Kindes (Preckel & Brüll, 2008; S. 54)

		Altersreihe					
Aufgabe	6	7	8	9	10	11	
1	+	+	-	+	+	-	
2	+	+	+	+	+	-	
3	+	-	+	-	-	-	
4	+	-	+	-	-	-	
5	+	+	-	-	-	-	

Das Intelligenzalter (IA) kann nach der folgenden Formel berechnet werden:

$$IA = GA + (k \cdot 12) / n \quad (1.1)$$

Wobei GA: Intelligenzgrundalter

k: Anzahl zusätzlich gelöster Aufgaben

n: Anzahl der Aufgaben pro Altersstufe.

Bei unserem Beispiel ist das IA dann:

$$IA = 6 + (10 \cdot 12) / 5 = 6 \text{ Jahre} + 24 \text{ Monate} = 8 \text{ Jahre (Preckel \& Brüll, 2008)}.$$

Da jedoch eine bestimmte Differenz zwischen Intelligenzalter (IA) und Lebensalter (LA) bei verschiedenen Altersstufen eine völlig andere Bedeutung hatte, wie Binet und Simon später feststellten, schlug der deutsche Psychologe William Stern (1871-1938) im Jahr 1912 vor, dass IA durch das LA geteilt und das Ergebnis entsprechend mit 100 multipliziert wird, um diese Verzerrungen zu vermeiden, was als Geburtsstunde des Intelligenzquotienten bezeichnet wurde (Preckel & Brüll, 2008):

$$IQ = \frac{IA}{LA} \times 100 \quad (1.2)$$

Anhand der obigen Formel (1.2) besitzt nach dieser Formel das 7-jährige Kind einen Intelligenzquotienten von 114 (Da:  $IQ = 100 * IA / LA$ , d.h.  $IQ = 100 * 8 / 7 = 114$ )

Von besonderem Nachteil war jedoch der Umstand, dass diese Berechnung einen gravierenden Mangel aufweist, weil wenn das LA ansteigt, verbessert sich die kognitive Leistung nicht mehr. Für Erwachsene den IQ mit dieser Formel zu berechnen ist eher sinnlos. Aus diesem Grund kam der Amerikaner David Wechsler, der sich immer für die Intelligenz im Erwachsenenalter beschäftigte, mit einer Lösung dieses Problems. Im Jahr 1932 wurde der IQ als „Abweichungsquotient“ eingeführt und dadurch wurde eine Abweichung zwischen individuellen Leistungswert und dem Leistungswert der entsprechenden Altersgruppe ermittelt. Der *Stanford-Binet-Test* stellte lange Zeit den *Goldstandard* dar, anhand dessen neue Testverfahren entwickelt wurden. Die fünfte und letzte Revision dieses Testverfahrens war im Jahr 2003 (Funke & Vaterrodt, 2009).

## 1.4 Psychometrische Modelle der Intelligenz

Im folgenden Abschnitt werden die wichtigsten Intelligenzmodelle und –theorien dargestellt. Es handelt sich dabei um Vorstellungen, was unter Intelligenz zu verstehen ist. Einige ältere Modellvorstellungen entsprechen heute nicht mehr dem wissenschaftlichen Zustand, werden aber noch hier aufgezeigt.

### 1.4.1 Das Zweifaktoren- oder Generalfaktormodell von Spearman (1904)

Im Jahr 1904 publizierte Charles Spearman im *American Journal* mit Hilfe des Generalfaktormodells der Faktorenanalyse einen einflussreichen Artikel „General Intelligence“ seine Zweifaktorenmodell, wodurch dann das erste Intelligenzmodell ans Licht gebracht wurde. Spearman war aufgefallen, dass Schulleistungen, die z.B. Schüler in sehr unterschiedlichen Intelligenztests erzielt hatten, hoch miteinander korrelierten. Anhand dieser Beobachtungen ging er davon aus, dass alle Aufgaben, die eine intellektuelle Fähigkeit zu ihrer Bewältigung erfordern, immer positiv miteinander zusammenhängen. Wer also in einem Schulfach eine gute Leistung erzielt, erreicht auch mit einer sehr großen Wahrscheinlichkeit bei einem anderen Schulfach eine gute Leistung. Spearman kam auf die Idee, dass diese Zusammenhänge auf eine Quelle zurückzuführen sind: Die



allgemeine Intelligenz. Diese wird in der englischen Literatur als *g-Faktor* oder kurz *g* genannt bezeichnet.

„Der *g-Faktor* kann am ehesten als Destillat der gemeinsamen Quelle interindividueller Leistungsunterschiede in Denktests verstanden werden, unabhängig von deren jeweiligen Eigenheiten wie Inhaltsklasse, benötigte Fertigkeiten oder Strategien etc. In diesem Sinne kann der *g-Faktor* grob mit dem Prozessor eines Computers verglichen werden“ (Jensen, 1998; Übersetzt von Preckel & Brüll, 2008; S. 12). Diese Hypothese wurde später bestätigt und gilt heutzutage als gesichertes Ergebnis (Rost, 2009). Spearman war auch aufgefallen, dass manche Testleistungen sehr eng miteinander zusammenhängen, andere hingegen nur sehr schwach. Um das wieder zu erklären nahm er an, dass neben *g* noch andere Faktoren existieren würden, nämlich jeder Faktor sei für eine bestimmte Leistung spezifisch und mit anderer Leistung nicht teilbar. Sein Intelligenzmodell geht davon aus, dass jede Intelligenztestleistung auf zwei Faktoren bestimmt wird, nämlich in erster Linie auf einem sogenannten „*general intelligence*“ bzw. *g-Faktor* der Intelligenz (Spearman, 1904, zit. nach Weber & Rammsayer, 2012), und repräsentiert die allgemeine Intelligenz, die jeder Mensch besitzt, und einen anderen, der spezifisch ist (*s-Faktor*), durch den die Unterschiede in allen Testaufgaben zu erklären sind. Nach dem Spearman-Modell ist der (*g-Faktor*) bei den Lösungen aller Testaufgaben der Intelligenzleistung beteiligt, der (*s-Faktor*) für die jeweilige Testaufgabe spezifisch. Die Abbildung 1.2 veranschaulicht Spearmans-Generalfaktortheorie.

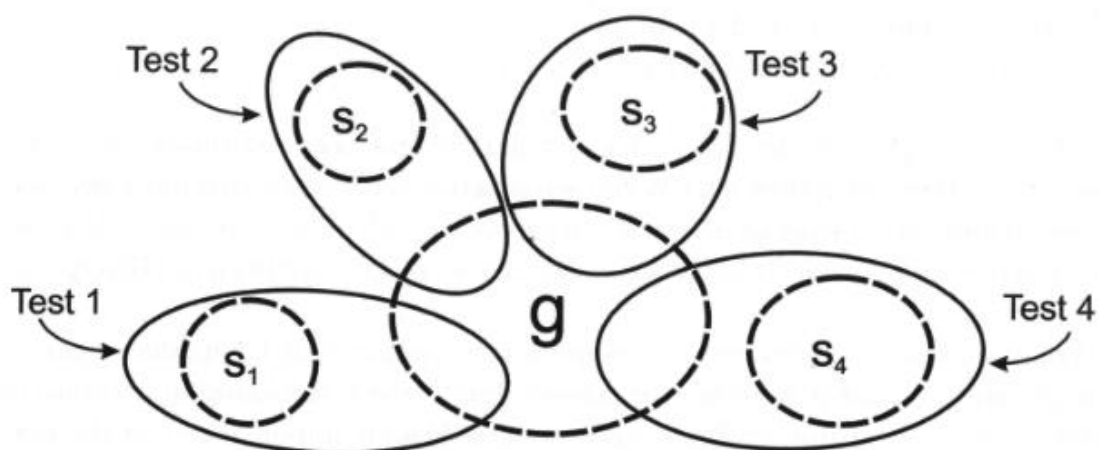


Abbildung 1-2: Generalfaktortheorie der Intelligenz von Spearman (modifiziert nach Rost, 2009; S. 27)

Die Theorie von Spearman, dass die Korrelation zwischen zwei Tests nur durch ihre jeweiligen Zusammenhänge mit  $g$  zu erklären sei, ist heutzutage nicht mehr haltbar. Es wurde empirisch gezeigt, dass bestimmte Aufgabentypen stärker miteinander zusammenhängen als ihre *jeweiligen  $g$ -Anteile* das seien. Auch sind zwischen den nach Spearman genannten speziellen Genarfaktoren noch (Rest-) Korrelationen zu finden. Die alleinige Erklärung von Intelligenzleistungen, durch nur zwei Faktoren  $g$  und  $s$ , ist daher nicht ausreichend. (Holling et al., 2004).

#### 1.4.2 Das Modell mehrerer gemeinsamer Faktoren

Die sogenannte Zwei-Faktorentheorie von Spearman wurde von vielen Forschern früh kritisiert. Als Spearman seine Theorie veröffentlichte, wurden danach andere Theorien der Intelligenz publiziert, z.B. Thorndike et al., (1927), die mit dem Buch „*The measurement of Intelligence*“ eine alternative Theorie vorstellten. In diesem Buch wurde die Intelligenz als Ensemble spezifischer, unabhängiger Fähigkeiten definiert. Etwa dreißig Jahre nach Spearmans Entdeckung zur Intelligenz wurde seine Theorie aufgrund des Ergebnisses eines von Thurstone (1936,1938) Forschungsprogramms zur Definition der Intelligenz erneut in Frage gestellt (Rost, 2009). Louis Leon Thurstone entwickelte die von Spearman aufgestellte Theorie zur Intelligenz weiter. Thurstone (1938) ging davon aus, dass die allgemeine Intelligenz  $g$  und die spezifischen Faktoren alleine das Intelligenzmodell nicht ausreichend definieren. Er erklärte intelligente Leistungen durch mehrere klar voneinander unterscheidbare generelle Faktoren, die er als *Primärfaktoren* bezeichnete. Daher entwickelte er ein alternatives Modell *mehrerer gemeinsamer Faktoren* (auch bekannt als „*Multiples Faktorenmodell*“ und „*Primärfaktorenmodell*“. Es sind insgesamt sieben *Primärfaktoren*: verbal comprehension, word fluency, number, space, memory, perception und reasoning.

Die Abbildung 1.3 zeigt einen Überblick über das Intelligenzmodell von Thurstone.

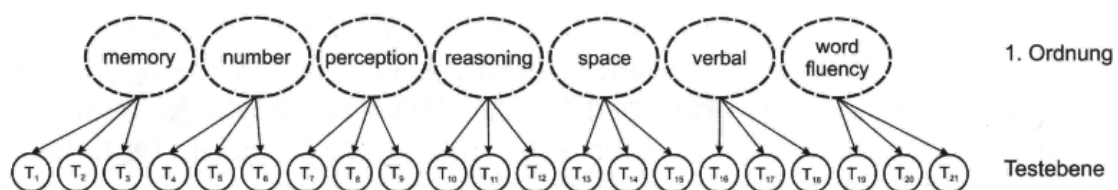


Abbildung 1-3: Faktorentheorie der Intelligenz von Thurstone (modifiziert nach Rost, 2009; S. 32)

Die Buchstaben beziehen sich jeweils auf die sieben Intelligenzfaktoren, die das zentrale Merkmal in Thurstones-Intelligenzmodell darstellen.

*v: verbal comprehension*

Sprachverständnis, Erfassen von Wortbedeutungen.

*w: word fluency*

Wortflüssigkeit, Leichtigkeit der Wortfindung.

*n: number*

Rechenfertigkeit, Geschwindigkeit und Präzision bei einfachen arithmetischen Aufgaben.

*s: space*

Raumvorstellung, Erkennen von Objekten unter anderem Bezugswinkel.

*m: memory*

Kurzzeitgedächtnis, Behalten paarweise gelernter Assoziationen.

*p: perceptual speed*

Wahrnehmungs- und Auffassungsgeschwindigkeit, Geschwindigkeit beim Vergleich oder Identifikation visueller Konfigurationen.

*r: reasoning*

Induktion, Schlussfolgerndes Denken im Sinne des Auffindens einer allgemeinen Regel in einer vorgegebenen Abfolge von Zahlen oder Symbolen und Anwendung derselben bei der Vorhersage des nächstfolgenden Elements.

### **1.4.3 Das Gruppenfaktoren-Modell**

Aus dem gewordenen Verhältnis zwischen dem Generalfaktor und den Einzelfaktoren wurden mehrere Theorien der Intelligenzmodelle entwickelt, die eine hierarchische Form von Intelligenzkomponenten annehmen. Als bekanntes Beispiel dafür soll das Gruppenfaktoren-Modell von Phillip E. Vernon (1950) erwähnt werden.

Das Modell besteht aus vielen Ebenen, wobei der *g*-Faktor die oberste Ebene der Intelligenz darstellt. Die Ebene unterhalb des *g*-Faktors besteht aus zwei Hauptgruppenfaktoren, die sogenannten „verbal-numerical-educational“ (*v:ed*) und „practical-mechanical-spatial-physical“ (*k:m*). Die nächst untere Ebene wird von sogenannten Untergruppenfaktoren gebildet, die die beiden Hauptgruppenfaktoren *v:ed* und *k:m* unterscheiden. Zum Hauptfaktor *v:ed* gehören u.a. die Untergruppenfaktoren: Verbale Fähigkeit, zahlengebundenes Denken, Geschwindigkeit, schlussfolgerndes Denken und Gedächtnis. Zum Hauptgruppenfaktor *k:m* gehören die Untergruppenfaktoren: räumliche Fähigkeit, Wahrnehmungsfähigkeiten, praktische Fähigkeiten, mechanische Fähigkeiten, psychomotorische Koordination und körperliche Fähigkeiten. Die unterste Ebene des Vernonschen Modells bilden viele spezifische Faktoren, wie beispielweise für den Untergruppenfaktor Verbale Fähigkeiten, sind Rechtsschreibung, Wortschatz, Leseverständnis, Lesegeschwindigkeit, und das Verstehen von Tabellen und Abbildungen. Für den Untergruppenfaktor Psychomotorische Koordination sind motorische Geschwindigkeit, Fingerfertigkeit, grobmotorische Fähigkeiten und athletische Fähigkeiten zuzuordnen (Weber & Rammsayer, 2012). In der Abbildung 1.4 ist dieses hierarchische Modell schematisch dargestellt.

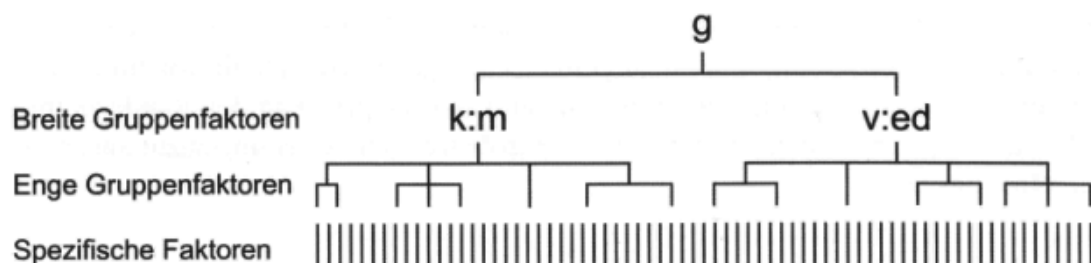


Abbildung 1-4: Hierarchisches Intelligenzmodell von Vernon (modifiziert nach Rost, 2009; S. 47)

Vernon (1961) war sich bewusst, dass dieses hierarchische Modell die tatsächliche Intelligenzstruktur stark vereinfacht und aus diesem Grund betrachte er es nur als eine Näherungslösung.

Das Gruppenfaktoren Modell von Vernon ermöglichte die Annahme eines *g*-Faktors, wie sie von Spearman vertreten wird, und die Vorstellung von *Primärfaktoren*, wie sie von Thurstone vertreten werden, in eine Theorie darzustellen. Vernon nahm auch an,

dass interindividuelle Differenzen in der Intelligenz auf den *g-Faktor* der Intelligenz zurückzuführen sind.

#### **1.4.4 Fluide und Kristalline Intelligenz nach Cattell**

Raymond B. Cattell (1963,1987) entwickelte aus Spearman's Zwei-Faktoren-Theorie und Thurstones Modell mehrere gemeinsame Faktoren ein anderes hierarchisches Intelligenzmodell. Cattell ging aber im Gegensatz zu Spearman davon aus, dass sich der *g-Faktor* aus zwei Facetten zusammensetze, die er als fluide und kristalline Intelligenz bezeichnete.

Er definierte die fluide Intelligenz *Gf* als Fähigkeit sich an neue Situationen anzupassen und neue Probleme lösen zu können, ohne dass früh gelerntes Wissen benötigt wird. Zur fluiden Intelligenz sind insbesondere die Fähigkeit zum schlussfolgernden Denken und Lösen abstrakter Probleme zuzuordnen, die von kulturellen und gesellschaftlichen Einflüssen unabhängig und laut Cattell mehr oder weniger von Geburt festgelegt seien. Cattell betrachte die fluide Intelligenz biologisch determiniert. Die fluide Intelligenz wächst bis zur Adoleszenz und erreicht ihren Maximum um das 14/15. Lebensjahr, nimmt dann aber langsam wieder ab. Die Fähigkeit neue Informationen aufzunehmen oder Beziehungsmuster zwischen Objekten zu erkennen, stellen Beispiele für die fluide Intelligenz dar. Zur Messung der fluiden Intelligenz gibt es sog. Kulturfair (cultur fair) Intelligenztests (Rost, 2009). Die Tabelle 1.2 zeigt, welche der gängigen Intelligenztestskalen fluide bzw. kristalline Intelligenz erfassen.

Tabelle 1-2: Zuordnung gängiger Intelligenztestskalen zu den Bereichen der fluiden bzw. kristallinen Intelligenz (Funke & Vaterrodt, 2009; S. 46)

Testskala	Fluid	Kristallin
Figurale Beziehungen	++	0
Gedächtnisspanne	++	0
Induktives Schließen	+	0
Allgemeines Problemlösen	+	+
Semantische Beziehungen	+	+
Formales Denken	+	+
Umgang mit Zahlen	0	0
Bewertung von Erfahrung	0	+
Verbales Verständnis	0	++

Als kristalline Intelligenz  $G_c$  bezeichnete Cattell das erworbene Wissen und kognitive Fertigkeiten, die von Kumulierung von Lernerfahrungen und Erziehungseinflüssen abhängig sind. Die kristalline Intelligenz, laut Cattell, bildet sich bis ins höhere Lebensalter weiter aus, im Gegensatz zur fluiden Intelligenz, die bis zur Adoleszenz anwächst und dann wieder langsam abnimmt. Die kristalline Intelligenz umfasst also die Fähigkeit, vertraute Informationen zu verarbeiten sowie das erworbene Wissen anzuwenden (Berg, 2000) und ist aus diesem Grund kulturabhängig. Kristalline Intelligenz kann in Testaufgaben erfasst werden, die Vorwissen oder Vorbildung voraussetzen (z.B. Testaufgaben des Wortschatzes oder des Allgemeinwissens). Anhand solcher Tests kann festgestellt werden, dass  $G_c$  im Laufe der Lebensspanne bis ins höhere Lebensalter anwächst (Preckel & Brüll; 2008), aber laut Heller (2000) ist  $G_c$  am besten mit den sogenannten „Power-Tests“ zu erfassen.

Cattells-Annahme, dass die fluide Intelligenz  $G_f$  stärker als die kristalline Intelligenz  $G_c$  genetisch determiniert ist, sei umstritten (Horn, 1988), und dass das  $G_f$  von Geburt an festgelegt und von kulturellen und gesellschaftlichen Einflüssen unabhängig ist, sei bis-

lang empirisch kaum gesichert (Mackintosh, 1998). Andere Autoren betonten, dass die Ausprägung der fluiden Intelligenz von Unterricht und Erziehung beeinflusst würde (Snow & Yalow, 1982).

Ein sehr wichtiger Punkt in Cattels-Theorie ist die sog. Investment Theorie. Cattell ging davon aus, dass die fluide Intelligenz *Gf* die Voraussetzung für die Entwicklung der kristallinen Intelligenz darstellt (Preckel & Brüll, 2008). Die von Cattell geäußerte Annahme, dass die Ausprägung der kristallinen Intelligenz *Gc* von den individuellen Unterschieden in der fluiden Intelligenz *Gf* abhängig sei, konnte bislang nicht ausreichend empirisch abgesichert werden (Holling et al., 2004).

#### **1.4.5 Das Berliner Intelligenzstrukturmodell von Jäger**

Das Berliner Strukturmodell der Intelligenz (*BIS*), von dem deutschen Psychologen Jäger Otto (1984), stellt ein *integratives* Strukturmodell der Intelligenz dar. Jägers Ziel war, konkurrierende Strukturmodelle der Intelligenz von den vorherigen Psychologieforschern z.B. Spearman und Thurstone in einem Gesamtmodell darzustellen (Preckel & Brüll, 2008). Jäger sammelte alle verfügbaren Operationalisierungen von Intelligenz- und kreativitätsbezogenen Aufgabenstellungen (Items) und fand rund 2000 Items, die auf 191 Aufgabenblöcke mit 198 Aufgabentypen reduziert wurden. Im letzten Schritt wurden diese Aufgaben von 545 männlichen/weiblichen Gymnasiasten bearbeitet und dann ausgewertet (Rost, 2009).

Das Berliner Intelligenzstruktur-Modell von Jäger (1984) umfasst zwei Modalitäten, die er als Operationen und Inhalte bezeichnete. Bei den Operationen unterscheidet Jäger vier (K, E, M, B), bei den Inhalten drei unterschiedliche Facetten (F, V, N), die sich kreuzen und insgesamt 12 Leistungsaspekte für intellektuelle Fähigkeit repräsentieren. Die Abbildung 1.5 veranschaulicht das Berliner Intelligenzmodell nach Jäger (1984).

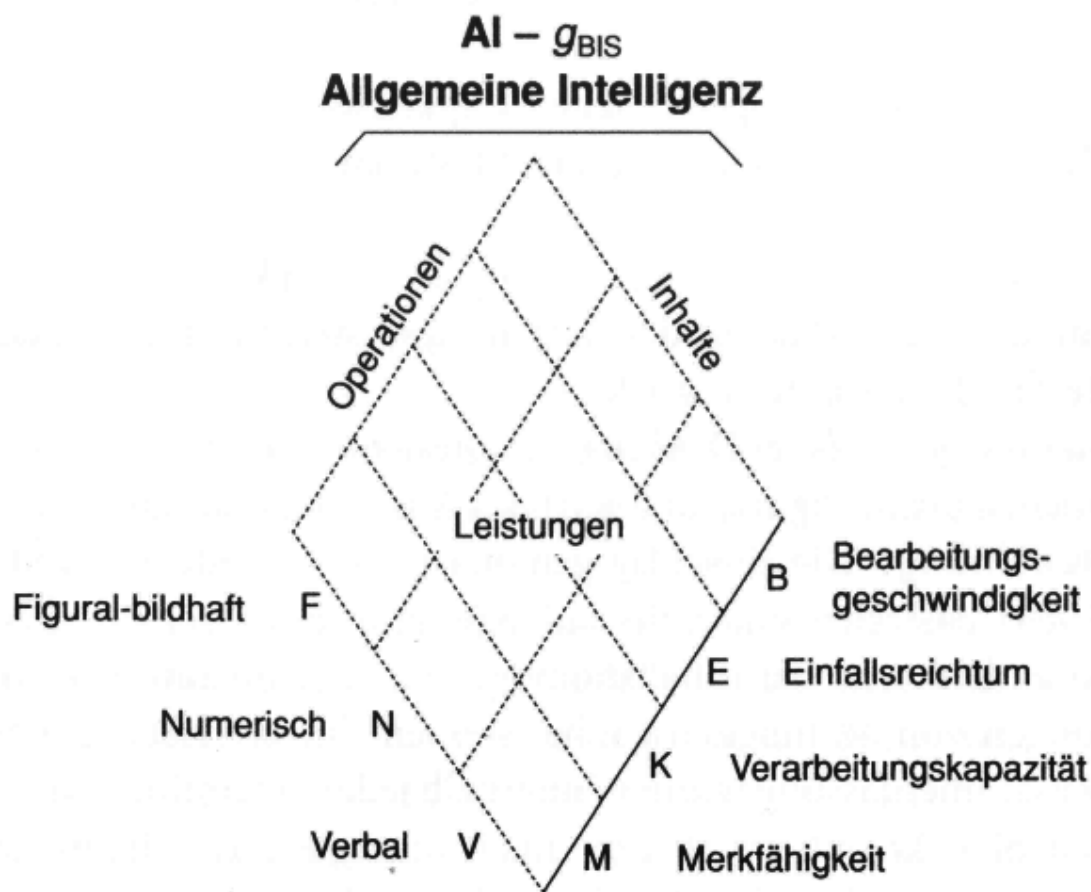


Abbildung 1-5: Berliner Intelligenzstrukturmodell von Jäger (modifiziert nach Rost, 2009; S. 68)

Es geht bei diesem Modell nicht um Primärfaktoren wie z.B. bei Thurstone, sondern um multifaktoriell bedingte Leistungen. Jeder der vier Operationsfacetten kann jeweils mit den drei unterschiedlichen Leistungen kombiniert werden. Ein wichtiger Punkt in Jägers Modell ist die Existenz eines *g-Faktors*, der als Integral aller Fähigkeiten dargestellt und als *Allgemeine Intelligenz* bezeichnet wird.

Das Berliner Intelligenzstruktur-Modell fasste das Konzept von Spearman's *g-Faktor* als auch Thurstones Vorstellung von Primärfaktoren der Intelligenz zusammen. Leider aber ist dieses Modell international kaum bekannt (Weber & Rammsayer, 2012), obwohl seine Gültigkeit in vielen Untersuchungen bestätigt wurde (Preckel & Brüll, 2008).

#### 1.4.6 Die Drei Intelligenzschichten nach Caroll

Von Caroll wurde das prominenteste und weiterhin anerkannte Modell der Intelligenz des Menschen entwickelt und im Jahr 1993 im Buch *Human cognitive abilities* veröf-



fentlicht. Carroll sammelte 461 Datensätze aus den Jahren 1925 bis 1987 und untersuchte sie mit faktorenanalytischen Methoden und dadurch entwickelte er sein Intelligenzmodell (Rost, 2009).

Als Ergebnis seiner Forschung legte Carroll (1993) das sogenannte „*Three-Stratum Model of Human Cognitive Abilities*“ vor. Bei diesem Modell der Intelligenz geht es um ein Strukturmodell, das drei hierarchische Schichten beinhaltet. Die Abbildung 1.6 veranschaulicht das Intelligenzmodell nach Carroll.

