

Assoziationspsychologische Grundlagen des kreativen Denkens

DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades
der Philosophischen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität
zu Kiel

vorgelegt von
Mag. Mathias Benedek

Kiel
Januar, 2009

Erstgutachter: Prof. Dr. Aljoscha C. Neubauer

Zweitgutachter: Prof. Dr. Christian Kaernbach

Drittgutachter: Prof. Dr. Günter Köhnken

Tag der mündlichen Prüfung: 07.05.2009

Durch den zweiten Prodekan, Prof. Dr. Rainer Zaiser

zum Druck genehmigt am: 08.05.2009

Vorwort und Dank

Die empirische Kreativitätsforschung bietet zahlreiche spannende Forschungsfragen, die als Ausgangspunkt für eine ausführliche Behandlung im Rahmen einer Dissertation dienen können. Dementsprechend lag der Eingrenzung des Themas ein anfänglicher Prozess zu Grunde, der mich von der Kreativitätsförderung in Einzel- und Gruppensituationen, über die Betrachtung des zeitlichen Verlaufs der kreativen Ideenfindung, schließlich hin zu den kognitiven Grundlagen des kreativen Denkens geführt hat. Die Beschäftigung mit diesem Thema hat sich in den vergangenen drei Jahren als äußerst interessante, herausfordernde und ergebnisreiche Tätigkeit erwiesen. Ich möchte mich an dieser Stelle bei allen bedanken, die auf vielfältige Weise zur Entstehung dieser Arbeit beigetragen haben.

Mein großer Dank gilt Prof. Dr. Aljoscha C. Neubauer für die Betreuung und Begutachtung meiner Dissertation. Er bot mir in allen Phasen viel Freiraum aber auch Unterstützung bei der Verfolgung eigener Ideen. Ganz herzlich möchte ich mich auch bei Prof. Dr. Christian Kaernbach bedanken, sowohl für die engagierte Auseinandersetzung mit meiner Arbeit, als auch für die Übernahme der Zweitbegutachtung. Besonderen Dank schulde ich PD. Dr. Andreas Fink, der über scheinbar unerschöpfliche Expertise auf dem Gebiet der Kreativitätsforschung verfügt, für die freundschaftliche und produktive Zusammenarbeit in den letzten Jahren. Diese Arbeit wurde zum Teil durch den *ERP-Fonds* (Projekt *Neurovation*) unterstützt. In diesem Zusammenhang möchte ich mich ganz herzlich bei Dr. Reinhard Willfort und dem Team des *innovation service network* für die freundliche Unterstützung und die kreative Zusammenarbeit bedanken.

Ich danke den Studiengangsleitern der Fachhochschule Joanneum Graz Dipl.-Ing. Johannes Haas (Produktionstechnik und Organisation), FH-Prof. Dipl.-Ing. Gerhard Heufler (Industrial Design) und Dr. Karl Stocker (Informationsdesign) für die kooperative Zusammenarbeit und das Mitwirken der entsprechenden Studiengänge bei Experiment I, sowie Nora Kanzler (Kleine Zeitung) für die Veröffentlichung des Versuchsaufrufs zu Experiment II. Für das engagierte Mitwirken als VersuchsleiterInnen und bei der Datenverarbeitung danke ich ganz besonders Klaus Feichtinger, Anna Kanape, Nadja Kozel, Patricia Linortner und Michael Rieser (Experiment I und II), sowie Christoph Beißner, Barbara Hausmann, Liane Krahnert, Lydia Möser, Kristina Schröer, Anna-Maria Tolke und Lina Verlinden (Experiment III). Des Weiteren möchte ich mich bei Mag. Sabine Bergner, Dr. Roland H. Grabner, Prof. Dr. Christa Neuper, Dipl.-Psych. Ole Traupe und Dr. Christian D. Wiesner für die zahlreichen fachlichen Diskussionen und Anregungen bedanken.

Den größten Dank schulde ich jedoch meiner Familie, insbesondere meinen Eltern und Großeltern, für die immerwährende Unterstützung. Ganz besonders herzlich danke ich schließlich meiner wundervollen Frau Kerstin, die mir stets mit großer Geduld und Liebe zur Seite stand und meiner Tochter Lena, nicht zuletzt dafür, dass sie in der Nacht meist so gut durchgeschlafen hat.

Mathias Benedek

Kiel, im Januar 2009

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG UND THEORIE	1
1.1	METHODEN DER KREATIVITÄTSERFASSUNG	2
1.1.1	Divergentes Denken.....	5
1.1.2	Tests zum divergenten Denken.....	7
1.2	ASSOZIATIONSFÄHIGKEIT	10
1.2.1	Assoziationsstärke von Begriffen	11
1.2.2	Assoziationsleistungen im Kontext des kreativen Denkens	17
1.3	NEUROWISSENSCHAFTLICHE KREATIVITÄTSFORSCHUNG	24
1.3.1	Empirische Untersuchungen	25
1.3.2	Konzepte und Theorien	29
1.4	ZIELSETZUNG DER VORLIEGENDEN ARBEIT	32
2	EXPERIMENT I	36
2.1	METHODE	38
2.1.1	Experimentelles Design.....	38
2.1.2	Stichprobe	38
2.1.3	Untersuchungsmaterial	39
2.1.4	Auswertung der Assoziationsaufgaben	43
2.1.4.1	Assoziationsliste (AL)	44
2.1.4.2	Kombinierte Assoziationsliste (KA)	46
2.1.4.3	Assoziationskette (AK)	47
2.1.4.4	Nicht-Assoziationskette (NA)	48
2.1.5	Untersuchungsablauf	49
2.2	ERGEBNISSE	51
2.2.1	Validität der Untersuchungsgruppen	51
2.2.2	Testüberprüfung der Assoziationsaufgaben.....	53
2.2.2.1	Analyse der rein quantitativen Aufgabenauswertung	54
2.2.2.2	Analyse der qualitativen Aufgabenauswertung	56
2.2.3	Validität der Assoziationsaufgaben	59
2.2.3.1	Überprüfung der Konstruktvalidität	59
2.2.3.2	Überprüfung der Kriteriumsvalidität	62
2.2.4	Zeitverlauf des Assoziationsprozesses: „Mednick revisited“	64

2.3	DISKUSSION	67
2.3.1	Einsatz neuer Assoziationsaufgaben	68
2.3.2	Validität der Assoziationsleistungen	72
2.3.3	Kontinuierliches Assoziieren in Abhängigkeit von Kreativität	76
3	EXPERIMENT II	79
3.1	METHODE	79
3.1.1	Experimentelles Design.....	79
3.1.2	Stichprobe	79
3.1.3	Untersuchungsmaterial	81
3.1.4	Untersuchungsablauf	82
3.1.5	EEG-Auswertung.....	84
3.1.5.1	EEG-Aufzeichnung	84
3.1.5.2	EEG Datenvorverarbeitung	84
3.1.5.3	Datenaggregation	86
3.2	ERGEBNISSE	87
3.2.1	Behaviorale Gruppenunterschiede bei Kreativitätsaufgaben	87
3.2.2	Vorbereitende EEG-Analysen	88
3.2.3	Gruppenunterschiede in der kortikalen Aktivität.....	91
3.2.3.1	Analysen auf der Ebene von Einzelfrequenzen	91
3.2.3.2	Analysen auf der Ebene von Frequenzbändern	95
3.2.4	Zusammenhänge von Aufgabenleistung und kortikaler Aktivität.....	98
3.2.4.1	Analysen auf der Ebene von Einzelfrequenzen	99
3.2.4.2	Analysen auf der Ebene von Frequenzbändern	102
3.3	DISKUSSION	105
3.3.1	Globale aufgabenbezogene Powerzunahmen	106
3.3.2	Bezug zu bisherigen Befunden	107
3.3.3	Kortikale Aktivität bei Assoziationsleistungen	108
3.3.4	Zusammenhänge mit der kortikalen Ruheaktivität	109
4	EXPERIMENT III	112
4.1	METHODE – EXPERIMENT III-A	114
4.1.1	Stichprobe	114
4.1.2	Untersuchungsmaterial	114
4.1.3	Untersuchungsablauf	115
4.1.4	Originalitätsbeurteilungen.....	115

4.2	ERGEBNISSE – EXPERIMENT III-A	116
4.2.1	Aufgabenanalyse.....	116
4.2.2	Analyse von Gruppenunterschieden	117
4.3	METHODE – EXPERIMENT III-B	119
4.3.1	Stichprobe	119
4.3.2	Untersuchungsmaterial	120
4.3.3	Untersuchungsablauf	120
4.3.4	Originalitätsbeurteilungen.....	120
4.4	ERGEBNISSE – EXPERIMENT III-B	121
4.4.1	Aufgabenanalyse.....	121
4.4.2	Analyse von Gruppenunterschieden	122
4.5	DISKUSSION	122
4.5.1	Originalitätserfassung mit <i>best-of</i> Instruktion	122
4.5.2	Originalitätserfassung mit <i>best-only</i> Instruktion.....	124
4.5.3	Weiterführende Überlegungen	126
5	ALLGEMEINE DISKUSSION.....	128
5.1	ASSOZIATIONSLEISTUNGEN UND KREATIVITÄT	129
5.1.1	Flüssigkeit der Assoziationsproduktion	129
5.1.2	Flexibilität der Assoziationsproduktion	131
5.1.3	Originalität der Assoziationsproduktion	132
5.2	GRUNDLAGEN VON PRODUKTIVITÄT UND FLEXIBILITÄT	134
5.2.1	Assoziationsstärke	136
5.2.2	Rolle der Exekutivfunktionen.....	136
5.2.2.1	Produktivität und kognitive Hemmung	138
5.2.2.2	Flexibilität und kognitive Kontrolle	140
5.2.2.3	Fazit	141
5.3	AUSBLICK	143
6	ZUSAMMENFASSUNG.....	147
7	LITERATURVERZEICHNIS.....	149
8	ANHANG	165

1 Einleitung und Theorie

Kreativität ist ein faszinierendes Persönlichkeitsmerkmal. In einer Welt, in der Routine-tätigkeiten handwerklicher aber auch geistiger Art an hoch effiziente Maschinen und Computer übertragen werden können gewinnt menschliche Kreativität einen ganz besonderen Stellenwert. Längst ist es nicht mehr Kunstschaffenden oder ErfinderInnen vorbehalten kreativ zu sein. Nahezu jeder Tätigkeitsbereich profitiert heute von Personen, die nicht nur vorgegebene Tätigkeiten verlässlich ausführen, sondern auch in der Lage sind nützliche neue Ideen einzubringen. Diese neuen Anforderungen treffen dabei im Allgemeinen auf den fruchtbaren Boden eines grundlegenden, menschlichen Bedürfnisses nach Entfaltung und Selbstverwirklichung.

Diese Entwicklung bildet sich auch in einem zunehmenden Interesse an der Erforschung von Kreativität ab (Krampen, 1993), sowie einer zunehmenden Ausdifferenzierung des Forschungsfeldes (Runco, 1999; Sternberg, 1999). Das Personenmerkmal Kreativität hat sich somit heute – neben Intelligenz – zu einem zentralen Fähigkeitskonstrukt im Bereich der Differentiellen Psychologie und Persönlichkeitsforschung aufgeschwungen (Amelang & Bartussek, 1997). Dennoch bleibt die Fortentwicklung dieses Forschungsfeldes weit hinter den ursprünglichen Erwartungen (Hany, 1993, 2001) zurück. Erklärungen hierfür verweisen dabei vor allem auf die hartnäckigen Schwierigkeiten Kreativität zufrieden stellend psychometrisch erfassen zu können (Krampen, 1993; Hocevar, 1981). Die Schwierigkeiten bei der Erfassung sind schließlich nicht nur ein Problem innerhalb des Forschungsfeldes der Diagnostik, sondern sie wirken sich hemmend auf praktisch alle anderen Bereiche der psychologischen Kreativitätsforschung aus, allen voran natürlich auch auf den Bereich der Differentiellen Psychologie.

Es findet sich heute eine überschaubare Anzahl an psychometrischen Instrumenten zur Schätzung der kreativen Fähigkeiten, welche in Abschnitt 1.1 im Überblick dargestellt werden sollen. Die vorhandenen Tests basieren in der Mehrheit auf dem Konstrukt des divergenten Denkens, welches auf die Teilfähigkeit der divergenten Produktion in den umfangreichen faktoranalytischen Untersuchungen Guilfords (1967) zurückgeführt werden kann. Die Vielfalt der hierbei eingesetzten Aufgaben und die Unterschiede der daraus abgeleiteten Leistungsaspekte zwischen einzelnen Tests geben einen guten Überblick über die verschiedenen Bemühungen der Operationalisierung des kreativen Denkens. Dabei wird erkennbar, dass in einigen zentralen Belangen der Erfassung des Konstruktes Kreativität noch kein breiter Konsens vorherrscht.

In etwa zeitgleich zur Entwicklung erster Tests zum divergenten Denken, wurde auch ein alternativer psychometrischer Ansatz vorgestellt, der kreatives Denken mit Assoziationsleistungen in Beziehung brachte (Mednick, 1962). Aus heutiger Sicht wird diesem Ansatz aus

verschiedenen Gründen eine möglicherweise ungerechtfertigt geringe Bedeutung beigemessen. Schließlich kann zu den kognitiven Prozessen des Assoziierens auf eine breite Basis an Grundlagenforschung zurückgegriffen werden, die die Voraussetzung für eine differenzierte Erforschung und Modellbildung bietet. Erstaunlicherweise finden sich in der Literatur auch keine nennenswerten Bemühungen den Ansatz des divergenten Denkens mit dem Ansatz der Assoziationsleistungen in Verbindung zu bringen. In Abschnitt 1.2 wird zunächst ein Überblick über Grundlagen der Assoziationsfähigkeit und Möglichkeiten der Quantifizierung assoziativer Nähe gegeben, und schließlich werden Befunde zur Assoziationsfähigkeit im Kontext kreativen Denkens vorgestellt.

Eine der jüngsten und produktivsten Fortentwicklungen des Forschungsbereichs zeigt sich in der neurowissenschaftlichen Kreativitätsforschung. Der Einsatz neurowissenschaftlicher Methoden erlaubt eine wertvolle, zusätzliche Perspektive auf die funktionelle Organisation kognitiver Leistungen. In Abschnitt 1.3 soll ein Überblick über aktuelle Befunde und darauf aufbauende Theorien zur neurophysiologischen Aktivität beim kreativen Denken gegeben werden.

1.1 Methoden der Kreativitätserfassung

Die Methoden der Kreativitätsdiagnostik können nach Krampen (1993) in vier Bereiche untergliedert werden:

- 1) Biografische Methoden
- 2) Selbstbeurteilungsmethoden
- 3) Fremdbeurteilungsmethoden
- 4) Psychometrische Methoden

Biografische Methoden entwickelten sich aus der frühen Beschäftigung mit dem Thema Kreativität anhand der biografischen Analysen hochkreativer Persönlichkeiten wie etwa berühmter KünstlerInnen und WissenschaftlerInnen. Diese werden im Allgemeinen posthum durchgeführt und erlauben etwa die Identifikation besonderer Schaffensperioden in der Lebensspanne. Heutzutage werden bei modernen Produktivitätsanalysen relevante und verfügbare quantitative Kennwerte herangezogen, wie etwa die Anzahl an Patenten, Publikationen oder Zitationen. Daneben werden zu Lebzeiten auch biografische Fragebögen eingesetzt. Diese erheben die Häufigkeit einzelner kreativer Tätigkeiten in einem bestimmten festen Zeitraum (beispielsweise in den jeweils vergangenen fünf Jahren). Solche Tätigkeiten umfassen beispielsweise Schauspielen, Zeichnen, Schreiben von Gedichten oder Kreieren eigener Rezepte (z.B. King, McKee Walker & Broyles, 1996). In einer Metaanalyse zur prädiktiven Validität diagnostischer Verfahren ermittelten Funke et al. (1987; zit. nach Krampen, 1993) für

biografische Fragebögen im Vergleich zu anderen Erfassungsmethoden die beste Vorhersageleistung für berufliche Kreativität. Für die Individualdiagnostik spielt diese Methode allerdings eine untergeordnete Rolle, da die entsprechenden Instrumente im Allgemeinen über keine Normierung verfügen.

In den Bereich der *Selbstbeurteilungsmethoden* fallen Einstellungs- und Interessenstest, Persönlichkeitsinventare aber auch Fragebögen, die zur Einschätzung der eigenen Fähigkeiten in kreativitätsrelevanten Bereichen auffordern. Ein Selbstbeurteilungsfragebogen umfasst üblicherweise eine Liste einzelner selbstbezogener Aussagen. Die Ausfüllenden werden dabei aufgefordert auf einer mehrstufigen Skala anzugeben, inwieweit diese Aussagen auf die eigene Person zutreffen. Als ein Beispiel kann die *Creative Personality Scale* (CPS) genannt werden, bei der 30 Eigenschaftswörter (aus der *Adjective Check List*; Gough & Heilbrun, 1965) als zutreffend oder nicht zutreffend beurteilt werden. Ein weiteres Beispiel stellt die *Runco Ideational Behavior Scale* (RIBS; Runco, Plucker & Lim, 2000) dar, bei der die selbst eingeschätzte Ideenflüssigkeit anhand von 23 Aussagen erfasst wird. Dazu werden Aussagen vorgegeben, wie etwa „Ich habe viele verrückte Ideen“ oder „Ich lasse mir viele Ideen oder Lösungen für Probleme einfallen“. Selbstbeurteilungsverfahren besitzen eine hohe Augenscheinvalidität, sind aber im Allgemeinen nicht verfälschungsresistent und können daher nur eingesetzt werden, wenn es keinen Anlass gibt das Ergebnis zum eigenen Vorteil beeinflussen zu wollen. Es wird explizit eine subjektive Einschätzung kreativer Leistungen erfasst, nicht aber werden Fähigkeiten oder Leistungen direkt gemessen. Daher ist auch bei den Selbstbeurteilungsmethoden eine umfassende Normierung unüblich und ein Einsatz in der Individualdiagnostik typischerweise nicht vorgesehen.

Fremdbeurteilungsverfahren sind im Grunde ähnlich aufgebaut wie Selbstbeurteilungsverfahren. Oft können solche Instrumente nach entsprechender Umformulierung der Fragen für beide Zwecke eingesetzt werden. Hierbei wird die Leistung der zu beurteilenden Personen von LehrerInnen, Eltern, KollegInnen, Vorgesetzten oder anderen Bezugspersonen eingeschätzt. Es zeigte sich, dass eine Fremdeinschätzung der Kreativität häufig weniger valide im Hinblick auf Leistungsmaße ist, als dies bei einer Fremdeinschätzung von kognitiver Intelligenz der Fall ist (Sommer, Fink & Neubauer, 2008).

Psychometrische Verfahren sind psychologische Tests im engeren Sinne. Sie versuchen das jeweilige psychologische Konstrukt möglichst direkt anhand entsprechender Leistungen zu messen. Die Bearbeitung der dabei eingesetzten Aufgaben erfordert den Einsatz der zu erfassenden Fähigkeit und anhand der Antworten beziehungsweise Leistungen soll sich die Ausprägung der Fähigkeit schätzen lassen. In diesem Kontext erscheint eine grobe Einteilung von Aufgabentypen anhand der Strukturiertheit der Problemsituation und des Endzustandes sinnvoll (Facaoaru, 1985; siehe Tabelle 1).

Tabelle 1

Aufgabentypen nach der Strukturiertheit von Problemsituation und Endzustand (modifiziert nach Facaoaru, 1985)

Strukturiertheit der Problemsituation	Strukturiertheit des Endzustandes	
	gering (mehrere Lösungen)	hoch (eine Lösung)
gering (wenige Restriktionen)	Divergente Aufgaben	Entdeckungsaufgaben
hoch (viele Restriktionen)	Konstruktionsaufgaben	Konvergente Aufgaben

Eine Aufgabe mit hoher Strukturiertheit sowohl der Problemsituation als auch des Endzustandes werden demnach als *konvergente Aufgabe* bezeichnet. Sie hat nur eine richtige Lösung und findet etwa Anwendung in Intelligenztests (Beispielaufgabe: „ $22 * 17 = ?$ “). Bei diesem Aufgabentyp wird häufig eine Reihe von Antwortalternativen angeboten, von denen die richtige auszuwählen ist. Dieses Antwortformat erlaubt eine sehr effiziente Auswertung.

Gibt es nur eine Lösung aber eine wenig strukturierte Problemsituation so handelt es sich um eine *Entdeckungsaufgabe*. Man spricht auch von einem *Insight-Task*, denn die Lösung einer solchen Aufgabe geht mit einem Moment der Einsicht („Aha“-Erlebnis) einher (Sternberg, 1995). Ein Beispiel dafür ist das *Neun-Punkte Problem* (Maier, 1930; Kershaw & Ohlsson, 2004). Hierbei gilt es einen Weg zu finden alle neun Punkte mit nur vier geraden Linien zu verbinden, ohne dabei den Stift abzusetzen (siehe Abbildung 1). Dieser Aufgabentyp findet sich auch im *Remote Associates Test* (RAT; Mednick, 1962), der noch in Abschnitt 1.2.2 ausführlicher besprochen wird. Die Problemstellung dieses Aufgabentyps bietet üblicherweise keinen offensichtlichen Anhaltspunkt für Lösungsansätze und oft ist ein Ausbrechen aus üblichen Denkschemata erforderlich. Hat man die Lösung aber einmal gefunden, kann man sich einfach von deren Richtigkeit überzeugen. Aus diesem Grund können keine Antwortalternativen angeboten werden, die eine automatisierte Auswertung ermöglichen würden. Des Weiteren sind bei diesem Aufgabentyp hohe Übungseffekte zu erwarten, da Lösungen, die mit Einsicht gefunden werden, im Allgemeinen gut behalten werden können.

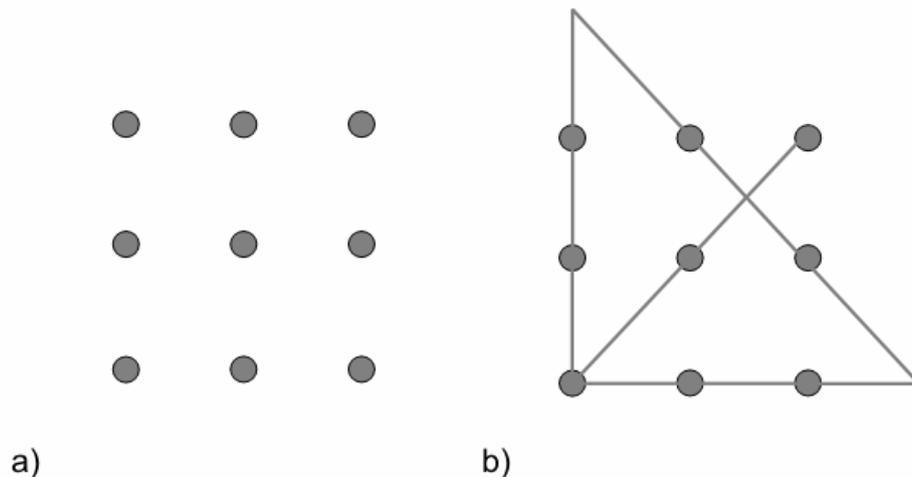


Abbildung 1: Das Neun-Punkte Problem (a) und seine Lösung (b)

Bei *Konstruktionsaufgaben* gibt es keine einzelne richtige Lösung aber es ist eine sehr strukturierte Problemsituation gegeben. Bei diesem Aufgabentyp geht es beispielsweise darum, durch das Arrangieren einer Menge von vorgegebenen Objekten (z.B. Legen von Streichhölzern) neue Objekte zu bilden. Dies ist eine offene Aufgabe, die prinzipiell viele Lösungsmöglichkeiten zulässt.

Bei geringer Strukturiertheit von Problemsituation und Endsituation handelt es sich schließlich um eine *divergente Aufgabe*. Eine Beispielaufgabe dazu lautet: „Wofür kann man eine Konservendose verwenden?“. Dieser Aufgabentyp bietet sowohl wenige Restriktionen im Rahmen der Darstellung des Problems, als auch wenige Restriktionen im Hinblick auf die Lösung. Dieser Aufgabentyp erlaubt somit eine nahezu unbegrenzte Vielzahl an ganz unterschiedlichen Lösungen, die sich in der Qualität deutlich unterscheiden können.

Häufig findet man auch die einfachere Gegenüberstellung von divergenten und konvergenten Aufgaben (siehe etwa Krampen, 1993), wobei erstere alle Aufgaben mit mehreren Lösungen umfassen und letztere nur Aufgaben mit einer richtigen Lösung. Im Rahmen der psychometrischen Methoden der Kreativitätserfassung haben Tests mit Aufgaben zum divergenten Denken zweifelsfrei die größte Bedeutung. Diese sollen im Folgenden eingehender betrachtet werden.

1.1.1 Divergentes Denken

In der häufig zitierten *Presidential Address* an die *American Psychological Association* im Jahre 1950 schlug Guilford verschiedene Fähigkeitsbereiche vor, die zur psychometrischen Erfassung von Kreativität herangezogen werden könnten. Ihm zufolge lassen sich individuelle Unterschiede von kreativen Personen in folgenden neun Bereichen erwarten:

1. Problemsensitivität (Fähigkeit Probleme zu erkennen)
2. Ideenflüssigkeit (Fähigkeit viele Ideen zu produzieren)
3. Originalität (Fähigkeit neue, ungewöhnliche und dennoch akzeptable Ideen zu produzieren)
4. Flexibilität (Fähigkeit Ideen aus unterschiedlichen Bereichen zu produzieren; Gegenteil zu Rigidität)
5. Fähigkeit zur Synthese
6. Fähigkeit zur Analyse
7. Fähigkeit zur Reorganisation
8. Fähigkeit im Umgang mit Komplexität
9. Fähigkeit zur Evaluation

Die Annahme eines Fähigkeitsbereiches der Ideenflüssigkeit (oder Flüssigkeitsfaktors) führte Guilford dabei wie folgt weiter aus:

Not that all creators must work under pressure of time and must produce rapidly or not at all. It is rather that the person who is capable of producing a large number of ideas per unit of time, other things being equal, has a greater chance of having significant ideas. (S. 452)

Dabei wird ein möglicher interessanter Zusammenhang von allgemeiner Ideenquantität und Ideenqualität angedeutet. In anderen Worten könnte das als ein vermuteter Zusammenhang von Ideenflüssigkeit und Originalität verstanden werden. Doch darauf wird in seiner Arbeit in der Folge nicht weiter eingegangen.

In Guilfords *Structure of Intellect* (SI)-Modell von 1967 wird aufbauend auf höchst umfangreichen faktoranalytischen Untersuchungen ein Gesamtmodell intellektueller Fähigkeiten dargelegt. Dieses Modell postuliert einen dreidimensionalen Fähigkeitsraum, der alle 120 Kombinationen von vier verschiedenen *Inhalten* (figural [F], symbolisch [S], semantisch [M] und Verhalten [B]) mit fünf *Operationen* (Kognition [C], Gedächtnis [M], konvergente Produktion [N], Evaluation [E] und divergente Produktion [D]) und sechs *Produkten* (Einheiten [U], Klassen [C], Beziehungen [R], Systeme [S], Transformationen [T] und Implikationen [I]) vorsieht. Kreativitätsrelevante Fähigkeiten sind hier dem Operationstyp *divergente Produktion* zugeordnet. Für diesen Operationstyp wurden in Guilfords faktoranalytische Analysen drei Flüssigkeitsfaktoren, zwei Flexibilitätstaktoren und ein Originalitätsfaktor ermittelt. Die Flüssigkeitsfaktoren wurden identifiziert als *Ideenflüssigkeit* (DMU), *Wortflüssigkeit* (DSU) und *Assoziationsflüssigkeit* (DMR), die Flexibilitätstaktoren als *spontane Flexibilität* (DMC) und *adaptive Flexibilität* (DFT), und der Originalitätsfaktor entspricht schließlich DMT. Darüber fanden sich auch Hinweise auf die Existenz eines Faktors *Elaboration* (DMI) und eines Faktors *Ausdrucksflüssigkeit* (DMS).

Aus den empirischen und theoretischen Vorarbeiten Guilfords ging schließlich das Konstrukt des *divergenten Denkens* hervor. Aufgaben zum divergenten Denken haben gemein, dass keine Antwortmöglichkeiten zur Auswahl vorgegeben sind, sondern eine offene Produktion erfolgt. Bereits Guilford erkannte die ungewisse Zukunft solcher Tests, die mit einer sehr aufwändigen Auswertung verbundenen sind:

Since divergent-production tests require examinees to produce their own answers, not to choose them from alternatives given to them, it is not surprising, that any such test would be conspicuous by their absence in modern group tests of intelligence. (S. 138)

1.1.2 Tests zum divergenten Denken

Tests zum divergenten Denken (DD) erfassen das Potenzial zum kreativen Denken (Runco, 1999) und können „bei großzügiger Sprachverwendung auch als Kreativitätstests bezeichnet werden“ (Krampen, 1993, S.24). In heute verfügbaren Tests finden sich vor allem Subtests zur Ideenflüssigkeit, Ideenflexibilität (entspricht am ehesten Guilfords spontaner Flexibilität), und Ideenoriginalität (z.B. Jäger, Süß & Beauducel, 1997; Schoppe, 1975; Torrance, 1974). Die Basis stellen dabei divergente Denkaufgaben dar, die nach mehreren Kriterien hin ausgewertet werden können. Die Ideenflüssigkeit wird im Allgemeinen durch die Anzahl der produzierten Ideen gemessen (Schoppe, 1975; Torrance, 1974). Die Ideenflexibilität kann erfasst werden durch die Anzahl an unterschiedlichen Kategorien, denen sich die produzierten Ideen zuordnen lassen, oder durch die Anzahl an Wechsel zwischen Kategorien im Laufe der Ideenproduktion. Für diese Auswertung wird ein detailliertes Kategoriensystem benötigt, dem sich alle einzelnen Ideen zuordnen lassen (Jäger et al., 1997; Torrance, 1974). Die Ideenoriginalität kann wieder mithilfe eines detaillierten Kategoriensystems bestimmt werden, in dem Originalitätswerte für jede Kategorie vorgegeben sind (Torrance, 1974), oder durch Fremdbeurteilungen aller Einzelideen (Fink et al., 2007) ähnlich der von Amabile (1982) vorgeschlagenen *Consensual Assessment Technique* (CAT). Auch hier ist üblicherweise der Originalitätswert einer Person als Summe der Originalitätsbeurteilungen aller Einzelideen definiert. Die Berechnung eines Summenwerts über alle Ideen führt allerdings dazu, dass Flexibilität und Originalität im Allgemeinen hoch mit der zu Grunde liegenden Ideenflüssigkeit konfundiert sind (Benedek, 2005).

Drei einflussreiche Tests zum divergenten Denken sollen in der Folge kurz beschrieben werden.

Torrance Test of Creative Thinking (TTCT)

Der im angloamerikanischen Raum am häufigsten eingesetzte Test zum DD ist der *Torrance Test of Creative Thinking* (Torrance, 1974). Er umfasst sieben verbale Subtests und drei figuralen Subtests, und liegt in zwei Parallelförmigkeiten vor. Der TTCT hatte stets große Bedeutung für die experimentelle Kreativitätsforschung und viele folgende Tests waren im Wesentlichen ähnlich aufgebaut. Aus diesem Grund sollen die Aufgabenstellungen der einzelnen Subtests im Folgenden kurz näher beschrieben werden:

In den Subtests *Asking*, *Guessing Causes* und *Guessing Consequences* wird in einem Bild eine unklare Situation vorgestellt. Dazu sind möglichst viele Fragen zu formulieren, die die Situation erhellen könnten, viele unterschiedliche Gründe zu suchen wie es zu dieser Situation kommen konnte, und viele unterschiedliche Szenarien auszudenken, die sich daraus entwickeln könnten. Im Subtest *Product Improvement* werden Möglichkeiten gesucht, wie beispielsweise aus einem Plüschelöwen ein interessanteres Spielzeug gemacht werden könnte. Heute sehr häufig eingesetzt ist der Subtest *Unusual Uses*, bei dem etwa für eine Konservendose viele originelle Verwendungszwecke gefunden werden sollen. Zum selben Alltagsgegenstand sollen dann im Subtest *Unusual Questions* möglichst viele, ungewöhnliche Fragen formuliert werden. Im Subtest *Just Suppose* soll man sich vorstellen, dass zum Beispiel die ganze Welt von dichtem Nebel bedeckt ist und schließlich Szenarien überlegen, wie sich das Leben dadurch verändern würde. Bei den drei figuralen Subtests (*Picture Construction*, *Picture Completion*, und *Lines*) geht es im Wesentlichen darum, vorgegebene abstrakte Figuren zu Bildern zu vervollständigen und diese anschließend originell zu benennen. Die Auswertung erlaubt die Unterscheidung der vier Maße Ideenflüssigkeit, -flexibilität, -originalität und -elaboration. Dafür stehen zu allen Subtests umfangreiche Kategoriensysteme zur Zuordnung und Bewertung der einzelnen Ideen zur Verfügung. Der TTCT wurde zur Vorgabe im schulischen Bereich entwickelt und ist daher auch entsprechend formuliert und gestaltet. Der Einsatz des Tests bei Erwachsenen wird aber von Torrance nicht ausgeschlossen.

Berliner Intelligenzstrukturtest (BIS) – Skalen zum Einfallsreichtum

Die Entwicklung des Berliner Intelligenzstrukturtests (BIS; Jäger et al., 1997) basiert auf der theoretischen Grundlage des SI-Modells von Guilford (1967). Die Operation der divergenten Produktion im SI-Modell findet sich im BIS in der Dimension *Einfallsreichtum* wieder und es finden sich Aufgaben zum Umgang mit verbalem, figuralem und numerischem Material. Zur Erfassung der Dimension Einfallsreichtum liegen insgesamt zwölf Aufgaben vor: Die vier verbalen Subtests sind *Eigenschaften-Fähigkeiten* (unerwünschte Eigenschaften für vorgegebene Berufe nennen), *Masselon* (Sätze zu drei vorgegebenen Wörtern finden), *Insight-Test* (Erklärungen für vorgegebenen Sachverhalt suchen) und *Anwendungsmöglichkeiten*

(siehe TTCT, *Unusual Uses*). Die vier figural-bildhaften Subtests (*Layout, Zeichen Fortsetzen, Objekt-Gestaltung* und *Zeichen-Kombinieren*) umfassen Aufgaben zum Ergänzen und Kombinieren abstrakter Zeichen und Formen. Die vier numerischen Subtests (*Divergentes Rechnen, Telefon-Nummern, Zahlen-Gleichungen* und *Zahlenrätsel*) erfordern einen flexiblen Umgang mit Ziffern und Rechnungsarten. Die Auswertung sieht eine Erfassung der Ideenflüssigkeit (*U-Modus*) und der Ideenflexibilität (*X-Modus*) durch Zuordnung der Lösungen zu Kategorien aus einem vordefinierten Kategoriensystem vor. Laut den Testautoren lässt sich die Ideenflüssigkeit empirisch jedoch nicht vom Fähigkeitsbereich Bearbeitungsgeschwindigkeit trennen und sie empfehlen daher vor allem die Auswertung der Ideenflexibilität. Jäger et al. geben weiter an, dass bei der Modellentwicklung erprobte Originalitätsaufgaben nicht in den Test übernommen wurden, da „ihre Bewertung Objektivitätsstandards nicht erreichen konnte und zudem sehr zeitaufwendig ist“ (S. 32). Für den BIS-4 liegen Normen für 16- bis 19-jährige vor. Unabhängig von den Normen halten die Testautoren den Einsatz im Altersbereich 15 bis 40 Jahren für möglich, wobei mindestens mittlere Schulbildung vorausgesetzt wird.

Verbaler Kreativitätstest (VKT)

Der *Verbale Kreativitätstest* (VKT) von Schoppe (1975) besteht aus neun Subtests, ist für den Altersbereich von 14 bis 55 Jahren einsetzbar und liegt in zwei Parallellformen vor. Er umfasst neun verbale Subtests, die in Tabelle 2 anhand von Beispielen kurz vorgestellt werden.

Tabelle 2

Die neun Subtests des VKT (Schoppe, 1975): Beispielitems und Beispielantworten

Subtest (Kurzbezeichnung)	Beispielitem	Beispielantworten
Wortanfänge (WA)	VER-	verlieren, Vers, ...
Wortenden (WE)	-LOS	nutzlos, Brieflos, ...
Vierwort-Sätze (VS)	R S A M	Richard mag schnelle Autos, ...
Namen-Erfinden (NE)	GPZ	Grazer Polizei-Zentrale, ...
Gleiche Eigenschaften (GE)	Was ist alles biegsam?	Heu, Nudeln, ...
Ähnlichkeiten (ÄK)	Umschreibungen für schön	hübsch, zauberhaft, ...
Ungewöhnliche Verwendungszwecke (UV)	Konservendose	Schnurtelefon basteln, ...
Utopische Situationen (US)	Ein Monat ohne Strom	Kerzenverkauf steigt, ...
Spitznamen-Erfinden (SE)	Badewanne	Pool für Arme, ...

Die Auswertung des VKT erfolgt nach rein quantitativen Gesichtspunkten, was zu einem globalen Maß für die verbale Produktivität führt. Auf eine Auswertung der Flexibilität oder Originalität wird verzichtet, da diese Kreativitätsaspekte nach Schoppe „weder algebraisch noch diagnostisch echt [von Produktivität] zu trennen sind“ (S. 32). Schoppe unterscheidet sechs verbale Produktionsprinzipien, die in seinem Test durch jeweils ein bis zwei Subtests berücksichtigt werden:

- Abruf von Assoziationen nach vorgegebenen Ähnlichkeiten der Wortgestalt (Subtests: WA, WE).
- Abruf von Assoziationen, bei denen mehrere Wörter, die hinsichtlich eines Teils ihrer Morphologie festgelegt sind, syntaktisch (also sprachlogisch) kombiniert werden müssen (Subtests: VS, NE).
- Abruf von Assoziationen gleicher oder verwandter semantischer oder funktionaler Bedeutungen (Subtests: GE, ÄK).
- Abruf von Einfällen, wo die Loslösung von einem vertrauten Funktionsschema intendiert ist (Subtest: UV).
- Abruf von Einfällen, bei denen die logische Extrapolation von Erfahrungen in neue Situationen gefordert ist (Subtest: US).
- Abruf von Einfällen, bei denen eigenständige verbale Neuschöpfungen anstelle einer konformen Benennung verlangt werden (Subtest: SE).

Trotz lediglich moderater Interkorrelationen weist Schoppe darauf hin, dass diese sechs Produktionsprinzipien faktorenanalytisch identisch sind. Er vertritt des Weiteren den Standpunkt, dass die vom VKT erfasste Kreativität einen Hauptfaktor des Intelligenzspektrums darstellt, welcher dem Faktor divergente Produktion des SI-Modells oder dem Faktor Einfallsreichtum im Berliner Intelligenzstrukturtest entspricht. Benedek, Fink und Neubauer (2006) konnten allerdings zeigen, dass die Subskalen gut durch eine Zweifaktorenlösung beschrieben werden können, wobei der erste Faktor (hohe Ladungen der ersten vier Subskalen) einen deutlichen positiven Zusammenhang mit verbaler Intelligenz zeigte, der zweite Faktor (hohe Ladungen der letzten fünf Subskalen) hingegen nicht. Für den zweiten Faktor (nicht aber für den ersten Faktor) fand sich in dieser Studie ein signifikanter Zusammenhang mit Extraversion. Diese beiden Faktoren der Produktivität könnten in Anlehnung an Guilford (1967) als Wortflüssigkeit und Ideenflüssigkeit unterschieden werden.

1.2 Assoziationsfähigkeit

Assoziationen bezeichnen die Verknüpfungen von Gedächtnisinhalten. Sie stellen die Grundlage aller Lern- und Abrufprozesse dar und sind somit an praktisch allen Prozessen der In-

formationsverarbeitung beteiligt. Die menschliche Fähigkeit Assoziationen zu vorgegebenen Konzepten zu bilden wurde daher schon früh dazu herangezogen mehr über das menschliche Denken und im Besonderen über die Organisation des Gedächtnisses zu erfahren. Der Beginn der experimentellen Erforschung des Assoziationsverhaltens kann auf die Anfänge der experimentellen Psychologie überhaupt zurückverfolgt werden. Schon Francis Galton (1879) oder James M. Cattell (1887) führten experimentelle Studien durch und beobachteten Art und Geschwindigkeit von Assoziationen zu vorgegebenen Bildern und Begriffen. Entsprechend umfangreich ist die Literatur zu dem sehr allgemeinen Begriff der Assoziation. Im Folgenden sollen zwei Bereiche, die für diese Arbeit besonders relevant erscheinen näher betrachtet werden. Einerseits soll ein kurzer Überblick über allgemeinspsychologische Befunde zum Assoziationsabruf geboten werden (siehe Abschnitt 1.2.1). Dabei soll insbesondere auf das Konzept der *Assoziationsstärke* eingegangen werden, das als Grundlage für die allgemeinen Merkmale beobachtbarer Assoziationsleistungen angenommen wird. In diesem Kontext sollen die Konzepte *Assoziationsflüssigkeit* und die *assoziative Ungewöhnlichkeit* als quantitative und qualitative Aspekte der Assoziationsproduktion betrachtet werden. Bei diesen Leistungen kann eine Analogie zu den Konzepten Ideenflüssigkeit und Ideenoriginalität und somit eine besondere Relevanz im Hinblick auf kreatives Denken vermutet werden. In Abschnitt 1.2.2 werden schließlich differentialpsychologische Befunde von Assoziationsleistungen im Kontext von Kreativität vorgestellt.

1.2.1 Assoziationsstärke von Begriffen

Ein gängiges Modell zur Darstellungen von Wissensrepräsentationen ist das *semantische Netzwerk* (Evens, 1988; Sowa, 1991; Steyvers & Tenenbaum, 2005). Es handelt sich hierbei um eine Art grafentheoretisches Modell, bei dem die Knoten semantische Inhalte (Begriffe) und die Kanten semantische Relationen zwischen diesen Begriffen darstellen¹. Die Kantenlänge ist dabei häufig invers proportional zur semantischen Ähnlichkeit der so verbundenen Begriffe (Rips, Shoben & Smith, 1971); eine hohe semantische Ähnlichkeit wird also durch kurze Kanten dargestellt. Die semantische Ähnlichkeit ist jedoch nicht synonym zur Assoziationsstärke zu verstehen. Denn beispielsweise zwischen zwei gegensätzlichen Begriffen wie *kurz* und *lang* wird eine hohe Assoziationsstärke angenommen, sie sind aber semantisch maximal unähnlich, weil *lang* das Gegenteil (Antonym) zu *kurz* ist. In gleicher Weise ist aber auch die Darstellung eines *Assoziativen Netzwerks* möglich, bei dem die assoziative Stärke zwischen Begriffen durch die Kantenlänge dargestellt wird (höhere Assoziationsstärken entsprechen dabei kurzen Kantenlängen). In Abbildung 2 ist beispielhaft ein semantisches Netzwerk für das Konzept *rot* dargestellt. Solche Darstellungen dienen dazu angenommene

¹ Ein Begriff samt seiner Relationen könnte schließlich als *Konzept* betrachtet werden. In den weiteren Ausführungen soll diese Differenzierung aber vernachlässigt werden.

Konzeptzusammenhänge zu veranschaulichen und erheben nicht den Anspruch Realitäten abzubilden. Dabei wird im Allgemeinen nur eine Auswahl an Konzepten einbezogen, nur starke assoziative Verbindungen werden dargestellt, und auch die räumliche Anordnung erfolgt üblicherweise eher nach subjektiven Gesichtspunkten. In diesem Beispiel ist zu sehen, dass viele verschiedene Begriffe mit dem Begriff *rot* verbunden sind und diese auch untereinander wieder verbunden sein können (beispielsweise ist der Begriff *rot* mit *Sonne* und *Feuer* verbunden, welche wiederum über das Konzept *warm* verbunden sind).

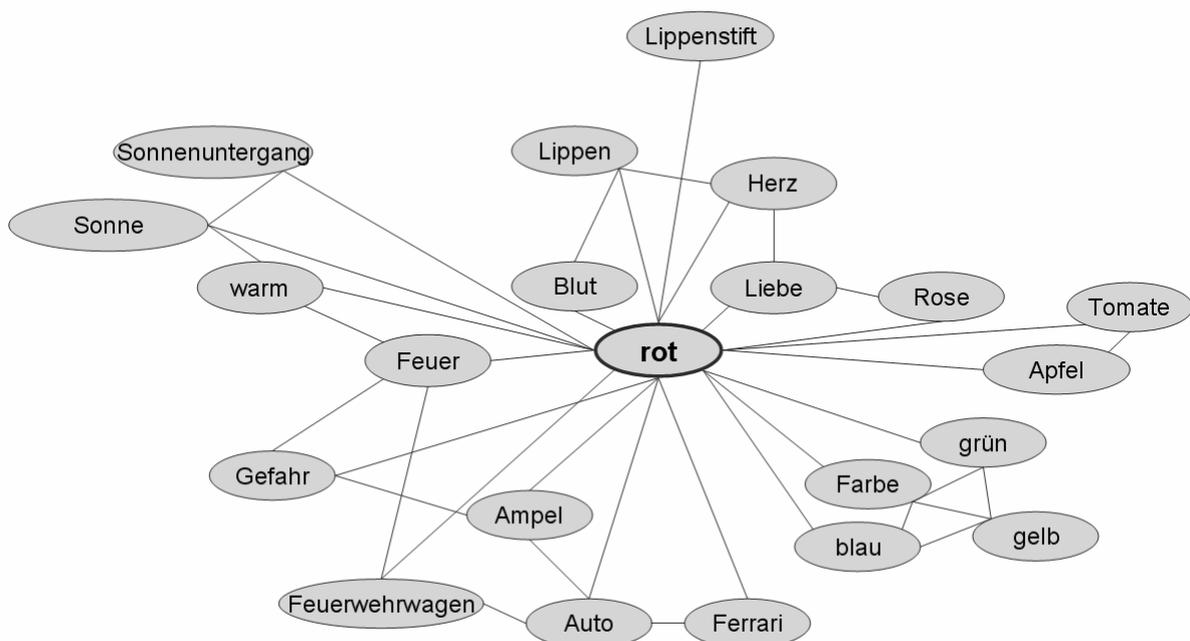


Abbildung 2: Schematische Darstellung des semantischen Netzwerks zum Konzept *rot*

Es gibt zahlreiche Modelle, die zu beschreiben versuchen, wie die Suche und Informationsverarbeitung im semantischen Gedächtnis verläuft (Collins & Loftus, 1975; Indow & Togano, 1970; Raaijmakers & Shiffrin, 1981). Collins und Loftus nehmen etwa an, dass sich bei der Verarbeitung eines Konzeptes die Aktivität entlang der Netzwerkverbindungen ausbreitet und dabei die Aktivität invers-proportional zur Verbindungsstärke abnimmt. Je stärker die Verbindungen umso mehr Aktivierungsenergie bleibt also erhalten. Weiter nehmen sie an, dass Konzepte, die viele Eigenschaften teilen auch mehr (indirekte) Verknüpfungen über diese Eigenschaften besitzen. Übersteigt die Summe der Aktivierungen eines assoziierten Konzeptes einen kritischen Grenzwert so kommt es schließlich zur (von ihnen so bezeichneten) *Evaluation* dieser Netzwerkverbindung. Eine weitere Annahme besteht darin, dass die Namen der Konzepte zusätzlich in einem *lexikalischen Netzwerk* (einer Art Wörterbuch) gespeichert sind, welches wiederum anhand von phonemischer und bis zu einem gewissen Grad auch orthografischer Ähnlichkeit organisiert ist. Somit werden für die Organisation des menschl-

chen Gedächtnisses zumindest zwei parallele Netzwerke angenommen, ein semantisches und ein lexikalisches, anhand derer Konzepte assoziiert sein können. Dies deckt sich auch im Wesentlichen mit psycholinguistischen Annahmen zu Wortrelationen (siehe etwa Murphy, 2003). Das Antwortverhalten beim freien Assoziieren lässt sich dabei gut durch ein Modell beschreiben, in dem für einen vorgegebenen Begriff eine Menge verfügbarer Assoziationen mit entsprechender Verteilung der Assoziationsstärken angenommen wird (Nelson, McEnvoy & Dennis, 2000).

Beim kontinuierlichen Assoziieren zu einem vorgegebenen Begriff kann allgemein beobachtet werden, dass die Assoziationsgeschwindigkeit erst höher ist und mit der Zeit geringer wird. Bousfield und Sedgewick (1944) untersuchten eingeschränkte Wortassoziationsaufgaben (also mit Vorgabe einer Wortklasse) und stellten die Hypothese auf, dass die Assoziationsgeschwindigkeit zu einem beliebigen Zeitpunkt abhängig ist von der Anzahl noch verfügbarer Assoziationen einer Person. Die Ausschöpfung der verfügbaren Assoziationen kann dann durch folgende Differentialgleichung beschrieben werden:

$$\frac{dn}{dt} = m(c - n)$$

Hierbei ist n die Anzahl der zum Zeitpunkt t produzierten Assoziationen, c die maximale Anzahl an verfügbaren Assoziationen, und m eine Konstante, welche die Geschwindigkeit des Vorgangs beschreibt. Als Lösung dieser Gleichung ergibt sich folgendes quantitatives Modell für die Assoziationsmenge in Abhängigkeit von der Zeit:

$$n(t) = c(1 - e^{-mt})$$

Der Verlauf dieser Funktion ist eine negativ beschleunigte Kurve, die sich asymptotisch dem Maximum c annähert. Bousfield et al. konnten zeigen, dass mit diesem Modell (anhand geeigneter Konstanten c und m) der zeitliche Verlauf der Assoziationsmenge für viele unterschiedliche eingeschränkte Wortassoziationsaufgaben (beispielsweise Aufzählen von vierbeinigen Tieren, US-Städtenamen, Automarken, angenehmer Dinge, Wörtern die M, T und D enthalten, oder Wörtern aus den Buchstaben ONDTERH) adäquat beschrieben werden kann. Das Modell gilt auch zur Beschreibung des zeitlichen Assoziationsverlaufes von Einzelpersonen, wobei sich jedoch ausgeprägte interindividuelle Unterschiede in den Schätzungen von c und m ergeben können. Betrachtet man die Anordnung einzelner Assoziationen näher, so findet man, dass aufeinander folgende Assoziationen häufig in Form von Clustern inhaltlich ähnlicher Begriffe auftreten (Jenkins, Mink & Russel, 1958; Jenkins & Russel,

1952). Hierbei ist die Tendenz zu Clustern vor allem kurz nach Beginn der Assoziationsaufgabe besonders ausgeprägt (Bousfield, 1953).

Untersuchungen zur Assoziationsstärke von Konzepten bedienen sich häufig Aufgaben zum freien (also uneingeschränkten) und nicht-kontinuierlichen Assoziieren zu einem vorgegebenen Begriff. Dabei werden Listen von Wörtern vorgelegt und die UntersuchungsteilnehmerInnen werden aufgefordert zu jedem Begriff lediglich ihre erste Assoziation zu nennen. In der Literatur besonders häufig genannt ist der *Kent-Rosanoff Word Association Test* (Kent & Rosanoff, 1910), der aus 100 Stimuluswörtern in englischer Sprache besteht („*table, dark, music,...*“). Dieser Test wurde größeren Stichproben vorgelegt und daraus wurden Wortassoziationsnormen berechnet, die angeben wie häufig bestimmte Assoziationen zu den vorgegebenen Wörtern genannt werden (Postman & Keppel, 1970; Russell & Jenkins, 1954). Zu diesem Test finden sich auch Normen in deutscher Sprache für eine kleinere Normstichprobe von 331 deutschen Studierenden (Russell, 1970). Aktuellere englischsprachige Normen wurden etwa von Nelson, McEvoy und Schreiber (2004) zusammengetragen. Zum ersten Begriff der deutschsprachigen Testversion *Tisch* wurde beispielsweise am häufigsten *Stuhl* als erste Assoziation genannt (97 Nennungen bzw. 29%). Weitere häufige Assoziationen waren *Bein(e)*, *Tuch*, *essen* und *Decke* (mit 49, 23, 22, 20 Nennungen bzw. 15, 7, 7 und 6 %); alle weiteren Assoziationen liegen unter einer Auftretenswahrscheinlichkeit von 3%. Diese einfache Auftretenswahrscheinlichkeit wird als ein Maß der Assoziationsstärke betrachtet. Somit hat *Tisch* eine höhere Assoziationsstärke zu *Stuhl* und eine weit geringere Assoziationsstärke beispielsweise zum Begriff *eckig*, der in dieser Stichprobe nur einmal (0.3%) genannt wurde. Die weitere Analyse dieser Wortassoziationsnormen zeigte auch, dass es deutliche Unterschiede in den Verteilungen der Auftretenswahrscheinlichkeiten gibt. Beispielsweise wurde zum Begriff *schwarz* von 44% der Personen *weiß* assoziiert, wohingegen als zweithäufigste Assoziation der Begriff *dunkel* von nur noch 6% der Personen genannt wurde. Im Gegensatz dazu wurde zum Begriff *Musik* die häufigste Assoziation *Ton/Töne* nur mit einer relativen Häufigkeit von 9% genannt. Konzepte die eine dominante erste Assoziation hervorrufen und deren weitere Assoziationen eine vergleichsweise geringe Assoziationsstärke aufweisen, haben demnach eine *steile* Verteilung der Assoziationsstärken; Konzepte ohne dominante erste Assoziation (wie im Beispiel *Musik*) zeigen hingegen eine *flache* Verteilung der Assoziationsstärken. Darüber hinaus gilt im Allgemeinen ein negativer Zusammenhang zwischen der Dominanz der ersten Assoziation und der Vielfalt insgesamt genannter (erster) Assoziationen ($r = -.59$; Jenkins, 1970).

Als alternativer Index für die Assoziationsstärke wurde die Berechnung des *mutual frequency scores* (MF) vorgeschlagen (Bousfield, Whitmarsh & Berkowitz, 1960; Jenkins & Cofer, 1957). Dieses Maß basiert wieder auf Einzelantwortdaten beim freien Assoziieren, aber in diesem Fall werden die Assoziationen zu zwei verschiedenen Begriffen in Beziehung ge-

bracht. Die Assoziationsstärke berechnet sich hier aus der Schnittmenge der Assoziationen, die durch beide Begriffe hervorgerufen werden, relativ zur Gesamtanzahl genannter Assoziationen. Dieses Maß zeigt plausiblere Ergebnisse (als das eben vorgestellte Maß der einfachen Auftretenswahrscheinlichkeit) wenn es sich um zwei Instanzen derselben Kategorie handelt. Beispielsweise wurde von 102 Personen zum Begriff *Eiche* niemals *Pinie* assoziiert und auch nie umgekehrt, jedoch wurde zu *Eiche* 70 Mal *Baum* und zu *Pinie* 88 Mal *Baum* assoziiert. Zusammen mit weiteren Übereinstimmungen ergibt sich hier eine hohe MF für *Pinie* und *Eiche* während das Maß der einfachen Auftretenswahrscheinlichkeit einen Nullzusammenhang ergeben hätte. Dabei ist zu bedenken, dass es sich bei der MF um ein bidirektionales Maß der Assoziationsstärke handelt, also in beide Relationsrichtungen gilt, während die einfache Auftretenswahrscheinlichkeit ein unidirektionales Maß ist. Das MF Maß kann auch zu einem unidirektionalen Maß abgeändert werden, was dann als *Index der Generalisierung* (IG) bezeichnet wird (Bousfield, Whitmarsh & Danick, 1958). Hierbei wird wieder betrachtet, welche verschiedenen Assoziationen zwei Begriffe gemeinsam haben, aber in diesem Fall wird nur die relative Auftretenshäufigkeit solcher Assoziationen für einen Begriff ausgezählt. Wenn beispielsweise 60% der Assoziationen zum Begriff *Schuh* Wörter sind, die auch zum Begriff *Fuß* assoziiert wurden oder die Assoziation *Fuß* selbst sind, so würde der IG von *Fuß* auf *Schuh* mit 0.60 berechnet werden. Es konnte sogar gezeigt werden, dass der IG eine sehr gute Vorhersage für das Ausmaß der generalisierten Reaktion in einem Konditionierungsexperiment lieferte (hierbei wäre bspw. *Fuß* der CS und es wird die Reaktion auf *Schuh* getestet; Whitmarsh & Bousfield, 1961).

Tatsächlich finden sich bereits bis 1960 viele weitere Vorschläge für Maße zur Assoziationsstärke, die anhand von Daten zum freien Assoziieren gewonnen werden können. Diese werden in einer Übersichtsarbeit von Marshall und Cofer (1963) vergleichend dargestellt. Aktuellere Zugänge der Quantifizierung semantischer Relationen widmen sich vorwiegend der Analyse natürlicher Sprache und den dazu vorliegenden Textquellen.

Bei der *Latenten Semantischen Analyse* (LSA) werden etwa große Textsammlungen analysiert und die Beziehungen von Wörtern und Konzepten beschrieben (Landauer & Dumais, 1997). Die Analyse basiert auf natürlichen Wort-Kookurrenzen, also der Tatsache, dass bestimmte Wörter häufig gemeinsam auftreten. Wenn man beispielsweise das Wort *Vogel* hört, ist es wahrscheinlich, auch Wörter wie *fliegen*, *zwitschern* oder *Nest* zu hören. Bei der LSA wird eine Matrix erstellt mit den verschiedenen Dokumenten als Zeilen und den Wörtern als Spalten und der Anzahl der Wortvorkommnisse in den Dokumenten als Matrixeinträge. Diese Matrix wird mit Hilfe einer Singulärwertzerlegung in eine adäquate, niedrigere Dimension überführt. Das Ergebnis ist ein multidimensionaler, semantischer Raum in dem Wörter durch Koordinaten verzeichnet sind. Der Kosinus des Winkels zwischen zwei Vektoren, die Wör-

tern im semantischen Raum entsprechen, hat sich als sinnvolles Maß für die Stärke der semantischen Assoziation dieser Wörter erwiesen.

Ein weiterer intuitiver Ansatz wurde von Wettler, Rapp und Sedelmeier (2005) vorgeschlagen. Hierbei werden für alle Wörter i und j die Häufigkeit der Wort-Kookurrenzen $h(i \cap j)$ mit dem Gesamtvorkommen der beiden Wörter in Beziehung gebracht. An anderer Stelle wurde gezeigt, dass die assoziative Stärke $a_{i,j}$ der bedingten Auftretenswahrscheinlichkeit $p(j|i)$ entspricht (Estes, 1959). Diese bedingte Wahrscheinlichkeit lässt sich nun wie folgt durch Häufigkeiten ausdrücken:

$$p(j|i) = \frac{h(i \cap j)}{h(i)}$$

Die Häufigkeiten h können dabei recht einfach mit Hilfe digitalisierter Textkorpora² geschätzt werden und für die Bestimmung der Kookurrenzen $h(i \cap j)$ kann in Korpusanalyseprogrammen sogar ein maximal zugelassener Wortabstand im Text definiert werden. Ein weiterer Vorzug solcher Textkorpora liegt darin, dass diese vollständig lemmatisiert sind, dass also alle Deklinationen und Konjugationen einem Wortstamm korrekt zugeordnet werden können und daher nicht etwa als unterschiedliche Wörter gehandhabt werden.

Nach diesem Prinzip wurde unlängst auch der größte verfügbare Textkorpus, das Internet, zur Berechnung von semantischen Distanzen herangezogen. Cilibrasi und Vitányi (2007) verwendeten die Anzahl von Suchtreffern bei der Internet-Suchmaschine *Google*® als Häufigkeiten und berechneten mit einer nur leicht abgewandelten Formel *normalisierte Google-Distanzen* für beliebige zwei Begriffe³. Auch wenn das Internet ein beträchtlichen Anteil an nicht natürlicher Sprache besitzt (z.B. Standard-Links und Beschriftungen wie *Hilfe* oder *Kontakt* oder Benutzernamen) so wird angenommen, dass dies durch die unvergleichlich hohe Menge verfügbaren Textes (Google indiziert aktuell nahezu 10^{10} Webseiten) hinreichend kompensiert werden kann.

Schließlich ist noch das *Topics* Modell von Griffiths, Steyvers und Tennenbaum (2007) zu nennen. Hierbei wird wieder eine Dokument-Wort-Matrix erstellt und daraus anhand von statistischer Inferenz die Zugehörigkeit von Wörtern zu übergeordneten Themen (topics) geschätzt. Die Methode ist somit der LSA nicht unähnlich, resultiert aber in einem probabilistischen Maß der Assoziationsstärke. Dadurch gelingt es auch das übliche Problem der

² Ein Textkorpus ist eine umfangreiche Textsammlung in einer bestimmten Sprache. Ein solcher Textkorpus kann digital vorliegen und über entsprechende Bearbeitung und Programme für linguistische Auswertungen nutzbar gemacht werden.

³ Auch der Autor der vorliegenden Arbeit beschäftigte sich im Zuge der Vorarbeiten zu dieser Arbeit mit den Möglichkeiten Google zur Schätzung von Assoziationsstärken zwischen Wörtern und Einfällen heranzuziehen. Es erwies sich allerdings als schwierig eine reliable Schätzung der Assoziationsstärken von semantisch sehr ähnlichen Wörtern – wie sie bei Assoziationsaufgaben üblicherweise auftreten – zu erhalten.

Äquivokation (Polysemie bzw. Homonymie), also der Mehrdeutigkeit von Wörtern, zu berücksichtigen. Etwa kann das Wort *Bank* sowohl ein Finanzinstitut als auch eine Sitzgelegenheit bedeuten. Im Topics Modell bleibt die probabilistische Zugehörigkeit zu beiden Themen erhalten. Außerdem muss die so definierte Assoziationsstärke sich keiner Metrik fügen und kann somit – wie das für Wortassoziationen nicht ungewöhnlich ist - die Dreiecksungleichung verletzen. Die Dreiecksungleichung besagt, dass für jede Metrik d gilt:

$$d(x, y) + d(y, z) \geq d(x, z)$$

Die Summe der Abstände von x nach y und von y nach z müssen also immer mindestens gleich groß oder größer sein, als der direkte Abstand von x nach z . Betrachtet man etwa die Wörter *Asteroid*, *Gürtel* und *Schnalle* so zeigt sich, dass *Asteroid* hoch mit *Gürtel* assoziiert ist und *Gürtel* hoch mit *Schnalle* assoziiert ist (jeweils kurze assoziative Distanz), *Asteroid* jedoch keine nennenswerte Assoziation zu *Schnalle* besitzt (hohe assoziative Distanz). Dies widerspricht jedoch in Summe der Dreiecksungleichung. Somit leiden alle semantischen Räume, in denen jedes Wort als ein Punkt definiert ist unter dem Problem, dass die Dreiecksungleichung nicht verletzt werden kann. Eine Verletzung der Dreiecksungleichung ist jedoch bekanntermaßen für verschiedene Ähnlichkeitsmaße im psychologischen Kontext gegeben (Tversky & Gati, 1982), weswegen die Annahme von euklidischen Räumen und das Bestimmen von Distanzen im Allgemeinen nur als eine intuitive (aber inkorrekte) Annäherung an die Gesetzmäßigkeiten des menschlichen Geistes betrachtet werden muss.

1.2.2 Assoziationsleistungen im Kontext des kreativen Denkens

In diesem Abschnitt sollen Befunde zu interindividuellen Unterschieden in Assoziationsleistungen behandelt werden. Dabei soll vor allem ein Überblick geschaffen werden, welche Assoziationsleistungen in der Literatur bereits mit dem Konstrukt des kreativen Denkens in Beziehung gebracht werden.

Frühe Arbeiten zu diesem Thema untersuchten auffälliges Assoziationsverhalten als Indikator psychischer Erkrankungen. Befruchtet durch Einflüsse der psychoanalytischen Schule und im Rahmen der damaligen experimentellen Möglichkeiten stellte das Assoziieren zu Beginn des 20. Jahrhunderts ein zentrales Werkzeug zur Erfassung nicht nur des Gedächtnisabrufs sondern des Denkens allgemein dar. Bei einer Aufgabe zum freien Assoziieren (ohne Stimulusvorgabe) wurde beispielsweise die Dauer für das Assoziieren von 100 Wörtern in Abhängigkeit vom Erkrankungstyp betrachtet (Giehm, 1933). Dabei wurde festgestellt, dass PatientInnen mit dem Befund *Arteriosklerotisches Irresein* mit durchschnittlich 223 Sekunden im Vergleich zu verschiedenen weiteren Störungen besonders lange für diese Aufgabe benötigen, während manische Patienten mit durchschnittlich 93 Sekunden eine vergleichsweise

hohe Assoziationsgeschwindigkeit aufweisen. Auch der bereits in Abschnitt 1.2.1 erwähnte Kent-Rosanoff Word Association Test wurde ursprünglich als standardisiertes Instrument zur Untersuchung des Assoziationsverhaltens bei geistigen Krankheiten entwickelt. Als Kriterium wurde betrachtet, ob PatientInnen seltener gewöhnliche Erstassoziationen nennen. Für die Minnesota-Normen des Word Association Tests ist beispielsweise bekannt, dass die häufigste erste Assoziation im Mittel von 37.5 % der (gesunden) Personen genannt wird (Jenkins, 1970). Es finden sich insgesamt zahlreiche Hinweise für positive Zusammenhänge von abweichendem (also ungewöhnlichem) Wortassoziationsverhalten und klinischen Merkmalen, vor allem mit Psychotizismus beziehungsweise Schizotypie (z.B. Merten 1992, 1993; Nestor, 2006). Darüber hinaus wird vielfach auf die Zusammenhänge von Psychotizismus beziehungsweise Schizotypie mit Kreativität hingewiesen, wobei sowohl von hohen Kreativleistungen von psychisch Erkrankten, als auch von erhöhten Psychotizismuswerten unter Kreativen berichtet wird (z.B. Abraham & Windmann, 2008; Eysenck, 1994, 1995; Folley & Park, 2005; Merten & Fischer, 1999). Somit sorgt die häufig vermutete Nähe von Genie und Wahnsinn auch heute noch für eine rege wissenschaftliche Auseinandersetzung.

Im Jahre 1962 stellte Sarnoff Mednick mit der *Theorie der Assoziativen Hierarchien* ein einflussreiches Modell vor, das den Prozess der kreativen Ideenfindung mit assoziativen Grundlagen in Beziehung bringt. Er definiert kreatives Denken als einen Prozess „des Formens assoziativer Elemente zu neuen Kombinationen, die spezifischen Anforderungen entsprechen oder auf eine Weise nützlich sind.“ (S. 221). Kreatives Denken grenzt sich somit nach seiner Definition von originellem Denken dadurch ab, dass beim kreativen Denken ein ungewöhnliches *und* nützlich Produkt entsteht, während originelle Ideen per se nur der Anforderung der Ungewöhnlichkeit genügen müssen. Neuartige Kombinationen entstehen dabei durch das Zusammenführen von wechselseitig entfernten assoziativen Elementen. Nach Mednick sind alle Fähigkeiten, die zu einer Kontiguität entfernter assoziativer Elemente führen, förderlich für kreatives Denken. Als Grundvoraussetzung nennt er das Vorhandensein einer hinreichenden Menge relevanter Assoziationen, also das Vorhandensein von relevantem (etwa domänenspezifischem) Wissen. Darüber hinaus macht er die Annahme, dass die Kreativität einer Person auch von der Organisation des assoziativen Gedächtnisses beeinflusst wird. So, wie es allgemein Begriffe gibt, die verschieden steile Verteilungen der Assoziationsstärken besitzen, nimmt Mednick auch interindividuelle Unterschiede in der mittleren Steilheit dieser Verteilungen an (in seiner Terminologie assoziative *Hierarchien* genannt). Kreative Personen besitzen demnach flachere assoziative Hierarchien. Einzelne Begriffe haben bei kreativen Personen im Mittel weniger dominante Assoziationen, dafür mehr Assoziationen mit mittlerer assoziativer Stärke. Weniger kreative Personen verfügen entsprechend über steilere assoziative Hierarchien. In Abbildung 3 ist ein Beispiel für die Verteilung

der Assoziationsstärken zum Begriff *Tisch* bei steilen oder flachen Assoziationshierarchien schematisch dargestellt.

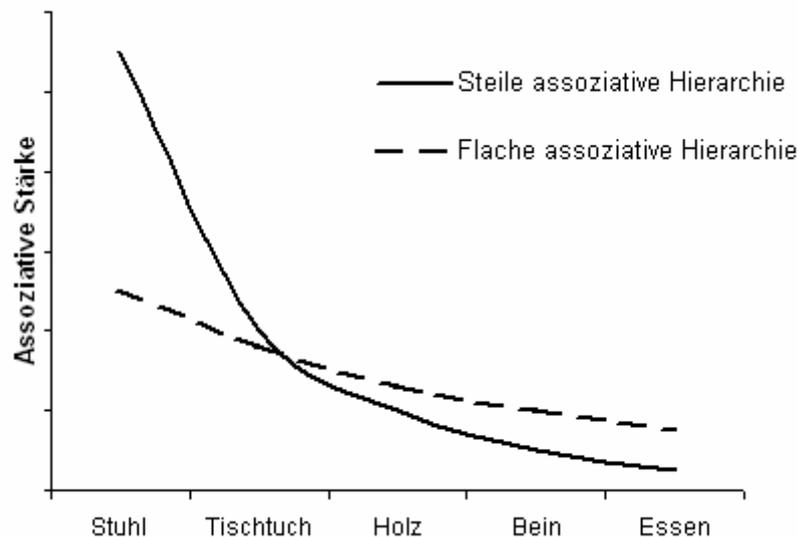


Abbildung 3: Schematische Darstellung unterschiedlich steiler assoziativer Hierarchien zum Begriff *Tisch* (adaptiert nach Mednick, 1962)

Mednick selbst leitete aus seiner Theorie eine Reihe überprüfbarer Hypothesen ab. Er nahm an, dass kreativere Personen (mit flacheren assoziativen Hierarchien) im Vergleich zu weniger kreativen Personen:

1. anfangs langsamer assoziieren
2. gleichmäßiger und daher innerhalb bestimmter Zeit mehr assoziieren
3. und ungewöhnlicher assoziieren

Schließlich räumt er auch ein, dass es kreative Personen mit steilen, aber abweichenden assoziativen Hierarchien geben könnte. Diese würden sich dann ebenfalls durch ungewöhnlichere Assoziationen auszeichnen, sich aber im zeitlichen Verlauf nicht von weniger kreativen Personen unterscheiden. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass nach dieser Theorie Personen mit flachen assoziativen Hierarchien in gegebener (hinreichend langer) Zeit Zugriff auf mehr und ungewöhnlichere assoziative Elemente haben und daher eine höhere Wahrscheinlichkeit aufweisen diese zu originellen (und auch kreativeren) Ideen zu kombinieren. Diese Theorie war auch die Motivation für die Entwicklung des *Remote Associates Tests* (RAT). Dieser Test soll die Fähigkeit zum Kombinieren entfernter assoziativer Elemente erfassen. Dazu werden jeweils drei unzusammenhängende Begriffe vorgegeben

und es soll ein vierter Begriff gefunden werden, mit dem sich alle vorgegebenen Begriffe jeweils zu einem zusammengesetzten Begriff ergänzen lassen.

Beispiel: *Armut – Gruppe – Wurst*

In diesem Beispiel ist *Blut* die richtige Lösung, da es sich mit den drei vorgegebenen Begriffen zu *Blutarmut*, *Blutgruppe* und *Blutwurst* ergänzen lässt. Der Test umfasst 30 Items und es sind 40 Minuten Bearbeitungszeit vorgesehen. Gezählt wird, wie viele Lösungen in der vorgegebenen Zeit gefunden werden. Mednick gibt für seinen Test eine Reliabilität von .91 an. Eine erste Validierung des RAT Scores ergab bei zwei verschiedenen, kleineren studentischen Stichproben ($N = 21$ und $N = 16$) jeweils signifikante Zusammenhänge des RAT mit den Kreativitätsbeurteilungen der Studierenden durch KursleiterInnen. Des Weiteren berichtet er von signifikanten positiven Korrelationen des RAT Scores mit der Menge ($r = .44$) und der Originalität ($r = .37$) von 4-Buchstaben-Anagrammen in einer Aufgaben mit fünf Minuten Bearbeitungszeit.

Somit finden sich einige Hinweise zur Validität des RAT im Hinblick auf kreative Leistung und kreatives Denken. Dies sind jedoch noch keine direkten Belege der Gültigkeit von Mednicks Modell zur Organisation des assoziativen Gedächtnisses, solange nicht auch gezeigt werden kann, dass der RAT tatsächlich ein Maß der Steilheit (oder eben Flachheit) assoziativer Hierarchien ist. Die Grundfrage dahinter lautet schließlich, ob eine hohe Fähigkeit zum kreativen Denken mit Besonderheiten in der Assoziationsleistung einhergeht.

Mednick, Mednick und Jung (1964) untersuchten das kontinuierliche Assoziationsverhalten in Abhängigkeit von der RAT Leistung. Aus einer Stichprobe von 289 männlichen Studierenden wählten sie drei Gruppen von je 16 Personen mit niedrigen, durchschnittlichen oder hohen RAT Werten. Die TeilnehmerInnen sollten zu den vorgegebenen Stimuluswörtern zwei Minuten frei assoziieren und beim Aussprechen jedes Wortes eine Taste drücken. Die Stimuluswörter unterschieden sich in der Steilheit der zugeordneten assoziativen Verteilungen (siehe Abschnitt 1.2.1), in der allgemeinen Gebräuchlichkeit (Aufretenshäufigkeit in geschriebener Sprache; Thorndike-Lorge, 1944) und der Wortart (Nomen und Adjektive). Bei diesem Experiment fanden sich allgemein höhere Assoziationszahlen für Stimuluswörter mit flachen Assoziationsverteilungen, für gebräuchlichere Wörter und für Nomen. Personen mit hohen RAT Werten zeigten eine signifikant höhere Assoziationsgeschwindigkeit und zwar unabhängig von den drei genannten Wortmerkmalen. Eine zeitlich differenzierte Auswertung (fünf Intervalle á 24 Sekunden) zeigte, dass Personen mit hohen RAT Werten zu jeder Zeit (innerhalb der zwei Minuten) eine höhere Assoziationsgeschwindigkeit aufwiesen. Die AutorInnen interpretieren dieses Ergebnis als teilweise Bestätigung von Mednicks Theorie. Einerseits produzieren Personen mit hohen RAT Werten mehr Assoziationen (entspricht Mednicks Hypothese 2), jedoch gilt das bereits von Beginn an (entgegen Mednicks Hypothese 1). Piers

und Kirchner (1971) fanden ähnliche Ergebnisse für eine gemischt-geschlechtliche Stichprobe. Wieder zeigten Personen (diesmal vor allem Frauen) mit höheren RAT Werten beim freien Assoziieren über zwei Minuten eine höhere Produktivität. Olczak und Kaplan (1969) ließen Gruppen von High- und Low-Scorern im RAT je sechs Assoziationen zu Wörtern und TAT-Bildern⁴ produzieren. Über die sechs Trials hinweg nahm sowohl die Antwortlatenz als auch die Ungewöhnlichkeit der Assoziationen zu, wieder zeigte sich jedoch keine Interaktion mit den RAT-Gruppen.

