



Experimentelle Induktion beeinträchtigt Aufmerksamkeit im Kontext des seductive detail Effekts

Eine empirisch-experimentelle Erhebung

Bachelorarbeit

Studiengang Psychologie (Bachelor of Science)

an der Fernuniversität in Hagen

Institut für Psychologie, Lehrgebiet Bildungspsychologie

eingereicht von: Maria Wirzberger

Matrikelnummer: 7815158

Erstgutachter: PD Dr. Günter Daniel Rey

Zweitgutachter: Prof. Dr. Wolfgang Mack

eingereicht beim Prüfungsamt am: 21.09.2012

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit untersucht ausgehend von der Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML) einen aufmerksamkeitsbezogenen Erklärungsansatz für den seductive detail Effekt. Dieser Effekt resultiert aus dem Einfügen interessanter, jedoch irrelevanter Informationen in einen Lerntext, die die Lernleistung beeinträchtigen. Im Besonderen steht hier die Hypothese im Fokus, dass sich seductive details stärker auswirken, wenn bereits eine Beeinträchtigung der Aufmerksamkeit vorliegt. Im Rahmen einer experimentellen Erhebung mit 53 Studierenden wurde anhand eines 2x2-faktoriellen, multivariaten Designs die Anwesenheit von seductive details (durch seduktive Textpassagen), sowie beeinträchtigter Aufmerksamkeit (durch die Einblendung ablenkender Systemmitteilungen), gezielt manipuliert und deren Effekt auf die Behaltens- und Versteheleistung, sowie die Lernzeit erfasst. In den Analysen zeigte sich eine signifikante Verlängerung der Lernzeit durch das Einfügen seduktiver Textpassagen, und darüber hinaus wurde auch ein moderierender Einfluss des bestehenden Aufmerksamkeitsniveaus deutlich. Weder die Behaltens- noch die Versteheleistung verringerte sich jedoch signifikant durch das Hinzufügen von seductive details oder die Induktion beeinträchtigter Aufmerksamkeit, und auch eine signifikante Wechselwirkung zwischen beiden Aspekten wurde nicht deutlich. Daher wird abschließend die Relevanz komplexer statistischer Analyseverfahren zur weiteren Erhellung der zugrundeliegenden Wirkmechanismen diskutiert.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| Zusammenfassung | 2 |
| Inhaltsverzeichnis | 3 |
| 1 Einleitung | 4 |
| 1.1 Der seductive detail Effekt | 5 |
| 1.1.1 Ausgewählte empirische Befunde zur Erklärung des seductive detail Effekts durch beeinträchtigte Aufmerksamkeit | 7 |
| 1.1.2 Die Perspektive der Aufmerksamkeitskontrolle als Facette des Aufmerksamkeitskonstrukts | 10 |
| 1.2 Besondere Charakteristika der vorliegenden Arbeit..... | 11 |
| 1.3 Untersuchungshypothesen | 14 |
| 2 Methoden | 15 |
| 2.1 Stichprobe | 15 |
| 2.2 Design..... | 16 |
| 2.3 Materialien | 18 |
| 2.4 Versuchsablauf..... | 24 |
| 2.5 Scoring..... | 25 |
| 3 Ergebnisse | 27 |
| 3.1 Voraussetzungen zur Durchführung der ANCOVAs | 28 |
| 3.2 Hypothese 1 – Seductive detail Effekt | 28 |
| 3.3 Hypothese 2 – Induktion beeinträchtigter Aufmerksamkeit..... | 29 |
| 3.4 Hypothese 3 – Interaktion der unabhängigen Variablen | 31 |
| 3.5 Weitere Befunde..... | 32 |
| 4 Diskussion | 33 |
| 4.1 Erläuterung der Ergebnisse | 34 |
| 4.2 Implikationen | 37 |
| 4.3 Einschränkungen..... | 39 |
| 4.4 Ausblick | 41 |
| 4.4.1 Künstliche neuronale Netze in der E-Learning Forschung..... | 41 |
| 4.4.2 Fazit der vorliegenden Arbeit | 44 |
| Tabellenverzeichnis | 45 |
| Abbildungsverzeichnis | 45 |
| Literaturverzeichnis | 47 |
| Anhang | 53 |
| A Bilddateien (ablenkende Einblendungen, Instruktionstext, Lerntexte) | 53 |
| B Fragebogenitems (Vorwissen, Behaltens- und Verstehensleistung) | 67 |