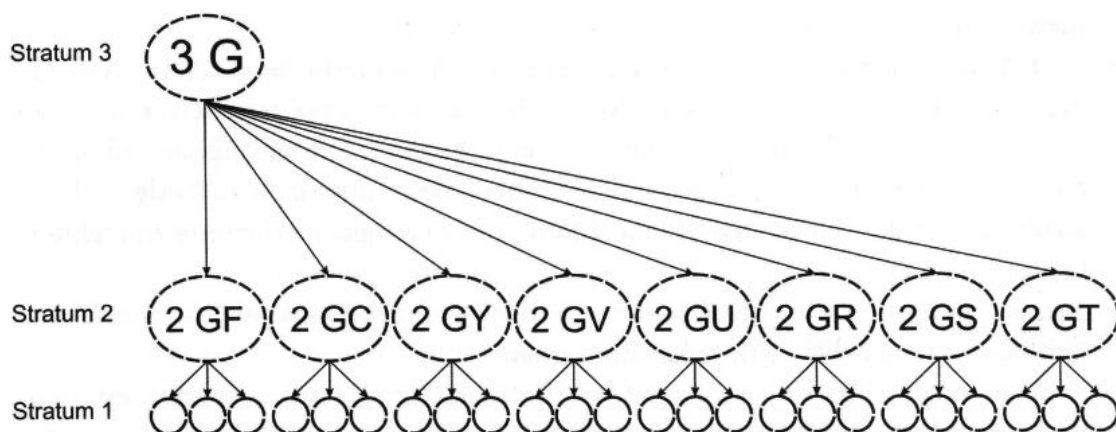


Abbildung 1-6: Drei-Schichten-Intelligenzmodell von Carroll (modifiziert nach Rost, 2009; S. 61)

Die oberste Schicht, Stratum 3, enthält den *Generalfaktor G* der Intelligenz und entspricht damit dem *g-Faktor* im Zwei-Faktoren-Modell von Spearman. Nach Carroll liegt der *g-Faktor* allen intellektuellen Fähigkeiten zugrunde und sollte erblich sein. Die mittlere Schicht bildet das Stratum 2 und umfasst insgesamt *acht Faktoren*, die mit den *spezifischen Faktoren* der untersten Schicht in Verbindung stehen. Diese acht Faktoren repräsentieren überdauernde Fähigkeiten eines Individuums und entscheiden für die Leistung eines Menschen in einem Fähigkeitsbereich. Diese acht Faktoren sind:

1. *GF*: Fluide Intelligenz,
2. *GC*: Kristalline Intelligenz,
3. *GY*: Allgemeines Gedächtnis und Lernen,
4. *GV*: Allgemeine visuelle Wahrnehmung,
5. *GU*: Allgemeine akustische Wahrnehmung,
6. *GR*: Allgemeine Zugriffsfähigkeit,

7. *GS*: Allgemeine kognitive Geschwindigkeit,
8. *GT*: Verarbeitungsgeschwindigkeit.

Diese acht Faktoren sind nach ihrer Stärke des Zusammenhangs mit dem *g-Faktor* der Intelligenz aufgelistet, z.B. die fluide Intelligenz verfügt über den stärksten, die Verarbeitungsgeschwindigkeit über den schwächsten Zusammenhang mit dem *g-Faktor* (Stratum 3). Die unterste Schicht, die sog. Stratum 1 sind 69 *spezifische Faktoren* angesiedelt und stellen spezifische kognitive Fähigkeiten dar, wie z.B. schlussfolgerndes Denken, lexikalisches Wissen, Gedächtnisspanne, Visualisierung, Sprachdiskrimination, Einfallreichtum, etc...

Carroll fasste durch sein Drei-Schichten-Modell der Intelligenz die Forschung der Intelligenz von mehr als 60 Jahren zusammen. Ihm ist es gelungen anhand bereits vorliegenden Intelligenzmodellen, wie die Annahme eines *g-Faktors* von Spearman, das Konzept der Primärfaktoren von Thurstone, sowie die Vorstellung von fluider und kristalliner Intelligenz nach Cattell, in einem Intelligenzmodell zu repräsentieren (Weber & Rammsayer, 2012).

#### **1.4.7 Die Theorie der multiplen Intelligenzen**

Der Amerikaner Howard Gardner (1991) beschrieb in seinem erschienen Buch 1983 „*Frames of Mind*“ sechs verschiedene Intelligenzformen (Funke & Vaterrodt, 2009). Gardner definierte die Intelligenz als die „Fähigkeit, Probleme zu lösen oder Produkte zu schaffen, die im Rahmen einer oder mehrerer Kulturen gefragt sind“ (Weber & Rammsayer, 2012; S. 193). Neben der klassischen Intelligenzformen, der sprachlichen, der logisch-mathematischen und der räumlichen Intelligenz, die von verschiedenen Forschern schon propagiert werden, definierte Gardner andere, weitere eigenständige Intelligenzformen: die musikalische, die motorische und die personale Intelligenz.

1. Sprachliche Intelligenz: Kann mit Aufgaben des Sprachverstehens, Schreibens, Redens und Lesens getestet werden.
2. Logisch-mathematische Intelligenz: Kann beim Lösen mathematischer Probleme, beim logischen Denken getestet werden.
3. Räumliche Intelligenz: Kann z. B. beim Lesen einer Landkarte getestet werden.

4. Musikalische Intelligenz: Kann z.B. beim Spielen eines Instrument getestet werden
5. Motorische Intelligenz: Gardner definierte diese Intelligenzform als die Fähigkeit eines Menschen seine Körperbewegungen zu kontrollieren, wonach z.B. gute Tänzer und Sportler haben eine hohe motorische Intelligenz.
6. Die personale Intelligenz: Gardner definierte diese Intelligenzform als die Fähigkeit, mit anderen Menschen klarzukommen. Er unterschied dabei eine inter- und intrapersonale Intelligenz. Die interpersonale Intelligenz ist die Fähigkeit bei anderen Menschen, Stimmungen, Motivationen und Absichten zu erkennen. Die Intrapersonale Intelligenz ist z.B. die Fähigkeit eines Menschen, eigene Gefühle zu identifizieren und zum Verständnis des eigenen Verhaltens zu nutzen (Funke & Vaterrodt, 2009).

Gartner betrachtete seine eigenen definierten Intelligenzformen als distinkte Entitäten, die unabhängig voneinander existieren. Er geht auch davon aus, dass diese Intelligenzformen untereinander in Wechselwirkungen stehen und bei Bedarf kombinierbar sind, z.B. bei einem Bewerbungsgespräch, ist dem der Bewerber hier aufgefordert wird seine sprachliche, logisch-mathematische und interpersonale Intelligenz gleichzeitig zu nutzen (Weber & Rammsayer, 2012).

#### 1.4.8 Weitere Intelligenztheorien

Neben den oben erwähnten Intelligenztheorien existieren noch diverse andere Theorien. Im Folgenden werden einige beschrieben:

*Die Sampling Theorie:* Thomson (1923/1924) formulierte eine Stichprobentheorie der Intelligenz (sampling theory) als Alternative zur Spearmanstheorie der allgemeinen Intelligenz  $g$ . Nach Thomson bildet sich die menschliche Intelligenz aus einer Vielzahl verschiedener Elemente, die sog. *Bonds* zusammen. Jede intellektuelle Fähigkeit basiert auf das Zusammenwirken einer bestimmten Stichprobe (sample) aus den gesamten Elementen. Die Beziehung zwischen zwei intellektuellen Fähigkeiten wird durch die Anzahl gemeinsamer Elementen festgelegt. Ist die Überlappung oder die Schnittmenge *bonds* hoch, so ist die Beziehung der zwei intellektuellen Fähigkeiten höher. Ist die Schnittmenge kleiner, so ist die Beziehung der beiden intellektuellen Fähigkeiten gerin-

ger. Basieren beide Leistungen auf unterschiedliche Elemente bzw. *bonds*, besteht also keine Schnittmenge, es existiert somit keine Beziehung. Die positive Vielgestaltigkeit intellektueller Fähigkeiten kann anhand Thomsons Theorie nicht durch die Existenz eines einzigen Generalfaktors, wie von Spearman definiert wurde, sondern durch das Zusammenwirken und das Überlappen vieler Wirkfaktoren dargelegt werden (vgl. Rost, 2009).

*Eysencks Theorie der Intelligenz:* Der Engländer H. Jürgen Eysenck (1986) unterteilte die Intelligenz in drei Komponenten: *biologische*, *psychometrische* und *soziale* Komponente. Diese drei grundlegenden Komponenten der Intelligenz sind für individuelle Unterschiede verantwortlich, wobei auch die Vererbung eine Rolle spielt. Zur Erfassung der biologischen Komponente der Intelligenz, sind nach Eysenck die Elektroenzephalographie (EEG), die Messung der Hautleitfähigkeit (PGR) oder die Bestimmung der Reaktionszeit (RZ) als geeignete Methoden dafür. Zur Erfassung der psychometrischen Komponenten sieht Eysenck die Intelligenztests als Möglichkeit zur direkten Messung dieser Komponente, wobei auch andere Faktoren wie Familie und Erziehung eine Rolle spielen. Die soziale Komponente wird von vielen Faktoren beeinflusst, sowohl von der psychometrischen Komponente als auch z.B von Persönlichkeit und Motivation, und bezieht sich darauf, wie gut ein Mensch mit seinen Mitmenschen zurechtkommt.

*Emotionale Intelligenz:* Daniel Goleman (1995), ein ehemaliger Redakteur des populärwissenschaftlichen Magazins *Psychology Today* stellte die These von der Vernachlässigung der sogenannten emotionalen Intelligenz, die in den klassischen Intelligenzmodellen nicht erfasst wurde. Nach Goleman ist die emotionale Intelligenz verglichen mit dem IQ, was auch wichtig für den Lebenserfolg ist oder sogar für mehr. Zu dieser Art von Intelligenz gehören eine Reihe von Komponenten: Die Selbstmotivation, Unterdrückung der Impulse, Regulation und Verhinderung der eigenen Stimmung, die Hoffnung und sich in an andere Person hineinversetzen (Goleman, 1996).

Einige Jahre vorher wurde das Konzept der emotionalen Intelligenz oder kurz „EI“ von Salovey & Mayer (1990) vorgeschlagen. Nach Salovey und Mayer lässt sich die „EI“ in fünf Bereiche gliedern: die Kenntnis der eigenen Emotionen, Emotionen handhaben, Emotionen in die Tat umsetzen, Empathie und der Umgang mit Beziehungen.

## 1.5 Zur Neurobiologie der Intelligenz

Intelligenz ist das am häufigsten untersuchte Persönlichkeitsmerkmal, sowohl was die Quantität der vorliegenden empirischen Daten als auch die Dauer der diesbezüglichen Forschungsbemühungen angeht. Im 19. Jahrhundert ist man auf die Idee gekommen, die Intelligenz anhand einfachen sensorischen und motorischen Aufgaben zu messen und danach bedingt durch den rasanten technologischen Fortschritt und die Weiterentwicklung moderner bildgebender Verfahren, die beigetragen haben, die Gehirnaktivität während der Bearbeitung kognitiver Testaufgaben zu beobachten und analysieren (Dresler, 2011). In Folgenden werden unterschiedliche wissenschaftliche Studien zur Erforschung neuronaler Grundlagen der menschlichen Intelligenz zusammengefasst.

### 1.5.1 Neuronale Effizienz

Haier et al., (1988) haben Probanden mit einem Intelligenztest geprüft (*Raven's Advanced Progressive Matrices*) und gleichzeitig wurde ihre Gehirnaktivierung mittels Positionen-Emissions-Tomographie (PET) untersucht. Das Resultat dieser Untersuchung war eher erstaunlich. Intelligentere Personen zeichneten sich durch einen geringeren Energieverbrauch aus, während sich vergleichsweise weniger intelligente Personen durch einen starken Glucosestoffwechsel bzw. durch einen starken Energieverbrauch ihres Gehirns auszeichneten, (vgl. Haier & Jung, 2007). Dieses Phänomen wird als neuronale Effizienzhypothese bezeichnet. Es besteht im wesentlichen darin, dass während dem Bearbeiten bzw. Lösen einer Aufgabe von hochintelligenten Personen in der Regel nur die Aktivierung bestimmter Gehirnareale aufgefördert wird, die nur für die Bearbeitung dieser Aufgaben benötigt werden. Bei weniger intelligenten Personen wird für die Bearbeitung dieser Aufgaben eine eher insuffiziente Nutzung ihres Gehirns durch eine multiple Aktivierung unterschiedlicher Gehirnareale aufgefördert, was zu einem höheren Energieverbrauch bzw. Glucose-Stoffwechsel führt (Dresler, 2011). Die neurale Effizienzhypothese konnte in vielen Studien mit unterschiedlichen neurophysiologischen Messmethoden z.B. mittels EEG (Elektroenzephalogramm) bestätigt werden (Neubauer & Fink, 2009), (s. Abbildung 1.7). Neubauer und Fink konnten feststellen, dass die größte neuronale Effizienz in den Hirnarealen beobachtet wird, die mit der größten Fähigkeit eines Individuums assoziiert sind (vgl. Sternberg, 2012).

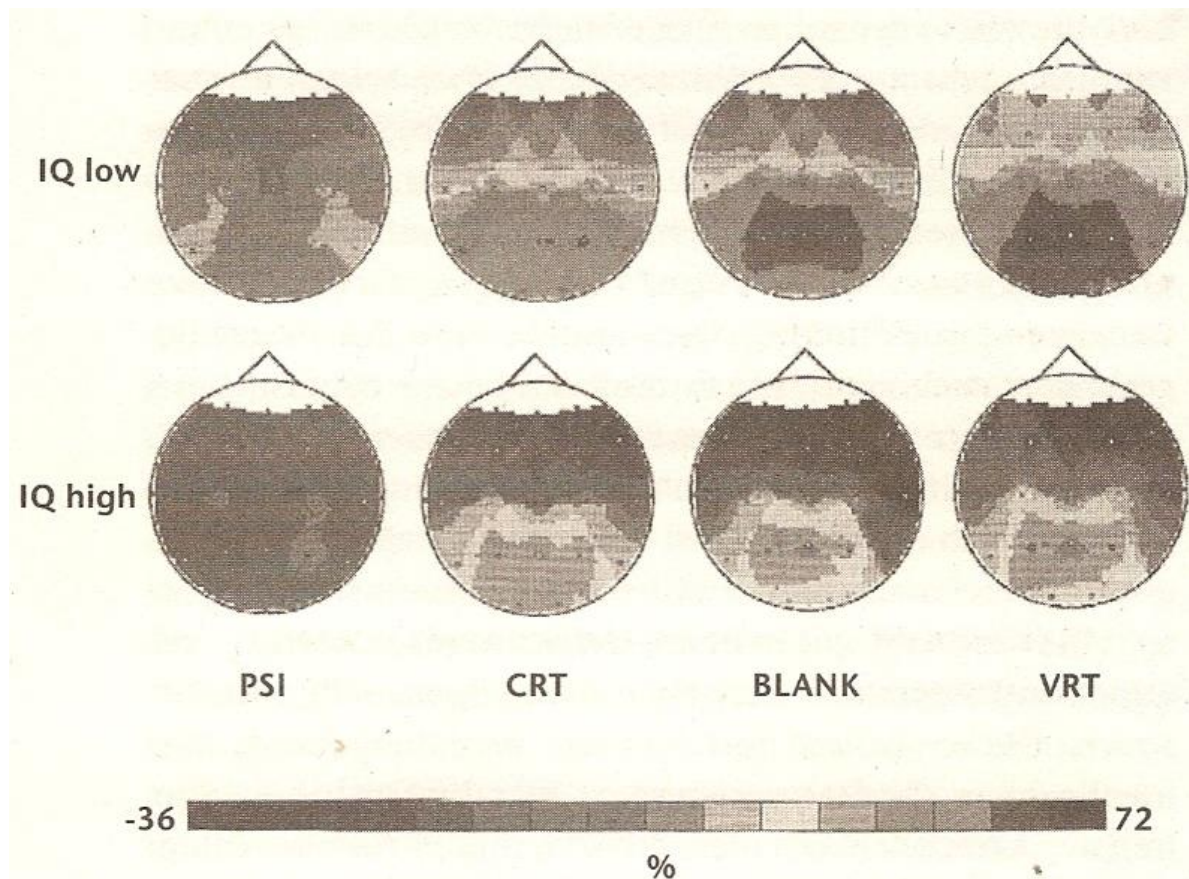


Abbildung 1-7: EEG maps = kartographische Darstellung der Aktivierung der Hirnrinde (vgl. Neubauer & Stern, 2009; S. 132)

Die Abbildung 1.7 zeigt die kartographische Darstellung der Aktivierung der Hirnrinde, wobei dunkelgraue Areale mit starker Aktivierung und hellgraue Areale solche mit geringer Aktivierung markieren (vgl. Neubauer & Stern, 2009; S. 132)

### 1.5.2 Myelinisierung des Gehirns

Eine zweite große Hypothese der Intelligenz ist die sogenannte Myelin-Hypothese von Edward M. Miller im Jahr 1994. Die Grundsubstanzen der Myelin bilden Lipide und Proteine, die die Fortsätze einer Nervenzelle umgeben (Neubauer & Stern, 2009). Die sog. Myelinscheide dient als elektrische Isolierung und leitet die neuronale Impulse schnell fort. Je nach Dicke der Markscheide werden die Nervenzellfortsätze in stark-, schwachummarkt und marklose Nervenzellfortsätze unterteilt (Trepel, 2012).

Je stärker ein Nervenzellfortsatz ummarkt ist, desto schneller wird die Informationübertragung bzw. –Weiterleitung im Gehirn angetrieben, was dazu auch führt, dass der

Energieverbrauch und der Energieverlust geringer sind. Zusammengefasst verfügen Intelligenterer Gehirne anhand dieser Theorie die Fähigkeit Informationen schneller zu verarbeiten, weniger Energie zu verbrauchen und weniger Gehirnareale zu aktivieren, (Neubauer & Stern, 2009). Anderen Studien zeigten eine Korrelation zwischen allgemeiner Intelligenz und Hirn-Myelinisierung (Rost, 2009) sowie eine positive Korrelation zwischen der Intelligenz und dem Ausmaß, sowohl der grauen als auch der weißen Substanz, was demnach bedeutet, dass intelligenterer Gehirne in gewissen Gehirnarealen über mehr Neuronen, Synapsen, Dendriten und mehr myelinisierte Nervenzellfortsätze besitzen (Neubauer & Stern, 2009). Die allgemeine Intelligenz  $g$  korreliert positiv mit der grauen Substanz (Colom et al., 2010), wobei besonders auffällig die grauen Substanzen der Brodmann-Bereiche im Frontallappen, im Temporallappen und im Okzipitallappen sind und die weiße Substanz, die in der Nähe des Brodmann-Bereich 19 liegt (Rost, 2009). Gong et al., (2005) konnte zeigen, dass die fluide Intelligenz (nicht die kristalline Intelligenz) positiv mit der Konzentration der grauen Substanz korreliert, die sich im medialen Bereich des präfrontalen Cortexes befindet.

### 1.5.3 Zusammenhang zwischen Gehirngröße und Intelligenz

Bei Erwachsenen wiegt das Gehirn ungefähr 1,4 Kg und setzt sich aus rund 100 Milliarden Nervenzellen zusammen. Jede Nervenzelle besitzt rund 10 000 Verbindungen zu anderen Nervenzelle (Neubauer & Stern, 2009). Einige Forscher haben den Zusammenhang zwischen Intelligenz und der Größe des Gehirns (Haier et al., 2004). Häufig wurde von einer positiven Korrelation zwischen Gehirngewicht bzw. Gehirnvolumen und Intelligenz festgestellt (Rost, 2009). Dazu benutzte man z.B. Schädelmessungen (wie bei Hooton, 1939) oder anhand des Hirngewichts bei verstorbenen Genies verglichen mit dem Hirngewichtes von verstorbenen Normalpersonen und stellte eine mittlere Korrelation zwischen Kopfgröße und Intelligenz von ca.  $r = 0,19$  fest (Vernon et al., 2000; Genovese, 2008). Bei 107 neunjährigen Zwillingspaaren (männlich, weiblich und monozygote, dizygote) konnte Leeuwen et al., (2009) eine phänotypische Korrelation zwischen  $r = 0,20$  und  $r = 0,33$  zwischen Hirnvolumen (MRI – ermittelt) und Intelligenz feststellen. Eine Meta-Analyse von McDaniel (2005) studierte die Beziehung zwischen in vivo Hirnvolumen und Intelligenz auf der Basis von 37 Proben mit insgesamt 1530 Teilnehmern und stellte wichtige Ergebnisse fest: die durchschnittliche Korrelation zwi-

schen Hirnvolumen und der Intelligenz beträgt  $r = 0,33$ , die Partitionierung nach Geschlecht ergab, dass die Korrelation höher bei Frauen  $r = 0,4$  als bei Männern  $r = 0,34$  ist und die Korrelation sich nicht über Alter ändert. Damit war es klar, dass der Zusammenhang zwischen der Intelligenz und dem Gehirnvolumen für Frauen und Männer belegt war (Colom et al., 2010).

#### 1.5.4 Die Parietal-Frontale Integrationstheorie

Mit Hilfe des modernen bildgebenden Verfahrens, insbesondere mit Hilfe der Positronen- Emissions- Tomographie (PET) konnte festgestellt werden, dass während des Bearbeiten bzw. Lösen von Aufgaben bestimmte Gehirnareale aktiviert werden (Rost, 2009). Gray und Thompson (2004), die sich mit der Neurobiologie der Intelligenz beschäftigt haben, koppelten die Intelligenz an die Struktur und Funktion des *lateralen präfrontalen Cortexes*. Thompson et al., (2001) stellten eine Korrelation von  $r = 0,41$  zwischen dem IQ-Wert und *dem Volumen des Frontallappens*. Jung & Haier (2007) haben ca. 37 strukturellen und funktionellen Bildgebungsstudien verarbeitet, die zwischen 1988 und 2007 veröffentlicht worden sind, und schlugen eine sogenannte Theorie vor: *Die Parietal- Frontale Integrationstheorie (P – FIT)*, (vgl. Colom et al., 2010), (s. Abbildung 1.8). Diese Theorie geht davon aus, dass verschiedene Gehirnareale für die allgemeine Intelligenz wichtig und bedeutsam sind und Intelligenz mit dem Ausmaß der frontalen und parietalen Informationsbearbeitung im Zusammenhang steht (vgl. Haier & Jung, 2008).



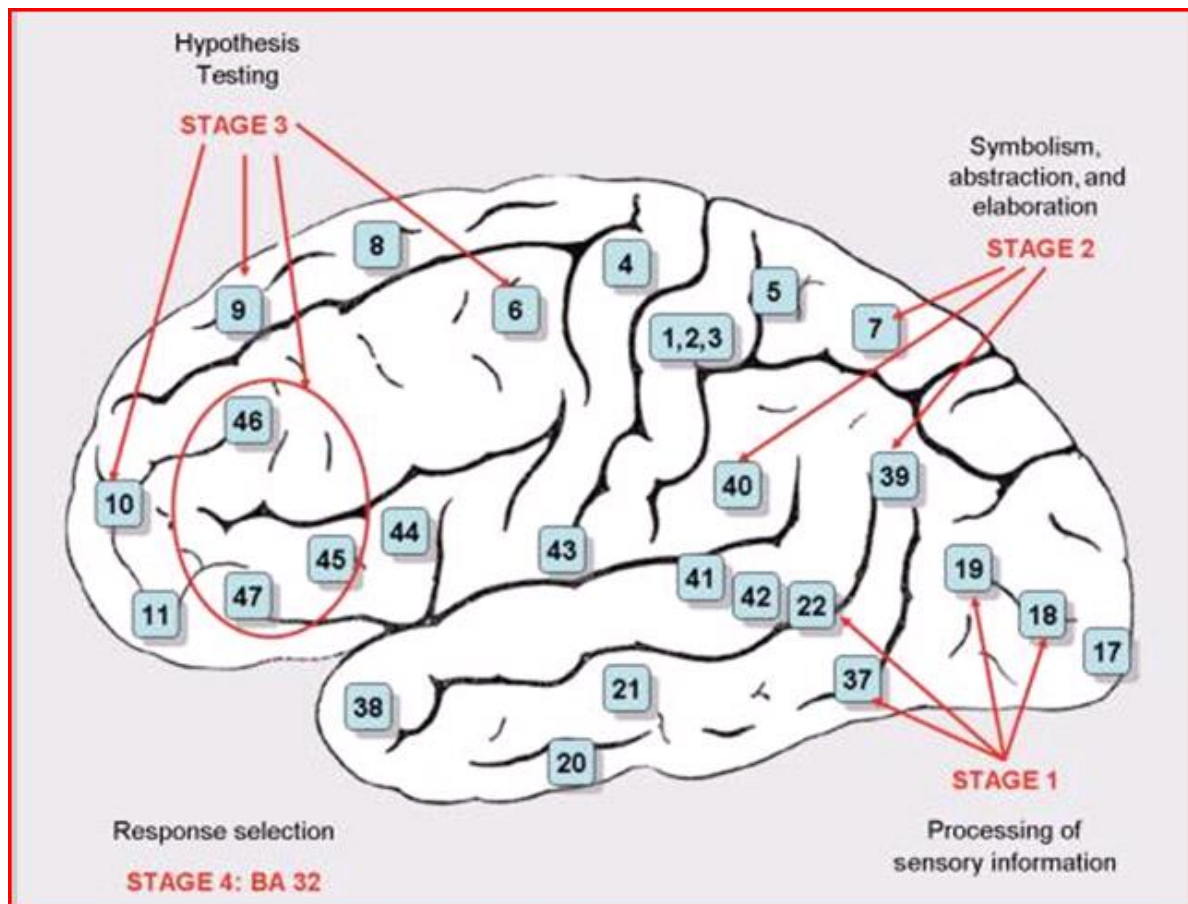


Abbildung 1-8: Verarbeitungsstufen anhand der P- FIT- Theorie (Colom et al., 2010)

**Stufe 1 der P-FIT-Theorie:** Die occipitale und temporale Bereiche verarbeiten sensorische Informationen in der ersten Phase. Die Brodmann-Areale 18 und 19 und der Gyrus Fusiform BA- 37 sind für die Anerkennung von Bildern und die Ausarbeitung der visuellen Eingänge zuständig, sowie das Wernicke- Areal für die Ausarbeitung der auditorischen Informationen.

**Stufe 2:** Die Integration und Abstraktion der sensorischen Informationen in den BA- 39 (Gyrus angularis), 40 (Gyrus supramarginalis) und 7 (superiore Parietallappen) entsprechen der zweiten Verarbeitungsphase.

**Stufe 3:** Die parietalen Bereiche interagieren mit den Frontallappen in der dritten Verarbeitungsphase. Diese Wechselwirkung ist für Problemlösungen, Bewertungen und Überprüfungen von Hypothesen zuständig. Die Frontal- Brodmann- Areale 6, 9, 10, 45, 46 und 47 werden im Modell gezeigt.

**Stufe 4:** Das anteriore Cingulum (BA- 32) stellt die letzte Stufe dar und ist bei der Selektion von Antworten und Hemmung von Alternativantworten beteiligt, sobald die beste Lösung in der vorherigen Stufe bestimmt wurde.