Levin (1971) fand ebenfalls, dass Personen mit hohen RAT Werten beim freien Assoziieren im Mittel (über 90 Sekunden) mehr Assoziationen produzieren. In einer differenzierten Auswertung wurden die Assoziationen (anhand von Einschätzungen der TeilnehmerInnen) dahingehend eingeteilt, ob sie sich tatsächlich auf den Ausgangsstimulus oder aber auf die zuletzt genannte Assoziation beziehen. Die entsprechenden Assoziationsmodi wurden als *star-thinking* (Assoziationen zum Ausgangsbegriff) oder *chain-thinking* (Assoziationen zur jeweils vorangegangenen Assoziation) bezeichnet. Es zeigte sich, dass hohe RAT-Werte nur positiv mit der Assoziationsflüssigkeit im chain-thinking nicht aber im star-thinking korreliert sind. Die Autorin vermutet, dass gerade das chain-thinking zu entfernteren Assoziationen führt, während das star-thinking eher einer Problemfixierung entspricht. Brown (1974) konnte zeigen, dass Personen mit hohen RAT Werten Listen von niedrig assoziierten Wortpaaren gleich gut lernen wie Wortlisten von hoch assoziierten Wörtern, während Personen mit niedrigen RAT Werten eine etwas geringere Behaltensleistung für niedrig assoziierte Wortpaare zeigten. Brown interpretierte die hohe Behaltensleistung von gering assoziierten Wörtern bei Personen mit hohen RAT-Werten im Sinne Mednicks als Hinweis für überdurchschnittlich hoch ausgeprägte Assoziationsstärken (also flachere Assoziationshierarchien).

Bei den eben genannten Untersuchungen wurde der RAT als Kriterium für kreatives Denken herangezogen. Im Folgenden sollen Untersuchungen betrachtet werden, die die Fähigkeit zum kreativen Denken anhand eines anderen Kriteriums operationalisieren. In einem Priming-Experiment wurden anhand der Leistung im TTCT aus einem Pool von 166 Personen zwei Gruppen von je 20 Personen mit den geringsten beziehungsweise höchsten Werten gebildet (Coney & Serna, 1995). Hierbei ging Wörtern (Targets) und Nicht-Wörtern (Distraktoren) eine supraliminale Darbietung von Wörtern (Primes) mit keiner, geringer, mittlerer oder hoher assoziativer Nähe voraus (operationalisiert anhand der Wortassoziationsnormen). Die TeilnehmerInnen sollten entscheiden, ob es sich bei den jeweils zweiten Begriffen um Wörter oder Nicht-Wörter handelte. Dabei wurde der Reaktionszeitvorteil von Wörtern verschiedener assoziativer Nähe zum jeweiligen Prime gegenüber Wörtern ohne assoziative

⁴ Der Thematische Apperzeptionstest (TAT) ist ein projektiver Test und wurde von Henry A. Murray (1943) entwickelt. Er umfasst eine Serie schwarz-weißer Bilder, zu denen standardisierte Fragen gestellt werden können. Die so gewonnenen Antworten sollen Rückschlüsse über Motive und Persönlichkeit der Personen zulassen.

Nähe als Primingeffekt (im Sinne einer zeitlichen Bahnung) in Abhängigkeit vom verwendeten Prime betrachtet. Es zeigte sich wie erwartet ein höherer Primingeffekt für stärker assoziierte Wörter im Vergleich zu geringer assoziierten Wörter als Primes, jedoch keine Interaktion mit der Untersuchungsgruppe. Bei Annahme von Mednicks Modell wäre zu erwarten gewesen, dass bei kreativen Personen der Primingeffekt weniger deutlich mit der assoziativen Nähe des Primes kovariiert, als bei weniger kreativen Personen. Darauf gab es jedoch in dieser Studie keinen Hinweis.

In einer Untersuchung von Riegel, Riegel und Levine (1966) wurden Kreativgruppen anhand von überdurchschnittlich hohen oder niedrigen Ausprägungen in der *Creative Personality Scale* (CPS, aus dem *Opinion, Attitude and Interest Survey* von Fricke, 1963) gebildet. Sie untersuchten interindividuelle Unterschiede in der Leistung bei einer Aufgabe zum freien Einzelantwort-Assoziieren und 13 weiteren Aufgaben zum eingeschränkten Assoziieren. Die 13 Aufgaben zum eingeschränkten Assoziieren wurden von den AutorInnen in folgender Weise zu Aufgabengruppen zusammengefasst (eine verkürzte Instruktion ist zur Illustration jeweils beigefügt):

Imitationsaufgaben

1. Kreative Antwort („Welche Antwort würde eine kreative Person geben?“)
2. Unreife Antwort („Welche Antwort würde eine unreife Person geben?“)

Logikaufgaben

3. Überbegriffe („Nennen Sie die Wortklasse zum vorgegebenen Wort. Zum Beispiel, *Limousine* stammt aus der Wortklasse der *Autos* oder *Kraftfahrzeuge*.“)
4. Instanzen („Nennen Sie eine Instanz aus der selben Wortklasse. Zum Beispiel, *Löffel* oder *Messer* gehören zur selben Klasse wie *Gabel*.“)
5. Unterbegriffe („Nennen Sie Unterbegriffe zur vorgegebenen Wortklasse. Zum Beispiel, *Cabrio* oder *Limousine* gehören zur Klasse der *Autos*.“)
6. Synonyme („Nennen Sie Begriffe mit ähnlicher Bedeutung zum vorgegeben Begriff. Zum Beispiel, *Automobil* und *Kraftfahrzeug* können als Synonyme zu *Auto* bezeichnet werden.“)
7. Gegenteile („Nennen Sie Gegenteile zum vorgegeben Begriff. Zum Beispiel, *Dummheit* kann als Gegenteil zu *Weisheit* betrachtet werden, und *Löffel* als Gegenteil zu *Gabel*.“)

Grammatikalische Aufgaben

8. Eigenschaften („Nennen Sie eine Eigenschaft des Stimulus. Zum Beispiel, eine *Gabel* ist *spitz*.“)
9. Funktionen („Nennen Sie eine übliche Verwendung des vorgegebenen Begriffs. Zum Beispiel, eine *Gabel* kann zum *Essen* verwendet werden.“)

Infralogische Aufgaben

10. Teile, Attribute („Nennen Sie ein essentielles Teil des vorgegebenen Begriffs. Zum Beispiel, *Erfahrung* ist ein Teil von *Weisheit*, *Griff* ist ein Teil einer *Gabel*.“)
11. Vorgeschichte („Nenne ein Wort, das etwas bezeichnet, das häufig vor dem vorgegebenen Begriff auftritt. Zum Beispiel, *Feuer* oder *Holz* gibt es vor *Asche*.“)
12. Konsequenz (Nenne ein Wort, das etwas bezeichnet, das häufig nach dem vorgegebenen Begriff auftritt. Zum Beispiel, *Schule* oder *Universität* tritt nach *Kindergarten* ein.“)
13. Ortsangabe („Nenne ein Wort, das den Ort des vorgegebenen Begriffs bezeichnet. Zum Beispiel, Orte für eine *Gabel* sind *Tisch* oder *Hand*.“)

Bei allen 14 Aufgaben (der Aufgabe zum freien Assoziieren und den 13 Aufgaben zum eingeschränkten Assoziieren) war jeweils die erste Assoziation zu den gleichen 35 verschiedenen Stimuluswörtern aus dem Kent-Rosanoff Test zu nennen. Auf Grund der Einzelantwort-Instruktion gibt es dieselbe Anzahl an Antworten für alle Aufgaben und Gruppen. Betrachtet wurde die Antwortvielfalt (Anzahl nicht redundanter Antworten) die pro Untersuchungsgruppe und Aufgabe produziert wurden⁵. Die kreativere Gruppe zeigte im Mittel eine signifikant höhere Antwortvielfalt (d.h. eine höhere Anzahl unterschiedlicher Antworten) und dies insbesondere bei den Aufgaben zum freien Assoziieren, bei den Imitationsaufgaben und den Logikaufgaben. Eine höhere Antwortvielfalt bei konstanter Antwortzahl kann als Hinweis für flachere Assoziationshierarchien gedeutet werden. Die weniger kreative Gruppe hingegen zeigte nur bei zwei Einzelaufgaben eine höhere Antwortvielfalt, nämlich bei *Funktionen* und *Teile, Attribute*. Des Weiteren wiederholte die Gruppe der weniger Kreativen häufiger Antworten aus der Aufgabe zum freien Assoziieren bei anderen Aufgaben und zeigte auch zwischen den Einzelaufgaben eine signifikant höhere Antwortüberlappung. Inhaltlich kann daraus unter anderem etwa abgeleitet werden, dass kreativere Personen zwar eine höhere Antwortvielfalt bei Logikaufgaben bieten, gleichzeitig aber weniger *logische* Antworten beim freien Assoziieren produzieren. Die höhere Antwortüberlappung bei den weniger Kreativen interpretieren die AutorInnen als eine höhere konzeptuelle Konfusion, oder umgekehrt als eine höhere konzeptuelle Differenzierung der höher Kreativen, denen es besser gelingt die Aufgaben auseinander zu halten.

In einer Studie von Gough (1976) wurden die Assoziationen beim Kent-Rosanoff Wortassoziationstest in fünf Kategorien mit absteigender relativer Häufigkeit unterteilt. Für insgesamt 111 Studierende, für welche Fremdbeurteilungen der Kreativität vorlagen, zeigte sich, dass moderat seltene Antworten stärker mit Kreativität korrelierten, als sehr häufige oder

⁵ Da jede Person pro Aufgabe nur eine Antwort beiträgt ist die Antwortvielfalt kein Maß, das Einzelpersonen zugewiesen werden kann, sondern es ergibt sich erst bei Betrachtung der Antworten einer gesamten Untersuchungsgruppe.

extrem seltene Antworten. Dies würde bedeuten, dass kreative Personen zwar weniger gewöhnliche, aber im Mittel möglicherweise dennoch nicht ungewöhnlichere Assoziationen nennen. Rothberg (1973) konnte ebenfalls für Kent-Rosanoff Stimuli zeigen, dass kreative Personen zu den vorgegebenen Stimuluswörtern häufiger und schneller das Gegenteil assoziieren, als weniger kreative Personen. Die Fähigkeit gegensätzliche Konzepte simultan zu aktivieren kann auch als *Janusianisches Denken* bezeichnet werden (Rotheberg, 1971). Im Kontext von Wortassoziationen bedeuten Gegenteile nicht notwendigerweise ungewöhnliche Assoziationen, was wieder ein Grund für fehlende Unterschiede zwischen Kreativen und weniger Kreativen in der mittleren Ungewöhnlichkeit bei Wortassoziationstests sein könnte.

Fasst man die hier genannten Befunde zusammen, findet sich nur teilweise eine Unterstützung für die Annahmen Mednicks. Einerseits zeigt sich eine erhöhte Assoziationsflüssigkeit kreativer Personen über verschiedene Kriterien hinweg als recht robuster Befund. Des Weiteren könnten die Ergebnisse einiger Untersuchungen als Hinweise gedeutet werden, dass ungewöhnliche Assoziationen bei kreativen Personen eine vergleichsweise höhere Assoziationsstärke aufweisen. Es findet sich allerdings kein Hinweis auf die besondere Annahme, dass kreativere Personen im Gegenzug bei allgemein starken Assoziationen geringere Assoziationsstärken zeigen; es finden sich eher einzelne Ergebnisse, die auch hier auf höhere Assoziationsstärken kreativer Personen hindeuten. Versucht man diese Befundlage durch interindividuelle Unterschiede in den Verteilungen der Assoziationsstärken zu erklären, so könnte man schlussfolgern, dass kreative Personen ganz allgemein (beziehungsweise im Mittel) höhere Assoziationsstärken aufweisen.

1.3 Neurowissenschaftliche Kreativitätsforschung

Die Verfügbarkeit von Kreativitätstests und Aufgaben zum kreativen Denken (siehe Abschnitt 1.1) stimulierte auch die neurowissenschaftliche Erforschung dieses Konstrukts. So findet sich bereits eine stattliche Zahl von Untersuchungen, bei der unterschiedliche neurowissenschaftliche Methoden zum Einsatz kamen wie EEG (z.B. Fink & Neubauer, 2006), fMRI (z.B. Jung-Beeman et al., 2004), PET (Bechtereva et al., 2005) oder NIRS (Folley & Park, 2005). Hierbei werden Unterschiede der Gehirnaktivität in Abhängigkeit von Untersuchungsbedingungen erfasst. Die Wahl der Methode hängt von der Fragestellung ab, denn während etwa EEG eine hohe zeitliche Auflösung bei geringer räumlicher Auflösung bietet, zeichnet sich fMRI durch eine hohe räumliche Auflösung bei geringerer zeitlicher Auflösung aus. Ein aktueller Überblick über die Vor- und Nachteile der einzelnen Methoden im Kontext der neurowissenschaftlichen Untersuchung von Kreativität wurde zuletzt von Fink, Benedek, Grabner, Staudt und Neubauer (2007) gegeben.

Bei allen Methoden gilt es eine Herausforderung zu meistern, die sich durch die hohe Empfindlichkeit gegenüber Körperbewegungen ergibt. Die übliche Bearbeitung von Kreativitäts-

tätsaufgaben erfordert das Produzieren von Ideen in mündlicher oder schriftlicher Form, was jedoch zu starken Artefakten bei der Erfassung der Gehirnaktivität auf Grund von Muskelaktivität oder Kopfbewegungen führen würde. Daher wurden Wege gesucht den Prozess der Ideenfindung von der Antwortphase zeitlich zu trennen. In der fMRI-Untersuchung von Howard-Jones, Blakemore, Samuel, Summers und Claxton (2005) wurden die TeilnehmerInnen etwa aufgefordert sich kreative oder unkreative Geschichten zu jeweils drei Begriffen zu überlegen. Aber erst nachdem sie den Scanner verlassen hatten, sollten sie sich anhand der ursprünglichen Begriffe an die Geschichten erinnern und diese beschreiben. Bei Bhattacharya und Petsche (2005) sollten die TeilnehmerInnen beim Betrachten der weißen Wand mental Bilder kreieren und erst nach der EEG-Aufzeichnung zu Papier bringen. Bei verbalen Aufgaben mit kurzen Antworten ergibt sich schließlich auch die Möglichkeit, dass die Ideen von den TeilnehmerInnen ausgesprochen und von den UntersuchungsleiterInnen notiert werden. In der von Fink et al. (2007) beschriebenen Untersuchung wurden die TeilnehmerInnen aufgefordert eine *Ideen-Taste* zu drücken sobald sie einen Einfall hatten und diesen anschließend auszusprechen. Auf diese Weise können die Ideenzeitpunkte einfach miterfasst werden und die Phasen vor dem Tastendruck ausgewertet werden. Auch wenn die Paradigmen an die Anforderungen der Untersuchungsmethode angepasst werden können, so ist dennoch anzumerken, dass das Setting einer neurowissenschaftlichen Testung, insbesondere bei fMRI-Untersuchungen (auf Grund der Lautstärke und der räumlichen Enge), im Allgemeinen als nicht besonders kreativitätsförderlich betrachtet werden kann (Howard-Jones et al., 2005).

1.3.1 Empirische Untersuchungen

Bei neurowissenschaftlichen Untersuchungen zum kreativen Denken kommen verschiedene experimentelle Ansätze zum Einsatz. Im Wesentlichen können dabei folgende drei Untersuchungsebenen unterschieden werden:

1. Personenebene: Vergleich von mehr und weniger kreativen Personen
2. Aufgabenebene: Vergleich von mehr und weniger kreativitätserfordernden Aufgaben
3. Ideenebene: Vergleich von mehr und weniger originellen Ideen

Während bei Analysen auf der Personenebene ein differentialpsychologischer Zugang verfolgt wird, führen Analysen auf der Aufgaben- oder der Ideenebene zur Untersuchung intraindividuelle Unterschiede. Bei den meisten Untersuchungen erlaubt es das verwendete experimentelle Design mehr als nur eine der genannten Ebenen zu betrachten. Der experimentelle Ansatz der Personenebene kann auch als differentialpsychologischer Ansatz bezeichnet werden. Hierbei lässt sich weiter differenzieren, ob die Zuordnung zu den Untersuchungsgruppen durch ein externes Kriterium erfolgt (z.B. Berufsgruppen), oder durch ein

internes Kriterium (z.B. Trainingsgruppen), oder ob Personen nach den Leistungen im Rahmen des Experiments beispielsweise durch Median-Split gruppiert werden. Die letztere Variante ist wohl die am häufigsten gewählte Methode und die Gruppenzuordnung erfolgt hier zumeist anhand der Leistung bei Kreativitätsaufgaben, die im Zuge der neurophysiologischen Messung bearbeitet werden.

Schon zu Beginn der neurowissenschaftlichen Erforschung des kreativen Denkens beschäftigte man sich mit dem Vergleich der Gehirnaktivierung bei konvergenten und divergenten Denkprozessen. In einer der ersten dieser Untersuchungen von Martindale und Hines (1975) wurde das EEG rechtshemisphärisch während des Bearbeitens von divergenten Denkaufgaben (Verwendungsmöglichkeiten) und des RAT aufgezeichnet. Kreativere Personen (höhere Leistung bei der Aufgabenbearbeitung) zeigten im Unterschied zu weniger kreativen Personen (geringere Aufgabenleistung) eine allgemein höhere Alphaaktivität, die tendenziell am höchsten bei der Aufgabe Verwendungsmöglichkeiten ausfiel. In einer ähnlichen Untersuchung (Martindale & Hasenpus, 1978) zeigte sich, dass kreativere Personen nur während der Phase der Ideenfindung (Inspirationsphase) höhere Alphaaktivität aufwiesen, nicht aber während dem Niederschreiben dieser Ideen (Elaborationsphase).

Mölle, Marshall, Wolf, Fehm und Born (1999) bestimmten die Frequenzpower und die dimensionale Komplexität (geschätzte Korrelationsdimension) des EEG während der Bearbeitung verbaler und figuraler konvergenter und divergenter Aufgaben. Bei divergenten Aufgaben fand sich eine höhere dimensionale Komplexität des EEG und höhere Power im Alpha- und Betaband (vor allem in zentralen und parietalen Bereichen). Bei Personen mit hoher Leistung bei der divergenten Aufgabe zeigte sich jedoch in frontalen Bereichen eine niedrigere Komplexität des EEG. Eine hohe dimensionale Komplexität wird von den AutorInnen als ein Anzeichen geringer Aufmerksamkeitssteuerung des Gedankenprozesses interpretiert und soll mit einer größeren Anzahl unabhängig agierender Zellgruppen einhergehen. Somit zeige sich für divergente Aufgaben allgemein eine geringere aufmerksamskeitsbezogene Gedankensteuerung, die jedoch bei hohen Leistungen etwas höher ausfällt. Petsche (1996) verwendete Aufgaben der verbalen, figuralen und musikalischen Modalität und verglich Bedingungen unter denen kreative oder unkreative Leistungen erbracht werden sollten. Für die kreative Bedingung zeigte sich im Vergleich zur unkreativen Bedingung eine höhere Zunahme der EEG-Kohärenz zwischen frontalen und okzipitalen Regionen. Razoumnikova (2000) verglich in einer EEG-Studie eine Entdeckungsaufgabe („Finde eine Methode die Länge von hunderten, giftigen Schlangen in einem Zoo zu messen“) mit der Aufgabe fünf Minuten lang aufeinander folgende Zahlen zu addieren und fand für beide Aufgaben Powerabnahmen im unteren und oberen Alphaband, für die Entdeckungsaufgabe jedoch eine Powerzunahme im oberen Betaband. Jaušovec (2000) erfasste erst Kreativitäts- (TTCT) und Intelligenzmaße (WAIS; Wechsler, 1955) und beobachtete, dass intelligente Personen mehr Alphanpower bei

konvergenten Aufgaben zeigten, während kreative Personen mehr Alphaspower und allgemein mehr Kohärenz des EEG bei divergenten Aufgaben aufwiesen.

In einer Trainingsstudie (Fink, Grabner, Benedek & Neubauer, 2006) wurden divergente Denkaufgaben (Verwendungsmöglichkeiten, Insight und Utopische Situationen) und eine Wortflüssigkeitsaufgabe im EEG vor und nach einem Training zum divergenten Denken (Benedek et al., 2006) bearbeitet. Die Autoren konnten zeigen, dass eine Zunahme der Ideenoriginalität nach dem Training mit einer Zunahme der aufgabenbezogenen Alphaspower (unteres Alphaband) in frontalen Kortexarealen bei den drei divergenten Denkaufgaben einherging, nicht aber bei der Wortflüssigkeitsaufgabe für die sich auch keine Trainingseffekte gezeigt hatten. In einer kombinierten EEG/fMRI-Studie wurden zwei divergente Aufgaben, die originelle Antworten erfordern, mit zwei Kontrollaufgaben kontrastiert (Fink et al., in Druck). Dabei mussten ungewöhnliche Verwendungsmöglichkeiten (VM) oder typische Objekteigenschaften (OE) für Alltagsgegenstände gefunden werden, und originelle Namen für Abkürzungen erfunden (NE) oder Wortenden ergänzt werden (WE). Wieder fanden sich aufgabenbezogene Zunahmen der Alphaspower (diesmal im oberen Alphaband) in frontalen Kortexarealen, welche höher für VM als für WE waren (siehe auch Fink et al., 2007). Die weiteren Aufgaben, OE und NE, zeigten ein sehr ähnliches Aktivierungsmuster zur jeweiligen Vergleichsaufgabe (hier VM bzw. WE). Darüber hinaus fand sich für jene Personen, die besonders originelle Verwendungsmöglichkeiten produzierten, rechtshemisphärisch eine höhere aufgabenbezogene Zunahme der Alphaspower in parietalen und temporalen Arealen. Die fMRI-Daten zeigten für alle vier Aufgaben eine starke Aktivierung von linkshemisphärischen Netzwerken und hier besonders von Arealen, die der Sprachverarbeitung zugeordnet werden (linker inferiorer frontaler Gyrus). Bei der VM Aufgabe zeigte sich im Vergleich zur OE Aufgabe eine stärkere Aktivierung des linken und eine schwächere Aktivierung des rechten angularen Gyrus. Diese Bereiche werden allgemein der semantischen Verarbeitung zugeschrieben (siehe auch Abschnitt 1.3.2). Schließlich fand sich bei der NE Aufgabe im Vergleich zur WE Aufgabe eine höhere Aktivität im rechten inferioren okzipitalen Gyrus, die auf eine höhere Beteiligung des visuellen Arbeitsgedächtnisses hinweisen könnte.

In einer fMRI-Studie von Howard-Jones et al. (2005) sollten zu Wortlisten entweder kreative oder unkreative Geschichten erfunden werden. Das Erfinden kreativer Geschichten ging dabei mit einer stärkeren Aktivierung des rechten präfrontalen Kortex einher. In einer PET Studie konnte gezeigt werden, dass Aufgaben mit hohen Kreativitätsanforderungen, im Vergleich zu mehreren Kontrollbedingungen mit einer höheren Aktivität (regionaler zerebraler Blutfluss; rCBF) in linken parietotemporalen und linken dorsolateralen präfrontalen Bereichen einhergeht (Bechtereva et al., 2004). Ersteres entspricht einer höheren Aktivität des assoziativen Kortex und wurde auf verschiedene mit der Aufgabe einhergehende kognitive Strategien zurückgeführt; letzteres wurde mit einer erhöhten Beteiligung von Gedächtnisprozessen

in Verbindung gebracht. Carlsson, Wendt und Risberg (2000) verglichen eine Aufgabe zum divergenten Denken (Verwendungsmöglichkeiten) mit einer Aufgabe zur Wortflüssigkeit und einer Ruhebedingung und unterteilten die Stichprobe anhand der zuvor erhobenen Kreativitätsleistung im *Creative Function Test* (CFT; Smith & Carlsson, 1990 zitiert nach Carlsson et al., 2000). Bei der divergenten Aufgabe fanden sie bei kreativeren Personen eine bilaterale Erhöhung des rCBF in frontalen Arealen, bei weniger kreativen Personen nur einen linkshemisphärischen Anstieg. Demgegenüber fanden sich allgemein Abnahmen des rCBF in posterioren Regionen. Im Vergleich der divergenten Aufgabe mit einer Wortflüssigkeitsaufgabe zeigte sich nur für kreativere Personen eine Zunahme des präfrontalen rCBF.

Neben den zahlreichen Untersuchungen, die sich Aktivitätsunterschieden bei Aufgaben mit unterschiedlichen kognitiven Anforderungen widmen, gibt es mittlerweile auch erste Erkenntnisse zur kortikalen Aktivität von Kreativexperten. So konnte gezeigt werden, dass professionelle TänzerInnen beim Imaginieren eines möglichst originellen Improvisationstanzes eine stärkere rechtshemisphärische Alphasynchronisation aufweisen als Tanz-Novizen; beim Imaginieren eines Walzers mit bekannter, fester Schrittabfolge fanden sich hingegen keine Unterschiede (Fink, Graif & Neubauer, in Druck). Auch beim Generieren von originellen Verwendungsmöglichkeiten zeigten die TänzerInnen eine höhere Alphasynchronisation über posterioren parietalen Regionen als die Novizen.

Schließlich finden sich bereits wertvolle Hinweise wie sich die Gehirnaktivierung von qualitativ verschiedenen Ideen unterscheidet. Fink und Neubauer (2006) konnten zeigen, dass besonders originelle Ideen (im Vergleich zu weniger originellen Ideen) mit einer höheren Zunahme der Alphanpower in zentroparietalen Regionen einhergehen. Dieser Originalitätseffekt interagiert auch mit dem Geschlecht und der Intelligenz. In einer Studie von Grabner, Fink und Neubauer (2007) zeigten sich für originelle Ideen (im Vergleich zu weniger originellen Ideen) in der rechten Hemisphäre einerseits eine höhere Powerzunahme im unteren Alpha-Band, aber auch eine höhere Phasenkoppelung in frontalen Arealen, die als ein Maß synchroner neuronaler Aktivität interpretiert wird (Lachaux, Rodriguez, Martinerie & Varela, 1999).

Neben Ideen hoher Originalität werden auch Ideen untersucht, die mit einem subjektiven Gefühl der Einsicht („Aha-Erlebnis“) einhergehen und damit die Grundlage für den oft beschriebenen kreativen Geistesblitz bilden könnten. Dazu werden assoziative Entdeckungsaufgaben (compound remote association problems; CRA problems) ganz ähnlich wie im RAT verwendet, bei denen zu drei Begriffen ein vierter gefunden werden soll, der sich mit allen drei vorgegebenen Begriffen zu zusammengesetzten Wörtern ergänzen lässt (Bowden & Jung-Beeman, 2003b, 2007). In einer kombinierten EEG/fMRI-Studie wurde eine größere Anzahl von CRA Aufgaben vorgegeben und die TeilnehmerInnen sollten bei jeder gelösten Aufgabe angeben, ob sie die Lösung mit oder ohne plötzliche Einsicht gefunden hatten

(Bowden, Jung-Beeman, Fleck & Kounios, 2005; Jung-Beeman et al., 2004). Für Lösungen mit Einsicht (im Vergleich zu Lösungen ohne Einsicht) zeigte sich im fMRI eine höhere Aktivität im rechten anterioren, superioren temporalen Gyrus (aSTG) und im EEG einerseits eine erhöhte Gammaaktivität (39Hz) in rechten superiotemporalen (T8) Arealen 0.30 vor bis 0.02 Sekunden vor der Lösung und andererseits eine höhere Alphaaktivität (9.8Hz) im rechten posterioparietalen Kortex (PO8) 1.31 bis 0.56 Sekunden vor der Lösung.

1.3.2 Konzepte und Theorien

Wie in Abschnitt 1.3.1 gezeigt findet sich mittlerweile eine beachtliche Anzahl von neurowissenschaftlichen Studien zum kreativen Denken. Diese Studien weisen deutliche Unterschiede im Design, dem verwendeten Material und vor allem den abhängigen Maßen auf. Darunter lassen sich allerdings bestimmte Aktivitätsmuster und auch topografische Regionen identifizieren, die eine besondere Rolle beim kreativen Denken zu spielen scheinen.

So finden sich zahlreiche Befunde, bei denen kreatives Denken mit einer erhöhten Alphaaktivität einhergeht. Dies wird etwa in Martindales *Low-Arousal Theorie* (1999) ausgedrückt, wonach originelle Ideen in einem Zustand erhöhter Alphaaktivität entstehen. Neben seinen eigenen Arbeiten (Martindale et al., 1975, 1978; Martindale, Hines, Mitchell, & Covello, 1984) berücksichtigt er dabei frühere neurophysiologisch orientierte Ansätze wie die Unterscheidung primärer und sekundärer Kognitionsprozesse (Kris, 1952) oder Annahmen über das Vorherrschen defokussierter Aufmerksamkeit bei kreativen Personen (Mendelsohn, 1976) und auch Mednicks (1962) Theorie zu interindividuellen Unterschieden in der Organisation der Assoziationsstrukturen. Nach dieser Theorie entspricht hohe Alphaaktivität einer diffusen gleichmäßigen Aktivierung des Kortex, was ein Zusammenwirken entfernter Areale und damit das Entstehen ungewöhnlicherer Ideen begünstigen soll. Da sich die erhöhte Alphaaktivität nur während bestimmter kreativer Anforderungen zeigt, geht er aber nicht von einem überdauernden, stabilen Merkmal (i.S. eines physiologisch basierten Persönlichkeitsmerkmals) aus, sondern eher von einem Zustandscharakteristikum des kreativen Denkens.

Andere Studien finden ebenfalls kreativitätsbezogene Zunahmen der Alphaaktivität und verweisen dabei auf die besondere Bedeutung des präfrontalen Kortex (Carlsson et al., 2000; Goel & Vartanian, 2005; Fink et al., 2006; Fink & Neubauer, 2006; Grabner et al., 2007). Ganz allgemein werden dem präfrontalen Kortex höhere kognitive Verarbeitungsprozesse und darunter zentrale Aufgaben wie Aufmerksamkeitssteuerung, schlussfolgerndes Denken und Arbeitsgedächtnis zugeschrieben (Neubauer & Fink, 2005). Er erhält keinen direkten sensorischen Input und wird auch nicht als Speicherort für Langzeitgedächtnisinhalte angenommen, sondern er übernimmt eher die Rolle einer Planungs- und Kontrollinstanz (Dietrich, 2004a). Somit wird er unter anderem mit für das kreative Denken wichtigen Prozessen wie kognitive Flexibilität, Fokussierung oder Defokussierung der Aufmerksamkeit

und kritische Evaluation von Einfällen in Zusammenhang gebracht (Dietrich, 2004a). Andererseits kann auch ein Zustand reduzierter Aktivität der intelligenzbezogenen Funktionen des Frontallappens, der auch als *Hypofrontalität* bezeichnet wurde, förderlich für kreatives Denken erscheinen (Dietrich, 2004b). Der Frontallappen weist auch starke Verbindungen zu den polymodalen und supramodalen Regionen des Parietal- und Temporallappens auf, wo Konzepte und domänenspezifisches Wissen gespeichert sind. Diese Verbindungen werden wiederum als zentral für den Prozess der Integration und Rekombination von Wissen zu neuen Ideen erachtet (Heilman, Nadeau & Beversdorf, 2003). Schließlich moduliert er auch die Aktivität des *Locus coeruleus* und beeinflusst damit das Noradrenalin-niveau. Ein geringes Noradrenalin-niveau wird mit einem geringeren Signal-Rausch-Verhältnis bei der sensorischen Verarbeitung und einer breiten Koaktivierung über modulare Netzwerke hinweg in Beziehung gebracht. Dieser Aktivierungszustand wurde wiederum als förderlich für kreatives Denken erachtet (Heilman et al., 2003).

Während kognitiv anspruchsvolle Aktivität üblicherweise mit einer Desynchronisation der Alphaaktivität einhergeht, wird eine Synchronisation (Zunahme der Bandpower) der Alphaaktivität traditionellerweise mit einer Art Leerlaufaktivität in Verbindung gebracht, die einen Zustand reduzierter Informationsverarbeitung der zu Grunde liegenden neuronalen Netzwerke beschreibt (Pfurtscheller, Stancak & Neuper, 1996). Neuerdings finden sich jedoch auch Hinweise, dass eine Synchronisation der Alphaaktivität nicht notwendigerweise einer Reduktion der kortikalen Aktivität entspricht, sondern auch einen aktiven Prozess darstellen kann (Klimesch, Sauseng, & Hanslmayr, 2007; Knyazev, 2007; Ray & Cole, 1985). So finden sich Berichte von aufgabenbezogener Synchronisation der Alphaaktivität bei Zunahmen der Gedächtnisbeanspruchung, (Klimesch, Doppelmayr, Schwaiger, Auinger & Winkler, 1999), aber auch im Zusammenhang mit Aufgaben zum Arbeitsgedächtnis (Cooper, Croft, Dominey, Burgess & Gruzelier, 2003) und Aufmerksamkeitsleistungen (Rihs, Michel & Thut, 2007). In all diesen Studien wurde die Zunahme der Alphaaktivität bei der Aufgabenbearbeitung als *top-down* Kontrolle und als funktionale Hemmung insbesondere von aufgabenirrelevanter Aktivität interpretiert (Klimesch et al., 2007; Sauseng et al., 2005). Auch Stein und Sarnthein (2000) sehen darin einen Zustand reiner *top-down* Aktivität, der bei Prozessen des mentalen Vorstellens, Assoziieren oder Planen besonders ausgeprägt ist und die Abwesenheit von *bottom-up* Stimulation bezeichnet. Beim kreativen Denken ist ein mentaler Zustand ohne aufgabenirrelevante *bottom-up* Prozesse sicherlich häufig vorteilhaft. Somit bietet sich hier ein weiterer Erklärungsansatz für die erhöhte Alphaaktivität bei kreativen Leistungen, der dennoch von hoher kognitiver Aktivität ausgeht. Unterstützung findet diese Ansicht auch durch Studien mit anderen neurophysiologischen Verfahren. So zeigen verschiedene PET-Studien beim kreativen Denken eine Zunahme des rCBF im Frontalkortex (Bechtereva et al., 2004; Carlsson et al., 2000). Aber auch in einer kombinierten EEG/fMRI-Studie konnte ge-

zeigt werden, dass die gleichen divergenten Aufgaben im EEG mit einer Zunahme der Alphaaktivität einhergehen, während im fMRI eine Zunahme der Aktivierung festgestellt wurde (Fink et al., in Druck).

Zusätzlich weisen zahlreiche Befunde auf die Bedeutung der rechten Hemisphäre beim kreativen Denken hin. Dies konnte für eine Vielzahl von kreativen Anforderungen gezeigt werden, wie beispielsweise beim Erfinden kreativer Geschichten (Howard-Jones et al., 2005; Martindale et al., 1984), beim divergenten Denken (Carlsson et al., 2000; Grabner et al., 2007; Fink & Neubauer, 2008), beim Problemlösungen mit Einsicht (Jung-Beeman et al., 2004; Razoumnikova, 2000) aber auch beim mentalen Zeichnen (Bhattacharya & Petsche, 2005). Während der linken Hemisphäre eine eher abstrakte, analytische Form der Informationsverarbeitung zugeschrieben wird, soll in der rechten Hemisphäre eine parallele, eher ganzheitliche Verarbeitung erfolgen. Auch die Bearbeitung räumlicher Aufgaben sowie Musikverarbeitung und -produktion sind mit einer stärkeren Beteiligung der rechten Hemisphäre verbunden (Schandry, 2006). Empirische Befunde zur Rolle der rechten Hemisphäre im Kontext des Problemlösens finden sich in Studien zum semantischen Priming, wo Stimuli jeweils nur in einem visuellen Halbfeld dargeboten wurden (Bowden & Jung-Beeman, 1998, 2003a). Die Darbietung im linken visuellen Halbfeld (im Vergleich zur Darbietung im rechten visuellen Halbfeld) führte zu einem stärkeren Primingeffekt und höherer Erkennungsleistungen für Lösungen bei Entdeckungsaufgaben. Die Autoren interpretieren das dahingehend, dass in der rechten Hemisphäre mehr lösungsrelevante Information aktiviert werden konnte, weil hier eine gröbere Informationskodierung erfolgt, was die Aktivierung entfernter Assoziationen begünstigt. Des Weiteren konnte gezeigt werden, dass lösungsrelevante Aktivierung in der rechten Hemisphäre länger aufrechterhalten wird (Jung-Beeman & Bowden, 2000). Auf Grund dieser Unterschiede in der Informationsverarbeitung erscheint die rechte Hemisphäre besonders geeignet, an der Entstehung ungewöhnlicher Assoziationen und Ideen mitzuwirken.

Die meisten Untersuchungen widmen sich der neurophysiologischen Aktivität während dem Prozess des kreativen Denkens. Es gibt aber auch Hinweise, dass bereits Unterschiede in der kortikalen Ruheaktivität mit Problemlöse- und Kreativleistungen zusammenhängen. Kounios et al. (2006) berichten in einer kombinierten EEG/fMRI-Studie, dass dem Lösen von CRA-Problemen mit Einsicht (im Vergleich zum Lösen ohne Einsicht) einerseits eine höhere okzipitale Alphaaktivität (9-10 Hz) vorausgeht, und andererseits eine höhere Aktivierung des medial frontalen Kortex. Hierbei handelt es sich um eine transiente Veränderung direkt vor dem Problemlösen, die die Art der Problemlösung (mit vs. ohne Einsicht) vorhersagt. In einer weiteren Studie berichten Kounios et al. (2007) von Unterschieden im vor der Aufgabe aufgezeichneten Ruhe-EEG (Augen-Offen, Augen-Geschlossen) mit der Lösungsstrategie bei Anagrammaufgaben. Hier zeigte sich unter anderem eine geringere okzipitale Alphaaktivität

bei Personen, die die Aufgaben häufiger mit Einsicht lösten. In der Studie von Jaušovec und Jaušovec (2000) wurden erst Kreativitätsmaße (TTCT) und Intelligenzmaße (WAIS; Wechsler, 1955) erfasst und dann ein Ruhe-EEG mit offenen und geschlossenen Augen aufgezeichnet. Dabei zeigten sich positive korrelative Zusammenhänge der Kreativitätsmaße mit der Aktivität im oberen Alphaband in der Bedingung mit geschlossenen Augen. Da in diesen letzten beiden Studien die Erfassung der kortikalen Aktivität zeitlich von der Aufgabenbearbeitung getrennt ist, können die hierbei vorgestellten Befunde auch im engeren Sinne als differentialpsychologische Aussagen (Personenebene) zur kortikalen (Ruhe-) Aktivität im Zusammenhang mit Kreativität betrachtet werden.

In Summe lassen sich über viele verschiedene methodische Ansätze hinweg einige robustere Befunde der neurowissenschaftlichen Kreativitätsforschung identifizieren. Diese umfassen topografisch gesehen die besondere Bedeutung der rechten Hemisphäre und des (prä-) frontalen Kortex, und auf funktioneller Ebene eine Zunahme der Alphasynchronisation. Trotz des unvollständigen Wissens über die Funktionsweise des Gehirns, lassen sich daraus – wie in diesem Abschnitt vorgestellt – erste Aussagen über die besondere Informationsverarbeitung beim kreativen Denken ableiten.

1.4 Zielsetzung der vorliegenden Arbeit

Wie in Abschnitt 1.1 beschrieben stellen Aufgaben zum DD den vorherrschenden Ansatz der psychometrischen Kreativitätserfassung dar. Ursprünglich von Guilford (1950, 1967) angelegt, findet sich nun in verschiedenen Tests zum DD eine große Anzahl ganz unterschiedlicher offener Aufgabenstellungen, die dazu auffordern viele, verschiedene und auch originelle Ideen zu produzieren. Aus den Antworten zu einzelnen Aufgaben lassen sich bei entsprechender Auswertung Maße der Ideenflüssigkeit, -flexibilität, -originalität oder auch Elaboration ableiten. Die Unabhängigkeit dieser Maße steht allerdings noch weitgehend zur Diskussion (Jäger et al., 1997; Schoppe, 1975). Die Fähigkeit zum DD wird allgemein als sinnvolles Maß für das Potenzial zum kreativen Denken betrachtet (Runco, 1999).

Vergleicht man Aufgaben zum divergenten Denken mit den assoziativen Wortergänzungsaufgaben des RATs, so können nur bei ersteren unvorhersehbare und originelle Ideen auftreten, während bei letzteren nur erwartete, richtige Lösungen produziert werden. Aufgaben zum DD besitzen somit eine vergleichsweise höhere Augenscheinvalidität im Hinblick auf kreatives Denken. Darüber hinaus entsprechen sie offensichtlich auch direkter der allgemeinsten Definition von Kreativität, also der Fähigkeit viele, neuartige und sinnvolle Ideen zu produzieren. Das dürften auch wichtige Gründe sein, warum der RAT heutzutage nur mehr selten zur Erfassung des kreativen Denkens eingesetzt wird, obwohl er eine objektive und viel ökonomischere Auswertung bietet und zudem auf einem recht expliziten grundlagenorientierten Modell des kreativen Denkens basiert. Schließlich dürften aber auch die Schwie-

rigkeiten die genauen Modellvorhersagen Mednicks zu bestätigen dazu beigetragen haben, dass sich eine gewisse Skepsis an dem darauf aufgebauten Test etablierte.

Man könnte nun behaupten, dass mit dem Einsatz von Aufgaben zum DD (an Stelle des RATs) der Test dem Kriterium näher gerückt ist. Gleichzeitig entfernt diese Erfassungsmethode sich aber auch von gängigen Erklärungsmodellen der zu Grunde liegenden kognitiven Prozesse. Es findet sich schließlich kein umfassendes Prozessmodell für den kognitiven Vorgang des DDs, welches über die ursprünglichen, basalen Annahmen Mednicks (Verknüpfung entfernter Assoziationen) hinausgeht. Die Antworten zu DD-Aufgaben sind das Ergebnis komplexer, kognitiver Verarbeitungsprozesse. Es muss daher befürchtet werden, dass der Vorgang der Produktion einer originellen Idee (z.B. „eine Konservendose könnte als Regenschutz für den Auspuff Verwendung finden“) nicht umfassend durch das einfache Verknüpfen von assoziativen Elementen erklärt werden kann. Schließlich zeugen die scheinbar unbegrenzte Vielfalt unterschiedlicher denkbarer Aufgabenstellungen zum DD und ein geringer Konsens bei der Auswahl anerkannter Fähigkeitsbereiche von einer gewissen Theoriefeindlichkeit dieses kriteriumsnahe Ansatzes (Hany, 1993).

Es lassen sich leicht Parallelen zwischen Maßen des DD und des Assoziationsverhaltens bilden. Die konzeptuelle Nähe beider Ansätze wird sehr augenscheinlich beim Vergleich der Maße Assoziationsflüssigkeit und Ideenflüssigkeit, aber auch bei der Ungewöhnlichkeit von Assoziationen und Ideen. Einen Hinweis auf eine teilweise Konzeptüberlappung entnimmt man auch der Tatsache, dass etwa die von Riegel et al. (1966; siehe Abschnitt 1.2.2) verwendeten Assoziationsaufgaben in ganz ähnlicher Weise auch in Tests zum DD auftauchen. Die Assoziationsaufgabe *Synonyme* entspricht etwa der DD-Aufgabe *Ähnlichkeiten* im VKT und die Aufgabe *Konsequenzen* entspricht inhaltlich einer gleichnamigen, typischen DD-Aufgabe wie sie beispielsweise im TTCT zu finden ist.

Wie in Abschnitt 1.2.2 dargestellt, haben die Versuche Mednicks Theorie der assoziativen Hierarchien zu bestätigen einige interessante Befunde zu den Besonderheiten assoziativer Leistungen kreativer Personen zu Tage gefördert. Dabei verwundert es, dass bisher kaum nennenswerte Anstrengungen unternommen wurden die Fähigkeit zum DD mit assoziativen Leistungen näher in Zusammenhang zu bringen. Ganz grundlegend kann mit Mednick angenommen werden, dass der kognitive Prozess des Bildens und Verknüpfens von Assoziationen eine zentrale Teilanforderung des DDs darstellt. Es erscheint daher plausibel Aspekte der Assoziationsfähigkeit als elementarkognitive Leistungen des kreativen Denkens zu verstehen. Im verwandten Feld der Intelligenzforschung erbrachte die Beschäftigung mit elementarkognitiven Aufgaben (elementary cognitive tasks; ECTs) und entsprechenden Leistungen wie beispielsweise der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit wertvolle Einblicke in die Grundlagen des übergeordneten Konstrukts der kognitiven Intelligenz (Neubauer, 1993, 1995; Vernon, 1987). Assoziationsaufgaben könnten somit als die ECTs der Kreativität

betrachtet werden. Ein weiterer Vorteil von Assoziationsaufgaben im Kontext der Kreativitätserfassung liegt in der Möglichkeit zur ökonomischeren und objektiveren Auswertung. Werden die Zusammenhänge von Assoziationsleistungen und divergenten Denkleistungen besser verstanden könnten sich daraus wertvolle Hinweise für die Quantifizierung des Personenmerkmals Kreativität ableiten lassen.

In einem ersten Experiment (siehe Abschnitt 2) soll der Versuch unternommen, werden relevante, dem DD zu Grunde liegende elementare Assoziationsfähigkeiten zu identifizieren. Zu diesem Zweck sollen Maße der divergenten Denkleistung mit Maßen der Assoziationsleistung in Beziehung gebracht werden. Neben Aufgaben zum DD soll einerseits die gebräuchliche Aufgabe des freien Assoziierens eingesetzt werden. Zusätzlich soll versucht werden, weitere Teilaspekte der Assoziationsfähigkeit durch geeignete neue Aufgaben zu erfassen und mit Maßen des DDs in Beziehung zu setzen. Schließlich sollen die Maße auch allgemeiner im Hinblick auf die Erfassung kreativer Fähigkeit validiert werden. Da Kreativitätsmaße und Assoziationsmaße üblicherweise in einem sehr vergleichbaren Testsetting (Zeitdruck, etc.) erhoben werden, könnten die Zusammenhänge dieser Maße künstlich erhöht sein. Zur Untersuchung der testunabhängigen Varianz soll daher eine weitere Validierung anhand eines geeigneten Außenkriteriums der Kreativität erfolgen. Schließlich soll im Rahmen des Experiments auch die Möglichkeit wahrgenommen werden, durch Betrachtung der Assoziationsleistung über die Zeit die Hypothesen Mednicks zu prüfen.

In einem zweiten Experiment (siehe Abschnitt 3) sollen neurophysiologische Korrelate von Assoziationsleistungen untersucht werden. Wie in Abschnitt 1.3 dargestellt findet sich bereits eine stattliche Menge an Studien und Erkenntnissen zu den neurophysiologischen Korrelaten des DDs. In diesem Experiment soll die dort angewendete Methodik auf Assoziationsaufgaben übertragen werden. Wenn es sich bei Assoziationsprozessen um kognitive Prozesse handelt, die dem DD verwandt sind, so würde man erwarten auch vergleichbare neurophysiologische Aktivierung (beziehungsweise Aktivierungsunterschiede) vorzufinden. Ein solches Ergebnis würde somit eine weitere Form der Validierung von Assoziationsmaßen darstellen.

Das dritte Experiment (siehe Abschnitt 4) widmet sich der Frage des Zusammenhangs von Ideenflüssigkeit mit Ideenoriginalität, wie er von Guilford (1950) vermutet wurde. In bisherigen Untersuchungen zu diesem Thema konnte dieser Frage nicht vorbehaltlos nachgegangen werden, da beide Maße üblicherweise anhand derselben Aufgabe gewonnen wurden, was ihre Konfundierung zwangsläufig nach sich zog. Insbesondere wurden beide Leistungen im Allgemeinen unter der zweifachen Anweisung „so viele und so ungewöhnliche Ideen wie möglich zu produzieren“ erbracht. Dabei ist es nachträglich unmöglich zu entscheiden, ob beide Anweisungen in gleichem Maße berücksichtigt werden konnten, was eine unabhängige Betrachtung der beiden Maße beeinträchtigt. Eine Erfassung der Ideenoriginali-

tät unabhängig von der Ideenflüssigkeit erfordert entweder eine separate Erfassung beider Maße, oder eine Auswertung, die nur eine feste Anzahl an Ideen berücksichtigt. Beide Ansätze sollen im Rahmen zweier Teilstudien verfolgt werden.

2 Experiment I

In diesem Experiment wird der Versuch unternommen elementare Assoziationsfähigkeiten zu identifizieren, die dem divergenten Denken (DD) und somit potenziell der Fähigkeit zur kreativen Ideenfindung zu Grunde liegen. Assoziationsfähigkeiten werden hier als Eigenschaften des Assoziationsprozesses verstanden, für die neben allgemeinspsychologischen Prinzipien auch interindividuelle Unterschiede vermutet werden.

In Anlehnung an die beim DD unterschiedenen Leistungsdimensionen Flüssigkeit, Flexibilität und Originalität wurde der Versuch unternommen Assoziationsaufgaben zu entwickeln, die analoge Aspekte im Bereich der Assoziationsfähigkeit erfassen sollen. Das bei den divergenten Denkaufgaben übliche offene Antwortformat soll auch für die Erfassung von potenziell zu Grunde liegenden Assoziationsleistungen angewandt werden. Im Hinblick auf das Maß der Ideenflüssigkeit scheint die Leistung der Assoziationsflüssigkeit eine ideale Entsprechung darzustellen. Sie kann am einfachsten mit der Aufgabe des freien, kontinuierlichen Assoziierens erfasst werden, wobei die Anzahl der Assoziationen innerhalb einer vorgegebenen Zeit ausgewertet wird. Darüber hinaus ermöglicht die Verwendung dieser in der Literatur häufig eingesetzten Aufgabe einen Bezug zu relevanten bisherigen Befunden herzustellen. So wie bei Aufgaben zum DD im Allgemeinen die Originalität jeder Antwort bestimmt wird, so soll auch hier eine Schätzung der assoziativen Ungewöhnlichkeit der einzelnen Antworten erfolgen.

Das Herstellen von entfernten Assoziationen ist nach Mednick (1962, remote associations) eine Grundvoraussetzung für das Bilden origineller Ideen (siehe Abschnitt 1.2.2). Er führt aber näher aus, dass es vor allem der Prozess des *sinnvollen Verknüpfens* entfernter Assoziationen ist, welcher dem Entstehen origineller Ideen zu Grunde liegt. Dieser Aspekt soll in dieser Untersuchung möglichst direkt erfasst werden. Daher soll eine Aufgabe eingesetzt werden, bei der zu zwei vorgegebenen unzusammenhängenden Begriffen originelle (also sinnvolle und ungewöhnliche) Assoziationen gebildet werden sollen. Dieser Aufgabentyp wurde in ähnlicher Weise etwa bereits von Bechtereva et al. (2004) als Kreativaufgabe eingesetzt. In diesem Fall mussten allerdings zu zwei unzusammenhängenden Begriffen (beispielsweise „Glass – Fluss“) zwei weitere Assoziationen als semantische Bindeglieder (beispielsweise „Glass – Reflektion – Wasser – Fluss“; S. 12) gefunden werden. Mednick selbst schlug den RAT zur Erfassung der Fähigkeit zum Verknüpfen entfernter assoziativer Elemente vor. Es erschien dem Autor dieser Arbeit allerdings, dass diese Fähigkeit direkter, elementarer und schließlich zu den anderen hier eingesetzten Aufgaben vergleichbarer durch die vorgeschlagene Aufgabe (Assoziation zu zwei unzusammenhängenden Begriffen) erfasst wird, als anhand des Findens richtiger zusammenhängender Begriffe, wie es beim RAT gefordert ist.

Schließlich soll noch dem wichtigen Aspekt der Flexibilität auf assoziativer Ebene Rechnung getragen werden. Während beim DD bewertet wird, wie vielen verschiedenen Kategorien die Ideen einer Aufgabe zugeordnet werden können, so soll auch beim Assoziieren die Anzahl der dabei berührten unterscheidbaren Themen erfasst werden. Man könnte überlegen, die assoziative Flexibilität im Rahmen des freien kontinuierlichen Assoziierens zu erfassen, denn auch hier wurde das Entstehen inhaltlicher Cluster beobachtet. Es ist allerdings zu befürchten, dass bei instruktionsgemäßer Bearbeitung nur wenige eindeutig unterscheidbare Kategorien von Assoziationen zum vorgegebenen Begriff auftreten. Im Vergleich dazu eröffnet eine Aufgabe zum DD (beispielsweise Verwendungsmöglichkeiten für eine Konservendose) offenbar deutlich mehr Freiraum für kategoriell verschiedene Antworten. Um dennoch eine gut differenzierende Erfassung der assoziativen Flexibilität zu ermöglichen, soll das Bilden von Assoziationsketten als Aufgabe eingesetzt werden. Bei dieser Aufgabe soll jeweils nur zur vorangegangenen Assoziation assoziiert werden. Wenn Personen nur zum letztgenannten Begriff assoziieren und sich dabei vom übergeordneten Thema der letzten Assoziation lösen können, so kann es im Rahmen der Kette immer wieder zu Wechseln des aktuellen Themas (semantischen Kategorie) kommen (Beispiel: „*Sommer – Strand – Sandburg – Schloss – Ritter - ...*“). Anhand der Aufgabeninstruktion soll zudem dazu aufgefordert werden, eine möglichst lange *abwechslungsreiche* Kette zu bilden. Dies dient dazu, um nicht nur eine Neigung sondern vor allem auch die Fähigkeit zum flexiblen Assoziieren erfassen zu können. Der hier geforderte kognitive Prozess entspricht in gewisser Weise auch dem bereits vorgestellten chain-thinking (Levin, 1971), welches in diesem Fall nicht implizit im Rahmen des freien Assoziierens, sondern explizit anhand einer eigens dafür vorgesehenen Aufgabe gemessen werden soll.

Eine hohe Anzahl verschiedener Themen innerhalb einer Assoziationskette wird bei dieser Aufgabe als Hinweis für hohe assoziative Flexibilität gewertet. Hierbei könnte der Einwand gebracht werden, dass die Produktion von wahllos unzusammenhängenden Begriffen - sei es durch instruktionsungemäßes (chaotisches) Assoziationsverhalten oder durch auf das Kriterium der Themenanzahl gerichtetes Verhalten - leicht (fälschlicherweise) eine hohe Ausprägung erzielt werden kann. Aus diesem Grund soll schließlich in einer letzten Aufgabe gerade dieser Prozess, nämlich das Bilden einer Reihe (Kette) von möglichst unzusammenhängenden Begriffen, erfasst werden. Diese Aufgabe kann analog als *Nicht-Assoziationskette* bezeichnet werden und stellt eine Form der Power-Instruktion (direkt erfragte Maximalperformanz) für die Aufgabe Assoziationskette dar.

Somit besteht die Hoffnung, dass durch diese vier Assoziationsaufgaben zentrale, in der Literatur angenommene Teilfähigkeiten des DDs erfasst werden können. Die drei letztgenannten Assoziationsaufgaben sind jedoch in dieser Form bisher noch nicht eingesetzt worden und stellen daher den eher explorativen Anteil dieser Untersuchung dar. Eine genaue

Beschreibung der eingesetzten Assoziationsaufgaben und deren Auswertung findet sich im Methodenteil in Abschnitt 2.1.3 und 2.1.4.

2.1 Methode

2.1.1 Experimentelles Design

In dieser Studie soll die Bedeutung von Assoziationsfähigkeiten für das divergente Denken, aber auch weiter gefasst, für das kreative Denken untersucht werden. Zu diesem Zweck werden eine Kreativgruppe und eine Kontrollgruppe hinsichtlich der Leistung in verschiedenen Assoziationsaufgaben verglichen und Zusammenhänge mit Maßen des DD betrachtet. Das Kriterium für die Zuordnung zur Kreativgruppe ist die Zulassung zu einem „Kreativstudiengang“. Hierfür wurden die Studiengänge *Industrial Design* und *Informationsdesign* der Fachhochschule *Joanneum* Graz ausgewählt. Diese zwei Studiengänge verfügen über ein selektives Zulassungsverfahren. Dieses umfasst neben einem Motivationsgespräch und Tests zur kognitiven Leistung auch die Expertenbeurteilung von Arbeitsproben des kreativen Schaffens sowie die Auswertung einer *gestalterischen Klausur* (siehe Beschreibung des Aufnahmeverfahrens online unter www.fh-joanneum.at, 26.11.2007). Nach diesem Zulassungsverfahren werden pro Jahr 45 Studierende zum Studiengang Informationsdesign und nur 16 Studierende zum Studiengang Industrial Design zugelassen. Es kann angenommen werden, dass dieses aufwändige Selektionsverfahren ein valides Kriterium für die Zuordnung zur Kreativgruppe darstellt. Die Kontrollgruppe besteht aus Studierenden anderer Studiengänge (Fachhochschule oder Universität), die als Zulassungskriterium nur die Matura erfordern. Es handelt sich somit im Wesentlichen um ein quasi-experimentelles between-subject Design.

2.1.2 Stichprobe

Die Rekrutierung erfolgte durch Kontaktaufnahme mit den Studiengangsleitern der Studiengänge Industrial Design, Informationsdesign und *Produktionstechnik und Organisation* (bei letzterem gibt es kein kreativitätsorientiertes Zulassungsverfahren, weswegen der Studiengang der Kontrollgruppe zugeordnet wird), welche den Studierenden die Möglichkeit zur freiwilligen Teilnahme an dieser Untersuchung im Rahmen der Unterrichtszeit gewährten. Eine weitere Rekrutierung (für die Kontrollgruppe) erfolgte durch Aushänge an der *Karl-Franzens-Universität* Graz. Allen TeilnehmerInnen wurde eine individuelle Auswertung und Interpretation der Testergebnisse angeboten.

An dieser Untersuchung nahmen in Summe 150 Personen teil. Die Kreativgruppe umfasst 38 Studierende des Studiengangs Industrial Design (dies entspricht 59% des gesamten Stu-

diengangs) und 63 Studierende des Studiengangs Informationsdesign der Fachhochschule Joanneum Graz, gesamt also 101 Studierende. Die Kontrollgruppe umfasst Studierende der Studienrichtungen Produktionstechnik und Organisation ($n = 25$), Psychologie ($n = 7$), Maschinenbau ($n = 5$), Medizin ($n = 5$), Telematik ($n = 2$), Rechtswissenschaften ($n = 2$) und je einmal Pflegewissenschaften, Religion und unbekannt, gesamt also 49 Studierende. Da bei den Kreativstudiengängen unerwartet viele TeilnehmerInnen rekrutiert werden konnten und die Größenordnung der Stichproben aus beiden Kreativstudiengängen in etwa der Größe der Kontrollgruppe entspricht, werden diese bei den weiteren Analysen als zwei getrennte Kreativgruppen behandelt und nicht wie ursprünglich geplant zu einer Kreativgruppe zusammengelegt.

Studiengangsbedingt liegt ein ungleiches Geschlechtsverhältnis vor. So findet sich ein höherer Anteil männlicher Teilnehmer in der Kontrollgruppe ($w/m = 14/35$) und in der Gruppe der Industrial Designer ($w/m = 11/27$), nicht aber bei den Informationsdesignern ($w/m = 38/25$; $\chi^2(2) = 14.96$; $p < .01$). Vergleicht man die Kontrollgruppe mit der Vereinigung beider Kreativgruppen ($w/m = 49/52$) so ergibt sich hingegen wieder ein vergleichbares Geschlechtsverhältnis zur Kontrollgruppe ($\chi^2(1) = 3.87$; $p = .49$). Das Alter der TeilnehmerInnen liegt zwischen 18 und 37 Jahren ($M = 22.24$, $SD = 2.76$). Das Alter in den drei Untersuchungsgruppen unterscheidet sich auf Grund der großen Altershomogenität der Fachhochschulstudiengänge zwar signifikant ($F(2,145) = 74.24$, $p < .01$); Kontrollgruppe: $M = 23.44$, $SD = 3.48$; Informationsdesigner: $M = 21.13$, $SD = 1.85$; Industrial Designer: $M = 22.53$, $SD = 2.31$), rein deskriptiv ist der Unterschied aber geringer als zwei Jahre. Weitere Ergebnisse zur Vergleichbarkeit der Gruppen anhand psychometrischer Maße finden sich im Ergebnisteil (siehe Abschnitt 2.2.1).

2.1.3 Untersuchungsmaterial

Bei dieser Untersuchung wurden einige bestehende psychometrische Instrumente unverändert und manche adaptiert eingesetzt. Des Weiteren wurden drei Assoziationstests und ein Schreibgeschwindigkeitstest konstruiert. Die bei dieser Untersuchung eingesetzten Instrumente werden in der Folge kurz beschrieben.

Personendaten und allgemeine Selbstbeurteilung

Am Deckblatt des Tests wurden allgemeine Angaben zur Person (Geschlecht, Alter, Händigkeit, Ausbildung, Muttersprache und Studium/Beruf) erfragt. Dies wurde ergänzt durch Fragen zur Selbstbeurteilung, etwa wie viel Kreativität das Studium allgemein und in einzelnen Bereichen (verbal, bildhaft/darstellend, musikalisch und problemlösend) erfordere (Likert Skala von 1, wenig bis 4, viel) und schließlich eine Selbsteinschätzung der eigenen Kreativität (Likert Skala von 1, wenig kreativ bis 6, sehr kreativ). Am Ende des Blatts konnte man die

eigene E-Mail-Adresse eintragen, um eine persönliche Auswertung zu dieser Testung zu erhalten (siehe Anhang A.1).

Intelligenz

Zur Erfassung von verbalen und figural-räumlichen Aspekten der kognitiven Intelligenz wurden die Subskalen *Analogien* (AN) und *Figuren Auswahl* (FA) des *Intelligenz-Struktur-Tests* (I-S-T 2000 R; Amthauer, Brocke, Liepmann & Beauducel, 2001) eingesetzt. Aus Gründen der Testökonomie wurde nur eine der jeweils drei Subskalen verwendet, die den entsprechenden Faktoren zugeordnet werden. Dabei wurde jeweils diejenige Subskala mit der höchsten Faktorladung (.78 bzw. .67) zum entsprechenden Faktor ausgewählt. Beim Subtest AN gilt es, die inhaltliche Beziehung eines vorgegebenen Begriffspaares zu erfassen und aus einer vorgegebenen Auswahl möglicher Lösungen denjenigen Begriff auszuwählen, der zusammen mit einem weiteren vorgegebenen Begriff eine Analogie zum ersten Begriffspaar bildet (Beispiel: *Wald : Baum = Wiese : Gras*). Beim Subtest FA sind drei bis vier geometrische Formteile einem Exemplar aus einer Auswahl vorgegebener kompakter Formen zuzuordnen, sodass die Formteile in geeigneter Anordnung deckungsgleich mit der kompakten Form sind. Die Subskalen umfassen jeweils 20 Items und für die Bearbeitung stehen jeweils sieben Minuten zur Verfügung.

Persönlichkeit

Zur Erfassung der Persönlichkeitsstruktur wurde das *NEO-Fünf Faktoren Inventar* (NEO-FFI; Borkenau & Ostendorf, 1993) eingesetzt. Es umfasst 60 Items die eine Auswertung nach den fünf Dimensionen Neurotizismus, Extraversion, Offenheit, Gewissenhaftigkeit und Anpasstheit erlauben. Für jede Aussage geben die TeilnehmerInnen das Ausmaß an Zustimmung auf einer fünf-stufigen Likert-Skala an, wobei die Ausprägungen beschriftet sind von *Starker Ablehnung* bis *Starker Zustimmung*. Die Bearbeitung erfolgt ohne Zeitbegrenzung.

Zustandsangst

Zur Erfassung der Zustandsangst wurde die State-Variante (X1) des *State-Trait-Anxiety-Inventory* (STAI; Laux, Glanzmann, Schaffner & Spielberger, 1981) eingesetzt. Es umfasst 20 Items mit Aussagen zur aktuellen Befindlichkeit. Die TeilnehmerInnen geben auf einer vier-stufigen Likert-Skala an, wie zutreffend diese Aussagen für sie sind, wobei die Aussagen mit den Ausprägungen *Überhaupt nicht* bis *Sehr* beschriftet sind. Die Bearbeitung erfolgt ohne Zeitbegrenzung.

Selbsteingeschätzte Ideenflüssigkeit

Die *Runco Ideational Behavior Scale* (RIBS; Runco, Plucker & Lim, 1999) wurde zu einem deutschsprachigen Test der (selbstbeurteilten) Ideenflüssigkeit adaptiert. Von den ursprünglich 23 Items wurden diejenigen 17 Items ausgewählt, die nach den faktoranalytischen Ergebnissen der Autoren dem ersten von zwei Faktoren zuzuordnen sind. Runco et al. weisen in ihrer Arbeit darauf hin, dass beide Faktoren hoch korreliert sind ($r = .68$) und eine inhaltliche Differenzierung schwierig sei. Nachdem auch keine Angaben zur inkrementellen Validität des zweiten Faktors vorliegen, dürfte die Verwendung der Items des ersten Faktors allein eine sinnvolle ökonomische Vorgehensweise darstellen. Die Items wurden übersetzt und eine zufrieden stellende Reliabilität der deutschen Version konnte in zahlreichen Vorversuchen bestätigt werden. Die verwendete Version findet sich im Anhang (siehe Abschnitt A.2). Die Bearbeitung des Tests erfolgt wie in der Originalversion ohne Zeitbegrenzung.

Schreibgeschwindigkeit

Zur Abschätzung der Schreibgeschwindigkeit wurde ein simpler Schreibgeschwindigkeitstest nach Prinzipien der Augenscheinvalidität konstruiert. Auf einem Blatt sind in der linken Spalte die Ziffern „1“ bis „10“ erst aufsteigend, dann absteigend aufgelistet. Die Aufgabe besteht darin, in der vorgegebenen Zeit von 20 Sekunden der Reihe nach möglichst viele Ziffern als Worte in der rechten, leeren Spalte niederzuschreiben. Gewertet wird die Anzahl der lesbar ausgeschriebenen Wörter. Es wurde diese Ziffernfolge als Vorgabe verwendet, da sie einfach erkannt und behalten werden kann und somit praktisch reine Schreibzeit gemessen wird (und nicht etwa Zeit für das Lesen oder Erfassen). Zudem umfassen die ersten 10 Ziffern ein vergleichbares Ausmaß von vier bis sechs Zeichen, was zu einem annähernd linearen Fortschritt der geschriebenen Worte pro Zeit führen dürfte. Unterschiede in der erfassten Schreibgeschwindigkeit zwischen den TeilnehmerInnen sollten somit hauptsächlich auf interindividuelle Schreibcharakteristika (Ausgestaltung der Zeichen, Geschicklichkeit) und den verwendeten Stift zurückzuführen sein. Es wird angenommen, dass dieser Test ein zuverlässiger und augenscheinvalider Schätzer für die Schreibgeschwindigkeit unter Zeitdruck ist.

Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit

Zur Erfassung der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit (IVG) wurde das *letter-matching* Paradigma nach Posner (Posner, Boies, Eichelman & Taylor., 1969; Posner & Mitchell, 1967) in der *physical identity* Bedingung verwendet. Bei dieser Aufgabe sollen die TeilnehmerInnen möglichst schnell die Entscheidung treffen, ob ein Buchstabenpaar aus zwei identischen Zeichen besteht (also z.B. „ja“ für „AA“ oder „bb“ und „nein“ für „Ab“ oder „bB“). Diese Variante erfordert eine binäre Antwort auf eine einfache sensorische Reizdiskrimination und ist ein Standardbeispiel für eine elementarkognitive Aufgabe zur Erfassung der IVG

(siehe Fink, 2002; Neubauer, 1995). Es wurden sechs Reihen mit jeweils zehn Buchstabenpaaren vorgegeben, wobei ein Buchstabenpaar sich jeweils aus einer Realisation der zweimaligen Wahl mit Zurücklegen aus der Menge {a, b, A, B} ergibt (siehe Anhang A.3). Die Bearbeitungszeit betrug 25 Sekunden und die Instruktion lautete so schnell und so genau wie möglich zu arbeiten. Gewertet wurde die Anzahl richtiger Antworten.

Wortflüssigkeit

Zur Erfassung der Wortflüssigkeit wurde die Aufgabe *Wortenden* eingesetzt. Hierbei sollen Wörter genannt werden, die mit der vorgegebenen Wortsilbe enden. Da diese Aufgabe dasselbe offene Antwortformat wie Aufgaben zum DD nutzt, wurde sie zum Teil auch den Aufgaben zum DD zugeordnet (Schoppe, 1975). Es gibt aber auch einige Hinweise, dass diese Aufgabe eine eigenständige Validität besitzt und nicht einfach Ideenflüssigkeit, sondern eben Wortflüssigkeit misst (Benedek et al., 2006; Guilford, 1966). Es wurden zwei Items dieser Aufgabe eingesetzt (siehe Anhang A.4). Die Bearbeitungszeit betrug zwei Minuten pro Item.

Divergentes Denken

Als Aufgabe zum DD wurde die in der Kreativitätsforschung häufig eingesetzte Aufgabe *Verwendungsmöglichkeiten* herangezogen. Bei dieser Aufgabe sollen verschiedene, ungewöhnliche Verwendungsmöglichkeiten für vorgegebene Alltagsgegenstände gefunden werden. Items zu dieser Aufgabe finden sich beispielsweise im Verbalen Kreativitätstest (VKT; Schoppe, 1975), im Berliner Intelligenz-Struktur-Test (BIS; Jäger et al., 1997) oder im Torrance Test of Creative Thinking (TTCT; Torrance, 1974), und auch in vorangegangenen Untersuchungen hat sie sich als valide divergente Denkaufgabe bewährt (siehe Fink et al., 2006, 2007). Es wurden zwei verschiedene Items vorgegeben (siehe Anhang A.5). Die Bearbeitungszeit betrug drei Minuten pro Item.

Assoziationsleistungen

Zur differenzierten Erfassung von Assoziationsfähigkeiten wurden vier im Folgenden näher beschriebene Assoziationsaufgaben eingesetzt. Ganz allgemein geht es bei diesen Aufgaben darum, zu verschiedenen vorgegebenen Begriffen Assoziationen in Form einzelner Wörter zu produzieren. Die Antworten sollen in einer vorgegebenen Liste bestehend aus 25 leeren Zeilen notiert werden. Jeder Subtest umfasst sechs Items. Die insgesamt 24 Items (4 Aufgaben x 6 Items) wurden aus der deutschen Übersetzung des gut untersuchten Kent-Rosanoff Wortassoziationstests (Kent & Rosanoff, 1910; Russel, 1970) zufällig ausgewählt und immer in derselben Zuordnung und Reihenfolge verwendet. Die verwendeten Instruktionen und Items finden sich im Anhang (siehe A.6 - A.9). Die Bearbeitungszeit eines Items betrug jeweils 60 Sekunden.

a) *Assoziationsliste (AL)*

Bei dieser Aufgabe sind in der vorgegebenen Zeit möglichst viele, verschiedene Assoziationen zum jeweils angegebenen Begriff zu nennen (z.B. zum Begriff „Sommer“ könnte „Strand, Meer, Urlaub,...“ assoziiert werden).

b) *Kombinierte Assoziationsliste (KA)*

Bei dieser Aufgabe sind möglichst viele, verschiedene Assoziationen zu *zwei* vorgegebenen Begriffen zu nennen, wobei die Assoziationen jeweils in Bezug zu beiden Begriffen stehen sollen (z.B. zum Begriffspaar „Sommer – hoch“ könnte „Flugreise, Hochdruck, Drachensteigen,...“ assoziiert werden).

c) *Assoziationskette (AK)*

Bei dieser Aufgabe soll eine lange und abwechslungsreiche Kette von Assoziationen gebildet werden. Ausgehend von einem Startbegriff soll eine Assoziation zum jeweils vorangehenden Begriff genannt werden (z.B. zum Begriff „Sommer“ könnte folgende Assoziationskette entstehen „[Sommer] – Strand – Sandburg – Schloss – König - ...“).

d) *Nicht-Assoziationskette (NA)*

Bei dieser Aufgabe soll eine Kette von „Nicht-Assoziationen“ gebildet werden. Ausgehend von einem Startbegriff sollen Begriffe genannt werden, die zum jeweils vorangehenden Begriff möglichst wenig assoziiert sind (z.B. könnte zum Begriff „Sommer“ folgende Kette entstehen „[Sommer] – Computer – Ananas – Eskimo - ...“). Innerhalb einer Kette und nach Möglichkeit auch über die Items hinweg sollen zudem gleiche oder sehr ähnliche Nennungen vermieden werden, da ansonsten ein laufender Wechsel von zwei nicht zusammenhängenden Begriffen eine triviale, effiziente Lösung darstellen würde.

2.1.4 Auswertung der Assoziationsaufgaben

Bei allen vier Assoziationsaufgaben handelt es sich um offene, zeitbegrenzte Aufgaben mit einer Vorgabe von einem oder zwei Begriffen. Die Aufgaben unterschieden sich jedoch deutlich in der zugehörigen Instruktion. Es wird hierbei angenommen, dass bei den verschiedenen Aufgaben unterscheidbare Assoziationsprozesse beteiligt sind, welche durch eine entsprechende Auswertung quantifiziert werden können. Die hier vorgeschlagenen Bezeichnungen der dabei gewonnenen Maße bedeuten zunächst jedoch nicht mehr als einen Arbeitstitel dessen, was bei der Aufgabenkonstruktion zu messen beabsichtigt wurde. Die folgenden Aufgabenanalysen sollen schließlich Hinweise zur Testgüte und insbesondere zur Validität der einzelnen Maße liefern.

Die Antworten aller TeilnehmerInnen (bei zumindest den ersten beiden Items pro Aufgabe) wurden zur Vorbereitung der qualitativen Auswertung digitalisiert (von den Papiertests in das Tabellenkalkulationsprogramm *Microsoft Excel*[®] übertragen), sodass zu jedem Item eine

kodierte Gesamtliste aller Ideen entstand. Wenn beispielsweise bei 150 TeilnehmerInnen durchschnittlich zehn Ideen produziert wurden, so enthielt die Liste eines Items 1500 Ideen. Die weiteren Schritte der Datenaufbereitung geschahen mit Hilfe der Programme Excel und *Matlab*[®] (*The Mathworks*[™]) und werden in der Folge getrennt für jede Aufgabe beschrieben. Die Überprüfung der BeurteilerInnenübereinstimmung und der internen Konsistenz der Skalen findet sich schließlich im Ergebnisteil in Abschnitt 2.2.2.2.