1 Einleitung

Lebenslanges Lernen wird in unserer Gesellschaft nicht zuletzt durch immer rasantere technologische Fortschritte und die damit verbundenen gestiegenen Qualifikationsanforderungen zunehmend bedeutsamer (Demirel, 2009; Gruber & Harteis, 2011; Kokavecz & Holling, 2000). Bedingt durch die spezifischen Bedürfnisse erwachsener Lerner, besonders nach Vereinbarkeit von Bildungsangeboten mit Familie und Berufstätigkeit, wächst daher auch die Nachfrage nach neuen, flexiblen Lernformen, wie z.B. dem Fernunterricht. Dies zeigt sich sowohl an der stetig wachsenden Zahl der Anbieter solcher Bildungsangebote (Bundesinstitut für Berufsbildung, 2011), als auch an den steigenden Studierendenzahlen renommierter deutscher Fernlehrinstitute. So kann beispielsweise die FernUniversität in Hagen seit ihrer Gründung 1975 inzwischen über 80.000 eingeschriebene Studierende im Sommersemester 2012 verzeichnen (Stabsstelle Presse & Öffentlichkeitsarbeit, 2012). Solche Lernformen zeichnen sich in der Regel dadurch aus, dass sie sich neben gedruckten Kursmaterialien auch verschiedener elektronischer Angebote, wie z.B. Newsgroups, Lernforen, Onlinevorlesungen oder sogar virtueller Klassenräume bedienen. Angesichts dieser Entwicklungen verwundert es nicht, dass der Gesamtumsatz deutscher E-Learning-Dienstleister 2010 mit 348 Millionen Euro ein Wachstum von 5 % gegenüber dem Vorjahr verzeichnen konnte, und dieser Sektor damit nach wie vor stärkere Wachstumsraten aufweist als die deutsche Gesamtwirtschaft (MMB-Institut für Medien- und Kompetenzforschung, 2011).

Auch wenn in der großen zeitlichen und räumlichen Flexibilität solcher Angebote ihr großer Vorteil liegt, fordern sie von der lernenden Person, trotz meist vorhandener tutorieller Unterstützungsangebote, eine weitgehend eigenständige und selbstorganisierte Aneignung des jeweiligen Lernstoffs. Der möglichst lernförderlichen Gestaltung der verwendeten Lernmaterialien kommt daher ein zentraler Stellenwert zu, weshalb in der E-Learning-Forschung dazu inzwischen eine ganze Reihe von Gestaltungsempfehlungen postuliert werden (Rey, 2009). Eine davon hat sich unter der Bezeichnung des *seductive detail* Effekts in der Literatur etabliert, und soll im Rahmen der vorliegenden Arbeit im Fokus stehen. Zur gezielten Untersuchung eines möglichen Erklärungsansatzes für diesen

Effekt wurde ein experimenteller Zugang gewählt, welcher nach einer kurzen Darstellung des theoretischen Hintergrunds und ausgewählter empirischer Befunde erläutert wird. Den Abschluss der Arbeit bildet die Zusammenfassung und Diskussion der Befunde, sowie ein Ausblick auf weitere, auf dieser Arbeit aufbauende Fragestellungen.

1.1 Der seductive detail Effekt

Im Rahmen des Kohärenzprinzips fordert Mayer (2005c) den vollständigen Verzicht auf zusätzliches, für das Erreichen des eigentlichen Instruktionsziels nicht zwingend benötigtes Lernmaterial (extraneous material), um eine Überlastung der kognitiven Kapazität zu vermeiden und der lernenden Person damit eine tiefere Verarbeitung der Kerninhalte zu ermöglichen. Das Zustandekommen eines solchen extraneous overload lässt sich gemäß seiner Auffassung aus der begrenzten Verarbeitungskapazität des Arbeitsgedächtnisses heraus erklären. Diese stellt neben der Zweiteilung der Informationskanäle in einen auditiven bzw. verbalen, und einen visuellen bzw. piktorialen Kanal eine Grundannahme seiner Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML) dar (Mayer, 2005a). Ein weiteres Postulat des Ansatzes besteht in der aktiven Informationsverarbeitung mit dem Ziel der Konstruktion eines kohärenten mentalen Modells. Der CTML kommt für die Erklärung multimedialer Lehr- und Lernprozesse ein zentraler Stellenwert zu, weshalb sie neben der ebenfalls bedeutsamen Cognitive Load Theory (CLT) von Sweller (2005) die Basis einer Vielzahl von Forschungsarbeiten bildet. Auch letztere Theorie geht von einer begrenzten Arbeitsgedächtniskapazität aus, die im Wesentlichen durch die additive Verknüpfung von drei Arten kognitiver Belastung beansprucht wird. Differenziert wird dabei zwischen dem extrinsic cognitive load, der durch die jeweilige Gestaltung des Instruktionsmaterials entsteht, dem intrinsic cognitive load der in der spezifischen Beschaffenheit der präsentierten Informationen gründet, und dem germane cognitive load, der als erwünschte Belastungskomponente die lernrelevante Verarbeitung umfasst. Die oben beschriebene Überlastung der kognitiven Kapazität durch unnötiges Lernmaterial wäre im Rahmen dieses Ansatzes im Bereich der extrinsischen Belastung zu verorten.