Ferner untersuchen andere Studien das gesamte Hirnvolumen, um die bedeutsamsten Gehirnregionen „regions of interest“ (ROIs) zu finden, die die meisten Korrelation mit der Intelligenz darstellen. Dabei waren besonders die *Frontallappen*, die *parietallappen* und die *Temporallappen* zusammen mit dem *Hippocampus* und dem *Cerebellum* von größter Bedeutung (Luders et al., 2009; vgl. Colom et al., 2010), (s. Abbildung 1.9).

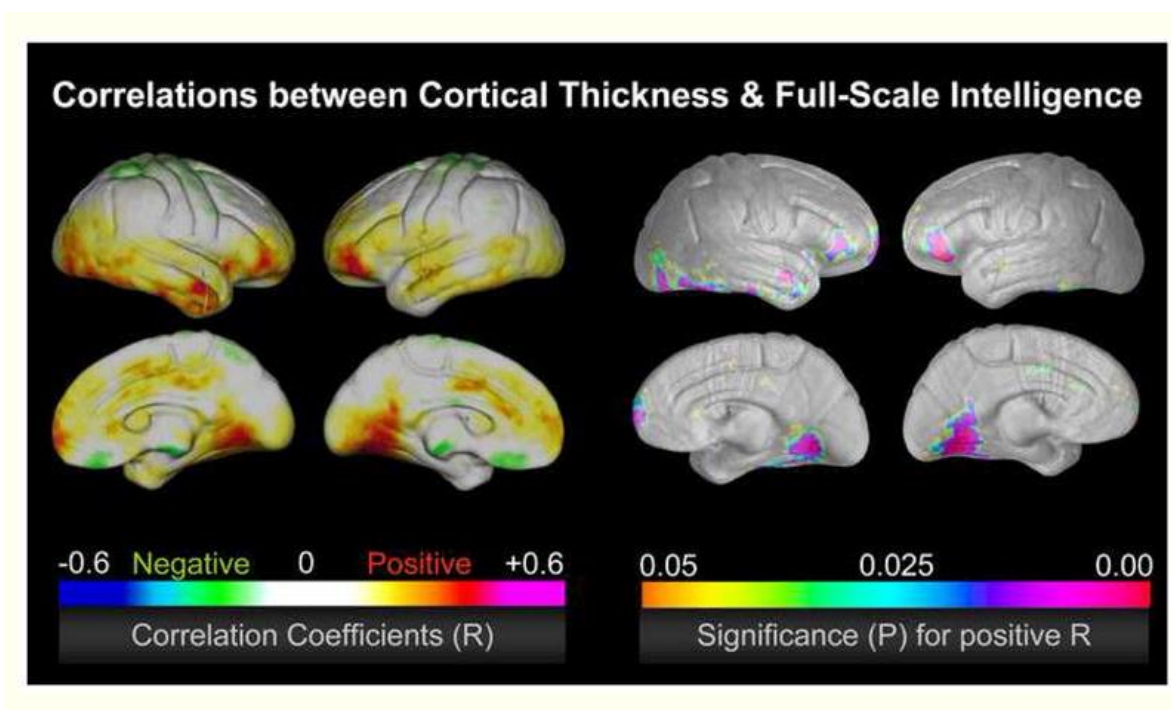


Abbildung 1-9: Full-Scale-Intelligenz in einer Stichprobe von gesunden Probanden, nach dem der partielle Einfluss des Geschlechts und des Alters entfernt wurde (Luders et al., 2009)

Der linke Farbbalken codiert für die  $r$ -Werte, welche die Größe und Richtung der Korrelation zeigen. Der rechte Farbbalken codiert für die Signifikanz, welche mit der positiven Korrelation assoziiert ist, wobei die Signifikanz durch einen Permutations-Test in der *frontalen und temporalen* Region bestätigt wurde (Luders et al., 2009).

In einer anderen Studie von Luders et al., (2007) mit insgesamt  $N = 62$  Probanden, wurde eine positive signifikante Korrelation zwischen der Dicke des Corpus Callosum

(Balkenfasern aus weißer Substanz, die die beiden Hirnhälften verbinden) und der Intelligenz. Diese Beziehungen sind in den hinteren Balkenfasern ausgeprägt und wurden durch Permutation-Tests bestätigt, (s. Abbildung 1.10).

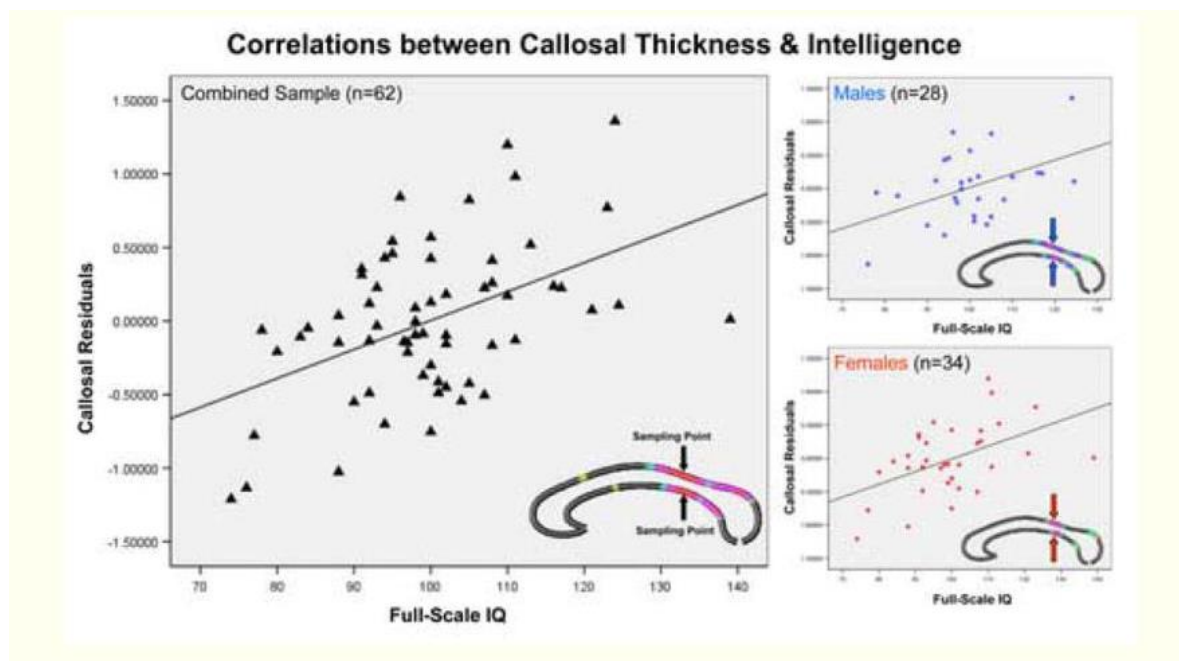


Abbildung 1-10: Korrelation zwischen der Dicke des Corpus Callosum und Intelligenz (IQ)  
(Luders et al., 2007)

Die einzelnen Regressionsanalysen in der Abbildung 1.10 zeigen die Beziehung zwischen dem IQ-Wert und der Dicke des Corpus Callosum am signifikantesten oberflächennahen Punkten, welche im hinteren Teil des Corpus Callosum lokalisiert sind (mit Pfeilen markiert) (Luders et al., 2007).

### 1.5.5 Elektrokortikale Aktivitäten und Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit

Es wurde häufiger über den Zusammenhang zwischen den elektrokortikalen Aktivitäten und der Intelligenz berichtet. Die Abbildung 1.11 zeigt die visuellen evozierten Potentiale von Personen mit hohem und niedrigem IQ. Personen mit höher allgemeiner Intelligenz  $g$  zeigen eine kürzere Latenz als Personen mit niedriger Intelligenz (Ertl & Schaffer, 1969, aus Eysenck, 1979, zit. nach Rost, 2009)

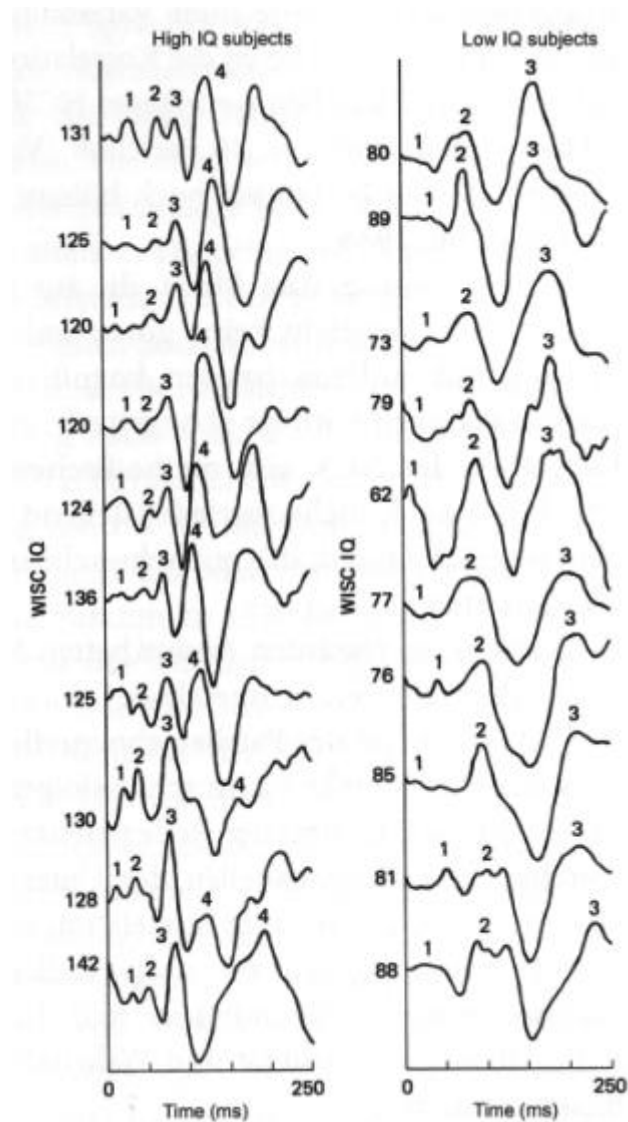


Abbildung 1-11: Visuell evozierte Potentiale bei Personen mit hoher und niedriger Intelligenz (Ertl & Schafer, 1969, aus Eysenck, 1979, zit. nach Rost, 2009; modifiziert; S. 223)

Auch Zusammenhänge zwischen Intelligenz und Nervenleitungsgeschwindigkeit scheinen aufgefallen zu sein (Rost, 2009). Die erste Vermutung wurde von Galton (1883), der annahm, dass ein mittelhoher Zusammenhang zwischen dem IQ und der Geschwindigkeit der Nerveninformationsweiterleitung (NCV) bestehe. Zur Untersuchung der Beziehung der Intelligenz und Nerveninformationsweiterleitung (NCV) nahmen McRorie & Cooper (2003) den Patellarreflex zu Hilfe. Dadurch konnten Störfaktoren wie z.B. Aufmerksamkeit eliminiert werden. Sie stellen eine statistisch signifikante Korrelation von  $r = 0,41$  zwischen der Fähigkeit zum schlussfolgernden Denken und der Reflexlatenzzeit fest. Dabei wurde die genannte Fähigkeit durch Ravens Progressive

Matrizen PM erfasst und die Reflexlatenzzeit durch die Zeit zwischen Schlag mit dem Hämmerchen und Hochschnellen des Unterschenkels über 20 Durchgänge gemittelt definiert. Es stellte sich heraus, dass die Reflexlatenzzeitvariabilität und Wahrnehmungsgeschwindigkeit nicht signifikant zusammenhängen würden. Wegen anderen Studien, die keinen oder nur einen sehr geringen Zusammenhang festgestellt haben, wurde die von Galton ermittelte Hypothese nicht weiter verfolgt (Rost, 2009).

### **1.5.6 Myopie und Lateralisierung**

Basierend auf der bereits belegten Tatsache, dass Intelligenterer i.d.R. ein größeres Gehirn haben und wissenschaftlich, dass ein zu großer Augapfel für eine Kurzsichtigkeit verantwortlich ist, kam Miller (1992) zu dem Entschluss, dass Intelligenz und Myopie auf die gleiche genetische Ursache zurückzuführen seien. Allerdings konnte diese Hypothese bislang noch nicht empirisch belegt werden (Rost, 2009).

Unter Hochbegabten sind häufiger Linkshänder anzutreffen als in der unausgelesenen Population und bei ihnen machen sich eine rechtshemisphäre Gehirnaktivierung und ein erhöhter interhemisphärer Informationsaustausch bemerkbar (Rost, 2009).

## **1.6 Intelligenz und Schulbildung**

Der *g*-Faktor wird als Determinante des Schul- und Schulerfolgs betrachtet, wie er auch als Determinante des Berufserfolgs gilt (Rost, 2009).

„Die Felder von Intelligenz und Unterricht und Erziehung sind eng miteinander verbunden“ (Rost, 2009; S. 200)

Von mehr als 4000 Studien konnte gezeigt werden, dass der *g*-Faktor der beste Prädiktor der Schulleistung ist (Rost, 2009), und die IQ-Teste sind die besten Prädiktoren des schulischen Erfolgs (Preckel & Brüll, 2008). Obwohl dieser Zusammenhang von vielen Lehrkräften und Erziehungswissenschaftlern aus ideologischen Gründen nicht wahrgenommen wurde, gilt dieser Zusammenhang als unverändert (Rost, 2009). Durch Meta-Analysen aus den 80er Jahren konnte ein mittlerer Zusammenhang zwischen Intelligenz und Schulnoten festgestellt werden, die Korrelation lagen im Bereich von  $r = 0,34$  bis  $r = 0,51$  (Fraser et al., 1987). Der *g*-Faktor alleine kann bis zu 50 % der schulischen Leistungsvarianz vorhersagen (Rohde & Thompson, 2007). Der Zusammenhang zwischen

IQ und Schulerfolg liegt um  $r = 0,5$  (Preckel & Brüll, 2008), insbesondere im Bereich der mathematischen Schulleistungen, sogar Werte bis  $r = 0,85$  konnten in bestimmten Populationen festgestellt werden, (Rost, 2009). Andere Studien sagen, dass der *g-Faktor* ca. 40 % der Varianz der Mathematik und ca. 49 % der Verbalfähigkeit aufdeckt (Brunner, 2008), und ca. 50 % der gemeinsamen Varianz kognitiver Tests und anderen Gruppenfaktoren wie Verbalfähigkeit, Raumvorstellung und quantitative Fähigkeit mit jeweils 8 % bis 10 % der gemeinsamen Restvarianz aufklärt (Rost, 2009).

In weiteren Studien wurde auch gezeigt, dass die Korrelation zwischen dem IQ und dem Schulerfolg seine Validität mit höherem Schulniveau abnimmt (Jensen, 1981; vgl. Rost, 2009):

- . Grundschule:  $r = 0,6 - 0,7$
- . weiterführende Schule:  $r = 0,5 - 0,6$
- . Hochschule- Anfangssemester:  $r = 0,4 - 0,5$
- . Hochschule- fortgeschrittener Semester:  $r = 0,3 - 0,4$

Dieser Befund weist darauf hin, dass in weiterführenden Schulen, in höheren Klassenstufen und an Universitäten eine Abnahme der Korrelation zwischen dem IQ und dem Schulerfolg vorliegt. Aber diese Abnahme der Korrelation zwischen Intelligenz und Schulleistungen bedeutet nicht, dass die Intelligenz in höheren Klassenstufen und Jahrgangsstufen ihre Aussage über Schulleistungen von Bedeutung verliert (Rost, 2009). Der Grund dafür ist darauf zurückzuführen, dass mit steigendem Schulniveau vermehrt Personen mit höheren intellektuellen Fähigkeiten in schulischen Einrichtung zu finden sind (Preckel & Brüll, 2008), und es somit zwangsläufig im Verlauf einer Schulkarriere zu einer Abnahme der Korrelation führen würde (Rost, 2009). Eine andere Ursache dafür ist, dass mit zunehmender Dauer des Schulbesuchs oder mit steigendem Ausbildungsniveau eine Zunahme des Vorwissens und eine Akkumulation des fachspezifischen Wissens bedingt ist, was zu einer besseren Kompensation der schwachen intellektuellen Fähigkeiten führen kann (Weinert, 1996). Auch neben Intelligenz sind andere Faktoren wie z.B. Fleiß, Anstrengungsbereitschaft, Ausdauer, etc..., die zum Wissenserwerb eine wesentliche Rolle spielen (Rost, 2009). Auch Interessen und Motivation tragen eine große Rolle zum erfolgreichen Lernen bei (Preckel & Brüll, 2008)).

Wie oben festzustellen ist, beschäftigen sich viele Studien mit dem durch Intelligenztests gemessenen IQ-Wert als besten Einzelprädiktor für den schulischen Erfolg, dennoch wurde durch andere Studien auch belegt, dass sich Intelligenz und Schulbildung gegenseitig beeinflussen (Myers, 2008).

„Trotz aller wissenschaftlichen Kontroversen um das Konstrukt der Intelligenz besteht übereinstimmend die Auffassung, dass die in Tests gemessene Intelligenz auch das Ergebnis eines im kulturellen Kontext verankerten Lernprozess ist“ (Neubauer & Stern, 2009; S. 176).

Karim (2000) konnte anhand einer Kohorten- Längsschnittstudie, die am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung in Berlin durchgeführt wurde, zeigen, dass nicht nur die Bildungsquantität sondern auch die Beschulungsform bzw. die Bildungsqualität (Gymnasium vs. andere Schulform) die Entwicklung der fluiden Intelligenz beeinflusst.

Ceci & Williams (1997) haben von Untersuchungen nach Ansammlung von zahlreichen Erkenntnissen berichtet, dass sich Intelligenz und Schulleistungen gegenseitig begünstigen. Eine hohe Intelligenz bedingt einen längeren Schulbesuch, aber es ist auch zu betrachten, dass die Intelligenzwerte über die Schuljahre tendenziell zunehmen und über die Sommermonate wieder abnehmen, (Myers, 2008). Die IQ-Werte fallen nach den dreimonatigen Sommerferien um drei bis vier Punkte im Vergleich zu vor den Sommerferien ab (Neubauer & Stern, 2009). Dieses Ergebnis ist besonderes zu beobachten in den Ländern wie in den USA oder in Südeuropa, in denen die Sommerferien drei Monate dauern (Myers, 2008). Dieser Effekt zeigte sich dramatisch insbesondere bei Kindern aus bildungsfernen Schichten. Der Grund dafür ist darauf zurückzuführen, dass sich solche Schüler während der Sommerferien weniger mit Lernen bzw. mit Lesen beschäftigen (Neubauer & Stern, 2009).

Inbesondere in Ländern, die über homogene Schulbedingungen verfügen, zeigen sich interindividuelle IQ-Unterschiede, die auf den Schulbesuch zurückzuführen sind. In einer Studie aus Marburg wurde festgestellt, dass die Dauer des Schulbesuchs mit dem verbalen und nicht verbalen IQ in Korrelation steht. In dieser Studie hat man den Grund ausgenutzt, dass bei der Einschulung immer Kinder mit unterschiedlichen Altersstufen anzutreffen sind, weil die Geburten gleichmäßig über das ganze Kalenderjahr verteilt sind und es nur einen Einschulungstag für alle Kinder gibt. In Deutschland liegt eine

solche Entscheidung, ob Kinder ein Jahr früher oder später in die Schule gehen, in der Hand der Eltern. So findet man in einer oder der gleichen Schulklasse Kinder mit unterschiedlichem Alter, aber dennoch verfügen sie über ähnliche Voraussetzungen, oder aber auch Kinder mit gleichem Alter, die sich ein ganzes Jahr an Schulerfahrungen unterscheiden (Neubauer & Stern, 2009).

Deswegen es ist wichtig zu merken: die Kinder, die direkt an der Grenze zum Einschulungsalter geboren sind, haben einen höheren IQ-Wert im Vergleich zu Kindern, die nur wenig später geboren sind und deswegen ein Jahr später in eine Klasse darunter eingeschult werden (Myers, 2006).

Wie wirkt sich eigentlich eine frühere Einschulung tatsächlich auf die Intelligenzentwicklung aus? Die Antwort über diese Frage wurde auch durch die Marburger-Studie belegt, nämlich die frühe Einschulung habe einen vorteilhaften Effekt auf die Intelligenzentwicklung. Kinder, die z.B. ein Jahr früher eingeschult wurden, verfügen über einen um etwa vier Punkte höheren Intelligenzquotienten sowohl in sprachlichen als auch in nicht-sprachlichen Tests als ihre gleichartigen Klassenkameraden (Neubauer & Stern, 2009).

In einer sehr interessanten Studie von Katja Boedeker (2006) konnte den Einfluss der Schulbildung auf die Entwicklung der Leistungsfähigkeit gezeigt werden. Auf einer sogenannten Inselgruppe Trobriand sind illiterate Kulturen zu finden, die über keine metrischen Systeme wie Waagen und Längenmessungen verfügen. An einigen anderen Orten auf dieser Inselgruppe können die Menschen lesen, schreiben, rechnen und lernen dank eines eingeführten Schulsystems. Katja Boedeker interessierte sich in ihrer Studie, ob die illiteraten Menschen auf der Inselgruppe, die weder Schreib- oder Lesekompetenz noch numerische Systeme kannten, die Masse von Objekten vergleichen können. Zu diesem Zweck ist sie mit einer Menge von Material wie z.B. Watte, Knetmasse und Gegenständen aus Holz und Eisen nach Trobriand gereist. Für die Antwort auf ihre Frage, stellte Katja Boedeker Fragen an die Schüler der 5. Klasse und die illiteraten Menschen, wie sie in Abbildung 1.12 dargestellt sind. Nach ihrer Rückkehr nach Deutschland stellte sie die gleichen Fragen an eine 5. Klasse in Berlin. In der Abbildung 1.12 ist die Häufigkeit dargestellt, mit denen die drei Vergleichsgruppen die erste und die dritte Frage mit „Ja“ und die zweite mit „Nein“ beantwortet haben.



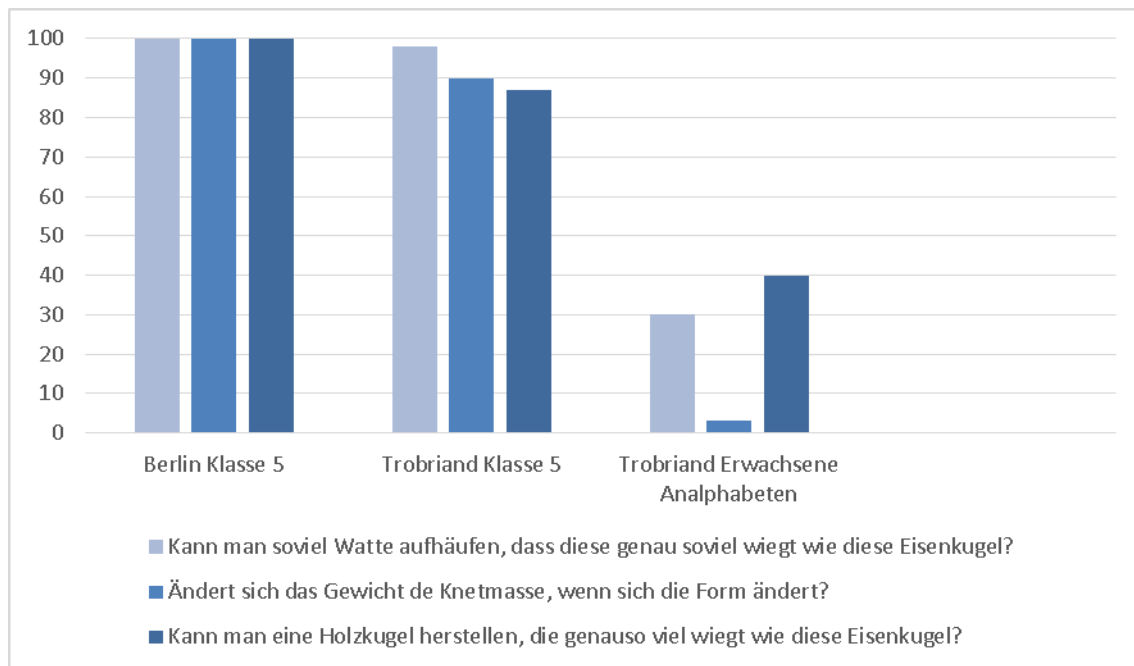


Abbildung 1-12: Prozentsatz der korrekten Antworten in der Arbeit von Katja Boedeker (Katja Boedeker, 2006, zit. nach Neubauer & Stern, 2009; modifiziert)

Aus der Abbildung 1.12 ist festzustellen, dass sich bei illeteraten Menschen in Trobriand kein quantifizierbarer Begriff von Gewicht entwickelt hat, denn das Wort Gewicht bedeutet für sie „sich schwer anfühlen“. Erst nachdem man Zahlensymbole gelernt hat, um Gewicht oder Masse zu beschreiben, steht eine Dimension zur Verfügung, um verschieden aussehende Gegenstände miteinander vergleichen zu können. Durch die Ergebnisse dieser Studie von Katja Boedeker wurde die Abhängigkeit der einfachen Begriffe von dem kulturellen Umfeld und den darin entwickelten Symbolsystemen vermittelt (Boedeker, 2006).

In anderen Ländern in Asien, wie China, Singapur, Taiwan, Korea und Japan wird Kindern viel Aufmerksamkeit geschenkt. Diese Kinder zeigen wesentlich bessere Leistungen in Mathematik im Vergleich zu Kindern aus Amerika. Experten sagen, dass diese Beobachtung auf ein Ergebnis spezieller Werte und Grundhaltungen zurückzuführen ist und nicht mit angeborenen Einflüssen zu tun hat. Im Kindergarten zeigen die amerikanischen Kinder genau die gleichen Leistungen wie die asiatischen Kinder. Erst ab der ersten Klasse wird eine Leistungszunahme beobachtet, die danach auch weiterhin zunimmt. Eine Erklärung für die unterschiedliche Schulleistung wäre, dass asiatische Fa-

milien einen hohen Wert auf Disziplin und hartes Arbeiten legen, und von Kindern erwartet wird, dass sie in der Schule viel lernen müssen. Japanische Kinder zum Beispiel müssen also hauptsächlich viel Zeit in der Schule verbringen. Die Unterrichtsdauer beträgt acht Stunden pro Tag und auch am Samstag bekommen Kinder vierstündigen Unterricht. Während in Japan 73 % und in China 90 % der Unterrichtszeit direkt für die akademische Arbeit verbracht wird, wird in den USA nur die Hälfte der Schulzeit für die akademische Arbeit genutzt (Funke & Vaterrodt, 2009).

## **1.7 Intelligenz und berufliche Tätigkeit**

Die Intelligenztests gelten als bislang bedeutendster Prädiktor für die Prognose des zu erwartenden Berufserfolgs (Preckel & Brüll, 2008). Arbeitende mit kognitiv anspruchsvolleren beruflichen Anforderungen wiesen höhere IQ- Mittelwerte auf als Arbeitende, die einen kognitiv gering anspruchsvollen Beruf ausüben (Rost, 2009). Dies wurde durch andere Studien bestätigt (Kramer, 2009; Hülshager et al., 2006).