2.1.4.1 Assoziationsliste (AL)

Bei der AL ist der normale Abruf aus dem assoziativen Netzwerk zu einem bestimmten semantischen Element gefordert. Die Menge der in vorgegebener Zeit produzierten Assoziationen wird – in Analogie zur Ideenflüssigkeit beim DD – als Maß der *Assoziationsflüssigkeit* gewertet. Die Auswertung der Assoziationsflüssigkeit erfordert somit lediglich das Abzählen der produzierten Assoziationen.

Eine Möglichkeit der qualitativen Auswertung dieser Aufgabe besteht in der Beurteilung der Ungewöhnlichkeit der einzelnen Nennungen operationalisiert über die Auftretenswahrscheinlichkeit. Da die Auftretenswahrscheinlichkeit bei größeren Stichproben genauer geschätzt werden kann und diese Aufgabe auch bei Experiment II zum Einsatz kommt, wurden für diese Auswertung die Daten der Experimente I und II zusammengelegt. Hierdurch ergab sich für beide Experimente ein Datenpool von $N = 191$ gültigen UntersuchungsteilnehmerInnen, der für die Score-Berechnung zur Verfügung stand.

In Tabelle 3 findet sich eine Auflistung der zehn am häufigsten genannten Assoziationen zum verwendeten Begriff *Straße* (Item 1). Die häufigste Assoziation zu *Straße* war der Begriff *Auto*; er wurde von 70% der TeilnehmerInnen genannt. Dabei ist allgemein mit einer Unterschätzung der Häufigkeiten zu rechnen, da keine Lemmatisierung der Daten erfolgte und dadurch alle Flexionsformen erhalten blieben. So nannten auch 21% der TeilnehmerInnen die Assoziation *Autos* (also die Pluralform). Es zeigte sich jedoch, dass in der Regel nicht beide Formen innerhalb eines Assoziationsverlaufs genannt wurden. Ein großer Teil der Inzidenzen kann somit als Einzelnennung (17.8%) vermerkt werden.

Tabelle 3*Häufigste Assoziationen beim ersten Item der Aufgabe AL*

Assoziationen zu <i>Straße</i>	Häufigkeit <i>h</i>	Rel. Häufigkeit <i>h/N</i>	Rel. Seltenheit $1 - h/N$
<i>Auto</i>	134	.70	.30
<i>Ampel</i>	117	.61	.39
<i>Asphalt</i>	85	.45	.55
<i>Fußgänger</i>	81	.42	.58
<i>Zebrastrreifen</i>	77	.40	.60
<i>Verkehr</i>	65	.34	.66
<i>Unfall</i>	56	.29	.71
<i>Autobahn</i>	50	.26	.74
<i>Fahrrad</i>	43	.23	.77
<i>Autos</i>	41	.21	.79

Anmerkung. $N = 191$.

Die Auftretenswahrscheinlichkeit der einzelnen Assoziationen wird über ihre relative Häufigkeit geschätzt, berechnet als Gesamtanzahl der Nennungen bei dieser Aufgabe (h) geteilt durch die Anzahl der TeilnehmerInnen ($N = 191$), also h/N . Die Gegenwahrscheinlichkeit der Auftretenswahrscheinlichkeit (geschätzt durch $1 - h/N$) beschreibt die relative Seltenheit des Auftretens und kann somit als Maß der Ungewöhnlichkeit betrachtet werden. Auf Grund vieler Nennungen mit geringen Häufigkeiten ist dieses Maß deutlich rechtssteil. Um die Verteilungseigenschaften des Ungewöhnlichkeitsmaßes zu verbessern, wurde das Quadrat der relativen Seltenheit berechnet, wodurch zumindest eine höhere Streuung im vorhandenen Wertebereich von null bis eins erzielt werden konnte. In Tabelle 4 ist ein Beispiel für das Assoziationsverhalten bei dieser Aufgabe aufgeführt. Die Summe über alle Antworten einer Person bei einem Item ergibt einen Schätzer für deren Assoziationsungewöhnlichkeit.

Tabelle 4

Beispielauswertung für die Assoziationsungewöhnlichkeit bei der Aufgabe AL (Item i)

Reihenfolge	Assoziation zu <i>Straße</i>	Rel. Seltenheit $1 - h/N$	Quadrat der rel. Seltenheit $(1 - h/N)^2$
1	<i>Auto</i>	.30	.09
2	<i>Zebrastreifen</i>	.60	.36
3	<i>Ampel</i>	.39	.15
4	<i>Schneepflug</i>	.99	.98
5	<i>Autobahn</i>	.74	.55
6	<i>Brücke</i>	.98	.96
7	<i>Randlinie</i>	.99	.98
8	<i>Reifen</i>	.93	.86
9	<i>Asphalt</i>	.56	.31
10	<i>Bushaltestelle</i>	.99	.98
11	<i>Salz</i>	.98	.96
12	<i>Eis</i>	.97	.94
13	<i>Unfall</i>	.71	.50
14	<i>ABS</i>	.99	.98
Summe			9.61
Schätzer _i der Assoziationsungewöhnlichkeit			9.61

2.1.4.2 Kombinierte Assoziationsliste (KA)

Bei der KA ist eine Form assoziativer Kombinationsfähigkeit gefordert, um zwei vorgegebene Begriffe zu einem neuen dritten zu verknüpfen. Dieser Prozess umfasst mutmaßlich einen kreativen Prozess, der über den einfachen Assoziationsabruf hinausgeht. Die Integration der beiden Ausgangsbegriffe zu einem dritten kann mit einem sehr unterschiedlichen Ausmaß an Originalität geschehen. Die Beurteilung der Originalität einzelner Kombinationen führt schließlich zum Maß der *Assoziationsoriginalität*.

Zur Beurteilung der Originalität der Einzelideen wurden für die ersten beiden Items Ratings von drei externen BeurteilerInnen eingeholt. Zur weiteren Vorbereitung wurde aus den digitalisierten Ideenlisten ein redundanzfreier Ideenpool erzeugt. Dazu wurden alle identischen (redundanten) Antworten entfernt, wodurch die Gesamtmenge reduziert werden konnte. Schließlich wurden die Listen alphabetisch sortiert, um etwaige Reihenfolgeneffekte zu vermeiden. Die Bewertung der Originalität der Antworten erfolgte auf einer vierstufigen Likert-Skala (0, nicht originell bis 3, sehr originell). Nachfolgend wurde das Rating durch den theoretischen Höchstwert (3) pro Idee dividiert, um pro Idee wieder einen Wertebereich null bis eins zu erzielen. Dadurch liegt der Summenwert im Bereich von null und der Antwortanzahl, womit ein vergleichbarer Wertebereich und dadurch auch eine vergleichbare Varianz zu den anderen Assoziationsmaßen erzielt werden soll.

Die Bildung des Originalitätsscores soll in Anlehnung an die übliche Auswertung der Ideenoriginalität als Summe der Originalitätsratings aller Antworten einer Person berechnet werden. Dass den Antworten auch eine Originalitätsbeurteilung von null zugeordnet werden kann, soll dazu führen, dass die reine Antwortmenge in diesem Maß nicht überrepräsentiert wird. In Tabelle 5 ist ein Beispiel für das Assoziationsverhalten einer Person beim ersten Item (*Urlaub – hoch*) angeführt. Die Person hat in der vorgegebenen Zeit neun Assoziationen produziert, deren beurteilte Originalität zwischen null und drei Punkten variiert. In diesem Beispiel ergibt sich bei neun Antworten ein Punktwert von 3.67. Dieser Wert ging als Schätzer der Assoziationsoriginalität in die weiteren Analysen ein.

Tabelle 5

Beispielauswertung für die Assoziationsoriginalität bei der Aufgabe KA (Item i, Rater j)

Anzahl	Assoziation zu <i>Urlaub – hoch</i>	Originalitätsrating
1	<i>Berge</i>	1
2	<i>Mount Everest</i>	2
3	<i>Hügel</i>	0
4	<i>fliegen</i>	1
5	<i>Flugzeug</i>	1
6	<i>Gefühle</i>	2
7	<i>Kosten</i>	3
8	<i>Flughöhe</i>	1
9	<i>wandern</i>	0
Summe		11
Schätzer _{i,j} der Assoziationsoriginalität		11/3 = 3.67

2.1.4.3 Assoziationskette (AK)

Die AK erfordert wieder einen einfachen Assoziationsabruf. Im Unterschied zur AL wird aber der Ausgangspunkt der Assoziation in jedem Schritt neu bestimmt. Wenn der neue Ausgangsbegriff unabhängig von den vorangegangenen verwendet wird, so werden immer neue assoziative Netzwerke aktiviert. Das sollte sich in beiläufigen Änderungen des inhaltlichen Themas im Verlauf der Kette äußern, welche unterschiedlich zahlreich von statten gehen können. Die hier zu erfassende Leistung wird daher *Assoziationsflexibilität* genannt.

Die Assoziationsflexibilität wird konkret durch die Themenanzahl pro Assoziationskette (bzw. vorgegebene Zeit) operationalisiert. Dazu werden für die ersten beiden Items Ratings von drei externen BeurteilerInnen eingeholt. Die BeurteilerInnen sollten für die einzelnen Assoziationsketten einschätzen an welchen Stellen neue Themen eröffnet wurden. Eine solche Stelle kennzeichnet sich dadurch, dass die genannte Assoziation semantisch unbezogen zur Assoziation an der Stelle des letzten Themenwechsels (oder im ersten Fall des Ausgangsbegriffs) ist. In Tabelle 6 findet sich ein Auswertungsbeispiel für die Assoziationskette einer

Person beim ersten Item (*Mond*). Während die ersten drei Assoziationen der Kette thematisch zum Ausgangsbegriff passen geschieht ein offenkundiger Themenwechsel bei der vierten Assoziation. *Louis Armstrong* ist eine (syntaktische) Assoziation zur vorangehenden Nennung *Neil Armstrong*, sie weist jedoch (laut BeurteilerInnen-Urteil) keine hinreichende semantische Nähe mehr zu dem vorangehenden (hier ersten) ein Thema konstituierenden Begriff *Mond* auf. Der nächste Themenwechsel wird in diesem Beispiel bei der achten Assoziation (*Schlagzeug*) wahrgenommen, die keine hinreichende semantische Ähnlichkeit mehr zum wiederum letzten entsprechenden Begriff *Louis Armstrong* haben soll. Wie im Beispiel illustriert, notierten die BeurteilerInnen die jeweils aktuelle Themenanzahl an dem Punkt im Assoziationsverlauf, an dem sie sich um eins erhöhte. Der so notierte höchste Wert entspricht der Gesamtzahl an Themen bei diesem Assoziationsverlauf. Im Beispiel in Tabelle 6 umfasste die Assoziationskette 15 Assoziationen. Ein Beurteiler hat hierin vier Themenwechsel und somit fünf verschiedene Themen identifiziert. Dieser Wert ging als Schätzer der Assoziationsflexibilität in die weiteren Analysen ein.

Tabelle 6

Beispielauswertung der Assoziationsflexibilität bei der Aufgabe AK (Item i, Rater j)

Anzahl	Assoziationskette zu <i>Mond</i>	Themenanzahl (kumulativ)
1	<i>Raumfahrt</i>	
2	<i>NASA</i>	
3	<i>Neil Armstrong</i>	
4	<i>Louis Armstrong</i>	2
5	<i>Jazz</i>	
6	<i>Musik</i>	
7	<i>Instrument</i>	
8	<i>Schlagzeug</i>	3
9	<i>Sticks</i>	
10	<i>Holz</i>	4
11	<i>Baum</i>	
12	<i>Wald</i>	
13	<i>Waldfee</i>	5
14	<i>Märchen</i>	
15	<i>es war einmal</i>	
Schätzer _{i,j} der Assoziationsflexibilität		5

2.1.4.4 Nicht-Assoziationskette (NA)

Die NA erfordert eine gesteigerte Form assoziativer Flexibilität. Hierbei muss man sich nicht nur möglichst oft von den vorangegangenen inhaltlichen Konzepten lösen, sondern in *jedem* nächsten Schritt vom aktuellen. Es ist ein der Assoziation gewissermaßen entgegen gesetzt-

ter Prozess gefordert, daher wird die hierbei erfasste Leistung etwas plakativ als *Dissoziationsfähigkeit* bezeichnet.

Die Dissoziationsfähigkeit wurde ähnlich der Assoziationsflexibilität wieder als Themenanzahl pro vorgegebene Zeit definiert. Für jede Nennung wurde eine Gewichtung vorgenommen, die die tatsächliche semantische Unähnlichkeit in jedem Schritt quantifizieren soll. Zu diesem Zweck wurden für die ersten beiden Items Ratings von drei BeurteilerInnen eingeholt. Diese sollten die semantische Unähnlichkeit (bzw. Nähe) der Antworten zum jeweilig vorangehenden Begriff auf einer vier-stufigen Likert-Skala (0, sehr nahe bis 3, sehr entfernt) einschätzen. Nachfolgend wurden das Rating durch den theoretischen Höchstwert (3) dividiert um wieder eine, zu den übrigen Aufgaben vergleichbare Gewichtung von Einzelantworten im Bereich null bis eins zu erzielen.

Tabelle 7

Beispielauswertung der Dissoziationsfähigkeit bei der Aufgabe NA (Item i, Rater j)

Anzahl	Nichtassoziationskette zu <i>Dieb</i>	Dissoziationsrating
1	Winter	3
2	Sauna	2
3	Schulden	3
4	Bank	1
5	Salat	3
6	Haus	3
7	Raumschiff	3
8	Kiwi	3
Summe		21
Schätzer _{i,j} der Dissoziationsfähigkeit		21/3 = 7.00

Im Beispiel in Tabelle 7 hat die Person zum Ausgangsbegriff *Dieb* eine Kette von acht Antworten (Nicht-Assoziationen) produziert. Ein Beurteiler bewertete die meisten Nennungen mit 3 was einem vollständigen Themenwechsel entspricht. Die vierte Antwort *Schulden* wurde jedoch als semantisch nahe zum vorangehenden Begriff *Bank* eingestuft. Es ergibt sich somit bei acht Antworten ein Punktwert von 7.00. Dieser Wert spiegelt die Anzahl an Themen in der Assoziationskette wieder und ging als Schätzer der Dissoziationsfähigkeit in die weiteren Analysen ein.

2.1.5 Untersuchungsablauf

Die Testungen wurden als Gruppensitzungen durchgeführt und in für die Studienrichtungen üblichen Lehrveranstaltungsräumlichkeiten abgehalten. Die TeilnehmerInnen erhielten ein Antwortheft und einen Stift. Alle Instruktionen und alle Items waren in einer Präsentation

(Powerpoint®) zusammengestellt und wurden per Videoprojektor dargeboten. Jede Aufgabe wurde anhand von ein bis zwei Instruktionseiten vorgestellt. Dazu wurden diese einmal laut vorgelesen und eventuelle Fragen beantwortet. Bei den zeitbegrenzten Aufgaben wurde danach ein Zeichen gegeben, das zum gleichzeitigen Umblättern und Beginnen aufforderte. Waren mehrere Items einer Aufgabe zu bearbeiten, so wurden diese jeweils nur für den vorgesehenen Bearbeitungszeitraum präsentiert und der Beginn eines neuen Items wurde vom Untersuchungsleiter entsprechend angekündigt. Bei den Assoziationsaufgaben und bei den divergenten Denkaufgaben wurde zusätzlich nach Verstreichen der halben Bearbeitungsdauer (eines Items) dazu aufgefordert, den zuletzt notierten Begriff zu unterstreichen. Dies diente dazu, eine nach Bearbeitungshälften getrennte Auswertung zu ermöglichen.

Tabelle 8

Vorgabereihenfolge der Testinstrumente, Itemanzahl und Bearbeitungsdauer (sofern begrenzt, exklusive Instruktion)

Testinstrument	Itemanzahl	Bearbeitungsdauer	
		pro Item	gesamt
Test zur selbst eingeschätzte Ideenflüssigkeit	17	-	<i>offen</i>
I-S-T - Analogien	20	-	7:00
I-S-T - Figurenauswahl	20	-	7:00
Letter-matching Test	60	-	0:25
Schreibgeschwindigkeitstest	20	-	0:20
STAI-State	20	-	<i>offen</i>
Assoziationsliste	6	1:00	6:00
Kombinierte Assoziationsliste	6	1:00	6:00
Assoziationskette	6	1:00	6:00
Nicht-Assoziationskette	6	1:00	6:00
Wortenden	2	2:00	4:00
Verwendungsmöglichkeiten	2	2:00	4:00
NEO-FFI	60	-	<i>offen</i>

Zu Beginn der Testungen füllten die TeilnehmerInnen das Deckblatt ihres Antworthefts aus, danach bearbeiteten sie die einzelnen Subtests. Die Abfolge der einzelnen Testinstrumente ist in Tabelle 8 zusammen mit der Itemanzahl und der Bearbeitungsdauer (sofern begrenzt) aufgelistet. Nach der Aufgabe KA (nach etwa 50 Minuten Testzeit) wurde eine kurze Pause von fünf Minuten abgehalten. Die Gesamtdauer der Testung betrug etwa 90 Minuten.

2.2 Ergebnisse

2.2.1 Validität der Untersuchungsgruppen

Als Grundlage für die folgenden Vergleiche der Untersuchungsgruppen im Hinblick auf die interessierenden Assoziations- und Kreativitätsmaße soll zunächst die Charakterisierung der Gruppen im Hinblick auf alle miterhobenen Kontrollmaße geprüft werden. Vergleiche der Alters- und Geschlechtsverteilungen finden sich bereits in Abschnitt 2.1.2. Eine gelungene Auswahl der Untersuchungsgruppen kann angenommen werden, wenn sich die Kreativgruppen in konstrukt nahen Merkmalen (die laut Literatur mit Kreativität assoziiert sind) von der Kontrollgruppe unterscheiden, nicht aber in konstrukt fremden Maßen (die laut Literatur nicht mit Kreativität in Verbindung stehen sollten).

Tabelle 9

Charakterisierung der Untersuchungsgruppen im Hinblick auf Intelligenz-, Geschwindigkeits- und Persönlichkeitsmaße

	Kontrollgruppe		Info-Designer		Indu-Designer		F	η^2
	M	SD	M	SD	M	SD		
Intelligenz								
verbal	12.12	2.41	12.73	2.20	13.32	2.70	0.93	.01
figural	12.71 ^a	3.63	14.00 ^b	3.09	14.97 ^b	3.48	4.94 **	.06
Geschwindigkeit								
IVG	34.49	9.22	36.38	7.41	34.03	9.23	1.11	.02
Schreiben	12.99	1.57	12.64	2.00	12.44	1.58	1.12	.02
Persönlichkeit								
N	1.35 ^a	0.65	1.79 ^b	0.54	1.53 ^a	0.60	7.61 **	.09
E	2.72 ^a	0.36	2.52 ^b	0.45	2.59 ^{ab}	0.45	3.12 *	.04
O	2.58 ^a	0.57	2.96 ^b	0.49	3.01 ^b	0.38	10.92 ***	.13
V	2.49	0.45	2.57	0.51	2.53	0.52	0.13	.00
G	2.76 ^a	0.56	2.40 ^b	0.59	2.64 ^a	0.55	5.72 **	.08

Anmerkungen. IVG = Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, N = Neurotizismus, E = Extraversion, O = Offenheit, V = Verträglichkeit, G = Gewissenhaftigkeit.

^{a,b} Signifikante Mittelwertsunterschiede ermittelt mit Bonferroni Posttests.

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

Wie in Tabelle 9 dargestellt ist, unterscheiden sich die Untersuchungsgruppen weder in der verbalen Intelligenz, noch in der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit oder der Schreibgeschwindigkeit. Die Kreativgruppen zeichnen sich jedoch durch höhere figurale Intelligenz aus, was zu erwarten war, da dieser Subtest auch ein Teilkriterium des Aufnahmeverfahrens der Kreativstudiengänge ist. Somit können für die Untersuchungsgruppen im Hinblick auf verbale Intelligenz und Geschwindigkeitsmaße vergleichbare allgemeine kognitive

Fähigkeiten festgestellt werden. Die Untersuchungsgruppen unterschieden sich signifikant in der Persönlichkeitsstruktur. Die Kreativgruppen zeichnen sich hier insbesondere durch signifikant höhere Offenheit für neue Erfahrungen aus. Die Informationsdesigner weisen zudem höhere Ausprägungen des Merkmals Neurotizismus, geringere Gewissenhaftigkeit, und im Vergleich zur Kontrollgruppe auch geringere Extraversion auf.

In Tabelle 10 finden sich Gruppenvergleiche zu verschiedenen kreativitätsrelevanten Maßen. Für die selbstbeurteilten Kreativitätsanforderungen des eigenen Studiums und die Kreativität der eigenen Person finden sich zahlreiche hoch signifikante Gruppenunterschiede. Das Studium der Kreativgruppen erfordert allgemein und im bildhaften Bereich deutlich mehr Kreativität. Das Studium Informationsdesign zeichnet sich zudem durch höhere Anforderungen im verbalen und musikalischen Kreativbereich aus; das Studium Industrial Design zeichnet sich wiederum durch hohe Anforderungen im problemlösenden Kreativbereich aus. Studierende der Kreativstudiengänge schätzen sich selbst im Vergleich zu Studierenden anderer Studiengänge als deutlich kreativer und einfallsreicher ein.

Bei den beiden Maßen zum DD, Ideenflüssigkeit und -originalität, weisen die Kreativgruppen jeweils höhere Ausprägungen auf als die Kontrollgruppe; innerhalb der Kreativgruppen zeigen die Industrial-Designer wiederum signifikant höhere Leistung als die Informationsdesigner. Die zu Grunde liegende Interraterreliabilität der Originalitätsbeurteilungen dreier BeurteilerInnen ist mit $ICC = .90$ zufrieden stellend und resultierte in einer internen Konsistenz (über die sechs Schätzer hinweg) von $Cronbachs\ \alpha = .86$. Studierende des Studiengangs Informationsdesign weisen schließlich eine höhere Wortflüssigkeit auf als Industrial-Designer oder Studierende anderer Studienrichtungen.

Tabelle 10

Charakterisierung der Untersuchungsgruppen im Hinblick auf Kreativitätsmaße

	Kontrollgruppe		Info-Designer		Indu-Designer		F	η^2
	M	SD	M	SD	M	SD		
Kreativitätsanforderung des Studiums (selbst eingeschätzt)								
allgemein	2.49 ^a	0.72	3.92 ^b	0.28	4.00 ^b	0.00	173.68***	.71
verbal	2.66 ^a	0.96	3.10 ^b	0.67	2.76 ^a	0.63	4.84 **	.06
bildhaft	2.74 ^a	0.94	3.94 ^b	0.25	4.00 ^b	0.00	76.26***	.51
musikalisch	1.09 ^a	0.46	1.71 ^b	0.71	1.16 ^a	0.44	19.22***	.21
problemlösend	3.51 ^a	0.67	3.55 ^a	0.56	4.00 ^b	0.00	10.87***	.13
Selbstbeurteilte Kreativität								
allgemein	3.74 ^a	1.15	4.46 ^b	0.71	4.66 ^b	0.63	14.17***	.16
Ideenflüssigkeit	66.98 ^a	12.63	75.40 ^b	9.51	78.92 ^b	9.56	15.13***	.17
Divergentes Denken und Wortflüssigkeit								
Ideenflüssigkeit	9.12 ^a	3.02	10.92 ^b	3.82	12.83 ^c	3.68	11.75***	.14
Ideenoriginalität	3.41 ^a	1.38	4.12 ^b	1.61	5.07 ^c	1.64	12.78***	.15
Wortflüssigkeit	9.73 ^a	3.36	11.86 ^b	3.50	10.72 ^{ab}	3.37	5.40 **	.07

Anmerkungen.

^{a,b,c} Signifikante Mittelwertsunterschiede ermittelt mit Bonferroni Posttests.

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

Somit schätzen die TeilnehmerInnen der Kreativgruppen sowohl ihr Studium als auch sich selbst als deutlich kreativer ein, als das die TeilnehmerInnen der Kontrollgruppen tun. Aber auch im psychometrischen Maß des divergenten Denkens zeigen die Kreativgruppen signifikant höhere Leistungen als die Kontrollgruppe. In Summe finden sich also überzeugende Hinweise, dass durch die Wahl der Untersuchungsgruppen eine hohe experimentelle Validität gewährleistet werden kann.

2.2.2 Testüberprüfung der Assoziationsaufgaben

Wie in Abschnitt 2.1.4 dargestellt werden alle Assoziationsmaße außer der Assoziationsflüssigkeit dadurch gebildet, dass eine qualitative Gewichtung einzelner Ideen (Originalitätsbeurteilung, Themenwechsel oder semantische Unähnlichkeit) vorgenommen wird, die schließlich über die Gesamtanzahl der Antworten aufsummiert wird. Es ist davon auszugehen, dass der so entstehende Summenwert in engem Zusammenhang mit der zu Grunde liegenden Antwortanzahl steht. Um diesen Zusammenhang näher zu ergründen, soll im Folgenden eine Analyse der Antworthäufigkeiten, also einer rein quantitativen Auswertung der Assoziationsaufgaben durchgeführt werden.

2.2.2.1 Analyse der rein quantitativen Aufgabenauswertung

In Abbildung 4 sind für alle vier Assoziationsaufgaben die mittlere Antwortanzahl pro Item in der Reihenfolge der Vorgabe dargestellt. Es zeigt sich, dass bei den Aufgaben AL und AK durchschnittlich mehr Antworten produziert wurden als bei der Aufgabe NA, und am wenigsten Assoziationen wurden bei der Aufgabe KA genannt ($Pillai\text{-}Spur = .87$, $F_{3,144} = 317.22$, $p < .001$; Bonferroni Posttests; Mittelwerte siehe Tabelle 11). Eine durchschnittliche Antworthäufigkeit von rund zehn bis 15 Assoziationen bei einer Testzeit von einer Minute entsprechen einer Antwort alle vier bis sechs Sekunden. Bei den Aufgaben AL und KA zeigen sich zudem deutliche Unterschiede in der Antwortanzahl zwischen den Items. Bei der Aufgabe AL wurden zu Item 5 (*Berg*) am meisten Antworten genannt ($F_{5,735} = 40.72$, $p < .001$; Bonferroni Posttests), bei Aufgabe KA führte Item 3 (*Gefahr – Natur*) zu den höchsten Antwortzahlen ($F_{5,730} = 74.25$, $p < .001$; Bonferroni Posttests). Bei den Aufgaben mit Kettenbildung (AK, NA) wurden hingegen die höchsten Antworthäufigkeiten bei den jeweils ersten Items verzeichnet ($F_{5,735} = 14.08$, $p < .001$ und $F_{5,735} = 15.05$, $p < .001$; Bonferroni Posttests); darüber hinaus weisen die Muster der Posttests hier auf einen abnehmenden Trend der Antworthäufigkeit über die Zeit hin.

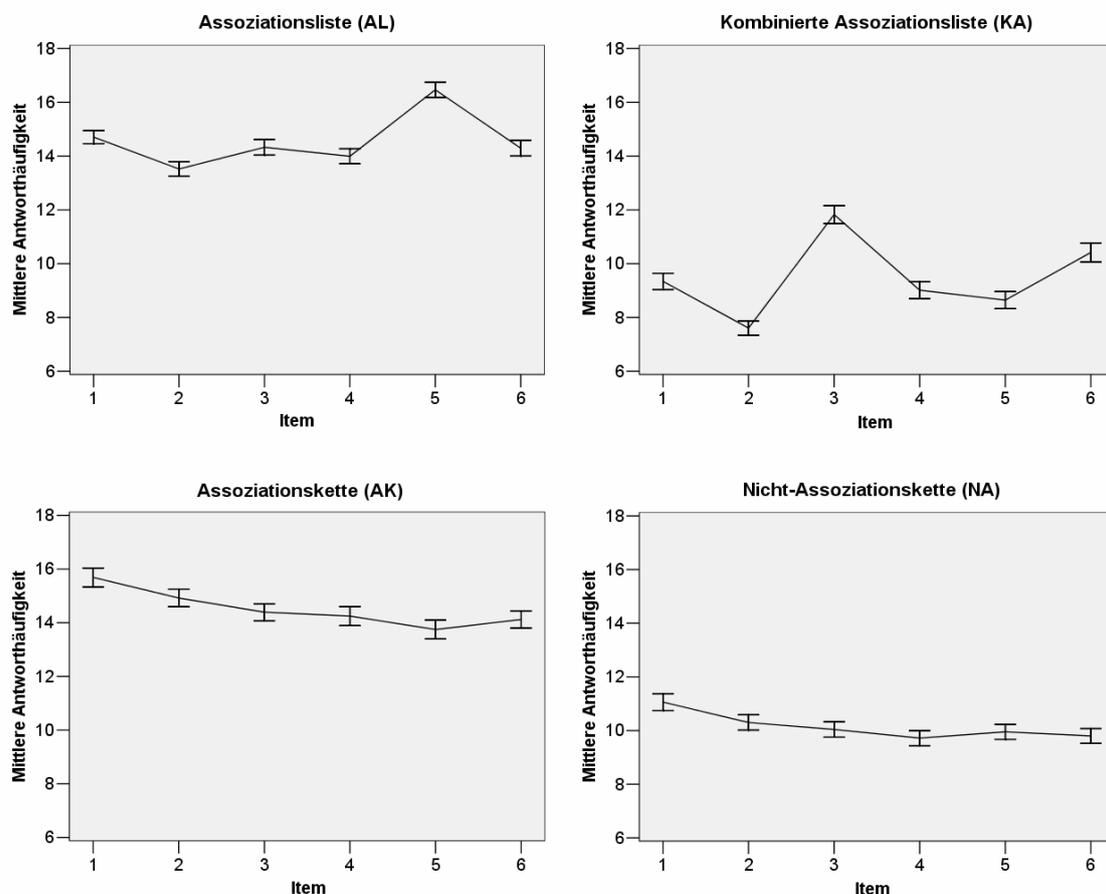


Abbildung 4: Mittlere Antworthäufigkeiten vom ersten bis zum sechsten Item bei den vier Assoziationsaufgaben

Betrachtet man den Verlauf der mittleren Antworthäufigkeiten von der ersten zur zweiten Bearbeitungshälfte eines Items (erste 30 Sekunden vs. zweite 30 Sekunden) so finden sich deutliche Abnahmen der Produktionsraten über die Zeit (*Pillai-Spur* = .86, $F_{1,147} = 1044.66$, $p < .001$; siehe Abbildung 5), deren Stärke jedoch mit den Aufgaben interagieren (*Pillai-Spur* = .83, $F_{3,441} = 266.07$, $p < .001$). Die Abnahme der Antworthäufigkeiten über die Zeit ist besonders hoch bei den Aufgaben AL und KA ($F_{1,147} = 1171.31$, $p < .001$, $\eta^2 = .89$; $F_{1,147} = 590.52$, $p < .001$, $\eta^2 = .80$), demgegenüber fällt sie bei der Aufgaben AK ($F_{1,147} = 115.92$, $p < .001$, $\eta^2 = .44$) und insbesondere bei der Aufgabe NA geringer aus ($F_{1,147} = 4.17$, $p < .05$, $\eta^2 = .03$), wie sich auch an den Koeffizienten der entsprechenden Effektstärken erkennen lässt.

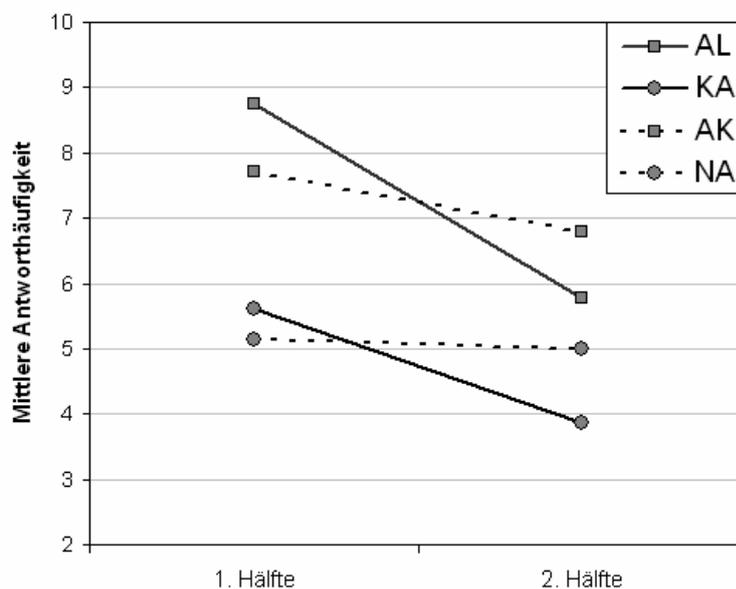


Abbildung 5: Mittlere Antworthäufigkeiten in den Bearbeitungshälften eines Items bei den vier Assoziationsaufgaben

In Tabelle 11 sind die deskriptiven Statistiken zu den Antworthäufigkeiten aller Assoziationsaufgaben zu sehen. Es zeigen sich hohe Interkorrelationen der vier Aufgaben, im Besonderen für AL, KA und AK ($r \geq .72$) und etwas geringer für NA ($r \leq .61$).

Tabelle 11

Deskriptive Statistik und Interkorrelation der Antworthäufigkeiten der Assoziationsaufgaben

Aufgabe	M	SD	Min	Max	Interkorrelationen ^a				Cronbachs α
					AL	KA	AK	NA	
AL	14.58	2.88	7.50	24.17	-	.76	.72	.48	.92
KA	9.47	3.33	3.00	23.33		-	.72	.61	.94
AK	14.57	3.64	5.33	23.67			-	.53	.94
NA	10.17	3.20	3.50	24.33				-	.96

Anmerkungen. N = 150.

^a Für $r \geq .29$ gilt $p < .001$.

Nachfolgend soll die faktorielle Struktur der 24 Items (vier Aufgaben á sechs Items) geprüft werden. Eine Faktorenanalyse ergibt nach dem Kaiser-Kriterium (Eigenwerte > 1 weisen auf substantielle Faktoren hin) vier Faktoren ($K-M-O = .96$; Bartlett-Test $\chi^2(276) = 3480.31$, $p < .001$; Kommunalitäten $\geq .67$) bei einer Varianzaufklärung von 78.20%. Der erste unrotierte Faktor klärt dabei eine Varianz von 56.12% auf. Nach obliminer Rotation ordnen sich alle sechs Items einer Aufgabe je einem Faktor mit Höchstladung zu, bei Nebenladungen unter .25. Die vier schiefwinkligen Faktoren sind im Bereich von $r = .39$ bis .63 korreliert (die genauen Ladungszahlen und Interkorrelationskoeffizienten hierzu finden sich in Anhang D.1). Somit ist eine faktoranalytische Differenzierung der vier Aufgaben grundsätzlich möglich, die hohen Interkorrelationen weisen aber auf einen bedeutsamen Generalfaktor hin. Nachdem alle Items nur die Antwortmenge in der vorgegebenen Zeit reflektieren, könnte der Generalfaktor grob als Assoziationsflüssigkeit bezeichnet werden.

2.2.2.2 Analyse der qualitativen Aufgabenauswertung

Die qualitative Auswertung der vier Assoziationsaufgaben basiert auf jeweils sechs Schätzern pro Aufgabe. Bei der AL wird die für alle sechs Items errechnete relative Seltenheit herangezogen. Bei den weiteren drei Aufgaben werden zu den ersten beiden Items Ratings von jeweils drei BeurteilerInnen herangezogen⁶. Die Interraterreliabilität (berechnet als Cronbachs α der drei BeurteilerInnen; vgl. hierzu Wirtz & Caspar, 2002, S. 208f) für die Ratings der Originalität (KA), der Themenanzahl (AK) und der semantischen Unähnlichkeit (NA) ist mit $ICC_{just,MW} = .89$, .94 und .99 als hoch bis sehr hoch einzustufen.

Bevor die sechs Schätzer einer Aufgabe aggregiert werden können, soll zunächst erst die faktorielle Diskriminierbarkeit geprüft werden. Eine Faktorenanalyse über die Scoreschätzer ($K-M-O = .90$; Bartlett-Test $\chi^2(276) = 4019.11$, $p < .001$; Kommunalitäten $\geq .60$) ergibt nach

⁶ Aus Gründen der Ökonomie wurde bei den Aufgaben KA, AK und NA nur für jeweils zwei Items eine Fremdbeurteilung aller Antworten erhoben (siehe hierzu Abschnitt 2.1.4). Für die Beurteilung wurden willkürlich die ersten beiden Items ausgewählt. Da Beurteilungen von drei BeurteilerInnen vorliegen, ergeben sich in Summe sechs Schätzer pro Score. Dies ist somit vergleichbar mit der Aufgabe AL, wo für alle sechs Items jeweils nur ein Schätzer verfügbar ist.

dem Kaiser-Kriterium fünf Faktoren (Varianzaufklärung: 78.7%). Nach obliminer Rotation zeigt sich, dass praktisch alle Schätzer einer Aufgabe sich zu je einem Faktor zuordnen (alle Nebenladungen unter .30); nur die Schätzer der Aufgabe KA gruppieren sich nach Itemzugehörigkeit zu zwei unabhängigen Faktoren. Die Interkorrelationen der fünf schiefwinkligen Faktoren liegen zwischen $r = .30$ und $.47$ (die genauen Ladungszahlen und Interkorrelationskoeffizienten hierzu finden sich in Anhang D.2).

Das Ergebnis der Faktorenanalyse erlaubt mit Einschränkung die Aggregation der sechs Schätzer jeder Aufgabe zu einem Gesamtscore. Diese so gebildeten Maße werden nach den inhaltlichen Überlegungen bei der Aufgabenentwicklung als Assoziationsungewöhnlichkeit (A-Ung, Subtest AL), Assoziationsoriginalität (A-Org, Subtest KA), Assoziationsflexibilität (A-Flx, Subtest AK) und Dissoziationsfähigkeit (Diss, Subtest NA) bezeichnet. In Tabelle 12 findet sich die deskriptive Statistik dieser vier Maße. Die Scores sind tendenziell linkssteil (Schiefe > 0) wie es bei einem nach unten begrenzten aber nach oben hin offenen Wertebereich im Allgemeinen (vgl. Reaktionszeiten) zu erwarten ist. Sowohl nach dem Kriterium von Schiefe und Exzess als auch nach dem Kolmogorov-Smirnov-Test kann von einer Normalverteilung der Scores ausgegangen werden. Die interne Konsistenz der einzelnen Scores kann als hoch betrachtet werden. Die Korrelation der qualitativen Scores mit den zu Grunde liegenden quantitativen Maßen (Antworthäufigkeiten) ist im Falle von AL und NA als extrem hoch und bei AK und KA als hoch zu bezeichnen (siehe Tabelle 12).

Tabelle 12

Deskriptive Statistik, interne Konsistenz und korrelativer Zusammenhang mit den zu Grunde liegenden Antworthäufigkeiten für die einzelnen Assoziationsmaße

Assoziationsmaß (Aufgabe)	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Schiefe</i> ^a	<i>Exzess</i> ^b	<i>K-S-Z</i>	<i>Cronbachs</i> <i>α</i>	<i>Flu-Korr</i> ^{c,d}
A-Ung (AL)	10.84	2.64	0.42	0.94	0.56	.93	.97
A-Org (KA)	6.62	1.80	0.18	-0.45	0.81	.82	.60
A-Flx (AK)	3.02	0.98	0.43	0.19	0.89	.92	.60
Diss (NA)	9.43	3.17	0.50	0.96	0.91	.97	.92

Anmerkungen. *N* = 150. A-Ung = Assoziationsungewöhnlichkeit, A-Org = Assoziationsoriginalität, A-Flx = Assoziationsflexibilität, Diss = Dissoziationsfähigkeit.

^a $SE_{\text{Schiefe}} = 0.20$. ^b $SE_{\text{Kurtosis}} = 0.39$. ^c Korrelation des Scores mit den zu Grunde liegenden Antworthäufigkeiten. ^d Bei *N* = 150 gilt für $r \geq .27$, dass $p < .001$.

Der extrem hohe korrelative Zusammenhang von der Assoziationsanzahl (rein quantitatives Maß für AL) mit der Summe der Assoziationsungewöhnlichkeit von $r = .97$ weist daraufhin, dass eine Diskrimination von Assoziationsflüssigkeit (A-Flu) und A-Ung nicht sinnvoll möglich ist. Somit soll im Folgenden von der Aufgabe AL nur das Maß der Assoziationsflüssigkeit abgeleitet und in die weiteren Analysen einbezogen werden.

Auch die hohen bis sehr hohen Zusammenhänge von A-Flx und Diss mit der zu Grunde liegenden Assoziationsanzahl sind nicht überraschend, da es sich hier im Grunde um quantitative Maße handelt (nämlich Themenanzahl), bei denen die qualitative Einschätzung tatsächlich nur als Gewichtung der Assoziationsanzahl fungiert. Da hier aber keine Diskrimination zweier Maße geplant war (wie etwa für A-Flu und A-Ung), stellen die hohen Zusammenhänge kein Problem sondern eine methodische Notwendigkeit dar.

Die Interkorrelationen der vier Assoziationsmaße (mit A-Flu anstelle von A-Ung) sind in Tabelle 13 dargestellt. Diese sind durchgehend hoch positiv und liegen im Bereich von $r = .37$ und $.63$. Darunter zeigt das Maß Diss etwas geringere korrelative Zusammenhänge mit den anderen drei Maßen. Da alle vier Aufgaben Speed-Aufgaben sind und die Assoziationsflüssigkeit als rein quantitatives Maß die Speed-Komponente am direktesten zu messen scheint, wurden zusätzlich Partialkorrelationen der drei übrigen Assoziationsmaße unter Kontrolle von A-Flu berechnet (siehe ebenfalls Tabelle 13). Es zeigen sich weiterhin signifikante, wenn auch deutlich geringere positive Zusammenhänge von A-Org, A-Flx und Diss, wobei der Zusammenhang von A-Flx und Diss nun besonders gering ausfällt. Die signifikanten Zusammenhänge in Abwesenheit des Einflusses der A-Flu deuten daraufhin, dass die Interkorrelationen der Maße nicht allein durch den gemeinsamen Aspekt der A-Flu erklärt werden können.

Tabelle 13

Interkorrelationen und Partialkorrelationen (Kontrollvariable = A-Flu) der Assoziationsmaße

Assoziationsmaß	Interkorrelationen				Partialkorrelationen ^a		
	A-Flu	A-Org	A-Flx	Diss	A-Org	A-Flx	Diss
A-Flu	-	.63***	.56***	.45***	-	-	-
A-Org		-	.55***	.50***	-	.30***	.31***
A-Flx			-	.37***		-	.16*
Diss				-			-

Anmerkungen. $N = 150$. A-Flu = Assoziationsflüssigkeit, A-Org = Assoziationsoriginalität, A-Flx = Assoziationsflexibilität, Diss = Dissoziationsfähigkeit.

^a Die Partialkorrelationen verwenden die Kontrollvariable A-Flu.

* $p < .05$, *** $p < .001$.

Insgesamt zeigen sich im Zuge der qualitativen Auswertung der vier Assoziationsaufgaben sehr zufrieden stellende Befunde in Bezug auf die Interraterreliabilität der Fremdbeurteilungen, aber auch im Hinblick auf die Normalverteilung und interne Konsistenz der Maße. Eine faktoranalytische Trennung der vier Assoziationsmaße ist grundsätzlich möglich; hohe Interkorrelationen weisen aber auf bedeutsame inhaltliche Zusammenhänge hin. Die höchste interne Konsistenz und relative Eigenständigkeit findet sich für das Maß Diss und die geringste interne Konsistenz für das Maß der A-Org.

2.2.3 Validität der Assoziationsaufgaben

2.2.3.1 Überprüfung der Konstruktvalidität

Die Prüfung der Konstruktvalidität erfolgt einerseits durch Zusammenhangsprüfung mit relevanten miterhobenen Kriterien (Prüfung der konvergenten und diskriminanten Validität) und andererseits durch Analysen zur faktoranalytischen Diskrimination zu diesen Kriterien. In Tabelle 14 sind die korrelativen Zusammenhänge der drei Assoziationsmaße mit konstrukt-nahen (z.B. Maße zum divergenten Denken) und konstruktfernen Maßen (z.B. Intelligenzmaßen) aufgeführt. Zur vollständigeren Betrachtung und zum Vergleich mit bisherigen Befunden werden diese Zusammenhänge auch für die Maße Ideenflüssigkeit (I-Flu) und Ideenoriginalität (I-Org), sowie Wortflüssigkeit (W-Flu) angeführt.

Tabelle 14

Interkorrelationen der Assoziationsmaße mit relevanten Leistungsmaßen

	I-Flu	I-Org	W-Flu	IST-V	IST-F	IVG	SG
A-Flu	.59***	.54***	.33***	.16*	.22**	.19*	.29***
A-Org	.59***	.53***	.36***	.16*	.15	.21**	.19*
A-Flx	.50***	.49***	.27***	.21*	.21**	.28**	.08
Diss	.58***	.55***	.29***	.09	.13	.07	.09
I-Flu	-	.80***	.32***	.16	.08	.13	.04
I-Org		-	.33***	.19*	.17*	.15	.16
W-Flu			-	.19*	.13	.18*	.10

Anmerkungen. $N = 150$. IST-V = Verbale Intelligenz, IST-F = Figurale Intelligenz, IVG = Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, SG = Schreibgeschwindigkeit. A-Flu = Assoziationsflüssigkeit, A-Org = Assoziationsoriginalität, A-Flx = Assoziationsflexibilität, Diss = Dissoziationsfähigkeit, I-Flu = Ideenflüssigkeit, I-Org = Ideenoriginalität, W-Flu = Wortflüssigkeit.

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

Es zeigen sich hohe Zusammenhänge der Assoziationsmaße mit der Ideenflüssigkeit und -originalität ($r = .49$ bis $.59$). Dem gegenüber finden sich moderate Zusammenhänge mit der Wortflüssigkeit und sehr geringe Zusammenhänge mit Maßen der Intelligenz, Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und Schreibgeschwindigkeit. Besonders ausgeprägt ist dieses Korrelationsmuster für die Dissoziationsfähigkeit, für welche sich hohe Zusammenhänge zu Maßen des DDs, aber keine signifikanten Zusammenhänge mit Maßen der Intelligenz oder den Geschwindigkeitsmaßen finden.

Der hohe Zusammenhang von Ideenoriginalität mit der zu Grunde liegenden Ideenflüssigkeit ($r = .80$) kann als Hinweis für geringe Diskriminierbarkeit dieser beiden Scores gewertet werden. Die weiteren Zusammenhänge dieser Maße des DDs sind auffallend vergleichbar mit den entsprechenden Zusammenhängen der Assoziationsmaße. Die Zusammenhänge

mit der Schreibgeschwindigkeit (und tendenziell auch mit der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit) fallen für die Maße zum DD jedoch teilweise etwas geringer aus.

In Tabelle 15 sind die korrelativen Zusammenhänge der Assoziationsmaße mit Maßen der selbstbeurteilten Kreativität und der Persönlichkeit dargestellt. Wieder sind zur ergänzenden Betrachtung auch die Zusammenhänge mit den Maßen des DDs und der Wortflüssigkeit angeführt. Für alle vier Assoziationsmaße finden sich deutliche positive Zusammenhänge mit der selbstbeurteilten Ideenflüssigkeit und Kreativität, welche für Diss etwas geringer ausfallen. Des Weiteren zeigen sich signifikante positive Zusammenhänge mit dem Persönlichkeitsfaktor Offenheit für neue Erfahrungen, die für A-Flu und A-Org etwas höher ausfallen. Darüber hinaus finden sich aber keine signifikanten Zusammenhänge mit den weiteren vier erfassten Persönlichkeitsfaktoren. Für die Maße des DDs und der Wortflüssigkeit findet sich wieder ein (zu den Assoziationsmaßen) vergleichbares Korrelationsmuster mit zum Teil etwas geringeren Koeffizienten.

Tabelle 15

Interkorrelationen der Assoziationsmaße mit Maßen der selbstbeurteilten Kreativität und der Persönlichkeit

	Selbstbeurteilung		Persönlichkeitsfaktoren				
	I-Flu	Kreativität	N	E	O	V	G
A-Flu	.30***	.29***	.12	.00	.36***	-.06	-.03
A-Org	.25**	.33***	.02	.01	.35***	.01	-.16
A-FLX	.26**	.24**	.01	.05	.25**	.06	-.05
Diss	.15 ⁺	.20*	-.08	.10	.21**	-.08	-.05
I-Flu	.31***	.26**	-.02	-.07	.22**	-.15	-.14
I-Org	.31***	.17*	-.07	-.02	.25**	-.02	-.08
W-Flu	.12	.17*	.10	-.05	.17*	-.05	-.22**

Anmerkungen. N = 150. IST-V = Verbale Intelligenz, IST-F = Figurale Intelligenz, IVG = Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, SG = Schreibgeschwindigkeit. A-Flu = Assoziationsflüssigkeit, A-Org = Assoziationsoriginalität, A-Flx = Assoziationsflexibilität, Diss = Dissoziationsfähigkeit, I-Flu = Ideenflüssigkeit, I-Org = Ideenoriginalität, W-Flu = Wortflüssigkeit.

⁺p < .10, * p < .05, ** p < .01, *** p < .001.

Es finden sich signifikante Zusammenhänge der Assoziationsmaße mit der selbstbeurteilten Kreativität und dem Persönlichkeitsmerkmal Offenheit. Die Größenordnung ist hier wieder vergleichbar und teilweise sogar etwas höher als die entsprechenden Zusammenhänge der Maße des DDs.

Ein anderer Zugang zur Prüfung der Konstruktvalidität liegt in dem Versuch konstruktnahe und konstruktferne Maße faktoriell zu trennen. Eine Faktorenanalyse mit den vier Assoziationsmaßen und den beiden Maßen zum divergenten Denken (I-Flu, I-Org) ergibt nach dem Kaiser-Kriterium einen Faktor ($K-M-O = .86$; Bartlett-Test $\chi^2(15) = 456.33$, $p < .001$; Kommu-

nalitäten $\geq .52$). Die Varianzaufklärung durch den einen Faktor beträgt 62.66%. Die höchsten Faktorladungen finden sich für die Maße des DD (.83 bis .86) gefolgt von den Ladungen der Assoziationsmaße (.72 bis .80). Eine weitere Faktorenanalyse bei der zusätzlich das Maß der Wortflüssigkeit (W-Flu) und die beiden Intelligenzmaße (IST-V und IST-F) hinzugenommen werden, ergibt eine Zwei-Faktorenlösung ($K-M-O = .87$; Bartlett-Test $\chi^2(36) = 503.35$, $p < .001$; Kommunalitäten $\geq .31$) mit einer Varianzaufklärung von 56.99%. Bereits vor Rotation ergibt sich eine eindeutige Faktorenstruktur mit Nebenladungen kleiner .30. Die Ladungen der Maße zu den einzelnen Faktoren nach VARIMAX Rotation sind in Abbildung 6 dargestellt. Bei obliminer Rotation ergibt sich eine nur geringfügig bessere Anpassung, wobei die Korrelation der zwei schiefwinkligen Faktoren $r = .28$ beträgt. Der erste Faktor wird durch die Maße des DDs und die Assoziationsmaße repräsentiert. Hierbei stellen die Maße I-Flu, I-Org und Diss Markerskalen mit hoher Ausprägung und ohne nennenswerte Nebenladung dar. Der zweite Faktor wird klar durch die beiden Intelligenzmaße repräsentiert. Die drei Assoziationsmaße A-Org, A-Flu und A-Flx ordnen sich dem ersten Faktor zu, mit zunehmenden geringen Nebenladungen auf den zweiten Faktor. Die Skala W-Flu weist mittlere Ladungen auf beiden Faktoren auf und hat mit der geringsten Kommunalität von .32 eine allgemein geringere Aufklärung im Rahmen dieser Faktorenlösung. In Summe erscheint eine Bezeichnung von Faktor 1 als divergente Fähigkeit und Faktor 2 als konvergente Fähigkeit möglich.

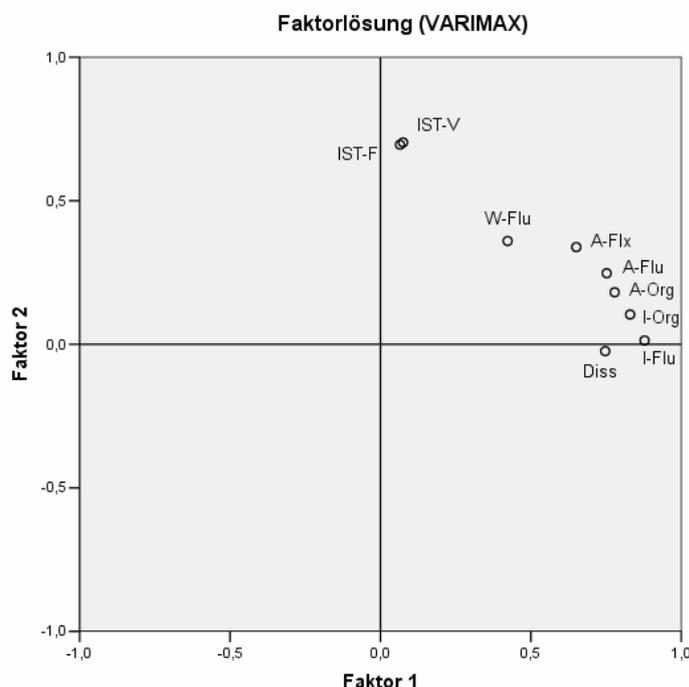


Abbildung 6: Ergebnis der Faktorenanalyse für Assoziationsmaße (A-Flu = Assoziationsflüssigkeit, A-Org = Assoziationsoriginalität, A-Flx = Assoziationsflexibilität, Diss = Dissoziationsfähigkeit), Maße zum DD (I-Flu = Ideenflüssigkeit, I-Org = Ideenoriginalität), Wortflüssigkeit (W-Flu) und Intelligenzmaße (IST-V, IST-F = Verbale bzw. figurale Intelligenz).

Bei einer weiteren Faktorenanalyse wurden nun zusätzlich auch noch die Maße für Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit (IVG) und Schreibgeschwindigkeit (SG) hinzugenommen. Diese Analyse ergibt nach dem Eigenwertkriterium drei Faktoren ($K-M-O = .83$; Bartlett-Test $\chi^2(55) = 537.93$, $p < .001$; Kommunalitäten $\geq .29$) bei einer Varianzaufklärung von 59.12%. Nach obliminer Rotation ergibt sich ein der vorangegangenen Analyse sehr vergleichbares Ladungsbild. Das hinzugekommene Maß IVG lädt gemeinsam mit den Intelligenzskalen auf dem zweiten Faktor und SG eröffnet allein mit Höchstladung (.89) den dritten Faktor. Nennenswerte Nebenladungen (größer .30) auf diesen dritten Faktor gibt es nur von IVG (.46) und von A-Flu (.32). Die drei Faktoren zeigen geringe Interkorrelationen zwischen $r = .09$ und $.27$ (die genauen Ladungszahlen und Interkorrelationskoeffizienten hierzu finden sich in Anhang D.3). Somit bleibt festzuhalten, dass zwar für Assoziationsmaße und Maße des divergenten Denkens ein gemeinsames übergeordnetes Fähigkeitskonstrukt angenommen werden kann (etwa Kreativität), dass aber dieser Faktor keine bedeutsame Varianz mit Maßen der Intelligenz, der Informationsverarbeitungs- oder Schreibgeschwindigkeit teilt.

2.2.3.2 Überprüfung der Kriteriumsvalidität

Die folgenden Analysen dienen dazu zu prüfen, ob Assoziationsleistungen Teilleistungen der Fähigkeit zum divergenten und mutmaßlich der Fähigkeit zum kreativen Denken darstellen. In einem ersten Schritt soll geprüft werden, welche Teilleistungen prädiktive Validität im Hinblick auf DD besitzen und ob beziehungsweise durch welche Teilleistungen die Varianz der divergenten Denkleistung erklärt werden kann.

Zu diesem Zweck wurde eine lineare Regressionsanalyse berechnet, bei der I-Org als Kriterium fungiert. I-Org ist in dieser Studie das aussagekräftigste Maß des DDs, da es sich hier um ein Aggregat von Ideenflüssigkeit und Ideenoriginalität handelt, wie die hohe Korrelation von I-Flu und I-Org zeigt (siehe Abschnitt 2.2.3.1). Als Prädiktoren wurden alle verfügbaren Maße berücksichtigt, für die sich signifikante korrelative Zusammenhänge mit dem Kriterium finden (siehe Abschnitt 2.2.3.1). Dies sind neben den Assoziationsmaßen, auch die Maße der verbalen und figuralen Intelligenz, die Wortflüssigkeit und das Persönlichkeitsmerkmal Offenheit für neue Erfahrungen. Das hoch korrelierte Maß der I-Flu hingegen wurde auf Grund der direkten Konfundierung nicht als Prädiktor einbezogen. Die Prädiktoren wurden schrittweise aufgenommen, da eine bedeutsame Redundanz der Prädiktoren angenommen wird. Als Ergebnis wurden bei dieser Analyse von den genannten Prädiktoren nur drei und zwar in folgender Reihenfolge aufgenommen: Dissoziationsfähigkeit, Assoziationsflüssigkeit und Assoziationsflexibilität. Diese drei Prädiktoren leisten gemeinsam eine Varianzaufklärung von $R^2 = 44\%$ ($R = .66$, $adjusted R^2 = .43$) der divergenten Denkleistung. Die entsprechenden β -Gewichte wurden als 0.18, 0.15 und 0.19 ermittelt. Alle weiteren Maße führen zu keinem signifikanten Zuwachs der Varianzaufklärung und wurden daher bei dieser Analyse nicht in das Modell aufgenommen.

Schließlich soll eine experimentelle Prüfung der Kriteriumsvalidität im Hinblick auf ein Außenkriterium der kreativen Leistungsfähigkeit erfolgen. Das Außenkriterium ist die Zuordnung zu zwei Kreativgruppen (Kreativstudiengängen) im Vergleich zur Kontrollgruppe (andere Studiengänge). Die Korreliertheit der Assoziationsmaße legt ein multivariates Design nahe, wodurch auch allgemeine aufgabenunabhängige Effekte untersucht werden können. Es wurde eine einfaktorische, multivariate Varianzanalyse berechnet, mit den vier Assoziationsmaßen als abhängige Variablen und dem Gruppierungsfaktor Kreativitätsgruppe (Kontrollgruppe, Informationsdesigner und Industrialdesigner). Die drei Untersuchungsgruppen unterscheiden sich signifikant in der Assoziationsleistung ($Pillai\text{-Spur} = .35$, $F_{8,290} = 7.66$, $p < .001$, $\eta^2 = .17$). Studierende beider Kreativstudiengänge zeigen im Vergleich zu Studierenden anderer Studienrichtungen signifikant höhere Leistungen bei drei von vier Assoziationsmaßen (A-Flu: $F_{2,147} = 14.64$, $p < .001$, $\eta^2 = .17$; A-Org: $F_{2,147} = 14.05$, $p < .001$, $\eta^2 = .16$; A-Flx: $F_{2,147} = 18.60$, $p < .001$, $\eta^2 = .20$; Bonferroni Posttests). Bei der Dissoziationsfähigkeit zeigen nur Industrial-Design-Studierende höhere Leistungen, Informationsdesign-Studierende unterscheiden sich hierbei nicht von Studierenden anderer Studiengänge ($F_{2,147} = 10.59$, $p < .001$, $\eta^2 = .13$; Bonferroni Posttest; siehe Abbildung 7).

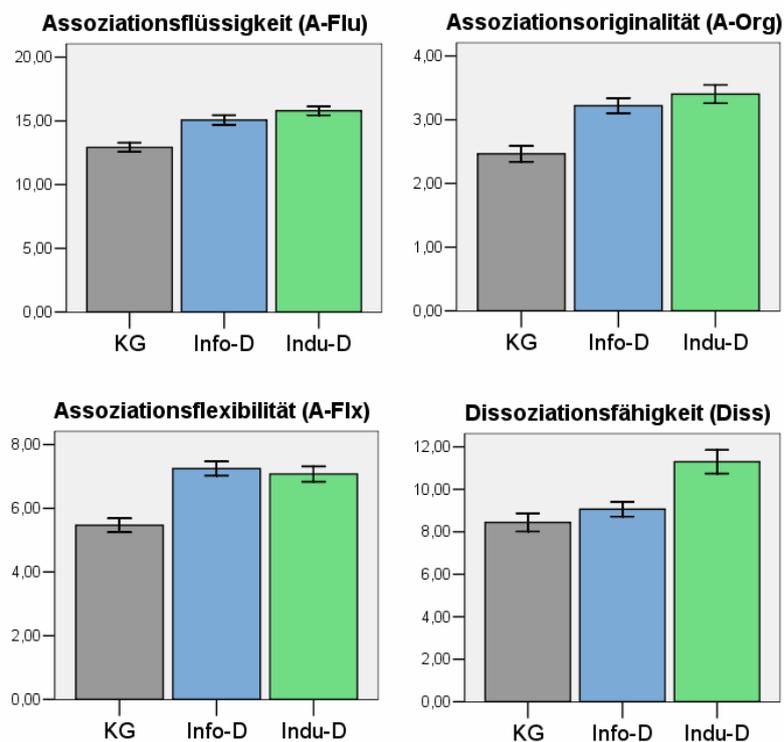


Abbildung 7: Assoziationsleistungen nach Untersuchungsgruppen (KG: Kontrollgruppe, Info-D: Informationsdesign, Indu-D: Industrial-Design)

Um zu prüfen in wie weit die Gruppenunterschiede auf den Einfluss der Assoziationsflüssigkeit zurückgeführt werden kann, wurden des Weiteren Kovarianzanalysen berechnet, bei

denen die A-Flu als Kovariate aufgenommen wurde. Alle drei Kovarianzanalysen zeigen wieder einen signifikanten Gruppenhaupteffect, die Posttests ergaben indes ein differenzierteres Bild. Kontrolliert man die Assoziationsflüssigkeit so zeigen die Kreativgruppen (laut Posttests) nur tendenziell höhere A-Org ($F_{2,146} = 3.12, p < .05; \eta^2 = .04$; Bonferroni Posttests). Bei der A-Flx zeigen die Informationsdesigner sehr signifikant höhere Werte als die Kontrollgruppe, die Industrial-Designer hingegen nur mehr tendenziell höhere Werte ($F_{2,146} = 7.96, p < .001; \eta^2 = .10$; Bonferroni Posttests). In der Diss weisen weiterhin nur die Industrial-Designer signifikant höhere Ausprägungen auf als Kontrollgruppe und Informationsdesigner, die sich in diesem Maß nicht unterscheiden ($F_{2,146} = 5.82, p < .01; \eta^2 = .07$; Bonferroni Posttests). Wie an den reduzierten Effektstärken erkennbar ist, ist die Kovarianz mit der A-Flu für einen bedeutsamen Anteil an den vorgefundenen Gruppeneffekte bei den anderen drei Assoziationsmaßen verantwortlich; die Effekte können aber dennoch nicht allein auf die gemeinsame Varianz der Maße mit A-Flu zurückgeführt werden.

2.2.4 Zeitverlauf des Assoziationsprozesses: „Mednick revisited“

Gemäß Mednicks Hypothese (vgl. Abschnitt 1.2.2) zeichnen sich kreative Personen durch eine besondere Organisation der Assoziationsstruktur aus, was sich in einem unterschiedlichen zeitlichen Verlauf des Assoziationsprozesses niederschlagen sollte. Diese Annahmen können zum Teil durch eine zeitliche Analyse des Assoziationsverhaltens bei der Aufgabe Assoziationsliste untersucht werden. Hierzu werden die Assoziationsflüssigkeit (A-Flu) und die *mittlere* Assoziations seltenheit (also nicht die mit der A-Flu extrem korrelierte kumulative Maß der Assoziationsungewöhnlichkeit) in der ersten und zweiten Hälfte des Assoziationsverlaufs für jede Untersuchungsgruppe verglichen. Für beide Maße wurde eine univariate, zweifaktorielle Varianzanalyse berechnet mit dem Gruppierungsfaktor Kreativitätsgruppe (Kontrollgruppe, Informationsdesigner und Industrialdesigner) und dem Messwiederholungsfaktor Zeitpunkt (1. vs. 2. Bearbeitungshälfte).

Für die Assoziationsflüssigkeit zeigte sich erwartungsgemäß eine Abnahme der Assoziationsrate über die Zeit ($F_{1,147} = 1171.31, p < .01$) von im Mittel neun Assoziationen ($SD = 1.58$) in der ersten halben Minute auf sechs Assoziationen ($SD = 1.50$) in der zweiten halben Minute. Und wie schon in Abschnitt 2.2.3.2 gezeigt, produzieren die Kreativgruppen im Mittel mehr Assoziationen ($F_{2,147} = 14.85; p < .01$; Bonferroni Posttests). Es fand sich jedoch keine Wechselwirkung dieser Faktoren ($F_{2,147} = 0.34, ns.$). Der Gruppenunterschied in der Assoziationsflüssigkeit ist in beiden Hälften des Assoziationsverlaufs vergleichbar stark ausgeprägt (siehe Abbildung 8). Dies spricht im Grunde gegen die Annahme von Mednick wonach weniger kreative Personen kurzfristig eine höhere Assoziationsrate aufweisen sollen, während hoch Kreative nur langfristig mehr Assoziationen produzieren.

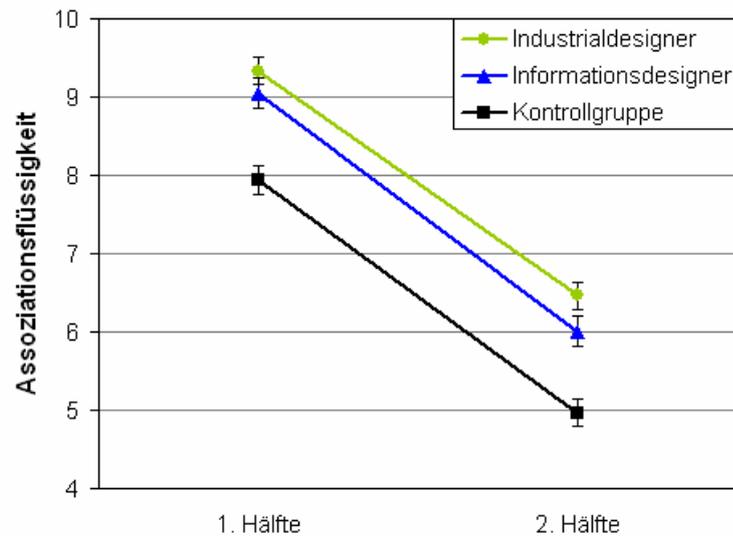


Abbildung 8: Verlauf der Assoziationsflüssigkeit über die Zeit (1. vs. 2. Item-Bearbeitungshälfte) für die drei Untersuchungsgruppen

Für die mittlere Assoziationsungewöhnlichkeit ergab sich erwartungsgemäß eine Zunahme der Ungewöhnlichkeit über die Zeit ($F_{1,147} = 662.85, p < .01$), sodass in der zweiten Hälfte des Assoziationsverlaufs im Mittel ungewöhnlichere Assoziationen genannt werden als in der ersten Hälfte. Es fand sich hierbei ein Gruppenunterschied derart, dass kreative Studierende im Mittel ungewöhnlichere Assoziationen produzieren als Studierende der Kontrollgruppe ($F_{2,147} = 5.39, p < .01$; Bonferroni Posttests). Wieder interagiert dieser Effekt nicht mit der Zeit ($F_{2,147} = 0.59, ns.$) und gilt somit sowohl für die erste als auch zweite Hälfte des Assoziationsverlaufs (siehe Abbildung 9).

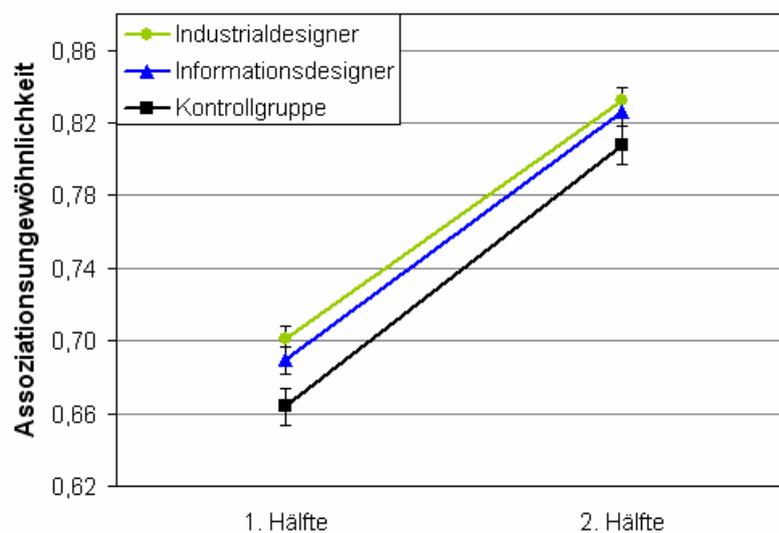


Abbildung 9: Verlauf der Assoziationsungewöhnlichkeit über die Zeit (1. vs. 2. Item-Bearbeitungshälfte) für die drei Kreativgruppen

Dieses Ergebnis ist im Grunde im Einklang mit den Annahmen Mednicks, wonach kreative Personen auch ungewöhnlichere Assoziationen nennen sollen. Die Auswertung der mittleren Ungewöhnlichkeit ist jedoch auf Grund der höheren Assoziationsflüssigkeit der Kreativgruppen konfundiert mit der unterschiedlichen Anzahl an Assoziationen, die pro Gruppe und Hälfte herangezogen werden. Eine Analyse der mittleren Assoziationsungewöhnlichkeit pro Position im Assoziationsverlauf soll dies näher beleuchten.

Hierzu wurde die Assoziationsungewöhnlichkeit der ersten 14 Assoziationen im Verlauf für die drei Kreativgruppen verglichen. Es ist anzumerken, dass die Reliabilität der Assoziationsungewöhnlichkeit mit zunehmender Position im Verlauf geringer wird, da hohe Assoziationszahlen von zunehmend weniger Personen erzielt wurden. Der Rang 14 wurde hier gewählt, da immerhin mindestens 30 Personen pro Untersuchungsgruppe in mindestens einem Assoziationsverlauf mindestens 14 Assoziationen produzierten und somit eine hinreichend reliable Erfassung für die ersten 14 Einfälle gegeben scheint. Eine Varianzanalyse bestätigt die Zunahme der Assoziationsungewöhnlichkeit über den Verlauf der Assoziationen ($F_{11.36,1522.64} = 139.79, p < .01$; Freiheitsgrade hier und im Folgenden wo angebracht nach der Greenhouse-Geisser Methode korrigiert; Bonferroni-Posttests). Wie in Abbildung 10 ersichtlich finden sich jedoch weder differentielle Gruppenunterschiede ($F_{2,134} = 0.46, ns.$) noch eine Interaktion der Faktoren ($F_{22.73,1522.64} = 1.08, ns.$).

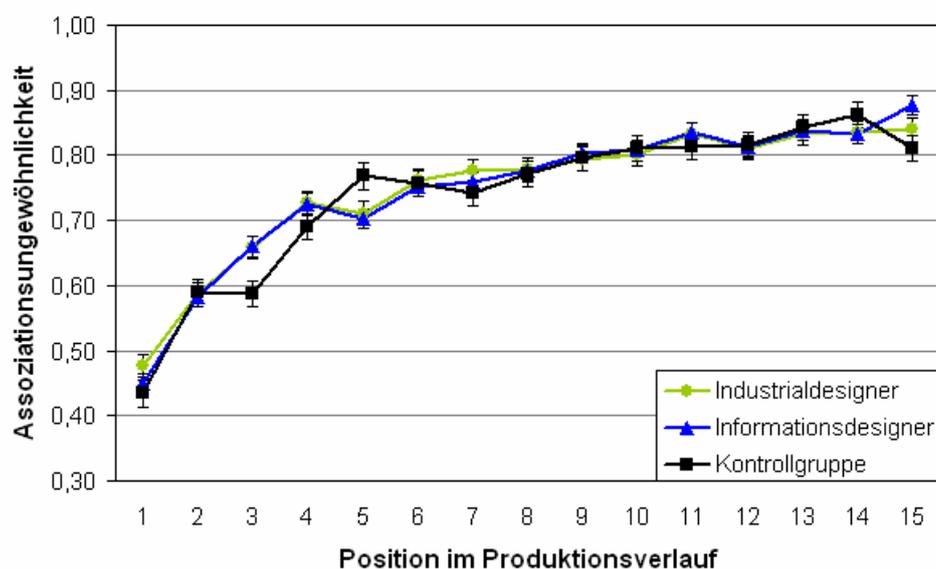


Abbildung 10: Mittlere Assoziationsungewöhnlichkeit in Abhängigkeit von der Position im Assoziationsverlauf

2.3 Diskussion

Das Ziel dieser Studie war es Indikatoren der Assoziationsfähigkeit zu identifizieren, zu diskriminieren und deren Validität im Hinblick auf DD und Kreativität in einem weiteren Sinne zu überprüfen. Zu diesem Zweck wurden vier zum Teil neue Assoziationsaufgaben eingesetzt und zusammen mit einem Standardmaß des DDs erhoben. Diese Aufgaben wurden drei Untersuchungsgruppen, zwei Kreativgruppen und einer Kontrollgruppe, zur Bearbeitung vorgegeben.

Die drei Untersuchungsgruppen sind Studierendestichproben und zeigen erwartungsgemäß eine hohe Vergleichbarkeit im Hinblick auf allgemeine demografische (z.B. Alter oder Ausbildungsstand) und kognitive Merkmale (z.B. Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit oder verbale Intelligenz). Dass die Kreativgruppen eine höhere figurale Intelligenz aufwiesen, kann auf den Umstand zurückgeführt werden, dass ein Test zur figuralen Intelligenz auch ein Teilkriterium des Zulassungsverfahrens zu den Studiengängen Informationsdesign und Industrial-Design darstellt. Die Zusammenhänge von figural-räumlicher Intelligenz mit den verwendeten Assoziationsmaßen und den Maßen zum divergenten Denken sind allerdings äußerst gering. Zudem unterschieden sich die Gruppen nicht in verbaler Intelligenz, sodass den Unterschieden in der figuralen Intelligenz wohl nur eine sehr begrenzte Bedeutung für die Interpretation der weiteren Ergebnisse beigemessen werden muss.