„Es gibt praktisch keinen Ausbildungsgang oder Beruf, für den IQ- Testergebnisse nicht zur Vorhersage des Erfolgs beitragen können“ (Preckel & Brüll 2008, S. 63)

Die oben erwähnte Kovarianz wird in der Tabelle 1.3 dargelegt, in der durchschnittliche IQ-Werte diverser Berufsgruppen angegeben werden.

Tabelle 1-3: Durchschnittlicher IQ diverser Berufsgruppen (Harrell & Harrell, 1945; Engelbrecht, 1994, zit. nach Rost, 2009; S. 209)

Beruf	IQ	Beruf	IQ	Beruf	IQ
Bilanzbuchhalter <sup>a</sup>	128	Chemielaborant <sup>b</sup>	114	Masseur <sup>b</sup>	100
Rechtsanwalt <sup>a</sup>	128	Laborant <sup>a</sup>	113	Maschinenbauer <sup>b</sup>	100
Ingenieur <sup>a</sup>	127	Augenoptiker <sup>a</sup>	112	Schneider <sup>b</sup>	99
Rechnungsprüfer <sup>a</sup>	126	Inspektor <sup>a</sup>	112	Kranführer <sup>a</sup>	98
Chemiker <sup>a</sup>	125	Musiker <sup>a</sup>	111	Landwirt <sup>b</sup>	97
Leitend. Angest. <sup>a</sup>	124	Radiotechniker <sup>b</sup>	111	Fernfahrer <sup>a</sup>	96
Techn. Zeichner <sup>a</sup>	122	Uhrmacher <sup>a</sup>	110	Konditor <sup>b</sup>	96
Apotheker <sup>a</sup>	121	Industriekaufm. <sup>b</sup>	109	Waldarbeiter <sup>a</sup>	95
Buchhalter <sup>a</sup>	120	Zahntechniker <sup>b</sup>	108	Verkäufer <sup>b</sup>	94
Einkäufer <sup>a</sup>	119	Monteur <sup>a</sup>	107	Installateur <sup>b</sup>	93
Prod.- Manager <sup>a</sup>	118	Sped.-Kaufmann <sup>b</sup>	106	Landarbeiter <sup>a</sup>	92
Angestellter <sup>a</sup>	117	Werkzeugmach. <sup>b</sup>	105	Bergmann <sup>a</sup>	91
Fernmeldetechn. <sup>a</sup>	116	Autoverkäufer <sup>a</sup>	104	Friseur <sup>b</sup>	91
Künstler <sup>a</sup>	115	Drogist <sup>b</sup>	103	Fleischer <sup>b</sup>	90
Radiotechniker <sup>a</sup>	115	Apothekenhelfer <sup>b</sup>	102	Bäcker <sup>b</sup>	90
Kaufmann <sup>b</sup>	114	Chauffeur <sup>a</sup>	101	Maler/Lackierer <sup>a</sup>	88

<sup>a</sup> Harrell & Harrell: Army General Classification Test (AGCT), USA;

<sup>b</sup> Engelbrecht: Berufswahltest (BWT), Bundesanstalt für Arbeit, BRD

Dabei stellten Bilanzbuchhalter und Rechtsanwälte mit einem IQ-Wert von 128 die Spitze dieser Liste dar und Landarbeiter und Friseure mit Werten um die 90 wurden mit als Letzte aufgeführt. Mit der Erhöhung des Berufsstatus nimmt der minimal erforderli-

che IQ-Wert zu, weil mit steigender Komplexität eine höhere kognitive Leistung gefordert wird (Preckel & Brüll 2008).

Die Intelligenz von Menschen mit höher qualifizierten Berufen variiert allerdings weniger stark als die von Menschen mit weniger qualifizierten Berufen, da letztere auch von Menschen mit höherer Intelligenz ausgeführt werden können, aber höhere qualifizierte Berufe nur schwierig von Menschen mit weniger Intelligenz (Harrell & Harrell 1945; vgl. Gottfredson, 2000).

### **1.7.1 Berufserfolg und Berufskomplexität**

Mittels zahlreicher Untersuchungen, diversen Übersichten und meta-analytischen Befundintegrationen konnte die allgemeine Intelligenz sowohl für Berufs- und Lebenserfolg von einzelnen Individuen als auch für Nationen prognostiziert werden, Gardner (1983, 1988, 1991, 1999, 2002, 2006). Dabei konnten allerdings lediglich 30 % der Berufserfolgsvarianz dem IQ zugeordnet werden, so dass die restlichen 70 % nicht durch diesen Prädiktor erfasst werden können. Somit ist der Berufserfolg nicht nur von der Intelligenz abhängig, sondern auch von zahlreichen anderen Variablen wie z.B. Persönlichkeit, Arbeitsproben, Sozioökonomischen Status und Motivation (Rost, 2009).

In den USA und in England wurden viele verschiedene Studien durchgeführt, die die prädiktive Bedeutung des IQs für den Berufserfolg belegen (u.a. Hunter & Hunter, 1984). Anhand von ausschließlich deutschen Stichproben in der Meta-Analyse konnte festgehalten werden, dass sich Befunde ebenfalls auf deutsche Verhältnisse übertragen lassen (Hülsherger et al., 2006).

### **1.7.2 Personalauslese**

Auch hier gilt, dass für kognitiv anspruchsvolle Berufe Personal mit höherem  $g$  ausgewählt werden sollte (Rost, 2009). Zudem konnte belegt werden, dass der IQ im Vergleich zu den anderen Prädiktoren wie z.B. Schulbildung, Einstellungsinterviews und Persönlichkeitsvariablen die größte Aussagekraft in Bezug auf die Vorhersage des Berufserfolges besitzt, wie auch die in der Tabelle 1.4 angegebenen Daten beweisen (Hunter & Hunter, 1984, zit. nach Rost, 2009).

*Tabelle 1-4: Vorhersage des Berufserfolgs: Intelligenz in Konkurrenz mit anderen psychologischen Variablen (Hunter & Hunter, 1984, zit. nach Rost, 2009; S. 214)*

Prädiktor	Korrelation mit Berufserfolg
Intelligenztest (IQ)	$r = .51$
Biographische Information	$r = .37$
Referenzen	$r = .26$
Schulbildung	$r = .22$
Einstellungsinterview	$r = .14$
Studienabschluss	$r = .11$
Interessen	$r = .10$

Allerdings stellte sich heraus, dass der Führungserfolg eines Gruppenleiters nicht unbedingt von seiner IQ- Höhe abhing, sondern vielmehr von dessen Abstand zur mittleren Gruppenintelligenz (Judge et al., 2004).

Bei einer Studie, in der Auszubildende von verschiedenen Berufen anhand von Prädiktoren, mehrere Skalen und darauf basierende Domänenfaktoren untersucht wurden, wiesen die Prädiktionen auf manifester und latenter Ebene eine annähernd identische Größenordnung auf (Brown et al., 2006). Dabei ergab sich auch, dass sich bei steigender Komplexität und steigenden kognitiven Ansprüchen auch eine Steigung der prädiktiven Validitäten einstellte (vgl. Salgado et al., 2003). Daher erübrigen sich speziell angepasste Testkompositionen für die Prognose des Ausbildungserfolgs und somit gilt die Beschränkung auf globale Maße der Kognitiven Leistungsfähigkeit als ausreichend geeignet (Rost, 2009).

Wie oben dargestellt wurde, konnte von vielen Forschern belegt werden, dass die IQ-Tests die besten Prädiktoren für die Prognose des Berufserfolgs sind, aber es gibt auch andere Studien, die sich mit der Frage beschäftigt haben, ob die berufliche Tätigkeit einen Einfluss auf die Intelligenzentwicklung habe, was auch anhand der Studie von Schallberger (1979, 1988) bestätigt wurde.

### 1.7.3 Einfluss der beruflichen Tätigkeit auf die fluide Intelligenz

Schallberger (1979, 1988) setzte sich mit der Fragestellung auseinander, welche Konsequenzen die Berufsausbildung auf die Intelligenzentwicklung haben könnte und von welcher Art diese eventuell seien. Um seine Frage beantworten zu können, benutzte Schallberger unterschiedliche Tests zur Schätzung der Intelligenz oder der intellektuellen Fähigkeiten seiner Stichprobe. Es wurden Tests zur Erfassung der verbalen Fähigkeit, des räumlichen Vorstellens und des logischen Denkens verwendet. Die Stichprobe wurde in drei Gruppen unterteilt: Mittelschüler, Lehrlinge und jugendliche Erwerbstätige ohne eigentliche Ausbildung. Hierbei ging es vor allem um die sogenannten „Sozialisationseffekte“ und „Selektionseffekte“ der intellektuellen Fertigkeiten. Diese Fähigkeiten zeigten sich als maßgebliche Determinanten für eine zukünftige Berufswahl. Als wichtiges Resultat zeigte sich ein reziprokes ( wechselseitiges ) Verhältnis zwischen der Intelligenz und der Berufsausbildung. Hierbei ergab sich, dass die Jugendlichen, die verschiedene Anforderungsbereiche auswählten, sich bereits vor Antritt einer Berufsausbildung entschieden. Zudem lässt sich erkennen, dass das Anforderungsniveau des selektierenden Ausbildungsweges die Entwicklung der Intelligenz mitbestimmt. Diese hat seine Gültigkeit für die drei Subkategorien „erwerbstätige Jugendliche“, „Lehrlinge“ und „Schüler weiterführender Schulen“, sowie auch, wenn innerhalb der Gruppe der Auszubildenden unterschieden wird. Genauer definiert heißt das, dass die Ausbildungen mit einem höheren Umfang an Anforderungen/ Ansprüchen von Jugendlichen mit einer höheren Leistungsfähigkeit ausgewählt werden. Dies wiederum führt dazu, dass die Leistungsfähigkeit, wenn man sie mit der gesamten Gruppe vergleicht, überdurchschnittlich steigt. Im Gegensatz dazu werden die Ausbildungen mit niedrigen Ansprüchen von eher weniger leistungsfähigen Jugendlichen aufgenommen. Dies führt im Hinblick auf die Gesamtgruppe zeitlich gesehen zu einer Verschlechterung der Leistungsfähigkeit. Hieraus resultiert die so genannte „Scherenentwicklung“.

## 1.8 Islamisch geometrische Muster

Die islamische Stuckateur-Arbeit in Marokko basiert auf *komplexe, geometrisch mathematische* Muster.

In einer Studie, die in SCIENCE publiziert wurde, konnte gezeigt werden, dass die islamischen Stuckateurmuster im Mittelalter komplexe Quasikristalle enthalten, deren mathematisch- geometrischen Grundlagen in Europa erst nach 500 Jahren entwickelt worden sind (Lu & Steinhardt, 2007).

Lu und seine Kollegen beschäftigten sich in ihrer Forschung mit Quasikristalle (Lu et al., 2001). Durch eine Reise in orientalische Länder, insbesondere im Iran, fand er an bestimmten Bauwerken diese Quasikristalle. Im Darb-I-Imam- Schrein, eine Begräbnisstätte in Iran, haben sogenannte Girih-Muster, die sich aus Quasikristallen bilden, seine Aufmerksamkeit angezogen. Die Abbildung 1.13 zeigt die Girih- Muster im Darb-I-Imam-Schrein in Iran.



Abbildung 1-13: Das Portal der Darb-i Imam Moschee in Esfahan (Makovicky, 2007)

Die Aufschlüsselung in der Abbildung 1.13 (oder die Identität) von ausgewählten Elementen des großflächigen Netzes ist farblich markiert (die großen, zehneckigen Sterne in Wyckoff-Position  $(\frac{1}{2},0)$  sind grün, die Rauten in  $(0,0)$  sind rot), während die Identität der ausgewählten kleinen zehneckigen Sternen mit übereinstimmenden Zahlen ge-

kennzeichnet ist. Das Tympanon beinhaltet eine Einheit des Musters, die ursprünglich in der unteren linken Ecke zu finden ist und wobei die zwei oberen Knoten (punkte) abgeschnitten (oder verkürzt) sind (Makovicky, 2007).

Auch in der iranischen Stadt Maragha in dem sogenannten Grabturm „Der Goubad-e-Kabud“ wurden solche Girih- Muster entdeckt (Makovicky ,1992). Diese Girih-Muster von Goubad-e-Kabud weisen die gleichen Eigenschaften der Größe und Anordnung auf wie von Darb-i-Imam (Makovicky, 2007). Siehe die Abbildung 1.14.

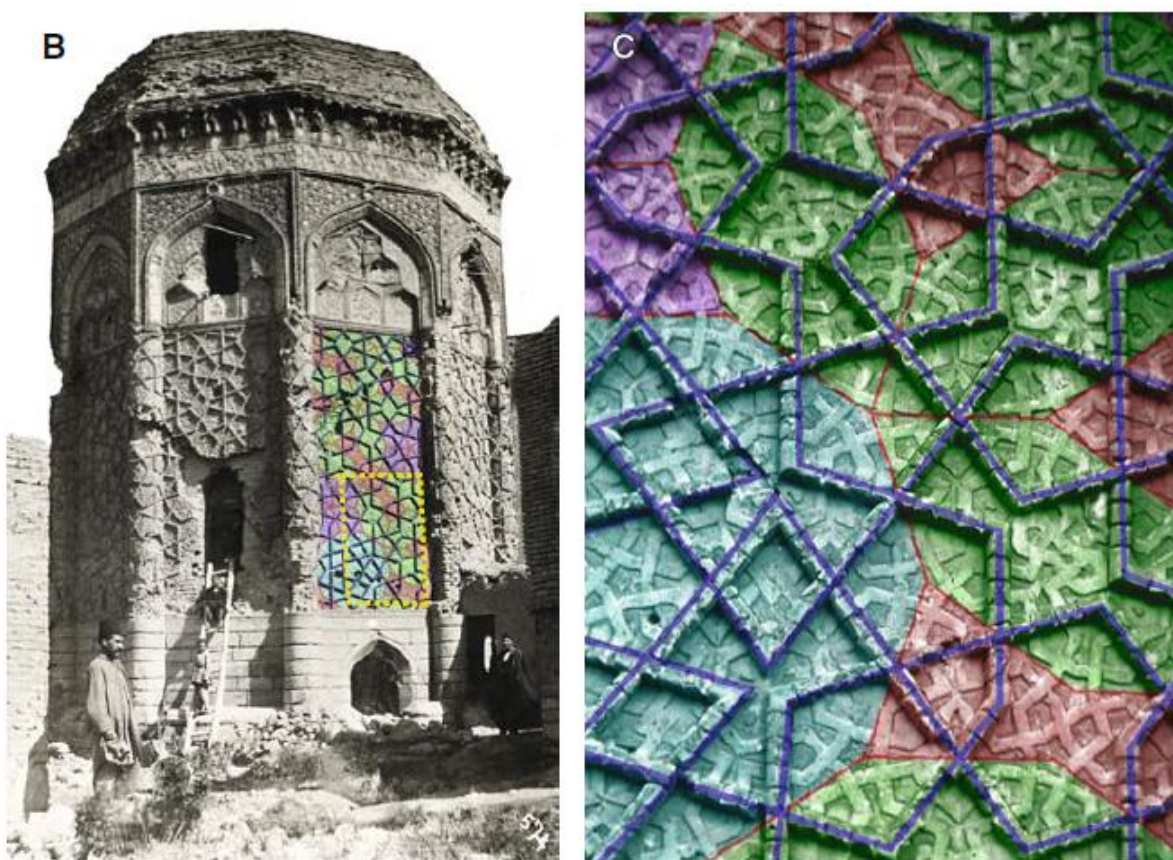


Abbildung 1-14: Foto von A. Sevrugium (ca. 1870er Jahre) über den octagonalen Gunbad-i kabub Grabturm in Maragha, Iran (Jahr 1197) (Lu & Steinhardt, 2007)

Auf der einen Seite in der Abbildung 1.14 ist die Girih- Kachel Rekonstruktion aufgezeichnet. (C) Nahaufnahme des Bereiches, der auf (B) mit der gepunkteten Linie markiert ist (Lu & Steinhardt, 2007).

Geometrische Konstruktionen spielten schon eine wichtige Rolle in der Antike. In dieser Zeit wurden z.B. Dreiecks und Kreisgeometrie nur mit einem Lineal und einem Zir-



kel (ohne Skaleneinteilung) konstruiert. In der islamischen Welt waren viele Mathematiker an der Herstellung geometrischer Strukturen beteiligt. Abu Sahl Al-Kuhi z. B., einer der führenden bekannten Wissenschaftlern in der islamischen Welt machte sich ein Verfahren, welches auf Plato zurückzuführen ist, zu Nutze um das Problem einer geometrischen Konstruktion (*gleichschenkliges Siebeneck*) zu lösen (Berggren, 2011). Dieses Verfahren bestand darin, die zu lösende Konstruktion bereits als gegeben anzusehen. Von der Konstruktion ausgehend analysierte er nun rückwärts die möglichen Konstruktionswege. In dem er das Ergebnis bereits als gegeben annahm und versuchte dieses anhand einer Kette von umkehrbaren Schlussfolgerungen zu beweisen, welche zur gesuchten geometrischen Konstruktion führten, konnte er im Umkehrschluss die Synthese für die geforderte Grundkonstruktion beweisen. Nach diesem Vorgehen versuchte Abu Sahls ein fertiges Puzzle, in diesem Fall eine geometrische Konstruktion in seine Einzelteile zu zerlegen, wobei er eine Anleitung suchte bzw. schrieb, nach welcher es ihm möglich war das Puzzle nicht nur wieder aus seinem vollendeten Zustand in der gleichen Weise erneut zu zerlegen, sondern umgekehrt auch die Möglichkeit eröffnete, aus den gegebenen Einzelteilen das Puzzle zu konstruieren.

Viele Mathematiker dieser Zeit wie auch Ibrahim b. Sinan, waren davon überzeugt, dass zur vollständigen Lösung einer Aufgabe sowohl *die Analyse* als auch *die Synthese* gehörten. In seiner Abhandlung über die Methode *der mathematischen Analyse und Synthese* beschrieb Ibrahim b. Sinan die Zusammenführung grundverschiedener mathematischer Verfahren. Er beschäftigte sich dabei nicht nur mit speziellen Problemen, sondern versuchte vollständige Theorien und Lösungsverfahren zu erarbeiten. Diese Verfahren bereicherten zugleich das alltägliche Leben der Menschen jener Zeit. So waren Instrumentenbauern nicht zuletzt aufgrund der herausragenden mathematischen Konstruktionsverfahren in der Lage komplizierte Berechnungen und geometrische Konstrukte wie bspw. *Hyperbeln* für *Sonnenuhren* zu berechnen und zu zeichnen (s. Abbildung 1.15). Die Umsetzung der Theorie in die Praxis brachte somit einen großen gesellschaftlichen Fortschritt mit sich (Berggren, 2011).

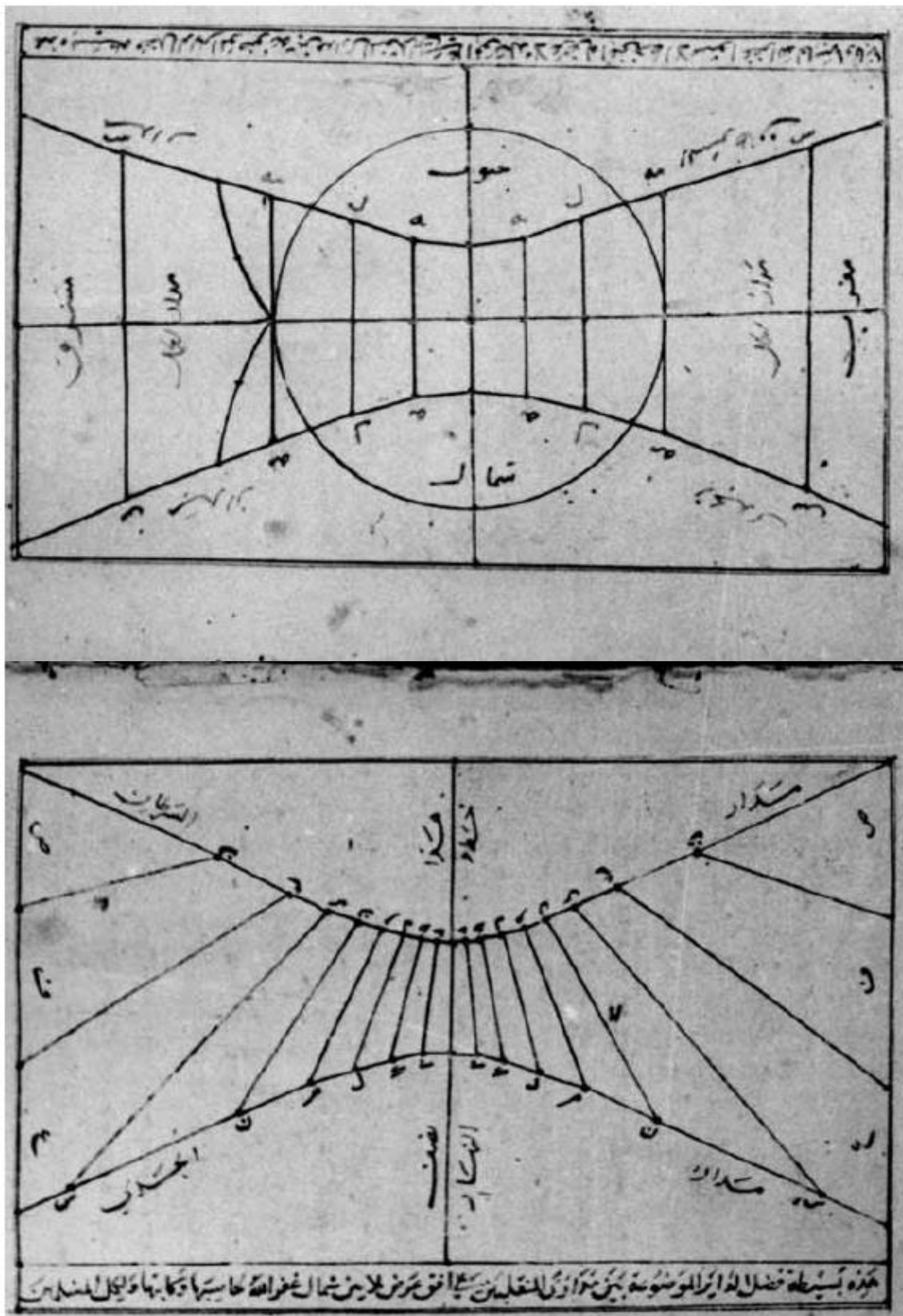


Abbildung 1-15: Diagramme für den Breitengrad von Kairo und eine universell einsetzbare Sonnenuhr aus einer Abhandlung aus dem Agypten des 15. Jahrhunderts über die Theorie der Sonnenuhren von al- Karadisi, einem muwaqqit (Berggren, 2011; S. 94)

„Ein *muwaqqit* ist eine Person, welche die Zeiten für das muslimische Gebet bestimmt. Die beiden Hyperbeln geben den Weg des Schattenzeigers (*miqyas*) für den Zeitpunkt der Sonnenwenden an. (Aus: MS Kairo Dar al- kutub Riyada 892. Mit freundlicher Genehmigung der Ägyptischen Nationalbibliothek)“ (Berggren, 2011; S. 94).

Die beiden Physiker aus den USA nehmen an, dass die praktische Entstehungsweise der Grundbausteine eines Girih-Musters mit einem Lineal und ein Zirkel erfolgte, die sich periodisch nur bei zwei-, drei-, vier-, oder sechszähliger Rotationssymmetrie fortsetzen ließen und damit ein einfaches Girih-Muster mit dieser Methode hergestellt werden könnte (Lu & Steinhardt, 2007). Die Abbildung 1.16 zeigt uns die Methode für das Zeichnen eines gewöhnlichen Stern-Musters, das mit der sogenannten „direkt strapwork method“ bzw. mit der „Bandelwerkmethode“ hergestellt werden kann.

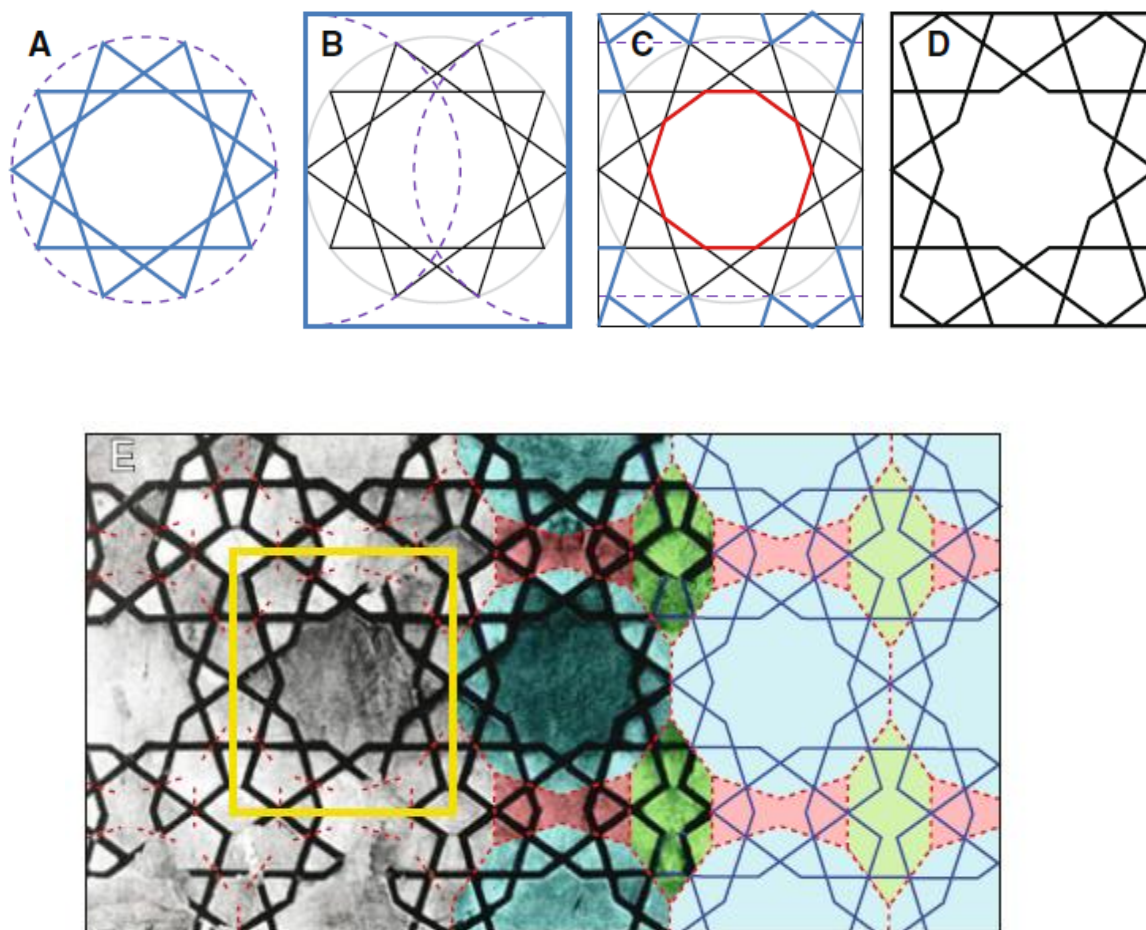


Abbildung 1-16: Zeichnen eines gewöhnlichen 10/3 Stern- Musters mit der direkten „Bandelwerk-Methode“ (Lu & Steinhardt, 2007)

Aus der Abbildung 1.16: Ein Kreis wird gleichmäßig in 10 Teile geteilt und jede dritte Ecke wird mit einer geraden Linie verbunden, um den 10/3 Stern zu erhalten. Der Stern ist in der Mitte eines Rechtecks, dessen Breite dem Durchmesser des Kreises entspricht. In jedem weiteren Schritt sind die neu gezeichneten Linien blau, zu löschende Linien sind rot. Die lila Hilfslinien, die im endgültigen Muster nicht sichtbar sind, sind gestrichelt. **(E)** Periodisches Muster am timuridischen Khwaja Abdullah Ansari Schrein in Gazargah in Herat, Afghanistan (Jahre 1425 – 1429). Die Elementarzelle **(D)** ist mit einem gelben Rechteck markiert. Das gleiche Muster kann auch mit Girih- Kacheln erzeugt werden (Lu & Steinhardt, 2007).

Auf der Grundlage von einer Vielzahl von Girih-Muster behaupten die beiden Autoren, dass ca. um 1200 Jahren ein Durchbruch in der islamischen Mathematik erfolgte, welches sich auch im islamischen Stuckateur-Muster widerspiegelt. Die gänzlich neue

Methode besteht in der Verwendung von einem Set von fünf Sorten von Kacheln, die die Autoren Girih-Platten/Kacheln/Fliesen nennen (s. Abbildung 1.17). Jede Girih-Platte ist mit Linien dekoriert und einfach genug um mit mathematischen Hilfsmitteln/ Instrumenten gezeichnet zu werden, die in mittelalterlichen islamischen Quellen dokumentiert sind. Legt man die Girih-Platten aneinander, ergeben die darauf gezeichneten Linien das Muster (Lu & Steinhardt, 2007).

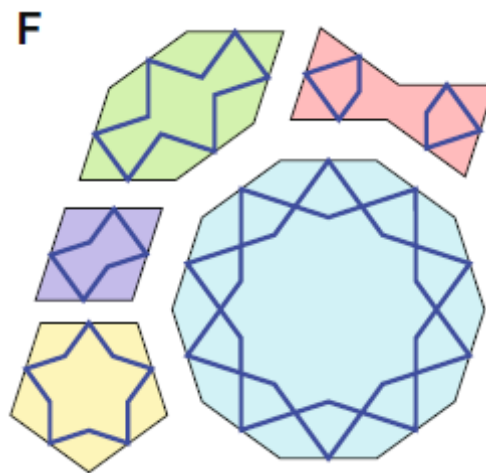


Abbildung 1-17: Der komplette Satz Girih- Kacheln: Decagon, Pentagon, Hexagon, „Fliege“ und Rhombus (Lu & Steinhardt, 2007)

Diese Fünf Mehrecke wurden genutzt um eine große Anzahl von Mustern herzustellen. Die Fünf Mehrecke teilen einige geometrische Eigenschaften, z.B. sind alle Kanten gleich lang, jede besitzt ein einfaches Muster, dessen Linien sich halbieren lassen, alle Winkel sind ein Mehrfaches von 36 Grad, und beim aneinander Verbinden dieser Mehrecke ergibt sich durch die Verbindung der Linienmuster ein zusammenhängendes Girih-Muster. Die Arbeit mit diesen Girih-Platten bringt für die Praxis zahlreiche Vorteile gegenüber der einfachen Methode. Die Verwendung der Girih-Platten ermöglicht auch die Herstellung von Ornamenten mit periodischen decagonalen Mustern, die sich mit der einfachen Zeichenmethode nicht selbstverständlich ergeben würden. Ein solche Muster und die Verwendung der Girih-Platten werden am Beispiel des Gunbad-i-Kabud beschrieben, dass auch darauf hinweist, dass es mit Girih-Platten hergestellt wurde (Lu & Steinhardt, 2007).

Solche Girih-Muster sind in vielen zahlreichen arabischen Ländern vorhanden, in Ägypten (Aboufotouh et al., 2007) und in Marokko (Castera, 1999). Die marokkanische Kultur wurde stark von der berberischen Kunst beeinflusst und geprägt, nicht nur in der Sprache sondern auch in anderen Bereichen wie in der Kunst, z.B. die Tonware von Berbern lässt sich durch einfache geometrische Muster kennzeichnen. Die Handelszentren Fes, Meknès und Marrakesch sind die wichtigsten Städte des Kunsthandwerks, was sich durch die marokkanischen Kunsthandwerker in baudekorativen Ausschmückungen der Paläste aufzeigen lässt. An den Innen- und Außenwänden sind die farbenprächtigen Mosaikfliesen, die sogenannten „Zellijs“ zu finden, die nach Bedarf aus größeren quadratischen Fliesen zurechtgeschlagen, um große geometrische Ornamente, meist Sternmotive herzustellen (Hattstein et al., 2011).

Eine Methode zur Herstellung solcher Girih-Muster lässt sich von Peter und Steinhardt anhand eines berühmten Beispiels darstellen und zwar die Penrose-Plakettierung. Die Penrose-Kacheln können unterschiedliche Formen haben. Zum Vergleich der mittelalterlichen islamischen Dekoration eignen sich am besten die Formen „Drache“ und „Pfeil“ (s. Abbildung 1.18). Wenn die zwei Formen „Drache und Pfeil ohne Unterbrechung der Linien verlegt werden, ist die einzig mögliche Anordnung ein fünf-fach-symmetrisches- quasi kristallines Muster, in dem sich Drachen und Pfeile in einem Rhythmus abwechseln, was darauf auch hinweist, dass Darb-i-Imam unmittelbar in Penrose-Kacheln aufgeschlüsselt werden kann (Lu & Steinhardt, 2007).

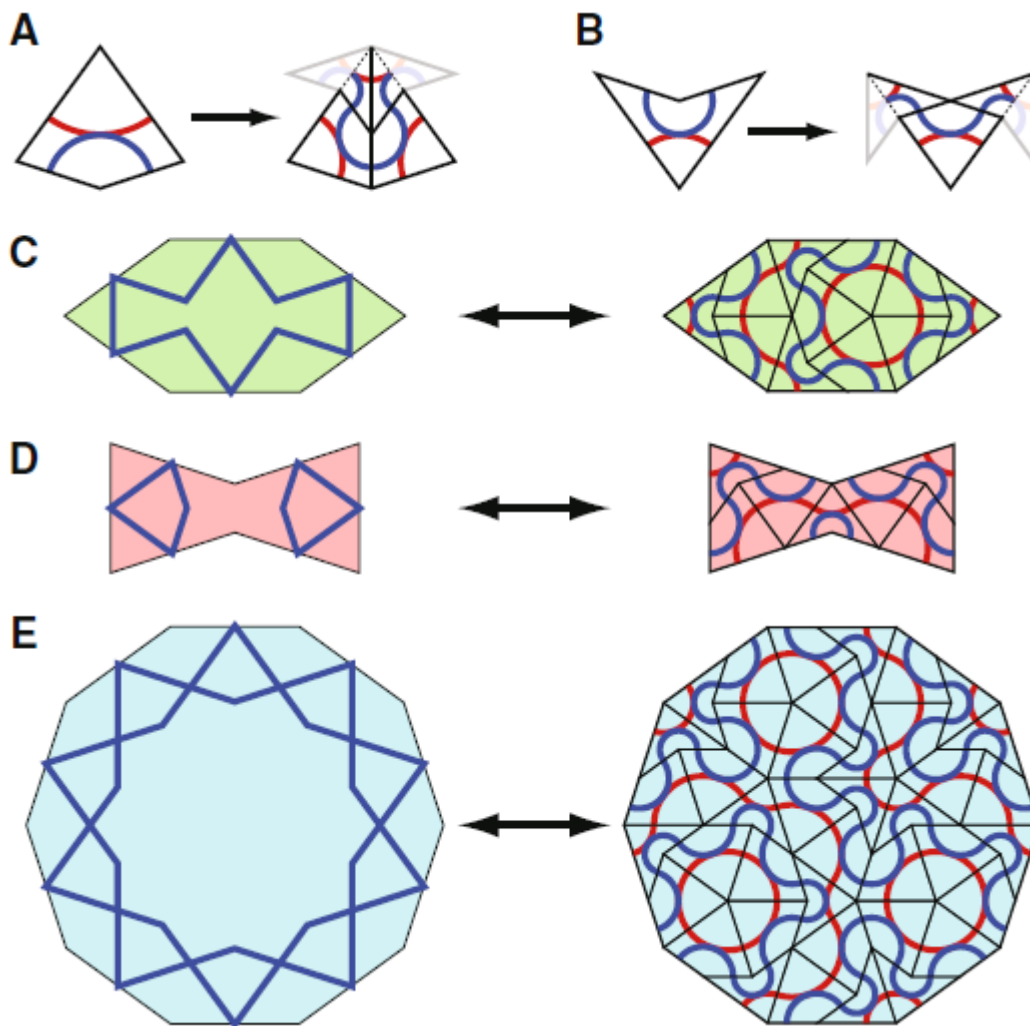


Abbildung 1-18: Methode zur Herstellung von Girih-Mustern (Lu & Steinhardt, 2007)

Die Penrose-Kacheln Drache (**A**) und Pfeil (**B**) werden jeweils auf der linken Seite des schwarzen Pfeils mit blauen und roten Mustern dargestellt. Diese roten und blauen Muster passen über die Kanten hinaus nahtlos zusammen und ergeben eine perfekte Penrose-Parkettierung. Ausgehend von einem begrenzten Fliesenfragment, kann jede Fliese/Kachel, entsprechend den „Befüllungsregeln“, in kleinere Drachen und Pfeile unterteilt werden, die alle zusammen ein perfektes Fragment mit mehr Fliesen/Kacheln ergeben. (**C** bis **E**) Die Zuordnung von Girih-Kacheln zu Penrose-Kacheln für gestrecktes Hexagon (**C**), „Fliege“ (**D**) und Decagon (**E**) (Lu & Steinhardt, 2007).

Lu & Steinhardt (2007) haben gezeigt, dass komplexe decagonale Kacheln um 1200 schon in der islamischen Welt gemacht wurden, was nicht auf eine einfache und schnelle Arbeit hinweist, sondern auf eine extreme Komplexität. Wann der Paradig-

menwechsel von der „Zirkel und Lineal“ Methode zu den Girih- Kacheln erfolgte, bleibt eine offene Frage.

Der Betreuer dieser Arbeit, Prof. Dr. Ahmed A. Karim, bemerkte eine verblüffende Ähnlichkeit zwischen Aufgaben zur Messung der fluiden Intelligenz (v.a. Figuren Analogien) und die islamischen geometrischen Muster. Er hatte die Hypothese, dass die Erstellung solcher Muster mit einer hohen fluiden Intelligenz einhergehen und darüber hinaus, dass die berufliche Erstellung von solchen Mustern die fluide Intelligenz fördern müsste.

Im Rahmen dieser Doktorarbeit, bin ich nach Marokko und zwar nach Marrakesch gereist, um eine Stichprobe von marokkanischen Stuckateuren zu finden, die beruflich solche islamisch-geometrischen Muster erstellen. Während meines Aufenthaltes dort, habe ich am Ort Fotos aufgenommen von den marokkanischen Stuckateuren und ihren Kunstwerken in vielen Palästen (s. Abbildung 1.19, A). Diese Paläste sind Innen und Außen mit unterschiedlichen geometrischen Mustern bzw. Girih-Mustern dekoriert. Allem liegt eine geometrische Ordnung zugrunde. Man muss genau hinschauen, um die Vielseitigkeit in Farbe und feinen Details entdecken zu können, die die marokkanischen Stuckateure bis heute immer noch erstellen (s. Abbildung 1.19, B und C).





Abbildung 1-19: (A-C) Fotos von marokkanischer Stuckateur-Arbeit aus der Stadt Marrakesch



## 2 Ableitung der Fragestellungen und Hypothesen

In dem vorherigen Kapitel haben wir die verschiedenen Theorien und Modelle der Intelligenz zusammengefasst. Ein einflussreiches Modell der Intelligenz ist das Modell der fluiden und kristallinen Intelligenz nach Cattell (1963,1987). Cattell ging davon aus, dass die Entwicklung der kristallinen Intelligenz kultur- und bildungsabhängig wäre, allerdings postulierte er, dass die Entwicklung der fluiden Intelligenz eher kultur- und bildungsunabhängig sei.

Verschiedene Studien weisen jedoch darauf hin, dass diese Annahme nicht haltbar ist. Ceci (1991) geht davon aus, dass die Beschuldungsdauer die fluide Intelligenz beeinflussen kann.

Karim (2000) konnte ferner zeigen, dass der kognitive Anspruch der Beschuldungsform die Entwicklung der fluiden Intelligenz ebenfalls massiv beeinflusst. Zum Einfluss der beruflichen Tätigkeit auf die Entwicklung der fluiden Intelligenz konnte Schallberger (1979,1988) zeigen, dass das kognitive Anforderungsniveau der beruflichen Tätigkeit die fluide Intelligenz beeinflussen kann.

Inwiefern die berufliche Beschäftigung mit islamischen geometrischen Mustern, die auf komplexe mathematische Muster basieren (Lu & Steinhardt, 2007), die fluide Intelligenz beeinflussen kann, ist bisher noch nicht erforscht.

Ziel der aktuellen Studie ist es zu untersuchen, inwiefern sich marokkanische Stuckateure hinsichtlich ihrer fluiden Intelligenz von marokkanischen Bauarbeitern unterscheiden. Darüber hinaus soll untersucht werden, ob marokkanische Stuckateure, die sich beruflich mit den komplexen geometrischen Muster befassen, auch hinsichtlich ihrer mathematischen Fähigkeiten und ihres Kurzzeitgedächtnisses von den marokkanischen Bauarbeiter unterscheiden.

Zur Kontrolle von Störvariablen werden der Bildungshintergrund, die Beschuldungsdauer und das Alter in beiden Gruppen konstant gehalten.

Zusammengefasst sollen folgende Hypothesen überprüft werden:

H 1: Marokkanische Stuckateure erzielen bei Aufgaben der fluiden Intelligenz signifikant bessere Leistung als marokkanische Bauarbeiter.

H 2: Marokkanische Stuckateure erzielen bei mathematischen induktiven Denkaufgaben signifikant bessere Leistungen als marokkanische Bauarbeiter.

H3: Marokkanische Stuckateure erzielen bei Kurzzeitgedächtnisaufgaben signifikant bessere Leistungen als marokkanische Bauarbeiter.



## 3 Methode

### 3.1 Stichprobe

Die untersuchte Stichprobe umfasst Daten von  $N = 45$  männlichen Marokkanern aus Marrakesch. Nach dem Edinburgh-Händigkeit Inventor (Edinburgh Inventory of Handedness); (Oldfield 1971), waren  $N = 44$  der Probanden Rechtshänder und  $N = 1$  Linkshänder. Das Durchschnittsalter  $\pm$  Standardabweichung lag bei  $31,49 \pm 7,55$ . Tabelle 3.1 und Abbildung 3.1 und 3.2. veranschaulichen die Zusammensetzung der Stichprobe wieder aufgegliedert nach Beruf, Schuljahre, Bildungsniveau, Berufsjahre und Alter.

*Tabelle 3-1: Zusammensetzung der Stichprobe wieder aufgegliedert nach Beruf, Schuljahre, Bildungsniveau, Berufsjahre und Alter*

Stuckateure						Bauarbeiter					
Alter		Schuljahre		Berufsjahre		Alter		Schuljahre		Berufsjahre	
M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
32,04	7,74	7,7	1,95	15,28	6,8	30,8	7,45	8,1	2,34	10,8	6,86

Anmerkungen: M = Mittelwert; SD = Standardabweichung

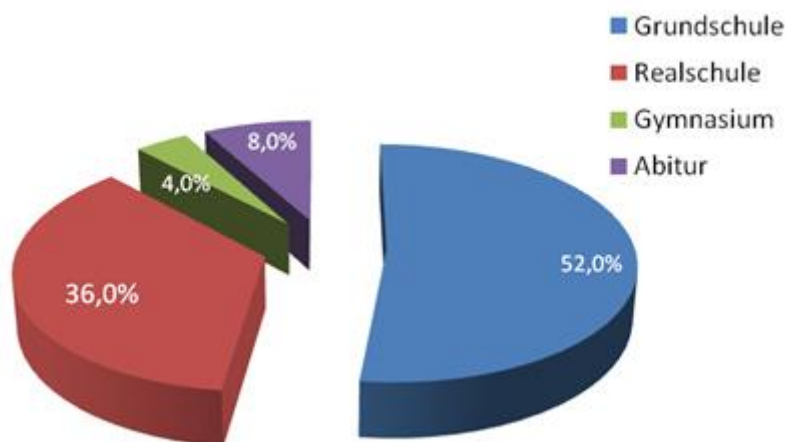


Abbildung 3-1: Bildungsniveau der Stuckateure

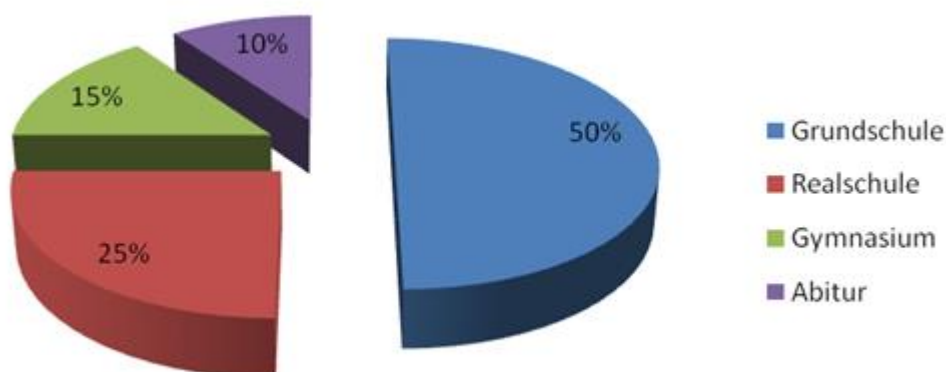


Abbildung 3-2: Bildungsniveau der Bauarbeiter

### 3.2 Datenerhebung

Die Datenerhebung fand in Marokko in der Stadt Marrakesch statt, in der die beiden Teilnehmergruppen, Stuckateure und Bauarbeiter ihren Beruf ausüben. Die Datenerhebung fand in einer privaten Schule in vier bis fünf Stunden an fünf aufeinanderfolgenden Tagen. Der Testleiter waren in erster Linie ich, als Leiter der Untersuchung und ein Freund aus dem damaligen Schulkreis. Zuerst wurden alle Teilnehmer über das Ziel, den Untersuchungsablauf, und die Art der Aufgaben, die sie bearbeiten müssen aufgeklärt. Nach der Aufklärung haben alle Teilnehmer unterschrieben, dass ihre Teilnahme an dieser Untersuchung freiwillig ist. Danach füllte jeder Teilnehmer einen Fragebogen über soziodemographische Daten, Alter, Beruf, Schulniveau, Schul- und Berufsjahre

aus, unter Wahrung der Anonymität aus. Im nächsten Schritt füllten alle Teilnehmer einen Händigkeitfragebogen aus der nach dem Edinburgh-Händigkeit Inventor (Edinburgh Inventory of Handedness) bearbeitet wird, um festzustellen, ob sie Rechtshänder oder Linkshänder sind. Zur Überprüfung der Fragestellung der vorliegenden Arbeit bearbeiteten die Teilnehmer im letzten Schritt bei vorgegebener Zeit drei Tests: einen Intelligenztest, Matheaufgaben und Gedächtnisaufgaben.

### 3.3 Instrumente

#### *Fluide Intelligenz:*

Zur Überprüfung der fluiden Intelligenz bei allen Teilnehmern wurde ein Intelligenztest „Standard progressive Matrices“ (SPM) eingesetzt. Die Standard Progressive Matrices (SPM) wurde für diese Arbeit ausgewählt, da die marokkanischen geometrischen Muster den Figuren der SPM-Fragen Ähnlichkeit aufweisen (s. Abbildung 3.3). Sie gehört zu den progressiven Matrizentests von J. C. Ravens und wird seit Jahrzehnten sowohl in der differentiellen Psychologie als auch in der psychologischen Eignungsdiagnostik als bedeutsames Instrument, um die sprachfreie Intelligenz und speziell die logischen Schlussfolgerungen zu bestimmen. Die verwendete Version bei dieser Untersuchung ist die neu überarbeitete Version mit einer Vielzahl aus neuer Items in den verschiedenen Sets mit unveränderter Item -Anzahl und Set- Länge und ist schwieriger im Vergleich zu ihrem klassischen Vorgänger. Die SPM bestehen aus 60 Testaufgaben. Diese Testaufgaben sind auf fünf Sets ( A, B, C, D und E ) verteilt. Die Sets oder die Serien graphischer Aufgabenstellungen weisen eine regelmäßige Veränderung in zwei Dimensionen auf. Die graphischen Darstellungen sind unvollständig und müssen von Testpersonen durch das Auswählen vom ergänzenden Teil aus den vorgegebenen Antwortmöglichkeiten vervollständigt wird. Bei den ersten Testaufgaben der Sets ist es leicht, die richtigen Lösungen zu finden, bei den folgenden Aufgaben steigt der Schwierigkeitsgrad an. Die insgesamt fünf Sets bieten allen Teilnehmern fünfmal die Gelegenheit, sich für die Lösung der Testaufgaben erforderliche Methoden des Denkens anzuzeigen und bieten fünfmal in Folge die Möglichkeit zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit eines Teilnehmers bei intellektuellen Aktivitäten. Die Standard Progressive Matrices ( SPM ) bietet die Möglichkeit, kognitive Fähigkeiten von Menschen in einem breiten Bereich



zu erfassen, unabhängig von Alter, Bildung, Nationalität und körperlicher Verfassung der Testpersonen (Bulheller & Häcker, 1999).

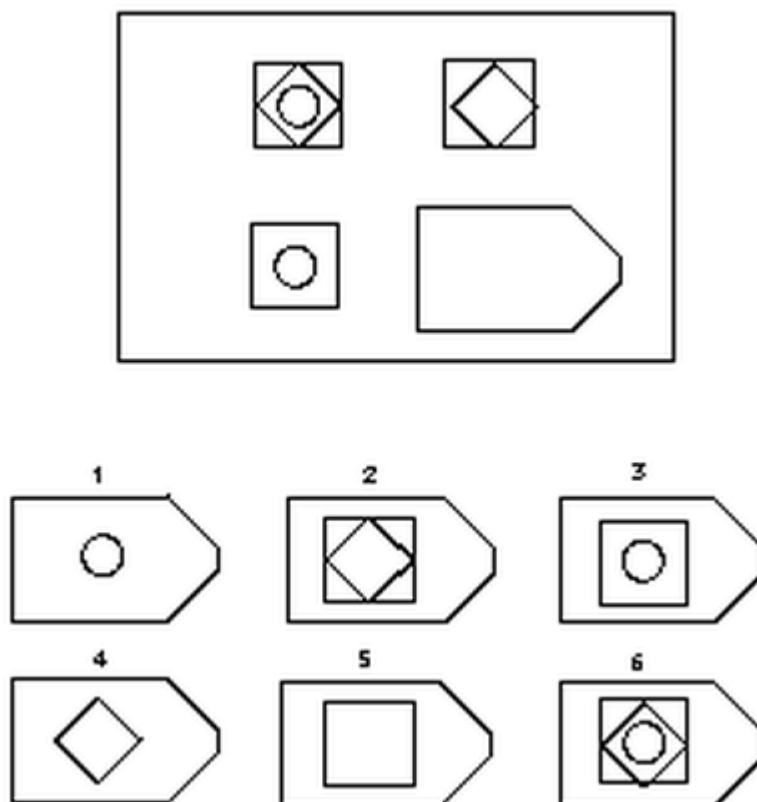


Abbildung 3-3: Beispielaufgabe aus dem Standard progressive Matrices-Test

Die Validität der Progressiven Matrices muss unterschiedlich beurteilt werden. Während zuverlässige Werte für die Korrelation der SPM mit Binet und Wechsler- Tests bei Kindern und Jugendlichen zwischen 0,54 und 0,86 liegen, fallen die Korrelationen zwischen SPM und Schulleistungsindikatoren im Allgemeinen mäßig aus (Variation zwischen 0,2 und 0,6). Rogers und Holmes fanden eine Korrelation vom SPM und Wechsler- Test zwischen 0,83 und 0,92. Darüber hinaus konnte mittlere bis hohe Korrelationskoeffizienten zwischen SPM und verschiedenen nonverbalen Tests und Handlungstests für die Anwendung bei Kindern ermittelt werden. Eine durchgeführte Studie an deutschen Stichproben von Kratzmeier ermittelte Validitätswerte, z.B. Korrelationen zwischen SPM und PSB, und der höchste Korrelationswert liegt bei 0,56 und bezieht sich auf die Gesamtleistung von SPM und PSB. Ganz hingegen konnten zwischen SPM und

d2 (Konzentrationstest) keine interpretierbaren Korrelationen ermittelt werden (Bulheller & Häcker, 1999; Heller, 1981).

Zur Reliabilität der SPM stehen viele Untersuchungen zur Verfügung, die eine sehr große Alters-Bandbreite mit vielen kulturellen Gruppen und normalen Populationen abdecken. Die Korrelations- Koeffizienten bezüglich der inneren Konsistenz liegen im Allgemeinen über 0,9. In Großbritannien z.B. liegen die Korrelationskoeffizienten bei acht, bei separat untersuchten sozioökonomischen Gruppen zwischen 0,97 und 0,99. In den USA bewegen sich die Korrelationskoeffizienten bei verschiedenen ethnischen Gruppen (Schwarze, Angloamerikaner, Hispano-Amerikaner, Amerikaner asiatischer Herkunft und indianischer Herkunft (Navajo) zwischen Werten von 0,97 und 1,0. Zu den gleichen Ergebnissen kam auch Jensen. Anhand dieses Grunds misst der SPM- Test bei einer großen Bandbreite von kulturellen, sozioökonomischen und ethnischen Gruppen auf die gleiche Weise das gleiche und ist gleich anwendbar. Die Korrelationskoeffizienten bezüglich der Retest- Reliabilität – je nach Zeitintervall- liegen zwischen 0,55 und 0,93 (Bulheller & Häcker, 1999; Heller, 1981).