Im Hinblick auf die Persönlichkeitsstruktur der Untersuchungsgruppen zeigt sich als stärkster Effekt eine höhere Offenheit für neue Erfahrungen der Kreativgruppen. Gerade diese Persönlichkeitsdimension wurde bereits häufig mit Kreativität in Beziehung gebracht (Feist, 1998; King, McKee Walker & Broyles, 1996; Fink et al., 2006). Die beiden Kreativgruppen weisen des Weiteren signifikant höhere Ausprägungen bei den miterhobenen Kreativitätsmaßen, und hierbei sowohl bei den Selbstbeurteilungsinstrumenten (Kreativitätsanforderungen des Studiums, Ideenflüssigkeit und Kreativität der eigenen Person) als auch beim Test zum DD auf. Beim Test zum DD offenbaren sich zudem Fähigkeitsunterschiede innerhalb der beiden Kreativgruppen: die Ideenflüssigkeit und -originalität von Industrial-Designern ist nicht nur signifikant höher als die der Kontrollgruppe, sondern auch als die der Informationsdesigner. Somit könnte der hoch-selektive Studiengang der Industrialdesigner (16 aufgenommene Studierende pro Jahrgang) gegenüber dem weniger selektiven Studiengang der Informationsdesigner (45 aufgenommene Studierende pro Jahrgang) innerhalb der Kreativgruppen als Gruppe höherer Expertise bezeichnet werden.

Insgesamt kann die Gruppenauswahl als sehr erfolgreich betrachtet werden; es sei an dieser Stelle aber auch darauf hingewiesen, dass es sich insgesamt um eine heterogene Stichprobe handelt, sodass mit einer gewissen Überschätzung von korrelativen Zusammenhängen und insbesondere der Reliabilität im Vergleich zu Normalstichprobe zu rechnen ist.

Im Folgenden sollen erst allgemeine Erfahrungen im Einsatz der neuen Assoziationsaufgaben angesprochen werden und dann auf deren Validität eingegangen werden.

2.3.1 Einsatz neuer Assoziationsaufgaben

Wie bereits in den vorangegangenen Abschnitten erwähnt, konnte bei der Konstruktion der Assoziationsaufgaben und der vorgeschlagenen Auswertung nur zu begrenzten Teilen auf Vorlagen in der Literatur zurückgegriffen werden. Der Einsatz der Aufgaben in der vorgestellten Form erbrachte interessante Erfahrungswerte, welche hier kurz besprochen werden sollen.

Ganz allgemein zeigte sich, dass die verwendeten Instruktionen sehr gut funktionierten. Sie führten zu praktisch keinen Rückfragen und hatten instruktionsgemäßes Antwortverhalten zur Folge. Die gewählte Bearbeitungsdauer von 60 Sekunden pro Item führte zu im Mittel neun bis 15 Antworten bei sehr vergleichbaren Streuungen. Bei den Aufgaben AL und AK wurden bei einzelnen Items in der vorgegebenen Zeit bis zu 27 Antworten (Maximum) produziert, bei den Aufgaben KA und NA wurden maximal 25 Antworten produziert. Bei einer Bearbeitungszeit von 60 Sekunden entspricht dies einer Produktionszeit von nur mehr etwa zwei Sekunden pro Idee. Es ist anzumerken, dass bei dieser hohen Bearbeitungsgeschwindigkeit die Auswertung durch mangelnde Leserlichkeit beeinträchtigt werden kann. Da im Antwortformular nur Antwortfelder für 25 Antworten vorgesehen waren, musste in Einzelfällen sogar am unteren Seitenrand weiter geschrieben werden. Dies war aber in Summe nur in vier von 3600 bearbeiteten Items (0.1%) der Fall, und erscheint daher unbedenklich. Bei einem weiteren Einsatz insbesondere mit Kreativgruppen könnte überlegt werden zumindest 30 Antwortfelder pro Item vorzusehen um einem Deckeneffekt auf Grund der eingeschränkten Antwortmöglichkeiten vorzubeugen.

Wie in Abschnitt 2.2.2.1 dargestellt, kann für die vier Assoziationsaufgaben ein deutlich unterschiedliches Antwortverhalten über die Zeit hinweg festgestellt werden. Bei den Aufgaben AL und KA zeigte sich eine deutliche Abnahme der Produktionsrate während der Bearbeitung eines Items (von der ersten zur zweiten Hälfte), jedoch keine systematische Veränderung über die sechs Items hinweg. Bei den beiden Aufgaben mit Kettenbildung (KA und NA) hingegen ist eine kontinuierliche Abnahme der Antworthäufigkeiten vom ersten bis zum sechsten Item zu beobachten, während die Abnahme der Produktionsrate über die Zeit wesentlich geringer ist als bei AL und KA. Dieser Effekt lässt sich möglicherweise durch das von McEvoy und Nelson (1982) beschriebene Prinzip der *Abrufhemmung* (retrieval inhibition) erklären. Dieses Prinzip besagt im Wesentlichen, dass der Abruf beim kontinuierlichen Assoziieren zunehmend gehemmt wird, und zwar durch die immer größer werdende Anzahl an Assoziationen, die bereits produziert wurden, und nun nicht noch einmal produziert werden sollen (beim kontinuierlichen Assoziieren soll jeder Begriff höchstens einmal genannt wer-

den). Dies spielt naturgemäß eine große Rolle, solange eine Abrufleistung unter gleichen Voraussetzungen (selber Stimulus als Assoziationsausgangspunkt) abläuft, wie es bei AL und KA der Fall ist. Eine zunehmende Abrufhemmung führt dann zu einer stetigen Abnahme der Produktionsrate. Bei einer Kettenbildung hingegen ändert sich der Ausgangspunkt für die nächste Assoziation ständig, und somit sind zuvor genannte Assoziationen in der jeweils neuen Situation meist nicht mehr relevant und müssen nicht gehemmt werden. Dies hätte zur Folge, dass es hier im Bearbeitungsverlauf eines Items zu keiner nennenswerten Zunahme der Abrufhemmung kommt, was erklären könnte, warum die entsprechenden Produktionsraten bei AK und NA im Verlauf der Bearbeitung eines Items kaum geringer wurden. Andererseits erscheinen die Anforderungen bei Aufgaben mit Kettenbildung über Items hinweg ähnlicher als bei Aufgaben ohne Kettenbildung. Beim Bilden assoziativer Ketten geht es zu jedem Zeitpunkt nur darum eine nahe (AK) oder ferne Assoziation (bzw. Nicht-Assoziation; NA) zum letzten Begriff zu bilden. Dies kann man sich insbesondere im letzteren Fall als einen vergleichsweise ungerichteten Prozess vorstellen, bei dem auf allgemeine, leicht zugängliche Gedächtnisinhalte oder aktuell saliente Reize mit höherer Wahrscheinlichkeit zugegriffen wird. Unter der vermutlich implizit wahrgenommenen Vorgabe (nur bei der Aufgabe NA wurde dahingehend auch explizit instruiert) auch über die Items einer Aufgabe hinweg gleiche Antworten zu vermeiden, könnte dies zum Aufbau einer leichten Abrufhemmung über die Items hinweg und somit zur beobachteten Abnahme der Produktionsrate vom ersten zum letzten Item einer Aufgabe führen. Während also bei Aufgaben ohne Kettenbildung bei jedem Item auf kleinere, aber dafür quasi disjunkte Antworträume zurückgegriffen wird (und diese im Verlauf eines Items zunehmend ausgeschöpft werden), so wird bei Aufgaben mit Kettenbildung auf die gleichen, wenn auch umfangreicheren Ressourcen zurückgegriffen. Diese werden auf Grund des größeren Umfangs langsamer ausgeschöpft, aber es müsste sowohl im Verlauf eines Items, als auch über Items hinweg eine stetig zunehmende Abrufhemmung stattfinden, die sich in stetig sinkenden Produktionsraten – wie hier beobachtet – äußern würde.

Natürlich können diese Effekte in ganz ähnlicher Argumentationsweise alternativ durch eine Abnahme der verbleibenden, noch nicht genannten Antworten im Sinne von Bousfield und Sedgewick (1944) und den damit verbundenen höheren Abrufzeiten erklärt werden. Dieser Erklärungsansatz scheint jedoch zutreffender, um die Effekte bei enger umgrenzten Antworträumen (z.B. nenne verschiedene Automarken) und höherer Bearbeitungsdauer (z.B. mehr als zehn Minuten) zu erklären, da es in diesem Fall eher zu einer merklichen Ausschöpfung der verfügbaren Antworten kommt.

Laut subjektiven Rückmeldungen nach dem Versuch wurde die Aufgabe NA von allen vorgegebenen Aufgaben als eindeutig am *schwersten* bezeichnet. Auch wenn bei der Aufgabe NA mit durchschnittlich zehn Antworten pro Minute geringfügig mehr produziert wurde

als bei der Aufgabe KA (neun Antworten pro Minuten), so wurde die Anforderung, sich in jedem Schritt vom eben gefundenen Begriff inhaltlich wieder bestmöglich zu distanzieren, als *kognitiv anstrengend* erlebt. Diese beobachtete Anstrengung könnte ein Ausdruck der besonders hohen Abrufhemmung sein, die sich durch die Natur der Aufgabe ergibt.

Die Aufforderung viele, *verschiedene* Assoziationen oder Ideen zu produzieren bleibt notwendigerweise unkonkret, wenn es um die Frage geht, wie sehr sich Einfälle unterscheiden sollen um dieser Anforderung zu genügen. Beispielsweise produzierte eine Person bei der Aufgabe AL zum vorgegebenen Begriff *Berg* unter anderem folgende Assoziationen: „... 2000er, 3000er, 4000er, 5000er, ...“. Dies ist ein Problem, welches auch bei den Aufgaben zum DD nicht unbekannt ist. So finden sich bei der Aufgaben *Verwendungsmöglichkeiten* für eine Konservendose zuweilen Antwortsequenzen nach dem folgenden Muster: „... als Fußball, als Handball, als Volleyball, als Baseball, ...“. Hierbei wird jeweils ein sehr eng umgrenzter Inhaltscluster erschlossen, was kurzfristig einen zügigen Abruf einer größeren Anzahl von Antworten ermöglicht. Unterschiedliche Strategien beim Ausschöpfen solcher Cluster könnten Auswertungen der Produktionsflüssigkeit verzerren. Eine Sichtung der Einzelantworten zeigt glücklicherweise, dass sich dieses Problem in Grenzen hält, da Personen auf Grund der Instruktion (viele, verschiedene Ideen zu produzieren) im Allgemeinen nur kurzfristig bestrebt sind die Produktionsmenge zu maximieren und bald (also noch bevor Inhaltscluster ausgeschöpft sind) wieder auf eine Erhöhung der Verschiedenheit ihrer Produktionen abzielen. Dennoch bleibt diese Strategie ein grundsätzliches Problem für rein quantitative Produktivitätsmaße. Bei einer Auswertung der Produktionsflexibilität hingegen (vgl. AK und NA) kann es anteilig berücksichtigt werden, da ja hier gerade die Verschiedenheit aufeinander folgender Nennungen in der Auswertung berücksichtigt wird. Bei den Kettenaufgaben konnte jedoch die Anwendung weiterer Antwortstrategien beobachtet werden. So wurde anhand der Antworten offensichtlich, dass manche Personen sich zeitweise auf zwei verschiedene Themenbereiche konzentrierten, um abwechselnd daraus Instanzen abzurufen (etwa „...Stuhl, Straße, Tisch, Straßenbahn, Zimmer, Auto,...“). Solchen Antwortstrategien könnte einerseits durch noch umfangreichere Instruktionen, oder durch aufwändigere Auswerteprozeduren begegnet werden. Der denkbare Idealfall, eine objektive Quantifizierung der Dimensionalität des durch eine Antwortmenge aufgespannten semantischen Raums, ist in dieser Form bekanntermaßen nicht möglich (weil semantische Inhalte keiner Metrik genügen und somit keinen Raum aufspannen können; vgl. Griffiths et al., 2007; Tversky et al., 1982); auch sind bis dato keine hinreichend ökonomischen Alternativen bekannt.

Die qualitative Auswertung der vier Assoziationsaufgaben (vgl. Abschnitt 2.2.2.2) basiert auf einer Gewichtung einzelner Antworten im Hinblick auf das zu messende Konstrukt. Von den Antworten der Aufgabe AL sollten zwei Maße, nämlich Assoziationsflüssigkeit (A-Flu)

und Assoziationsungewöhnlichkeit (A-Ung), abgeleitet werden. Die A-Ung wurde hierbei als Summe der quadrierten relativen Seltenheit einzelner Antworten berechnet. Es zeigte sich, dass das so entstehende Maß extrem hoch mit der zu Grunde liegenden Antwortmenge (A-Flu) korreliert ist. Dies liegt zum einen daran, dass bei der hohen Antwortvielfalt, die in einer Minute kontinuierlichem Assoziieren entsteht, die meisten Antworten nur sehr geringe relative Auftretenshäufigkeiten besitzen und daher zu hohen Ungewöhnlichkeitswerten (meist $> .90$) führen. Selbst Assoziationsnormen die üblicherweise nur die erste (primäre) Assoziation erfassen, weisen eine beträchtliche Antwortvielfalt und Anzahl an Einzelnennungen auf. Wenn nun die Gewichte (Ungewöhnlichkeitswerte) häufig nahe eins liegen, unterscheidet sich das gewichtete Maß (A-Ung) kaum vom ungewichteten Maß (A-Flu) und dies resultiert in einer extrem hohen Korrelation dieser beiden Maße. Auch die Berechnung einer mittleren Ungewöhnlichkeit dürfte noch hoch mit A-Flu korreliert sein, da viele Antworten quasi notwendigerweise auch viele Antworten mit Gewichten nahe eins bedeutet und somit den Mittelwert gleichfalls beeinflusst. Aus diesem Grund konnte bei der Aufgabe AL nicht wie geplant neben der A-Flu auch die A-Ung als weiteres, unabhängiges Maß erfasst werden. Es wäre denkbar ein solches Maß durch Konstanthaltung der herangezogenen Assoziationsanzahl zu bestimmen, etwa anhand der mittleren A-Ung der ersten Assoziation oder der ersten zwei Assoziationen. In einer post hoc durchgeführten Analyse zeigt sich, dass die Assoziationsungewöhnlichkeit der ersten Assoziation über sechs Items hinweg keine interne Konsistenz (*Cronbachs* $\alpha = .00$) aufweist. Es kann angenommen werden, dass sich auch bei Hinzunahme späterer Assoziationen kein hinreichend reliables Maß ergibt. Somit erfolgte bei dieser Aufgabe nur eine Auswertung der A-Flu. Dieses Maß weist eine sehr zufrieden stellende interne Konsistenz (*Cronbachs* $\alpha = .92$) auf.

Bei den verbleibenden drei Assoziationsaufgaben war von vornherein keine Doppelauswertung geplant. Bei der Aufgabe KA sollten Assoziationen zu zwei unzusammenhängenden Begriffen gefunden werden und es wurde die Originalität dieser assoziativen Verknüpfungen bewertet. Eine faktorielle Analyse zeigte, dass sich die (drei) Originalitätsbeurteilungen pro Items zu eigenen Faktoren zuordnen. Auch wenn bei der Stimulusauswahl der Versuch unternommen wurde sehr allgemein gebräuchliche Begriffe einzusetzen, so kann dieses Ergebnis doch ein Hinweis auf mögliche Besonderheiten der beiden für die Analyse verwendeten Items (*Urlaub – hoch* und *Luft – rund*) sein. Wenn etwa durch auf die Items bezogene domänenspezifische Kenntnisse Vorteile entstehen, kann dies dazu führen, dass hohe Leistungen bei einem Item nicht notwendigerweise mit hohen Leistungen beim anderen Item einhergehen. Diese Annahme müsste aber selbstverständlich erst an einer größeren Auswahl von Items geprüft werden. Der durch das Ladungsmuster angedeutete geringe Zusammenhang beider Items führt schließlich trotz hoher Interraterreliabilität zu einer nur moderaten internen Konsistenz über alle sechs Schätzer hinweg (*Cronbachs* $\alpha = .82$). Eine Überprüfung

der Retestreliaibilität dieser Aufgabe könnte weiteren Aufschluss darüber geben, ob es sich bei der A-Org möglicherweise um ein wenig homogenes, facettenreiches Konstrukt handelt, das notwendigerweise eine geringe interne Konsistenz aufweist, welches aber dennoch reliabel (im Sinne der Messgenauigkeit) erfasst werden kann, oder eben nicht.

Die qualitative Auswertung der AK weist auf sehr zufrieden stellende Testgüte hin. Der Zusammenhang des qualitativen Maßes mit der Antwortzahl war erwartet hoch ($r = .60$). Eine hohe interne Konsistenz der zu Grunde liegenden Antworthäufigkeiten und eine hohe Interraterreliabilität führten zu einer auf sechs Schätzern basierenden sehr zufrieden stellenden internen Konsistenz von *Cronbachs* $\alpha = .92$. Ganz ähnlich verhält es sich für die Aufgabe NA, bei welcher der Zusammenhang mit dem Flüssigkeitswert extrem hoch ausfällt ($r = .97$). Die qualitative Gewichtung der Einzelantworten führte hier sogar zu einer marginalen Erhöhung (jedenfalls keiner Reduktion) der internen Konsistenz gegenüber den reinen Antworthäufigkeiten (von *Cronbachs* $\alpha = .96$ auf *Cronbachs* $\alpha = .97$). Der extrem hohe Zusammenhang zwischen quantitativem und qualitativem Maß bei der NA ist das Ergebnis eines sehr instruktionskonformen Antwortverhaltens, das dazu führt, dass die Beurteilungen der semantischen Unähnlichkeit fast immer den Maximalwert annehmen. Für den weiteren Einsatz dieser Aufgabe könnte daher überlegt werden, die Auswertung zu vereinfachen. So könnte anstelle einer differenzierten Beurteilung aller Antworten nur ein Ausschluss von ungültigen Antworten erfolgen, die also keine hinreichende semantische Unähnlichkeit aufweisen. In manchen Fällen wäre auch zu überlegen auf den geringen Gewinn der qualitativen Beurteilung aus Gründen der Ökonomie ganz zu verzichten.

2.3.2 Validität der Assoziationsleistungen

Im Rahmen dieser Studie wurde der Versuch unternommen vier verschiedene Aspekte der Assoziationsfähigkeit zu erfassen. In vorangegangenen Abschnitten konnte gezeigt werden, dass eine reliable Messung durch die vier verwendeten Aufgaben weitgehend möglich ist. Im Weiteren soll der Frage nachgegangen werden, ob für diese vier Maße bedeutsame Validität im Hinblick auf Kreativität nachgewiesen werden kann und in wie weit deren Beiträge diskriminierbar sind.

Die zahlreichen miterhobenen Maße ermöglichen einen Blick auf die Konstruktvalidität der Assoziationsmaße (siehe Abschnitt 2.2.3.1). Hohe positive Zusammenhänge (Korrelationen im Bereich von .50 oder höher) mit den Maßen des DDs und substanzielle positive korrelative Zusammenhänge (häufig .30 oder höher) mit der Wortflüssigkeit, den Maßen zur selbstbeurteilten Kreativität und dem Persönlichkeitsmerkmal Offenheit für neue Erfahrungen sind deutliche Hinweise für die konvergente Validität der Assoziationsmaße. Demgegenüber liegen die korrelativen Zusammenhänge mit Maßen der Intelligenz und der Informations- und Schreibgeschwindigkeit allesamt im Bereich zwischen .00 und .30 und weisen somit auch

auf eine zufrieden stellende diskriminante Validität der Assoziationsmaße hin. Dies konnte weiter durch faktoranalytische Ergebnisse bekräftigt werden, wonach die Assoziationsmaße auf einem gemeinsamen Faktor mit Maßen des DD laden, während Intelligenz- und Geschwindigkeitsmaße eigene, dazu nur gering korrelierte Faktoren bilden.

Die hohen Zusammenhänge mit Maßen des DDs könnten mitunter natürlich auch auf die hohe Ähnlichkeit der Aufgabenanforderungen (Zeitbegrenzung; Instruktion viele, verschiedene Einfälle zu produzieren) zurückgeführt werden. Diese Aufgabenähnlichkeit liegt gewissermaßen in der Natur des Versuchs elementare Aspekte der übergeordneten Fähigkeit zu erfassen. Die genannten zentralen Gemeinsamkeiten werden jedoch unter anderem durch die Maße der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit (IVG) und der Schreibgeschwindigkeit (SG) miterfasst. Eine post hoc berechnete Partialkorrelation der Assoziationsmaße mit den miterhobenen Maßen unter Konstanthaltung von IVG und SG ist gegenüber den ursprünglichen Korrelationen mit Maßen zum DD im Mittel nur um .01 verringert; die entsprechenden Korrelationen mit Maßen zur Wortflüssigkeit und Intelligenz verringern sich demgegenüber im Mittel um .03. Somit stellen IVG und SG keine bedeutsamen Faktoren zur Aufklärung gemeinsamer Varianz von Assoziationsfähigkeit und DD dar.

Für Maße der Kreativität und der Intelligenz werden häufig Zusammenhänge im Bereich .20 bis .40 berichtet (Rindermann & Neubauer, 2004; Schoppe, 1975; Torrance, 1974; im Überblick Faccaoru, 1985 oder Sternberg & O'Hara, 1999), die bei hoher Ähnlichkeit der Testbedingungen (für Kreativität und Intelligenz) im Allgemeinen höher ausfallen. Die hier gefundenen Zusammenhänge liegen somit noch im unteren Bereich der zu erwartenden Größenordnung und sprechen somit nicht gegen das Vorliegen diskriminanter Validität der Assoziationsmaße.

Insgesamt weisen Assoziationsmaße und die Maße des DD ein bemerkenswert vergleichbares Korrelationsmuster zu den miterhobenen Maßen auf. Die korrelativen Zusammenhänge der Assoziationsmaße sind nur geringfügig höher zu den Intelligenz- und Geschwindigkeitsmaßen, aber auch zum Persönlichkeitsfaktor Offenheit. Diese leicht erhöhten Zusammenhänge können ein Ergebnis der direkteren Erfassung elementarkognitiver Prozesse oder einfach der hohen Reliabilität der Assoziationsmaße sein. Zu Beginn der Studie wurde überlegt die diskriminante Validität der vier Assoziationsmaße (A-Flu, A-Flx, A-Org und Diss) im Hinblick auf eine separate Auswertung des DD nach I-Flu, I-Flx und I-Org zu überprüfen. Der hohe korrelative Zusammenhang von I-Flu und I-Org, sowie die mangelnde Verfügbarkeit einer zuverlässigen Auswertungsmöglichkeit der I-Flx machten dieses Vorhaben allerdings hinfällig.

Die Unterschiede in den Korrelationsmustern der einzelnen Assoziationsmaßen sind äußerst gering und weisen auf eine bedeutsame gemeinsame Varianz hin. Auffällig ist jedoch einerseits der erhöhte Zusammenhang von A-Flu und der SG, der darauf zurück geführt

werden kann, dass es bei der Bearbeitung der AL (und selbstverständlich bei SG) häufig zu keinen nennenswerten Schreibpausen kam, da während dem Schreiben bereits weitere Assoziationen zur Verfügung standen und somit die Produktionsmenge durchaus durch die Schreibgeschwindigkeit begrenzt wurde. Gerade für diese Aufgabe wäre auch eine mündliche Bearbeitungsform vorteilhaft, insbesondere wenn ohnehin nur eine Auswertung der Assoziationsmenge vorgesehen ist. Darüber hinaus weist das Maß der Diss ein etwas abweichendes Korrelationsmuster auf, das durch vergleichbar hohe Zusammenhänge mit den Maßen des DD, geringere Zusammenhänge mit den Selbstbeurteilungsmaßen und die Abwesenheit signifikanter Zusammenhänge mit den Intelligenz- und Geschwindigkeitsmaßen gekennzeichnet ist. Die fehlenden Zusammenhänge mit Intelligenzmaßen könnten darauf zurückzuführen sein, dass das Prinzip des ständigen sich Lösens vom aktuellen Problem ein nahezu perfektes Gegenverhalten zum bei Intelligenzaufgaben geforderten konvergenten Denken darstellt. Man könnte vielleicht sogar behaupten, dass bei dieser Aufgabe eine Form von *reinem* divergentem Denken (bzw. Assoziierens) gefordert ist. Denn bei der NA kann und soll jede Antwort auf keine vorangegangene bezogen sein. Jede andere gängige offene Aufgabe erfordert durch die Bedingungen der Instruktion zumindest eine gewisse, minimale Bezogenheit auf den vorgegebenen Stimulusbegriff (und somit einer Form von Richtigkeit) der Antworten, was als Teilanforderung an das konvergente Denken gewertet werden könnte.

Die hohen korrelativen Zusammenhänge von Assoziationsleistungen und DD lassen es möglich erscheinen, dass erstere valide Teilprozesse des DDs erfassen. Die regressionsanalytische Betrachtung zeigte weiters, dass die Maße Diss, A-Flu und A-Fix bedeutsame Prädiktoren für die Leistung beim DD darstellen (siehe Abschnitt 2.2.3.2). Obwohl diese Maße im Bereich von .37 bis .56 interkorrelieren, tragen sie laut dem Ergebnis der Regressionsanalyse signifikante, unabhängige Anteile zur Aufklärung der Varianz beim DD bei und setzen sich dabei gegen viele alternative potenzielle Prädiktoren (wie Intelligenz und Geschwindigkeitsmaße) durch. Dieses Ergebnis ist somit auch ein erster Hinweis auf diskriminierbare Validitätsanteile der Assoziationsaufgaben im Hinblick auf DD. Von den vier Assoziationsmaßen wurde nur A-Org nicht in das Modell aufgenommen. Eine mögliche Erklärung dafür könnte sein, dass das sinnhafte Verknüpfen von zwei Begriffen zu einer möglichst originellen Lösung eine vergleichsweise komplexe Leistung darstellt. Dies zeigt sich auch daran, dass bei dieser Assoziationsaufgabe die geringste Anzahl an Antworten pro Zeit produziert wurde (siehe Abschnitt 2.2.2.1). Auch wenn diese Aufgabe scheinbar ebenfalls auf der elementaren Basis von Assoziationen operiert, so erfordert die gefragte Leistung weit mehr als basales Assoziieren und kommt damit den Aufgabenanforderungen der Aufgaben zu DD schon sehr nahe. Die Varianz dieser Aufgabe wird möglicherweise bereits durch die drei e-

lementareren Aufgaben aufgeklärt und leistet daher keinen zusätzlichen Beitrag mehr zur Aufklärung von DD.

Die Validität der Assoziationsleistungen kann aber nicht allein im Hinblick auf DD angenommen werden, denn es finden sich auch signifikant höhere Assoziationsleistungen der Kreativgruppen im Vergleich zur Kontrollgruppe (siehe Abschnitt 2.2.3.2). Somit wird nicht einfach nur der Zusammenhang von hoher Produktivität beim Assoziieren mit hoher Produktivität beim DD hergestellt, sondern auch der Zusammenhang zu einem per se quantitativ unabhängigen Kriterium, nämlich der Zulassung zu einem selektiven Kreativitätsstudiengang. Es handelt sich hierbei um ein denkbar aufwändig erfasstes, valides und unabhängiges Kriterium, welches die erfahrene Expertenbeurteilung von bisherigen kreativen Produkten der betreffenden Personen und persönliche Auswahlgespräche umfasst, sich jedoch an keinem der in dieser Untersuchung eingesetzten Tests (mit Ausnahme des Tests zur figuralen Intelligenz) orientiert. Die auf diese Weise gewonnenen Kreativgruppen zeigen eine höhere Assoziationsflüssigkeit; aber auch in den qualitativen Maßen zeigen sie höhere Leistungen. Das Ergebnis erhöhter Assoziationsflüssigkeit kreativer Personen steht im Einklang mit zahlreichen bisherigen Befunden (Levin, 1971; Mednick et al., 1964; Piers & Kirchner, 1971). Die Effektstärken der Gruppenunterschiede bei den einzelnen Assoziationsmaßen sind etwa gleich hoch wie die Effektstärken der Gruppenunterschiede beim DD. Bei den Maßen zum DD weist die besonders selektive Kreativgruppe der Industrial-Designer sogar höhere Werte auf als die weniger selektive Kreativgruppe der Informationsdesigner. Diese Differenzierung innerhalb der Kreativgruppen findet sich bei den Assoziationsleistungen nur beim Maß Diss wieder. Die Industrial-Designer haben hier signifikant höhere Leistungen als Informationsdesigner und Kontrollgruppe, während letztere sich nicht signifikant unterscheiden. Somit erscheint es, dass NA eine im testtheoretischen Sinne schwierige Aufgabe ist und dass das resultierende Maß Diss vor allem im oberen Leistungsbereich (etwa zur Unterscheidung von kreativen und sehr kreativen Personen) differenziert. Die genannten Gruppeneffekte für die Maße A-Org, A-Flx und Diss haben mit Einschränkung sogar noch Bestand, wenn dabei der Einfluss der A-Flu kontrolliert wurde. Dies ist ein weiterer Hinweis für eine diskriminierbare Validität der drei Assoziationsmaße in diesem Fall gegenüber der A-Flu.

Als Fazit kann festgehalten werden, dass für die hier eingesetzten Assoziationsmaße auf verschiedene Weise Belege für die Validität im Hinblick auf die Fähigkeit zum divergenten Denken aber auch kreativer Leistungsfähigkeit gesammelt werden konnte. Dies geschah einerseits anhand korrelativer und faktoranalytischer Nachweise konvergenter und diskriminanter Konstruktvalidität, und andererseits anhand der gezeigten experimentellen Kriteriumsvalidität (Vergleich von Kontrollgruppe und Kreativgruppen). Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass vor allem mit den Aufgaben AL, AK und NA Teilprozesse des DDs erfasst werden können. Die basalen Anforderungen dieser Aufgaben ermöglichen es relevante Teilfä-

higkeiten der komplexeren Prozesse beim DD zu differenzieren. Dies ist einerseits die Fähigkeit eines schnellen, ungehemmten, umfangreichen Zugriffs auf viele, verschiedene relevante assoziative Elemente, die sich im Maß der Assoziationsflüssigkeit (A-Flu) äußert. Andererseits scheint beim DD auch eine Fähigkeit beteiligt zu sein, sich von zuvor aktiven Inhalten lösen zu können. Es handelt sich hierbei um eine Flexibilität des Denkens, welche mutmaßlich sowohl auf spontane (A-Fix) als auch auf willkürliche (Diss) Weise angetrieben werden kann. Diese beiden Formen von Flexibilität entsprechen in erstaunlicher Weise den von Guilford identifizierten Formen spontaner und adaptiver Flexibilität (siehe Abschnitt 1.1.1). Diss könnte eine bedeutsame Rolle beim kreativen Denken unter (Zeit-) Druck (vgl. *creativity under the gun*; Amabile, Hadley & Kramer, 2002) spielen. Es wäre denkbar, dass diese Fähigkeit vor allem bei professionellen Kreativschaffenden ausgeprägt ist, welche in der Lage sind (oder sein müssen) auch unter nicht kreativitätsförderlichen Bedingungen hoch kreative Leistungen abrufen zu können.

2.3.3 Kontinuierliches Assoziieren in Abhängigkeit von Kreativität

In einer speziellen Auswertung der Assoziationsmenge und der mittleren Assoziationsungewöhnlichkeit beim kontinuierlichen, freien Assoziieren (AL) wurden die Annahmen Mednicks geprüft. Es zeigte sich, dass kreative Personen sowohl in den ersten als auch zweiten 30 Sekunden schneller assoziieren, als weniger kreative Personen. Es gibt also keinen Hinweis darauf, dass kreative Personen anfangs langsamer assoziieren. Aber die zeitliche Auflösung dieser Analyse ist natürlich sehr begrenzt und Mednick macht keine genauen Aussagen darüber, in welchem Zeitraum ein langsames Assoziieren kreativer Personen zu beobachten sein sollte. Vielmehr steht der hier gefundene zeitunabhängige Vorteil in der Assoziationsgeschwindigkeit durchaus im Einklang zu Mednicks eigenen empirischen Befunden (Mednick et al., 1964). Des Weiteren findet sich erwartungsgemäß ein klarer Trend, dass die mittlere Ungewöhnlichkeit von Assoziationen über die Zeit und insbesondere auch über die Verlaufspostion hinweg zunimmt. Bei festgelegter Verlaufspostion findet sich hierbei kein Unterschied zwischen kreativen und weniger kreativen Personen, ein Befund von dem etwa auch Olczak und Kaplan (1969) berichteten. Berechnet man aber die mittlere (oder summierte) Ungewöhnlichkeit für einen festen Zeitraum (z.B. 30 s) so zeigt sich eine höhere Ungewöhnlichkeit für kreative Personen. Dies kann somit dadurch erklärt werden, dass eine bestimmte Verlaufspostion von kreativen Personen auf Grund der höheren Assoziationsflüssigkeit bereits zu einem früheren Zeitpunkt erreicht wird. Dadurch fließen bei kreativen Personen bei einer Auswertung mit festgelegtem Zeitraum (nicht festgelegter Verlaufspostion) mehr Assoziationen und auf Grund des monotonen Verlaufstrends der Ungewöhnlichkeit somit im Mittel auch ungewöhnlichere Assoziationen ein. Davon ist nicht nur die Summenbildung über Assoziationen hinweg betroffen sondern eben auch der Mittelwert.

Dieses Ergebnis legt also nahe, dass nicht nur quantitative sondern auch scheinbare qualitative Leistungsunterschiede beim freien Assoziieren von kreativen und weniger kreativen Personen allein durch Unterschiede in der Assoziationsflüssigkeit erklärt werden können. Um zur Terminologie Mednicks zurückzukehren, müsste man nun versuchen interindividuelle Unterschiede in der Assoziationsgeschwindigkeit mit dem Konzept der Assoziationsstärke zu erklären. Da dieses Maß im Allgemeinen nur eine ordinale Reihung von Assoziationsstärken bietet, ist es jedoch eher dazu geeignet intraindividuelle Unterschiede abzubilden und daher etwa die Reihenfolge der Assoziationsproduktion vorherzusagen, nicht aber deren absolute Geschwindigkeit. Im Grunde können zur Erklärung von globalen Unterschieden in der Produktionsgeschwindigkeit alle jene Mechanismen in Betracht gezogen werden, die bei Abruf und Produktion einer Assoziation ständig direkt oder moderierend beteiligt sind. Es sei daran erinnert, dass sich keine Gruppenunterschiede in der IVG und der SG zeigten, weswegen diese basalen Merkmale hierfür keinen besonderen Beitrag zu leisten scheinen. Als relevant könnte hingegen ein Prozess bewusster oder vorbewusster Kontrolle von Antwortmöglichkeiten angenommen werden, der je nach Ausprägung deutlichen Einfluss auf die Produktionsgeschwindigkeit nimmt. Ein solcher bewertender (hemmender) Prozess könnte einerseits von unterschiedlicher Dauer (in Abhängigkeit von der Genauigkeit) sein, oder auch zu häufigerem Verwerfen von abgerufenen Elementen führen, was in jedem Fall die Produktionsrate verlangsamen würde. Wäre dieser Prozess der kognitiven Hemmung hingegen geringer ausgeprägt hätte dies eine schnellere Produktionsrate zur Folge. Eine solche Kontrollinstanz könnte Regionen des Frontalkortex zugeordnet werden (vgl. Dietrich, 2004b). Es ist zu beachten, dass dieser Erklärungsansatz nun auf interindividuellen Unterschied in der top-down Kontrolle des Abrufprozesses (beziehungsweise allgemeiner des Produktionsprozesses) basiert und nicht mehr auf der Annahme von Unterschieden in der strukturellen Organisation des Gedächtnisses.

Bereits Guilford vermutete, dass Personen mit höherer Ideenflüssigkeit auch mit höherer Wahrscheinlichkeit bedeutsame (significant) Ideen hervorbringen (siehe Abschnitt 1.1.1). Dieser probabilistische Zusammenhang gilt natürlich insbesondere dann, wenn die Wahrscheinlichkeit für bedeutsame Ideen direkt mit der Anzahl produzierter Ideen zunimmt. Dies konnte im Rahmen dieser Studie nur für die Ungewöhnlichkeit (im Sinne von Seltenheit) von Assoziationen gezeigt werden (die durchschnittliche Ungewöhnlichkeit von Assoziationen nimmt mit der Assoziationsanzahl zu). Auch wenn die Ungewöhnlichkeit (eines Einfalls) nicht mit der Originalität gleichzusetzen ist, so ist doch gemäß den Vermutungen Mednicks die Verfügbarkeit ungewöhnlicher (remote) Assoziationen eine wichtige, vorteilhafte Voraussetzung für die Entstehung origineller Ideen. In diesem Sinne hätten produktive Personen nicht allein auf Grund der höheren Ideenanzahl statistisch höhere Chancen auf originelle Ideen, sondern vor allem weil die hohe Produktivität zur Verfügbarkeit ungewöhnlicherer assoziati-

ver Elemente führt. Somit offenbart sich schließlich auch ein interessanter Erklärungsansatz, wie allein aus quantitativen Vorteilen (Produktivität) auch beobachtbare qualitative Unterschiede (Originalität) entstehen könnten.

3 Experiment II

Im vorangestellten Experiment I wurde die Validität von Assoziationsaufgaben im Hinblick auf DD und kreative Leistungsfähigkeit geprüft. Darauf aufbauend sollen in Experiment II neurophysiologische Korrelate von Assoziationsleistungen untersucht und mit Befunden zum DD in Zusammenhang gebracht werden. Zu diesem Zweck wird die kortikale Aktivierung bei verschiedenen Assoziationsaufgaben, einer Aufgabe zum DD und einer Wortflüssigkeitsaufgabe gemessen. Um differentielle Unterschiede untersuchen zu können werden einerseits die Aufgabenleistungen erfasst, und andererseits der Vergleich einer Kreativgruppe mit einer Kontrollgruppe vorgenommen.

3.1 Methode

3.1.1 Experimentelles Design

Dem Experiment liegt der Vergleich zweier Untersuchungsgruppen zu Grunde. Im Unterschied zu Experiment I wird in diesem Experiment die Gruppenzuordnung anhand der Kreativitätsanforderungen des Berufs (nicht des Studiums) der TeilnehmerInnen operationalisiert. Es handelt sich daher primär wieder um ein quasi-experimentelles between-subject Design. Des Weiteren werden auch aufgabenbezogene Veränderungen der kortikalen Aktivität einzelner Aufgaben untersucht, weswegen natürlich auch within-subject Vergleiche beteiligt sind.

3.1.2 Stichprobe

Die Rekrutierung erfolgte zum einen über ein Inserat in der Hauszeitung der Wirtschaftskammer Österreich (WKO) *Steirische Wirtschaft*, sowie über ein Inserat in der Onlineausgabe der lokalen Tageszeitung *Kleine Zeitung* unter www.kleinezeitung.at. Um gezielt auch Personen aus Kreativberufen anzusprechen wurden weiters ein Inserat im Online-Portal der Fachgruppe *Werbung & Kommunikation* der WKO geschaltet und ein paar verfügbare Kontakte in der Werbebranche und im Bereich Innovationsmanagement angeschrieben (siehe jeweils im Anhang, B.1 bis B.4). Der Aufruf zur Teilnahme erstreckte sich über den Zeitraum Oktober bis November 2006 und richtete sich an Berufstätige ab 18 Jahren. Gefordert war die Bereitschaft an einer zweistündigen EEG-Testung teilzunehmen. Als Gegenleistung wurde eine individuelle Rückmeldung in Form eines schriftlichen Persönlichkeits- und Kreativitätsprofils geboten.

Die Stichprobe umfasste zunächst 42 Personen, die an der EEG-Untersuchung teilnahmen. Drei Linkshänder wurden von den weiteren Auswertungen ausgeschlossen, da hier die

Interpretation von allfälligen Hemisphärenunterschieden erschwert wäre. Weitere fünf Personen konnten nicht in die Auswertungen einbezogen werden, da sie auf Grund massiver Bewegungsartefakte nicht ein Minimum von fünf verwertbaren Trials in allen fünf Aufgaben aufwiesen (siehe hierzu Abschnitt 3.1.5.3). Somit verblieben 34 Personen, die in die weiteren Analysen eingingen.

Zusätzlich zur Angabe der Berufsbezeichnung verfassten die TeilnehmerInnen eine kurze Berufsbeschreibung. Zehn externe BeurteilerInnen wurden gebeten anhand der Berufsbeschreibungen zu beurteilen, wie viel Kreativität der jeweilige Beruf erfordert (1, sehr wenig bis 6, sehr viel). Die Instruktion der BeurteilerInnen samt den Berufsbeschreibungen findet sich im Anhang (siehe Abschnitt B.5). Die interne Konsistenz der BeurteilerInnen war sehr hoch (*Cronbachs* $\alpha = .96$). Die Beurteilungen wurden gemittelt und somit konnte eine Reihung der Teilnehmenden nach der Höhe der kreativitätsrelevanten Berufsanforderungen gebildet werden. Unter den Berufen mit den höchsten Kreativitätsbeurteilungen finden sich etwa DesignerInnen, Werbefachleute, PressemitarbeiterInnen, InnovationsmanagerInnen und SchauspielerInnen, während geringe Kreativitätsanforderungen den Berufen Bankangestellte, Callcenter-MitarbeiterIn oder ControllerIn beigemessen wurden. Die Verteilung der Fremdeinschätzungen umfasst die gesamte Skala (siehe Abbildung 11) und weicht nach dem Kolmogorov-Smirnov-Test weder signifikant von einer Normalverteilung ($K-S-Z = 0.63$, ns.) noch von einer Gleichverteilung ($K-S-Z = 0.78$, ns.) ab. In Summe weist dies auf eine symmetrische Verteilung hin, die es erlaubt, eine Teilung der Stichprobe per Median-Split in eine Kreativgruppe und eine Kontrollgruppe vorzunehmen. Passenderweise liegt der Median bei 3.60 und somit ganz nahe am theoretischen Mittelwert der Beurteilungsskala von 3.50.

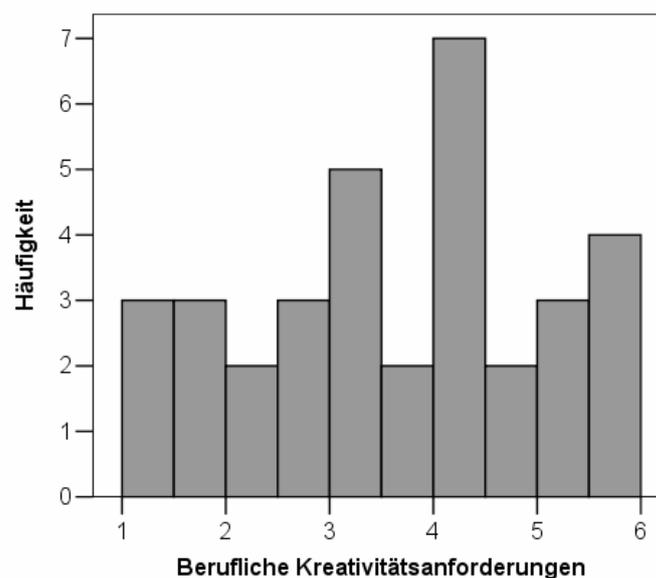


Abbildung 11: Verteilung der fremdbeurteilten Kreativitätsanforderungen der Berufe in der Stichprobe

Die fremdbeurteilte mittlere berufliche Kreativitätsanforderung der Kreativgruppe ist erwartungsgemäß signifikant höher ($M = 4.64$, $SD = 0.75$) als die der Kontrollgruppe ($M = 2.40$, $SD = 0.84$; $t_{32} = 8.15$, $p < .001$). Dieser Gruppenunterschied spiegelt sich auch in der selbstbeurteilten beruflichen Kreativitätsanforderung ($t_{32} = 4.06$, $p < .001$; Kontrollgruppe: $M = 2.76$, $SD = 0.83$; Kreativgruppe: $M = 3.71$, $SD = 0.47$), sowie in der selbstbeurteilten Kreativität wider ($t_{32} = 2.64$, $p < .05$; Kontrollgruppe: $M = 3.76$, $SD = 1.20$; Kreativgruppe: $M = 4.71$, $SD = 0.85$), nicht aber in der selbstbeurteilten Ideenflüssigkeit ($t_{32} = 1.51$, *ns.*).

Die beiden Gruppen unterscheiden sich weder in der Geschlechtsverteilung ($\chi^2 = 0.47$, *ns.*), noch in der mittleren Berufserfahrung⁷ ($t_{23} = 0.01$, *ns.*; Kontrollgruppe: $M = 8.52$ Jahre, $SD = 7.49$; Kreativgruppe: $M = 8.54$, $SD = 9.47$). Die TeilnehmerInnen der Kreativgruppe waren im Mittel tendenziell jünger ($t_{32} = -1.85$, $p = .07$; Kontrollgruppe: $M = 37.88$ Jahre, $SD = 8.64$; Kreativgruppe: $M = 32.12$, $SD = 9.49$) und wiesen eine tendenziell höhere Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit auf ($t_{32} = 1.72$, $p = .09$; Kontrollgruppe: $M = 31.06$, $SD = 6.15$; Kreativgruppe: $M = 35.88$, $SD = 9.76$). Die Gruppen unterschieden sich aber weder in der verbalen Intelligenz ($t_{32} = 1.30$, *ns.*; Kontrollgruppe: $M = 11.35$, $SD = 2.91$; Kreativgruppe: $M = 12.65$, $SD = 2.89$), noch dem allgemeinen Bildungsniveau (Mann-Whitney $U = 106$, *ns.*). In Bezug auf die Persönlichkeitsstruktur finden sich nur tendenzielle Gruppenunterschiede. Die Kreativgruppe zeigt im Vergleich zur Kontrollgruppe tendenziell höhere Ausprägungen von Neurotizismus ($t_{25.5} = 1.76$; $p = .09$; Kontrollgruppe: $M = 0.91$, $SD = 0.46$; Kreativgruppe: $M = 1.30$, $SD = 0.80$) und Offenheit für neue Erfahrungen ($t_{32} = 1.66$; $p = .11$; Kontrollgruppe: $M = 2.79$, $SD = 0.45$; Kreativgruppe: $M = 3.07$, $SD = 0.51$), sie weist jedoch tendenziell geringere Ausprägungen des Persönlichkeitsfaktors Gewissenhaftigkeit auf ($t_{32} = -1.82$; $p = .08$; Kontrollgruppe: $M = 3.12$, $SD = 0.50$; Kreativgruppe: $M = 2.80$, $SD = 0.52$). Die Untersuchungsgruppen unterschieden sich hingegen nicht in Persönlichkeitsmerkmalen Extraversion oder Verträglichkeit ($t_{32} = -1.02$; *ns.* bzw. $t_{32} = -1.06$; *ns.*) und auch nicht in der selbstbeurteilten Zustandsangst ($t_{30} = 1.00$; *ns.*).

3.1.3 Untersuchungsmaterial

In diesem Experiment wurde ein Großteil der Aufgaben aus Experiment I wieder eingesetzt (siehe Abschnitt 2.1.3). Nicht eingesetzt wurden nur der Subtest zur figuralen Intelligenz des Intelligenz-Struktur-Tests (es wurde also nur der Subtest Analogien als Indikator der verbalen Intelligenz beibehalten), der Schreibgeschwindigkeitstest und die Assoziationsaufgabe Nicht-Assoziationskette (NA). Auf die Aufgabe NA musste verzichtet werden, da sie nicht ohne weiteres für das geplante Paradigma adaptiert werden konnte (siehe hierzu die Diskussion in Abschnitt 3.3).

⁷ Diese Information wurde nur von 25 TeilnehmerInnen der Analysesubstichprobe (73.53%) angegeben, davon 13 aus der Kontrollgruppe und 12 aus der Kreativgruppe.

Die drei Assoziationsaufgaben Assoziationsliste (AL), Kombinierte Assoziationsliste (KA) und Assoziationskette (AK), sowie die Aufgaben Verwendungsmöglichkeiten (VM) und Wortenden (WE) wurden für die Vorgabe während der EEG-Messung adaptiert. Um Bewegungs- und insbesondere Augenartefakte während der Aufgabenbearbeitung nach Möglichkeit zu vermeiden, mussten die Antworten nun nicht mehr aufgeschrieben werden, sondern konnten einfach im Moment des Einfallens ausgesprochen werden. Da hierdurch eine zügigere Aufgabenbearbeitung möglich ist, wurden die Bearbeitungszeiten der Assoziationsaufgaben (mit im Mittel neun bis 15 Antworten pro Minute laut Experiment I) aus Gründen der Vergleichbarkeit mit Experiment I von 60 auf 40 Sekunden pro Item reduziert. Die Bearbeitungszeit der weniger zeitkritischen Aufgaben VM und WE (im Mittel etwa fünf Antworten pro Minute) wurde auf zwei Minuten vereinheitlicht. Dadurch ergibt sich eine für alle fünf Aufgaben vergleichbare Gesamtbearbeitungszeit von 240 Sekunden (sechs Items á 40 Sekunden, oder zwei Items á 120 Sekunden).

Es wurden die gleichen Instruktionen und Items wie in Experiment I verwendet, wobei diese nun noch um Hinweise zur Referenzphase und zum Verhalten während der EEG-Messung (zur Vermeidung von Artefakten) ergänzt waren. Die Vorgabe der Instruktionen und der Items wurde durch ein eigens vorbereitetes Matlab-Programm gesteuert. Damit konnte unter anderem auch eine automatisierte, zeitgenaue Darbietung aller Aufgaben gewährleistet werden.

Auch die Auswertung der Assoziationsaufgaben erfolgte im Wesentlichen so, wie es in Experiment I beschrieben wurde (siehe Abschnitt 2.1.4). Für die Aufgaben KA, AK und VM wurden Ratings von drei BeurteilerInnen eingeholt; diese beurteilten die Ideen aller Items einer Aufgabe (und nicht wie bei Experiment I auf Grund der großen Stichprobe nur der ersten beiden Items). Die Scorebildung basiert daher auf sechs (AL: sechs Items, keine Ratings; VM: zwei Items, drei BeurteilerInnen) bis 18 Schätzern (KA, AK: sechs Items, drei BeurteilerInnen) pro Aufgabe. Bei der WE-Aufgabe wurde hingegen wieder einfach die Antwortmenge zweier Items aggregiert.

3.1.4 Untersuchungsablauf

Die Testungen wurden als Einzelsitzung im EEG-Labor des Arbeitsbereichs *Differentielle Psychologie* an der Karl-Franzens-Universität Graz durchgeführt. Die TeilnehmerInnen wurden begrüßt, mit den Räumlichkeiten und dem Ablauf der bevorstehenden EEG-Testung vertraut gemacht, und schließlich gebeten an einem Tisch Platz zu nehmen. Dort bearbeiteten sie ein Personendatenblatt, den I-S-T Subtest Analogien und die Posner-Aufgabe. Dann wurde mit der Vorbereitung der EEG-Elektrodenpositionen und der Elektrodenmontage begonnen, was allein etwa 30 Minuten in Anspruch nahm. Während dieser Zeit bearbeiteten die TeilnehmerInnen den Test zur selbsteingeschätzten Ideenflüssigkeit, den NEO-FFI, die

state-Skala des STAI und gaben schließlich ihr Einverständnis zur Untersuchungsteilnahme. Danach wurden die TeilnehmerInnen gebeten im EEG-Stuhl Platz zu nehmen, und die Elektroden wurden mit dem EEG-Verstärker verbunden. Die TeilnehmerInnen wurden informiert, dass sie während der Messung allein im Raum sein würden, aber jederzeit Kontakt mit den UntersuchungsleiterInnen über eine Gegensprecheinrichtung aufnehmen könnten. Der EEG-Stuhl wurde in eine angenehme Position gebracht, sodass die TeilnehmerInnen ohne Schwierigkeiten auf den etwa 1.50 Meter entfernten Flachbildschirm blicken konnten. Sie erhielten eine Nummerntastatur zur rechten Hand und ein Mikrofon wurde an der Wand in der Nähe des Kopfes platziert. Es wurde darauf hingewiesen, dass die TeilnehmerInnen möglichst ruhig sitzen sollen und insbesondere Bewegungen im Gesichtsbereich (z.B. Stirnrunzeln, Naserümpfen oder Anspannen der Kaumuskulatur) während der Bearbeitung der Aufgaben vermeiden sollen.

Zu Beginn der EEG-Messung wurden zwei Ruhemessungen, einmal mit offenen und einmal mit geschlossenen Augen, für je zwei Minuten durchgeführt. Dann wurden die fünf Aufgaben vorgegeben. Die UntersuchungsleiterInnen standen während der Instruktion für Rückfragen zur Verfügung. Nachdem die UntersuchungsleiterInnen den Raum verlassen hatten, konnten die TeilnehmerInnen die Aufgaben mit Tastendruck starten, sobald sie bereit waren. Jeder Durchgang begann mit der Präsentation eines Fixationskreuzes. Hierbei wurde für sechs Sekunden ein schwarzes Kreuz mittig auf weißem Hintergrund dargeboten, auf das die TeilnehmerInnen blicken sollten, ohne dabei zu blinzeln. Eine Sekunde nach Verschwinden des Kreuzes erschien das Item in der Mitte des Bildschirms (z.B. das Wort *Straße* bei der Aufgabe AL) und blieb für die gesamte Bearbeitungsdauer sichtbar. Die TeilnehmerInnen konnten nun alle Einfälle aussprechen und sollten dabei den Blick immer in Richtung des Bildschirms gerichtet halten. Nach Ablauf der Bearbeitungsdauer verschwand das Item und es erschien folgender Hinweis „Es folgt das nächste Item. Drücken Sie die Taste sobald Sie bereit sind.“. Nach Tastendruck verschwand dieser Hinweis und nach einer Sekunde erschien wieder das Kreuz der Referenzphase. Wenn alle Items einer Aufgabe bearbeitet waren erschien ein kurzer Dank und die UntersuchungsleiterInnen betraten wieder den Raum um die Instruktion der nächsten Aufgabe zu begleiten. Nach Bearbeitung aller Aufgaben wurden die Elektroden abgenommen und die TeilnehmerInnen hatten die Möglichkeit sich vor Ort die Haare zu waschen. Danach wurde ihnen gedankt, sie erhielten eine Aufwandsentschädigung von €20 und wurden verabschiedet. Die Gesamtdauer des Versuchs betrug knapp zwei Stunden.

Die Reihenfolge der Aufgabenbearbeitung war nach einem zuvor festgelegten Schema teilweise ausbalanciert. Zu Beginn stand immer die Aufgabe AL. Danach folgten die Aufgaben KA und AK in variabler Abfolge. Schließlich folgten die Aufgaben VM und WE ebenfalls in variabler Abfolge. Somit gab es insgesamt vier verschiedene mögliche Reihenfolgen die in

abwechselnder Folge realisiert wurden. Die Vorgabe der einzelnen Items innerhalb einer Aufgabe erfolgte bei der Hälfte aller Testungen in umgekehrter Reihenfolge.

Um die Aufgabenbearbeitung mit der EEG-Aufzeichnung synchronisieren zu können, wurden zu Beginn und Ende der Referenzphase sowie zu On- und Offset eines Items vom Darbietungsprogramm Marker an das EEG-Aufzeichnungssystem gesendet. Zur Erfassung der Antworten wurde außerdem zum Item-Onset die Audioaufzeichnung des Mikrofons gestartet. EinE UntersuchungsleiterIn hörte die Antworten per Kopfhörer mit und tippte sie (so weit in der Geschwindigkeit möglich) gleichzeitig in eine Excel-Liste ein. EinE zweiteR UntersuchungsleiterIn kümmerte sich um das Starten und Stoppen der EEG-Aufzeichnung und beobachtete die Qualität der aufgezeichneten EEG-Rohdaten.

3.1.5 EEG-Auswertung

3.1.5.1 EEG-Aufzeichnung

Für die Aufzeichnung des EEG wurden ein handelsüblicher EEG-Verstärker (*BrainAmp*[®]) und die zugehörigen Software *BrainVision*[®] verwendet. Die Messung erfolgte mit Goldelektroden (9 mm Durchmesser) an 33 Positionen, angeordnet nach dem internationalen 10-20 System. Die zentrale Position C_z wurde als Kreuzungspunkt der vertikalen Verbindungslinien beider Ohren und zwischen Nasion und Inion ermittelt und diente als Referenzpunkt für die Platzierung der EEG-Kappe. Die Elektrodenpositionen wurden mit einer abrasiven Elektrodenlösung etwa 20 Minuten vorbehandelt. Vor dem Einstecken der Elektroden in die Haube wurden diese mit EEG-Kontaktpaste (*Elefix*[®]) bestrichen. Weiters wurde eine Ground-Elektrode in der Stirnmitte und eine Referenzelektrode an der Nasenspitze befestigt. Um Augenbewegungen zu erfassen wurde ein Elektrookulogramm (EOG) bipolar zwischen zwei diagonal um das rechte Auge positionierte Elektroden gemessen. Die Impedanzen der EEG-Elektroden wurden unter 5 kOhm gehalten, die der Augenelektroden unter 10 kOhm. Die Daten wurden mit einer Abtastrate von 500 Hz aufgezeichnet. Die EEG-Daten wurden zwischen 0.1 und 100 Hz bandpass-gefiltert und ein zusätzlicher 50 Hz Filter wurde angewandt um Störeinflüsse durch Netzeinstreuungen zu unterdrücken.

3.1.5.2 EEG Datenvorverarbeitung

Die EEG-Rohdaten wurden erst in EDF (European Data Format) konvertiert und mit Hilfe der EEG-Software *g.BSanalyze*[®] (*g.tec*; Guger Technologies) in das Matlab-Datenformat übertragen.

Die EEG-Datenverarbeitung erfolgte im Wesentlichen mit Hilfe eigener Auswertungsroutinen, lediglich die Artefaktkontrolle wurde ebenfalls mit Hilfe von *g.BSanalyze* durchgeführt. Es wurde eine Zeitfrequenzanalyse für alle Datenkanäle berechnet, wobei in Schritten von 100 ms eine FFT für ein Zeitfenster von 1000 ms berechnet wurde. Auf das Datenfenster

wurde zuvor eine Sinus-Fensterfunktion zur Reduktion des spektralen *Leck-Effekts* angewandt (Lessard, 2006, S. 175ff). Ein zusätzlicher linearer Detrend hatte keinen Einfluss auf höhere (interessierende) Frequenzen, weswegen darauf schließlich verzichtet wurde. Die FFT für das genannte Datenfenster ergibt ein Powerspektrum für den Bereich von 0 bis 250 Hz mit einer Frequenzauflösung von 1 Hz. Beibehalten wurde nur der interessierende Frequenzbereich von 0 bis 99 Hz. In Abbildung 12 sind zur Illustration 10 Sekunden Rohdaten aus einer Ruhephase samt daraus berechneter Zeitfrequenzanalyse dargestellt. Deutlich zu erkennen sind dabei hohe Aktivierungen im Alpha-Bereich (7-12 Hz) wie es für die Ruhephase typisch ist.

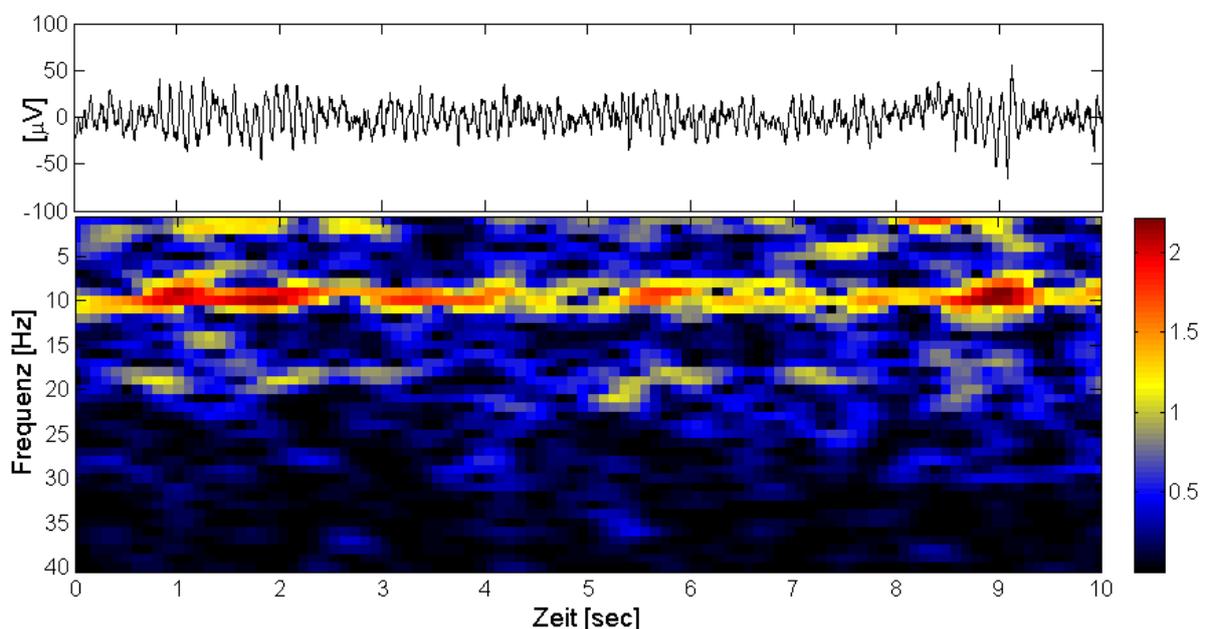


Abbildung 12: Rohdaten und zugeordnete Zeitfrequenzanalyse (1 - 40 Hz) eines Beispieldatenausschnitts (10 s) eines Kanals während einer Ruhephase

Neben den mitaufgezeichneten Zeitmarkern für On- und Offset von Referenzkreuz und Item sollten auch Marker für On- und Offset der ausgesprochenen Antworten bereitgestellt werden. Dazu wurde eine *voice-key* Auswertung realisiert, bei der anhand der Sprachaufzeichnung die Zeitpunkte des Ein- und Aussetzens der Stimme bei der Ideenproduktion bestimmt wurden. Diese Zeitpunkte dienen in weiterer Folge als Zeitmarker der Ideenfindung relativ zum Item-Onset. Die Analyse der Sprachaufzeichnungen erfolgte mit Hilfe eines eigens erstellten Matlab-Programms und wurde von einer eingeschulten Person manuell überprüft und gegebenenfalls präzisiert. Im Zuge dieser Nachbearbeitung konnten auch die Listen der mit erfassten Antworten kontrolliert und vervollständigt werden. Anhand der eingelesenen Antwort-Marker wurden in g.BSanalyze Antwort-Trials (4 Sekunden vor bis 1 Sekunde nach Antwort-Onset) erstellt, die einer visuellen Artefaktselektion unterworfen wurden. Trials die sichtbare Artefakte durch Augen- oder Körperbewegungen in einem Zeitbereich von zwei bis

null Sekunden vor dem Antwort-Marker aufwiesen wurden als Artefakte markiert und von der weiteren Auswertung ausgeschlossen. Eine weitere Artefaktselektion erfolgte für die Daten der Ruhebedingungen, wobei hier artefaktbehaftete Zeitabschnitte markiert und von der weiteren Auswertung ausgeschlossen wurden.

3.1.5.3 Datenaggregation

Eine zeitliche Aggregation wurde durch Bildung des Medians über Samples eines relevanten Zeitraumes realisiert. Wie in Abbildung 13 zu sehen, wurden dazu einerseits vier Sekunden der sechssekündigen Referenzphase (die erste und letzte Sekunde wurden wegen möglicher Effekte im Zusammenhang mit dem On- und Offsets des Kreuzes nicht einbezogen) herangezogen, die zur Berechnung der Referenzaktivität dienten. Zum anderen wurde ein Zeitfenster von jeweils 1000 ms bis 500 ms vor dem Aussprechen einer Antwort aggregiert. Dieses Zeitfenster wurde in Anlehnung an bisherige, vergleichbare Studien gewählt und soll die relevante Zeitphase des Ideeneinfalls umfassen. Im Gegensatz zur Referenzphase wird es in der Folge als *Aktivierungsphase* bezeichnet. Bei der Festlegung des Zeitfensters wurde auch die Tatsache berücksichtigt, dass die Aktivität zum Zeitpunkt x wegen der zugrunde liegenden FFT über 1000 ms effektiv ein Zeitfenster von $x \pm 500$ ms abbildet. Somit wird bei Aggregation über das Zeitfenster 1000 bis 500 ms vor einer Antwort effektiv das Zeitfenster 1500 bis 0 ms berücksichtigt, wenngleich der mittlere Zeitbereich auf Grund der überlappenden FFT-Zeitfenster (hier bis zu fünf Mal) stärker eingeht. Das verwendete Zeitfenster konnte kürzer ausfallen oder ausgeschlossen werden, wenn das Ende (Offset) der vorangehenden Antwort nicht mindestens 500 ms vor dem zu verwertenden Zeitfenster lag. Für jeden Frequenzbereich wurde die logarithmierte Power nach der Formel $\text{pow}_{\log} = \log_{10}(\text{pow} + 1)$ berechnet. Um aufgabenbezogene Aktivierungsveränderungen (task-related power; TRP) zu quantifizieren, wurde die Differenz der Aktivierungsphase und der Referenzphase für jede Idee i bei Item j (bei allen Elektroden) wie folgt berechnet: $\text{TRP}_{i,j} = \text{pow}_{\text{act},i,j} - \text{pow}_{\text{ref},i}$. Eine positive TRP entspricht demnach einer Zunahme der Power (diese wird im Alphafrequenzbereich auch als EEG-Synchronisation bezeichnet), eine negative TRP einer Abnahme der Power des jeweiligen Frequenzbereichs (diese wird im Alphafrequenzbereich als EEG-Desynchronisation bezeichnet; siehe Pfurtscheller, 1999). Schließlich wurde über die Menge der (artefaktfreien) Antwortphasen gemittelt.

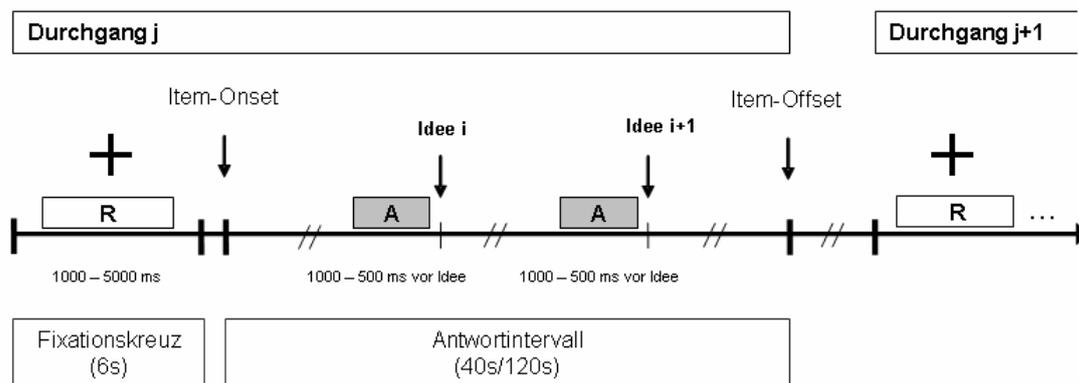


Abbildung 13: Schematischer Zeitverlauf des Paradigmas (R Referenz, A Aktivierung)

Für statistische Analysen wurde folgende topografische Aggregation vorgenommen: anteriorfrontal (AF) links (FP_1 , AF_3), frontal (F) links (F_3 , F_7), frontozentral (FC) links (FC_1 , FC_5), zentrotemporal (CT) links (C_3 , T_3), zentroparietal (CP) links (CP_1 , CP_5), parietotemporal (PT) links (P_3 , T_5), parietookzipital (PO) links (PO_3 , PO_5 , O_1); und analog für die rechte Hemisphäre. Die zentralen Elektroden (F_Z , C_Z und P_Z) wurden in den weiteren Auswertungen nicht verwendet, da sie bei Auswertungen zu Hemisphärenunterschiede nicht zuordenbar sind. Des Weiteren wurde eine Aggregation über Einzelfrequenzen zu folgenden Frequenzbändern vorgenommen: unteres Alphaband (7-9 Hz), oberes Alphaband (10-12 Hz), unteres Betaband (15-17 Hz). Die Gründe für die Wahl der Grenzen des letztgenannten Frequenzbandes sind in Abschnitt 3.2.3 beschrieben.

3.2 Ergebnisse

3.2.1 Behaviorale Gruppenunterschiede bei Kreativitätsaufgaben

Eine erste Darstellung der Vergleichbarkeit der Untersuchungsgruppen bei den miterhobenen Maßen findet sich bereits in der Beschreibung der Stichprobe (siehe Abschnitt 3.1.2). Im Folgenden sollen Gruppenunterschiede bei den einzelnen im Rahmen der EEG-Sitzung bearbeiteten Aufgaben betrachtet werden.

Die Interraterreliabilität der Fremdbeurteilungen zu den Aufgaben KA, AK und VM kann als sehr zufrieden stellend bezeichnet werden (A-Org: ICC = .90; A-Flx = .96; I-Org = .90). Die interne Konsistenz der resultierenden Maße ist durchgehend hoch (*Cronbachs* α = .94, .94, .92, .94 und .88 für A-Flu, A-Ung, A-Org, A-Flx und I-Org). Die A-Ung ist hierbei wieder extrem hoch mit der A-Flu korreliert (r = .99) und wird daher im Weiteren nicht mehr als zu-

sätzliches Maß verwendet. Die I-Org ist ebenfalls sehr hoch mit der zu Grunde liegenden I-Flu korreliert ($r = .88$).

Tabelle 16

Unterschiede von Kreativ- und Kontrollgruppe bei den Aufgabenleistungen

	Kontrollgruppe		Kreativgruppe		<i>t</i>		η^2
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>			
Assoziationsflüssigkeit	13.96	3.43	17.31	3.45	2.84	**	.20
Assoziationsoriginalität	8.59	3.65	12.32	3.31	3.13	**	.23
Assoziationsflexibilität	4.61	0.98	6.46	1.56	4.14	***	.35
Ideenflüssigkeit	12.35	3.81	18.88	7.05	3.36	**	.26
Ideenoriginalität	4.14	1.81	7.01	2.63	3.55	***	.30
Wortflüssigkeit	13.67	4.53	15.12	3.93	0.99		.03

Anmerkungen.

** $p < .01$, *** $p < .001$.

Die Kreativgruppe zeigt erwartungsgemäß signifikant höhere Leistungen bei allen drei Assoziationsmaßen sowie den Maßen zum DD (siehe Tabelle 16). Die Untersuchungsgruppen unterscheiden sich hingegen nicht in der Wortflüssigkeit. Dies bekräftigt die Validität der Versuchsaufgaben auch in der für die EEG-Messung adaptierten Version. Wird der Einfluss der Assoziationsflüssigkeit im Rahmen einer Kovarianzanalyse kontrolliert, so gibt es keinen signifikanten Gruppenunterschied mehr in der Assoziationsoriginalität ($F_{1,31} = 1.86$, *ns.*; $\eta^2 = .06$); der Gruppenunterschied für die Assoziationsflexibilität bleibt aber bestehen ($F_{1,31} = 7.53$, $p < .05$; $\eta^2 = .20$). Dies bedeutet, dass der Fähigkeitsunterschied in der Assoziationsflexibilität nicht allein auf Unterschiede in der Assoziationsflüssigkeit zurückgeführt werden kann.

3.2.2 Vorbereitende EEG-Analysen

Um einen ersten Überblick über die zu analysierenden Daten zu bekommen wurde zuerst die mittlere Frequenzpower für die einzelnen (unaggregierten) Frequenzen bei allen Aufgaben berechnet. Hierzu wird die logarithmierte Frequenzpower über alle Personen und Elektrodenpositionen gemittelt. In Abbildung 14 findet sich eine Darstellung dieser Daten für die zwei Ruhephasen im gesamten verfügbaren Bereich von 1 bis 99 Hz.

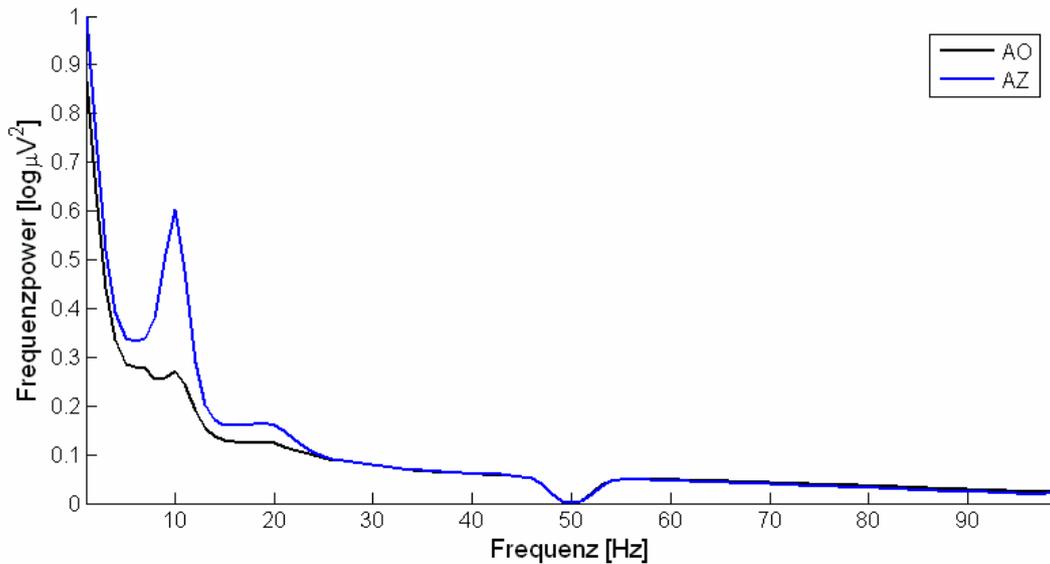


Abbildung 14: Frequenzpower für beide Ruhephasen (1-99Hz)

Gut zu sehen ist der Einfluss des 50 Hz-Filters, der zur charakteristischen Kerbe (*notch*) im entsprechenden Frequenzbereich führt. Erwartungsgemäß zeichnet sich die Ruhephase mit geschlossenen Augen (AZ) durch eine charakteristische Dominanz der Power im Alphaband aus.

Eine vergleichbare Darstellung wurde für die Referenz und Aktivierungsphasen, sowie für die daraus berechnete TRP der fünf Tasks erstellt (siehe Abbildung 15). Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde der Frequenzbereich hierbei auf 1 bis 40 Hz eingeschränkt.

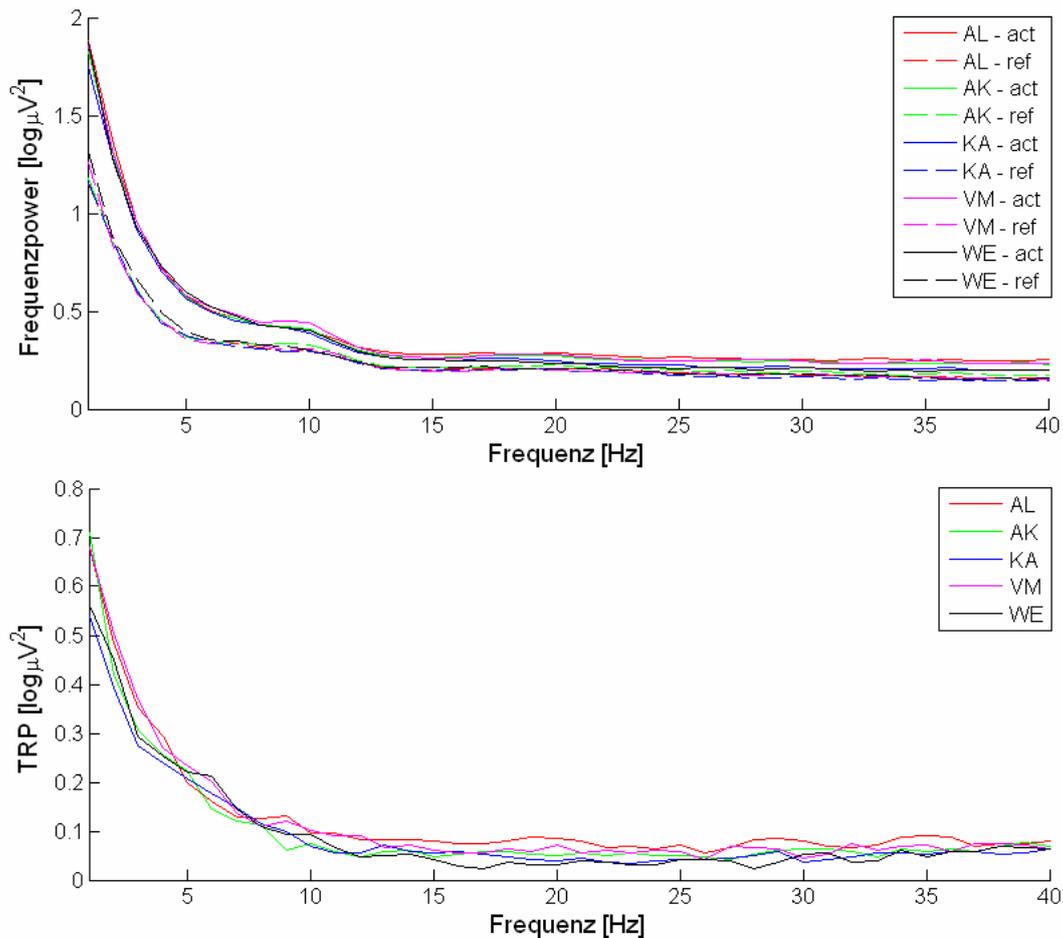


Abbildung 15: Frequenzpower für Referenzphasen (ref) und Aktivierungsphasen (act; obere Abbildungshälfte) sowie TRP (untere Abbildungshälfte) aller fünf EEG-Aufgaben (1-40Hz)

Die Abbildung zeigt, dass die EEG-Frequenzpower in den Aktivierungsphasen in allen Frequenzbereichen gegenüber den entsprechenden Referenzphasen erhöht ist. Dieser Unterschied findet sich durchgehend, also auch für höhere (hier nicht dargestellte Frequenzen), er ist allerdings besonders ausgeprägt für niedrige Frequenzen (bis etwa 10 Hz). Daraus resultiert für alle Frequenzen eine positive TRP (= Aktivierung – Referenz; vgl. Abschnitt 3.1.5.3).

Um zu überprüfen, ob diese frequenzspezifische Powerzunahme möglicherweise auf Störeinflüsse zurückzuführen sein könnte, die bei der Artefaktkontrolle nicht erkannt wurden, wurde in einem nächsten Schritt die EEG-Frequenzpower der artefaktbehafteten Trials berechnet, also all jener Trials die nicht in die Berechnung der Aktivierungspower eingingen. In Abbildung 16 wird die EEG-Frequenzpower für die artefaktselektierten Aktivierungsphasen ergänzend zur vorangegangenen Darstellung für die Referenz- und Aktivierungsphasen dargestellt.

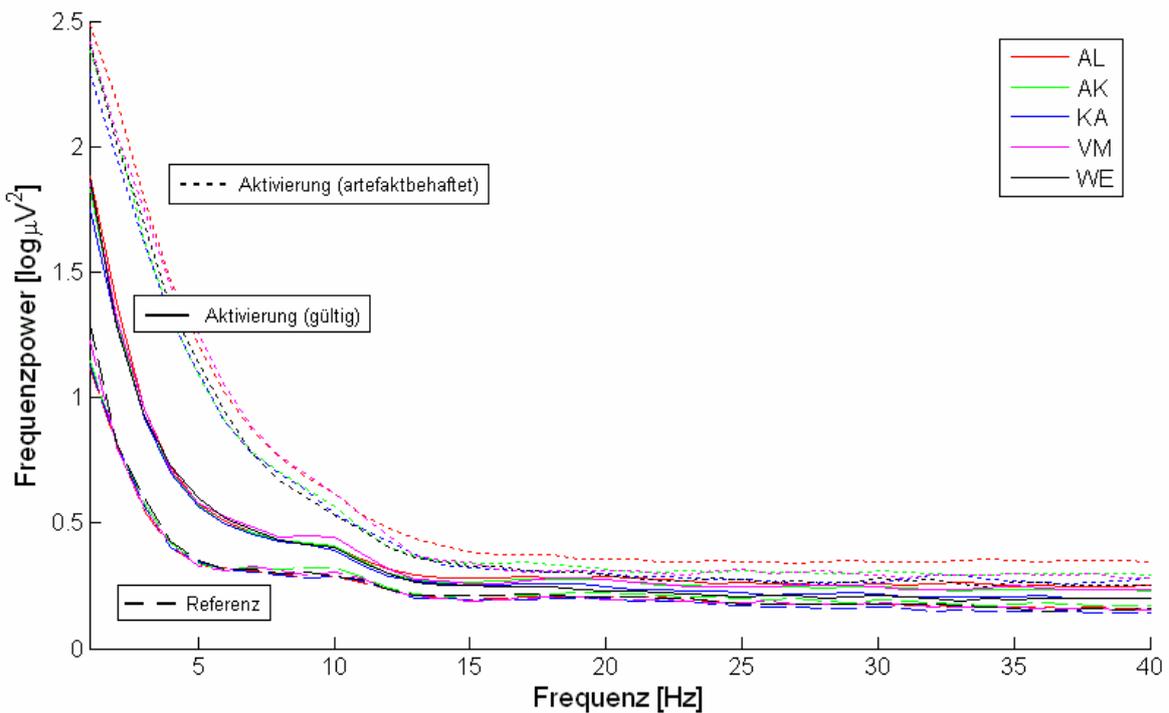


Abbildung 16: Bandpower im Frequenzverlauf für Referenz- und artefaktfreie sowie artefaktbehaftete Aktivierungsphasen aller Tasks (1-40Hz)

Hierbei ist zu sehen, dass die Frequenzpower der artefaktbehafteten Trials im gesamten (abgebildeten) Frequenzbereich höher ist als in artefaktfreien Trials. Der Unterschied ist hierbei wieder für niedrige Frequenzen (bis etwa 10 Hz) besonders deutlich ausgeprägt. Der Artefakteinfluss auf das Frequenzspektrum erscheint der allgemein vorgefundenen Powerzunahme von der Referenz- zur Aktivierungsphase ähnlich. Es kann daher an dieser Stelle nicht ausgeschlossen werden, dass die konsistenten Powerzunahmen der Aktivierungsphasen nicht auch teilweise auf moderaten Artefakteinfluss zurück zu führen sind (weitere Überlegungen hierzu finden sich im Diskussionsteil in Abschnitt 3.3.1).

3.2.3 Gruppenunterschiede in der kortikalen Aktivität

3.2.3.1 Analysen auf der Ebene von Einzelfrequenzen

Da diese Studie neuartige Aufgaben umfasst, zu denen noch keine neurowissenschaftlichen Befunde bekannt sind, wird in diesem Abschnitt vorerst unvoreingenommen das gesamte, möglicherweise relevante Frequenzspektrum im Bereich von 1 bis 40 Hz betrachtet. Anhand der folgenden Analysen soll unter anderem untersucht werden, welche EEG-Frequenzbereiche sich für die Diskriminierung von kreativen und weniger Kreativen Personen als relevant erweisen. Zu diesem Zweck erfolgt eine grafische Darstellung der Frequenzspektren der kortikalen Aktivität bei den Ruhe- und Aufgabenbedingungen getrennt für beide Kreativ-

gruppen. Hierzu werden die Unterschiede bei allen Einzelvergleichen anhand von t -Tests (für Einzelfrequenzen in Schritten von 1 Hz) geprüft. Bei dieser Vielzahl an Einzelvergleichen ist die damit einhergehende Alpha-Inflation zu beachten. Auf Grund des explorativen Charakters dieser Auswertung und der Möglichkeit signifikante Unterschiede erst in einer anschließenden Gesamtdarstellung zu bewerten soll das übliche Signifikanzniveau (5% Irrtumswahrscheinlichkeit) vorerst beibehalten werden.

Zu Beginn soll die kortikale Aktivität bei den zwei Ruhebedingungen getrennt für beide Untersuchungsgruppen betrachtet werden. In Abbildung 17 ist die mittlere Frequenzpower (gemittelt über alle Elektrodenpositionen) im Bereich 1 bis 40 Hz dargestellt. Erwartungsgemäß findet sich eine ausgeprägte Alphapower, die in der Bedingung mit geschlossenen Augen (Augen-Zu; AZ) besonders deutlich ausgeprägt ist. Die maximale Power im Alphafrequenzbereich wird erkennbar bei 10 Hz erreicht. Es zeigt sich, dass die Kreativgruppe gerade in diesem Frequenzbereich eine tendenziell höhere Frequenzpower im Vergleich zur Kontrollgruppe in der Bedingung AZ aufweist ($t_{32} = 1.75$, $p = .09$; zweiseitiger Test), nicht aber in der Bedingung AO ($t_{32} = 0.49$, *ns.*).

Einzelvergleiche zu den 14 topografischen Bereichen ergeben keine Gruppenunterschiede für die Bedingung AO. Für die Bedingung AZ zeigt sich eine signifikant höhere Frequenzpower der Kreativgruppe anteriofrontal-links bei 11 Hz ($t_{32} = 2.11$, $p < .05$) im Vergleich zur Kontrollgruppe, neben zahlreichen weiteren in dieselbe Richtung weisenden tendenziellen Gruppenunterschieden im Frequenzbereich von 10 bis 11 Hz.

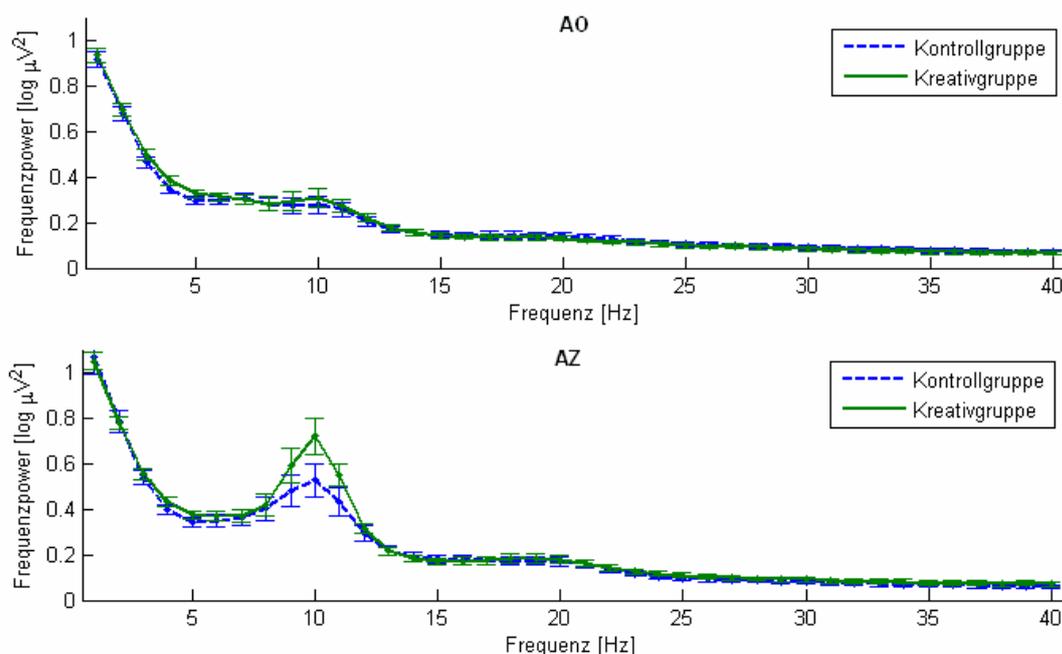


Abbildung 17: Mittlere Frequenzpower ($M \pm 1$ SEM) für beide Untersuchungsgruppen bei den Ruhebedingungen Augen-Offen (AO) und Augen-Zu (AZ) im Frequenzbereich 1-40 Hz

In Abbildung 18 ist die mittlere aufgabenbezogene Aktivierung (TRP) in den fünf EEG-Aufgaben getrennt nach Untersuchungsgruppen dargestellt. Rein deskriptiv gesehen ist die TRP im praktisch gesamten betrachteten Frequenzbereich positiv.

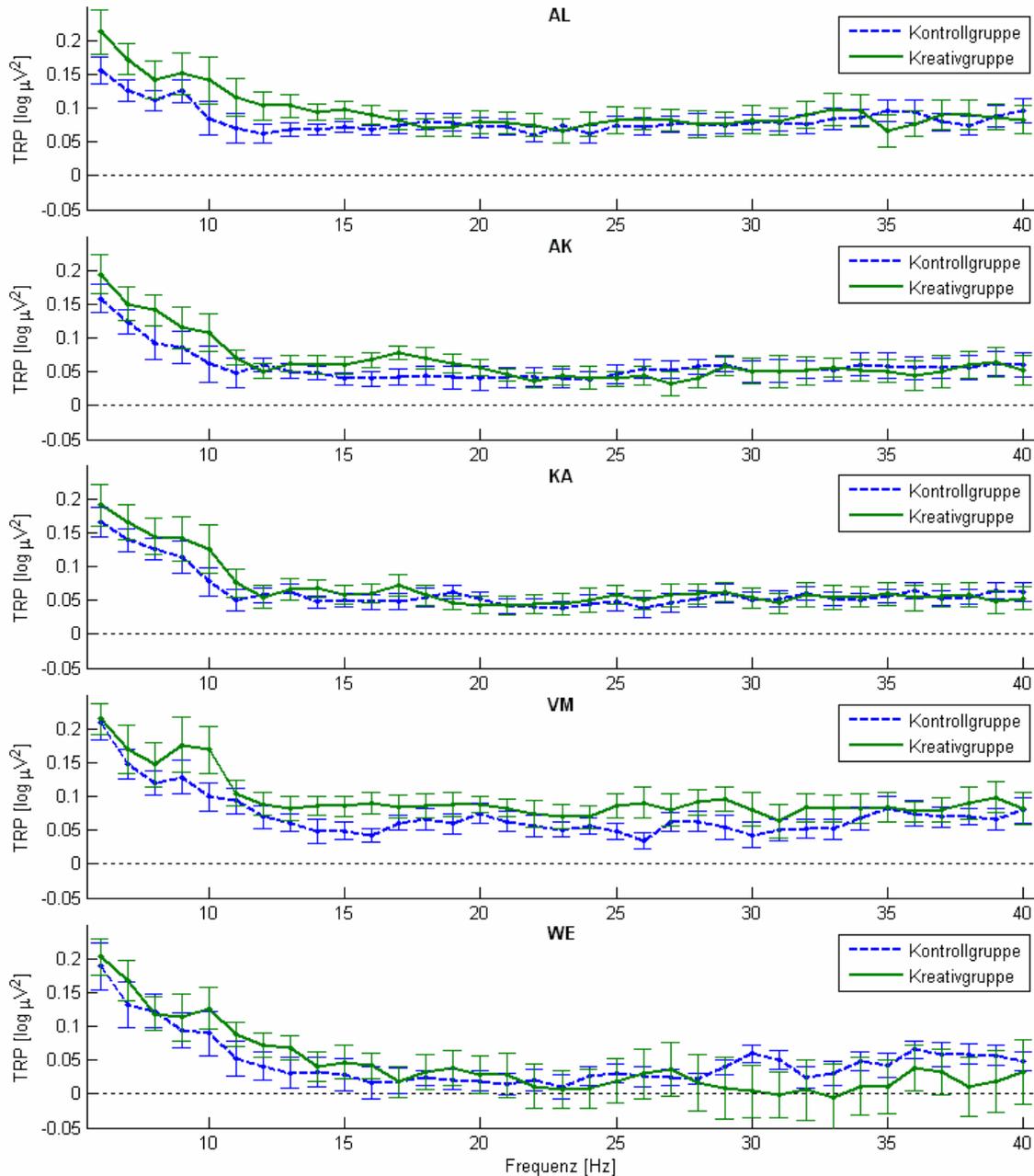


Abbildung 18: Aufgabenbezogene Frequenzpower ($M \pm 1$ SEM) getrennt für beide Untersuchungsgruppen bei den fünf EEG-Aufgaben, gemittelt über alle Elektrodenpositionen. Aus Gründen der Übersichtlichkeit erfolgt die Darstellung nur im Frequenzbereich 6 - 40 Hz

Für die Kreativgruppe findet sich im Vergleich zur Kontrollgruppe bei der Aufgabe AL eine tendenziell höhere TRP im Bereich 7, 13 und 14 Hz ($t_{32} = 1.70, 1.72$ bzw. $1.76; p < .10$), bei der Aufgabe AK eine tendenziell höhere TRP im Bereich von 16 Hz ($t_{32} = 1.81, p < .10$) und

eine signifikant höhere TRP im Bereich von 17 Hz ($t_{32} = 2.15, p < .05$), und bei der Aufgabe VM eine tendenziell höhere TRP im Bereich 15 und 25 Hz ($t_{32} = 1.85$ bzw. $1.75; p < .10$) und eine signifikant höhere TRP im Bereich 16 und 26 Hz ($t_{32} = 2.56$ bzw. $2.16, p < .05$). Bei den Aufgaben KA und WE finden sich keine allgemeinen, topografie-unabhängigen Unterschiede der Untersuchungsgruppen.

Die signifikanten Einzelunterschiede zwischen Kreativgruppe und Kontrollgruppe in einzelnen topografischen Arealen sind zur Übersicht tabellarisch in Tabelle 17 aufgelistet. Wieder finden sich mehrheitlich höhere TRP für die Kreativgruppe und zwar im Bereich des unteren und oberen Alphabandes sowie im unteren und oberen Betaband. Höhere TRP für die Kontrollgruppe im Vergleich zur Kreativgruppe findet sich nur in zwei Fällen, nämlich bei AL und AK frontozentral rechtshemisphärisch für Frequenzen des oberen Alphabandes. Für die Aufgabe WE finden sich auch auf der Ebene einzelner topografischer Areale keine Gruppenunterschiede.

Tabelle 17

Unterschiede zwischen Kreativgruppe und Kontrollgruppe in der EEG-Frequenzpower für einzelne topografische Areale

	AL		KA		AK		VM		WE	
	li.H.	re.H.	li.H.	re.H.	li.H.	re.H.	li.H.	re.H.	li.H.	re.H.
AF		11,12					16	26		
F							10			
FC		-35				-28	10	14,26		
CT	7,15						10,26,29			
CP					15		25	16,26		
PT		14		17	15		25	16		
PO					17		15	16**		

Anmerkungen. Alle hier angeführten Werte bedeuten Frequenzen, für die sich signifikante Gruppenunterschiede auf dem 5%-Niveau ergeben. Positive Werte entsprechen einer höheren TRP der Kreativgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe.

li.H. bzw. re.H. = linke Hemisphäre bzw. rechte Hemisphäre.

** $p < .01$.

Bei allen drei Assoziationsaufgaben und der divergenten Denkaufgabe finden sich signifikante Unterschiede im unteren Betaband, vor allem im Bereich 15 bis 17 Hz, welche vor allem in parietalen Arealen auftreten. Diese Befunde deuten auf eine mögliche differentielle Bedeutung dieses Frequenzbereiches hin, weswegen er bei den weiteren Analysen neben dem Alphaband mitberücksichtigt werden soll.

3.2.3.2 Analysen auf der Ebene von Frequenzbändern

Die folgenden Analysen wurden getrennt für die drei Frequenzbänder unteres Alphaband (α_1), oberes Alphaband (α_2) und unteres Betaband (β_1) durchgeführt (vgl. Abschnitt 3.1.5.3). Für jede Bedingung (EEG-Ruhebedingung: AO, AZ und EEG-Aufgaben AL, KA, AK, VM, WE) wurden Varianzanalysen (ANOVAs) mit den Innersubjektfaktoren *Hemisphäre* (links, rechts) und *Areal* (AF, F, FC, CT, CP, PT, PO) und dem Zwischensubjektfaktor *Gruppe* (Kontrollgruppe, Kreativgruppe) berechnet. Schließlich wurden auch multivariate Varianzanalysen (MANOVAs) berechnet, bei denen beide Ruhebedingungen oder alle fünf Aufgaben als abhängige Variablen in die Analyse einbezogen werden. Diese dienen dazu globale und aufgabenunabhängige Aktivierungsunterschiede zu identifizieren.

EEG-Ruhebedingungen

Es findet sich für beide Ruhebedingungen und für alle drei Frequenzbänder in den posterioren Arealen eine höhere Bandpower im Vergleich zu den frontalen Arealen (Areal; α_1 : *Pillai-Spur* = .91; $F_{1,21,38.70} = 50.66$, $p < .001$; α_2 : *Pillai-Spur* = .87; $F_{1,22,39.05} = 110.74$, $p < .001$; β_1 : *Pillai-Spur* = .86; $F_{2,04,65.35} = 53.33$, $p < .001$). Die posteriore Bandpower ist zudem bei der Bedingung AZ signifikant höher als bei der Bedingung AO (Task x Areal; α_1 : $F_{1,17,37.34} = 29.37$, $p < .001$; α_2 : $F_{1,22,39.15} = 54.56$, $p < .001$; β_1 : $F_{1,77,56.49} = 22.41$, $p < .001$). Im unteren und oberen Alphaband interagiert dieser Effekt mit der Hemisphäre und weist auf höhere Bandpower in der rechten gegenüber der linken Hemisphäre hin (Task x Areal x Hemisphäre; α_1 : $F_{1,41,45.24} = 5.85$, $p < .01$; α_2 : $F_{1,75,56.12} = 7.24$, $p < .001$).

Es finden sich in den Ruhebedingungen keine signifikanten Gruppenunterschiede in der kortikalen Aktivität. Lediglich bei der Bedingung AZ findet sich im oberen Alphaband für den gesamten Kortex eine schwache Tendenz zu höherer Bandpower der Kreativgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe (Gruppe: $F_{1,32} = 2.36$, $p = .13$).

EEG-Aufgaben

Im unteren Alphaband geht die Ideenfindung mit einer Zunahme der TRP einher, die in rechtshemisphärischen posterioren Arealen am höchsten ausgeprägt ist (Areal x Hemisphäre: *Pillai-Spur* = .34; $F_{2,62,83.98} = 4.21$, $p < .05$). Dies gilt insbesondere für die Aufgabe KA, bei der die TRP in der rechten Hemisphäre und insbesondere in rechtshemisphärischen posterioren Arealen am höchsten sind (Hemisphäre: $F_{1,32} = 6.51$, $p < .05$; Hemisphäre x Areal: $F_{2,06,65.76} = 2.90$, $p = .06$; siehe Abbildung 19). Bei der Aufgabe AK hingegen ist die Zunahme der TRP linkshemisphärisch und insbesondere in linkshemisphärischen posterioren Arealen schwächer ausgeprägt (Hemisphäre: $F_{1,32} = 16.53$, $p < .001$; Hemisphäre x Areal: $F_{3,17,101.35} = 2.90$, $p < .01$; siehe Abbildung 19). Bei den anderen Aufgaben finden sich keine weiteren

signifikanten Unterschiede. Insbesondere finden sich in diesem Frequenzband keine Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen.

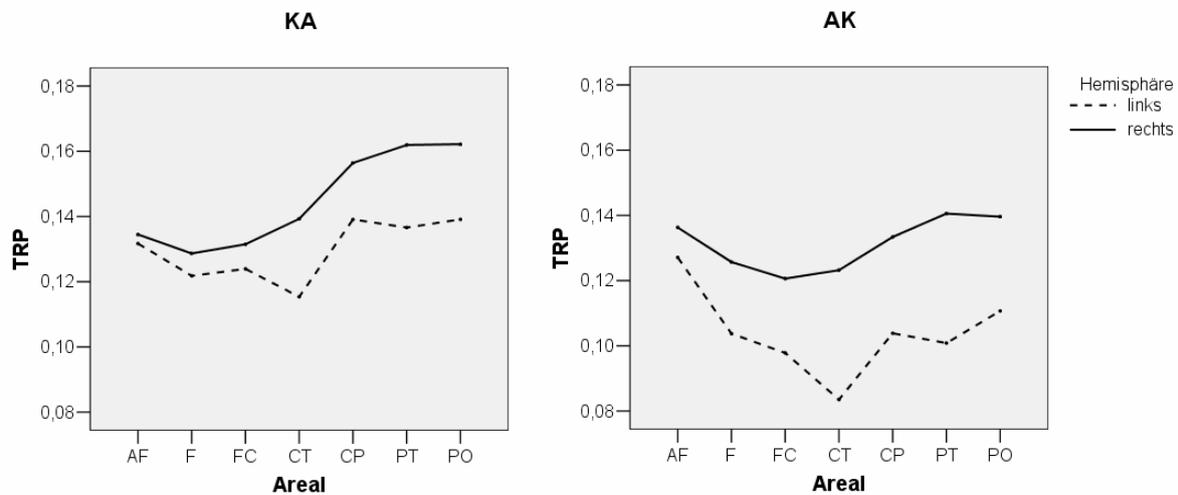


Abbildung 19: TRP im unteren Alphaband (7-9 Hz) bei den Aufgaben KA und AK

Im oberen Alphaband finden sich keine multivariaten Effekte. Für die Aufgabe KA zeigt sich wieder rechtshemisphärisch eine signifikant höhere TRP (Hemisphäre: $F_{1,32} = 4.88$, $p < .05$). Des Weiteren finden sich bei der Aufgabe VM linkshemisphärisch tendenziell geringere TRP bei der Kontrollgruppe im Vergleich zur Kreativgruppe (Hemisphäre x Gruppe: $F_{1,32} = 3.42$, $p = .07$; siehe Abbildung 20). Alle weiteren statistischen Tests für dieses Frequenzband waren nicht signifikant.

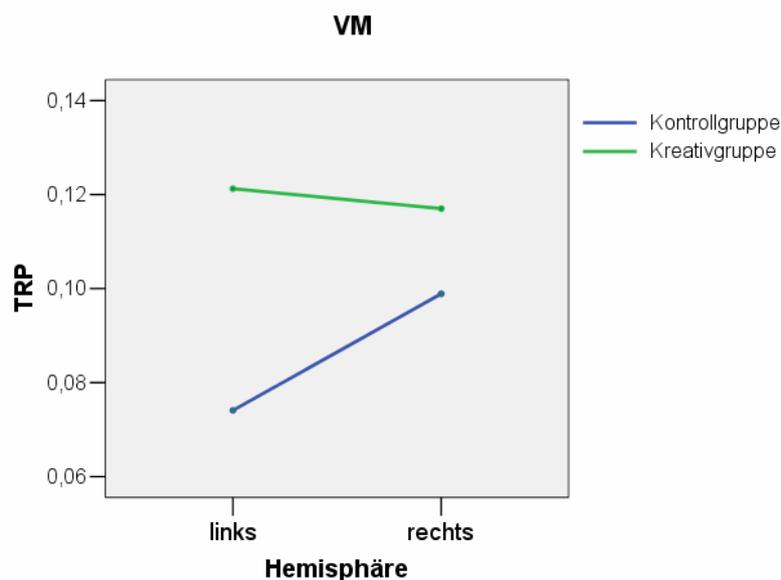


Abbildung 20: TRP im oberen Alphaband (10-12 Hz) bei der Aufgabe VM

Im unteren Betaband finden sich signifikante Unterschiede in der Höhe der TRP zwischen den einzelnen Aufgaben (*Pillai-Spur* = .47; $F_{2,41,77.06} = 6.11$, $p < .01$; Bonferroni Posttests). Diese weisen daraufhin, dass sich die höchsten Powerzunahmen für die Aufgabe AL und VM finden, während es bei der Aufgabe WE zu den geringsten beziehungsweise keinen Zunahmen der Power gegenüber der Referenz kommt. Darüber hinaus ist die TRP in diesem Frequenzband bei allen Aufgaben in (posterioren) parietalen Arealen (PT und PO) höher ausgeprägt (Areal: *Pillai-Spur* = .55; $F_{2,201,70.45} = 10.82$, $p < .001$); dies gilt insbesondere für die rechte Hemisphäre (Hemisphäre: *Pillai-Spur* = .28; $F_{1,32} = 12.55$, $p < .001$; Hemisphäre x Areal: *Pillai-Spur* = .32; $F_{2,04,65.19} = 4.84$, $p < .05$; siehe Abbildung 21).

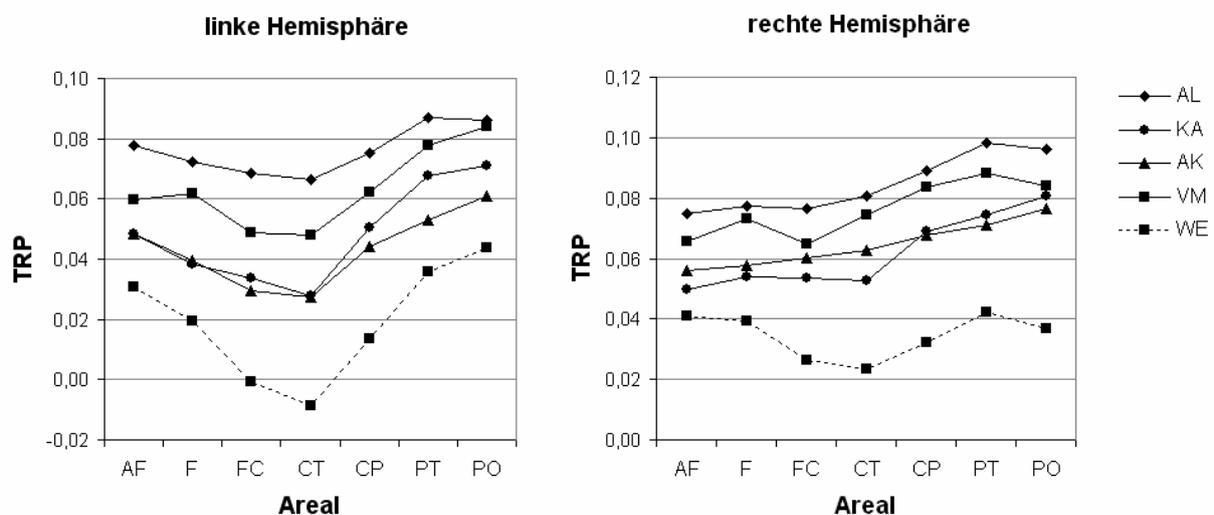


Abbildung 21: TRP im unteren Betaband (15-17 Hz) für alle fünf Aufgaben, dargestellt für die topografischen Positionen der linken und rechten Hemisphäre

Bei der Aufgabe AL gilt dieser Haupteffekt nur für die Kontrollgruppe, nicht aber für die Kreativgruppe, welche in beiden Hemisphären vergleichbare Power-Zunahmen aufweist (Hemisphäre x Gruppe: $F_{1,32} = 7.48$, $p < .05$; siehe Abbildung 22). Bei den Aufgaben AK und VM zeigen die Kreativgruppen tendenziell höhere TRP als die Kontrollgruppe (Gruppe; AK: $F_{1,32} = 3.46$, $p = .07$; VM: $F_{1,32} = 3.78$, $p = .06$; siehe Abbildung 22).

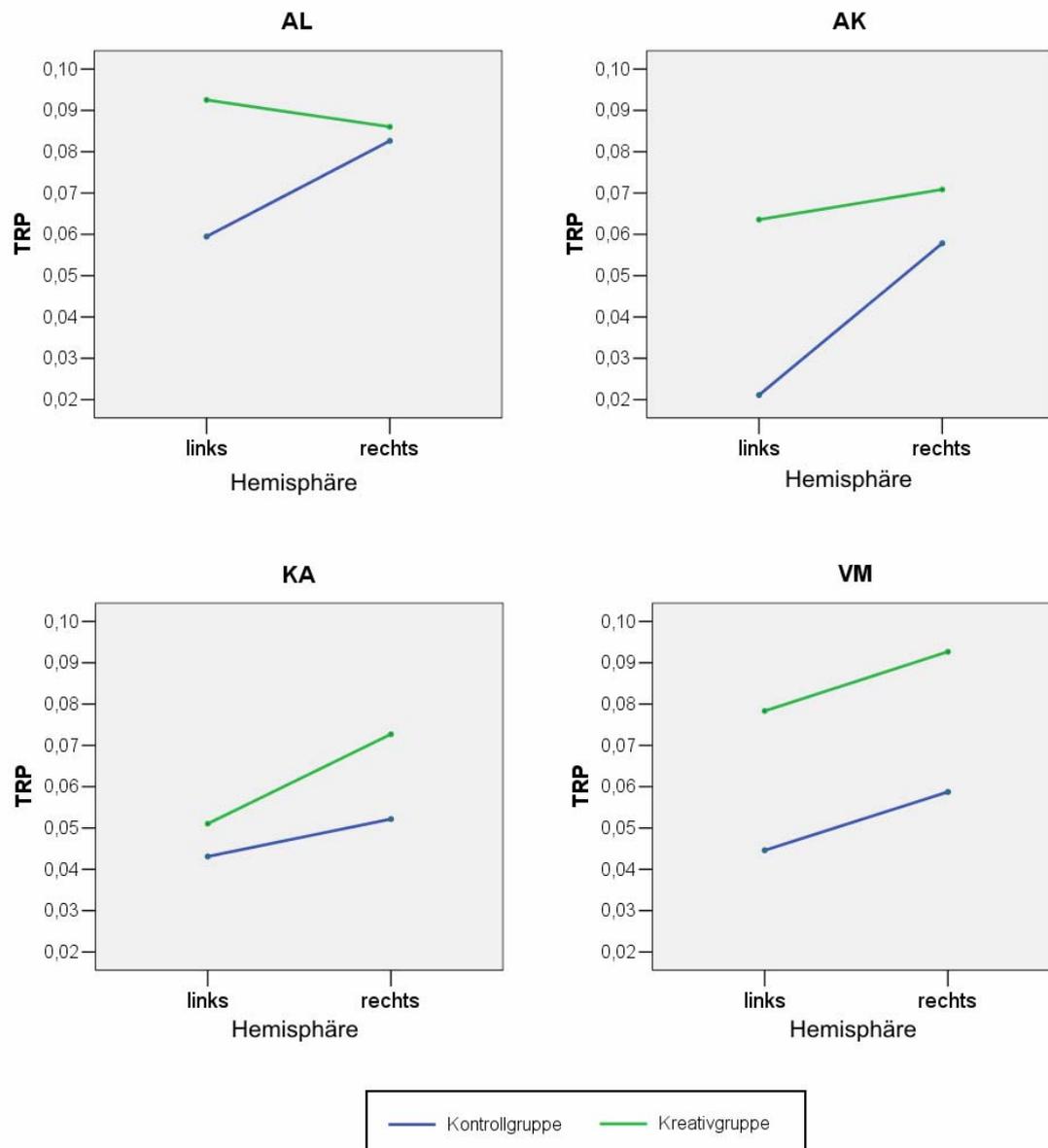


Abbildung 22: TRP im unteren Betaband (15-17 Hz) bei den Aufgaben AL, KA, AK und VM

3.2.4 Zusammenhänge von Aufgabenleistung und kortikaler Aktivität

Während im vorangegangenen Abschnitt Unterschiede auf Basis der Gruppenzuordnung analysiert wurden, sollen nun Zusammenhänge von Aufgabenleistung und kortikaler Aktivität für die gesamte Stichprobe (d.h. Vereinigung von Kontrollgruppe und Kreativgruppe; $N = 34$) betrachtet werden. Die herangezogenen Aufgabenleistungen sind die Assoziationsflüssigkeit (A-Flu) bei der Aufgabe AL, die Assoziationsoriginalität (A-Org) bei der Aufgabe KA, die Assoziationsflexibilität (A-Flx) bei der Aufgabe AK, die Ideenoriginalität (I-Org) bei der Aufgabe VM und die Wortflüssigkeit (W-Flu) bei der Aufgabe WE. Die Analysen werden wieder erst auf Ebene von Einzelfrequenzen (im Bereich von 1 bis 40 Hz) und nachfolgend auf Ebene der Frequenzbänder unteres Alphaband (7-9 Hz), oberes Alphaband (10-12 Hz) und unteres

Betaband (15-17 Hz) durchgeführt. Des Weiteren sollen jeweils sowohl Zusammenhänge mit der aufgabenbezogenen Aktivierung (TRP) als auch mit der Ruheaktivität betrachtet werden. Datenpunkte, die mehr als drei Standardabweichungen vom Mittelwert entfernt liegen werden als Ausreißer klassifiziert und von der Korrelationsanalyse ausgeschlossen.

3.2.4.1 Analysen auf der Ebene von Einzelfrequenzen

In der folgenden Analyse werden für alle fünf EEG-Aufgaben Korrelationen zwischen behavioraler Aufgabenleistung und mittlerer aufgabenbezogener Aktivierung (TRP; gemittelt über alle Elektrodenpositionen) bei der entsprechenden Aufgabe für einzelne Frequenzen im Bereich von 1 bis 40 Hz berechnet (siehe Abbildung 23). Dazu werden etwa die Korrelationen von Assoziationsflüssigkeit mit der TRP bei der Aufgabe AL getrennt für die einzelnen Frequenzen 1 bis 40 Hz berechnet und entsprechend wird für die weiteren Aufgaben verfahren.

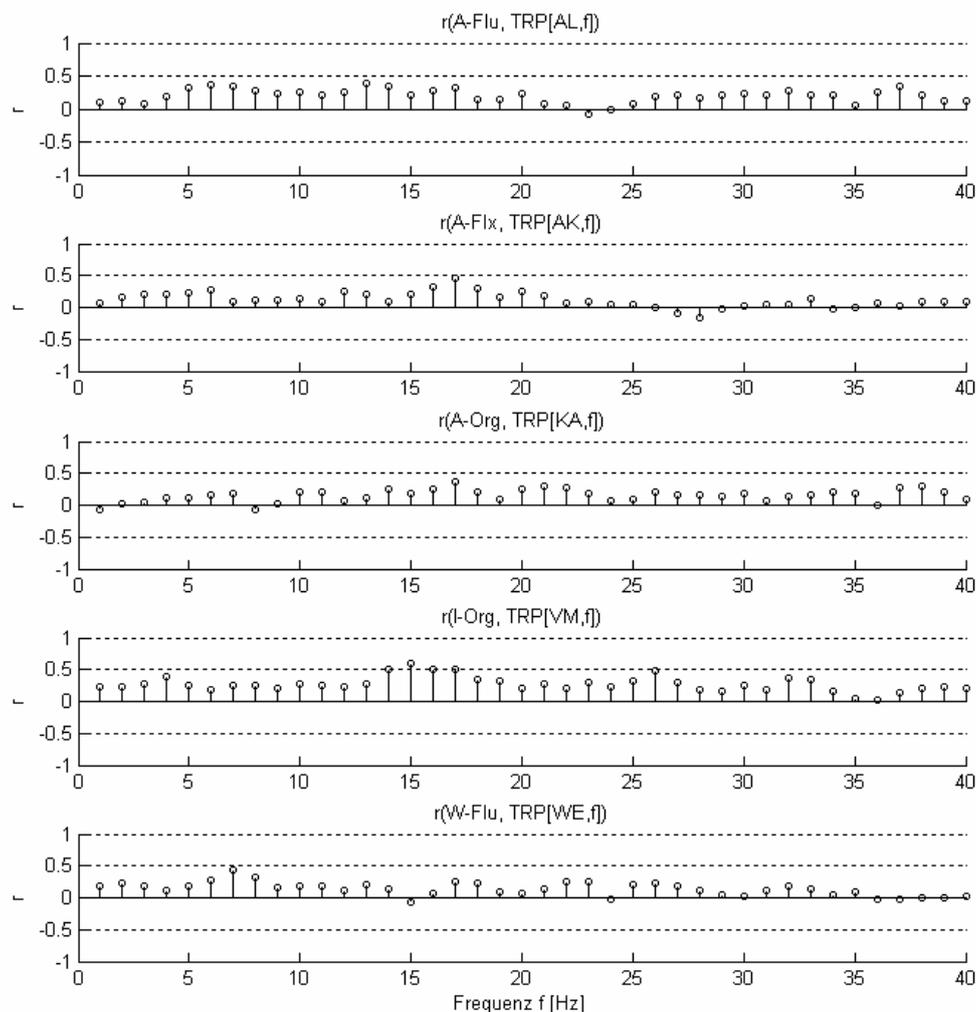


Abbildung 23: Korrelativer Zusammenhang von Aufgabenleistung und aufgabenbezogener Aktivierung (TRP) für einzelne Frequenzen f im Bereich 1-40Hz bei allen fünf EEG-Aufgaben (A-Flu Assoziationsflüssigkeit, A-Org Assoziationsoriginalität, A-Flx Assoziationsflexibilität, I-Org Ideenoriginalität, und W-Flu Wortflüssigkeit)

So gut wie alle Korrelationen liegen im positiven Bereich was eine generelle Zunahme der Frequenzpower praktisch aller Frequenzbereiche bei hoher Aufgabenleistung bedeutet. Für die Assoziationsflüssigkeit liegen die Zusammenhänge im Bereich von $r = -.07$ und $.40$. Sie sind besonders hoch im Theta-Frequenzbereich (4 - 6 Hz) aber auch im Bereich von 13 bis 17 Hz (unteres Betaband). Für die Assoziationsflexibilität liegen die Zusammenhänge im Bereich von $r = -.15$ und $.46$. Besonders hoch sind sie dabei im Bereich des unteren Alpha-bandes; keine Zusammenhänge finden sich jedoch mit dem darüber liegenden Frequenzbereich. Die Zusammenhänge von Assoziationsoriginalität und aufgabenbezogener Aktivierung liegen im Bereich von $r = -.07$ und $.36$ und zeigen wiederum die höchsten Zusammenhänge im Bereich des unteren Betabandes. Für die Ideenoriginalität finden sich nur positive Zusammenhänge von bis zu $r = .59$; im Mittel liegen diese bei $r = .27$. Die höchsten Zusammenhänge ($r > .50$) finden sich wieder im Bereich 14 bis 17 Hz. Für die Wortflüssigkeit liegen die Zusammenhänge zwischen $r = -.07$ und $.44$. Im Unterschied zu den ersten vier Aufgaben finden sich hier die höchsten Zusammenhänge nicht im unteren Betaband sondern im Bereich 6 bis 8 Hz (Theta- oder auch unteres Alphaband). Zusammenhänge nahe 0 finden sich für Frequenzen oberhalb von 30 Hz (Gammaband).

In der folgenden Analyse sollen die behavioralen Aufgabenleistungen mit der kortikalen Ruheaktivität in Zusammenhang gebracht werden. Diese umfangreiche Analyse soll nur für die Bedingung AZ dargestellt werden, für die sich bereits im Kontext der Gruppenunterschiede eine gewisse Relevanz gezeigt hat.

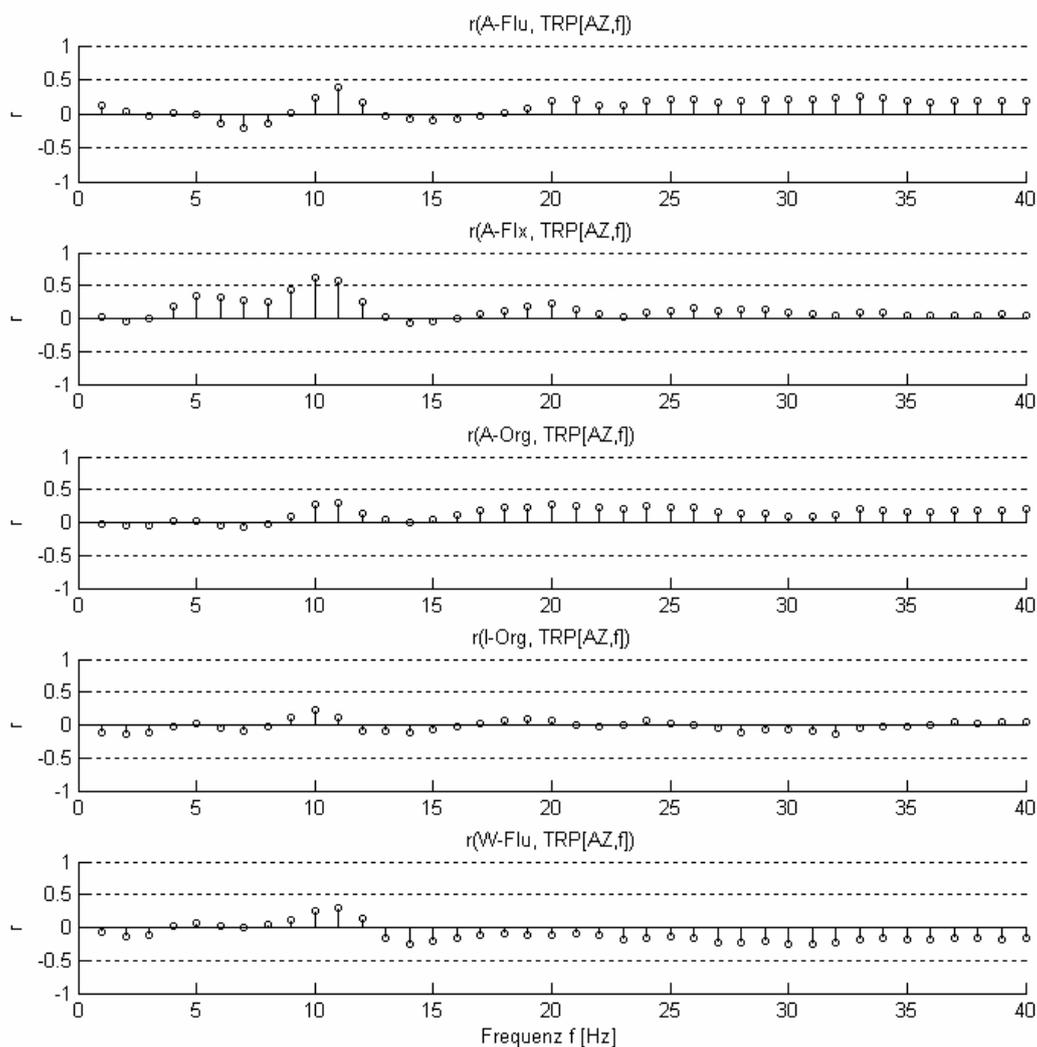


Abbildung 24: Korrelativer Zusammenhang von Aufgabenleistung und kortikaler Ruheaktivität (Bedingung AZ) im Bereich 1-40Hz für alle fünf EEG-Aufgaben (A-Flu Assoziationsflüssigkeit, A-Org Assoziationsoriginalität, A-Flx Assoziationsflexibilität, I-Org Ideenoriginalität, und W-Flu Wortflüssigkeit)

Ganz allgemein liegen die korrelativen Zusammenhänge hier im Bereich von $r = -.26$ und $.63$. Über alle fünf Aufgaben hinweg finden sich die höchsten Zusammenhänge im Bereich von 9 bis 11 Hz (zentrales Alphaband). Besonders ausgeprägt sind diese Zusammenhänge für die Assoziationsflüssigkeit (maximales $r = .44$, $p < .01$) und die Assoziationsflexibilität (maximales $r = .63$, $p < .001$). Aber auch bei den übrigen drei Aufgaben scheint sich dieser Frequenzbereich deutlich von nahe liegenden tieferen oder höheren Frequenzbereichen abzugrenzen, wenngleich die korrelativen Zusammenhänge hier alle nicht signifikant sind ($r < .30$). Erwähnenswert erscheint schließlich noch der Zusammenhang von Assoziationsflexibilität und Ruheaktivität im Bereich von 5 Hz der ebenfalls statistische Signifikanz erreicht ($r = .35$, $p < .05$).

3.2.4.2 Analysen auf der Ebene von Frequenzbändern

Im Folgenden werden korrelative Zusammenhänge von Aufgabenleistungen und der aufgabenbezogenen Aktivierung (TRP) im unteren und oberen Alphaband sowie im unteren Beta-band berechnet.

Tabelle 18

Zusammenhänge von Aufgabenleistung und aufgabenbezogener Aktivierung (TRP) im unteren und oberen Alphaband (α_1 , α_2) und unteren Betaband (β_1)

	TRP		
	α_1	α_2	β_1
Assoziationsflüssigkeit (A-Flu)	.33 ⁺	.25	.30 ⁺
Assoziationsoriginalität (A-Org)	.05	.21	.30 ⁺
Assoziationsflexibilität (A-Flx)	.12	.25 ^a	.36*
Ideenoriginalität (I-Org)	.26	.32 ⁺	.62***
Wortflüssigkeit (W-Flu)	.34*	.19	.08

Anmerkungen. N = 34.

^a N = 33.

⁺ $p < .10$, * $p < .05$, *** $p < .001$.

Wie in Tabelle 18 zu sehen ist, finden sich durchgehend positive korrelative Zusammenhänge von Aufgabenleistung und TRP. Die TRP im unteren Alphaband korreliert signifikant mit Wortflüssigkeit und tendenziell mit Assoziationsflüssigkeit. Im oberen Alphaband findet sich ein tendenzieller Zusammenhang von TRP mit Ideenoriginalität. Des Weiteren findet sich ein hoher Zusammenhang von TRP im unteren Betaband mit Ideenoriginalität, aber auch ein signifikanter Zusammenhang mit Assoziationsflexibilität. Tendenzuelle Zusammenhänge mit der TRP im unteren Betaband finden sich hier noch mit Assoziationsflüssigkeit und Assoziationsoriginalität.

Berechnet man die korrelativen Zusammenhänge von Aufgabenleistung und TRP für einzelne topografische Areale so ergibt sich ein etwas differenzierteres Bild (siehe Abbildung 25). Hierbei zeigt sich, dass hohe Assoziationsflüssigkeit signifikant mit vor allem linkshemisphärischen Zunahmen der Power im unteren Alphaband (anteriofrontal, und linkshemisphärisch frontal und temporal) und im unteren Betaband (anteriofrontal und linkshemisphärisch frontal, frontozentral, temporal und zentroparietal) korreliert ist. In ähnlicher Weise geht auch eine hohe Assoziationsflexibilität mit Powerzunahmen im unteren Betaband über vorwiegend frontalen Kortextarealen der linken Hemisphäre (anteriofrontal, frontal, frontozentral und zentrotemporal, jeweils linkshemisphärisch) einher. Für die Ideenoriginalität finden sich signifikante Zusammenhänge mit bilateralen Powerzunahmen in allen drei Frequenzbändern. Diese Zusammenhänge finden sich im unteren Alphaband nur mit präfrontalen Arealen (fron-

topolar und anteriofrontal), im oberen Alphaband mit frontalen Arealen (frontopolar, anteriofrontal und frontozentral) und im unteren Betaband über den gesamten Kortex, wobei diese hier rechts zentroparietal am höchsten ausfallen ($r = .62$). Hohe Wortflüssigkeit geht schließlich mit Powerzunahmen im unteren Alphaband über parieto-temporalen, linkshemisphärischen Kortexarealen einher.

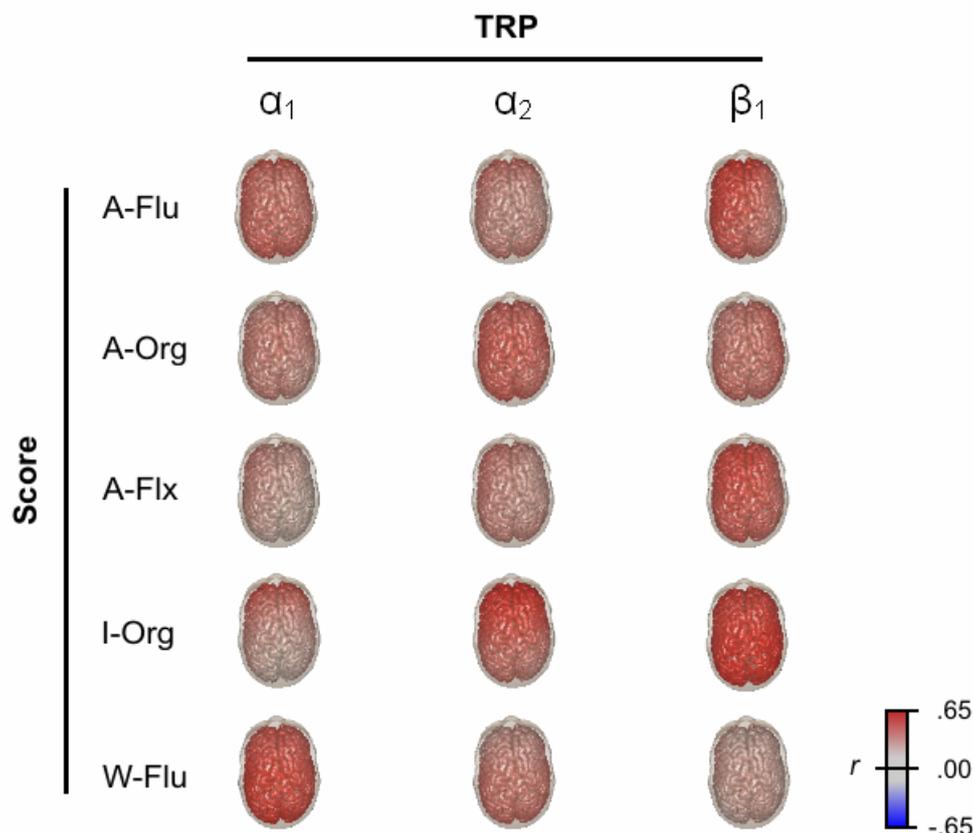


Abbildung 25: Korrelative Zusammenhänge von Aufgabenleistung und aufgabenbezogener Aktivität (TRP) nach topografischer Position (α_1 unteres Alphaband, α_2 oberes Alphaband, β_1 unteres Betaband; A-Flu Assoziationsflüssigkeit, A-Org Assoziationsoriginalität, A-Flx Assoziationsflexibilität, I-Org Ideenoriginalität, und W-Flu Wortflüssigkeit)

In Tabelle 19 sind die korrelativen Zusammenhänge der Aufgabenleistungen und der mittleren Ruhepower dargestellt. Signifikante Zusammenhänge finden sich vor allem in der AZ-Bedingung mit der Aktivität im oberen Alphaband. Hier zeigen sich substantielle, positive Zusammenhänge der Ruheaktivität mit der Assoziationsflüssigkeit und der Assoziationsflexibilität. Darüber hinaus findet sich noch ein signifikanter positiver Zusammenhang von Assoziationsflexibilität und der Power im unteren Alphaband in der AZ Bedingung. Es finden sich keine signifikanten Zusammenhänge der Ruheaktivität mit der Ideenoriginalität oder Wortflüssigkeit, und allgemein keine Zusammenhänge von Aufgabenleistung mit der Ruheaktivität in der Bedingung AO.

Tabelle 19

Zusammenhänge zwischen Aufgabenleistungen und Ruheaktivität im unteren und oberen Alphaband (α_1 , α_2) und im unteren Betaband (β_1)

	AO			AZ		
	α_1	α_2	β_1	α_1	α_2	β_1
Assoziationsflüssigkeit	-.04	.06	-.02	.14	.40*	.13
Assoziationsoriginalität	-.14	-.03	-.01	.02	.29 ⁺	.12
Assoziationsflexibilität	.10	.14	-.06	.35*	.59***	.00
Ideenkreativität	-.06	-.03	-.10	.02	.15	-.03
Wortflüssigkeit	-.05	.04	-.23	.07	.27	-.16

Anmerkungen.

⁺ $p < .10$, * $p < .05$, *** $p < .001$.

Für die korrelativen Zusammenhänge von Aufgabenleistung und Ruheaktivität finden sich keine besonderen topografischen Unterschiede (siehe Abbildung 26). Die Zusammenhänge sind im Allgemeinen (d.h. in den drei Fällen, in denen signifikante Zusammenhänge berichtet wurden) in posterioren Kortextarealen etwas stärker ausgeprägt als in frontalen Arealen.

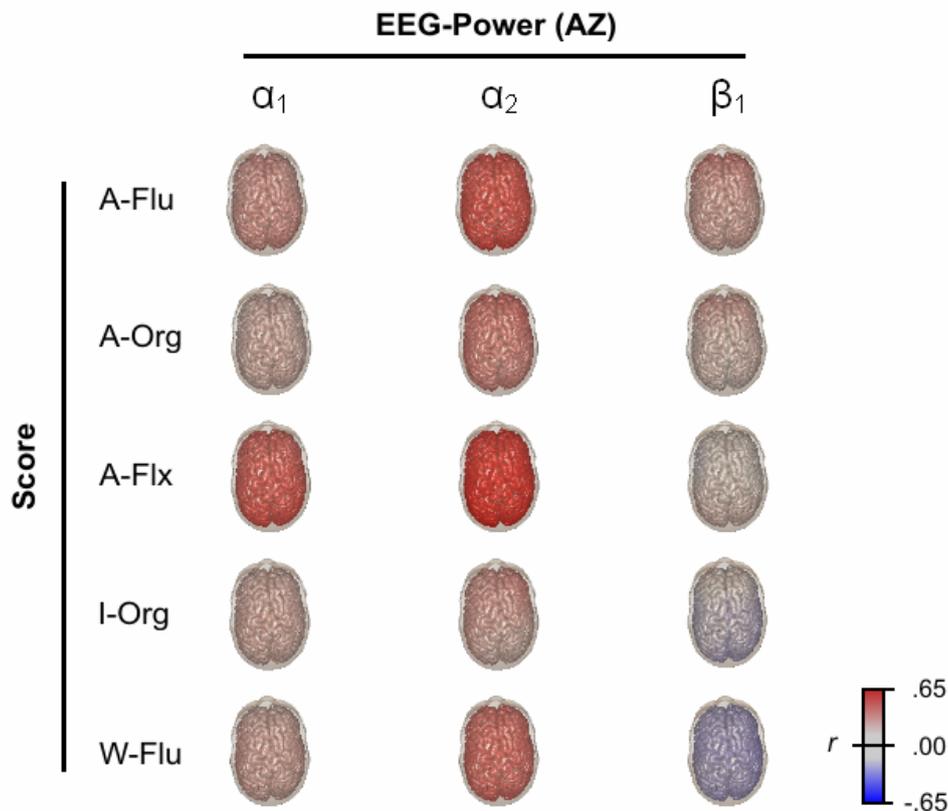


Abbildung 26: Korrelative Zusammenhänge von Aufgabenleistung und Ruheaktivität nach topografischer Position (α_1 unteres Alphaband, α_2 oberes Alphaband, β_1 unteres Betaband; A-Flu Assoziationsflüssigkeit, A-Org Assoziationsoriginalität, A-Flx Assoziationsflexibilität, I-Org Ideenoriginalität, und W-Flu Wortflüssigkeit)

3.3 Diskussion

In diesem Experiment wurde die kortikale Aktivierung während der Bearbeitung von drei Assoziationsaufgaben, einer divergenten Denkaufgabe und einer Aufgabe zur Wortflüssigkeit gemessen. Die Stichprobe bestand aus berufstätigen Männern und Frauen, die nach dem Ausmaß der beruflichen Kreativitätsanforderungen in eine Kreativgruppe und eine Kontrollgruppe unterteilt wurden. Die Auswertungen behandelten vor allem die aufgabenbezogenen Veränderung der EEG-Frequenzpower von einer Referenzphase zur Phase der Ideenfindung und dabei Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen und Zusammenhänge mit Aufgabenleistungen, aber auch Analysen der kortikalen Ruheaktivität.

Während drei der vier Assoziationsaufgaben von Experiment I wieder eingesetzt wurden, war es nicht möglich auch die Aufgabe NA in geeigneter Weise für das EEG-Paradigma zu adaptieren. Das Paradigma sieht vor, dass die Aufgabeninstruktion gefolgt wird von der (blockweisen) Darbietung der sechs Stimuli pro Aufgabe mit jeweils vorangehenden Referenzphasen. Da bei der Aufgabe NA die Antworten sich nicht direkt auf den vorgegebenen Stimulus beziehen sollen (siehe Abschnitt 2.1.4.4), muss davon ausgegangen werden, dass bereits in den vorausgehenden Referenzphasen eine vorbereitende Bearbeitung der Aufgabe erfolgen kann (d.h. die TeilnehmerInnen könnten sich bereits Antworten, also Nicht-Assoziationen, überlegen, welche höchstwahrscheinlich zutreffend sein werden). Daher wäre es bei dieser Aufgabe nicht mehr möglich Aktivierungsveränderungen (gegenüber der Referenzphase) zu betrachten. Um die grundsätzlich vielversprechende Aufgabe NA in zukünftigen Studien mit einzubeziehen, müsste man wohl von der blockweisen Darbietung abweichen. Anstelle dessen könnte man vor Beginn der Messung eine Instruktion aller Aufgaben vornehmen, um dann erst bei Itempräsentation den TeilnehmerInnen anzugeben, welche Instruktion auf das entsprechende Item anzuwenden ist (vgl. etwa Fink et al., in Druck).

Die Auswertung der behavioralen Aufgabenleistungen bei den EEG-Aufgaben führte zu reliablen Maßen. Personen aus Kreativberufen zeichneten sich durch höhere Assoziationsflüssigkeit, -flexibilität und -originalität, sowie durch höhere Ideenflüssigkeit bzw. -originalität gegenüber Personen anderer Berufe aus. Personen aus kreativen und weniger kreativen Berufen unterscheiden sich aber nicht in der Wortflüssigkeit. Somit finden sich wieder deutliche Hinweise für die Validität der Assoziationsaufgaben, in diesem Fall auf Basis einer völlig unabhängigen Stichprobe, deren Experten- und Kontrollgruppe anhand eines anderen Kreativitätskriteriums (Berufskreativität) gebildet wurden. Wieder zeigt sich auch eine geringere Validität der Aufgabe WE, auch wenn diese rein formal der Aufgabe VM ähnlich ist und zu vergleichbaren Antworthäufigkeiten führt (in dieser Studie im Mittel etwa 14 Antworten pro zwei Minuten). Dies passt zur Annahme, dass bei der Bearbeitung der Aufgabe WE (im Vergleich zur Aufgabe VM) in einem geringeren Ausmaß divergente und in einem höheren

Ausmaß konvergente kognitiven Prozesse beteiligt sind (Benedek et al., 2006; Fink et al., 2006).

3.3.1 Globale aufgabenbezogene Powerzunahmen

Im Rahmen der vorbereitenden EEG-Auswertungen (siehe Abschnitt 3.2.2) zeigte sich, dass es bei allen fünf Aufgaben und bei allen betrachteten Frequenzen zu aufgabenbezogenen Powerzunahmen (d.h. positiver TRP) kommt. Diese Powerzunahmen sind für niedrigere Frequenzen (vor allem bis 10 Hz) deutlich höher ausgeprägt. Im Kontext von Kreativleistungen sind Powerzunahmen (insbesondere im Alfabereich) durch aus zu erwarten (vgl. Abschnitt 1.3.2), erstaunlich war dennoch die Gleichförmigkeit der Zunahmen über das gesamte betrachtete Frequenzspektrum hinweg. In weiteren vorbereitenden Auswertungen wurde daher der Vermutung nachgegangen, ob diese Powerzunahmen möglicherweise auf einen bedeutsamen Artefakteinfluss zurückgeführt werden könnten. Diese Vermutung entspringt der Tatsache, dass die Bearbeitung der verwendeten EEG-Aufgaben über einen längeren Zeitraum und unter Zeitdruck durchgehende Aktivität mit einhergehender Sprachproduktion erforderte. Grundsätzlich wurden alle denkbaren Vorkehrungen getroffen, um einen möglichen Artefakteinfluss zu minimieren. Die Vorkehrungen umfassten insbesondere eine aufwändige voice-key Auswertung, wodurch ein zusätzlicher Tastendruck bei Ideenproduktion vermieden werden konnte, den Ausschluss aller Zeitbereiche in denen Sprachproduktion stattfand und eine visuelle Artefaktkontrolle (siehe Abschnitte 3.1.5.2 und 3.1.5.3). Dennoch erscheint es denkbar, dass auch in Abwesenheit erfassbarer Sprachproduktion und trotz visueller Artefaktkontrolle (welche sich vor allem auf große, etwa durch Blinzeln ausgelöste Artefakte konzentriert) Artefakteinstreuungen vorliegen (C. Neuper, persönl. Mitteilung, 01.10.2008). Diese könnten durch Anspannung von Gesichtsmuskeln im Zuge der Sprachvorbereitung, des Einatmens oder des angestregten Nachdenkens entstehen. Ein Vergleich der Frequenzpower von (laut visueller Selektion) artefaktbehafteten Ideenphasen mit artefaktfreien Ideenphasen zeigte, dass es in beiden Fällen zu vergleichbaren Veränderungen des Powerspektrums (Powerzunahmen gegenüber der Referenzphase vor allem in niedrigeren Frequenzbereichen) kommt, wobei diese Veränderungen im Falle von artefaktbehafteten Trials lediglich stärker ausgeprägt zu sein scheinen.

Wenn nun ein Artefakteinfluss bei den vorliegenden, in die Analyse eingegangenen Daten vorläge, so wäre zu erwarten, dass hierbei frontale (d.h. gesichtsnahe) Bereiche und auch niedrigere Frequenzen stärker betroffen sind (den artefaktbehafteten Trials vergleichbar). In weiterer Folge sollten daher eine positive TRP, die diesen Merkmalen entspricht, mit Vorsicht interpretiert werden, denn schlimmstenfalls könnte es sich hierbei um artefaktinduzierte Powerzunahmen handeln. Weitgehend unbeeinträchtigt davon sollten allerdings Effekte sein, die nicht diesen Charakteristika entsprechen und etwa selektiv höhere Frequenzbereiche, ande-

re Topografien, oder auch intraindividuelle Unterschiede betreffen. Da sich in den vorliegenden Daten im Allgemeinen stärkere Powerzunahmen für posteriore Arealen finden und Effekte (wie beispielsweise Zusammenhänge von TRP und produktivitätsabhängigen Aufgabenleistungen) vor allem in höheren Frequenzbereichen (im unteren Betaband) zeigen, scheint sich der mögliche Artefakteinfluss doch in Grenzen zu halten. Es kann aber nicht ausgeschlossen werden, dass die Analysen im niederfrequenten Alphaband durch höhere induzierte Fehlervarianzen konservativer ausfielen.

Da in vergleichbaren EEG-Untersuchungen im Allgemeinen nur bestimmte Frequenzbänder analysiert werden und die TRP nicht für ein breiteres Spektrum dargestellt wird, lässt sich nicht einwandfrei beurteilen, ob es sich hierbei um eine Problematik von EEG-Aufgaben mit Sprachproduktion handelt, oder vielleicht doch um ein ganz normales neurophysiologisches Phänomen divergenter Leistungen. Es sollen ein paar Vorschläge genannt werden, wie in zukünftigen Studien die Möglichkeit des Artefakteinflusses durch Sprachproduktion reduziert werden könnten. Einerseits scheint die Instruktion, Ideen auszusprechen, ohne vorher eine Taste zu drücken (samt voice-key Auswertung), doch nicht vorteilhaft zu sein. Auch wenn diese Instruktion durch das Wegfallen ablenkender Zusatzanforderungen für die TeilnehmerInnen eine natürlichere Ideenfindung (ähnlich dem Brainstorming) bedeutet, so wird dadurch auch die zeitliche Trennung der Ideenfindung und der sprachlichen Ideenproduktion reduziert. Alternativ könnten ereignisbezogene Paradigmen gewählt werden, bei denen immer nur eine Antwort zu einem vorgegebenen Stimulus gefordert ist und die Antwort erst nach einem festgelegten Zeitraum zu nennen ist (vgl. etwa Fink et al., in Druck). Dadurch könnte einerseits der Zeitdruck bei der Ideenproduktion reduziert werden und andererseits auch die zeitliche Trennung von Ideenfindung und Aussprechen der Idee weiter erhöht werden.

3.3.2 Bezug zu bisherigen Befunden

Der Einsatz der, im Kontext der neurowissenschaftlichen Kreativitätsforschung schon vielfach erprobten Aufgaben VM und WE erlaubt einen Vergleich mit bisherigen Befunden. Die angenommenen Unterschiede in der Validität der beiden Aufgaben konnten bereits durch die Analyse der behavioralen Gruppenunterschiede bekräftigt werden. Auf neurophysiologischer Ebene geht die Ideenfindung bei der Aufgabe VM (im Vergleich zur Aufgabe WE) mit signifikant höheren Powerzunahmen im unteren Betaband einher. Unterschiede der beiden Aufgaben wurden an anderer Stelle bereits für die TRP im Alphaband gezeigt (Fink et al., 2007). Dort ging die Aufgabe VM mit einer höheren Alphasynchronisation im Vergleich zur Aufgabe WE einher. Auch in der vorliegenden Studie findet sich deskriptiv eine höhere Alphasynchronisation für die Aufgabe VM im Vergleich zur Aufgabe WE, signifikant ist der Aufgabenunterschied in der mittleren TRP bei den vorliegenden Daten allerdings nur im unteren Betaband.

In der genannten Studie von Fink et al. wird die Aktivität im unteren Betaband nicht berichtet und somit kann nicht ausgeschlossen werden, dass auch dieser Frequenzbereich sensibel für das Ausmaß divergenter Anforderungen ist.

Die vorgefundenen Gruppenunterschiede in der Ideeoriginalität gehen mit Gruppenunterschieden in der TRP bei der Aufgabe VM einher; für die Aufgabe WE finden sich hingegen – wie auch bei den behavioralen Ergebnissen – keine Gruppenunterschiede in der TRP. Im Besonderen zeigt sich für die Aufgabe VM im Bereich von 10 Hz in linkshemisphärisch frontalen Kortextarealen eine höhere TRP der Kreativgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe. Weiterführende Analysen zeigen, dass dieser Unterschied auf geringere linkshemisphärische TRP der Kontrollgruppe zurückzuführen ist, während die Powerzunahmen bei der Kreativgruppe bilateral vergleichbar hoch sind. Zudem korreliert hohe Ideenoriginalität bei der Aufgabe VM mit dem Ausmaß frontaler Alphasynchronisation. Dies steht im Einklang zu zahlreichen Befunden, die beim divergenten Denken und bei hoher Ideenoriginalität eine Alphasynchronisation in frontalen Kortextarealen beschreiben (Carlsson et al., 2000; Goel & Vartanian, 2005; Fink et al., 2006; Fink & Neubauer, 2006; Grabner et al., 2007).

3.3.3 Kortikale Aktivität bei Assoziationsleistungen

Bei der Datenauswertung wurden zahlreiche, einander ergänzende Auswertungsansätze angewandt, um die Unterschiede und Zusammenhänge kortikaler Aktivität bei den verwendeten neuartigen Aufgaben hinreichend zu erschließen. Insbesondere die Analysen auf Ebene von Einzelfrequenzen führten zu einer hohen Anzahl statistischer Tests, deren Ergebnisse nur in der Gesamtheit vernünftig beurteilt werden können. Im Rahmen dieser Einzelanalysen finden sich Hinweise auf die differentielle Bedeutung des Frequenzbereichs von 15 bis 17 Hz (de facto also zwischen 14.5 und 17.5 Hz). Dieser wird in der Folge als unteres Betafrequenzband bezeichnet, auch wenn unter diesem Begriff häufig der etwas umfassendere Frequenzbereich zwischen 13 und 18 Hz verstanden wird (vgl. von Stein, Rappelsberger, Sarthein & Petsche, 1999; Weiss & Rappelsberger, 1996). Passenderweise umfasst dieser eingeschränkte Frequenzbereich auch einen gleich großen Anteil des Frequenzspektrums (nämlich eine Bandbreite von 3 Hz), wie die darüber hinaus verwendeten Bereiche des unteren und oberen Alphabands.

Im unteren Betaband zeigen sich einerseits höhere Powerzunahmen für die Assoziationsaufgaben und die Aufgabe VM gegenüber der Aufgabe WE. Dies bestätigt frühere Ergebnisse von Mölle et al. (1999), wonach die Betaaktivität (13-30 Hz) beim divergenten Denken höher ist als beim konvergenten Denken, und auch höher als bei einer mentalen Entspannungsphase. Des Weiteren findet sich in diesem Frequenzbereich für alle drei Assoziationsaufgaben und für die divergente Denkaufgabe – jedoch nicht für die Aufgabe WE - in bestimmten posterioren, vor allem parieto-temporalen Arealen eine höhere TRP der Kreativ-

gruppe gegenüber der Kontrollgruppe. Auch die Zusammenhangsanalysen zeigen, dass die Korrelationen von Aufgabenleistung mit der TRP für alle Aufgaben, außer der Aufgabe WE, im unteren Betaband am stärksten ausgeprägt sind. Bei der Aufgabe WE hingegen ist die Korrelation von Aufgabenleistung und TRP im unteren Alphaband am höchsten.