#### *Rechenfähigkeit:*

Zur Überprüfung der Rechenfähigkeit von den Teilnehmern wurden Basismathe-Aufgaben, wie 3-Satz- Aufgaben eingesetzt. Jede Matheaufgabe sollte in einer bestimmten Zeit gelöst werden. Es sind 49 mathematische Aufgaben, die in fünf Aufgabegruppen aufgeteilt sind. Insgesamt kann jeder Teilnehmer beim Lösen aller Aufgaben eine maximale Punktzahl von 49 erzielen. Die mathematischen Aufgaben sind in Kapitel 6 dargestellt.

#### *Gedächtnis:*

Zur Überprüfung der Gedächtniskapazität wurden Testmaterialien aus Aufgaben, in denen man Zahlen und Buchstaben sowohl vor- als auch rückwärts nachsprechen soll, eingesetzt. Der Testleiter liest allen Teilnehmern Ziffern- und Buchstabenreihenfolgen in der Geschwindigkeit von einer Ziffer pro Sekunde vor. Die Teilnehmer sollen die Ziffern- oder die Buchstabenreihenfolge entweder in derselben Reihenfolge, in der sie vorgegeben wurde, oder in der entgegengesetzten Reihenfolge, auf einem Antwortbogen notieren. Beim Zahlennachsprechen sind 30 Aufgaben zu lösen, die in 15 Aufgab-

gruppen aufgeteilt sind. Insgesamt kann jeder Teilnehmer beim Lösen aller Aufgaben eine Punktzahl von 30 erzielen.

Beim Buchstabennachsprechen sind 14 Aufgaben zu lösen. Insgesamt kann jeder Teilnehmer beim Lösen aller Aufgaben eine Punktzahl von 14 erzielen. Die Gedächtnisaufgaben sind in Kapitel 6 dargestellt.



## 4 Ergebnisse

### 4.1 Zum Einfluss vom Beruf auf die fluide Intelligenz

Ein  $t$ -Test für eine unabhängige Stichprobe zeigt, dass die fluide Intelligenz bei den marokkanischen Stuckateuren signifikant höher ist als bei den marokkanischen Bauarbeitern ( $t_{43} = 9,529$ ;  $p < 0,001$ ). Die Abbildung 4.1 veranschaulicht die Ergebnisse.

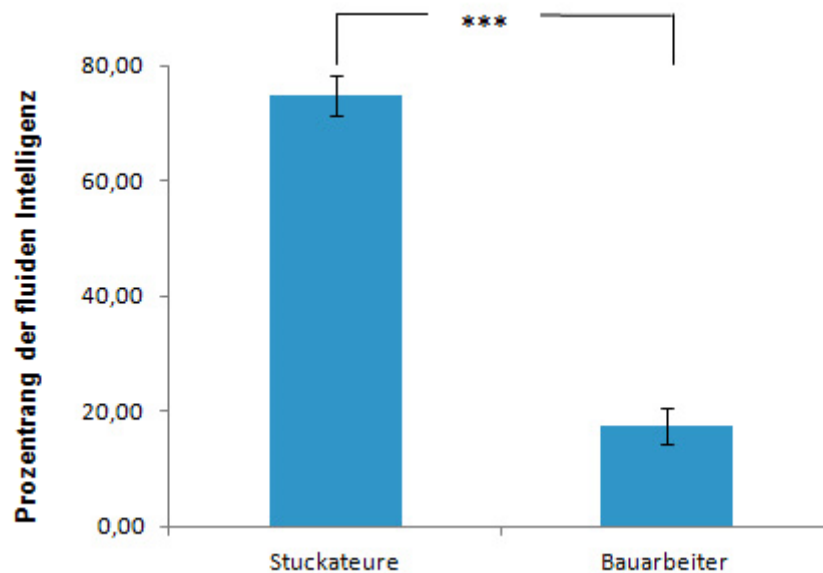


Abbildung 4-1: Fluide Intelligenz der marokkanischen Stuckateure und Bauarbeiter. Die Fehlerbalken kennzeichnen den Standardfehler des Mittelwertes \*\*\*  $p < 0,001$

## 4.2 Zum Einfluss vom Beruf auf die mathematische Leistung

Ein  $t$ -Test für eine unabhängige Stichprobe zeigt, dass die marokkanischen Stuckateure eine signifikant höhere mathematische Leistung als die marokkanischen Bauarbeiter erzielen ( $t_{43} = 6,76$ ;  $p < 0,01$ ). Die Abbildung 4.2 veranschaulicht die Ergebnisse.

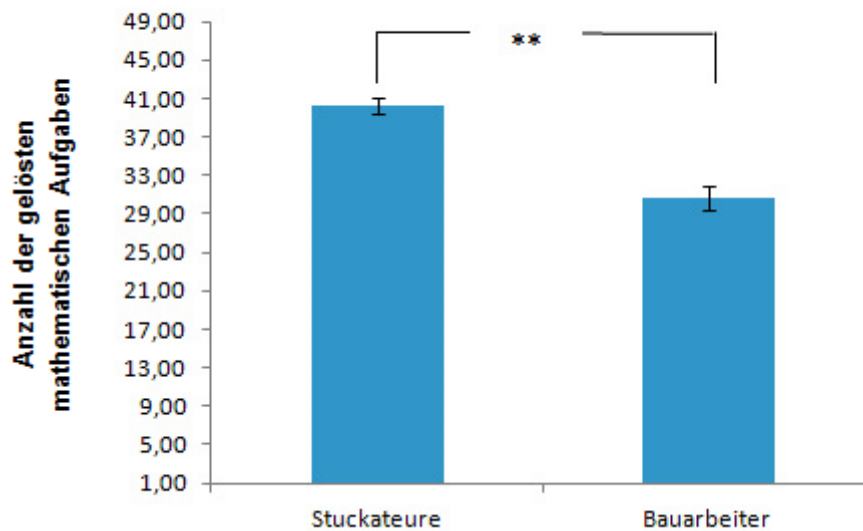


Abbildung 4-2: Mathematische Leistung der marokkanischen Stuckateure und Bauarbeiter.

Die Fehlerbalken kennzeichnen den Standardfehler des Mittelwertes, \*\*  $p < 0,01$

Anmerkungen: Kodierung 1: Aufgabe 1, 2: Aufgabe 2,.....49:Aufgabe 49

### 4.3 Zur Kontrolle des Bildungsniveaus

Wie in Kapitel 2 dargestellt ist, wäre es denkbar, dass die Stuckateure höhere Leistungen beim Test der fluiden Intelligenz sowie bei mathematischen Aufgaben erzielen, weil sie ein höheres Bildungsniveau oder längere Beschulungszeiten als Bauarbeiter aufweisen.

Zur Überprüfung dieser alternativen Erklärung, wurden zwei  $t$ -Tests für unabhängige Stichproben durchgeführt, um zu testen, ob das Bildungsniveau bei den Struckateuren signifikant höher sei als bei den Bauarbeitern .

Die Ergebnisse zeigten jedoch, dass die Struckateure und Bauarbeiter weder hinsichtlich ihres Bildungsniveaus ( $t_{43} = 0,558$ ;  $p = 0,56$ ) noch hinsichtlich ihrer Beschulungsjahre ( $t_{43} = 0,657$ ;  $p = 0,515$ ) sich signifikant unterscheiden. Die Abbildungen 4.3 und 4.4 veranschaulichen die Ergebnisse.

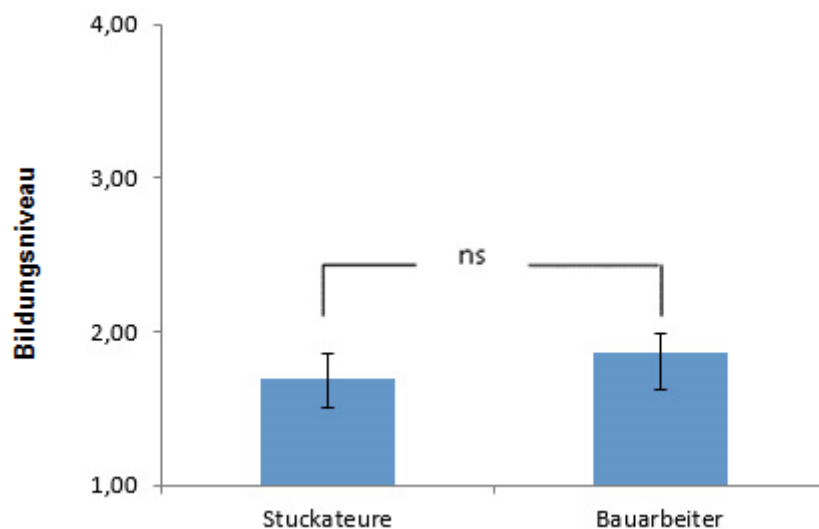


Abbildung 4-3: Bildungsniveau der marokkanischen Stuckateure und Bauarbeiter. Die Fehlerbalken kennzeichnen den Standardfehler des Mittelwertes. Die beiden Mittelwerte sind nicht signifikant unterschiedlich

Anmerkungen: Kodierung 1: Grundschule, 2: Realschule, 3: Gymnasium, 4: Abitur

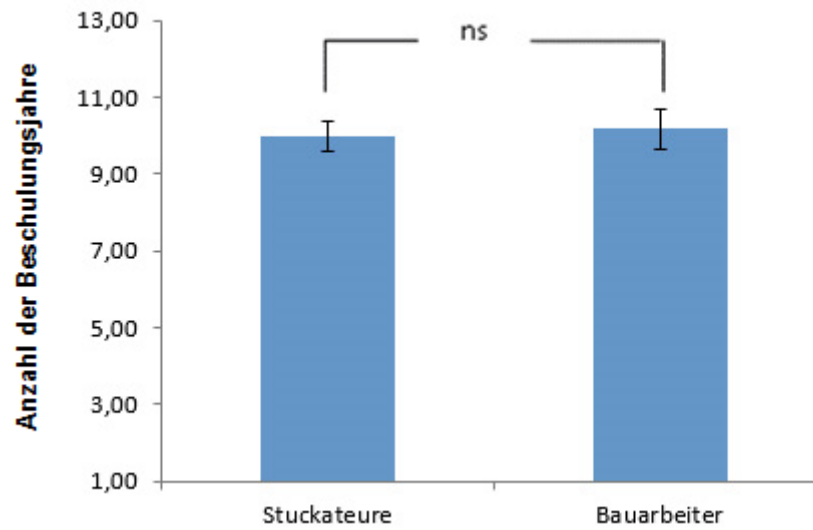


Abbildung 4-4: : Anzahl der Schulungsjahre der marokkanischen Stuckateure und Bauarbeiter. Die Fehlerbalken kennzeichnen den Standardfehler des Mittelwertes. Die beiden Mittelwerte sind nicht signifikant unterschiedlich



#### 4.4 Zum Einfluss vom Beruf auf Zahlen-Kurzzeitgedächtnis: Zahlen vor- und nachsprechen

Ein  $t$ -Test für unabhängige Stichproben zeigt keinen signifikanten Unterschied zwischen den marokkanischen Stuckateuren und Bauarbeitern, weder beim Zahlennachsprechen vorwärts ( $t_{43} = -0,283$ ;  $p = 0,779$ ) noch beim Zahlennachsprechen rückwärts ( $t_{43} = 0,764$ ;  $p = 0,449$ ). Die Abbildungen 4.5 und 4.6 veranschaulichen die Ergebnisse.

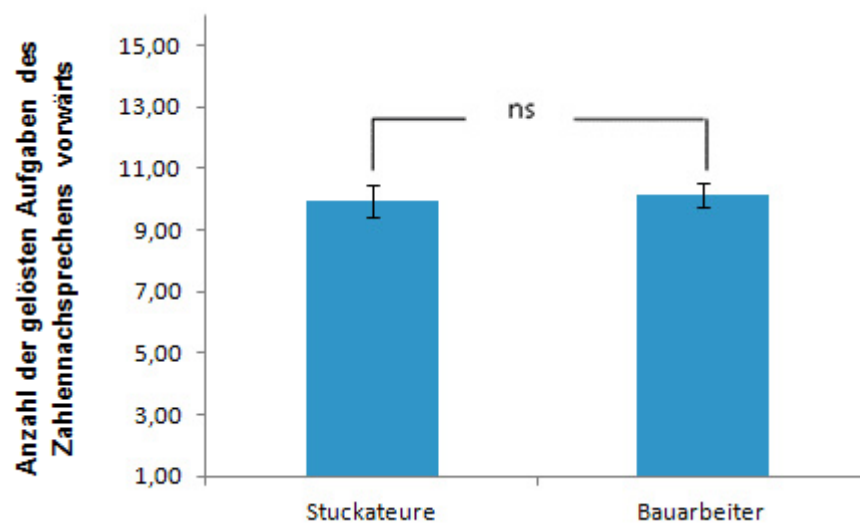


Abbildung 4-5: Zahlennachsprechen vorwärts bei den marokkanischen Stuckateuren und Bauarbeitern. Die Fehlerbalken kennzeichnen den Standardfehler des Mittelwertes. Die beiden Mittelwerte sind nicht signifikant unterschiedlich

Anmerkungen: Kodierung 1: Aufgabe 1, 2: Aufgabe 2,....., 16: Aufgabe 16

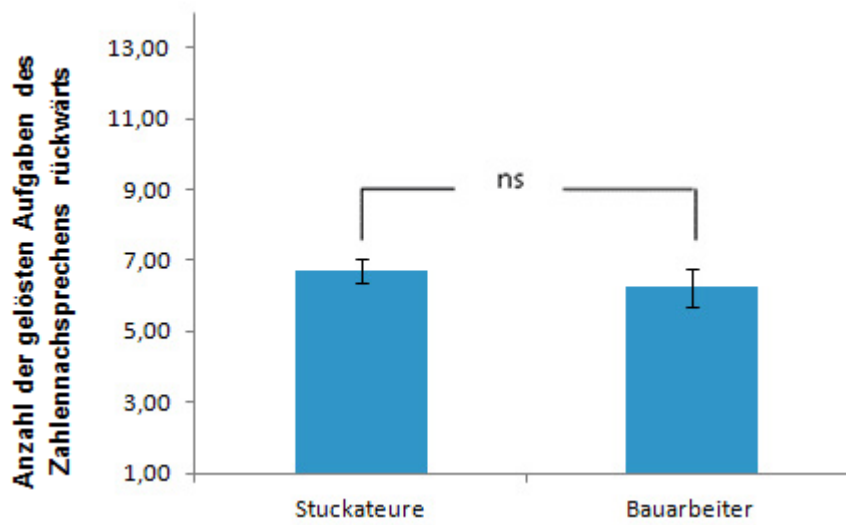


Abbildung 4-6: Zahlennachsprechen rückwärts bei den marokkanischen Stuckateuren und Bauarbeitern. Die Fehlerbalken kennzeichnen den Standardfehler des Mittelwertes. Die Mittelwerte sind nicht signifikant unterschiedlich

Anmerkungen: Kodierung 1: Aufgabe 1, 2: Aufgabe 2,....., 14: Aufgabe 14

#### 4.5 Zum Einfluss vom Beruf auf Buchstaben-Kurzzeitgedächtnis

Ein  $t$ -Test für unabhängige Stichproben zeigt keinen signifikanten Unterschied zwischen den marokkanischen Stuckateuren und Bauarbeitern weder beim Buchstaben-nachsprechen vorwärts ( $t_{43} = 0,79$ ;  $p = 0,434$ ) noch beim Buchstabennachsprechen rückwärts ( $t_{43} = -0,41$ ;  $p = 0,684$ ). Die Abbildungen 4.7 und 4.8 veranschaulichen die Ergebnisse.

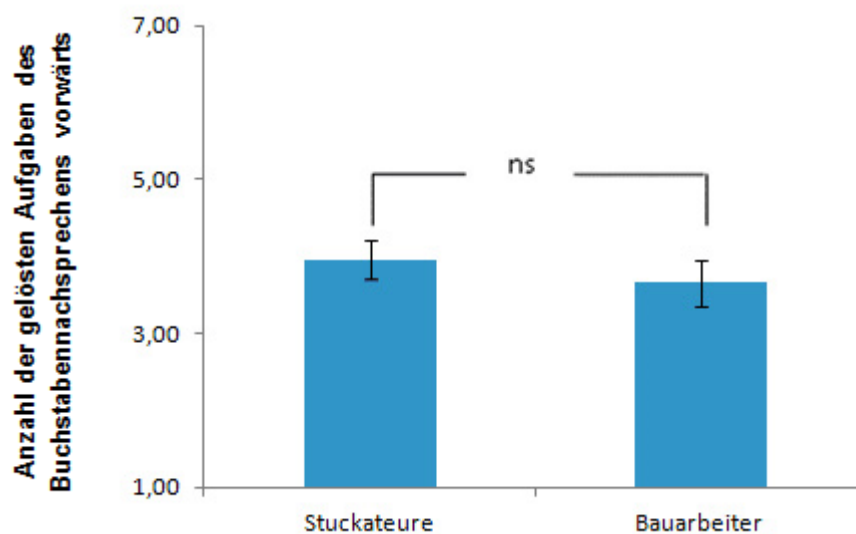


Abbildung 4-7: Buchstabennachsprechen vorwärts bei den marokkanischen Stuckateuren und Bauarbeitern. Die Fehlerbalken kennzeichnen den Standardfehler des Mittelwertes. Die beiden Mittelwerte sind nicht signifikant unterschiedlich

Anmerkungen: Kodierung 1: Aufgabe 1, 2: Aufgabe 2,....., 7: Aufgabe 7

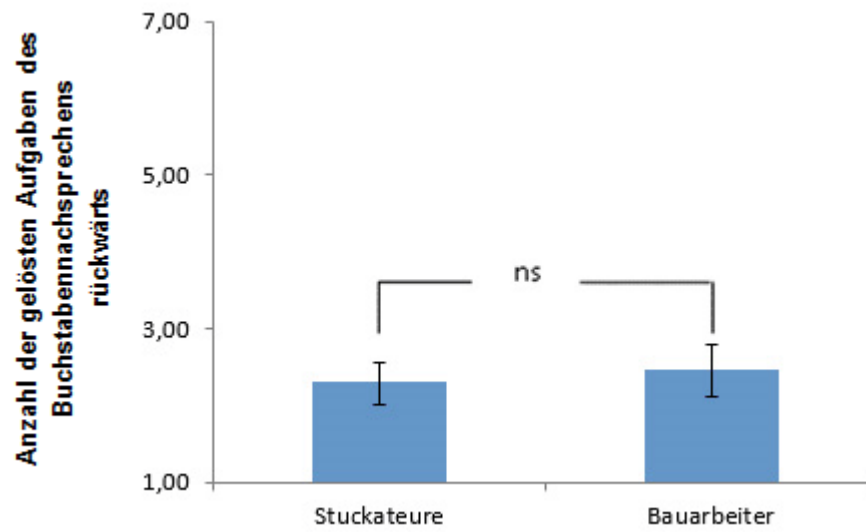


Abbildung 4-8: Buchstabennachsprechen rückwärts bei den marokkanischen Stuckateuren und Bauarbeitern. Die Fehlerbalken kennzeichnen den Standardfehler des Mittelwertes. Die beiden Mittelwerte sind nicht signifikant unterschiedlich

Anmerkungen: Kodierung 1: Aufgabe 1, 2: Aufgabe 2,....., 7: Aufgabe 7

## 4.6 Untersuchung des Zusammenhang zwischen der fluiden Intelligenz und der mathematischen Leistungen

Wenn man die gesamte Stichprobe untersucht, ergeben sich signifikante Korrelationen zwischen der fluiden Intelligenz und den mathematischen Leistungen, gemessen über alle fünf mathematischen Leistungen. ( $r = 0,56$ ;  $p < 0,001$ ). Siehe Abbildung 4.9.

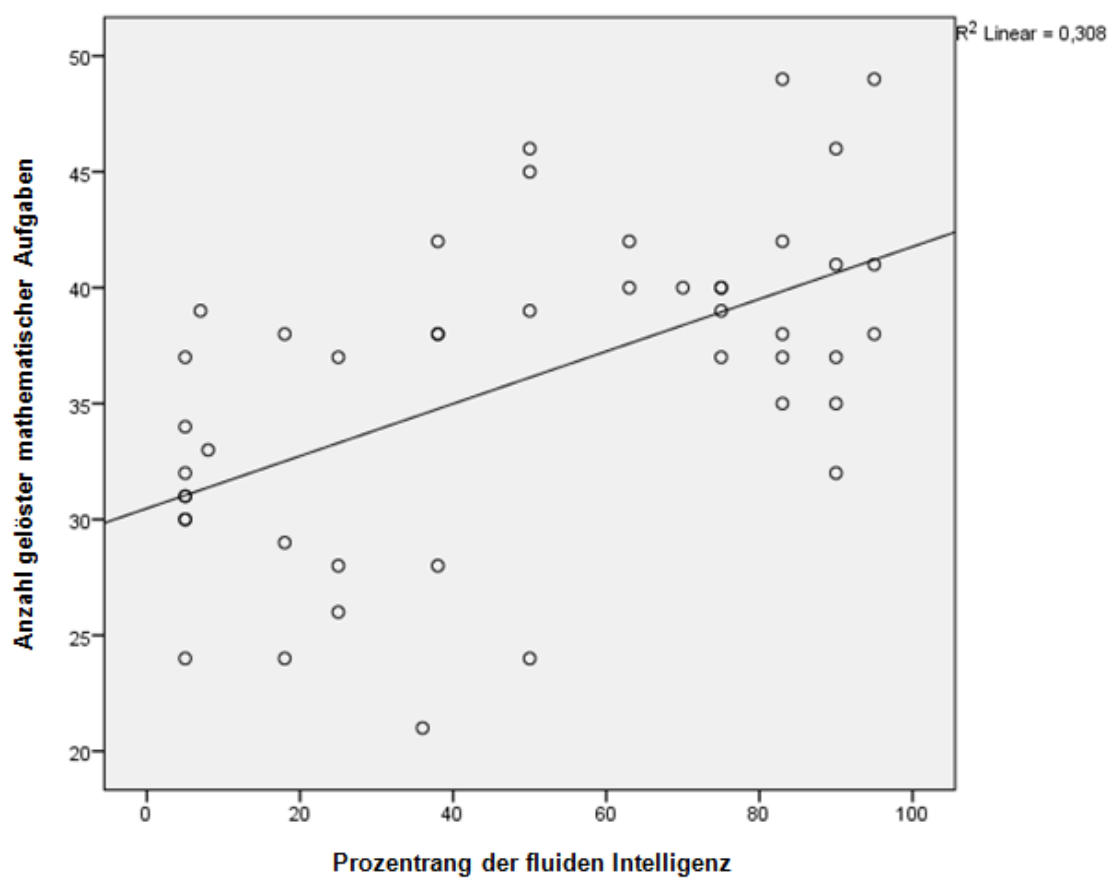


Abbildung 4-9: Korrelation zwischen der fluiden Intelligenz und der Anzahl gelöster mathematischer Aufgaben für die gesamte Stichprobe

Wenn man die Stichprobe nach dem Beruf (Stuckateure und Bauarbeiter) trennt, ergeben sich folgende Korrelationen zwischen der fluiden Intelligenz und den mathematischen Aufgaben. Abbildungen 4.10 und 4.11 veranschaulichen die Ergebnisse.

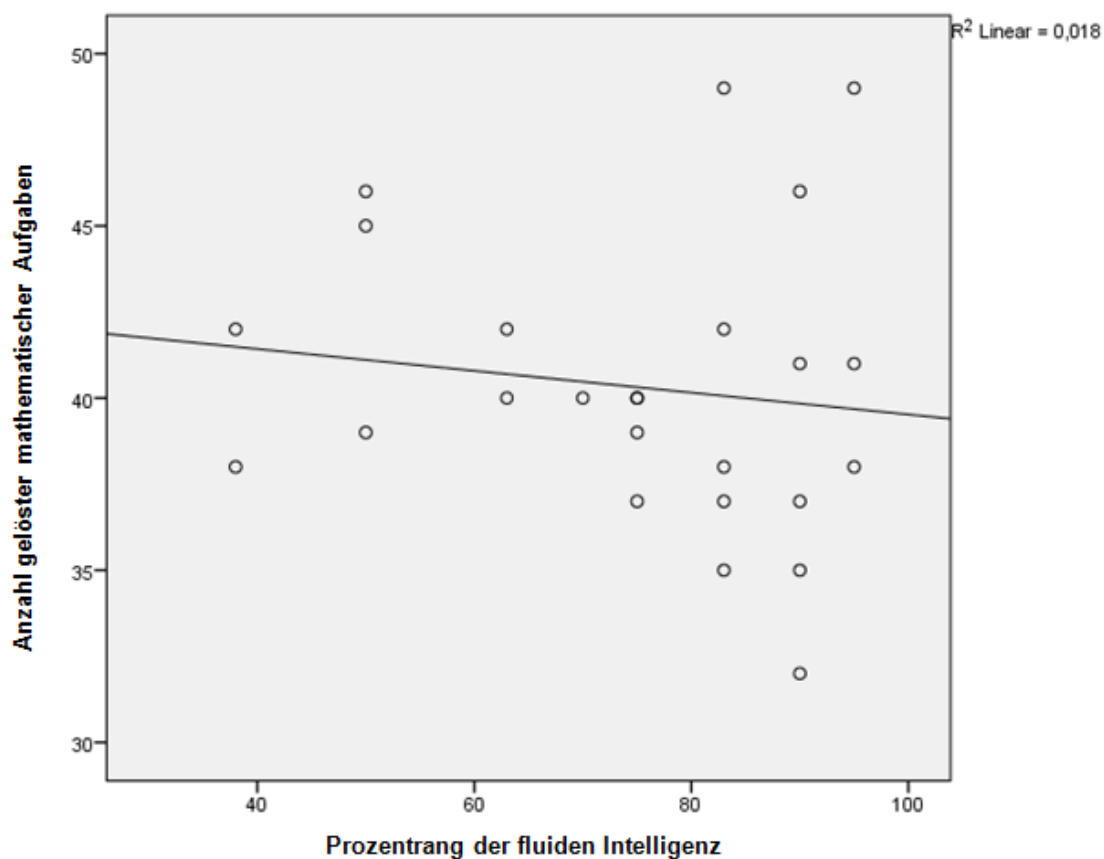


Abbildung 4-10: Korrelation zwischen der fluiden Intelligenz und der Anzahl gelöster mathematischer Aufgaben für die marokkanischen Stuckateure ( $r = -0,134$ ;  $p > 0,05$ )

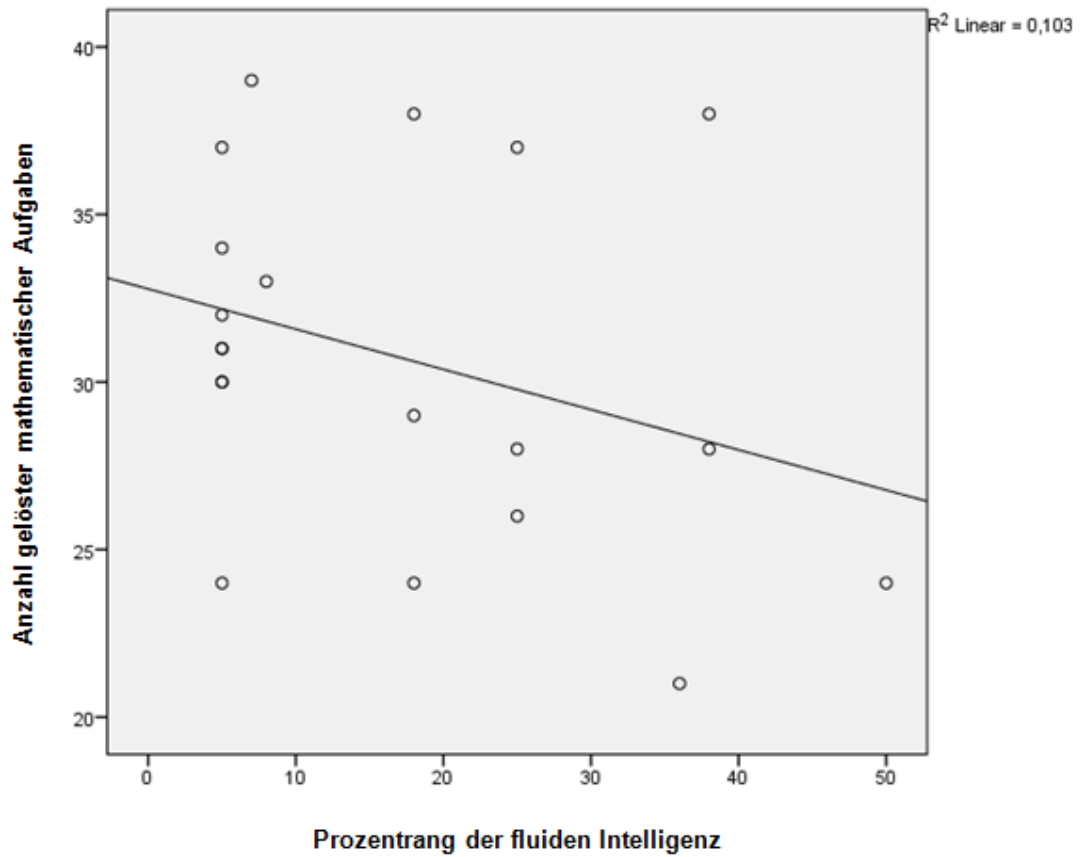


Abbildung 4-11: Korrelation zwischen der fluiden Intelligenz und der Anzahl gelöster mathematischer Aufgaben für die marokkanischen Bauarbeiter ( $r = -0,32$ ;  $p > 0,05$ )





## **5 Diskussion**

Die Diskussion lässt sich in drei Abschnitten gliedern. Zunächst werden die Limitation und die Generalisierbarkeit des Untersuchungsbefundes diskutiert (Kap.5.1). Im darauffolgenden Kapitel (5.2) wird ein Ausblick für zukünftige Forschung kurz erwähnt. Im Kapitel 5.3 erfolgt abschließend eine zusammenfassende Bewertung des Untersuchungsbefundes der vorliegenden Arbeit.