In Summe kann also - neben den behavioralen Ergebnissen - einige Evidenz gesammelt werden, dass Assoziationsaufgaben und divergente Denkaufgaben ähnliche kortikale Aktivierungsmuster aufweisen. Die differentiell bedeutsamen Gemeinsamkeiten finden sich hierbei aber vor allem im unteren Betaband und nicht etwa im, mit dem kreativen Denken häufig assoziierten Alphaband. Dies kann zum einen durch methodische Schwierigkeiten der EEG-Messung begründet sein (siehe Abschnitt 3.3.1). Zum anderen ist anzuführen, dass bei einem Großteil der EEG-Studien zum Thema Kreativität die Analysen auf den Alphafrequenzbereich konzentriert sind, sodass bisweilen nur wenige Ergebnisse zur Betaaktivität beim kreativen Denken publiziert wurden. Neben den genannten Befunden von Mölle et al. wurden etwa für das obere Betaband (20-30 Hz) wiederholt starke Powerzunahmen beim divergenten Denken und beim Lösen von RAT-Aufgaben berichtet (Razumnikova, 2000, 2007; Razumnikova et al., 2004). Veränderungen in höheren Frequenzbänder (Beta und Gamma) wurden in der Vergangenheit mit selektiver Aufmerksamkeit und erhöhter top-down Kontrolle in Zusammenhang gebracht (Engel, Fries & Singer, 2001; Schnitzler & Gross, 2005). In diesem Sinne kann die vorgefundene Betasynchronisation möglicherweise (ähnlich wie auch Alphasynchronisation) als eine Instanz der verstärkten top-down Informationsverarbeitung bei gleichzeitiger Inhibition irrelevanter Reize verstanden werden und als Indikator besonderer Aufmerksamkeitssteuerung, die für die Auswahl und Integration von Informationen beim kreativen Denken förderlich ist. Auch die topografischen Merkmale der berichteten Effekte sind in Übereinstimmung mit Erkenntnissen, wonach gerade beim Bilden entfernter semantischer Assoziationen präfrontale und temporale Kortexareale beider Hemisphären beteiligt sind (Khateb et al., 2003; Lepage, Habib, Cormier, Houle & McIntosh, 2000) und insbesondere beim divergenten Denken auch posteriore parietale Areale eine wesentliche Rolle spielen (Fink et al., in Druck; Howard-Jones et al., 2005; Mölle et al., 1999).

3.3.4 Zusammenhänge mit der kortikalen Ruheaktivität

Die Personen aus Kreativberufen zeigen in der Ruhebedingung mit geschlossenen Augen eine (tendenziell) höhere Alphaaktivität gegenüber Personen aus weniger kreativen Berufen. Dieser Unterschied war für linke anteriofrontale Kortexareale am stärksten ausgeprägt. Des Weiteren finden sich mitunter hohe signifikante Zusammenhänge der Ruhealphaaktivität mit der Leistung in den Aufgaben AL und AK. Ein ähnlicher Befund wurde bereits von Jaušovec und Jaušovec (2000) berichtet, die ebenfalls moderate Zusammenhänge ($r = .19$ bis $.23$) von Alphaaktivität während der Ruhebedingung mit geschlossenen Augen und der Kreativleis-

tung im TTCT feststellten; sie fanden jedoch keine nennenswerten Zusammenhänge von Ruheaktivität mit kognitiver Intelligenz. Kounios et al. (2007) hingegen berichteten von geringerem okzipitalen Ruhealpha bei Personen, die nachfolgende Anagrammaufgaben häufiger mit Einsicht lösten. Dieses Ergebnis wurde als geringere Hemmung des visuellen Systems interpretiert, was als kreativitätsförderlich im Sinne einer breiten Aufmerksamkeit und einer hohen Aufnahmebereitschaft für Umweltreize angenommen wurde (vgl. Rowe, Hirsh & Anderson, 2007). Somit wurde in der Studie von Kounios et al. ein gegenläufiger Zusammenhang – also hohe Kreativität mit geringerem Ruhealpha – beobachtet. Dabei ist zu bedenken, dass hier ein völlig anderer Indikator kreativer Leistungsfähigkeit zum Einsatz kommt, nämlich die relative Häufigkeit, mit der Anagrammaufgaben mit Einsicht (vs. ohne Einsicht) gelöst werden. Auch wenn das Lösen mit plötzlicher Einsicht im scheinbaren Gegensatz zu analytischem (unkreativem) Problemlösen steht, so gibt es kaum nennenswerte Hinweise für die Validität von *hoher Einsicht*, die über die Augenscheinvalidität hinausreichen. Insbesondere ist der Zusammenhang dieses Maßes mit den gebräuchlichen Maßen zum divergenten Denken unbekannt, wodurch es erschwert ist, diese Ergebnisse mit Befunden zum divergenten Denken in Beziehung zu setzen.

Der Zusammenhang von Ruhealphaaktivität und Kreativität könnte etwa durch einen geringeren Stress in der ungewohnten Situation der EEG-Messung erklärt werden. Für Personen, die sich während der EEG-Messung wohler fühlen und entspannter sind, wäre ein höheres Ruhealpha zu erwarten; darüber hinaus wird Wohlbefinden und positive Stimmung als förderlich für alle Art kognitiver Leistungen und insbesondere Kreativität angenommen (Ashby, Isen, & Turken, 1999). Dieser Erklärungsansatz betrifft genau genommen nur den Zusammenhang von hohem Ruhealpha und der Leistung bei Kreativitätsaufgaben im EEG. Weiterhin ungeklärt bleibt dabei, warum kreative Personen ein höheres Ruhealpha aufweisen, zumindest, sofern man nicht zusätzlich annimmt, dass kreative Personen im Allgemeinen entspannter (bei EEG-Messungen) sind. Im vorliegenden Experiment gab es dafür zumindest keinen Hinweis, denn kreative und weniger kreative Personen unterscheiden sich nicht in der Zustandsängstlichkeit.

Es bleibt festzuhalten, dass in neurowissenschaftlichen Untersuchungen im Allgemeinen nur *transiente* Zunahmen der Alphanpower (oder der Betapower) mit der Leistung in Kreativitätsaufgaben in Verbindung gebracht werden (siehe Abschnitt 1.3.2). Dies geschieht dabei zumeist bei Studien mit anfallenden Normalstichproben, deren Kreativitätsunterschiede erst im Zuge der EEG-Messung beurteilt werden. Die häufig festgestellten Zunahmen der Frequenzpower werden hierbei ganz allgemein als ein kreativitätsförderlicher Zustand betrachtet. Dabei erscheint es denkbar, dass hoch kreative Personen, bei denen also eine hohe Ausprägung der Kreativität auch außerhalb der Testung als stabiles Personenmerkmal angenommen werden kann, eine Art Prädisposition zu entsprechenden kortikalen Aktivitätszu-

ständen aufweisen. In diesem Sinne könnte eine erhöhte Alphaaktivität nicht nur als Zustandseigenschaft (*state*), etwa während des divergenten Denkens, sondern auch als physiologische Basis einer Personeneigenschaft (*trait*), also auch in Ruhe, angenommen werden. Diese Annahme ist allerdings sehr spekulativ, weil die meisten EEG-Studien im Kontext der Kreativitätsforschung keine Auswertungen der EEG-Ruheaktivität berichten. Es finden sich allerdings erste Hinweise, dass sogar einzelne Indizes der Ruhealphaaktivität prädiktiv für verschiedene Aspekte des divergenten Denkens sein können. Demnach soll Ideenflüssigkeit korreliert sein mit der *Individuellen Alphafrequenz* und der Dauer der Alphaaktivität (letzteres Maß entspricht wohl am ehesten der Alphapower), die Ideenflexibilität hingegen mit der individuellen Alphabandbreite und der Variabilität der Alphaamplitude (Bazanov & Afnasa, 2008). Es wird zukünftigen Studien überlassen sein, diese Vermutung zu unterstützen oder zu zerstreuen.

4 Experiment III

Bei der Auswertung von divergenten Denkaufgaben ist es üblich, neben dem Maß der Ideenflüssigkeit (Ideenanzahl), auch qualitative Maße wie Ideenoriginalität, oder seltener Ideenflexibilität oder -elaboration zu bestimmen (siehe Abschnitt 1.1.2). Da diese Maße auf Grundlage derselben Antworten gewonnen werden, kann angenommen werden, dass diese Maße psychometrisch nicht unabhängig sind. Wie sich unter anderem in Experimenten I und II gezeigt hat, ist insbesondere das Maß der Ideenoriginalität, berechnet als Summe der Originalitätsbeurteilungen aller Einzelideen, in der Regel sehr hoch mit der zu Grunde liegenden Ideenanzahl korreliert. Ein möglicher Ausweg, die Berechnung der mittleren Ideenoriginalität, resultiert zwar in einem unkorrelierten aber auch unreliablen Maß (Benedek, 2006). Dies dürfte vor allem darauf zurückzuführen sein, dass die Instruktion „so viele und so ungewöhnliche Ideen wie möglich zu produzieren“ eine Art Doppelaufgabe darstellt, die unterschiedliche Bearbeitungsstrategien zulässt. Diese Unklarheiten hatten unter anderem zur Folge, dass TestautorInnen entsprechender Skalen nur die Auswertung eines der möglichen Kreativitätsmaße empfehlen (Jäger et al., 1997; Schoppe, 1975).

Wird nun allein die Ideenanzahl (Ideenflüssigkeit) ausgewertet, so ist es in der Regel unzufrieden stellend, dass hierbei die Qualität der einzelnen Ideen unberücksichtigt bleibt. Eine zusätzliche Auswertung der Ideenoriginalität (durch Summation von Originalitätsbeurteilungen) führt – wie erwähnt – zu einem mit der Ideenflüssigkeit hoch konfundiertem Maß. Dieses kann als ein aussagekräftiges Gesamtmaß der divergenten Denkleistung betrachtet werden. Darüber hinaus stellt sich allerdings die Frage, ob Ideenflüssigkeit und Ideenoriginalität eigenständige, diskriminierbare Aspekte der Fähigkeit zum kreativen Denken darstellen und als solche auch unabhängig von einander erfasst werden können. Aufbauend auf einer unabhängigen Erfassung beider Aspekte könnte auch geprüft werden, ob es einen *natürlichen* (also nicht methodisch bedingten) Zusammenhang von Ideenflüssigkeit und Ideenoriginalität gibt, wie etwa von Guilford (1950) vermutet wurde.

Zu diesem Zweck wurden zwei verschiedene Untersuchungsansätze in Form von zwei Teilexperimenten umgesetzt. Eine erste Möglichkeit Ideenoriginalität unabhängig von Ideenflüssigkeit zu erfassen besteht darin, von der Menge der Antworten bei einer divergenten Denkaufgabe nur eine festgesetzte Anzahl von Ideen pro Person zur Originalitätsbeurteilung heranzuziehen. Um einen validen Indikator zu gewinnen, der unabhängig von Bearbeitungsstrategien ist, macht es Sinn, sich hier nur für die originellsten Ideen zu interessieren. Im einfachsten Fall könnte also beispielsweise nur die beste Idee jeder Person als Originalitätsindikator herangezogen werden. Eine klare Voraussetzung für das Gelingen eines solchen Maßes ist, dass die Ideenbeurteilung sich an einer festen, für alle Beurteilten gleichen Maßskala der Originalität orientiert. Dies ist üblicherweise auch gegeben, wenn nicht gezielt versucht

wird die gesamte Beurteilungsskala pro Person auszuschöpfen, wie es etwa bei der Untersuchung intraindividuelle Unterschiede nützlich sein kann. Eine weitere Voraussetzung für diese Methode scheint zu sein, dass die herangezogene Originalitätsskala gerade im oberen Bereich diskriminiert, da schließlich die Bestwerte (und eben nicht etwa Mittelwerte) pro Person verglichen werden sollen. Um eine Auswahl für die originellsten k Ideen zu treffen, die für die Beurteilung herangezogen werden sind drei Vorgehensweisen denkbar: (i) Alle Ideen werden beurteilt und die k Ideen mit den höchsten mittleren Ratings werden herangezogen, oder (ii) die BeurteilerInnen wählen die k originellsten Ideen aus und beurteilen nur diese (hierbei denkbar sowohl mit als auch ohne Konsensfindung über diese Auswahl), oder (iii) die Beurteilten wählen nach Abschluss der Aufgabenbearbeitung die jeweils k originellsten Ideen selbst aus. Die letztgenannte Vorgehensweise ist hierbei die effizienteste, da sie als einzige ermöglicht, dass die BeurteilerInnen nur einen Teil der produzierten Ideen vorgelegt bekommen. Andererseits verlangt sie von den Beurteilten neben der Ideenproduktion auch noch die Fähigkeit zur Selbsteinschätzung im Hinblick auf die eigene Leistung. Die Auswahl, die hierbei von den Beurteilten getroffen wird, muss natürlich nicht dieselbe sein wie die, welche von BeurteilerInnen getroffen werden würde. Da Effizienz ein wesentliches Ziel für eine vielleicht zukünftige Originalitätserfassung darstellt, wurde im vorliegenden ersten Teilerperiment diese, dritte Vorgehensweise zur Ideenvorauswahl gewählt.

Eine zweite Möglichkeit Ideenoriginalität unabhängig von Ideenflüssigkeit zu erfassen besteht darin die Produktion von nur k Ideen zu fordern, und zwar die k originellsten Ideen, die in der vorgegebenen Zeit möglich sind. Besonders konsequent und auch eindeutig erscheint es hier nur die Produktion von einer möglichst originellen Idee zu erfragen ($k = 1$). Man könnte sich nun denken, dass diese Methode im Grunde ähnlich wie die zuvor vorgestellte ist und sich nur dadurch unterscheidet, dass nicht alle Ideen aufgeschrieben werden. Andererseits kann angenommen werden, dass diese Aufgabenstellung eine deutlich verschiedene Bearbeitungsstrategie erlaubt. Insbesondere wenn nur die Produktion einer Idee gefordert ist, ergibt sich eine sehr klare, einfachere Anforderung an die Aufgabenbearbeitenden. Es gilt nur die Ideenqualität zu optimieren, ohne Berücksichtigung quantitativer Aspekte. Bei dieser Vorgehensweise würde also Ideenoriginalität noch konsequenter getrennt von Ideenflüssigkeit erfasst werden, nämlich in Form einer eigenen (nicht-divergenten) Aufgabe. Diese Methode wurde in einem zweiten Teilerperiment umgesetzt.

Im Rahmen dieses Experiments sollen Reliabilität, Validität und auch Ökonomie der durch diese zwei Methoden gewonnenen Originalitätsmaße untersucht werden. Zur einfacheren gedanklichen Trennung der beiden sehr ähnlichen Aufgabentypen beziehungsweise Instruktionstypen dieser zwei Teilerperimente soll im Folgenden von der *best-of* – Aufgabe im Gegensatz zur *best-only* – Aufgabe gesprochen werden.

Die Planung und Datenerhebung dieser Experimente geschah im Rahmen des Seminars *Experimentalpsychologisches Praktikum*, das vom Autor der Arbeit im Sommersemester 2008 an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel geleitet wurde. Die Teilerperimente wurden von je einer Gruppe von vier Studierenden in intensiver Betreuung ausgearbeitet und durchgeführt. Das best-of Experiment wurde von Christoph Beißner, Liane Krahnert, Lydia Möser und Anna-Maria Tolke geleitet, das best-only Experiment von Kathleen Fittkau, Barbara Hausmann, Kristina Schröer und Lina Verlinden.

4.1 Methode – Experiment III-a

4.1.1 Stichprobe

An diesem Experiment nahmen 32 Studierende teil. Die Kreativgruppe setzte sich aus zwölf Studierenden (neun Frauen, drei Männer; Alter: $M = 21.83$, $SD = 1.34$) der *Muthesius* Kunsthochschule Kiel (Studiengänge *Kommunikationsdesign*, *Industriedesign* und *Interior Design*) zusammen. Die angestrebte Gruppengröße von 20 Personen für die Kreativgruppe konnte aus Gründen zeitlicher Ökonomie nicht erreicht werden. Die Kontrollgruppe setzte sich aus 20 Psychologiestudierenden der *Christian-Albrechts-Universität* zu Kiel zusammen (18 Frauen, zwei Männer; Alter: $M = 21.15$, $SD = 2.16$). Die Rekrutierung erfolgte über Aushänge. Als Anreiz zur Teilnahme wurden schriftliche individuelle Rückmeldungen zur kreativen Testleistung angeboten. Die Psychologiestudierenden erhielten zudem eine studienrelevante Bescheinigung der Untersuchungsteilnahme. Die Testung erfolgte in Form einzelner Gruppensitzungen und fand bei der Kontrollgruppe in einem Seminarraum der Universität und bei der Kreativgruppe in der Mensa der Kunsthochschule während der üblichen Unterrichtszeit statt.

4.1.2 Untersuchungsmaterial

Für dieses Experiment wurde ein paper-pencil Test aus vier Subtests zusammengestellt. Das Deckblatt enthielt eine kurze Vorstellung der Untersuchung, eine Anleitung zur Erstellung des Probandencodes und die Frage nach einigen biografischen Informationen (siehe Anhang C.1). Der Test umfasste den Subtest Analogien des I-S-T 2000-R (Amthauer et al., 2001), sowie die schon in den vorangegangenen Experimenten eingesetzte Aufgabe Assoziationsliste (siehe Abschnitt 2.1.3). Des Weiteren wurden ein verbaler und ein figuraler Subtest zum divergenten Denken in Ahnlehnung an bestehende Subtests entworfen (siehe Anhang C.2). Der verbale Subtest umfasste sechs Items zur Aufgabengruppe Verwendungsmöglichkeiten (Beispielitem: *Schnürsenkel*). Für jedes Item waren 15 freie Zeilen zur Niederschrift von Ideen vorgesehen. Die Instruktion forderte dazu auf hier „möglichst viele, originelle und einzigartige Verwendungsmöglichkeiten zu finden“. Die Items (Alltagsgegenstände)

waren nicht am Testbogen vermerkt, sondern nur den UntersuchungsleiterInnen bekannt. Der verwendete figurale Subtest war eine Adaptation des Subtests *Zeichen Fortsetzen* wie er im BIS (Jäger et al., 1997) oder im TTCT (Torrance, 1974; Subtest *Lines*) eingesetzt wird und umfasste ebenfalls sechs Items. Die Items waren selbst erstellte abstrakte Figuren, die in je 20-facher Ausfertigung auf einem Bogen dargestellt wurden (siehe Anhang C.3). Hier lautete die Instruktion „möglichst viele Figuren auf originelle, sinnvolle und einzigartige Weise zu ergänzen“. Bei beiden divergenten Aufgaben (verbal und figural) sollten die TeilnehmerInnen nach Ablauf der Bearbeitungszeit eines Items die nach ihrem Ermessen originellsten drei Ideen durch Einkreisen markieren und ihnen entsprechende Rangplätze zuweisen („1.“ für die originellste Idee, „2.“ die zweitoriginellste Idee und „3.“ für die drittoriginellste Idee). Im Falle des figuralen Subtests sollten die einzelnen Bilder zuvor noch kurz beschriftet werden. Diese Bewertungsschritte sollte jeweils mit einem andersfarbigen Stift ausgeführt werden, um durch den Stiftwechsel die Phasen der Ideenfindung und der Ideenbewertung klar erkennbar zu trennen. Die Bearbeitungszeit betrug beim verbalen Subtest 90 Sekunden pro Item und beim figuralen Subtest 120 Sekunden pro Item.

4.1.3 Untersuchungsablauf

Die TeilnehmerInnen erhielten ein Testheft und zwei verschiedenfarbige Stifte. Zuerst wurde das Deckblatt ausgefüllt und ein Probandencode erstellt, der auf alle folgenden Testblätter übertragen wurde. Dann wurden der verbale und der figurale Subtest, die Assoziationsliste und der Subtest Analogien in dieser Reihenfolge bearbeitet. Der/die UntersuchungsleiterIn verlas jeweils die Instruktion und beantwortete etwaige Fragen. Für die verbale divergente Denkaufgabe und die Assoziationsliste verlas die/der UntersuchungsleiterIn das jeweilige Item um einen vergleichbaren Bearbeitungsbeginn zu erzielen. Des Weiteren gab die/der UntersuchungsleiterIn jeweils das Zeichen mit der Bearbeitung zu beginnen oder zu enden. Die Gesamtbearbeitungszeit betrug etwa 45 Minuten.

4.1.4 Originalitätsbeurteilungen

Die drei jeweils markierten Antworten des verbalen Subtests wurden nach Items gruppiert in ein Tabellenkalkulationsprogramm übertragen. Die Antwortblätter des figuralen Subtests wurden nach Items gruppiert zusammengeheftet. Für die Originalitätsbeurteilung wurden in jedem Fall nur die drei markierten Ideen herangezogen. Somit ergaben sich 18 zu beurteilende Ideen (3 Ideen x 6 Items) pro Subtest und UntersuchungsteilnehmerIn. In Summe waren das 1188 Ideen, die 47.2 % der Gesamtzahl aller produzierten Ideen ausmachten. Vier BeurteilerInnen (in diesem Fall die UntersuchungsleiterInnen) wurden instruiert alle Ideen auf einer sechsstufigen Likert-Skala (von 0, nicht originell bis 5, hoch originell) zu beurteilen. In Fällen, in denen nicht mindestens drei Ideen pro Item vorlagen, wurde die fehlende Idee mit

null Punkten bewertet. Dies geschah beim verbalen Subtest in 1.0 % und beim figuralen Subtest in 0.2 % der Fälle. Die BeurteilerInnen wurden weiters aufgefordert sich zu Beginn einen Überblick über alle Ideen zu einem Item zu verschaffen, um bei den Beurteilungen die gesamte Beurteilungsskala geeignet nutzen zu können. In die Beurteilung sollte sowohl die Ungewöhnlichkeit als auch die Geeignetheit der Ideen eingehen. Die Beurteilung nahm pro BeurteilerIn etwa zwei Stunden in Anspruch.

4.2 Ergebnisse – Experiment III-a

4.2.1 Aufgabenanalyse

Die interne Konsistenz (der sechs Items) des Subtests zur Assoziationsflüssigkeit beträgt *Cronbachs* $\alpha = .92$. Die interne Konsistenz der (sechs Items) für die Ideenflüssigkeit beträgt für den verbalen Subtest *Cronbachs* $\alpha = .85$ und für den figuralen Subtest *Cronbachs* $\alpha = .87$. Die folgenden Analysen beziehen sich auf die Reliabilität der Originalitätsmaße und dabei wenn nicht anders angeführt auf eine Auswertung von Scores in die alle drei originellsten Antworten pro Person eingehen. Die Interraterreliabilität (der vier BeurteilerInnen) für die Originalitätsbeurteilungen beträgt zufriedenstellende ICC = .92 für den verbalen Subtest und ICC = .89 für den figuralen Subtest. Die interne Konsistenz (der sechs Items) für die Originalitätsbeurteilungen beträgt hingegen nur *Cronbachs* $\alpha = .62$ für den verbalen Subtest, und *Cronbachs* $\alpha = .79$ für den figuralen Subtest. Wenn für die Scorebildung nur die originellsten zwei Ideen betrachtet werden beträgt die interne Konsistenz für den verbalen Subtest gleich bleibend *Cronbachs* $\alpha = .62$ und für den figuralen Subtest etwas geringere *Cronbachs* $\alpha = .74$. Wenn nur die beste Idee herangezogen wird kommt es aber zu deutlichen Abnahme der Reliabilität auf *Cronbachs* $\alpha = .42$ (verbaler Subtest) beziehungsweise *Cronbachs* $\alpha = .64$ (figuraler Subtest).

Tabelle 20

Interkorrelationen der Maße zur verbalen und figuralen Ideenflüssigkeit und Ideenoriginalität, sowie Zusammenhänge mit Assoziationsflüssigkeit und verbaler Intelligenz

		I-Flu		I-Org		A-Flu	IST-V
		verbal	figural	verbal	figural		
I-Flu	verbal	-	.74***	.31 ⁺	.28	.54**	-.05
	figural		-	.34 ⁺	.37*	.53**	-.06
I-Org	verbal			-	.45*	.39*	.06
	figural				-	.46**	.22

Anmerkungen. I-Flu = Ideenflüssigkeit, I-Org = Ideenoriginalität, A-Flu = Assoziationsflüssigkeit, IST-V = Verbale Intelligenz.
⁺ $p < .10$, * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

Wie Tabelle 20 zu sehen ist, finden sich für die Maße der Ideenflüssigkeit und die Maße der Ideenoriginalität (auf Basis der besten drei Ideen) moderate korrelative Zusammenhänge für den verbalen ($r = .31$) und figuralen Subtest ($r = .37$). Darüber hinaus sind alle Maße (hierbei insbesondere die der Ideenflüssigkeit) signifikant mit Assoziationsflüssigkeit, nicht aber mit verbaler Intelligenz korreliert. Schließlich findet sich ein hoher korrelativer Zusammenhang von verbaler und figuraler Ideenflüssigkeit ($r = .74$), und ein etwas geringerer Zusammenhang von verbaler und figuraler Ideenoriginalität ($r = .45$). Dies erlaubt mit Einschränkung die Berechnung von modalitätsunabhängigen Scores der Ideenflüssigkeit und -originalität.

Tabelle 21

Interkorrelation von Ideenflüssigkeit und Ideenoriginalität (aggregiert über verbalen und figuralen Subtest), sowie Zusammenhänge mit Assoziationsflüssigkeit und verbaler Intelligenz

	I-Flu	I-Org	A-Flu	IST-V
I-Flu	-	.41*	.58***	-.06
I-Org		-	.50**	.17

Anmerkungen. I-Flu = Ideenflüssigkeit, I-Org = Ideenoriginalität, A-Flu = Assoziationsflüssigkeit, IST-V = Verbale Intelligenz.
* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

Es findet sich ein signifikanter korrelativer Zusammenhang von Ideenflüssigkeit und Ideenoriginalität (siehe Tabelle 21). Dieser Zusammenhang kann in diesem Fall nicht auf die Unterschiede in der zu Grunde liegenden Ideenanzahl zurückgeführt werden. Des Weiteren korrelieren beide Maße hoch mit Assoziationsflüssigkeit, es zeigt sich aber kein korrelativer Zusammenhang mit verbaler Intelligenz.

4.2.2 Analyse von Gruppenunterschieden

Die Untersuchungsgruppen unterscheiden sich nicht in der verbalen Intelligenz ($t_{30} = 0.35$, ns.). Es zeigt sich auch nur eine schwache Tendenz in Richtung höherer Assoziationsflüssigkeit der Kreativgruppe ($M = 13.96$, $SD = 2.44$) im Vergleich zur Kontrollgruppe ($M = 12.45$, $SD = 2.76$; $t_{30} = 1.56$, $p = .13$).

Gruppenunterschiede in der Ideenflüssigkeit wurden mit einer zweifaktoriellen Varianzanalyse mit den Innersubjektfaktor Modalität (verbal, figural) und dem Zwischengruppenfaktor Gruppe (Kontrollgruppe vs. Kreativgruppe) untersucht. Bei der verbalen Aufgabe wurden in den vorgegebenen 90 Sekunden weniger Ideen produziert als bei der figuralen Aufgabe in 120 Sekunden ($F_{1,30} = 32.02$, $p < .001$; siehe Abbildung 27). Des Weiteren weist die Kreativgruppe eine höhere Ideenflüssigkeit als die Kontrollgruppe auf ($F_{1,30} = 13.16$, $p < .01$), wobei dieser Unterschied für die figurale Modalität tendenziell höher ausgeprägt ist ($F_{1,30} = 3.27$, $p < .10$).

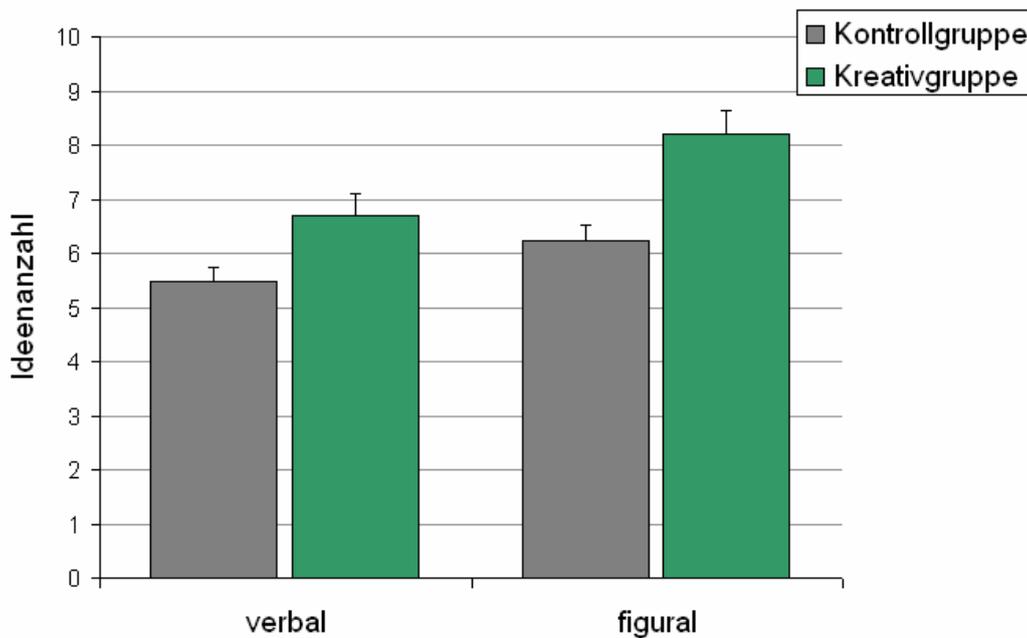


Abbildung 27: Ideenflüssigkeit in der verbalen und figuralen Modalität bei Kontrollgruppe im Vergleich zur Kreativgruppe

Zur Überprüfung von Gruppenunterschieden in der Ideenoriginalität wurde eine dreifaktorielle Varianzanalyse mit den Innersubjektfaktoren *Modalität* (verbal, figural) und *Ideenrang* (1., 2. oder 3. originellste Idee) und dem Zwischensubjektfaktor *Gruppe* (Kontrollgruppe vs. Kreativgruppe) berechnet. Hierbei finden sich drei Haupteffekte ohne weitere Interaktionen. Zum einen spiegelt sich die Reihung der Ideen auch in den Originalitätsbeurteilungen wieder: erstgereichte Ideen wurden tendenziell origineller beurteilt als zweitgereichte Ideen; zweitgereichte Idee wiederum signifikant origineller als drittgereichte Ideen ($F_{2,60} = 21.67, p < .001$; Bonferoni Posttests; siehe Abbildung 28). Dies ist ein Hinweis, dass Selbst- und Fremdbild bei der Beurteilung der Ideenoriginalität übereinstimmen. Darüber hinaus wurden die figuralen Ideen im Mittel als origineller beurteilt als die verbalen Lösungen ($F_{1,30} = 9.90, p < .01$). Schließlich zeigt die Kreativgruppe unabhängig von der Aufgabenmodalität eine höhere Ideenoriginalität als die Kontrollgruppe ($F_{1,30} = 13.46, p < .001$).

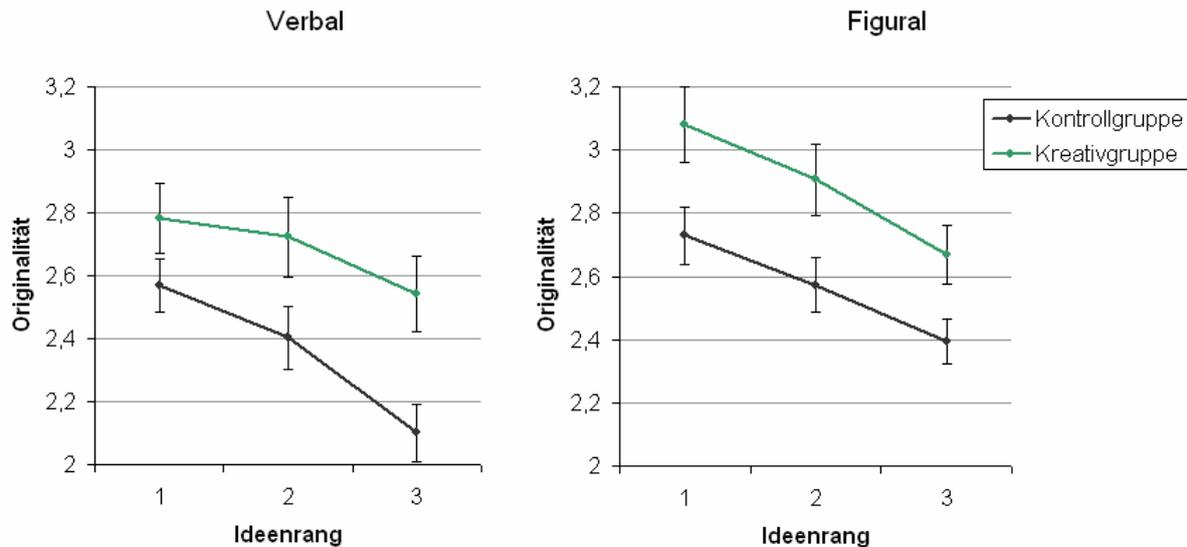


Abbildung 28: Ideenoriginalität in Abhängigkeit vom Ideenrang. Vergleich der Untersuchungsgruppen und der Modalität

Somit konnte die Validität des Maßes der Ideenflüssigkeit im Hinblick auf kreative Leistungsfähigkeit bekräftigt werden. Des Weiteren finden sich aber auch deutliche Hinweise für die Validität einer auf Basis einer festen Ideenanzahl bestimmten Ideenoriginalität.

4.3 Methode – Experiment III-b

4.3.1 Stichprobe

An diesem Experiment nahm eine zu Experiment III-a unabhängige Stichprobe von 31 Studierenden teil (20 Frauen, elf Männer). Die Kreativgruppe setzte sich aus 14 Studierenden der Muthesius Kunsthochschule Kiel (Studiengänge Kommunikationsdesign, Industriedesign und Interior Design) zusammen. Die angestrebte Gruppengröße von 20 Personen für die Kreativgruppe konnte leider in sinnvoller Zeit nicht erreicht werden. Die Kontrollgruppe setzte sich aus 17 Studierenden verschiedener Fakultäten der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel zusammen. Die Rekrutierung erfolgte über Aushänge. Als Anreiz zur Teilnahme wurden schriftliche individuelle Rückmeldungen zu verschiedenen kognitiven Aspekten angeboten. Die Testung erfolgte in Form mehrerer Gruppentestungen und fand bei der Kontrollgruppe in einem Seminarraum der Universität beziehungsweise für die Kreativgruppe in der Mensa der Kunsthochschule während der üblichen Unterrichtszeit statt.

4.3.2 Untersuchungsmaterial

Für dieses Experiment wurde ein paper-pencil Test aus vier Subtests zusammengestellt. Das Deckblatt enthielt eine kurze Vorstellung der Untersuchung, eine Anleitung zur Erstellung des Probandencodes und die Frage nach einigen biografischen Informationen (siehe Anhang C.4). Der Test umfasste den Subtest Analogien des I-S-T 2000-R (Amthauer et al., 2001), sowie die schon in den vorangegangenen Experimenten eingesetzte Aufgabe Assoziationsliste (siehe Abschnitt 2.1.3). Des Weiteren wurden zwei selbst entworfene Subtests zur Ideenflüssigkeit und zur Ideenoriginalität vorgegeben (siehe Anhang C.5 und C.6). Beide Subtests basieren auf demselben Itempool, nämlich auf 18 offenen Fragen (siehe Anhang C.7), die sich teilweise an der Aufgabengruppe Verwendungsmöglichkeiten anlehnen, und unterscheiden sich nur in der Instruktion. Je sechs Items wurden pro Person zufällig dem Subtest zur Ideenflüssigkeit zugeordnet (d.h. unter Produktivitätsinstruktion bearbeitet) und zwölf Items dem Subtest Ideenoriginalität (d.h. unter Originalitätsinstruktion bearbeitet). Im Subtest zur Ideenflüssigkeit wurden die TeilnehmerInnen aufgefordert so viele Ideen wie möglich zu produzieren (siehe Anhang A.16). Die Bearbeitungszeit betrug hier zwei Minuten pro Item. Beim Subtest zur Ideenoriginalität wurden die TeilnehmerInnen aufgefordert nur die am originellsten erscheinende Idee zu notieren (siehe Anhang A.17). Da hier nur eine Idee zu produzieren ist wurde die Bearbeitungszeit mit 30 Sekunden pro Item festgelegt.

4.3.3 Untersuchungsablauf

Die TeilnehmerInnen wurden begrüßt und erhielten ein Testheft. Zu Beginn der Testung wurde das Deckblatt ausgefüllt und ein Probandencode erstellt, der auf alle folgenden Testblätter übertragen wurde. Dann wurden der Subtest Analogien, der Subtest zur Ideenflüssigkeit, die Assoziationsliste und der Subtest zur Ideenoriginalität in dieser Reihenfolge bearbeitet. Der/die UntersuchungsleiterIn verlas jeweils die Instruktion, beantwortete etwaige Fragen, und gab Zeichen zum Beginnen und Beenden der Bearbeitung jedes Items. Die Gesamtbearbeitungszeit betrug etwa 45 Minuten.

4.3.4 Originalitätsbeurteilungen

Alle Ideen des Subtest zur Ideenoriginalität wurden in ein Excel-Arbeitsblatt übertragen und nach Items sortiert. Somit ergaben sich 372 (31 UntersuchungsteilnehmerInnen x zwölf Items) zu beurteilende Fälle. In sieben Fällen (1.9 % der Gesamtdaten) war keine Antwort in der vorgegebenen Zeit erfolgt, weswegen effektiv 365 Ideen in die Beurteilung gingen. Die fehlenden Antworten blieben bei der Scorebildung unberücksichtigt (d.h. wenn also nur elf gültige Antworten einer Person vorlagen, so wurde der Originalitätsscore auch nur auf Basis dieser elf Antworten berechnet). Für die Beurteilung wurden fünf Studierende als Beur-

teilerInnen rekrutiert. Diese wurden instruiert alle Ideen auf einer sechsstufigen Likert Skala (von 0, nicht originell bis 5, hoch originell) zu beurteilen. Die BeurteilerInnen wurden weiters aufgefordert sich zu Beginn einen Überblick über alle Ideen zu einem Item zu verschaffen, um bei den Beurteilungen die gesamte Beurteilungsskala geeignet nutzen zu können. In die Beurteilung sollte sowohl die Ungewöhnlichkeit als auch die Geeignetheit der Ideen eingehen. Die Beurteilung nahm pro BeurteilerIn weniger als 30 Minuten in Anspruch.

4.4 Ergebnisse – Experiment III-b

4.4.1 Aufgabenanalyse

Die interne Konsistenz (der sechs Items) des Tests zur Assoziationsflüssigkeit beträgt *Cronbachs* $\alpha = .89$. Die Interraterreliabilität (der fünf BeurteilerInnen) für die Originalitätsbeurteilungen beträgt zufrieden stellende ICC = .91. Die vorgenommene Item-Randomisierung bei den Subtests zur Ideenflüssigkeit und zur Ideenoriginalität hat zur Folge, dass kein Item von allen Personen unter derselben Instruktionsbedingung bearbeitet wurde. Daher konnte die interne Konsistenz auf Basis dieser Datensituation nicht ohne weiteres berechnet werden. Die Daten wurden daher in der Weise umkodiert, dass dem resultierenden *i*-ten Item die Werte des an ursprünglich *i*-ter Position bearbeiteten Items zugewiesen wurden. Auf diese Weise lässt sich eine konsistente Datenlage erzeugen, wobei aber die genauen Itemzugehörigkeiten verloren gehen. Unter der Annahme, dass keine bedeutsamen Unterschiede in der Itemcharakteristik (z.B. Itemschwierigkeit) und Validität zu erwarten sind und jedes Item ungeachtet seines konkreten Inhalts gleichermaßen geeignet ist die interessierende Konstruktausprägung zu erfassen, erscheint diese Vorgehensweise vertretbar. Die durch die unberücksichtigte Itemzugehörigkeit eingebrachte Fehlervarianz dürfte dabei zu einer konservativen Schätzung der internen Konsistenz führen. Die so geschätzte interne Konsistenz (der sechs Items) des Subtests zur Ideenflüssigkeit beträgt *Cronbachs* $\alpha = .75$ und die interne Konsistenz (der zwölf Items) des Subtests zur Ideenoriginalität beträgt *Cronbachs* $\alpha = .84$.

Tabelle 22

Interkorrelation von Ideenflüssigkeit und Ideenoriginalität, sowie Zusammenhänge mit Assoziationsflüssigkeit und verbaler Intelligenz

	I-Flu	I-Org	A-Flu	IST-V
I-Flu	-	.24	.31 ⁺	.15
I-Org		-	.02	-.12

Anmerkungen. I-Flu = Ideenflüssigkeit, I-Org = Ideenoriginalität, A-Flu = Assoziationsflüssigkeit, IST-V = Verbale Intelligenz.
⁺ $p < .10$.

Wie in Tabelle 22 dargestellt findet sich kein signifikanter Zusammenhang von Ideenflüssigkeit und Ideenoriginalität. Es zeigt sich ein tendenzieller korrelativer Zusammenhang von Assoziationsflüssigkeit mit Ideenflüssigkeit nicht aber mit Ideenoriginalität. Darüber hinaus finden sich keine signifikanten Zusammenhänge mit der verbalen Intelligenz.

4.4.2 Analyse von Gruppenunterschieden

Die Untersuchungsgruppen unterscheiden sich in der verbalen Intelligenz dahingehend, dass die Kontrollgruppe eine höhere Ausprägungen aufweist ($M = 14.00$, $SD = 2.40$) als die Kreativgruppe ($M = 12.21$, $SD = 1.81$; $t_{29} = -2.30$, $p < .05$). Darüber hinaus fanden sich keine Leistungsunterschiede der Untersuchungsgruppen, weder in der Assoziationsflüssigkeit ($t_{29} = 0.74$, *ns.*), noch in der Ideenflüssigkeit ($t_{29} = 1.44$, *ns.*) oder der Ideenoriginalität ($t_{29} = -0.31$, *ns.*). Kontrolliert man den Einfluss der verbalen Intelligenz auf die Ideenflüssigkeit so findet sich ein tendenzieller Unterschied dahingehend, dass die Kreativgruppe höhere Ideenflüssigkeit aufweist ($M = 9.23$, $SD = 2.43$) als die Kontrollgruppe ($M = 7.99$, $SD = 2.33$; $F_{1,28} = 3.95$, $p = .06$). Kontrolliert man den Einfluss der verbalen Intelligenz auf die Ideenoriginalität ergibt sich weiterhin kein Unterschied der Untersuchungsgruppen ($F_{1,29} = 0.39$, *ns.*).

4.5 Diskussion

Das Ziel dieser beiden Telexperimente war es einerseits Möglichkeiten zu erkunden die Ideenoriginalität unkonfundiert von Ideenflüssigkeit um den Zusammenhang dieser Konstrukte neu beleuchten zu können. Schließlich wurden implizit auch Möglichkeiten erprobt eine ökonomische Erfassung der Ideenoriginalität zu gewährleisten.

4.5.1 Originalitätserfassung mit *best-of* Instruktion

Im ersten Telexperiment wurden typische divergente Denkaufgaben eingesetzt und die UntersuchungsteilnehmerInnen wurden – gemäß der in der Literatur am häufigsten verwendeten Instruktion – dazu aufgefordert sowohl viele als auch originelle Ideen zu produzieren. Darüber hinaus wurden sie instruiert nach der Bearbeitung jedes Items selbst die originellsten drei Ideen auszuwählen und mit Rangplätzen zu versehen. Diese Vorgehensweise ermöglichte es, dass für die folgende Beurteilung der Ideenoriginalität nur die (nach Maßgabe der TeilnehmerInnen) originellsten Ideen einbezogen werden. Durch diese Instruktion erfahren die UntersuchungsteilnehmerInnen aber auch vorab, dass besonderes Augenmerk auf die originellsten *drei* Ideen gelegt wird. Dies sollte ihnen eine Grundlage dafür bieten, selbst einzuschätzen wie viele Ressourcen sie bei der Bearbeitung der divergenten Denkaufgabe auf Ideenqualität (Elaborieren von Ideen) oder auf Ideenquantität (Finden weiterer Ideen) verwenden um bei beiden Maßen möglichst hohe Werte zu erzielen. Insgesamt sollte diese

Instruktion auch dazu führen, dass die Bearbeitenden eine einheitlichere Strategie verfolgen. Beispielsweise sollte deutlich werden, dass nicht unbedingt viele (ausschließlich) originelle Ideen gefragt sind, sondern viele *und* originelle Ideen.

Die Umsetzung dieser abgeänderten Instruktion hat grundsätzlich gut funktioniert. Nur in Ausnahmefällen kam es dazu, dass eine Person insgesamt weniger als drei Ideen produziert hatte und somit in die Verlegenheit kam nicht alle drei Rangplätze vergeben zu können. Dennoch stellt sich die Frage ob hier der sinnvollste cut-off gewählt wurde. Drei Ideen bedeuten bei einer Produktionsrate von durchschnittlich sechs beziehungsweise sieben Ideen (für den verbalen beziehungsweise figuralen Subtest) immerhin bereits 40 bis 50 % der Gesamtanzahl aller Ideen. Der (zeitliche) Effizienzgewinn für die nachfolgende Originalitätsbeurteilung liegt somit nur bei etwa 50 bis 60 % gegenüber einer Beurteilung aller Ideen. Würde man nur die originellsten zwei Ideen heranziehen wäre der Gewinn schon über 70%. Die Analysen für diese Variante ergaben hierbei keine besonderen Einbußen für die Reliabilität. Zudem zeigte sich, dass die zwei erstgereihten Ideen als signifikant origineller beurteilt wurden als die drittgereichte Idee, während sich die beiden erstgereichte Ideen nur tendenzieller in der Originalität unterscheiden. Insgesamt kann somit vermutet werden, dass eine Auswertungsvariante, bei der nur die originellsten zwei Ideen berücksichtigt werden, einen ebenfalls gangbaren Weg darstellt. Schließlich wäre zu überlegen, in zukünftigen Instruktionen noch expliziter darauf hinzuweisen, dass für die Beurteilung der Ideenoriginalität tatsächlich nur die ausgewählten drei Ideen herangezogen werden.

Trotz zufriedenstellender Interraterreliabilität war die interne Konsistenz des Originalitätsmaßes über die sechs Items eines Subtests hinweg gering. Gegenüber früheren Ergebnissen mit höheren Reliabilitäten (vgl. etwa Experiment I und II) dürfte darin unter anderem das Tribut für den Wegfall der Konfundierung mit dem reliablen Maß der Ideenflüssigkeit zu sehen sein. Ausgehend von einer Reliabilität von *Cronbachs* $\alpha = .62$ benötigt man nach der *Spearman-Brown* Verlängerungsformel 15 Items um eine Reliabilität von .80 und 33 Items um eine Reliabilität von .90 in Maßen der internen Konsistenz zu erzielen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es sich hierbei durch Anwesenheit der Kreativgruppe ohnehin um eine heterogene Stichprobe handelte, weswegen eine leichte Reliabilitätsüberschätzung angenommen werden kann. Demgegenüber kann argumentiert werden, dass die Berechnung der internen Konsistenz möglicherweise kein geeignetes Reliabilitätsmaß eines so facettenreichen und heterogenen Konstruktes wie Ideenoriginalität ist. Alternativ könnte hier etwa die Retest-Reliabilität bestimmt werden. Weitere Ansatzpunkte für eine Erhöhung der Reliabilität wären der Einsatz von ausschließlich erfahrenen, gut instruierten BeurteilerInnen, eine höhere Itemhomogenität, und zusätzliche Erkenntnisse, wie sich die Reliabilität in Abhängigkeit von Bearbeitungsdauer und Anzahl der für die Beurteilung herangezogenen Ideen verhält. Hierbei ist insbesondere ungeklärt, ob eine vergleichsweise hohe Bearbeitungszeit zu einer

valideren Umsetzung von Fähigkeitsunterschieden führt, oder aber zu einer Nivellierung dieser Unterschiede auf Grund des geringeren Anteils der Speedkomponente.

Der Vergleich der Untersuchungsgruppen erbrachte Hinweise für die Kriteriumsvalidität sowohl für das Maß der Ideenflüssigkeit als auch für das Maß der Ideenoriginalität. Während ersteres einen häufig replizierten Befund darstellt, kann zweiteres als in dieser Form neu betrachtet werden. Auf Basis von konstant drei Ideen pro Aufgabe wird die Ideenoriginalität von kreativen Personen signifikant höher beurteilt. In Summe weist dies auf den wohl erwarteten Befund hin, dass kreative Personen nicht nur mehr Ideen produzieren, sondern, dass sich unter diesen Ideen auch originellere Ideen finden. Auch die korrelativen Analysen zeigen einen bedeutsamen Zusammenhang zwischen Ideenflüssigkeit und Ideenoriginalität. Dieser Zusammenhang kann nun nicht mehr auf die Art der Quantifizierung, also etwa Summenbildung über alle Ideen, zurückzuführen sein. Diese Befunde unterstützen somit die Annahme von Guilford, wonach Personen die mehr Ideen in gleicher Zeit produzieren auch mit höherer Wahrscheinlichkeit bedeutsame Ideen haben werden (siehe hierzu auch Abschnitt 4.5.3).

Es fand sich schließlich auch kein Hinweis, dass das Maß der Ideenoriginalität etwa verbale Intelligenz abbildet und somit vielleicht nur ein Indikator der Elaboriertheit von Ideen ist, nicht aber die Qualität der Idee widerspiegelt. Auch im Hinblick auf den moderaten Zusammenhang mit der Ideenflüssigkeit, deutet dies in Summe auf eine gewisse Eigenständigkeit des Konstrukts Ideenoriginalität hin.

Schließlich finden sich im Zuge dieser Untersuchung auch weitere Hinweise für die Validität der Assoziationsflüssigkeit im Hinblick auf kreative Leistung. Darauf weist einerseits der tendenzielle Gruppenunterschied hin, und andererseits auch die hohen positiven korrelativen Zusammenhänge mit der Ideenflüssigkeit, aber auch die substanziellen positiven Korrelationen mit der Ideenoriginalität.

4.5.2 Originalitätserfassung mit *best-only* Instruktion

In diesem Teilexperiment wurde das für divergente Denkaufgaben übliche offene Antwortformat (ohne Begrenzung der Antwortanzahl) nur mehr zur Erfassung der Ideenflüssigkeit eingesetzt. Eine Erfassung der Ideenoriginalität sollte anhand einer separaten Aufgabe erfolgen, die eine vergleichbare Fragestellung beinhaltet, aber zu der nun eine einzige, möglichst originelle Antwort gefragt war. Diese Aufgabenstellung soll es ermöglichen, dass die UntersuchungsteilnehmerInnen eine eindeutige Bearbeitungsstrategie, nämlich die Optimierung der Ideenoriginalität, verfolgt. Es kann natürlich angenommen werden, dass die UntersuchungsteilnehmerInnen im Bearbeitungsprozess sehr wohl eine Reihe von Einfällen produzieren. Alle neuen Einfälle müssten aber nur noch mit der aktuell besten Idee verglichen

werden. Ist die neue Idee origineller wird sie übernommen, ansonsten verworfen oder überarbeitet.

Die Ergebnisse weisen auf keine Leistungsunterschiede zwischen kreativeren und weniger kreativen Studierenden im Hinblick auf die verwendeten Maße hin, mit Ausnahme der verbalen Intelligenz. Dies ist aber gerade jenes Maß, für welches am wenigsten ein Unterschied erwartet wurde. Somit können nur verschiedene Überlegungen angestellt werden, wie dieser überraschende Unterschied zustande kam und welche Auswirkungen er auf die Interpretation der weiteren Ergebnisse hat.

Zu beachten sind beispielsweise die unterschiedlichen Rekrutierungsmaßnahmen für Kreativ- und Kontrollgruppe. Nachdem sich die Rekrutierung der Kreativgruppe zunächst als schwierig herausstellte, musste verstärkt Überzeugungsarbeit von Seiten der UntersuchungsleiterInnen und des Lehrpersonals der Kunsthochschule geleistet werden. Dies lässt möglicherweise auf geringere Motivation der Kreativgruppe auch während der Testung schließen. Auf der anderen Seite kann es bei der Kontrollgruppe (Studierende verschiedener Fakultäten, die sich auf einen Aushang meldeten) zu einer Positivselektion gekommen sein. Denn gerade für Personen, die sich ohne direkte Aufforderung oder offenkundigen Bezug zu Kreativität an einer solchen Untersuchung beteiligen kann eine hohe Motivation und ein gewisses Selbstvertrauen in die eigenen Fähigkeiten vermutet werden. Beides zusammengekommen könnte eine Erklärung für den überraschenden Leistungsunterschied in der verbalen Intelligenz bieten. Dieselben Gründe könnten aber auch für das Ausbleiben der Leistungsunterschiede in den kreativitätsrelevanten Maßen herangezogen werden. Nachdem die Literatur (und auch die vorangegangenen Experimente) über robuste Leistungsvorteile von kreativen Personen im Maß der Ideenflüssigkeit und in der Assoziationsflüssigkeit berichten, muss deren Ausbleiben als eine Einschränkung der experimentellen Validität dieser Untersuchung gewertet werden. Für das eigentlich interessierende Maß der Ideenoriginalität bedeutet das somit, dass das Ausbleiben eines Gruppenunterschieds in diesem Fall nicht zwingend als Hinweis mangelnder Validität des Maßes verstanden werden muss.

Eine weitere Einschränkung der Interpretierbarkeit ergibt sich aus der durch die Item-Randomisierung notwendig gewordenen Methode der Datenaggregation (siehe Abschnitt 4.4.1). Diese dürfte etwa mitverantwortlich sein, dass die interne Konsistenz der sechs Items zur Ideenflüssigkeit eine ungewöhnlich niedrige Reliabilität von nur *Cronbachs* $\alpha = .75$ aufwies. Umso erstaunlicher ist es, dass die interne Konsistenz der zwölf Items zur Ideenoriginalität auf immerhin *Cronbachs* $\alpha = .84$ belief. Mit der Spearman-Brown Formel zur Testverlängerung (die auch auf Fragestellungen der Testverkürzung angewendet werden kann) lässt sich abschätzen, dass der Subtest zu Ideenoriginalität mit nur sieben Items eine dem Subtest zur Ideenflüssigkeit vergleichbare interne Konsistenz aufweisen würde. Somit wären beide Maße als in etwa vergleichbar reliable zu betrachten, was in Anbetracht der grundsätz-

lich objektiveren Auswertungsnatur der Ideenflüssigkeit schon sehr beachtenswert erscheint. Gleichzeitig nahm die Erfassung der Ideenoriginalität mit zwölf Items mit jeweils 30 Sekunden Bearbeitungsdauer deutlich weniger Zeit in Anspruch als die Erfassung der Ideenflüssigkeit mit sechs Items bei zwei Minuten Bearbeitungsdauer – den anschließenden Auswertungsaufwand natürlich ausgenommen. Dennoch wurde auch der Beurteilungsaufwand mit einer Idee pro Item (und zwölf Items pro Person) auf ein Minimum reduziert. Die Methode kann somit im Vergleich zu bisherigen Erfassungs- und Auswertungsmethoden als äußerst effizient betrachtet werden. In weiteren Untersuchungen sollte ausführlicher überprüft werden, welche Bearbeitungsdauer höchste Validität bei dennoch hoher Effizienz gewährleistet und welche Bedeutung dem Zeitdruck als Stressfaktor bei kurzen Bearbeitungszeiten zukommt.

Schlussendlich muss hingenommen werden, dass anhand des vorliegenden Experiments (auf Grund der angeführten Einschränkungen der experimentellen Validität) keine solide Entscheidung über die Validität dieses Maßes der Ideenoriginalität getroffen werden kann. Die beachtliche Effizienz in Erfassung und Auswertung, aber auch die hohe Reliabilität lassen diese Methode dennoch sehr attraktiv erscheinen. Weitere Experimente mit höherer interner Validität sind notwendig, um das Potenzial dieser viel versprechenden Aufgabenvariante näher zu beleuchten.

4.5.3 Weiterführende Überlegungen

Im ersten Telexperiment zeigte sich ein deutlicher Zusammenhang von Ideenflüssigkeit und Ideenoriginalität, sowohl durch den hohen korrelativen Zusammenhang der Maße, oder auch durch den Leistungsvorteil kreativer Personen bei beiden Maßen.

Können möglicherweise auch von dem zweiten Telexperiment Aussagen zu Guilfords Vermutung gemacht werden? Der korrelative Zusammenhang von Ideenflüssigkeit und Ideenoriginalität sollte weitgehend unbetroffen sein von allgemeinen (motivationsbedingten) Leistungseinbußen, sofern diese sich in annähernd linearer Weise auf beide Maße auswirken. Der im zweiten Telexperiment gefundene korrelative Zusammenhang dieser Maße ($r = .24$) geht zwar in die erwartete Richtung, ist aber nicht hoch und daher bei dieser Stichprobengröße nicht signifikant. Man könnte sich nun überlegen, welche Rolle der durch die Instruktion unterbundene tatsächliche Ideenausdruck (im Sinne von Niederschreiben oder Aussprechen eigener Ideen) haben könnte. Die best-only Instruktion erfordert ein Memorieren der aktuellen *best*-Antwort und vermutlich häufige Vergleichsprozesse mit dieser. Der Prozess des ständigen Bewussthaltens der best-Antwort könnte zu einer Einschränkung freier Ressourcen und zu einer spezifischen Voraktivierung führen, wobei beides das Finden neuer Ideen beeinträchtigen dürfte. Wenn dies zutrifft, würde man allgemein geringere Originalität bei Ideenfindungsprozessen ohne sofortige Produktion erwarten. Und insbesondere

wenn angenommen wird, dass ein möglicher Vorteil einer hohen Ideenflüssigkeit im schnellen Freimachen von Ressourcen und in der Vermeidung von Problemfixierung liegt, hätte dies interessante Konsequenzen. Guilfords Vermutung wäre dann entsprechend derart zu präzisieren, dass Personen, die mehr Ideen in gleicher Zeit produzieren, auch mit höherer Wahrscheinlichkeit bedeutsame Ideen haben werden, *aber nur wenn eine offene Ideenproduktion erfolgt*. Dies könnte in einem einfachen Experiment geprüft werden, in dem die Originalitätsleistung bei best-only gegenüber best-of direkt verglichen wird⁸. Bei geeigneten Aufgaben wird die Originalität der einzigen Antwort unter best-only Instruktion, mit der besten, aber erst nachträglich ausgewählten Antwort (d.h. quasi *best-only-of*) verglichen. Die Hypothese hierbei wäre, dass ein Unterbinden der offenen Produktion zu bedeutsamen Einschränkungen von Ressourcen und zu ungünstiger Fixiertheit auf die aktuelle Lösung führt, was das Generieren völlig neuartiger Ideen behindert und somit zu insgesamt niedrigerer Originalität führt.

Diese Überlegungen könnten auch eine zusätzliche Erklärung für die Effektivität von gruppenbasierten Ideenfindungsmethoden wie *Brainstorming* und *Brainwriting* bieten, die zumeist eine unmittelbare und ungefilterte Produktion aller Einfälle fordern. Die Effektivität dieser Methoden wäre dann nicht nur darauf begründet, dass andere Gruppenmitglieder durch neue Anregungen stimuliert werden, sondern auch durch die implizite Notwendigkeit eigene Ressourcen möglichst schnell wieder für den weiteren Ideenfindungsprozess frei zu machen.

⁸ Leider kann diese Fragestellung nicht bereits anhand der Teilerperimente III-a und III-b überprüft werden, da hier unterschiedliche Aufgaben und auch nicht völlig vergleichbare Instruktionen der BeurteilerInnen zum Einsatz kamen.

5 Allgemeine Diskussion

Die vorliegende Arbeit basiert auf den fundamentalen Beiträgen zur Kreativitätsforschung von J. P. Guilford (1950, 1967) und S. A. Mednick (1962). Guilfords umfassende empirische Untersuchungen zur Struktur der menschlichen Fähigkeiten brachte unter anderem hervor, dass die kognitive Operation der divergenten Produktion ein relevantes Substrat des bis dahin mystisch anmutenden Persönlichkeitsmerkmals Kreativität darstellt. Das daraus abgeleitete Konstrukt des divergenten Denkens, mit den Facetten der Flüssigkeit, Flexibilität und Originalität von Ideen, bildet heute weithin die Grundlage für Instrumente zur Kreativitätserfassung (vgl. Abschnitt 1.1.2). Mednick verfolgte demgegenüber einen theoriebasierten Zugang. Ausgehend von der Annahme, dass originelle Ideen durch die geeignete Verknüpfung entfernter assoziativer Elemente entstehen, vermutete er, dass Kreativität das Ergebnis einer besonderen Organisation des assoziativen Gedächtnisses ist, die sich in flachen assoziativen Hierarchien äußert. Die Arbeiten Guilfords und Mednicks lieferten somit wichtige Beiträge zur Erforschung der kognitiven Grundlagen des kreativen Denkens, und zwar einerseits auf Basis höher-kognitiver Leistungen (divergente Ideenproduktion) und andererseits auf Basis vergleichsweise elementar-kognitiver Leistungen (Assoziationsverhalten).

In der vorliegenden Arbeit wurde der Versuch unternommen diese beiden Ansätze zusammenzuführen. Zu diesem Zweck wurden in einem ersten Experiment ($N = 150$) Aufgaben zur Erfassung verschiedener Assoziationsleistungen entwickelt und mit gängigen Maßen des divergenten Denkens in Zusammenhang gebracht. Ein zentrales Ziel dieses Experiments bestand darin verschiedene Aspekte der Assoziationsfähigkeit zu diskriminieren und deren Validität im Hinblick auf Kreativität zu untersuchen. Des Weiteren sollten im Rahmen dieses Experiments die Annahmen Mednicks bezüglich des besonderen Assoziationsverhaltens kreativer Personen überprüft werden. In einem zweiten Experiment ($N = 42$) wurde der Frage nachgegangen, in wieweit sich die neurowissenschaftlichen Erkenntnisse zur kortikalen Aktivität beim divergenten Denken auf vergleichbare Assoziationsleistungen übertragen lassen. Der erneute Einsatz der Assoziationsaufgaben bot zudem eine Gelegenheit zur Überprüfung der in Experiment I vorgestellten behavioralen Befunde. Schließlich wurden in einem dritten Experiment zwei verschiedene Ansätze erprobt, Ideenflüssigkeit und Ideenoriginalität unkonfundiert von einander zu erfassen. Dies geschah einerseits auf Basis einer festen Anzahl zur Originalitätsbeurteilung herangezogener Ideen ($N = 32$) und andererseits auf Basis einer separaten Erfassung beider Maße ($N = 31$). Aufbauend auf diesen weitgehend unabhängig erhobenen Maßen sollte der von Guilford (1950) vermutete positive Zusammenhang von Ideenflüssigkeit und Ideenoriginalität neu beleuchtet werden. Auch konnten die Zusammenhänge dieser Maße mit der Assoziationsflüssigkeit ein weiteres Mal geprüft werden.

Im Folgenden sollen die hier in drei unabhängigen Experimenten vorgestellten Befunde zu den assoziationspsychologischen Grundlagen des kreativen Denkens zusammenschau-

end diskutiert werden. Dazu sollen zunächst zentrale interindividuelle Unterschiede im Assoziationsverhalten hervorgehoben und deren Bedeutung bei der kreativen Ideenfindung besprochen werden. Dann wird der Versuch unternommen, die vorgefundenen Effekte auf einer gemeinsamen neurokognitiv orientierten Basis zu erklären. Schließlich werden sich hieraus ergebende, weiterführende Untersuchungsfragen erörtert und die Perspektiven dieses Forschungsansatzes abgeschätzt.

5.1 Assoziationsleistungen und Kreativität

In den Experimenten I und II wurden neben einer divergenten Denkaufgabe auch Aufgaben zur Erfassung der Flüssigkeit, Flexibilität und Originalität der Assoziationsproduktion vorgegeben. Während divergente Denkaufgaben die Produktion wohlüberlegter Ideen erfordern (im vorliegenden Fall das Generieren von ungewöhnlichen Verwendungsmöglichkeiten für Alltagsgegenstände), werden in Assoziationsaufgaben mutmaßlich vergleichsweise weniger komplexe kognitive Anforderungen gestellt (bestimmte Formen regelbasierten Gedächtnisabrufs). In beiden Experimenten wiesen kreative Personen im Vergleich zu weniger kreativen Personen, neben einer erwartungsgemäß höheren divergenten Denkleistung, auch eine höhere Assoziationsleistung bei allen drei Maßen auf. Die behavioralen Befunde des zweiten Experiments konnten somit die Befunde des ersten replizieren. In Experiment I wurde zudem die sogenannte Dissoziationsfähigkeit erhoben. Hier zeigte nur die hoch selektive Kreativgruppe (Industrial Designer) höhere Ausprägungen als die Vergleichsgruppe, während sich die weniger selektive Kreativgruppe (Informationsdesigner) nicht von der Vergleichsgruppe unterschied. Die Aufgabenanalysen in Experiment I zeigen aber auch, dass die verschiedenen Assoziationsmaße hoch korreliert sind und diese weisen somit auf eine signifikante gemeinsame Varianz hin. In der Folge soll daher der Frage nach der unabhängigen (inkrementellen) Bedeutung der einzelnen Maße im Hinblick auf die Fähigkeit der kreativen Ideenfindung nachgegangen werden.

5.1.1 Flüssigkeit der Assoziationsproduktion

Zum einen zeigte sich in den Experimenten I und II, dass kreative Personen in vorgegebener Zeit mehr Assoziationen produzieren als weniger kreative Personen. Tendenziell zeigt sich dieser Effekt auch in Experiment III-a, nicht aber in Experiment III-b (wobei es bei letzterem Telexperiment allerdings auch Hinweise auf eine geringere experimentelle Validität gibt). Dieser Effekt steht ganz im Einklang mit der empirischen Literatur, wo bereits mehrfach über eine höhere Assoziationsflüssigkeit kreativer Personen berichtet wurde (Levin, 1971; Mednick et al., 1964; Piers & Kirchner, 1971) und kann somit als sehr robuster Befund betrachtet werden. Der Assoziationsflüssigkeit liegt die Aufgabe des kontinuierlichen Assoziierens zu

Grunde (Aufgabe AL). Der hierbei geforderte kognitive Prozess – der einfache Assoziationsabruf zu einem festen vorgegebenen Konzept – erscheint elementar. Dem gegenüber können die weiteren Assoziationsaufgaben als Abwandlungen der Assoziationsliste betrachtet werden, die jeweils mit Zusatzanforderungen (z.B. Wechsel des Bezugsreizes, oder Beachtung zweier Vorgabereize) verbunden sind. Daher kann angenommen werden, dass der elementare Prozess des einfachen Assoziationsabrufs auch bei den weiteren Aufgaben (insbesondere bei der Aufgabe Assoziationskette und Kombinierte Assoziation) beteiligt ist und dass darin möglicherweise der zentrale Grund für die bedeutsamen korrelativen Zusammenhänge der Maße zu finden ist. Dies kann jedoch nicht so eindeutig für die Aufgabe Nicht-Assoziationskette behauptet werden, da hier kein Assoziationsabruf im engeren Sinne (also zu einem vorgegebenen Reiz) erfolgt.

Wieder im Einklang mit der empirischen Literatur zeigte sich, dass kreative Personen zu jeder Zeit im Assoziationsverlauf eine höhere Assoziationsgeschwindigkeit aufweisen (siehe Mednick et al., 1964; aber entgegen Mednick, 1962). Eine detaillierte Analyse der Ungewöhnlichkeit von Assoziationen unter Berücksichtigung der Position im Assoziationsverlauf ergab zudem, dass sich kreative und weniger kreative Personen bei fester Reihenfolgenposition der Antwort (also bei der k -ten Assoziation) nicht in der Ungewöhnlichkeit unterscheiden (siehe auch Olczak & Kaplan, 1969), schon aber bei Betrachtung eines festen Zeitabschnitts (also Assoziationen innerhalb der 31. bis 60. Sekunde). In Summe finden sich also keine konkreten Hinweise auf Unterschiede in der Organisation der Assoziationsstruktur in Abhängigkeit der Kreativität, wie es etwa Mednick (1962) vermutet hatte. Vielmehr weisen die Befunde darauf hin, dass kreative Personen auf Grundlage eines weitgehend vergleichbar strukturierten assoziativen Netzwerks einfach schneller abrufen beziehungsweise produzieren können und daher früher zu ungewöhnlicheren Assoziationen vorstoßen.

Dass kreative Personen in gleicher Zeit mehr und (daher) ungewöhnlichere Assoziationen produzieren wurde bereits von Mednick (1962) als Erklärungsgrundlage für deren Fähigkeit verstanden originellere Ideen zu produzieren. In seinem Sinne können die Unterschiede in der Assoziationsfähigkeit dahingehend interpretiert werden, dass kreative Personen im Verlauf des Ideenfindungsprozesses auf mehr und vor allem auch ungewöhnlichere Assoziationen zurückgreifen können und somit über vorteilhaftere Voraussetzungen für die neuartige Verknüpfung assoziativer Elemente zu originellen Ideen verfügen. Die hohen korrelativen Zusammenhänge von Assoziationsflüssigkeit mit Ideenflüssigkeit (Experimente I: $r = .59$; Experiment II post hoc berechnet: $r = .63$) aber auch mit (kumulativ berechneter) Ideenoriginalität (Experimente I: $r = .54$; Experiment II post hoc berechnet: $r = .66$) scheinen diese Interpretation zu unterstützen.

5.1.2 Flexibilität der Assoziationsproduktion

Als weiteres zentrales Ergebnis dieser Untersuchungen zeigen kreative Personen (neben hoher Assoziationsflüssigkeit) in Experiment I und II auch eine erhöhte Assoziationsflexibilität. Dies steht durchaus im Einklang zu bisherigen Befunden, wonach das Assoziationsverhalten kreativer Personen durch eine höhere Variabilität (Riegel et al., 1966) und auch durch stärkeres chain-thinking (Assoziationen sind eher auf zuvor produzierte Assoziationen bezogen als auf den vorgegebenen Stimulusbegriff und entfernen sich daher schneller von dieser Vorgabe; vgl. Abschnitt 1.2.2) gekennzeichnet ist (Levin, 1971).

In der vorliegenden Arbeit äußert sich die Assoziationsflexibilität in der Anzahl unterschiedlicher semantischer Kategorien (Konzepte, Themen), die im Rahmen assoziativer Ketten in begrenzter Zeit produziert werden. Die Operationalisierung von Flexibilität durch Themenanzahl in vorgegebener Zeit entspricht im Wesentlichen der gängigen Methode zur Quantifizierung der Ideenflexibilität beim divergenten Denken (vgl. Abschnitt 1.1.2), wobei für einfache aufeinander folgende Assoziationen auch eine ad hoc Beurteilung der Themenanzahl (d.h. ohne aufwändige Erstellung eines Kategoriensystems und Zuordnung zu diesem; vgl. Abschnitt 2.1.4.3 und 2.1.4.4) möglich erscheint. Belege für eine hohe Flexibilität kreativer Personen finden sich in der vorliegenden Arbeit sowohl bei Einsatz einer eher impliziten als auch bei einer expliziten Instruktion in Richtung Themenvielfalt, also bei Aufforderung zur Produktion einer abwechslungsreichen zusammenhängenden (AK) oder unzusammenhängenden Assoziationskette (NA). Kreative Personen halten sich hierbei kürzere Zeit bei einem Thema auf bevor sie zum nächsten wechseln, sodass sie in gleicher Zeit mehr Themen produzieren. Eine post hoc durchgeführte Analyse zeigt, dass kreative Personen aber genauso wie weniger kreative Personen bei Assoziationsketten (AK) im Mittel nach gut zwei Assoziationen bereits ein neues Thema erschließen ($F_{2,147} = 1.04$, *ns.*), und bei unzusammenhängenden Ketten (NA) geschieht dies laut Vorgabe nach jeder Assoziation. Dieser Prozess geht bei kreativen Personen jedoch zeitlich gesehen deutlich schneller von statten. Nun könnte man annehmen, dass die erhöhte Flexibilität der Assoziationsproduktion eine notwendige Konsequenz der hohen Assoziationsflüssigkeit ist. Denn wer sich für eine vergleichbare Anzahl von Assoziationen bei einem Thema aufhält, aber schneller produziert, der wird schlussendlich eine höhere Themenvielfalt aufweisen. Kovarianzanalytische Auswertungen, bei denen der Einfluss der Assoziationsflüssigkeit kontrolliert wurde, weisen sowohl für Experiment I als auch Experiment II darauf hin, dass hohe Assoziationsflüssigkeit einen wesentlichen Beitrag für hohe Assoziationsflexibilität leistet (Effektstärken werden deutlich geringer), dass hohe Assoziationsflexibilität aber nicht allein durch hohe Assoziationsflüssigkeit erklärt werden kann (Gruppenunterschiede bleiben signifikant). Dies gilt insbesondere auch für das Maß der Dissoziationsfähigkeit, wie entsprechende Analysen in Experiment I ergaben. Weitere Hinweise für die Eigenständigkeit der Assoziationsflexibilität kamen von

der regressionsanalytischen Auswertung, bei der sich zeigte, dass Maße der Flexibilität (Assoziationsflexibilität und Dissoziationsfähigkeit) neben der Flüssigkeit einen eigenständigen signifikanten Beitrag zur Aufklärung der Ideenoriginalität leisten. Somit kann angenommen werden, dass die Flexibilität der Assoziationsproduktion neben der Flüssigkeit einen diskriminierbaren und validen Indikator der Fähigkeit zum kreativen Denken darstellt. Es könnte vermutet werden, dass die eingesetzten Maße Assoziationsflexibilität und Dissoziationsfähigkeit zwei Facetten eines übergeordneten Konstrukts kognitiver Flexibilität erfassen, nämlich ähnlich wie bereits von Guilford (1967) ausgeführt, eine Form spontaner und eine Form adaptiver Flexibilität. Guilford verwendet die Bezeichnung adaptive Flexibilität nur für Maße, bei denen die TeilnehmerInnen explizit angewiesen werden Antworten zu produzieren, die sich erkennbar unterscheiden. Wenn die Unterschiedlichkeit der Antworten nicht im Fokus stand, aber sie dennoch ausgewertet wurde, so sah er darin ein Maß spontaner Flexibilität. In Guilfords Sinne könnte also das Maß der Assoziationsflexibilität eher als spontane Flexibilität bezeichnet werden und die Dissoziationsfähigkeit eher als adaptive Flexibilität.

Die Bedeutung assoziativer Flexibilität für das kreative Denken ist leicht ersichtlich. Zum einen wurde bereits argumentiert, dass gerade ein flexibles Assoziieren besonders schnell zu entfernten (ungewöhnlichen) Assoziationen führt (Levin, 1971), was wiederum im Sinne Mednicks eine günstige Voraussetzung für die Entstehung origineller Ideen darstellt. Zum anderen wird ein kreativer Ideenfindungsprozess selten nach dem ersten Einfall abgebrochen, sondern es sollen im Allgemeinen viele verschiedene Ideen produziert werden. Das Finden weiterer Ideen bedarf einer ständigen Loslösung von zuvor beanspruchten Konzepten und der Hinwendung zu neuen geeigneten Konzepten. In diesem Sinne kann hohe (assoziative) Flexibilität auch als Indikator geringer Problemfixiertheit gedacht werden (vgl. Smith, 1995).