### **5.1 Limitationen und Generalisierbarkeit**

Die untersuchte Stichprobe von 25 Stuckateuren und 20 Bauarbeitern ist nicht repräsentativ für alle Stuckateure und Bauarbeiter in Marokko. Diese Untersuchung kann als Pilotstudie angesehen werden, die grundsätzlich zeigt, dass es einen Zusammenhang zwischen der Arbeit mit islamischen geometrischen Mustern und der fluiden Intelligenz gibt. Zukünftige Studien sollten aber sowohl an großen Stichproben in Marokko, als auch in anderen orientalischen Ländern durchgeführt werden, um feststellen zu können, ob der beobachtete Effekt in der vorliegenden Studie repliziert werden kann.

Eine weitere wichtige Limitation ist, dass in der vorliegenden Studie keine Längsschnittuntersuchung sondern eine Querschnittuntersuchung vorgenommen wurde. Obwohl in der vorliegenden Untersuchung das Bildungsniveau und die Beschuldungsdauer von den Stuckateuren und Bauarbeitern betrachtet wurde, kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Stuckateure nur deswegen höhere Intelligenztestleistungen und mathematische Leistungen als die Bauarbeiter erzielten, weil sie schon zu Beginn ihrer beruflichen Tätigkeit intelligenter waren.

Auf das Problem zur Unterscheidung zwischen dem Selektions- und Sozialisationseffekt haben bereits Schallberger (1988) und Karim (2000) darauf hingewiesen und argumentiert, dass hierzu eine Längsschnittstudie notwendig ist, bei der die Ausgangsintelligenz zu Beginn der verschiedenen beruflichen Tätigkeit gemessen und als Covariate kontrolliert wird. Bei der Kontrolle der Ausgangsintelligenz kann statistisch berechnet

werden, welchen Einfluss die berufliche Tätigkeit auf die weitere Intelligenzentwicklung hat.

In Bezug auf die vorliegende Studie wäre es daher noch interessant zu testen, ob bei Kontrolle der Ausgangsintelligenz zu Beginn der beruflichen Tätigkeit (Stuckateure vs. Bauarbeiter) die berufliche Tätigkeit die weitere Intelligenzentwicklung beeinflusst. Ebenso wäre es auch interessant in einem internationalen Vergleich zu testen, ob marokkanische Stuckateure, die sich täglich mit islamischen geometrischen Mustern befassen, höhere fluide Intelligenztests Leistungen erzielen als andere Stuckateure in anderen Ländern, die sich nicht mit solchen islamischen geometrischen Mustern befassen.

## **5.2 Ausblick für zukünftige Forschung**

In den meisten europäischen Ländern, bevor man vom Schulleben zur Arbeitswelt wechselt, musste man eine berufliche Grundausbildung absolviert haben. Es handelt sich dabei um eine sogenannte Berufslehre, die sich aus disziplinierten und überwachten Ausbildungsgängen zusammensetzt. Diese Berufslehre wird während der Schulzeit im Alter zwischen ca. 15 und 20 Jahren in einer Dauer von 2 bis 4 Jahren absolviert, und nach dem sogenannten "dualen System" organisiert. Das System unterteilt sich in zwei Etappen. Zum einen ist es die schulische Wissensvermittlung, die in einer Berufsschule erfolgt, wo alle notwendigen Voraussetzungen für die Ausübung eines bestimmten Berufs z.B. Kenntnisse und Fertigkeiten vermittelt werden, und zum anderen überwiegenen Teil die aktive Mitarbeit in einem Lehrbetrieb, welches ein Berufspraxis darstellt (Schallberger, 1988). Für die zukünftige Forschung wäre es von besonderem Interesse in einem internationalen Vergleich herauszufinden, ob die fluide Intelligenz bei den marokkanischen Stuckateuren, die sich täglich mit geometrischen Mustern befassen und als Meister in ihrem Beruf betrachtet werden, ohne vorher eine Ausbildung absolviert zu haben, höher als die fluide Intelligenz bei deutschen Stuckateuren, die sich mit geometrischen Mustern nicht oder wenig befassen und die auch ihren Beruf nach der Absolvierung einer pflichtigen Ausbildung üben.

Die vorliegende Studie stellt eine Querschnittstudie dar. Interessant wäre auch, dass man eine Längsschnittstudie an großen Stichproben von Stuckateuren in Marokko durchführt, d.h. dass man die Stichprobe von Stuckateuren in einem bestimmten Zeitraum hinsichtlich dem Merkmal „Der Einfluss der beruflichen Tätigkeit auf die Ent-

wicklung der fluiden Intelligenz“ untersucht, in dem man im Lauf dieses Zeitraumes in bestimmten Zeitpunkten Messdaten erhebt und sie dann anschließend vergleicht.

Bei den Gedächtnisaufgaben, gab es jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen. Verschiedene Studie, z. B. Colom et al. (2008) fanden anhand einer Stichprobe hohe Beziehung zwischen Intelligenz und Arbeitsgedächtnis bzw. Kurzzeitgedächtnis. Bemerkensweise wurde dieser Effekt bei unserer Studie nicht gezeigt. Zukünftige Studien sollten genauer untersuchen, in wie fern die berufliche Beschäftigung mit den islamisch geometrischen Mustern, mit welcher Art des Gedächtnis einhergeht.

In Kapitel 1.5 wurden die neurobiologischen Korrelate der Intelligenz erläutert. In zukünftigen Studien wäre es interessant zu untersuchen, ob durch die berufliche Tätigkeit auch die neuronalen Korrelate der Intelligenz sich verändern. Man könnte elektrokortikale Aktivitäten (z.B. Latenz und Amplitude evozierte Potentiale, s. Abbildung 1.11) von der Stichprobe anhand einer Längsschnittstudie vor und nach ihrer Tätigkeit als Stuckateure aufweisen, da die Latenzen bei Menschen mit hoher Intelligenz kürzer sind als bei Menschen mit niedriger Intelligenz (Rost, 2009).

In Anlehnung an der Hypothese der neuronalen Effizienz von Haier et al. (1988), wonach sich Personen mit höherer Intelligenz durch einen geringeren Energieverbrauch auszeichneten, während sich vergleichsweise weniger intelligente Personen durch einen starken Glucose-Stoffwechsel bzw. durch einen starken Energieverbrauch ihres Gehirnes auszeichneten (vgl. Haier et al., 2007), könnte man auch anhand einer Längsschnittstudie die Stichprobe vor und nach ihrer Tätigkeit als Stuckateure mittels PET untersuchen, um diesen Effekt der neuronalen Effizienz anhand der Veränderung der Intelligenz im Lauf ihrer beruflichen Tätigkeit im Gehirn zu beobachten.

### **5.3 Zusammenfassung**

Ein einflussreiches Modell der Intelligenz ist das Modell der fluiden Intelligenz nach Cattell (1963, 1987). Cattell ging davon aus, dass die Entwicklung der kristallinen Intelligenz kultur- und bildungsabhängig sei. Jedoch sei die Entwicklung der fluiden Intelligenz eher kultur- und bildungsunabhängig.

Verschiedene Studien weisen jedoch darauf hin, dass diese Annahme nicht haltbar sei. Karim (2000) konnte z.B. zeigen, dass der kognitive Anspruch der Beschulungsform die

Entwicklung der fluiden Intelligenz massiv beeinflusst. Schallberger (1988) konnte ebenfalls zeigen, dass das kognitive Anforderungsniveau der beruflichen Tätigkeit die fluide Intelligenz beeinflussen kann.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es zu untersuchen, inwiefern die berufliche Beschäftigung mit orientalischen geometrischen Mustern die fluide Intelligenz beeinflusst.

Zu diesem Zweck wurden im Rahmen einer Querschnittstudie insgesamt  $N = 45$  Probanden in Marokko untersucht. Die Stichprobenauswahl beinhaltete  $N = 25$  marokkanische Stuckateure, die sich täglich mit solchen mathematischen geometrischen Mustern beschäftigen, und  $N = 20$  marokkanische Bauarbeiter, mit vergleichbarem Alter und Bildungshintergrund als Kontrollgruppe.

Zur Überprüfung der Fragestellung dieser Studie, wurden verschiedene Testinstrumente eingesetzt. In erster Linie stellte der Intelligenztest „Standard progressive Matrices“ (SPM) das Hauptinstrument zur Überprüfung der fluiden Intelligenz bei unserer Stichprobe dar. Zur Überprüfung der Rechenfähigkeit wurden Mathematikaufgaben und zur Überprüfung der Gedächtniskapazität Aufgaben, in denen man Zahlen und Buchstaben, die man sowohl vor- als auch rückwärts nachsprechen soll, verwendet. Um Störvariablen kontrollieren zu können, wurde zum einen der Bildungshintergrund und zum anderen das Alter in beiden Gruppen konstant gehalten. Durch die Kontrolle dieser Daten sollte weitgehend ausgeschlossen werden, dass die Leistungen in den verwendeten Testinstrumenten auf das Bildungsniveau oder die Schulungsdauer zurückzuführen sind.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die marokkanischen Stuckateure, die sich täglich mit den orientalischen geometrischen Mustern befassen, signifikant höhere Leistungen sowohl im Test der fluiden Intelligenz als auch in den mathematischen Tests erzielten, obwohl sie einen vergleichbaren Bildungshintergrund wie die Kontrollstichprobe hatten. Bei den Gedächtnisaufgaben, gab es jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen. Dieser differentielle Effekt liefert erste empirische Evidenzen für die Hypothese, dass die berufliche Beschäftigung mit orientalischen geometrischen Mustern einen förderlichen Einfluss auf die fluide Intelligenz haben könnte. Dieser Befund ist im Einklang mit den Befunden von Karim (2000) und Schallberger (1988) aber im Widerspruch zu Cattels (1963, 1987) Annahme, wonach die fluide Intelligenz von Bildungs- und Sozialisationsfaktoren unabhängig seien. Zukünftige Stu-

---

dien sollten im Rahmen eines Längsschnittdesigns untersuchen, inwiefern die berufliche Beschäftigung mit orientalischen geometrischen Mustern die Entwicklung der fluiden Intelligenz beeinflusst, wobei die Ausgangsintelligenz (vor der beruflichen Tätigkeit) kontrolliert werden sollte um Selektions- von Sozialisationseffekten unterscheiden zu können.



## 6 Anhang

### 6.1 Einwilligungserklärung (arabische und deutsche Version)

<p style="text-align: center;"> <b>EBERHARD KARLS UNIVERSITÄT TÜBINGEN</b> </p>  <p style="font-size: small;">University of Tübingen · Gartenstr. 29 · 72074 Tübingen</p>	<p style="text-align: right;"><b>Faculty of Medicine</b></p> <p style="text-align: right; font-size: small;"> <b>Institute of Medical Psychology and Behavioral Neurobiology</b> </p> <p style="text-align: right; font-size: small;"> <b>Prof. Dr. Dr. hc. Niels Birbaumer</b> Chair         </p> <p style="text-align: right; font-size: small;"> <b>Dr. rer. nat. Dipl.-Psych. Ahmed A. Karim</b> Research Scientist         </p> <p style="text-align: right; font-size: x-small;">           Phone: +49 7071 29-74220            Fax: +49 7071 29-5956            E-Mail: <a href="mailto:ahmed.karim@uni-tuebingen.de">ahmed.karim@uni-tuebingen.de</a> </p>	
<p><b>اعلان موافقة</b></p> <p><b>للإشتراك في البحث الذي تقوم به كلية الطب بألمانيا توبنغن</b></p> <p><b>تأثير العمل الوظيفي على تطوير القدرات المعرفية</b></p> <p>بهذا التوقيع أكد بأنه تم التوضيح لي عن اهداف ، مدة ، مراحل و كيفية الإستخدام للمشاركة في البحث.</p> <p>وكذلك تم اشعاري بأن المشاركة في هذا البحث، هي مشاركة طوعية بمحض الإرادة.</p> <p>كما يحق لي العودة إلى هذه الموافقة بدون ابداء أي سبب وبدون مضرة أو مساوئ قد تسبب لي.</p> <p>كما أن كل المعلومات الخاصة بي ستبقى سرية ومحفوظة.</p>		
تاريخ الميلاد	اسم المشترك أو المشتركة	
المكان	التاريخ	الإمضاء
الباحث		

EBERHARD KARLS  
UNIVERSITÄT  
TÜBINGEN



University of Tübingen · Gartenstr. 29 · 72074 Tübingen

**Faculty of Medicine**

**Institute of Medical Psychology and  
Behavioral Neurobiology**

**Prof. Dr. Dr. hc. Niels Birbaumer**  
Chair

**Dr. rer. nat. Dipl.-Psych. Ahmed A. Karim**  
Research Scientist

Phone: +49 7071 29-74220

Fax: +49 7071 29-5956

E-Mail: [ahmed.karim@uni-tuebingen.de](mailto:ahmed.karim@uni-tuebingen.de)

## Einwilligungserklärung

*Zum Einfluss der beruflichen Tätigkeit auf die Entwicklung der fluiden Intelligenz*

Mit dieser Unterschrift bestätige ich, dass ich über die Ziele, die Dauer, den Ablauf und den Nutzen der Studienteilnahme aufgeklärt worden bin. Ich bin darüber informiert worden, dass die Teilnahme an der Untersuchung vollkommen freiwillig ist und dass das Einverständnis jederzeit ohne Angaben von Gründen und ohne Nachteile für mich widerrufen werden kann. Die Weitergabe von personenspezifischen Daten erfolgt gemäß Datenschutzrichtlinien ausschließlich in anonymisierter Form.

\_\_\_\_\_  
(Name des Teilnehmers / der Teilnehmerin)

\_\_\_\_\_  
(Geburtsdatum)

\_\_\_\_\_  
(Ort)

\_\_\_\_\_  
(Datum)

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift)

\_\_\_\_\_  
Versuchsleiter



## 6.2 Information für die Probanden (arabische und deutsche Version)

EBERHARD KARLS  
UNIVERSITÄT  
TÜBINGEN



**Faculty of Medicine**

University of Tübingen · Gartenstr. 29 · 72074 Tübingen

**Institute of Medical Psychology and Behavioral Neurobiology**

**Prof. Dr. Dr. hc. Niels Birbaumer**  
Chair

**Dr. rer. nat. Dipl.-Psych. Ahmed A. Karim**  
Research Scientist

Phone: +49 7071 29-74220  
Fax: +49 7071 29-5956  
E-Mail: [ahmed.karim@uni-tuebingen.de](mailto:ahmed.karim@uni-tuebingen.de)

**معلومات للمشاركين في البحث**

**تأثير العمل الوظيفي على تطوير القدرات المعرفية**

**سيداتى وسادتى:**

نشكركم على الرغبة في المشاركة في البحث المذكور أعلاه لمعهد الطب النفسي في جامعة Tübingen بألمانيا. في هذه المعلومات سنتعرفون عن كيفية سير هذا البحث.

**غرض البحث:**

في العديد من الأبحاث العلمية اتضح حتى الآن أن هناك تأثيرين سير العمل الوظيفي وتطور القدرات المعرفية، مثل القدرة على التفكير المنطقي، القدرات الحسابية أو قدرة الذاكرة. في هذا البحث العالمي يتم معاينة هذا التأثير، ومدى علاقته ببعض الحرف المهنية.

**خطوات التجربة:**

في هذا البحث ستحاول حل بعض الواجبات المختلفة، التي تتضمن مهام في مجال الذاكرة، مسائل حسابية و مهام في الجرافيك التي تتعلق بمجال التفكير المنطقي.

ربما لا يستطيع الشخص حل المسائل كلها. اذا كنت غير قادر على حل مسألة ماء، الرجاء الإنتقال إلى المسألة الموالية و اختيار الجواب المناسب.

كل المعلومات المتعلقة بهذا البحث ستبقى سرية للغاية، وسيتم تخزينها بدون التعريف عن أسماء أصحابها، كما هو مودن في القسم الطبي.

المشاركة في هذا البحث هي مشاركة طوعية و بمحض الإرادة. كما يحق لك العودة عن هذه الموافقة بدون إبداء أي سبب وبدون مضرة أو مساوئ قد تسبب لك.

إذا كانت لديك أسئلة عن البحث، الرجاء التوجه إلى الشخص الذي يجري البحث، وشكرا على حسن إهتمامكم.



## **Informationen für Versuchspersonen**

### *Zum Einfluss der beruflichen Tätigkeit auf die Entwicklung der fluiden Intelligenz*

Sehr geehrte Dame, sehr geehrter Herr,

wir bedanken uns für Ihr Interesse an der oben genannten Studie des Instituts für Medizinische Psychologie der Universität Tübingen. In dieser Information erfahren Sie näheres zum Ablauf des Experiments.

#### Zweck der Studie

In einer Reihe von wissenschaftlichen Studien hat sich bisher gezeigt, dass die berufliche Tätigkeit ein Einfluss auf die Entwicklung von kognitiven Fähigkeiten hat, wie etwa die Fähigkeit logisch zu denken, mathematische Fähigkeiten, oder die Gedächtnisspanne. In dieser internationalen Studie wird in verschiedenen Ländern untersucht, inwiefern bestimmte Berufe solche Fähigkeiten fördern.

#### Ablauf des Experiments

In dieser Studie werden Sie versuchen verschiedene Aufgaben zu lösen. Dazu gehören Gedächtnisaufgaben, mathematische Aufgaben und grafische Testaufgaben, die logisches Denken erfassen. Bei den grafischen Testaufgaben müssen Gemeinsamkeiten/ Unterschiede zwischen Figuren erkannt werden und anhand der gefundenen Gesetzmäßigkeiten muss die passende Figur aus einer multiple-choice Reihe ergänzt werden. Wahrscheinlich wird niemand alle Aufgaben richtig lösen. Wenn Sie bei einer Lösung nicht ganz sicher sind, ist es besser die Lösung auszuwählen, die am besten erscheint.

Alle im Laufe der Untersuchung erhobenen Daten werden streng vertraulich behandelt. Die Speicherung erfolgt anonymisiert und ohne eine persönliche Kennung. Die ärztliche Schweigepflicht wird beachtet. Die Daten werden nicht weitergegeben. Einen persönlichen Nutzen können Sie von dieser wissenschaftlichen Untersuchung nicht erwarten. Die Untersuchung wird etwa 2 Stunden dauern.

Die Teilnahme an der Untersuchung ist freiwillig. Sie können Ihre Einwilligung jederzeit und ohne Angabe von Gründen widerrufen, ohne dass Ihnen daraus irgendwelche Nachteile entstehen werden. Der verantwortliche Mediziner in dieser Studie ist Dr. med. Elise Klein. Sollten Sie im Verständnis irgendwelche Schwierigkeiten haben, können Sie jederzeit den Versuchsleiter befragen.

Vielen Dank für Ihr Interesse und Ihre Mitarbeit!

### 6.3 Versuchspersonenblatt (arabische und deutsche Version)

معلومات عن الأشخاص المشاركين في البحث

تأثير العمل الوظيفي على تطوير القدرات المعرفية

رقم المشارك: .....

التاريخ: .....

رقم المشارك: .....

السن : .....

المهنة : .....

رئيسية أو إضافية : .....

اليد الأكثر إستعمالاً:  يمين  يسار

المستوى الدراسي : .....

سنوات الدراسة : .....

سنوات مزاوله العمل كناقش: .....

سبب مزاوله هذه المهنة : .....

.....

.....

معلومات إضافية من المشترك: .....

.....

.....

ملاحظات الشخص الممتحن : .....

.....

## Versuchspersonenblatt

ID: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_.\_\_.2011

Alter: \_\_\_\_\_

Beruf: \_\_\_\_\_

Hauptberuflich oder Nebenberuflich?Händigkeit:  re  li

Höchster Ausbildungsstand: \_\_\_\_\_

Wie viele Schuljahre?: \_\_\_\_\_

**Seit wann arbeiten Sie als Stukateur/ Bauarbeiter?**

---

---

---

---

**Warum haben Sie diesen Beruf ausgeübt?**

---

---

---

---

**Sonstige Bemerkungen vom Probanden?**

---

---

---

---

**Sonstige Bemerkungen Vom Versuchsleiter?**

---

---

---

---

## 6.4 Händigkeitsfragebogen (arabische und deutsche Version)



Eberhard-Karls-Universität Tübingen  
Institut für Medizinische Psychologie und Verhaltensneurobiologie, Gartenstraße 29, 72074 Tübingen  
Dr. Ahmed A. Karim

### إختبار إستعمال الأيدي Edinburgh-Handedness Inventory

أي يد (الشمال أو اليمين) تفضل استخدامها عند الفعاليات التالية. ضع علامة  $\times$  في الإطار المناسب:

- عندما تفضل استخدام يد واحدة في النشاطات اسفله، ضع علامة  $\times$  في الخانة الموجودة .
- عندما تفضل استخدام يد واحدة فقط ، لدرجة انك لن تحاول ابدأ استخدام اليد الأخرى، ضع علامة  $\times$  مرتين في الخانة المناسبة .
- ان لم تقرر استخدام اليد اليمنى او اليسرى في العمل المطلوب، ضع علامة  $\times$  في الخانتين كليهما.
- في بعض الأنشطة يتطلب استخدام اليدين كليهما. في هذه الحالة يجب ملاحظة الجزء المطلوب إنشاءه ضمن كل نشاط ، و المشار إليه بين قوسين.
- الرجاء الإجابة عن كل الأسئلة فقط ان لم تكن لديك اي فكرة أو خبرة عن النشاط المطلوب عمله، الرجاء ترك الخانة فارغة. إذا كانت لديك أسئلة، إ طرحها على الشخص الممتحن.

	يسار	يمين
1. الكتابة		
2. الرسم		
3. الرمي		
4. مقص		
5. فرشاة الأسنان		
6. سكين ( بدون الشوكه )		
7. ملعقة		
8. مكنسة ( اليد العليا )		
9. اشعال عود الثقاب ( عود الثقاب )		
10. فتح صندوق ( غطاء )		
11. باي قدم تفضل ركل الأشياء		
12. اي عين تستخدم ، اذا كنت تستخدم واحدة فقط		

التاريخ

رقم الممتحن



Eberhard-Karls-Universität Tübingen  
Neurologische Universitätsklinik, Hoppe-Seyler-Str. 3, 72076 Tübingen  
Institut für Medizinische Psychologie und Verhaltensneurobiologie, Gartenstraße 29, 72074 Tübingen

## Händigkeitsfragebogen

Edinburgh-Handedness Inventory

Bitte geben Sie an, **welche Hand** (links oder rechts) **Sie bei folgenden Aktivitäten bevorzugen**, indem Sie in die entsprechende Spalte ein Kreuz machen.

- Wenn Sie also eine Hand bei der jeweiligen Tätigkeit bevorzugen machen Sie bitte in die entsprechende Spalte **ein Kreuz**.
- Wenn die Handbevorzugung so groß ist, das Sie nie versuchen würden, die andere Hand zu benutzen, machen Sie bitte **2 Kreuze** in die entsprechende Spalte.
- Falls Sie sich nicht schlüssig sind, ob Sie bei der Tätigkeit die linke oder die rechte Hand bevorzugen, machen Sie ein **Kreuz in beiden Spalten**.

Einige Aktivitäten erfordern beide Hände. In diesem Fall ist der Teil der Aufgabe, für den die Bevorzugung gefragt ist, in Klammern gesetzt.

Bitte beantworten Sie alle Fragen. Nur wenn Sie keinerlei Erfahrung mit dem Objekt oder der Aufgabe haben, lassen Sie die Spalte frei.

Falls Sie noch Fragen haben sollten, stellen Sie diese bitte dem Leiter der Untersuchung.

	L	R
1. Schreiben		
2. Zeichnen		
3. Werfen		
4. Schere		
5. Zahnbürste		
6. Messer (ohne Gabel)		
7. Löffel		
8. Besen (obere Hand)		
9. Zündholz anzünden (Zündholz)		
10. Schachtel öffnen (Deckel)		
11. Mit welchem Fuß treten Sie bevorzugt einen Gegenstand?		
12. Welches Auge benutzen Sie, wenn Sie nur eines benutzen?		

\_\_\_\_\_  
ID-Nummer

\_\_\_\_\_  
Datum



## 6.5 Mathematische Aufgaben (arabische und deutsche Version)

### واجبات رياضية

ID: .....

التاريخ: .....

#### التمرين 1

المدة: 5 دقائق

• تستهلك سيارة 6 لترات من البنزين في كل 100 كيلومتر، لاحظ ثم اكمل الجدول:

300	250	200	150	100	50	10	المسافة ب (الكيلومتر)
				6			الإستهلاك ب (التر)

#### التمرين 2

المدة: 5 دقائق

• لاحظ جيدا ثم اتمم ملاً الجدول :

9		5		1	المدة الزمنية بالساعة
900					المسافة المقطوعة بالكيلومتر
72	56				استهلاك البنزين بالتر في 100 كيلومتر

**التمرين 3**

المدة: 3 دقائق

- تخيل انك سافرت الى بلاد تدعى اصطانيا وتريد هناك شراء بعض الحاجيات علما ان واحد درهم يساوي عشرين ليرة اصطانية لاحظ ثم اتمم:

**مثال:**

20 ليرة اصطانية = 1 درهم

3 = ? درهم

الدرهم	ليرة اصطانية
1	20
0,5	.....
.....	20
150	.....
.....	50
.....	5
.....	1
15	.....
2	.....
.....	60
.....	90

**التمرين 4**

المدة: 5 دقائق

- حول الى الوحدة المطلوبة علما ان :

1km = 1000m

1 dam = 10 m

1t = 10q = 1000kg

1ha = 10000m

1h = 60 min = 360s

$$1\text{hl} = 100\text{l} = 10\text{da}$$

$$5.75\text{ km} = \dots\dots\dots\text{dam} = \dots\dots\dots\text{m}$$

$$0,25\text{t} = \dots\dots\dots\text{q} = \dots\dots\dots\text{kg}$$

$$3,64\text{hl} = \dots\dots\dots\text{l} = \dots\dots\dots\text{dal}$$

$$1,475\text{ha} = \dots\dots\dots\text{dam} = \dots\dots\dots\text{m}$$

$$1\text{h}45\text{min} = \dots\dots\dots\text{min} = \dots\dots\dots\text{s}$$

### التمرين 5

المدة: 1 دقيقة

● تقطع دراجة مترين ونصف عندما تدور عجلتها دورة واحدة. لاحظ الجدول ثم اكمل :

عدد دورات العجلة	1	4	20	30	100	300	600	1000
المسافة المقطوعة بالمتر	2,5							
المسافة المقطوعة بالكيلومتر	0,025							

## MATHEAUFGABEN

ID: .....

DATUM: .....

### Aufgabe 1:

**Zeit: 5 min**

- Ein Auto verbraucht 6 Liter Benzin auf 100 Km. Schauen Sie sich die Tabelle an und vervollständigen Sie diese.

<b>Strecke (m)</b>	<b>10</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>150</b>	<b>200</b>	<b>250</b>	<b>300</b>
<b>Verbrauch (l)</b>				6			

### Aufgabe 2:

**Zeit: 5 min**

- Schauen Sie sich die Tabelle an und vervollständigen Sie diese.

<b>Zeit in Min</b>	<b>1</b>		<b>5</b>		<b>9</b>
<b>Strecke in Km</b>					<b>900</b>
<b>Benzinverbrauch In Liter auf 100 km</b>				<b>56</b>	<b>72</b>

**Aufgabe 3:****Zeit: 3 min**

- Stellen Sie sich vor, dass Sie in ein Land gereist sind, welches ASTANIA heißt, um dort Urlaub zu machen. Nun möchten Sie dort einkaufen gehen. Wenn Sie wissen, dass ein Euro 20 astanische Lira entspricht, was würden dann drei Euro entsprechen? Schauen Sie sich die Tabelle an und vervollständigen Sie diese.

**Beispiel:**

1 Euro = 20 astanische Lira

3 Euro = ?

Euro	Astanische Lira
1	20
0,5	.....
.....	20
150	.....
.....	50
.....	5
.....	1
15	.....
2	.....
.....	60
.....	90

**Aufgabe 4:****Zeit: 5 min**

- Wandeln Sie in das angegebene Maß um, wenn Sie wissen dass:

$$1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$$

$$1 \text{ dam} = 10 \text{ m}$$

$$1 \text{ t} = 10 \text{ q} = 1000 \text{ kg}$$

$$1 \text{ ha} = 10000 \text{ m}$$

$$1 \text{ h} = 60 \text{ min} = 360 \text{ s}$$

$$1 \text{ hl} = 100 \text{ l} = 10 \text{ dal}$$

$$5,75 \text{ km} = \dots\dots\dots \text{dam} = \dots\dots\dots \text{m}$$

$$0,25 \text{ t} = \dots\dots\dots \text{q} = \dots\dots\dots \text{kg}$$

$$3,64 \text{ hl} = \dots\dots\dots \text{l} = \dots\dots\dots \text{dal}$$

$$1,475 \text{ ha} = \dots\dots\dots \text{dam} = \dots\dots\dots \text{m}$$

$$1 \text{ h } 45 \text{ min} = \dots\dots\dots \text{min} = \dots\dots\dots \text{s}$$

**Aufgabe 5:**

Zeit: 1 min

- Ein Fahrrad legt eine Strecke von zweieinhalb Metern zurück, wenn dessen Räder eine Umdrehung geschafft haben. Schauen Sie sich die Tabelle an und vervollständigen Sie diese.

<b>Zyklusanzahl</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>600</b>	<b>1000</b>
<b>zurückgelegte Strecke in Meter</b>	<b>2,5</b>							
<b>zurückgelegte Strecke in Kilometer</b>	<b>0,025</b>							

## 6.6 Zahlennachsprechen (vorwärts und rückwärts)

### Zahlennachsprechen

#### Aufgabeblatt für den Testleiter

##### vorwärts

##### Beispiel:

Aufgabe 0	7 - 5
-----------	-------

##### Aufgaben

1.	1. Versuch 2. Versuch	1 - 7 6 - 3
2.	1. Versuch 2. Versuch	5 - 8 - 2 6 - 9 - 4
3.	1. Versuch 2. Versuch	6 - 4 - 3 - 9 7 - 2 - 8 - 6
4.	1. Versuch 2. Versuch	4 - 2 - 7 - 3 - 1 7 - 5 - 8 - 3 - 6
5.	1. Versuch 2. Versuch	6 - 1 - 9 - 4 - 7 - 3 3 - 9 - 2 - 4 - 8 - 7
6.	1. Versuch 2. Versuch	5 - 9 - 1 - 7 - 4 - 2 - 8 4 - 1 - 7 - 9 - 3 - 8 - 6
7.	1. Versuch 2. Versuch	5 - 8 - 1 - 9 - 2 - 6 - 4 - 7 3 - 8 - 2 - 9 - 5 - 1 - 7 - 4
8.	1. Versuch 2. Versuch	2 - 7 - 5 - 8 - 6 - 2 - 5 - 8 - 4 7 - 1 - 3 - 9 - 4 - 2 - 5 - 6 - 8



rückwärtsBeispiel:

Aufgabe 0	4 - 9
-----------	-------

Aufgabe:

1.	1. Versuch	2 - 4
	2. Versuch	5 - 7
2.	1. Versuch	6 - 2 - 9
	2. Versuch	4 - 1 - 5
3.	1. Versuch	3 - 2 - 7 - 9
	2. Versuch	4 - 9 - 6 - 8
4.	1. Versuch	1 - 5 - 2 - 8 - 6
	2. Versuch	6 - 1 - 8 - 4 - 3
5.	1. Versuch	5 - 3 - 9 - 4 - 1 - 8
	2. Versuch	7 - 2 - 4 - 8 - 5 - 6
6.	1. Versuch	8 - 1 - 2 - 9 - 3 - 6 - 5
	2. Versuch	4 - 7 - 3 - 9 - 1 - 2 - 8
7.	1. Versuch	9 - 4 - 3 - 7 - 6 - 2 - 5 - 8
	2. Versuch	7 - 2 - 8 - 1 - 9 - 6 - 5 - 3

## 6.7 Buchstabennachsprechen (vorwärts und rückwärts)

### Buchstabennachsprechen

#### Aufgabeblatt für den Testleiter

vorwärts

#### Beispiel:

Aufgabe 0	ن - ل
-----------	-------

#### Aufgaben

Aufgabe 1	ع - ف
Aufgabe 2	ن - و - ن
Aufgabe 3	ت - ل - غ - س
Aufgabe 4	ل - ر - ي - غ - أ
Aufgabe 5	ل - ت - ب - غ - ع - ه
Aufgabe 6	ج - ن - ز - ل - ه - ف - ج
Aufgabe 7	م - ن - خ - غ - خ - ق - ح - د

rückwärtsBeispiel:

Aufgabe 0	ت - ف
-----------	-------

Aufgabe:

Aufgabe 1	ت - س
Aufgabe 2	و - ت - غ
Aufgabe 3	ف - ن - ع - ف
Aufgabe 4	ق - ف - ه - خ - ف
Aufgabe 5	ث - س - غ - خ - ح - ف
Aufgabe 6	ص - ش - س - ت - خ - د - ج
Aufgabe 7	ن - ه - ل - ة - ف - خ - ل - ح

## Literaturverzeichnis

**Aboufotouh, H. M. K. & Abdelhameid, G. A.** (2007). Retrieving the Design Methods of the Islamic Decagonal Girih Patterns. Proceedings of the 3rd International Conference of the Faculty of Fine Arts, Alexandria University, at Bibliotheca Alexandrina.

**Berg, C.A.** (2000): Intellectual development in adulthood. In: Sternberg, R. J. (ED): Handbook of intelligence. Cambridge University Press, Cambridge MA, 117-137.

**Berggren, J. L.** (2011). *Mathematik im mittelalterlichen Islam*. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.

**Bödeker, K.** (2006). *Die Entwicklung intuitive physikalischen Denkens im Kulturvergleich*. Münster: Waxmann.

**Brown, K. G., Le, H. & Schmidt, F.** (2006). Specific aptitude theory revisited: Is there incremental validity for training performance? *International Journal of Selection and Assessment*, 14, 87-100.

**Brunner, M.** (2008). No *g* in education? *Learning and Individual Differences*, 18, 125-165.

**Bulheller, S. & Häcker, H.** (1999). SPM Manual. Raven's Progressive Matrices und Vocabulary Scales

**Caroll, J. B.** (1993). *Human cognitive abilities. A survey of factor-analytic studies*. New York: Cambridge University Press.

**Castéra, J. M.** (1999). *Arabesques, Decorative Art in Morocco*. ACR Edition, International Courbevoie, Paris, pp. 250-256.

**Cattel, J. M.** (1890). Mental test and measurements. *Mind*, 15, 373-381.

**Cattell, R. B.** (1987). *Intelligence: Its structure, growth and action*. Amsterdam: North-Holland.

**Cattell, R. B.** (1963). Theory of fluid and cristallized intelligence: A critical experiment. *Journal of Educational Psychology*, 54, 1-22.

**Ceci, S. J.** (1991). How much does schooling influence general intelligence and its cognitive components? A reassessment of the evidence. *Developmental Psychology*, 27, 703-722.

**Ceci, S. J. & Williams, W. M.** (1997). Schooling, intelligence, and income. *American Psychologist*, 52, 1051-1058.

**Colom, R., Abad, F. J., Quiroga, A. M, Shih, P.C. & Flores-Mendoza, C.** (2008). Working memory and intelligence are highly related constructs, but why? *Intelligence*, 36, 584-606.

**Colom, R., Karama, S., Jung, R, E. & Haier, R, J.** (2010). Human intelligence and brain networks. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 12, 489-501.

- Dresler, M.** (2011). Kognitive Leistungen. Intelligenz und mentale Fähigkeiten im Spiegel der Neurowissenschaften. Heidelberg: Spektrum akademischer Verlag.
- Engelbrecht, W.** (1994). Computerunterstützte berufsbezogene Testauswertung im Dienst der Berufsberatung. *Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie*, 38 (N.F. 12), 175-181.
- Ertl, J. & Schafer, E. W. P.** (1969). Brain response correlates of psychometric intelligence. *Nature*, 223, 421-422.
- Eysenck, H. J.** (1979). The structure and measurement of intelligence. Berlin, D: Springer.
- Eysenck, H. J.** (1986). Intelligence: The new Look. *Psychologische Beiträge*, 28, 332-365.
- Fraser, B. J., Walberg, H. J., Welch, W. W. & Hattie, J. A.** (1987). Syntheses of educational productivity research. *International Journal of Educational Research*, 11, 147-252.
- Funke, J. & Vaterrodt, B.** (2009). Was ist Intelligenz? 3., aktualisierte Auflage. München: C.H. Beck oHG.
- Galton, F.** (1869). *Hereditary genius: An inquiry into its laws and consequences*. London: Mc Millan & Co.
- Galton, F.** (1883). *Inquiries into human faculty and its development*. London, GB: Macmillan.
- Gardner, H.** (1991). *Abschied vom IQ. Die Rahmentheorie der vielfachen Intelligenzen*. Stuttgart, D: Klett-Cotta.
- Gardner, H.** (1988). Beyond the IQ: Education and human development. *National Forum*, 68 (2), 4-7.
- Gardner, H.** (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. New York, NY, USA: Basic Books.
- Gardner, H.** (1999). *Intelligence reframed: Multiple intelligences for the 21<sup>st</sup> century*. New York, NY, USA: Basic Books.
- Gardner, H.** (2002). *Intelligenzen. Die Vielfalt des menschlichen Geistes*. Stuttgart, D: Klett-Cotta.
- Gardner, H.** (2006). *Multiple intelligences: New horizons*. New York, NY, USA: Basic Books.
- Genovese, J. E. C.** (2008). Head size correlates with IQ in a sample of Hooton's criminal data. *Personality and Individual Differences*, 44, 129-139.
- Gerling, R.** (1930). *Praktische Menschenkenntnis*. Berlin: Deutsches Verlagshaus Borg & Co.
- Gerrig, R. J. & Zimbardo, P. G.** (2008). *Psychologie*. 18. Auflage. München: Pearson Studium, Pearson Education
- Goleman, D.** (1996). *Emotionale Intelligenz*. München: Car Hanser.

- Goleman, D.** (1995). *Emotional Intelligence. Why it can matter more than IQ*. New York, NY, USA: Bantam Books.
- Gong, Q., Sluming, V., Mayes, A., Keller, S., Barrick, T., Cezayirli, E. et al.** (2005). Voxel- based morphometry and stereology provide convergent evidence of the importance of medial prefrontal cortex for fluid intelligence in healthy adults. *Neuroimage*, 25, 1175-1186.
- Gray, J. R. & Thompson, P. M.** (2004). Neurobiologie of intelligence: Science and ethics. *Nature Review Neuroscience*, 5, 471-482.
- Gottfredson, L. S.** (2000). Intelligence. In E. F. Borgatta & R. J. V. Montgomery (Eds.), *Encyclopedia of sociology* (pp. 1359-1386). New York, NY, USA: Macmillan.
- Haier, R. J., Jung, R. E.** (2007). Beautiful minds (i.e., brains) and the neural basis of intelligence. *Behav Brain Science* 30, 174-178.
- Haier, R. J. & Jung, R. E.** (2008). Brain imaging studies of intelligence and creativity: What is the picture for education. *Roeper Review*, 30, 171-180.
- Haier, R. J., Siegel, B. V., Nuechterlein, K. H., Hazlett, E., Wu, J. C. et al.** (1988): Cortical glucose metabolic rate correlates of abstract reasoning and attention studied with positron emission tomography. *Intelligence* 12, 199-217.
- Haier, R. J., Jung, R. E., Yeo, R. A., Head, K., Alkire, M. T.** (2004). Structural brain variation and general intelligence. *Neuroimage*, 23, 425-433.
- Harrell, W. & Harrell, M. S.** (1945). Army General Classification Tests scores for civilian occupations. *Educational and Psychological Measurement*, 5, 229-239.
- Hattstein, M. & Delius, P.** (2011). *Islam: Kunst und Architektur*. Potsdam: h.f.ullmann, Tandem Verlag.
- Heller, K. A.** (1981). Raven- Matrizen-Test Standard Progressive Matrices (SPM). Deutsche Bearbeitung von Kratzmeier, H., unter Mitarbeit von Horn, R. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 28, 316-318.
- Heller, K. A.** (2000): *Lehrbuch Begabungsdagnostik in der Schul- und Erziehungsberatung*. 2. Auflage. Huber, Bern.
- Holling, H., Preckel, F., Vock, M.** (2004): *Intelligenzdiagnostik*. Göttingen: Hogrefe.
- Hooton, E. A.** (1939). *Crime and the man*. Cambridge, MA, USA: Harvard University Press.
- Horn, J. L.** (1988). Thinking about human abilities. In: J.R Nesselrode & R.B. Cattell (Eds.), *Handbook of multivariate experimental psychology* (2<sup>nd</sup> ed., pp. 645-685). New York, NY, USA: Plenum.
- Hunter, J. E. & Hunter, R. F.** (1984). Validity and utility of alternative predictors of job performance. *Psychological Bulletin*, 96, 72-98.
- Hülshager, U. R., Maier, G. W., Stumpp, T. & Muck, P. M.** (2006). Vergleich kriteriumsbezogener Validitäten verschiedener Intelligenztests zur Vorhersage von Ausbildungserfolg in Deutschland: Ergebnisse einer Metaanalyse. *Zeitschrift für Personalpsychologie*, 5, 145-162.

- Jäger, A. O.** (1984). Intelligenzstrukturforschung: Konkurrierende Modelle, neue Entwicklungen, Perspektiven. *Psychologische Rundschau*, 35, 21-35.
- Jensen, A. R.** (1981). *Straight talk about mental tests*. London, GB: Methuen.
- Jensen, A. R.** (1998). The g factor. *The science of mental ability*. Westport, CT, USA: Praeger.
- Jung, R. E. & Haier, R. J.** (2007). The parieto-frontal integration theory (P-FIT) of intelligence: Converging neuroimaging evidence. *Behav Brain Science*, 30, 135-187.
- Judge, T. A., Colbert, A. E. & Ilies, R.** (2004). Intelligence and Leadership: A quantitative review and test of theoretical propositions. *Journal of Applied Psychology*, 89, 542-552.
- Karim, A. A.** (2000). Zum Akzelerationsphänomen der psychometrischen Intelligenz. Eine Längsschnittstudie. Diplomarbeit. Freie Universität Berlin.
- Kramer, J.** (2009). Allgemeine Intelligenz und beruflicher Erfolg in Deutschland. Vertiefende und weiterführende Metaanalyse. *Psychologische Rundschau*, 60, 82-98.
- Leeuwen, M. van., Peper, J. S., Berg, S. M. van den., Brouwer, R. M., Hulshoff Pol, H. E., Kahn, R. S. & Boomsma, D. I.** (2009). A genetic analysis of brain volumes and IQ in children. *Intelligence*, 37, 181-191.
- Lu, P. J. & Steinhardt, P. J.** (2007). Decagonal and Quasicrystalline Tilings in Medieval Islamic Architecture. *Science*, 315, 1106-1110.
- Lu, P. J., Deffeyes, K., Steinhardt, P. J. & Yao, N.** (2001). Identifying and Indexing Icosahedral Quasicrystals from Powder Diffraction Patterns. *Physical Review Letters*, 87, 275507.
- Luders, E., Narr, K. L., Thompson, P.M. & Toga, A. W.** (2009). Neuroanatomical correlates of intelligence. *Intelligence*, 37, 156-163.
- Luders, E., Narr, K. L., Bilder, R. M., Thompson, P. M., Szeszko, P. R., Hamilton L., Toga, A. W.** (2007). Positive correlations between corpus callosum thickness and intelligence. *Neuroimage*, 37, 1457-1464. M
- Mackintosh, N. J.** (1998). IQ and human intelligence. Oxford University Press, Oxford.
- Makovicky, E.** (1992). 800- Year-Old Pentagonal Tiling from Maragha, Iran, and the New Varieties of Aperiodic Tiling it Inspired. In: *Fivefold Symmetry*, I. Hargittai, Ed. *World Scientific*, pp. 67-86.
- Makovicky, E.** (2007). Comment on "Decagonal and Quasi-Crystalline Tilings in Medieval Islamic Architecture". *Science*, 318, 1383.
- McDaniel, M. A.** (2005). Big-brained people are smarter: A meta-analysis of the relationship between in vivo brain volume and intelligence. *Intelligence*, 33, 337-346.
- McRorie, M. & Cooper, C.** (2003). Neural transmission and general mental ability. *Learning and Individual Differences*, 13, 335-338.
- Miller, E. M.** (1992). On the correlation of myopia and intelligence. *Genetic, Social, and General Psychology Monographs*, 118, 361-368.

- Myers, D. G.** (2008). Psychologie. Deutsche Bearbeitung: Grosser, C. & Wahl, S. Heidelberg: Springer Medizin.
- Neubauer, A. C. & Fink, A.** (2009). Intelligence and Neural efficiency. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 33, 1004-1023.
- Neubauer, A. & Stern, E.** (2009). Lernen macht intelligent. 1. Auflage. München: Wilhelm Goldmann.
- Preckel, F., & Brüll, M.** (2008). Intelligenztests. München u.a. : Ernst Reinhardt Verlag.
- Rohde, T. E. & Thompson, L. A.** (2007). Predicting academic achievement with cognitive ability. *Intelligence*, 35, 83-92.
- Rost, H. D.** (2009). Intelligenz, Fakten und Mythen. Korrigierter Nachdruck der 1. Auflage. Weinheim, Basel: Beltz Verlag.
- Salgado, J. F., Anderson, N., Moscoso, S., Bertua, C. & de Fruit, F.** (2003). International validity generalization of GMA and cognitive abilities: A European Community meta-analysis. *Personnel Psychology*, 56, 573-605.
- Salovey, P. & Mayer, J. D.** (1990). Emotional intelligence. *Imagination, Cognition and Personality*, 9, 185-211.
- Schallberger, U.** (1988). Berufsausbildung und Intelligenzentwicklung. In K. Häfeli, U. Kraft, & U. Schallberger (Eds.), *Berufsausbildung und Persönlichkeitsentwicklung* (44 ed., pp. 148-164). Bern: Hans Huber.
- Schallberger, U.** (1979). Die Intelligenzentwicklung Jugendlicher in Abhängigkeit vom intellektuellen Anforderungsniveau der beruflichen Ausbildung. *Schweizerische Zeitschrift für Psychologie und ihre Anwendungen*, 38, 200-208.
- Snow, R. E. & Yalow, E.** (1982). Education and intelligence. In R. J. Sternberg (Hrsg.), *Handbook of human intelligence* (pp. 493-585). Cambridge, GB: Cambridge University Press.
- Stemmler, G., Hagemann, D., Amalang, M. & Bartussek, D.** (2011). *Differentielle Psychologie und Persönlichkeitsforschung*. 7., vollständig überarbeitete Auflage. Stuttgart: W. Kohlhammer.
- Sternberg, R. J.** (2012). Intelligence. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 14, 19-27.
- Spearman, C.** (1904). General intelligence, objectively determined and measured. *American Journal of Psychology*, 15, 201-293.
- Thompson, P. M., Cannon, T.D., Narr, K. L., van Erp, T., Poutanen, V. P., Huttunen, M., Lonnqvist, J., Standerskjold-Nordenstamm, C.G., Kaprio, J., Khaledy, M., Dail, R., Zoumalan, C.I. & Toga, A. W.** (2001). Genetic influences on brain structure. *Nature Neuroscience*, 4, 1253-1258.
- Thomson, G. H.** (1923/1924). The nature of general intelligence and ability (I). *British Journal of Psychology*, 14, 229-235.
- Thorndike, E. L., Bregman, E. O., Cobb, M. V. & Woodward, E.** (1927). The measurement of intelligence. New York, NY, USA: Teachers College, Columbia University.



- Thurstone, L. L.** (1936). The factorial isolation of primary abilities. *Psychometrika*, *1*, 175- 182.
- Thurstone, L. L.** (1938). *Primary mental abilities*. Chicago, IL, USA: University of Chicago Press.
- Trepel, M.** (2012). *Neuroanatomie, Struktur und Funktion*. 5 Auflage. München: Elsevier GmbH, Urban & Fischer Verlag.
- Vernon, P. E.** (1950). *The structure of human abilities*. London, GB: Methuen.
- Vernon, P. E.** (1961). *The structure of human abilities* (2<sup>nd</sup> ed.). London, GB: Methuen.
- Vernon, P. A., Wickett, J. C., Bazana, P. G. & Stelmack, R. M.** (2000). The neuro-psychology and psychophysiology of human intelligence. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of intelligence* (pp. 245-264). New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Weber, H. & Rammsayer, T.** (2012). *Differentielle Psychologie- Persönlichkeitsforschung*. Göttingen u.a : Hogrefe Verlag.
- Weinert, F. E.** (1996). *Psychologie des Lernens und der Instruktion*. Göttingen: Hogrefe.
- WHO, Weltgesundheitsorganisation.**(1994). *Internationale Klassifikation psychischer Störungen*. ICD-10 Kapitel V (F); Forschungskriterien/Weltgesundheitsorganisation. Bern: Hans Huber Verlag.

## **Erklärung zum Eigentel**

Die Konzeption der Studie erfolgte in Zusammenarbeit mit Prof. Ahmed. A. Karim

Sämtliche Testuntersuchungen wurden nur von mir durchgeführt.

Die statistische Auswertung erfolgte nach Anleitung von Prof. Ahmed. A. Karim durch mich.

Herr Prof. Ahmed. A. Karim hat diese Doktorarbeit betreut und das Manuskript korrigiert.

Ich versichere, das Manuskript selbständig verfasst zu haben und keine weiteren als die von mir angegebenen Quellen verwendet zu haben.

Tübingen, den 09.01.2015

## **Danksagung**

Diese Doktorarbeit widme ich: Rkia El Hadidi.

Diese Doktorarbeit entstand während meines Studiums der Medizin an der Eberhard-Karls-Universität in Tübingen.

An der ersten Stelle möchte ich mich beim Prof. Dr. Ahmed Karim, Psychotherapeut und Neurowissenschaftler an der Universität Tübingen, der die persönliche Betreuung dieser Arbeit angenommen hat, für seine Anregung, Motivation und Anleitung für die Realisierung dieser Arbeit ganz herzlich bedanken.

Mein besonderer Dank gilt auch für den Prof. Dr. Boris Kotchoubey aus dem Institut der Medizinischen Psychologie und Verhaltensneurobiologie für seine Unterstützung und seine Anmerkungen.

Für die private Unterstützung möchte mich schließlich bei allen meinen Geschwistern für ihren Beistand während meines Studiums bedanken, insbesondere bei meinem Bruder Radouane Rkini, der mich immer beraten und aufgemuntert hat und bei meiner Eltern insbesondere meiner Mutter Rkia El Hadidi für die familiäre Liebe.