5.1.3 Originalität der Assoziationsproduktion

In der vorliegenden Arbeit wurden zwei Ansätze zur Erfassung der Ungewöhnlichkeit von Assoziationen verfolgt. Einerseits wurde die Seltenheit von Assoziationen beim freien kontinuierlichen Assoziieren bestimmt (Aufgabe AL) und andererseits die Originalität von Assoziationen zu zwei unzusammenhängenden Begriffen (Aufgabe KA). In beiden Fällen wurde jedoch die Interpretation dieser Maße durch die Konfundierung mit der zu Grunde liegenden Antwortanzahl erschwert. Die Ungewöhnlichkeit von Assoziationen (operationalisiert durch die relative Seltenheit) nimmt mit der Produktionsmenge im Mittel stetig zu und hängt somit sehr deutlich von der Assoziationsflüssigkeit ab. Die Assoziationsoriginalität ist das Ergebnis der – wie bereits besprochen – nicht unproblematischen Doppelinstruktion möglichst viele und originelle Einfälle zu produzieren und hängt daher ebenso deutlich von der zu Grunde liegenden Ideenanzahl ab. Auch wenn kreative Personen sowohl in Experiment I als auch

Experiment II signifikant höhere Werte der Assoziationsoriginalität aufweisen, so zeigten etwa die Kovarianzanalysen, dass diese Effekte nicht Bestand haben, wenn die Assoziationsflüssigkeit kontrolliert wird.

Die kognitiven Anforderungen der Aufgabe der kombinierten Assoziation (KA) können als deutlich anspruchsvoller betrachtet werden als die der anderen Assoziationsaufgaben. Auch wenn hier ebenfalls laut Instruktion nur eine Assoziation (zu den vorgegebenen zwei Begriffen) gefordert ist, so stellt die damit verbundene Leistung mutmaßlich keinen einfachen Assoziationsabruf, sondern eine integrative Leistung dar, nämlich das sinnvolle Verknüpfen der beiden Ausgangsreize. Die Aufforderung auch originelle Assoziationen zu finden, kann als weitere Zusatzanforderung betrachtet werden, aber auch als Erweiterung der Menge der zulässigen Antworten. Dass auch unter diesen einfachen Randbedingungen in gewissem Ausmaße Originalität entstehen kann, zeigt sich beispielhaft an den als originell beurteilten Antworten zum Item *Luft – rund*, wie „*Kugelfisch, Baiser, Atompilz, Mückenschwarm, Nasenloch, betrunkene Gelse,...*“ gegenüber weniger originell beurteilten Antworten wie „*Luftballon, Luftblase, Baum,...*“, wobei auch zahlreiche schwer nachvollziehbare Assoziationen als niedrig originell bewertet wurden, wie etwa „*bunt, Arzt, Boot,...*“. Rückblickend stellt die KA eine sehr potente Aufgabe dar, wobei man jedoch bei zukünftigem Einsatz die zu erfassende Leistung enger fassen sollte. Es wäre etwa denkbar auf die Aufforderung zur Originalität und somit die Doppelinstruktion zu verzichten, und nur zu zählen zu wie vielen verschiedenen Dingen zwei unzusammenhängende Begriffe kombiniert werden können. Auch sollte in Zukunft in diesem Zusammenhang wohl weniger nach *Assoziationen* gefragt werden, als nach Dingen, die mit den vorgegebenen zwei Begriffen „zu tun“ haben. Dies könnte die Menge der nicht nachvollziehbarer Antworten reduzieren, die teilweise darauf zurück zu führen sein dürften, dass der Begriff der Assoziation von den TeilnehmerInnen auch in einem psychoanalytischen Sinne „offen“ verstanden werden kann⁹. Unter diesen Einschränkungen müsste sich ein weiterer elementarerer Aspekt, nämlich eine Fähigkeit zu semantischer Integration (oder Kombinationsfähigkeit) eindeutiger und vermutlich auch reliabler erfassen lassen. Dieses Maß dürfte dann auch am ehesten der vom RAT erfassten Assoziationsleistung entsprechen. Originalität sollte hingegen als anspruchsvolle Leistung verstanden werden, die sich deutlich von reiner Ungewöhnlichkeit unterscheidet und zwar vor allem durch den zusätzlichen Aspekt der Sinnhaftigkeit (Nutzen), die erst in einem geeigneten Kontext entstehen kann. Deswegen muss angenommen werden, dass hohe Originalität erst bei einer hinreichenden Konkretheit der Problemstellung entstehen kann, wie sie zumeist bei divergenten

⁹ So existiert teils die klischeehafte Ansicht, dass der Patient in einem psychoanalytischen Setting nicht verhindern kann, dass sich in seinen Äußerungen Informationen über psychische Probleme niederschlagen. Und im Umkehrschluss könnten VersuchsteilnehmerInnen zu der Überzeugung gelangen, dass sie in einem Experiment zum Assoziieren nicht aktiv dazu beizutragen brauchen. Dies würde dazu führen, dass sie sich während des Assoziierens nicht selbst überwachen und sich daher möglicherweise nicht nur nicht bewusst, sondern gar nicht an die Instruktionen halten.

Denkaufgaben (z.B. Finden ungewöhnlicher Verwendungsmöglichkeiten), aber nur kaum bei Assoziationsaufgaben (z.B. Finden von Assoziationen zu zwei vorgegebenen Begriffen) gegeben ist. Eine konkretere Problemstellung führt unter anderem dazu, dass die Lösung neben der Ungewöhnlichkeit auch einige inhaltliche Rahmenbedingungen erfüllen muss. Wenn es gelingt eine Lösung zu finden, die diesen umfangreicheren Anforderungen gerecht wird, so dürfte dies als ungewöhnliche aber hochwertige Denkleistung betrachtet werden, was vermutlich als das Vorliegen von Originalität wahrgenommen wird.

Bei der versuchten Erfassung der Ungewöhnlichkeit (A-Ung) und Originalität (A-Org) von Assoziationen sollte eine elementarkognitive Grundlage für das Konstrukt Ideenoriginalität gesucht werden. Wie in diesem Abschnitt bereits ausgeführt erscheint eine solche Interpretation trotz hoher korrelativer Zusammenhänge mit der Ideenoriginalität in dieser Form nicht zulässig. Allerdings, bei näherer Betrachtung der Maße Assoziationsflüssigkeit und Assoziationsflexibilität, wird deren impliziter Zusammenhang mit der Entstehung assoziativer Ungewöhnlichkeit deutlich. Sowohl das flüssige als auch das flexible Assoziieren führen schneller weg vom jeweils vorgegebenen Konzept und auch der vorgegebenen semantischen Kategorie und somit hin zu ungewöhnlicheren Assoziationen. Unter der Annahme, dass Ungewöhnlichkeit eine notwendige Voraussetzung für Originalität darstellt, entsteht eine Ahnung wie aus hoher Produktionsflüssigkeit und -flexibilität (Menge und Vielfalt) die Voraussetzung für hohe Ideenqualität (Originalität) entstehen kann. Diese Annahme wird auch durch die in den Experimenten I und II vorgefundenen Zusammenhängen elementarer Assoziationsleistungen mit Ideenoriginalität und insbesondere durch den in Experiment III-a vorgestellten positiven Zusammenhang von Assoziationsflüssigkeit mit der (nicht kumulativ berechneten) Ideenoriginalität ($r = .50$) unterstützt. Somit wäre es also denkbar, dass ein elementarkognitives Korrelat von Ideenoriginalität gar nicht wie ursprünglich angenommen in einer schwer erfassbaren Neigung zu ungewöhnlichen oder originellen Assoziationen zu suchen ist, sondern bereits in der grundlegenderen Fähigkeit zur flüssigen und flexiblen Assoziationsproduktion gefunden werden kann.

5.2 Grundlagen von Produktivität und Flexibilität

Um die in dieser Arbeit vorgestellten interindividuellen Leistungsunterschiede kreativer und weniger kreativer Personen zu erklären, wird die Annahme von zumindest zwei diskriminierbaren Fähigkeiten nahe gelegt: diese können als *kognitive Produktivität* und *kognitive Flexibilität* bezeichnet werden. Es wird angenommen, dass die verwendeten Assoziationsmaße Assoziationsflüssigkeit, Assoziationsflexibilität und Dissoziationsfähigkeit diese beiden Konstrukte in jeweils unterschiedlichem Ausmaß abbilden. Während Assoziationsflüssigkeit vor allem ein Maß der Produktivität sein dürfte (die Instruktion fordert viele Assoziationen zu einem Konzept), so dürfte es sich bei der Dissoziationsfähigkeit vor allem um ein Maß der Fle-

xibilität handeln (die Instruktion fordert einzelne Nennungen zu unterschiedlichen Themen); die Assoziationsflexibilität schließlich dürfte beide Konstrukte abbilden (die Instruktion fordert möglichst viele Nennungen und unterschiedliche Themen). Eine post hoc durchgeführte Faktorenanalyse für je zwei Items der drei genannten Maße (Daten aus Experiment I) ergibt nach dem Kaiser-Kriterium eine Zweifaktorenlösung mit einer Varianzaufklärung von 71.93% ($K-M-O = .67$; Bartlett-Test $\chi^2(15) = 420.68$, $p < .001$; Kommunalitäten $\geq .50$). Nach obliminer Rotation ergibt sich ein eindeutiges Ladungsmuster wonach die Items von A-Flu und A-Fix auf einem gemeinsamen Faktor laden, während die Items von Diss einen weiteren Faktor markieren. Die Faktoren sind mit $r = .42$ korreliert. Dies unterstützt die Annahme, dass hierbei zwei Konstrukte (mutmaßlich Produktivität und Flexibilität) diskriminiert werden können. Etwas entgegen den Erwartungen – aber auch durch die Interkorrelationen aus Experiment I gestützt – weist diese Analyse auf eine höhere psychometrische Nähe der A-Fix zur A-Flu hin als zur Diss. Dies lässt sich wohl darauf zurückführen, dass bei den beiden Aufgaben, die der A-Flu und A-Fix zu Grunde liegend, ein Prozess des spontanen Assoziierens vorherrscht (im einen Fall zum vorgegebenen Stimulus, im anderen Fall zur letzten Assoziation), weshalb im Fall der A-Fix durchaus Produktivität und darüber hinaus nur eine Tendenz zu impliziter kognitiver Flexibilität erfasst werden kann. Demgegenüber findet bei der Nichtassoziationskette ein ständiger vergleichsweise aktiver Lösungsprozess von vorangehenden Konzepten statt und somit eine explizite Erfassung der kognitiven Flexibilität. Des Weiteren weisen die hohen Interkorrelationen dieser drei Assoziationsmaße, sowie die Korrelation der beiden Faktoren darauf hin, dass diese beiden Konstrukte psychometrisch nicht unabhängig sind. Dies dürfte – wie bereits in vorangehenden Abschnitt ausgeführt wurde – darauf zurückzuführen sein, dass hohe Produktivität eine förderliche Voraussetzung hoher Flexibilität ist (wer schneller produziert wird i. A. mehr unterschiedliche Kategorien produzieren) und umgekehrt hohe Flexibilität als förderliche Voraussetzung hoher Produktivität verstanden werden kann (wer viele verschiedene Kategorien erschließt, profitiert davon, dass man innerhalb einer Kategorie i. A. anfangs schneller abrufen kann). Diese Annahmen basieren zum Teil allerdings nur auf den Befunden des ersten Experiments, da nur hier die Nichtassoziationskette vorgegeben wurde. Weitere Untersuchungen sind notwendig um diese näher zu prüfen.

Betrachtet man die vorgestellten Effekte mit etwas Abstand, so muss man sich fragen wie es zu erklären ist, dass kreative und weniger kreative Personen sich in so elementaren Leistungen wie der Assoziationsgeschwindigkeit konsistent unterscheiden. Dies erscheint besonders erstaunlich, da Kreativität im Allgemeinen keineswegs als elementares, sondern vielmehr als ein komplexes Konstrukt der höheren Informationsverarbeitung betrachtet wird. Die Befunde weisen darauf hin, dass kreatives Denken möglicherweise nicht allein das Ergebnis höher-kognitiver Funktionen darstellt, sondern bereits mit Unterschieden in elementa-

ren Aspekten der Informationsverarbeitung in Zusammenhang gebracht werden kann. Im Folgenden soll mögliche Erklärungen für diese grundlegenden Unterschiede erörtert werden.

5.2.1 Assoziationsstärke

Im Rahmen der Theorie Mednicks (1962) werden interindividuelle Unterschiede in der Assoziationsgeschwindigkeit durch stärkere assoziative Verbindungen erklärt. Mednick selbst nahm für kreative Personen jedoch nur *relativ* gesehen stärkere Verbindungen bei entfernten Assoziationen und schwächere Verbindungen bei näheren Assoziationen gegenüber weniger kreativen Personen an. Wie bereits erwähnt findet sich allerdings bis dato und auch in den vorliegenden Daten kein Hinweis, dass diese bedingte Beziehung in der vorhergesagten Weise zutrifft. Die vorgefundenen Effekte weisen in Mednicks Terminologie am ehesten auf allgemein höhere Assoziationsstärken bei kreativen Personen hin, denn hohe Assoziationsstärken führen nach Mednick auch zu einem schnelleren Abruf. Diese könnten die erhöhte Produktivität erklären, jedoch nicht unbedingt auch die erhöhte Flexibilität. Denn allgemein erhöhte Assoziationsstärken bedeuten, dass weiterhin nahe liegende Assoziationen bevorzugt abgerufen werden und die Lösung von einem Konzept daher nicht erleichtert wird. Darüber hinaus handelt es sich hierbei um eine post hoc Annahme und es erscheint äußerst unklar, ob interindividuelle Unterschiede in der mittleren Assoziationsstärke lerntheoretisch oder auch neurobiologisch plausibel gemacht werden können.

5.2.2 Rolle der Exekutivfunktionen

Alternativ zur Annahme von interindividuellen Unterschieden in der Gedächtnisorganisation könnten die vorgestellten Befunde auch auf Unterschiede in modulierenden Prozessen des Gedächtnisabrufs zurückgeführt werden. Hierbei ist insbesondere an bewertende und selektierende Informationsverarbeitungsprozesse zu denken, welche im Allgemeinen als Leistungen der *exekutiven Funktionen* betrachtet werden. Die zentrale Aufgabe der Exekutivfunktionen liegt im Wesentlichen darin Informationen verschiedener kognitiver Systeme zu koordinieren und zu kontrollieren (siehe etwa Shallice, 1988; Ullsperger & von Cramon, 2006). Die exekutiven Funktionen umfassen Teilleistungen wie Aufmerksamkeitssteuerung (Fokussierung auf relevante Informationen und Inhibition irrelevanter Prozesse und Informationen), Ablauforganisation, Planung, Monitoring und Kodierung von Repräsentationen im Arbeitsgedächtnis nach Zeit und Ort des Auftretens, und werden Strukturen des präfrontalen Kortex zugeordnet (Smith & Jonides, 1999). Ein einflussreiches Modell zur Beschreibung des Wirkens der Exekutivfunktionen wurde von Norman und Shallice (1986) vorgeschlagen. Bei diesem Modell wird angenommen, dass zum Erreichen von Zielen geeignete Verhaltensprogramme ausgewählt werden müssen. Für diesen Selektionsprozess sollen zwei qualitativ unterschiedliche Prozesse zuständig sein, nämlich das *Contention Scheduling* (CS) und das

Supervisory Attentional System (SAS). Durch das CS erfolgt eine automatische, direkte und durch Trigger aktivierte Selektion von geeigneten Schemata, die schnell aber unflexibel abläuft. Das SAS bezeichnet ein hierarchisch übergeordnetes Planungsprogramm, das unabhängig von aktivierten Triggern operieren kann. Es arbeitet daher langsam aber flexibel und wird immer dann aktiviert, wenn die Selektion über das CS versagt oder wenn kein geeignetes Schema zur Verfügung steht. Bildgebende Studien und Läsionsstudien weisen darauf hin, dass beide Systeme Bereichen des Frontalhirns zugeordnet werden können (Kammer & Karnath, 2006). Auch wenn diese Theorie vor allem ein Modell der Handlungskontrolle beschreibt, welches das Zusammenspiel automatisierter Handlungsschemata und nicht automatisierter Handlungen erklärt, so scheint eine Übertragung des Modells auf den Prozess der Ideenfindung mit Einschränkung denkbar. Wird dem CS also eine gewisse Eigenaktivität zur Ausführung schneller automatisierter und dominanter Reaktionen zugeschrieben, so könnte es mit der Gewährleistung hoher Produktivität in Zusammenhang gebracht werden. Demgegenüber wäre das SAS mit der Fähigkeit des flexiblen Denkens in Beziehung zu bringen. Somit könnten diese beiden Systeme als theoretische Substrate der angenommenen kreativitätsrelevanten Konstrukte Produktivität und Flexibilität betrachtet werden.

Weitere Belege für die Sinnhaftigkeit dieser Unterscheidung werden durch neuropsychologische Läsionsstudien beigetragen. Als zentrale Symptome nach Läsionen des präfrontalen werden neben affektiven Störungen vor allem Disinhibition (Enthemmung) und Störung der Verhaltensflexibilität genannt (Reschies, 2002). Während manche Arbeiten disinhibitorische Symptome (kognitive und affektive Enthemmung, Impulsivität, Kritiklosigkeit) eher mit Schädigungen des orbitofrontalen Kortex in Beziehung bringen und Störungen der Verhaltensflexibilität (Rigidität) eher mit Schädigungen des dorsolateralen präfrontalen Kortex, so scheint eine genaue lokalisatorische Trennung dieser Syndrome bisher nicht konsistent möglich (Danek, 2002; Diaz, Robbins & Roberts, 1996; Förstl, 2002; Koch, 1994; Peters et al., 2005; Reischies, 2002). An anderer Stelle wurde auch argumentiert, dass orbitofrontale Schädigungen vor allem mit Veränderungen der Persönlichkeit einhergehen, während dorsolaterale Schädigungen eher mit intellektuell kognitiven Beeinträchtigungen verbunden sind (Walsh, 1978). In Summe finden sich deutliche Hinweise, dass hohe Produktivität und Flexibilität mit Funktionsweisen des Frontalkortex assoziiert werden können. Dies steht in Einklang mit der neurowissenschaftlichen Literatur, in der wiederholt auf die besondere Bedeutung des Frontalkortex beim kreativen Denken hingewiesen wird (Bechtereva et al., 2004; Carlsson et al., 2000; Dietrich 2004b; Fink et al. 2006, 2007; Grabner et al., 2007; Heilman et al., 2003; Howard-Jones et al., 2005). Im Folgenden soll gezielt der Zusammenhang der empirisch ermittelten Leistungen mit ausgewählten Exekutivfunktionen näher betrachtet werden.

5.2.2.1 Produktivität und kognitive Hemmung

Als weiterer Erklärungsansatz für hohe Produktivität kann das Vorherrschen einer geringen Hemmung von Produktionen (Assoziationen oder Ideen) angenommen werden. Hierbei wird davon ausgegangen, dass jede verfügbare potenzielle Antwort dahingehend evaluiert wird, ob sie den Aufgabenanforderungen in geeigneter Weise entspricht. Eine solche Evaluation könnte beim freien Assoziieren etwa prüfen, ob die verfügbare Assoziation tatsächlich eine hinreichende semantische Beziehung zum Vorgabereiz aufweist und sich von den vorangehenden Antworten gleichzeitig hinreichend unterscheidet, aber auch ob es sich um eine allgemein akzeptable (beispielsweise sittsame) Antwort handelt (Merten, 1992). Je kritischer ein solcher Evaluationsprozess ist, desto mehr Zeit wird er beanspruchen und noch dazu auch eher zum Verwerfen eines Einfalls führen. In diesem Sinne führt eine hohe kognitive Hemmung zu einer geringen Produktivität und umgekehrt eine geringe Hemmung zu einer hohen Produktivität.

Auf differentialpsychologischer Ebene kann eine geringe Hemmung mit dem Konstrukt der Impulsivität assoziiert werden. Impulsivität wird als ein Pol des kognitiven Stils *Reflexivität-Impulsivität* (R-I) verstanden, der eine Dimension bezeichnet, entlang derer die „konsistente Tendenz [...] in Problemsituationen mit hoher Antwortsicherheit langsame oder schnelle Entscheidungen aufzuweisen“ (Kagan, 1965) abgebildet werden kann. Zur Erfassung von R-I werden neben Fragebogeninstrumenten typischerweise Aufgaben vorgegeben, bei denen aus einer Reihe von Bildern, die sich nur minimal unterscheiden, dasjenige gefunden werden muss, das dem vorgegebenen Bild gleicht. Hierbei werden Reaktionszeiten und Fehlerraten gemessen und reaktionsschnelle und fehlerreiche Personen gelten als impulsiv, langsame und fehlerarme Personen als reflexiv. Alternativ wird Impulsivität auch über Reaktionszeiten und Fehlerraten bei Belohnungs-Entscheidungsaufgaben und Tests zur kontinuierlichen Aufmerksamkeit erfasst (Möller, Barratt, Dougherty, Schmitz & Swann, 2001).

Eysenck und Eysenck (1977) wiesen darauf hin, dass zwischen Impulsivität im weiteren und im engeren Sinne unterschieden werden sollte. Während ersteres mit Eigenschaften wie Risikobereitschaft, Nicht-Planen und Lebendigkeit assoziiert werden kann, finden sich für Impulsivität im engeren Sinne deutliche Zusammenhänge mit Neurotizismus und Psychotizismus, und weisen auf die pathologische Seite des Konstrukts hin. Die klinische Form der Impulsivität, auch als Impulskontrollstörung bezeichnet, wird wiederum mit Beeinträchtigungen der exekutiven Funktionen und Schädigungen des Frontalkortex in Beziehung gebracht (Möller et al., 2001). Neurophysiologische Untersuchungen berichten im Zusammenhang von Impulsivität von einer reduzierten P300 Komponente des ereigniskorrelierten Potenzials (Harmon-Jones, Barratt & Wigg, 1997; Möller et al., 2001) und einer reduzierten Aktivität des Frontalkortex (Chen et al., 2007). Die P300 Komponente bezeichnet eine kurze Positivierung des EEG etwa 300 ms nachdem ein seltener Zielreiz präsentiert wird. Sie wird mit der Kate-

gorisierung von aufgabenrelevanten Reizen, Dauer von Evaluationsprozessen und allgemein als Maß der Aufmerksamkeit betrachtet (Schandry, 2006). Auf neurochemischer Ebene wird außerdem über einen negativen Zusammenhang von Impulsivität und dem Serotoninlevel berichtet (Evdenden, 1999; Puumala & Sirvio, 1998). Das mit geringer kognitiver Kontrolle assoziierte Persönlichkeitsmerkmal Impulsivität ist schließlich auch der Kreativitätsforschung nicht unbekannt. In einer umfangreichen Metaanalyse zur Persönlichkeit wissenschaftlich und künstlerisch kreativer Personen fand Feist (1998) unter anderem, dass Impulsivität als konsistentes Merkmal kreativer Persönlichkeit gefunden wurde. Weitere Zusammenhänge von Kreativität und Impulsivität finden sich anhand der mit Impulsivität assoziierten Merkmale Risikobereitschaft und Psychotizismus (z.B. Eysenck, 1995; Martindale & Dailey, 1996). Dass Impulsivität verschiedentlich als kognitives Persönlichkeitskonstrukt (Amelang & Bartussek, 1997) oder auch als motivationsbezogenes Merkmal (Feist, 1998) dargestellt wird, ist darauf zurück zu führen, dass es sowohl durch Persönlichkeits- als auch durch Leistungsunterschiede charakterisiert ist. Da Selbsteinschätzungs- und Verhaltensmaße nicht unbedingt hoch korreliert sind gibt es auch Zweifel an einem breiten einheitlichen Impulsivitätskonzept (Malle & Neubauer, 1991).

Bereits Martindale (1989) als auch Eysenck (1995) haben Kreativität als ein Disinhibitionsyndrom bezeichnet, da ihnen zu Folge kreative Personen durch einen Mangel an kognitiver und behavioraler Hemmung gekennzeichnet sind. Diese Zuschreibung basierte zum einen auf Selbstbeschreibungen kreativer Personen, die Enthemmung und Kontrollverlust betonen (Martindale, 1972, 1989). Andererseits beschreibt Eysenck einen deutlichen Zusammenhang von Kreativität mit Psychotizismus und einen negativen Zusammenhang von Psychotizismus und kognitiver Hemmung. Als Spezialfall nennt er hierbei das schizophreniforme Denken, das mit einem erhöhten Dopamin- und gleichzeitig reduzierten Serotoninniveau einhergeht und einen völligen Verlust der kognitiven Hemmung zur Folge hat. Ein gegensätzliches Verhältnis der Transmitter (niedriges Dopaminniveau begleitet von hohem Serotoninniveau) soll zu stereotypem rigidem Denken führen. Eysenck schlussfolgert daraus, dass ein gegenüber dem Durchschnitt erhöhtes Verhältnis von Dopamin zu Serotonin die Grundlage hoher personenbezogener Kreativität darstellt (vgl. S. 266).

Es erscheint plausibel, dass eine geringe kognitive Hemmung die Ursache hoher Produktivität darstellen kann. Kritische Bewertungsprozesse werden reduziert und Einfälle können schneller produziert beziehungsweise geäußert werden. Des Weiteren ist davon auszugehen, dass ein solch grundlegendes Wirkprinzip sich nicht nur in einer höheren Ideenflüssigkeit, sondern auch in höheren Antwortzahlen bei elementaren Produktionsleistungen, also etwa in höherer Assoziationsflüssigkeit äußert. Dieser Erklärungsansatz erlaubt es somit die erhöhte Produktivität kreativer Personen bei den Assoziationsaufgaben und den divergenten Denkaufgaben zu erklären. Dass sich in der vorliegenden Arbeit keine konsistenten interindi-

viduellen Unterschiede in der Wortflüssigkeit zeigten (in Experiment I zeigten Informationsdesigner höhere Wortflüssigkeit als die Vergleichsgruppe; in Experiment II fand sich kein signifikanter Unterschied der Untersuchungsgruppen), könnte auf den hierbei verwendeten Aufgabentyp *Wortenden* zurück zu führen sein. Diese Aufgabe kann im testtheoretischen Sinne als schwierig bezeichnet werden (nur fünf bis sechs Antworten pro Minute), aber die Richtigkeit einer Antwort ist einfach festzustellen, wodurch zusätzliche Bewertungsprozesse (etwa wie akzeptabel die Antwort ist) auf ein Minimum reduziert werden. Bei einfacheren Wortflüssigkeitsaufgaben (beispielsweise „Wörter zum Anfangsbuchstaben F“) könnten Unterschiede in der kognitiven Hemmung eine deutlichere Rolle spielen, da hier – ähnlich wie bei der Assoziationsliste – aus einer vergleichsweise großen Menge möglicher Antworten gewählt wird.

Schließlich kann eine geringere kognitive Hemmung auch mit einer höheren Ideenungewöhnlichkeit in Beziehung gebracht werden. Gerade ungewöhnliche Einfälle können leicht kognitiver Hemmung zum Opfer fallen und hierbei bewusst, aber vermutlich auch bereits auf einer vorbewussten Ebene, aus Gründen der Bewertungsangst zurückgehalten werden. Es kann spekuliert werden, dass ein solches Zurückhalten (also das Nicht-Aussprechen) relevanter aber als unakzeptabel bewerteter Einfälle zudem kognitive Ressourcen bindet, da ein nicht unausgesprochener Einfall vermutlich in einem Zustand höherer Salienz verbleibt, als wenn er ausgesprochen worden wäre, etwa im Sinne erhöhter retrieval inhibition (vgl. Abschnitt 2.3.1; oder vgl. auch *Zeigarnik-Effekt*). Dies würde sich wiederum produktivitätsmindernd auf den weiteren Ideenfindungsverlauf auswirken.

5.2.2.2 Flexibilität und kognitive Kontrolle

Thier (2006) sieht im präfrontalen Kortex eine Kontrollinstanz, die eine Anpassung des Verhaltens in Abhängigkeit interner und externer Randbedingungen und somit situativ flexibles Verhalten ermöglicht. Dieser Kortexbereich scheint für diese Aufgabe besonders geeignet, da er in einem bidirektionalen Informationsaustausch mit weiten Teilen der übrigen Großhirnrinde, sowie auch mit dem mediodorsalen Kern des Thalamus steht. Als klassische Untersuchungsmethode für diese Kontrollfunktion wird häufig der *Wisconsin-Card-Sorting-Test* (WCST) genannt, bei dem Spielkarten nach Farbe, Form oder der Zahl der Symbole sortiert werden müssen und sich die anzuwendende Sortierregel periodisch ändert. Personen mit präfrontalen Schädigungen zeigen hierbei häufig Schwierigkeiten ihr Sortierverhalten anzupassen und somit gemäß den neuen Anforderungen flexibel zu reagieren (Milner, 1963). Nach der *integrativen Theorie des präfrontalen Kortex* von Miller und Cohen (2001) liegt die wesentliche Funktion des präfrontalen Kortex in der Generierung von *Bias*-Signalen, also spezifischer neuronaler Entladungsmuster, die die Informationsverarbeitung in nachgeschalteten Hirnstrukturen verändern. Solche Bias-Signale können sowohl gewünschte Verbindungen verstärken (Fazilitation) als auch nicht gewünschte Verbindungen schwächen (Inhibi-

tion). Dieses Konzept lässt sich gut am Beispiel des *Stroop*-Effektes konkretisieren. Beim Stroop-Test geht es darum eine spezifische Objekteigenschaft (Wortfarbe oder Wortinhalt) selektiv zu beachten. Hierbei gibt es eine ausgeprägte Reaktionstendenz eher den Wortinhalt als die Wortfarbe zu berücksichtigen, da das Lesen eine stark automatisierte Reaktion ist. Bei der spezifischen Instruktion die Aufmerksamkeit der Wortfarbe zuzuwenden, kann die vergleichsweise schwächere Verbindung zwischen Farbepräsentanz und (verbaler) Antwort durch einen vom präfrontalen Kortex erzeugten Bias verstärkt werden und wird gegenüber der Beziehung von Wortinhalt und Antwort dominant.

Dem präfrontalen Kortex kommt somit eine besondere Rolle zur Gewährleistung der Flexibilität im Denken und Handeln zu. Es kann angenommen werden, dass hierbei auch Prozesse beschrieben werden, die eine Bedeutung für das kreative Denken haben. Flexible Ideenfindung kann wohl nur entstehen, wenn nicht immer die dominante Reaktion zum Zug kommt, sondern unter speziellen situativen Anforderungen auch schwächer assoziierte Reaktionen aktiviert werden können. Zu diesem Zweck müsste ein solcher Bias sehr spezifisch alle starken assoziativen Verbindungen, die zu naheliegenden, gewöhnlichen Reaktionen führen würden, gezielt schwächen. Das würde einer sehr selektiven Aufmerksamkeitsleistung entsprechen, bei der nur tatsächlich relevante Informationen berücksichtigt werden und alle zuvor aktivierten aber nun nicht mehr relevanten Elemente gezielt ausgeblendet werden. Im Kontext der eingesetzten Assoziationsketten müsste so die Voraktivierung von vorangegangenen Produktionen (bei der NA auch inklusive der letzten Produktion) erfolgreich gehemmt und eine davon unabhängige Reaktionen aktiviert werden. Aber auch beim divergenten Denken verlangt das Finden immer neuer origineller Ideen das Lösen von den Inhalten bereits produzierter Einfällen. Diese Leistungen verlangen eine Flexibilität des Denkens, die wohl nicht allein durch hohe Produktivität erklärt werden kann. Tatsächlich finden sich auch empirische Befunde, wonach Kreativität mit hoher kognitiver Kontrolle assoziiert ist. Gamble und Kellner (1968) berichteten über signifikante Zusammenhänge des Stroop-Interferenzscores mit dem RAT und schlugen vor den Stroop-Test als Kreativitätsmaß zu berücksichtigen. Andere Studien zeigten, dass Stroop-Interferenzscores mit Kreativitätsfremdbeurteilungen und divergenter Denkleistung positiv korreliert sind (Golden 1975; Groborz & Nečka, 2003).

5.2.2.3 Fazit

In den beiden vorangegangenen Abschnitten wurde der Versuch unternommen die kreativitätsrelevanten elementaren Leistungsbereiche Produktivität und Flexibilität mit Leistungen der Exekutivfunktionen in Zusammenhang zu bringen. Dies führt zu einer Art neurokognitivem Erklärungsansatz der Kreativität, der durchaus im Einklang steht mit den neurophysiologischen Erkenntnissen zur besonderen Rolle des Frontalkortex beim kreativen Denken. Scheinbar widersprüchlich erscheint hierbei die Tatsache, dass hohe Produktivität einerseits

mit geringer kognitiver Hemmung einhergeht, was auch als Indikator geringer kognitiver Kontrolle gewertet werden kann, und andererseits Flexibilität mit hoher kognitiver Kontrolle assoziiert wird, was wie erwähnt eine wirkungsvolle Hemmung dominanter Reaktionen bedarf (vgl. Abschnitt 5.2.2.2). Dies erweckt den Eindruck, dass ein enthemmter hoch produktiver Zustand eigentlich (wegen des Vorherrschens geringer kognitiver Kontrolle) schlechte kognitive Voraussetzungen für flexibles Denken darstellt. In diesem Zusammenhang könnte argumentiert werden, dass es sich möglicherweise um unterschiedliche Arten kognitiver Kontrolle handelt, die sich entweder in hemmenden Bewertungsprozessen oder der Hemmung dominanter Reaktionen manifestieren. Alternativ könnte hohe Produktivität bei gleichzeitig hoher Flexibilität auch als das Ergebnis eines adaptiven Wechsels zwischen Zuständen spontaner (impliziter) und willkürlicher (expliziter) Informationsverarbeitung betrachtet werden. Schon Kris (1952) war der Ansicht, dass kreative Personen besser zwischen einem *primären* (traumartig-freiassoziativen) und *sekundären* (abstrakt-logischen) Zustand der Informationsverarbeitung wechseln können. Auch Dietrich (2004a, 2004b) weist darauf hin, dass kreative Einfälle sowohl in einem spontanen oder bewussten Verarbeitungsmodus entstehen können (*spontaneous vs. deliberate processing mode*), die seiner Ansicht nach mit einer vorherrschenden Aktivität posteriorer oder präfrontaler Regionen einhergehen. Auf alle Fälle dürfte in diesem Sinne kreatives Denken, sofern es sich nicht nur in hoher Ideenflüssigkeit sondern auch in vielfältigen originellen Ideen manifestiert, nicht nur als ein einfaches Disinhibitionssyndrom dargestellt werden, sondern als das Ergebnis eines ausgesprochen adaptiven Einsatzes kognitiver Kontrolle. Diese Kontrolle könnte demzufolge zu Gunsten hoher Produktivität stark reduziert sein und bei Bedarf einer aktiven Loslösung von zuvor aktivierten Bewusstseinsinhalten adaptiv erhöht werden.

Die neurophysiologischen Befunde aus Experiment II sind nur bedingt geeignet, um über die hier gemachten Annahmen weiter zu entscheiden. Die Ergebnisse weisen zwar auf die besondere Rolle des Frontalkortex beim kreativen Denken hin und auch die erhöhte Alphaaktivität könnte als Korrelat reduzierter kognitiver Hemmung verstanden werden. Dennoch erscheint es problematisch die Beteiligung kognitiver Hemmung und kognitiver Kontrolle im Rahmen der hier eingesetzten Untersuchungsaufgaben unterscheiden zu wollen. Dazu fehlt es vor allem an spezifischen Annahmen welche Zeitbereiche im Rahmen der Ideenfindungsphasen und welche EEG-Parameter hierfür diskriminant valide sind. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass die jeweils vorherrschenden Verarbeitungsmodi auch mit entsprechenden kortikalen Aktivierungsveränderungen assoziiert werden können. Während (enthemmt) produktive Zustände im Allgemeinen mit einer Zunahme der (frontalen) Alphaaktivität in Verbindung gebracht werden (vgl. Abschnitt 1.3.2), so wurden für Zustände hoher kognitiver Kontrolle (etwa beim Stroop-Test) Zunahmen von Theta-Oszillationen (4-7 Hz) beobachtet (Hanslmayer et al., 2008). Es werden weitere methodisch differenzierte Studien notwendig

sein um zu überprüfen, ob die mit dem kreativen Denken häufig assoziierte kognitive Flexibilität allein eine notwendige Begleiterscheinung hoher Produktivität ist (etwa im Sinne spontaner Flexibilität; vgl. Abschnitt 5.1.2), oder ob sich hierin eine für hohe kreative Leistungen bedeutungsvolle ergänzende Fähigkeitsfacette (im Sinne aktiver, adaptiver Flexibilität) konstituieren lässt.

5.3 Ausblick

In den einleitenden Worten dieser Arbeit wurde erwähnt, dass die eher langsame Entwicklung der Kreativitätsforschung unter anderem auf hartnäckige Schwierigkeiten in der psychometrischen Erfassung des Konstrukts Kreativität zurückgeführt wird. Divergente Denkaufgaben in zahllosen Varianten, aber ohne erkennbare konzeptuelle Unterschiede stellen nach wie vor den state-of-the-art der Kreativitätsdiagnostik dar. Hieraus werden anerkanntermaßen valide Indikatoren abgeleitet, deren gebräuchliche Unterteilung nach Ideenflüssigkeit, -flexibilität und -originalität jedoch eine höhere Differenziertheit der Konstruktkonzeption widerspiegelt, als dies bisher empirisch belegt wurde. Dies dürfte nicht zuletzt daran liegen, dass die genannten Maße eine solche Differenzierung aus methodischen Gründen nicht zufrieden stellend gewährleisten können. Die hier vorgestellten Untersuchungen stellen einen Versuch dar, das Verständnis um die besonderen kognitiven Eigenschaften kreativer Personen gerade im Hinblick auf elementare kognitive Leistungen weiter zu vertiefen. Erste viel versprechende Befunde deuten darauf hin, dass es sich hierbei um einen fruchtbaren Forschungsansatz handelt, dessen weitere Verfolgung wichtige Beiträge zum besseren Verstehen der kognitiven aber auch neurophysiologischen Grundlagen des kreativen Denkens verspricht.

In weiterführenden Untersuchungen wäre zu allererst eine Absicherung der in dieser Arbeit präsentierten Befunde wünschenswert. Dass kreative Personen eine erhöhte kognitive Produktivität aufweisen, kann bereits als recht robuster Befund bezeichnet werden, der sich auch auf entsprechende Ergebnisse in der empirischen Literatur stützt. Noch nicht ausreichend geklärt erscheinen hingegen die Bedeutung der kognitiven Flexibilität und ihr Zusammenhang mit der Produktivität. Die Ideenflexibilität wird in der Literatur zumeist operationalisiert als die Anzahl an unterscheidbaren inhaltlichen Kategorien, die im Zuge einer divergenten Denkaufgabe umfasst werden. Aus den bereits erwähnten Gründen kann eine solche implizite Erfassung im Zuge einer Mehrfachinstruktion (möglichst viele unterschiedliche und originelle Ideen zu produzieren) zur validen Fähigkeitserfassung als ungeeignet betrachtet werden, wobei insbesondere eine hohe unerwünschte Konfundierung mit der Ideenflüssigkeit zu erwarten ist. Die in dieser Arbeit eingeführte Aufgabe zur Erfassung der Dissoziationsfähigkeit stellt eine möglicherweise brauchbare Alternative zur Erfassung kognitiver Flexibilität dar. Das hierbei erfasste Maß zeichnet sich durch nur moderate Zusammenhänge mit Asso-

ziationsflüssigkeit, bei gleichzeitig höheren Zusammenhängen mit divergenter Denkleistung aus, weswegen es sogar als zentraler Prädiktor zur Aufklärung der Ideenoriginalität identifiziert wurde. Leider kam diese Aufgabe nur in einem Experiment zum Einsatz, sodass eine Replikation der Validitätshinweise dieser Aufgabe dringend notwendig erscheint. Weiterführende Überlegungen legen nahe, dass es sich hierbei um ein Maß der kognitiven Kontrollen handeln könnte. Für dieses Konstrukt sind auch alternative Erfassungsmethoden bekannt, wobei sich im Stroop-Test ein bereits genanntes Beispiel findet. Beim Stroop-Test handelt es sich darüber hinaus um ein fundiertes, objektives Verfahren, für das auch bereits erste Hinweise zu Zusammenhängen mit Kreativitätsmaßen bekannt sind (Gamble & Kellner, 1968; Golden 1975). Als alternative Verfahren zur Erfassung kognitiver Kontrolle könnten der Navon-Test (Navon, 1977) oder der WCST genannt werden.

Bei den oben genannten Instrumenten handelt es sich um objektive hoch reliable Verfahren. Gerade für die Kreativitätsdiagnostik wäre der zunehmende Einsatz objektiver (valider) Verfahren höchst erstrebenswert. In diesem Sinne ist auch an objektivere Verfahren zur Erfassung der kognitiven Hemmung (Produktivität) zu denken. Zu diesem Zweck könnten geeignete Go/No-Go-Aufgaben herangezogen werden, die in adaptierter Form dem Inventar der Impulsivitätsforschung oder der Neurodiagnostik frontalkortikaler Beeinträchtigungen (vgl. etwa Frontal Lobe Score; Ettlín et al., 2000; z.B. 5-Punkte-Test) entlehnt werden könnten. Hierbei wird insbesondere zu prüfen sein, ob der Einfluss der kognitiven Hemmung bei verbalen Reaktionen stärker ausgeprägt ist als bei nonverbalen Reaktionen (z.B. Tastendruck). Dies erscheint möglich, da das Aussprechen von Antworten (insbesondere eigenen Ideen) einen sozialen Aspekt beinhaltet, der möglicherweise einen besonders hohen Einfluss kognitiver Hemmung (im Sinne von Bewertungsprozessen) bedingt.

Die in dieser Arbeit getroffene Auswahl an Maßen einfacher kognitiver Prozesse orientierte sich an in der Literatur zum divergenten Denken als relevant erachteten Prozessen. In vertiefenden Untersuchungen der kognitiven Korrelate der Kreativität könnte eine Erweiterung des Spektrums eingesetzter Maße vorgenommen werden. Weitere relevante Maße könnten dem reichen Inventar fundierter Instrumente entnommen werden, die die ausführliche Untersuchung elementarkognitiver Grundlagen der Intelligenz hervorgebracht hat (vgl. etwa Jensen, 1987; Neubauer, 1993, 1995; Vernon, 1987). Die hohe Validität speed-basierter Assoziationsmaße lassen etwa eine ausführlichere Betrachtung der Bedeutung von Maßen der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit für kreatives Denken sinnvoll erscheinen. Ein solcher Ansatz scheint in letzter Zeit auch bereits Beachtung zu finden (Dorfman, Martindale, Gassimova & Vartanian, 2008; Vartanian, Martindale & Kwiatowski, 2007).

Die Validierung der genannten Maße im Hinblick auf Kreativität bedarf eines geeigneten Kriteriums. Hierbei kann insbesondere zur Aufklärung der testunabhängigen Kreativitätsvarianz die sorgfältige Auswahl kreativer Personengruppen (anhand von Fremdbeurteilungen,

Produktkriterien, Beruf) als Methode der Wahl genannt werden. Häufig werden aber auch Maße zum divergenten Denken als Kriterium dienen. In diesem Fall sollte darauf geachtet werden, dass tatsächlich möglichst aussagekräftige unkonfundierte Leistungsmaße erhoben werden. In Experiment III konnten bereits erste Hinweise gesammelt, dass eine unabhängige und dennoch reliable Erfassung auch für das Maß der Ideenoriginalität möglich ist. Weitere Untersuchungen an größeren Stichproben sollten jedoch den Zusammenhang von Ideenflüssigkeit und Ideenoriginalität ausführlicher überprüfen. Eine spannende Forschungsfrage in diesem Zusammenhang ist, ob Ideenflüssigkeit tatsächlich – wie von Guilford (1950) angenommen – eine notwendige und vielleicht sogar hinreichende Voraussetzung für hohe Ideenoriginalität darstellt. In Abwesenheit einer Mehrfachinstruktion könnte also untersucht werden, wie häufig es Personen gibt, die eine hohe Ideenflüssigkeit aber eine geringe Ideenoriginalität aufweisen und somit in anderen Worten zwar enthemmt sind, aber nicht notwendigerweise auch kreativ sind. Und ob auch, gewissermaßen entgegen der Vermutung Guilfords, die gegenläufige Ausprägungskonstellation beobachtbar ist.

Die Verfügbarkeit ergänzender valider Kreativitätsaufgaben, die mitunter weniger komplexe kognitive Anforderungen stellen als divergente Denkaufgaben, sollte sich auch für die neurowissenschaftliche Kreativitätsforschung als fruchtbar erweisen. Einerseits kann hier mutmaßlich von den bereits verfügbaren Erkenntnissen der neurokognitiven Grundlagen kognitiver Hemmung und kognitiver Kontrolle profitiert werden. Andererseits sollte der Einsatz von Aufgaben mit eingeschränkten kognitiven Anforderungen (und entsprechenden Paradigmen) auch eine spezifischere, etwa lokalisatorische Untersuchung von Aktivierungsveränderungen ermöglichen. Hierbei dürfte es lohnenswert sein, den Versuch zu unternehmen die Bedeutung präfrontaler Strukturen (etwa orbitofrontaler vs. dorsolateraler Regionen) beim kreativen Denken weiter zu diskriminieren. Weiterhin gilt es aber auch die funktionelle Bedeutung der Alphasynchronisation beim kreativen Denken aufzuklären. Also insbesondere, ob es sich hierbei um ein Korrelat aktiver Hemmung im Sinne kognitiver Kontrolle handelt, oder doch um ein Korrelat einer reduzierten kognitiven Hemmung. In beiden Fällen dürfte der konsequente Einsatz kombinierter EEG/fMRI-Studien (vgl. Fink et al., in Druck) einen sehr viel versprechenden Ansatz darstellen.

Das übergeordnete Ziel sowohl verhaltensorientierter als auch neurowissenschaftlicher Bemühungen muss es weiterhin sein, den trägen Prozess der Modellbildung zum Konstrukt Kreativität weiter voran zu treiben. Dies sollte zur Entwicklung empirisch begründeter Struktur- und Prozessmodelle der Fähigkeit zum kreativen Denken führen, welche die beteiligten kognitiven Prozesse idealerweise auf Basis neurokognitiver Grundlagen beschreiben können. Eine solche Vertiefung der Konstruktkonzeption wird sich schließlich auch in Fortschritten der diagnostischen Möglichkeiten äußern, was wiederum die Grundlage für eine effizien-

tere Auseinandersetzung mit den wichtigen angewandten Fragestellungen, etwa der Förderung von Kreativität, darstellt.

6 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit den kognitiven Grundlagen des kreativen Denkens. Sie basiert dabei auf den fundamentalen Beiträgen zur Kreativitätsforschung von J. P. Guilford (1950,1967) und S. A. Mednick (1962). Guilfords umfassende empirische Untersuchungen zur Struktur der menschlichen Fähigkeiten brachte unter anderem hervor, dass die kognitive Operation der divergenten Produktion ein relevantes Substrat des bis dahin mystisch anmutenden Persönlichkeitsmerkmals Kreativität darstellt. Das daraus abgeleitete Konstrukt des divergenten Denkens, mit den Facetten der Flüssigkeit, Flexibilität und Originalität von Ideen, bildet heute weithin die Grundlage für Instrumente zur Kreativitätserfassung. Mednick verfolgte demgegenüber einen theoriebasierten Zugang. Ausgehend von der Annahme, dass originelle Ideen durch die geeignete Verknüpfung entfernter assoziativer Elemente entstehen, vermutete er, dass Kreativität auf eine besondere Organisation des assoziativen Gedächtnisses zurückgeführt werden kann, die sich in flachen assoziativen Hierarchien äußert. Die Arbeiten von Guilford und Mednick stellen somit wichtige, unabhängige Beiträge in der Erforschung der kognitiven Grundlagen des kreativen Denkens dar, und zwar einerseits auf Basis höher-kognitiver Leistungen (divergente Ideenproduktion) und andererseits auf Basis vergleichsweise elementar-kognitiver Leistungen (Assoziationsverhalten).

In der vorliegenden Arbeit wurde der Versuch unternommen diese beiden Ansätze zusammenzuführen. Zu diesem Zweck wurden in einem ersten Experiment ($N = 150$) Aufgaben zur Erfassung verschiedener Assoziationsleistungen entwickelt und zusammen mit gängigen Maßen des divergenten Denkens an Studierende aus Kreativstudiengängen (Informationsdesign und Industrial Design; Untersuchungsgruppen) sowie Studierende anderer Studiengänge (Vergleichsgruppe) vorgegeben. Ein zentrales Ziel dieses Experiments bestand darin, verschiedene Aspekte der Assoziationsfähigkeit zu diskriminieren und deren Validität im Hinblick auf Kreativität zu untersuchen. Es erfolgte eine reliable Erfassung von Teilleistungen der Assoziationsfähigkeit, die als Assoziationsflüssigkeit, Assoziationsflexibilität, Assoziationsoriginalität und Dissoziationsfähigkeit bezeichnet wurden. Für alle Teilleistungen finden sich deutliche Belege der Konstrukt- und Kriteriumsvalidität, wobei jedoch für das Maß der Assoziationsoriginalität keine bedeutsame inkrementelle Validität nachgewiesen werden konnte. Im Rahmen des Experiments konnte auch gezeigt werden, dass das Auftreten ungewöhnlicherer Assoziationen bei kreativen Personen vor allem auf deren flüssigere Assoziationsproduktion zurückgeführt werden kann, was wiederum gegen das Vorliegen interindividueller Unterschiede in der Organisation der Assoziationsstruktur spricht.

In einem zweiten Experiment ($N = 42$) wurde der Frage nachgegangen, in wieweit sich die neurowissenschaftlichen Erkenntnisse zur kortikalen Aktivität beim divergenten Denken auf vergleichbare Assoziationsleistungen übertragen lassen. Im Zuge des erneuten Einsatzes

der Assoziationsaufgaben konnten die Validitätshinweise aus Experiment I repliziert werden. Des Weiteren zeigte sich, dass Assoziationsleistungen und divergentes Denken mit Zunahmen der Aktivität des unteren Betabands (15-17 Hz) einhergehen, während hohe Wortflüssigkeit mit Zunahmen der Aktivität des unteren Alphabands (8-10 Hz) assoziiert ist. Auch zur Abbildung von Aktivierungsunterschieden zwischen kreativen und weniger kreativen Personen erwies sich das untere Betaband als besonders sensitiv. Darüber hinaus fanden sich auch Hinweise, dass bereits die kortikale Ruheaktivität kreativer Personen durch höhere Alphanpower vor allem in frontalen Kortexarealen gekennzeichnet ist. In Summe findet sich also auch auf neurophysiologischer Ebene eine hohe funktionelle Übereinstimmung von Assoziationsleistungen und divergentem Denken.

In einem dritten Experiment wurden schließlich zwei verschiedene Ansätze erprobt, Ideenflüssigkeit und Ideenoriginalität unkonfundiert von einander zu erfassen. Dies geschah einerseits auf Basis einer festen Anzahl zur Originalitätsbeurteilung herangezogener Ideen ($N = 32$) und andererseits auf Basis einer separaten Erfassung beider Maße ($N = 31$). Es zeigte sich, dass eine reliable Erfassung der unkonfundiert erhobenen Ideenoriginalität auf Grundlage einer nicht zu kleinen Itemanzahl möglich ist. Des Weiteren unterstützen die Ergebnisse die Vermutung Guilfords, wonach eine hohe Ideenflüssigkeit eine förderliche Voraussetzung für hohe Ideenoriginalität darstellt.

Die Befunde der vorliegenden Arbeit ermöglichten in Summe die Identifikation zweier elementar-kognitiver Teilfähigkeiten, nämlich Produktivität und Flexibilität, die der Fähigkeit zum kreativen Denken zu Grunde liegen. Es wird angenommen, dass diese Teilfähigkeiten sowohl die Grundlage einer flüssigen als auch originellen Ideenproduktion darstellen. Produktivität und Flexibilität können des Weiteren mit den Exekutivfunktionen der kognitiven Hemmung und der kognitiven Kontrolle in Verbindung gebracht werden. In diesem Sinne wird schließlich ein neurokognitives Modell des kreativen Denkens skizziert, in dem, im Einklang mit der empirischen Literatur, dem präfrontalen Kortex eine zentrale Rolle zugesprochen wird.

7 Literaturverzeichnis

- Amabile, T. (1982). Social psychology of creativity: A consensual assessment technique. *Journal of Personality and Social Psychology*, 43, 997-1013.
- Amabile, T., Hadley, C. N. & Kramer, S. J. (2002). Creativity under the gun. *Harvard Business Review* 80 (8), 52-61.
- Amelang, M., & Bartussek, D. (1997). *Differentielle Psychologie und Persönlichkeitsforschung*. Stuttgart, Germany: Kohlhammer.
- Amthauer, R., Brocke, B., Liepmann, D. & Beauducel, A. (2001). *Intelligenz-Struktur-Test 2000 R (I-S-T 2000 R)*. Göttingen: Hogrefe.
- Ashby, F.G., Isen, A.M. & Turken, A.U. (1999). A neuropsychological theory of positive affect and its influence on cognition. *Psychological Review*, 106, 529-550.
- Bazanova, O. M. & Aftanas, L. I. (2008). The individual alpha activity indices as predictors of fluency, flexibility and originality of nonverbal creativity. *International Journal of Psychophysiology*, 69, 178.
- Bechtereva, N. P., Korotkov, A. D., Pakhomov, S.V., Roudas, M. S., Starchenko, M. G. & Medvedev, S. V. (2004). PET study of brain maintenance of verbal creative activity. *International Journal of Psychophysiology*, 53, 11-20.
- Benedek, M. (2005). *Entwicklung und Effektivitätsprüfung eines computergestützten Kreativitätstrainings*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Karl-Franzens-Universität Graz.
- Benedek, M., Fink, A. & Neubauer, A.C. (2006). Enhancement of ideational fluency by means of computer-based training. *Creativity Research Journal*, 18, 317-328.
- Bhattacharya, J. & Petsche, H. (2005). Drawing on mind's canvas: differences in cortical integration patterns between artists and non-artists. *Human Brain Mapping*, 26, 1-14.
- Borkenau, P. & Ostendorf, F. (1993). *NEO-Fünf-Faktoren Inventar (NEO-FFI) nach Costa und McCrae*. Göttingen: Hogrefe.
- Bousfield, W. A. (1953). The occurrence of clustering in the recall of randomly arranged associates. *Journal of General Psychology*, 49, 229-240.

- Bousfield, W. A., & Sedgewick, C. H. (1944). An analysis of sequences of restricted associated responses. *Journal of General Psychology*, 30, 149-165.
- Bousfield, W. A., Whitmarsh, G. A. & Berkowitz, H. (1960). Partial response identities in associative clustering. *Journal of General Psychology*, 63 (2), 233-238.
- Bousfield, W. A., Whitmarsh, G. A. & Danick, J. J. (1958). Partial response identity in verbal generalization. *Psychological Reports*, 4, 703-713.
- Bowden, E. M. & Jung-Beeman, M. (1998). Getting the right idea: semantic activation in the right hemisphere may help solve insight problems. *Psychological Science*, 9, 435-440.
- Bowden, E. M. & Jung-Beeman, M. (2003a). Aha! Insight experience correlates with solution activation in the right hemisphere. *Psychonomic Bulletin & Review*, 10, 730-737.
- Bowden, E. M. & Jung-Beeman, M. (2003b). Normative data for 144 compound remote associate problems. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 35 (4), 634-639.
- Bowden, E. M. & Jung-Beeman, M. (2007). Methods for investigating the neural components of insight. *Methods*, 42, 87-99.
- Bowden, E. M., Jung-Beeman, M., Fleck, J. & Kounios, J. (2005). New approaches to demystifying insight. *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 322-328.
- Brown, A. S. (1973). Empirical verification of Mednicks associative theory of creativity. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 2 (6B), 429-430.
- Carlsson, I., Wendt, P. E. & Risberg, J. (2000). On the neurobiology of creativity. Differences in frontal activity between high and low creative subjects. *Neuropsychologia*, 38, 873-885.
- Cattell, J. M. (1887). Experiments on the association of ideas. *Mind*, 12 (45), 68-74.
- Chen, A. C. H., Porjesz, B., Rangaswamy, M., Kamarajan, C., Tang, Y., Jones, K. A., Chorlian, D. B., Stimus, A. T. & Begleiter, H. (2007). Reduced frontal lobe activity in subjects with high impulsivity and alcoholism. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 31 (1), 156-165.
- Cilibrasi, R. L. & Vitányi, M. B. (2007). The Google similarity distance. *IEEE Transactions on knowledge and data engineering*, 19 (3), 370-383.

- Collins, A. M. & Loftus, E. F. (1975). A spreading activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, 82 (6), 407-428.
- Coney & Serna (1995). Creative thinking from an information-processing perspective. *Journal of Creative Behavior*, 29 (2), 109-132.
- Coney, J. & Serna, P. (1995). Creative thinking from an information processing perspective: A new approach to Mednick's theory of associative hierarchies. *Journal of Creative Behavior*, 29 (2), 109-131.
- Cooper, N. R., Croft, R. J., Dominey, S. J. J., Burgess, A. P. & Gruzelier, J.H. (2003). Paradox lost? Exploring the role of alpha oscillations during externally vs. internally directed attention and the implications for idling and inhibition hypotheses. *International Journal of Psychophysiology*, 47, 65-74.
- Danek, A. (2002). (2002). Neuropsychologie. In H. Förstl (Hrsg.), *Frontalhirn. Funktionen und Erkrankungen* (S. 49-88). Berlin: Springer Verlag.
- Dias, R., Robbins, T. W. & Roberts, A. C. (1996). Dissociation in prefrontal cortex of affective and attentional shifts. *Nature*, 380, 69-72.
- Dietrich, A. (2004a). The cognitive neuroscience of creativity. *Psychonomic Bulletin & Review*, 11, 1011-1026.
- Dietrich, A. (2004b). Neurocognitive mechanisms underlying the experience of flow. *Consciousness and Cognition*, 13, 746-761.
- Dorfman, L., Martindale, C., Gassimova, V. & Vartanian, O. (2008). Creativity and speed of information processing: A double dissociation involving elementary versus inhibitory cognitive tasks. *Personality and Individual Differences*, 44 (6), 1382-1390.
- Engel, A. K., Fries, P. & Singer, W. (2001). Dynamic predictions: oscillations and synchrony in top-down processing. *Nature Reviews Neuroscience*, 2, 704-716.
- Estes, W. K. (1959). The statistical approach to learning theory. In S. Koch (Hrsg.), *Psychology: A study of a science* (Volume 2) (S. 380 – 491). New York: McGraw-Hill.
- Ettlin, T. M., Kischka, U., Beckson, M., Gaggiotti, M., Rauchfleisch, U., Benson, D. F. (2000). The Frontal Lobe Score: part I: construction of a mental status of frontal systems. *Clinical Rehabilitation*, 14, 260-271.

- Evenden, J. L. (1999). The pharmacology of impulsive behaviour in rats, VII: The effects of serotonergic agonists and antagonists on responding under a discrimination task using unreliable visual stimuli. *Psychopharmacology*, 146, 422-431.
- Eysenck, H. J. (1994). Creativity and personality: word association, origence, and psychoticism. *Creativity Research Journal*, 7, 209-216.
- Eysenck, H. J. (1995). *Genius. The natural history of creativity*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Eysenck, S. B. & Eysenck, H. J. (1977). The place of impulsiveness in a dimensional system of personality description. *British Journal of Social and Clinical Psychology*, 16 (1), 57-68.
- Facaoaru, C. (1985). *Kreativität in Wissenschaft und Technik*. Bern: Hans Huber.
- Feist, G. J. (1998). A Meta-analysis of personality in scientific and artistic creativity. *Personality and Social Psychology Review*, 2 (4), 290-309.
- Fink, A. (2002). *Intelligenz und Zeitschätzung*. Unveröffentlichte Dissertation. Karl-Franzens-Universität Graz.
- Fink, A. & Neubauer, A. C. (2006). EEG alpha oscillations during the performance of verbal creativity tasks: Differential effects of sex and verbal intelligence. *International Journal of Psychophysiology*, 62, 46-53.
- Fink, A., Benedek, M., Grabner, R. H., Staudt, B. & Neubauer, A. C. (2007). Creativity meets neuroscience: Experimental tasks for the neuroscientific study of creative thinking. *Methods*, 42, 67-75.
- Fink, A., Grabner, R. H., Benedek, M. & Neubauer, A.C. (2006). Divergent thinking training is related to frontal electroencephalogram alpha synchronization. *European Journal of Neuroscience*, 23, 2241-2246.
- Fink, A., Grabner, R. H., Benedek, M., Reishofer, G., Hauswirth, V., Fally, M., Neuper, C., Ebner, F. & Neubauer, A. C. (in Druck). The creative brain: Investigation of brain activity during creative problem solving by means of EEG and fMRI. *Human Brain Mapping*.
- Fink, A., Graif, B. & Neubauer, A. C. Brain correlates underlying creative thinking: EEG alpha activity in professional vs. novice dancers. *Eingereicht zur Publikation*.

- Fink, A. & Neubauer, A. C. (2008). Eysenck meets Martindale: The relationship between extraversion and originality from the neuroscientific perspective. *Personality and Individual Differences, 44*, 299-310.
- Folley, B. S. & Park, S. (2005). Verbal creativity and schizotypal personality in relation to prefrontal hemispheric laterality: A behavioral and near-infrared optical imaging study. *Schizophrenia Research, 80*, 271-282.
- Förstl, H. (2002). Frontallappendegeneration und verwandte Erkrankungen. In H. Förstl (Hrsg.), *Frontalhirn. Funktionen und Erkrankungen* (S. 109-144). Berlin: Springer Verlag.
- Fricke, B. G. (1963). *Opinion, attitude and interest survey handbook*. Ann Arbor: University of Michigan Evaluation and examination Division.
- Funke, U., Krauss, J., Schuler, H. & Stapf, K. H. (1987). Zur Prognostizierbarkeit wissenschaftlich-technischer Leistungen mittels Personenvariablen: Eine Metaanalyse der Validität diagnostischer Verfahren im Bereich Forschung und Entwicklung. *Gruppendynamik, 18* (4), 407-428.
- Galton, F. (1879). Psychometric experiments. *Brain, 2*, 149-162.
- Gamble, K. R. & Kellner, H. (1968). Creative functioning and cognitive regression. *Journal of Personality and Social Psychology, 9*, 266-271.
- Giehm, G. (1932). Experimentell-psychologische Untersuchungen der Assoziationsgeschwindigkeit bei Geisteskranken. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience, 100* (1), 432-438.
- Goel, V. & Vartanian, O. (2005). Dissociating the roles of right ventral lateral and dorsal lateral prefrontal cortex in generation and maintenance of hypotheses in set-shift problems. *Cerebral Cortex, 15*, 1170-1177.
- Golden, C. J. (1975). The measurement of creativity by the stroop color and word test. *Journal of Personality Assessment, 39*, 502-506.
- Gough, H. G. & Heilbrun, A. B. (1965). *The Adjective Check List manual*. Palo Alto: Consulting Psychologists Press.
- Gough, H. G. (1976). Studying creativity by means of word association tests. *Journal of Applied Psychology, 61* (3), 348-353.

- Gough, H. G. (1979). A creative personality scale for the adjective check list. *Journal of Personality and Social Psychology*, 37 (8), 1398-1405.
- Grabner, R. H., Fink, A. & Neubauer, A. C. (2007). Brain correlates of self-rated originality of ideas: Evidence from event-related power and phase-locking changes in the EEG. *Behavioral Neuroscience*, 121, 224-230.
- Groborz, M. & Nečka, E. (2003). Creativity and cognitive control: Explorations of generation and evaluation skills. *Creativity Research Journal*, 15 (2), 183-197.
- Guilford, J. P. (1950). Creativity. *American Psychologist*, 5, 444-454.
- Guilford, J.P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- Hany, E. A. (1993). Kreativitätstraining: Positionen, Probleme, Perspektiven. In K. J. Klauer (Hrsg.), *Kognitives Training*. (S.189-216). Göttingen: Hogrefe.
- Hany, E. A. (2001). Förderung der Kreativität. In K. J. Klauer (Hrsg.), *Handbuch Kognitives Training*. (S.261-291). Göttingen: Hogrefe.
- Hanslmayer, S., Pastötter, B., Bäuml, K.-H., Gruber, S., Wimber, M. & Klimesch, W. (2008). The electrophysiological dynamics of interference during the Stroop task. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20 (2), 215-225.
- Harmon-Jones, E. Barratt, E. S. & Wigg, C. (1997). Impulsiveness, aggression, reading, and the P300 of the event-related potential. *Personality and Individual Differences*, 22, 439-445.
- Heilman, K. M., Nadeau, S. E. & Beversdorf, D.O. (2003). Creative innovation: possible brain mechanisms. *Neurocase*, 9, 369-379.
- Hocevar, D. (1981). Measurement of creativity: A review and critique. *Journal of Personality Assessment*, 45 (5), 450-464.
- Howard-Jones, P. A., Blakemore, S.-J., Samuel, E. A., Summers, I. R. & Claxton, G. (2005). Semantic divergence and creative story generation: an fMRI investigation. *Cognitive Brain Research*, 25, 240-250.
- Howard-Jones, P.A. & Murray, S. (2003). Ideational productivity, focus of attention, and context. *Creativity Research Journal*, 15 (2&3), 153-166.

- Jäger, A. O., Süß, H.-M. & Beauducel, A. (1997). *Berliner Intelligenzstruktur-Test*. Göttingen: Hogrefe.
- Jaušovec, N. & Jaušovec, K. (2000). Differences in resting EEG related to ability. *Brain Topography*, 12 (3), 229-240.
- Jaušovec, N. (2000). Differences in cognitive processes between gifted, intelligent, creative, and average individuals while solving complex problems: an EEG Study. *Intelligence*, 28, 213-237.
- Jenkins, J. J. & Russell, W. A. (1952). Associative clustering during recall. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 47 (4), 818-821.
- Jenkins, J. J. (1970). The 1952 Minnesota Word Association Norms. In: L. Postman & G. Keppel (Hrsg.), *Norms of Word Association* (S. 1-38). New York: Academic Press.
- Jenkins, J. J., Mink, W. D. & Russel, W. A. (1958). Associative clustering as a function of verbal associative strength. *Psychological Reports*, 4 (1), 127-136.
- Jenkins, P. & Cofer, C. N. (1957). An exploratory study of discrete free association to compound verbal stimuli. *Psychological Reports*, 3 (4), 599-602.
- Jensen, A. R. (1987). Process differences and individual differences in some cognitive tasks. *Intelligence*, 11, 107-136.
- Jung-Beeman, M. & Bowden, E. M. (2000). Right hemisphere maintains solution-related activation for yet-to-be-solved problems. *Memory & Cognition*, 28 (7), 1231-1241.
- Jung-Beeman, M. (2005). Bilateral brain processes for comprehending natural language. *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 512-518.
- Jung-Beeman, M., Bowden, E. M., Haberman, J., Frymiare, J. L., Arambel-Liu, S., Greenblatt, R., Reber, P. J. & Kounios, J. (2004). Neural activity when people solve verbal problems with insight. *PLOS Biology*, 2, 500-510.
- Kagan, J. (1965). Impulsive and reflective children: Significance of conceptual tempo. In J. Krumboltz (Hrsg.), *Learning and the educational process* (S. 133-161). Chicago: Rand McNally.
- Kammer, T. & Karnath, H.-O. (2006). Manifestationen von Frontalhirnschädigungen. In H.-O. Karnath & P. Thier (Hrsg.), *Neuropsychologie*. (2. Auflage, S. 489-500). Heidelberg: Springer Medizin Verlag.

- Kent, G. H. & Rosanoff, A. J. (1910). A study of association in insanity. *American Journal of Insanity*, 67, 37-96, 317-390.
- Kershaw, T.C. & Ohlsson, S. (2004). Multiple causes of difficulty in insight: The case of the nine-dot Problem. *Journal of Experimental Psychology – Learning, Memory and Cognition*, 30 (1), 3-13.
- Khateb, A., Michel, C. M., Pegna, A.J., O'Dochartaigh, S. D., Landis, T. & Annoni, J.-M. (2003). Processing of semantic categorical and associative relations: an ERP mapping study. *International Journal of Psychophysiology*, 49, 41–55.
- King, L. A., McKee Walker, L. & Broyles, S. J. (1996). Creativity and the five-factor model. *Journal of Research in Psychology*, 30, 189-203.
- Klimesch, W., Doppelmayr, M., Schwaiger, J., Auinger, P. & Winkler, T. (1999). "Paradoxical" alpha synchronization in a memory task. *Cognitive Brain Research*, 7, 493–501.
- Klimesch, W., Sauseng, P. & Hanslmayr, S. (2007). EEG alpha oscillations: The inhibition timing hypothesis. *Brain Research Reviews*, 53, 63-88.
- Knyazev, G. G. (2007): Motivation, emotion, and their inhibitory control mirrored in brain oscillations. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 31, 377–395.
- Koch, J. (1994). *Neuropsychologie des Frontalhirnsyndroms*. Weinheim: Beltz Psychologie Verlags Union.
- Kounios, J., Fleck, J. I., Green, D. L., Payne, L., Stevenson, J. L., Bowden, E. M. & Jung-Beeman, M. (2007). The origins of insight in resting-state brain activity. *Neuropsychologica*, 46 (1), 281-291.
- Kounios, J., Frymiare, J. L., Bowden, E. M., Fleck, J. I., Subramaniam, K., Parrish, T. B. & Jung-Beeman, M. (2006). The prepared mind: Neural activity prior to problem presentation predicts subsequent solution by sudden insight. *Psychological Science*, 17, 882-890.
- Krampen, G. (1993). Diagnostik der Kreativität. In G. Trost, K. Ingenkamp & R. S. Jäger (Hrsg.), *Tests und Trends (Jahrbuch der pädagogischen Diagnostik)*, 10, (S. 11-39). Weinheim: Beltz.
- Kris, E. (1952). *Psychoanalytic explorations in art*. New York: International Universities.

- Lachaux, J.-P., Rodriguez, E., Martinerie, J., & Varela, F. J. (1999). Measuring phase synchrony in brain signals. *Human Brain Mapping, 8*, 194-208.
- Landauer, T. K. & Dumais, S. T. (1997). A solution to Plato's problem: The latent semantic analysis theory of acquisition, induction, and representation of knowledge. *Psychological Review, 104* (2), 211-240.
- Laux, L., Glanzmann, P., Schaffner, P. & Spielberger, C. D. (1981). *Das State-Trait-Angst-inventar. Theoretische Grundlagen und Handanweisung*. Weinheim: Beltz Test GmbH.
- Lepage, N., Habib, R., Cormier, H., Houle, S. & McIntosh, A. R. (2000). Neural correlates of semantic associative encoding in episodic memory. *Cognitive Brain Research, 9*, 271-280.
- Lessard, C. (2006). *Signal processing of random physiological signals*. San Rafael, CA: Morgan & Claypool Publishers.
- Levin, I. (1978). Creativity and two modes of associative fluency: Chains and stars. *Journal of Personality, 46* (3), 426-437.
- Maier, N. R. F. (1930). Reasoning in humans I: On direction. *Journal of comparative psychology, 10* (2), 115-143.
- Malle, B. F. & Neubauer, A. C. (1991). Impulsivity, reflection, and questionnaire response latencies: No evidence for a broad impulsivity trait. *Personality and Individual Differences, 12* (8), 865-871.
- Marshall, G. R. & Cofer, C. N. (1963). Associative indices as measures of word relatedness. A summary and comparison of ten methods. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 1*, 408-421.
- Martindale, C. (1972). Feminity, alienation, and arousal in the creative personality. *Psychology, 9*, 3-15.
- Martindale, C. (1989). Personality, situation, and creativity. In J. A. Glover, R. R. Ronning & C. R. Reynolds (Hrsg.), *Handbook of Creativity* (S. 211-228). New York: Plenum.
- Martindale, C. (1999). Biological bases of creativity. In R. Sternberg (Hrsg.), *Handbook of creativity* (pp. 137-152). Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.

- Martindale, C. & Dailey, A. (1996). Creativity, primary process cognition, and personality. *Personality and Individual Differences, 20*, 409-414.
- Martindale, C. & Hasenpus, N. (1978). EEG differences as a function of creativity, stage of the creative process, and effort to be original. *Biological Psychology, 6*, 157-167.
- Martindale, C. & Hines, D. (1975). Creativity and cortical activation during creative, intellectual, and EEG feedback tasks. *Biological Psychology, 3*, 71-80.
- Martindale, C., Hines, D., Mitchell, L. & Covello, E. (1984). EEG alpha asymmetry and creativity. *Personality and Individual Differences, 5*, 77-86.
- Mashal, N., Faust, M., Hendler, T. & Jung-Beeman, M. (2007). An fMRI investigation of the neural correlates underlying the processing of novel metaphoric expressions. *Brain and Language, 100*, 115-126.
- McEvoy, C. L. & Nelson, D. L. (1982). Category name and instance norms for 106 categories of various set size. *American Journal of Psychology, 95*, 581-634.
- Mednick, S. A. (1962). The associative basis of the creative process. *Psychological Review, 69* (3), 220-232.
- Mednick, M. T., Mednick, S. A. & Jung, C. C. (1964). Continual association as a function of level of creativity and type of verbal stimulus. *Journal of Abnormal and Social Psychology, 69* (5), 511-515.
- Mendelsohn, G. A. (1976). Associative and attentional processes in creative performance. *Journal of Personality, 44*, 341-369.
- Merten, T. (1992). Wortassoziation und Schizophrenie: Eine empirische Studie. *Nervenarzt, 63*, 401-408.
- Merten, T. (1993). Word association responses and psychoticism. *Personality and Individual Differences, 14*, 837-839.
- Merten, T. & Fischer, I. (1999). Creativity, personality and word association responses: associative behaviour in forty supposedly creative persons. *Personality and Individual Differences, 27*, 933-942.
- Milner, B. (1963). Effects of different brain lesions on card sorting. *Archives of Neurology, 9*, 90.

- Miller, E. K. & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, 24, 167-202.
- Mölle, M., Marshall, L., Wolf, B., Fehm, H. L. & Born, J. (1999). EEG complexity and performance measures of creative thinking. *Psychophysiology*, 36, 95-104.
- Möller, F. G., Barratt, E. S., Dougherty, D. M., Schmitz, J. M. & Swann, A. C. (2001). Psychiatric aspects of impulsivity. *American Journal of Psychiatry*, 158, 1783-1793.
- Moran, J. D., Milgram, R. M., Sawyers, J. K. & Fu, V. R. (1983). Original thinking in preschool children. *Child Development*, 54, 921-926.
- Murray, H. A. (1943). *Thematic Apperception Test: Manual*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Nelson, D. L., McEvoy, C. L. & Dennis, S. (2000). What is free association and what does it measure? *Memory & Cognition*, 28 (6), 887-899.
- Nelson, D. L., McEvoy, C. L., & Schreiber, T. A. (2004). The University of South Florida word association, rhyme, and word fragment norms. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 36 (3), 402-407.
- Nestor, P. G., Valdman, O., Niznikiewicz, M., Spencer, K., McCarley, R. W. & Shenton, M. E. (2006). Word priming in schizophrenia: Associational and semantic influences. *Schizophrenia Research*, 82 (2-3), 139-142.
- Neubauer, A. C. (1993). Intelligenz und Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung: Stand der Forschung und Perspektiven. *Psychologische Rundschau*, 44, 90-105.
- Neubauer, A. C. (1995). *Intelligenz und Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung*. Wien: Springer.
- Neubauer, A. C. & Fink, A. (2005). Basic Information Processing and the Psychophysiology of Intelligence. In: R. J. Sternberg & J. Pretz (Hrsg.), *Cognition and Intelligence* (S. 68-87). Cambridge University Press.
- Neuper, C. & Pfurtscheller, G. (2001). Event-related dynamics of cortical rhythms: frequency-specific features and functional correlates. *International Journal of Psychophysiology*, 43, 41-58.

- Norman, D. A. & Shallice, T. (1986). Attention to action: willed and automatic control of behaviour. In R. J. Davidson, G. E. Schwartz & D. Shapiro (Hrsg.), *Consciousness and self-regulation: Advances in research* (Vol. 4, S. 1-18). New York: Plenum Press.
- Olczak, P. V. & Kaplan, M. F. (1969). Originality and rate of response in association as a function of associative gradient. *The American Journal of Psychology*, 82 (2), 157-167.
- Peters, F., Perani, D., Herholz, K., Holthoff, V., Beuthien-Baumann, B., Sorbi, S., Pupi, A., Degueldre, C., Lemaire, C., Collette, F. & Salmon, E. (2006). Orbitofrontal dysfunction related to both apathy and disinhibition in frontotemporal dementia. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 21, 373-379.
- Petsche, H. (1996). Approaches to verbal, visual and musical creativity by EEG coherence analysis. *International Journal of Psychophysiology*, 24, 145-159.
- Pfurtscheller G. (1999): Quantification of ERD and ERS in the time domain. In G. Pfurtscheller, F. H. Lopes da Silva (Hrsg.), *Event-related Desynchronization. Handbook of Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, Vol. 6 (S. 89-105). Amsterdam: Elsevier.
- Pfurtscheller, G., Stancak, A. Jr. & Neuper C. (1996). Event-related synchronization (ERS) in the alpha band - An electrophysiological correlate of cortical idling: A review. *International Journal of Psychophysiology*, 24, 39-46.
- Piers, E. V. & Kirchner, E. P. (1971). Productivity and uniqueness in continued word association as a function of subject creativity and stimulus properties. *Journal of Personality*, 39 (2), 264-276.
- Plucker, J. A., Runco, M. A. & Lim, W. (2006). Predicting ideational behavior from divergent thinking and discretionary time on task. *Creativity Research Journal*, 18 (1), 55-63.
- Posner, M. I., Boies, S., Eichelman, W. & Taylor, R. (1969). Retention of visual and name codes of single letters. *Journal of Experimental Psychology*, 81, 10-15.
- Posner, M. I. & Mitchell, R. F. (1967). Chronometric analysis of classification. *Psychological Review*, 74, 392-409.
- Postman, L. & Keppel, G. (1970). *Norms of Word Association*. New York: Academic Press.

- Puumala, T. & Sirvio, J. (1998). Changes in activities of dopamine and serotonin systems in the frontal cortex underlie poor choice accuracy and impulsivity of rats in an attention task. *Neuroscience*, 83, 489-499.
- Ray, W. J. & Cole, H. W. (1985). EEG alpha activity reflects attentional demands, and beta activity reflects emotional and cognitive processes. *Science* 228, 750–752.
- Razumnikova, O. M. (2000). Functional organization of different brain areas during convergent and divergent thinking: an EEG investigation. *Cognitive Brain Research*, 10, 11-18.
- Razumnikova, O. M. (2004). Gender differences in hemispheric organization during divergent thinking: an EEG investigation in human subjects. *Neuroscience Letters*, 362, 193-195.
- Razumnikova, O. M. (2007). Creativity related cortex activity in the remote associates task. *Brain Research Bulletin*, 73, 96-102.
- Reischies, F. M. (2002). Psychopathologie des Frontalhirns. In H. Förstl (Hrsg.), *Frontalhirn. Funktionen und Erkrankungen* (S. 89-108). Berlin: Springer Verlag.
- Riegel, K. F., Riegel, R. M. & Levine R. S. (1966). An analysis of associative behavior and creativity. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1 (4), 50-56.
- Rihs, T. A., Michel, C. M. & Thut, G. (2007). Mechanisms of selective inhibition in visual spatial attention are indexed by α -band EEG synchronization. *European Journal of Neuroscience*, 25, 603-610.
- Rindermann, H. & Neubauer, A. C. (2004). Processing speed, intelligence, creativity, and school performance: testing of causal hypotheses using structural equation models. *Intelligence*, 32, 573-589.
- Rips, L. J., Shoben, E. J. & Smith, E. E. (1971). Semantic distance and the verification of semantic relation. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 12, 1-20.
- Rothenberg, A. (1971). The process of Janusian thinking in creativity. *Archives of General Psychiatry*, 24, 195-205.
- Rothenberg, A. (1973). Word association and creativity. *Psychological Reports*, 33, 3-12.

- Rowe, G., Hirsh, J. B., & Anderson, A. K. (2007). Positive affect increases the breadth of attentional selection. *Proceedings of the National Academy of Sciences of United States of America*, *104*, 383–388.
- Runco, M. A. (1999). Divergent thinking. In M. A. Runco & S. Pritzker (Hrsg.), *Encyclopedia of Creativity*. Volume 1. (577-582). San Diego, CA: Academic Press.
- Runco, M.A., Plucker, J.A. & Lim, W. (2000). Development and psychometric integrity of a measure of ideational behavior. *Creativity Research Journal*, *13* (3 & 4), 393-400.
- Russel, W. A. (1970). The complete German language norms for responses to 100 words from the Kent-Rosanoff Word Association Test. In L. Postman & G. Keppel (Hrsg.), *Norms of Word Association*. New York: Academic Press.
- Russel, W. A., & Jenkins, J. J. (1954). *The complete Minnesota norms for responses to 100 words from the Kent-Rosanoff word association test*. Technical Report No. 11, University of Minnesota, ONR, Contract No. N8 onr-66216, Minneapolis.
- Sauseng, P., Klimesch, W., Doppelmayr, M., Pecherstorfer, T., Freunberger, R. & Hanslmayr, S. (2005). EEG alpha synchronization and functional coupling during top-down processing in a working memory task. *Human Brain Mapping*, *26*, 148-155.
- Schandry, R. (2006). *Biologische Psychologie* (2. Auflage). Weinheim: Beltz Verlag.
- Schnitzler, A. & Gross, J. (2005). Normal and pathological oscillatory communication in the brain. *Nature Reviews*, *6*, 285-296.
- Seger, C. A., Desmond, J. E., Glover, G. H. & Gabriele J. D. E. (2000). Functional magnetic resonance imaging evidence for right-hemisphere involvement in processing unusual semantic relationships. *Neuropsychology*, *3*, 361–369.
- Shallice, T. (1988). *From neuropsychology to mental structure*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Shuell, T. J. (1969). Clustering and organization in free recall. *Psychological Bulletin*, *72* (5), 353-374.
- Simonton, D.K. (2003) Scientific creativity as constrained stochastic behavior: The integration of process and person perspectives. *Psychological Bulletin*, *129*, 475–494.
- Smith, G. J. W., Carlsson I. (1990). *CFT: test på kreativ funktion*. Stockholm: Psykologiförlaget [CFT: Ein Test der kreativen Funktion].

- Smith, E. E. & Jonides, J. (1999). Storage and executive processes in the frontal lobe. *Science*, 283, 1657-1661.
- Smith, S. M. (1995). Fixation, incubation and insight in memory and creative thinking. In S. M. Smith, T. B. Ward, & R. A. Finke (Hrsg.), *The creative cognition approach* (pp. 135–156). Cambridge, MA: MIT Press.
- Sommer, U., Fink, A. & Neubauer, A. C. (2008). Detection of high ability children by teachers and parents: Psychometric quality of new rating checklists for the assessment of intellectual, creative and social ability. *Psychology Science Quarterly*, 50 (2), 189-205.
- Von Stein, A., Rappelsberger, P., Sarnthein, J. & Petsche, H. (1999). Synchronization between temporal and parietal cortex during multimodal object processing in man. *Cerebral Cortex*, 9 (2), 137-150.
- Sternberg, R. J. & Davidson, J. E. (1995). *The Nature of Insight*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Sternberg, R. J. & O'Hara, L. (1999). Creativity and Intelligence. In R. J. Sternberg (Hrsg.), *Handbook of creativity* (S. 251-272). Cambridge: Cambridge University Press.
- Sternberg, R. J. (Hrsg.). (1999). *Handbook of Creativity*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Thier, P. (2006). Die funktionelle Architektur des präfrontalen Kortex. In H.-O. Karnath & P. Thier (Hrsg.), *Neuropsychologie*. 2. Auflage (S. 471-478). Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Thorndike, E. L. & Lorge, I. (1944). *The teachers word book of 30,000 words*. New York: Teachers College, Columbia University, Bureau of Publications.
- Torrance, E. P. (1974). *Torrance Tests of Creative Thinking*. Bensenville, IL: Scholastic Testing Service.
- Tversky, A. & Gati, I. (1982). Similarity, separability, and the triangle equation. *Psychological Review*, 89 (2), 123-154.
- Ullsperger, M. & von Cramon, Y. (2006). Funktionen frontaler Strukturen. In H.-O. Karnath & P. Thier (Hrsg.), *Neuropsychologie*. 2. Auflage (S. 479-488). Heidelberg: Springer Medizin Verlag.

- Vartanian, O., Martindale, C., Kwiatowski, J. (2007). Creative potential, attention and speed of information processing. *Personality and Individual Differences*, 43 (6), 1470-1480.
- Walsh, K. W. (1978). *Neuropsychology: A clinical approach*. New York: Churchill Livingstone.
- Ward, W. C. (1969). Rate and uniqueness in children's creative responding. *Child Development*, 40, 869-878.
- Wechsler, D. (1955). *Wechsler Adult Intelligence Scale Manual*. New York: Psychological Corporation.
- Weiss, S. & Rappelsberger, P. (1996). EEG coherence within the 13-18 Hz band as a correlate of a distinct lexical organisation of concrete and abstract nouns in humans. *Neuroscience Letters*, 209 (1), 17-20.
- Wettler, M. Rapp, R. & Sedlmeier, P. (2005). Free word associations correspond to contingencies between words in texts. *Journal of Quantitative Linguistics*, 12 (2-3), 111-122.
- Whitmarsh, G. A. & Bousfield, W. A. (1961). Use of free association norms for the prediction of generalization of salivary response. *Psychological Reports*, 8, 91-95.
- Wirtz, M. & Caspar, F. (2002). *Beurteilerübereinstimmung und Beurteilerreliabilität*. Göttingen: Hogrefe.

8 Anhang

Inhaltsverzeichnis

A	EXPERIMENT I: UNTERSUCHUNGSMATERIAL	1
A.1	Deckblatt.....	2
A.2	Subtest zur selbsteingeschätzten Ideenflüssigkeit nach Runco.....	4
A.3	Schreibgeschwindigkeitstest.....	5
A.4	Letter-matching Test nach Posner.....	6
A.5	Verwendungsmöglichkeiten.....	7
A.6	Wortenden	8
A.7	Einfache Assoziationsliste (AL)	9
A.8	Kombinierte Assoziationsliste (KA).....	10
A.9	Assoziationskette (AK).....	11
A.10	Nicht-Assoziationskette (NA).....	12
B	EXPERIMENT II: UNTERSUCHUNGSMATERIAL	13
B.1	Versuchsaufruf: Kleine Zeitung (online).....	14
B.2	Versuchsaufruf: Steirische Wirtschaft (WKO).....	15
B.3	Versuchsaufruf: Fachgruppe Werbung (WKO).....	16
B.4	Versuchsaufruf: Flyer.....	17
B.5	Beurteilungsbogen zur Berufskreativität.....	18
C	EXPERIMENT III: UNTERSUCHUNGSMATERIAL	25
C.1	Deckblatt zu Experiment III a (best-of Instruktion).....	26
C.2	Verbaler Subtest zum divergenten Denken (best-of Instruktion)	27
C.3	Figuraler Subtest zum divergenten Denken (best-of Instruktion)	28
C.4	Deckblatt zu Experiment III b (best-only Instruktion)	35
C.5	Subtest zur Ideenflüssigkeit (best-only Instruktion)	36
C.6	Subtest zur Ideenoriginalität (best-only Instruktion).....	37
C.7	Subtest-Items zur Ideenflüssigkeit und Ideenoriginalität (best-only Instruktion).....	38
D	ERGÄNZENDE STATISTISCHE INFORMATIONEN	39
D.1	Ad Faktorenanalyse aus Abschnitt 2.2.2.1	40
D.2	Ad Faktorenanalyse aus Abschnitt 2.2.2.2	41
D.3	Ad Faktorenanalyse aus Abschnitt 2.2.2.3	42

A Experiment I: Untersuchungsmaterial

A.1 Deckblatt



CREATIVE IDEATION TEST

CODE: .

Angaben zur Person

- 1) **Geschlecht:** ① weiblich
 ② männlich
-

2) **Alter:**

- 3) **Händigkeit:** ① rechtshändig
 ② linkshändig
 ③ beidhändig
-

- Ausbildung:** ① Pflichtschule
 ② Lehre
 ③ AHS/BHS ohne Matura
 ④ AHS/BHS mit Matura
 ⑤ Fachhochschule/Universität
-

- Muttersprache:** ① deutsch
 ② andere:
-

Beruf:

und/oder **Studium:**

Bitte auch angeben seit wie vielen Jahren: z.B. Biologie (5 J)

Fortsetzung Deckblatt:

Mein **Studium** erfordert Kreativität bzw. kreatives Denken ...

8) **insgesamt:** wenig ① ② ③ ④ viel

und zwar in folgenden Bereichen...

9) **verbal:** wenig ① ② ③ ④ viel

10) **bildhaft/darstellend:** wenig ① ② ③ ④ viel

11) **musikalisch:** wenig ① ② ③ ④ viel

12) **problemlösend:** wenig ① ② ③ ④ viel

13) Ich halte mich für ... wenig kreativ ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ sehr kreativ

Ich möchte eine persönliche Auswertung erhalten.

Bitte senden Sie diese an folgende E-Mail – Adresse:

A.2 Subtest zur selbsteingeschätzten Ideenflüssigkeit nach Runco

Dieser Fragebogen umfasst Aussagen, welche sich zur Beschreibung Ihrem Ideen-Verhalten eignen könnten. Lesen Sie bitte jede dieser Aussagen aufmerksam durch und entscheiden Sie, wie sehr die jeweilige Aussage auf Sie zutrifft. Kreuzen Sie die entsprechende Abstufung an. Lassen Sie keine Aussage aus.

Ich habe viele verrückte Ideen	Trifft nicht zu	① ② ③ ④ ⑤ ⑥	Trifft völlig zu
Ich denke mehr über Ideen nach als die meisten Menschen	Trifft nicht zu	① ② ③ ④ ⑤ ⑥	Trifft völlig zu
Oft bin ich aufgeregt wegen meiner eigenen neuen Ideen	Trifft nicht zu	① ② ③ ④ ⑤ ⑥	Trifft völlig zu
Ich lasse mir viele Ideen oder Lösungen für Probleme einfallen	Trifft nicht zu	① ② ③ ④ ⑤ ⑥	Trifft völlig zu
Ich habe Ideen oder Lösungen an die andere Menschen nie gedacht hätten	Trifft nicht zu	① ② ③ ④ ⑤ ⑥	Trifft völlig zu
Mir gefällt es spaßeshalber mit meinen Ideen herumzuspielen	Trifft nicht zu	① ② ③ ④ ⑤ ⑥	Trifft völlig zu
Es ist wichtig an exzentrische und verrückte Möglichkeiten denken zu können	Trifft nicht zu	① ② ③ ④ ⑤ ⑥	Trifft völlig zu
Ich würde mich selbst als sehr fähig einschätzen was das Finden neuer Ideen betrifft	Trifft nicht zu	① ② ③ ④ ⑤ ⑥	Trifft völlig zu
Ich war schon immer ein eifriger Denker – ich habe viele Ideen	Trifft nicht zu	① ② ③ ④ ⑤ ⑥	Trifft völlig zu
Ich mag es einen Spielraum zu haben bei den Dingen die ich tue und Platz für eigene Entscheidungen zu haben	Trifft nicht zu	① ② ③ ④ ⑤ ⑥	Trifft völlig zu
Ich würde mich in einen Lehrgang der auf originellem Denken basiert einschreiben	Trifft nicht zu	① ② ③ ④ ⑤ ⑥	Trifft völlig zu
Ich kann viele Stunden intensiv über Dinge nachdenken	Trifft nicht zu	① ② ③ ④ ⑤ ⑥	Trifft völlig zu
Ich versuche mein Gehirn zu trainieren indem ich Dinge durchdenke	Trifft nicht zu	① ② ③ ④ ⑤ ⑥	Trifft völlig zu
Ich kann Antworten für Probleme finden die noch nicht explizit dargelegt wurden	Trifft nicht zu	① ② ③ ④ ⑤ ⑥	Trifft völlig zu
Ich bin gut darin Ideen auf eine Art und Weise zu verbinden, die andere noch nicht versucht haben	Trifft nicht zu	① ② ③ ④ ⑤ ⑥	Trifft völlig zu
Freunde bitten mich ihnen beim Nachdenken über Ideen und Lösungen zu helfen.	Trifft nicht zu	① ② ③ ④ ⑤ ⑥	Trifft völlig zu
Ich habe Ideen über neue Erfindungen oder wie man Dinge verbessern kann	Trifft nicht zu	① ② ③ ④ ⑤ ⑥	Trifft völlig zu

A.3 Schreibgeschwindigkeitstest**Writing Speed**

0	<i>null</i>
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
9	
8	
7	
6	
5	
4	
3	
2	
1	
0	

A.4 Letter-matching Test nach Posner

	BB	Ab	Bb	BB	Aa	Ba	AA	BA	bb	AA
Ja										
Nein										

	Aa	AB	Aa	AA	bb	aA	bb	BB	aA	aa
Ja										
Nein										

	bb	Bb	aa	aB	bA	ba	aa	bB	BB	AA
Ja										
Nein										

	ab	bB	AA	aa	bb	AB	Bb	aa	Aa	bA
Ja										
Nein										

	Ba	bb	BB	BA	AA	BB	Aa	BB	aa	ab
Ja										
Nein										

	ba	bB	bb	Ab	AA	aA	aa	bb	aB	BB
Ja										
Nein										

A.5 Verwendungsmöglichkeiten

Verwendungsmöglichkeiten

Es wird Ihnen ein Alltagsgegenstand vorgegeben.
Was könnte man damit alles machen? Wofür könnte man ihn verwenden?

- Nennen Sie möglichst **viele, verschiedene Verwendungsmöglichkeiten**.
- Gewertet werden Anzahl und Originalität Ihrer Antworten.

Formulieren Sie ihre Einfälle möglichst kurz und prägnant.
Sprechen Sie alle Einfälle laut und deutlich aus.
Sie haben bei dieser Aufgabe **2 min** Zeit.

Beispiel:

Zeitung

"Papierhut,
Fliegenpatsche,
Maronibehälter,
Buchstaben für anonymen Brief,..."

Bei Fragen wenden Sie sich bitte an die/den VersuchsleiterIn.

Items:

Weinflasche

CD

A.6 Wortenden

Wortenden

Es wird Ihnen nun Wortende genannt.
Versuchen Sie nun Wörter zu finden, die auf dieser Silbe enden.

- Versuchen Sie **möglichst viele, verschiedene Wörter** zu nennen.
- Gewertet werden Anzahl und Vielfalt Ihrer Antworten.

Antworten Sie mit einzelnen Wörtern (d.h. keine Phrasen).
Sprechen Sie alle Einfälle laut und deutlich aus.
Sie haben bei dieser Aufgabe **2 min** Zeit.

Beispiel:

-ich

"freundlich, mich, Stich, Teich, Kranich, sicherlich, ..."

Bei Fragen wenden Sie sich bitte an die/den VersuchsleiterIn.

Items:

-der

-ig

A.7 Einfache Assoziationsliste (AL)

Assoziationsliste

Es wird Ihnen nun ein einzelner Begriff vorgegeben.
Nennen Sie 40 sec lang alle Dinge die Ihnen zu diesem Begriff einfallen.

- Versuchen Sie **möglichst viele, verschiedene Assoziationen** zu nennen.
- Gewertet werden Anzahl und Vielfalt Ihrer Antworten.

Antworten Sie mit einzelnen Wörtern (d.h. keine Phrasen).
Sprechen Sie alle Einfälle laut und deutlich aus.

Beispiel:

Sommer

"Strand, Meer, warm, schwimmen, Sommersprossen, Sandalen, Ozon, Winter, ..."

Bei Fragen wenden Sie sich bitte an die/den VersuchsleiterIn.

Items:

Straße

rot

König

Licht

Berg

Löwe

A.8 Kombinierte Assoziationsliste (KA)

Kombinierende Assoziationen

Es wird Ihnen nun ein Wortpaar vorgegeben.
Nennen Sie 40 sec lang Assoziation zum vorgegebenen Wortpaar.

Alle Nennungen sollen dabei irgendeinen Bezug zu **beiden** Wörtern haben.
Sie brauchen Ihre Einfälle aber nicht zu erklären

- Versuchen Sie **möglichst viele, unterschiedliche Assoziationen** zu produzieren.
- Gewertet werden Anzahl und Vielfalt Ihrer Antworten.

Antworten Sie - wenn möglich - mit einzelnen Wörtern (d.h. keine Phrasen).
Sprechen Sie alle Einfälle laut und deutlich aus.

Beispiel:

Sommer - weiß

"Segel, Griechenland, Sonnencreme, Zitroneneis,..."

Bei Fragen wenden Sie sich bitte an die/den VersuchsleiterIn.

Items:

Urlaub – hoch

Luft – rund

Gefahr – Natur

Text – Bewegung

Technik – scharf

Zeit - kurz

A.9 Assoziationskette (AK)

Assoziationskette

Es wird Ihnen nun ein einzelner Begriff vorgegeben.
Nennen Sie 40 sec lang jeweils Ihre erste Assoziation zum zuletzt genannten Wort.

D.h. nennen Sie zuerst Ihre erste Assoziation zum vorgegebenen Wort, dann Ihre erste Assoziation zu Ihrer vorherigen Antwort u.s.w.
So entsteht eine Kette von Assoziationen, wobei sich jede auf Ihren Vorgänger bezieht.

- Versuchen Sie eine möglichst **lange, abwechslungsreiche Kette** zu produzieren.
- Gewertet werden Anzahl und Flexibilität Ihrer Antworten.

Antworten Sie mit einzelnen Wörtern (d.h. keine Phrasen).
Sprechen Sie alle Einfälle laut und deutlich aus.

Beispiel:

Sommer

"Sommer, Strand, Sandburg, Schloß, Ritter, kämpfen, ..."



Bei Fragen wenden Sie sich bitte an die/den VersuchsleiterIn.

Items:

Mond

kalt

Hand

Ozean

Musik

Schaf

A.10 Nicht-Assoziationskette (NA)

Nicht-Assoziationskette

Es wird Ihnen nun ein einzelner Begriff vorgegeben.

Nennen Sie 30 sec lang möglichst viele Dinge, die mit dem jeweils zuletzt genannten Begriff möglichst wenig zu tun haben.

Vermeiden sie dabei Wiederholungen und allzu große Ähnlichkeiten Ihrer Antworten.

- Versuchen Sie eine möglichst **lange, wenig zusammenhängende** Kette zu bilden.
- Gewertet werden Anzahl und Distanz Ihrer Antworten.

Antworten Sie mit einzelnen Wörtern (d.h. keine Phrasen).

Sprechen Sie alle Einfälle laut und deutlich aus.

Beispiel:

Sommer

"Sommer: Tisch, violett, Auto, ..."
 ? ? ? ?

Bei Fragen wenden Sie sich bitte an die/den VersuchsleiterIn.

Weiter mit einer beliebigen Taste

Items:

Dieb

Tisch

Käse

Erde

Blüte

Baby

B Experiment II: Untersuchungsmaterial

B.1 Versuchsaufwurf: Kleine Zeitung (online)

KLEINE
ZEITUNG

Benutzername
 Passwort

Steiermark
102

Zur Kärnten-Ausgabe wechseln

win2day.at



WERDEN SIE
REICHER ALS REICH

Nachrichten

Sport

Region
Graz

Freizeit & Wellness

Events & Tickets

Kino & Filme

Lokale & Rezepte

Auto & Motor

Immo & Wohnen

Job & Karriere

Multimedia

Video

Leser-Reporter

Horoskop

Meine Kleine Weblogs

Ombudsmann

Spielen & Gewinnen

TV-Programm

Wetter

Flirtzone

Partnersuche

Aboangebote

Kiosk

Tarif & Mediadaten

Vorteilsclub

Abo-service

E-Paper & Archiv

willhaben.at

Startseite > **Freizeit & Wellness**

24.10.2006 14:14

Testen Sie Ihre Kreativität!

Die Universität Graz erforscht die Grundlagen kreativen Denkens und sucht dafür Studienteilnehmer und -teilnehmerinnen.



Wie kreativ sind Sie in Ihrem Denken und Handeln? Foto: Differenzielle Psychologie der Universität Graz / Presse

Der Arbeitsbereich Differenzielle Psychologie an der Universität Graz beschäftigt sich mit der **Erforschung des kreativen Denkens**. Und sucht für diese Studie interessierte Personen, die an einer **zweistündigen EEG-Testung** teilnehmen möchten.

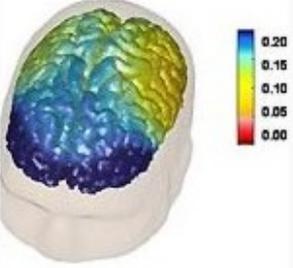
Am Ende der Teilnahme erhält jede getestete Person eine **detaillierte individuelle Rückmeldung**. Diese umfasst ein umfangreiches Kreativitätsprofil (Ideenflüssigkeit, Assoziationsflexibilität u.v.m.) und ein Persönlichkeitsprofil. Teilnehmen können **berufstätige Rechtshänder ab 18 Jahren**.

Fakten

- Getestet wird von **Oktober bis Dezember 2006**.
- Information, Kontakt bzw. Terminvereinbarung: **Mag. Mathias Benedek**
Tel: (0316) 380 8505
• **E-Mail**

Links

- **Differenzial Psychologie Universität Graz**



Gehirnaktivierungsbild aus dem EEG-Labor Foto: Differenzielle Psychologie der Universität Graz / Presse

Drucken
Versenden
Zurück

B.2 Versuchsaufwurf: Steirische Wirtschaft (WKO)



news consulting



Bücher stehen außer Konkurrenz.

Ohren auf: Hörbücher im Trend

Hörbücher erfreuen sich immer größerer Beliebtheit. Die Buch- und Medienwirtschaft sieht das Hörbuch als Ergänzung zum Buch.

Egal ob beim Sport, Autofahren oder bei der Hausarbeit: Das Hörbuch wird immer mehr zum beliebten Begleiter in vielen Lebenslagen. „Die Verkaufszahlen im Hörbuchsegment steigen. Doch das Hörbuch steckt noch in seinen Kinderschuhen und wird künftig weiter zulegen“, meint Friedrich Hinterschweiger, Obmann der Buch- und Medienwirtschaft. Das Erfolgsrezept

des Hörbuchs liegt für den Kommunikationsexperten Bernd Chibici (Terminavisio siehe Infobox) auf der Hand: „Der Nebenbei-Faktor spielt eine wichtige Rolle. Schließlich muss ich mich nicht ausschließlich dem Hörbuch widmen, sondern kann nebenbei noch andere Tätigkeiten verrichten.“

Keine Konkurrenz

Eine Konkurrenz für das herkömmliche Buch sieht Bernd Chibici, der kürzlich das Buch „Auf Wiederhören. Von Lust und Frust der neuen OHRZEIT“ veröffentlichte, im Hörbuch nicht. „Ich glaube, dass im Hörbuchsektor noch Wachstumspoten-

zial besteht, aber natürlich sind dem Hörbuch auch Grenzen gesetzt.“ Das sieht Hinterschweiger genauso. Für ihn ist ein Verdrängen des gedruckten Buches ausgeschlossen. „Ich sehe das Hörbuch als Ergänzung zum Buch.“ **B.K.**

Vom Zuhören

„Wer kann noch zuhören?“ ist das Thema einer Enquete der ARGE Zuhören am 10. November von 15 bis 18 Uhr im Europasaal der WK. Unter den Referenten: Bernd Chibici, ARGE-Vorsitzender Erich Hotter, Psychologe Josef Zollneritsch, Marian Glück-Levi (Stiftung Zuhören), Mechthild Hagen (Uni München).

Jetzt kann man seine Kreativität testen lassen

Die Universität Graz sucht Testpersonen zur wissenschaftlichen Erforschung des kreativen Denkens. Dabei erhält jeder sein Kreativitätsprofil.

Wie funktioniert Kreativität? Sie wissen es nicht? Dann sollten Sie sich vielleicht am jüngsten Forschungsprojekt der Universität Graz beteiligen. Mathias Benedek vom Institut für Psychologie untersucht in seiner wissen-

schaftlichen Studie das kreative Denken. „Die Studie wird mittels zwei Arten durchgeführt – eine Leistungsebene und eine neurophysiologische Ebene“, erläutert Benedek.

Testpersonen gesucht

Für die wissenschaftliche Erforschung der Kreativität werden berufstätige Rechtshänder ab 18 Jahre, die sich zwischen Oktober und Dezember für die Studie zur Verfügung stellen, gesucht.

Dabei profitiert aber nicht nur die Forschung, sondern auch die Teilnehmerinnen und Teilnehmer. Denn alle erhalten eine detaillierte individuelle Rückmeldung. Diese umfasst ein umfangreiches Kreativitätsprofil (Ideenflüssigkeit, Assoziationsflexibilität u.v.m.) und Persönlichkeitsprofil.

Testperson werden

Berufstätige Rechtshänderinnen und -händer ab 18 Jahre melden sich bei Inter-

esse an der Teilnahme oder für weitere Informationen bei Mathias Benedek, Institut für Psychologie, Universität Graz, Tel. 0316/380-8505, E-Mail mathias.benedek@uni-graz.at.

„Den ersten Teil der Studienergebnisse erwarten wir Anfang des kommenden Jahres“, verrät Mathias Benedek. Und einen Auszug gibt es exklusiv für Mitglieder der Fachgruppe Werbung Steiermark zum Nachlesen im Internet unter www.werbe.at.

B.3 Versuchsaufwurf: Fachgruppe Werbung (WKO)

werbe.at

[Home](#) | [Kontakt](#) | [Impressum](#) | [Übersicht](#) | Volltextsuche: [Suchen](#)

Newsroom

- » News
- » News Archiv
- » Indiskret



News

Testen Sie Ihre Kreativität

(25.10.2006)

Universität Graz sucht Testpersonen. So erhalten Sie Ihr eigenes Kreativitätsprofil.

Wie funktioniert Kreativität? Sie wissen es nicht? Dann sollten Sie sich vielleicht am jüngsten Forschungsprojekt der Universität Graz beteiligen. Mathias Benedek vom Institut für Psychologie untersucht in seiner wissenschaftlichen Studie das kreative Denken. "Die Studie wird mittels zwei Arten durchgeführt. Eine Leistungsebene und eine neurophysiologische Ebene", sagt Benedek.

Gesucht werden dafür berufstätige Rechtshänder ab 18 Jahren, die sich zwischen Oktober und Dezember für die Studie zur Verfügung stellen. Alle Teilnehmer erhalten ein individuelles Kreativitätsprofil und ein Persönlichkeitsprofil.

Der erste Teil der Studienergebnisse wird Anfang des Jahres erwartet. Einen Auszug gibt es exklusiv für Mitglieder der Fachgruppe Werbung Steiermark zum Nachlesen auf www.werbe.at.

Alle Infos zur Studie können Sie im [pdf-File nachlesen](#).

Weitere News

[Recht einfach: Werbe.Recht.Praxis](#)
(22.01.2007)

[Exportpreis: Einreichfrist bis 31.1.2007 verlängert](#)
(19.01.2007)

[Euro 2008: Zahlen, Daten, Fakten](#)
(19.01.2007)

[News Archiv »](#)

B.4 Versuchsaufruf: Flyer



Testen Sie Ihre Kreativität

Nehmen Sie teil an der wissenschaftlichen Erforschung des kreativen Denkens!
Und erhalten Sie Ihr individuelles Kreativitätsprofil!

Teilnahme an der Untersuchung:

Wann ___ Im Zeitraum Oktober bis Dezember 2006

Wie ___ Teilnahme an einer Testung (2h) inklusive EEG-Messung

Wofür ___ Sie erhalten eine detaillierte individuelle Auswertung:
Diese umfasst ein umfangreiches Kreativitätsprofil und ein Persönlichkeitsprofil

Wer ___ Berufstätige Rechtshänder/Innen ab 18 Jahre

Kontakt Für weitere Informationen bzw. bei Interesse an der Teilnahme:
Mag. Mathias Benedek (Institut für Psychologie, Universität Graz)
✉ mathias.benedek@uni-graz.at ☎ 0316/380-8505 🌐 <http://psyserver.uni-graz.at/diff>



B.5 Beurteilungsbogen zur Berufskreativität

Fremdeinschätzung der kreativen Anforderungen von Berufen

Auf den folgenden 3 Seiten finden sich Berufsbeschreibungen der 42 TeilnehmerInnen meiner aktuellen EEG-Untersuchung. Mehrere Fremdbeurteilungen dieser Profile sollen zu einer objektiveren Einteilung der berufstätigen TeilnehmerInnen in Personen aus Kreativberufen vs. Nicht-Kreativberufen führen. Gespräche mit den TeilnehmerInnen haben nahe gelegt, dass Kreativität durchaus in vielen Aspekten und Tätigkeiten notwendig sein kann und dass das Ausmaß an Kreativität, das in einem Beruf ausgelebt wird stark von der/dem Berufstätigen abhängt und nicht nur vom Job.

Davon abgesehen möchte ich dich bitten eine persönliche Abschätzung abzugeben, wie viel Kreativität der jeweilige Beruf fordert (bzw. fördert) und zwar auf einer Skala von

1 (sehr wenig) bis 6 (sehr viel)

Bitte dabei folgendermaßen vorgehen:

zuerst einen Überblick über die Bandbreite der Berufsprofile gewinnen, damit die Skala über die Profile hinweg vergleichbar eingesetzt und auch die *gesamte* Skala verwendet wird.

Dann die einzelnen Beschreibung genauer lesen und für jede Beschreibung einen Wert der Einschätzung entsprechend in der rechten Spalte eintragen.

Schließlich das gesamte File abspeichern und wieder zurück an mich schicken. Es dürfte hoffentlich nicht allzu lange dauern.

Vielen Dank für deine Unterstützung,

Mathias

Code	Berufsbeschreibung	Bewertung 1 – 6 s. wenig - s. viel
k004	<p>Bankangestellte: Meine Tätigkeit umfasst Abstimmungs- und Nachforschungstätigkeiten im Zahlungsverkehr. Das bedeutet, die Buchungen zwischen Banken auf Übereinstimmung zu prüfen, Fehler zu reklamieren; Nachforschungen für Kunden, Bereinigen von Buchungsfehlern, Abstimmen von Münzzählungskonten, Datenträgerbestände abrufen und kontrollieren, mit einem Wort: oft Detektiv spielen!!!</p>	
k005	<p>Designer: Design - Desktop Publishing - Grafikdesign - Webdesign - Sciencetainment, eine Kombination aus Wissenschaft und Entertainment - Kunst, im speziellen BioArt, eine Kunstform die sich mit organischem oder lebendigem auseinandersetzt - Printmedien - PR & Print - Ausstellungen - Wissensvermittlung, im speziellen die Vermittlung populär(natur)wissenschaftlicher Zusammenhänge (Gentechnik, Allergie, Forensik, Elektronenmikroskopie)</p>	
k006	<p>Geschäftsführender Innovationsmanager: <i>Innovations- und Wissensmanagement Kundenprojekte:</i> Projektplanung, Moderation, Vorträge, Seminare abhalten, Kundengespräche <i>Geschäftsführung:</i> Netzwerkmanagement, Akquisition von Aufträgen, Strategieentwicklung, Artikel schreiben <i>Forschung:</i> Ideenentwicklung, Konzepte, Erkennung von Trends.</p>	
k007	<p>Bankangestellte: Kundenbereich, Kasse (30J)</p>	
k008	<p>Bürokauffrau: Arbeitsbereiche Produktionssteuerung und Lager: Produktionsplanung von der Rohstoffbeschaffung bis zur fertigen Lagerware inkl. Handling der Produktion in zwei verschiedenen Produktionsstätten und auf vielen Ressourcen. Dazu gehört natürlich auch die Kontrolle, ob wir im Plan sind, Verzüge umzuplanen, Koordination mit den unterschiedlichen Abteilungen in Produktion und Verkaufsabteilungen. Optimale Maschinenverplanung (keine Stillstände, wenig Rüstzeiten ...); Disponierung der Rohstoffe. Produktionsunterlagen erstellen. Verschiedenste Auswertungen. Täglich Zoll- und Versandpapiere erstellen, Abstimmung mit den Spediteuren.</p>	

k009	<p>Pressereferent: Klassische Öffentlichkeitsarbeit, Verfassen Presseaussendungen, Presseunterlagen, Journalistenkontakte, Medienbeobachtung, Betreuung HP, Erstellung (ausgenommen grafische Gestaltung) interne Zeitung. <i>Geschäftsführungs- (GF) Assistenz:</i> allgemeine Recherchen, Vorbereitung Auftritte GF <i>Administrative Tätigkeiten:</i> Vereinzelt Empfang/Telefondienst und Kundenkontakte (allgemein), Wartung Fotoarchiv, Korrespondenz GF</p>	
k010	<p>Keine Bezeichnung: Die Steigerung der Produktivität und der Motivation im Unternehmen, sowie der kontinuierliche Verbesserungsprozess (KVP) ist mein Metier. Dementsprechend ist mein Denken und Handeln unternehmerisch, bereichsübergreifend, konzeptionell, zukunfts- und zielorientiert. Ich analysiere Prozesse im operativen, wie auch im administrativen Produktionsbereich (Montage von Spezialmaschinen, Serienmaschinen, Serienkomponenten; Fräsen, Drehen, Schleifen und Biegen von Massenfertigungsteilen, logistische Abläufe usw.). Grund dafür sind Mängel, respektive Verschwendung. Anschließend mache ich eine Menge Vorschläge und alle sagen dann:“ Das machen wir schon“ und dann mache ich noch mehr Vorschläge oder artikuliere sie neu. Irgendwann darf ich sie dann umsetzen und alle freuen sich. Wichtig dabei sind die Vibes der Chef's. Triffst Du eine, kannst Du viel umsetzen und hast'ne Menge Spaß. [www.moritz-wallner.net]</p>	
k011	<p>Marketingleitung: Marketing-Verantwortlicher Österreich für US-Elektronik-Unternehmen. Dabei werden Entscheidungen von strategischer, operativer bis hin zu tagesaktuellen Anlässen getroffen. Ideen werden konzeptionell und praktisch umgesetzt, Projekte begleitet u. geführt usw.</p>	
k012	<p>Wiss. Assistent am Arbeitsbereich Industriebetriebslehre und Innovationsforschung: Abhaltung von Lehre im Umfeld der Industriebetriebslehre (Abhaltung diverser Seminare); Betreuung von Diplomarbeiten Verfassung einer Dissertation im Bereich Wissensmanagement und Prozessmanagement; Projektmitarbeiter in einem Forschungsprojekt; Erledigung von administrativen Tätigkeiten: Studienkommission,...</p>	

k013	<p>Historiker, Assistent am Zentrum für Wissenschaftsgeschichte: Schwerpunkt Wissenschaftsgeschichte: Kreativität in Hinblick auf (1.) die Entwicklung von Fragestellungen, (2.) die Organisation von Quellen (in Archiven, Bibliotheken, privaten Sammlungen etc.), (3.) die Konzeption einer Studie und (4.) die Darstellung (quasi eine Komposition – Spannungsaufbau etc.).</p>	
k014	<p>Toningenieurin, Computermusikerin: Programmieren, sowohl bloßes Codieren, als auch Echtzeitanwendungen für Live-Elektronik Kompositionen (Abstraktion der Anforderung der KünstlerInnen in Programmcode), Abhören der Eingangs und Ausgangsdaten, Soundcheck, Installationsaufbau, Aufnahmetechnik), Echtzeitprogrammierung mit Live-Instrumenten, Arbeit mit Tänzern (Live-Tracking, Sonifikation von Bewegungen)</p>	
k015	<p>Personalverantwortliche und Controllerin: Personalmanagement in Absprache mit der Unternehmensführung; Personaleinsatzplanung; Bewohnersteuerung; Qualitätssicherung und –kontrolle; Schnittstellenmanagement (unsere Einrichtung und z. B. niedergelassene Ärzte, Krankenhäuser, Lieferanten, Krankenkassen etc.); Management der Organisationsprozesse; Angehörigenarbeit</p>	
k016	<p>Callcenter-MA: Anrufen von Internetkunden der Telekom an. Es wird gefragt, was die Personen für ein Produkt haben und ob Sie Interesse haben auf ein neues schnelleres Produkt umzusteigen. Bei den meisten Anrufen läuft das Prozedere gleich ab. In den seltenen Fällen in „Kreativität“ bzw. Schlagfertigkeit gefragt.</p>	
k017	<p>Projektcontroller: Status der Projekte aktualisieren mit Projektleiter, in einer Präsentation monatl. zusammenfassen, Gemeinkostencontrolling: Erstellung des BAB (Betriebsabrechnungsbogens); Analyse der Abweichungen mit Kostenstellenleiter; sonstige Analysen: Erstellen von (uU auch neuen) Abfragen und Analysen, ...</p>	
k018	<p>Verantwortlicher für den Fachbereich Digital Media Technologies am FH Studiengang Informationsmanagement. Schwerpunkte sind Multimedia Authoring & Programming, MultiMedia-Projektmanagement und Usability/Accessibility. Produktentwicklung im Multimediabereich. Vielfältige Lehr- und Seminartätigkeit in diesem Bereich</p>	

k019	<p>Assistentin:</p> <p>Vorbereitung sowie Einstellung von Mitarbeitern, An- und Abmeldung Gebietskrankenkasse, Fakturierung Vorbereitung Lohnverrechnung, Erstellung von Angeboten bzw. Auftragsbestätigungen, Korrespondenz mit Firmen, Mitarbeitern, öffentl. Instituten etc., Personalverwaltung allgemein</p>	
k020	<p>Gastwirt:</p> <p>...eines Grazer Gasthauses - keine weitere Tätigkeitsbeschreibung</p>	
k021	<p>Theater-Schauspielerin:</p> <p>Klassisch, modern, bis ins Musical, hauptsächlich aber Sprechtheater. Improvisation wurde zwar im Studium viel gemacht in meinen 6Theaterjahren hab ich mit diesen Techniken jedoch nicht mehr gearbeitet. Jetzt, wo ich eine Kindertheatergruppe leite geht es sehr wohl um das Erfinden von Geschichten, Situationen und um Phantasie.</p>	
k022	<p>Werberin:</p> <p>Ich bin Grafik- und Webdesignerin (bzw. Infodesignerin). Es geht in meinem Job jedoch auch um Ideenfindung für Konzepte, Kampagnen, Wettbewerbe etc.</p>	
k023	<p>Werberin:</p> <p>Konzeption (inkludiert Brainstorming, Recherche – Entwicklung von Werbekampagnen); Projektmanagement (Kontakt mit Kunden und Abwicklung von Projekten); Text und Pressearbeit (inkludiert Namensfindungen, Verfassen von Texten)</p>	
k024	<p>Theaterpädagogin:</p> <p>Leitung von Theaterkursen für Jugendliche, beibringen von schauspielerischen Fertigkeiten, Impulse geben für Improvisationen, Bearbeitung dieser Improvisationen im Team, Inszenierung eines Theaterstückes.</p>	

k025	<p>Arbeitsmarkservice-Berater:</p> <p>In meinem derzeitigen Aufgabengebiet ist Kreativität ein wesentlicher Teil meiner Arbeit, denn ich bin derzeit in der Serviceline des AMS und bin mit KundInnenanfragen konfrontiert. D.h. Kunden haben Fragen bzw. Mitteilungen an das Arbeitsmarkservice, die ich erledige (das heißt: z.B. Abmeldungen vom Leistungsbezug, Abmeldungen wegen Auslandsaufenthaltes, Krankmeldungen, Gesundmeldungen), aber auch andere Anfragen wie z.B. "wann habe ich Anspruch auf Arbeitslosengeld?" sind von mir zu beauskunften. Das erfordert manchmal viel Geduld, aber auch Improvisationsvermögen und kreatives Schildern und Darlegen von Sachverhalten. Auch sind manche KundInnenanfragen sehr zeitintensiv, wo es sich um Informationsweitergabe handelt.</p>	
k026	<p>Projektmanagerin:</p> <p>Projektmanagement in der Stadtentwicklung, freie Journalistin, Unternehmensberaterin im Bereich Werbung & Marketing</p>	
k027	<p>Art-Director:</p> <p>Leitet ein Team von Graphikdesignern; Assistent des Creativ-Directors; hauptsächlich kreieren von TV-spots, Inseraten, Plakaten, Sonderformen</p>	
k028	<p>Online-Redakteurin:</p> <p>Texte verfassen, illustrieren (Bild, Ton, Video, Grafiken) und fürs Internet aufbereiten, Kontakte zu Informationsgebern</p>	
K029	<p>Unternehmensberater:</p> <p>Selbstständiger Unternehmensberater im Innovationsmanagement; Moderation und Begleitung von Ideenfindungsworkshops; erarbeiten, strukturieren und visualisieren komplexer Zusammenhänge und Prozesse für die KundInnen</p>	
K030	<p>Industrial Designer:</p> <p>Freiberuflich; zusätzlich Leiter des FH-Studienganges „Industrial Design“ in Graz</p>	
K031	<p>Kindergartenleiterin:</p> <p>gruppenführende Pädagogin; pädagogische Arbeit mit Kindern bzw. Fördern dieser in ihrer Gesamtentwicklung; Teamleitung; Organisation</p>	
K032	<p>Controllerin (seit 1 J Teilzeit):</p> <p>Nebenbei Energetikerin (seit 5 J); Organisation von Vorträgen und Seminaren. Davor 8 Hausfrau und Mutter, nebenbei Bewusstseinsbildung; davor 17 Jahr Bankangestellte (Wertpapierabteilung, Schalter)</p>	

K033	Uni-Assistentin (Internationaler Studierenden und Lehrendenaustausch): Administration, Anträge schreiben, Betreuung von Gastprofessoren und Austauschstudenten. Erstellen von Unterrichtsmaterialien für Kurse der Medienkommunikation	
K034	Vertriebsleiter einer Fundraising-Firma; Organisation von Verkaufspromotion (seit 6 J), Kundenkontaktpflege	
K035	Software-Entwickler: System-Design, z.B. für Logistik Systeme; ein wenig programmieren	
K036	Unternehmensberater: Organisations- und Teamentwicklung; Begleitung bei der Personalentwicklung; persönliche Effizienz im Unternehmen; div. Trainings, LV und Coachings; Moderation von Kreativ-Workshops	
K037	Bewerbungsmanagerin: für Erwachsene (6 Jahre); zusätzlich selbstständige Lebens- und Sozialberaterin: Schwerpunkt Lerncoaching, arbeiten mit Kindern (5 Monate)	
K038	Unternehmensberater: selbstständig; Abbildung von Supply Chains; in der eigenen CSR-Strategie Benotung in Behindertenpolitik und Barrierefreiheit, daher Bewusstseinsbildung bei Menschen ohne Behinderung	
K039	Unternehmensberater: selbstständig; Recruiting auf Fach- und Führungsebene; Training und Coaching; HR-Projekte z.B. Nachfolgeplanung, betriebliche Vorschläge, MA-Gespräche	
K040	Bürokauffrau: Einkäufer in der Automobilindustrie, Kaufverträge abschließen, Anfragen, Preisverhandlungen	
K041	Wissenschaftl. Assistent für Neue Medien: (2 Jahre) Projektarbeiten, Unterricht/Übungen, Studierendenprojektbetreuer	
K042	Unternehmer in Werbe- und IT-Branche: (4 Jahre) Tätigkeitsschwerpunkte sind Softwareentwicklung (Konzeption, Design, Umsetzung), Unternehmensführung (Kundenbetreuung, Akquisition, Mitarbeiterführung, Projektmanagement), Strategieentwicklung	
K043	Key Account Manager: Vertrieb von Engineering-Dienstleistungen an Industriekunden, Betreuung der Consultants (20 MA)	
K044	Studienassistent: neben dem Wirtschaftsingenieur-Maschinenbau Studium (19. Semester), Mitarbeit in verschiedenen Produktentwicklungsprojekten; „Erfindertätigkeiten“	
K045	Software-Entwickler: Websoftwareentwicklung, mit Schwerpunkt Contentmanagement/Wissensmanagement (8 Jahre). D.h. Kundenbetreuung, Kontaktperson für technische Fragen für Keyuser, Projektmanagement.	

C Experiment III: Untersuchungsmaterial

C.2 Verbaler Subtest zum divergenten Denken (best-of Instruktion)

Die Aufgabe besteht darin, für einen gegebenen Gegenstand (z.B. eine Weinflasche) möglichst viele, originelle und einzigartige Verwendungsmöglichkeiten zu finden. Dafür haben sie pro Gegenstand 1 Minute 30 Sekunden lang Zeit. Insgesamt sollen sechs Gegenstände bearbeitet werden.

Für jede der sechs Teilaufgaben ist eine Spalte vorgesehen. Bitte schreiben sie in die obere Zeile den Gegenstand, darunter die Verwendungsmöglichkeiten. Fassen sie sich kurz, um nicht unnötig viel Zeit mit Schreiben zu verschwenden. Es ist besonders wichtig, dass Sie sich um eine möglichst leserliche Schrift bemühen, da unleserliche Ideen leider nicht gewertet werden können.

Der Beginn der Bearbeitungszeit wird für jede Teilaufgabe einzeln durch den Versuchleiter bekannt gegeben.

Nach dem Ende der Bearbeitungszeit besteht ihre Aufgabe darin, die drei Ideen zu umkreisen, die Sie für besonders kreativ halten. Wählen sie die Ideen aus, die sie persönlich für besonders **originell und einzigartig** halten.

Markieren sie mit den Ziffern 1,2,3 auch die Reihenfolge Ihrer drei besten Ideen, beginnend mit der 1 für die beste Idee.

Items:

1. Schnürsenkel
2. Zahnbürste
3. Dickes Buch
4. Rolle Klopapier
5. Büroklammer
6. Tischtennisball

C.3 Figuraler Subtest zum divergenten Denken (best-of Instruktion)

Auf jeder der folgenden Seiten finden sie eine Reihe von identischen einfachen Figuren.

Jede Figur ist von einem Quadrat umgeben.

Ihre Aufgabe besteht darin, die Figuren zu kleinen Bildern zu ergänzen. Versuchen Sie so viele der vorgegebenen Formen wie möglich auf möglichst kreative und sinnvolle Art und Weise zu ergänzen. Verschwenden sie keine Zeit mit detailreichen Bildern. Es kommt auf die Idee und nicht auf die Qualität der Zeichnung an.

Bearbeitungszeit beträgt 2 Minuten.

Auch hier wird der Beginn der Bearbeitungszeit wird für jede Teilaufgabe einzeln durch den Versuchsleiter bekannt gegeben.

Nach dem Ende der Bearbeitungszeit werden Sie gebeten den Stift zu wechseln, um anschließend jedes Bilde **kurz** zu beschriften. (Beschriftungen wie „abstrakte Kunst“ zählen nicht!) Bemühen Sie sich bitte auch hier um eine leserliche Schrift.

Im Anschluss daran besteht ihre Aufgabe wieder darin, die drei Ideen zu umkreisen, die Sie für besonders kreativ halten. Markieren sie mit den Ziffern 1,2,3 auch die Reihenfolge Ihrer drei besten Ideen, beginnend mit der 1 für die beste Idee.

1. Item:

Ergänzen sie so viele Figuren wie möglich auf möglichst originelle, sinnvolle und einzigartige Art.



1. _____



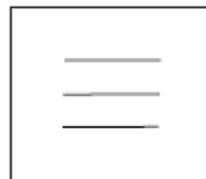
2. _____



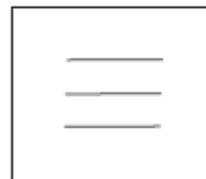
3. _____



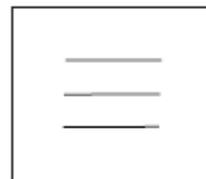
4. _____



5. _____



6. _____



7. _____



8. _____



9. _____



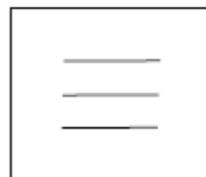
10. _____



11. _____



12. _____



13. _____



14. _____



15. _____



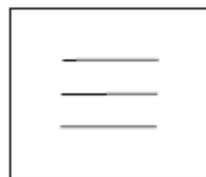
16. _____



17. _____



18. _____



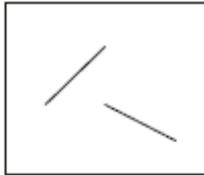
19. _____



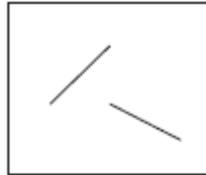
20. _____

2. Item

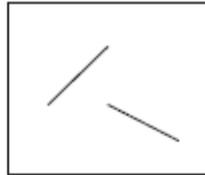
Ergänzen sie so viele Figuren wie möglich auf möglichst
originelle,
sinnvolle und
einzigartige Art.



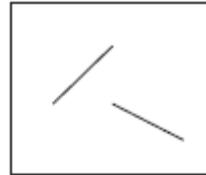
1. _____



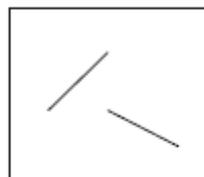
2. _____



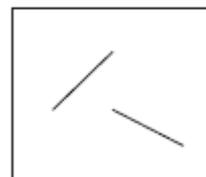
3. _____



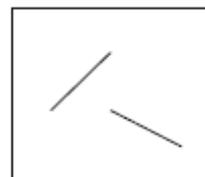
4. _____



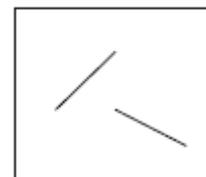
5. _____



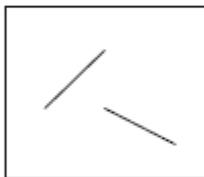
6. _____



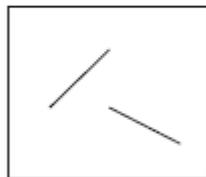
7. _____



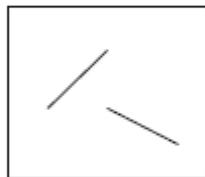
8. _____



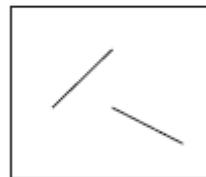
9. _____



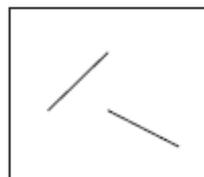
10. _____



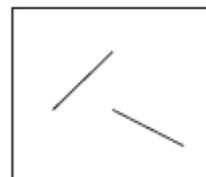
11. _____



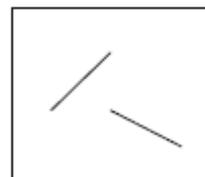
12. _____



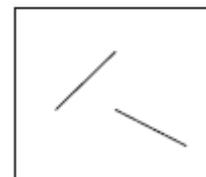
13. _____



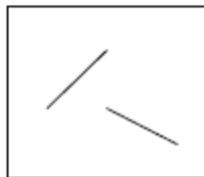
14. _____



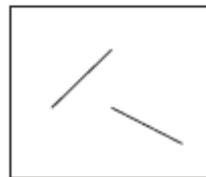
15. _____



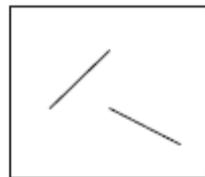
16. _____



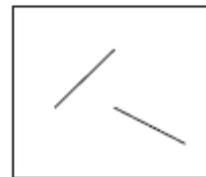
17. _____



18. _____



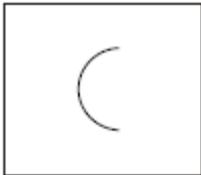
19. _____



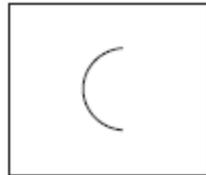
20. _____

3. Item

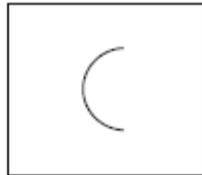
Ergänzen sie so viele Figuren wie möglich auf möglichst
originelle,
sinnvolle und
einzigartige Art.



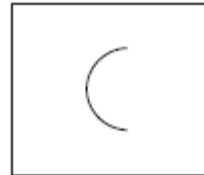
1. _____



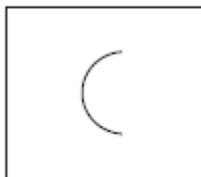
2. _____



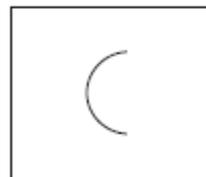
3. _____



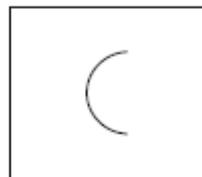
4. _____



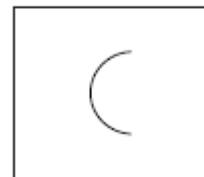
5. _____



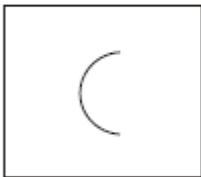
6. _____



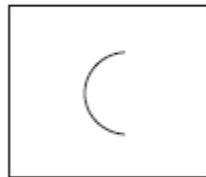
7. _____

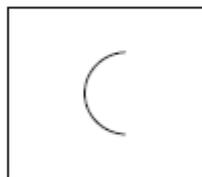


8. _____

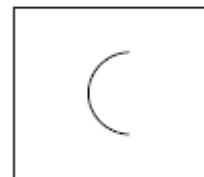


9. _____

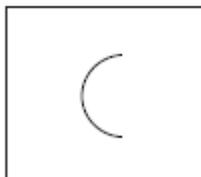




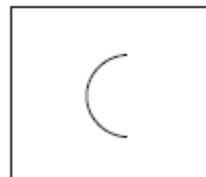
11. _____

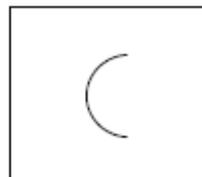


12. _____

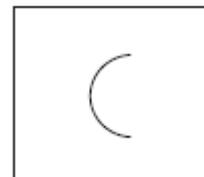


13. _____





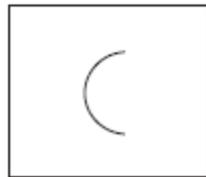
15. _____

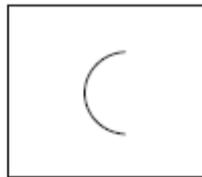


16. _____

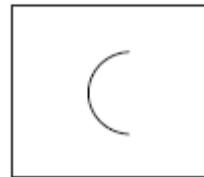


17. _____





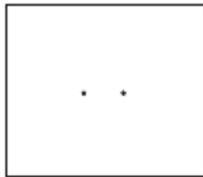
19. _____



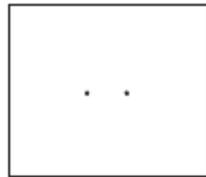
20. _____

4. Item

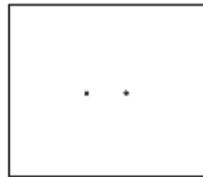
Ergänzen sie so viele Figuren wie möglich auf möglichst
originelle,
sinnvolle und
einzigartige Art.



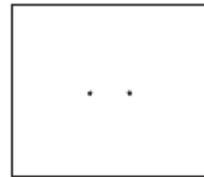
1. _____



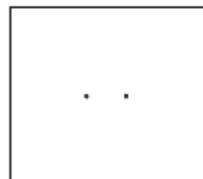
2. _____



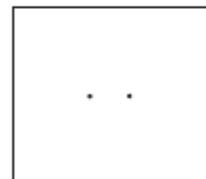
3. _____



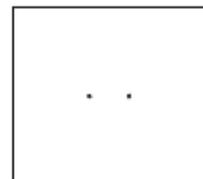
4. _____



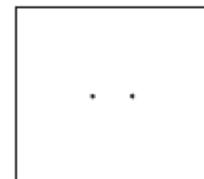
5. _____



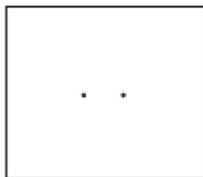
6. _____



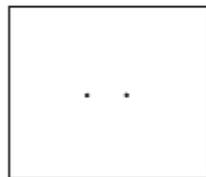
7. _____



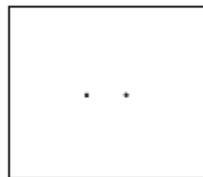
8. _____



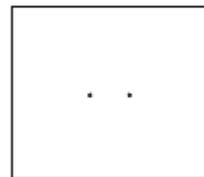
9. _____



10. _____



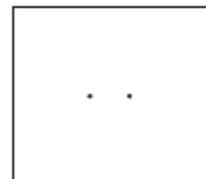
11. _____



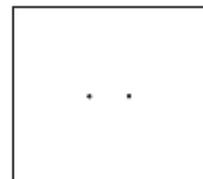
12. _____



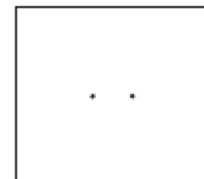
13. _____



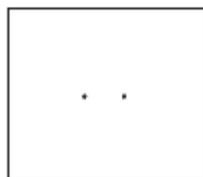
14. _____



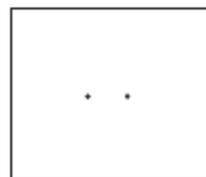
15. _____



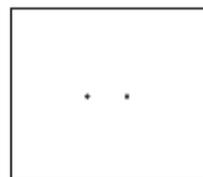
16. _____



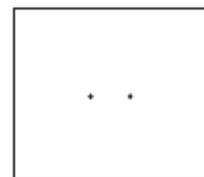
17. _____



18. _____



19. _____



20. _____

5. Item

Ergänzen sie so viele Figuren wie möglich auf möglichst
originelle,
sinnvolle und
einzigartige Art.



1. _____



2. _____



3. _____



4. _____



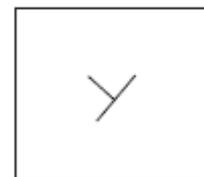
5. _____



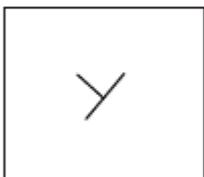
6. _____



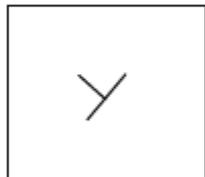
7. _____



8. _____



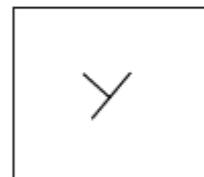
9. _____



10. _____



11. _____



12. _____



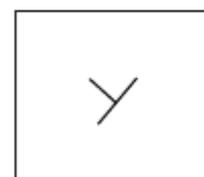
13. _____



14. _____



15. _____



16. _____



17. _____



18. _____



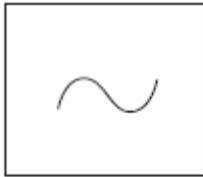
19. _____



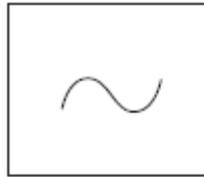
20. _____

6. Item

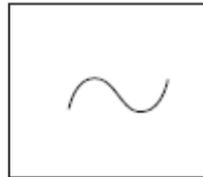
Ergänzen sie so viele Figuren wie möglich auf möglichst
originelle,
sinnvolle und
einzigartige Art.



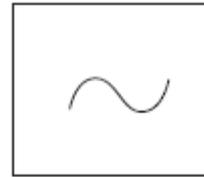
1. _____



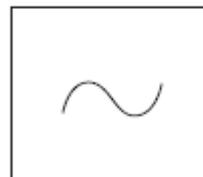
2. _____



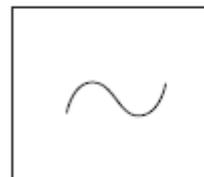
3. _____



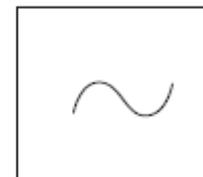
4. _____



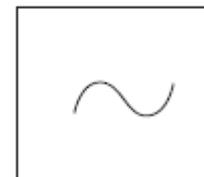
5. _____



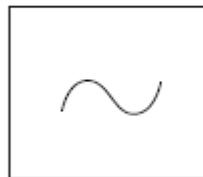
6. _____



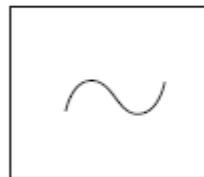
7. _____



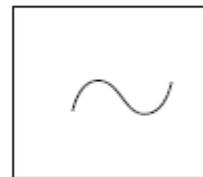
8. _____



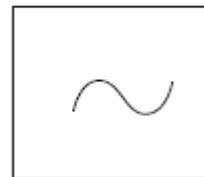
9. _____



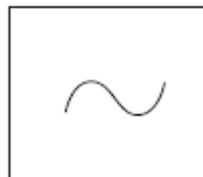
10. _____



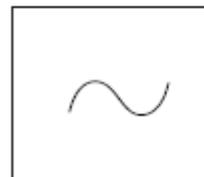
11. _____



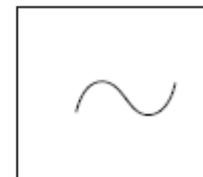
12. _____



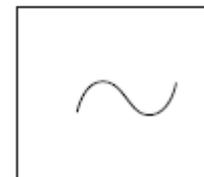
13. _____



14. _____



15. _____



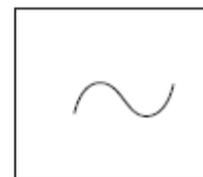
16. _____



17. _____



18. _____



19. _____



20. _____

C.4 Deckblatt zu Experiment III b (best-only Instruktion)

Liebe Versuchsperson!

Vielen Dank, dass du dich bereit erklärt hast, an unserem Versuch teilzunehmen.
Deine Daten werden selbstverständlich anonymisiert behandelt werden. Du kannst den Versuch jederzeit ohne Angabe von Gründen abbrechen!

Zunächst einmal kannst du nun deinen Codenamen erstellen, der Voraussetzung für dich ist, dein persönliches Feedback online einzusehen.

Er besteht aus drei Teilen.

Teil: die letzten beiden Buchstaben deines Vornamens.

Teil: dein zweistelliger Geburtsmonat.

Teil: die ersten beiden Buchstaben des Mädchennamens deiner Mutter.

Der Codename von der im **Juli** geborenen **Melanie**, deren Mutter den Mädchennamen **Müller** hat, lautet also:

ie07mü.

Hier kannst du nun deinen Codenamen eintragen:

_____.

Mache bitte nun ein paar weitere Angaben zu deiner Person.

Alter: _____

Geschlecht: _____

Studiengang/Hochschule: _____

Während der Durchgänge sollst du dich bitte an unsere Angaben halten. Wir haben ein Auge auf die Zeit, die bei jeder Aufgabe verschieden ausfällt, sodass du dich voll und ganz auf die Bearbeitung konzentrieren kannst. Wir sagen dir Bescheid, wann du jeweils weiterblättern sollst, wir bitten dich hiermit, dies **nicht früher** zu tun **oder zurückzublättern**, um an alten Aufgaben weiterzuarbeiten.

C.5 Subtest zur Ideenflüssigkeit (best-only Instruktion)

Vielen Dank schon einmal für deine bis jetzt geleistete fleißige Mitarbeit!

Nun, im zweiten Teil, ist es deine Aufgabe, für die sechs dir gestellten Fragen **so viele** Antworten **wie möglich** zu finden. Bitte achte darauf, dass du dich so kurz wie möglich fasst, um keine Zeit zu verlieren, andererseits deine Ideen aber auch so verständlich wie möglich ausdrückst. Pro Frage hast du zwei Minuten Zeit. Wichtig ist so viel zu produzieren wie möglich, deinem Gedankenfluss also freien Lauf zu lassen! Es gibt hierbei keine falschen Antworten.

Liste deine Ideen bitte **untereinander** auf, wie im folgenden Beispiel:

Was kann man alles aus einer Konservendose machen?

Blumenvase

Telefon

Kerzenständer

Teigwalze

...

Der Versuchsleiter wird dir wieder das Zeichen zum Starten geben.

C.6 Subtest zur Ideenoriginalität (best-only Instruktion)

Zu guter letzt wird es deine Aufgabe sein, eine einzige, dir am **originellsten** erscheinende **Idee** zu einer Frage aufzuschreiben. Das Design ist so wie in der zweiten Aufgabe, wo du besonders viel aufschreiben solltest, doch hier bitten wir dich, dich auf die eine deiner Ideen zu beschränken, die du als am kreativsten empfindest. Pro Frage stehen dir 30 Sekunden zur Verfügung.

Warte auf das Signal des Versuchsleiters.

C.7 Subtest-Items zur Ideenflüssigkeit und Ideenoriginalität (best-only Instruktion)

1. Womit kann man schreiben?
2. Womit kann man essen?
3. Was kann man aus einer leeren Klopapierrolle machen?
4. Was kann man aus einem Kleiderbügel machen?
5. Was kann man mit einem Jutesack machen?
6. Wofür kann man ein Jojo gebrauchen?
7. Womit kann man sich bürsten?
8. Was lässt sich mit einem Löffel anstellen?
9. Womit kann man sich schmücken?
10. Womit kann man sich vor Regen schützen?
11. Was kann man mit einem Haargummi machen?
12. Was kann man mit einem Schal machen?
13. Was kann man mit einem Besen machen?
14. Womit kann man sich verständigen?
15. Was kann man mit einer Wäscheklammer machen?
16. Womit kann man spielen?
17. Womit kann man Löcher machen?
18. Was kann man als Mülleimer benutzen?

D Ergänzende statistische Informationen

D.1 Ad Faktorenanalyse aus Abschnitt 2.2.2.1

Im Folgenden finden sich die Mustermatrix nach obliminer Rotation sowie die Faktorinterkorrelationen. Die Variablen bezeichnen die Antwortanzahl (f, fluency) der jeweils sechs Items der vier Aufgaben Assoziationsliste (AL), Kombinierte Assoziation (KA), Assoziationskette (AK) und Nicht-Assoziationskette (NA).

Mustermatrix (Darstellung der Faktorladungen $\geq .30$)

Variable	Faktor			
	1	2	3	4
al1_f	.92			
al4_f	.84			
al3_f	.75			
al2_f	.72			
al6_f	.62			
al5_f	.60			
na2_f		.94		
na3_f		.93		
na4_f		.93		
na1_f		.88		
na6_f		.83		
na5_f		.82		
ak4_f			.88	
ak2_f			.87	
ak6_f			.85	
ak1_f			.84	
ak3_f			.79	
ak5_f			.75	
ka2_f				.81
ka4_f				.79
ka1_f				.77
ka5_f				.73
ka3_f				.72
ka6_f				.63

Faktorinterkorrelationen

Faktor	Faktor			
	1	2	3	4
1	-	.39	.62	.61
2		-	.46	.51
3			-	.63
4				-

D.2 Ad Faktorenanalyse aus Abschnitt 2.2.2.2

Im Folgenden finden sich die Mustermatrix nach oblimer Rotation sowie die Faktorinterkorrelationen. Die Variablen bezeichnen für die sechs Items der Assoziationsliste (AL) die kumulative Assoziations-seltenheit (ASsm), für die ersten zwei Items der Kombinierten Assoziation (KA) die je drei kumulativen Originalitätsbeurteilungen (ORGsm_r), für die ersten zwei Items der Assoziationskette (AK) die je drei Beurteilungen der kumulativen Themenanzahl (FLXsm_r) und für die zwei ersten Items der Nicht-Assoziationskette (NA) die je drei Beurteilungen der kumulativen semantischen Unähnlichkeit (DISsm_r).

Mustermatrix (Darstellung der Faktorladungen $\geq .30$)

Variable	Faktor				
	1	2	3	4	5
al1_ASsm	.85				
al3_ASsm	.84				
al4_ASsm	.83				
al2_ASsm	.80				
al5_ASsm	.80				
al6_ASsm	.75				
na2_DISsm_r3		.96			
na2_DISsm_r1		.96			
na2_DISsm_r2		.95			
na1_DISsm_r2		.90			
na1_DISsm_r1		.89			
na1_DISsm_r3		.88			
ak1_FLXsm_r1			.85		
ak1_FLXsm_r2			.84		
ak2_FLXsm_r2			.81		
ak2_FLXsm_r1			.81		
ak2_FLXsm_r3			.81		
ak1_FLXsm_r3			.78		
ka2_ORGsm_r2				.92	
ka2_ORGsm_r3				.91	
ka2_ORGsm_r1				.86	
ka1_ORGsm_r3					.81
ka1_ORGsm_r1					.81
ka1_ORGsm_r2					.77

Faktorinterkorrelationen

Faktor	Faktor				
	1	2	3	4	5
1	-	.40	.42	.45	.47
2		-	.33	.37	.32
3			-	.30	.45
4				-	.29
5					-

D.3 Ad Faktorenanalyse aus Abschnitt 2.2.2.3

Im Folgenden finden sich die Mustermatrix nach oblimer Rotation sowie die Faktorinterkorrelationen.

Mustermatrix (Darstellung der Faktorladungen $\geq .30$)

Variable	Faktor		
	1	2	3
Ideenflüssigkeit	.92		
Ideenoriginalität	.85		
Dissoziationsfähigkeit	.80		
Assoziationsoriginalität	.75		
Assoziationsflüssigkeit	.72		
Assoziationsflexibilität	.60		
Wortflüssigkeit	.40		
Figurale Intelligenz		.65	
Verbale Intelligenz		.61	
Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit		.61	.43
Schreibgeschwindigkeit			.89

Faktorinterkorrelationen

Faktor	Faktor		
	1	2	3
1	-	.27	.13
2		-	.09
3			-