In der Textforschung hat sich für das Hinzufügen hochgradig interessanter Informationsdetails, die zwar vage mit der Kernaussage eines Textes assoziiert sind, für deren Verständnis jedoch keinerlei Bedeutung besitzen, der Begriff des seductive detail Effekts etabliert, der auf eine Untersuchung von Garner, Gillingham & White (1989) zurückgeht. Während sich frühe Arbeiten zu diesem Effekt in erster Linie auf seduktive Textpassagen bezogen, verwenden neuere Publikationen auch andere Codierungsformen wie Illustrationen, gesprochene Passagen oder Hintergrundmusik. Thalheimer (2004) führt daher den Begriff der seductive augmentations ein und schlägt vor, nur seduktive Textpassagen explizit als seductive details zu bezeichnen. In der aktuellen Forschungsliteratur hat sich diese Auffassung allerdings nicht durchgesetzt, weshalb letztgenannter Begriff in Anlehnung an Rey (im Druck) hier ebenfalls übergreifend verwendet werden soll. Neben der Überlastung der begrenzten Kapazität des Arbeitsgedächtnisses (Mayer, Griffith, Jurkowitz & Rothman, 2008), der Aktivierung inadäquater Schemata (Harp & Mayer, 1998; Mayer, Heiser & Lonn 2001), sowie der Störung der Textkohärenz (Harp & Mayer, 1998; McCrudden & Corkill, 2010), besteht ein möglicher Erklärungsansatz für den seductive detail Effekt in der Beeinträchtigung der Aufmerksamkeitsressourcen für die Auseinandersetzung mit den eigentlich relevanten Kerninhalten. Dieser soll im Rahmen der vorliegenden Arbeit im Fokus der Untersuchung stehen, und in Kapitel 1.1.1 anhand ausgewählter empirischer Befunde näher betrachtet werden.

Zum Einfluss von seductive details auf die jeweils erzielte Leistung der lernenden Person existiert inzwischen eine ganze Reihe von Forschungsarbeiten, die insgesamt jedoch eine uneinheitliche Befundlage aufweisen. So werden neben bestätigenden auch konträre Ergebnisse berichtet, während sich in einigen Untersuchungen die Effektlage eher gemischt zeigt (Rey, 2011). Einen detaillierten, aktuellen Überblick über die gegenwärtige Befundlage zum seductive detail Effekt gibt die Metaanalyse von Rey (im Druck), in der 39 Forschungsarbeiten berücksichtigt wurden. Die Arbeit stellt zum einen die Effekte seduktiver Textpassagen, Bildelemente und anderer Kodierungsformen gegenüber, legt den Fokus andererseits jedoch auch auf die Betrachtung verschiedener Erklärungsansätze für den Effekt. Daneben werden auch potentielle moderierende Faktoren wie das Vorliegen einer Zeitbegrenzung in der Lern- oder Testphase,

die Thematik der Lerninhalte an sich, oder auch individuelle Charakteristika der Lernenden diskutiert. Ein verbreitetes Vorgehen im Zusammenhang mit der Erfassung der Lernleistung im Kontext der E-Learning-Forschung bildet die jeweils separate Erfassung der Behaltens- und Verstehensleistung (Mayer, 2005b). Diese Differenzierung wird auch in der Metaanalyse von Rey (im Druck), sowie den anderen nachfolgend ausgeführten Untersuchungen getroffen, und soll im Kontext der vorliegenden Arbeit ebenfalls beibehalten werden. Der Aspekt des Behaltens umfasst dabei Erinnerungsleistungen, die sich rein auf das Abrufen oder Wiedererkennen zuvor präsentierten Faktenwissens beziehen. Zum Bereich des Verstehens zählt dagegen die über das konkret präsentierte Material hinausgehende Anwendung des gelernten Wissens auf neue Situationen, welches die Lernenden zu einer vertieften inhaltlichen Auseinandersetzung, sowie schlussfolgerndem Denken auffordert. Insgesamt konnte der negative Einfluss von seductive details auf die Behaltens- und Verstehensleistung bei Rey (im Druck) gestützt werden, und auch diverse Moderatoreffekte, wie beispielsweise der Aspekt der Zeitbegrenzung, erfuhren Unterstützung auf Basis der berichteten Befunde. Darüber hinaus fanden sich für jeden der möglichen Erklärungsansätze sowohl stützende, als auch konträre Belege, womit sich auch die Perspektive beeinträchtigter Aufmerksamkeit als vielversprechende Begründung des seductive detail Effekts nicht vollständig ausschließen lässt.

1.1.1 Ausgewählte empirische Befunde zur Erklärung des seductive detail Effekts durch beeinträchtigte Aufmerksamkeit

In ihrer Distractions-hypothese sehen Harp und Mayer (1998) die Wirkung der seductive details darin, dass auf diese Weise eine Ablenkung der selektiven Aufmerksamkeit des Lerners von den relevanten Kerninformationen erfolgt. Diese Dynamik wird dadurch begünstigt, dass die in den seductive details enthaltenen Informationen für gewöhnlich nur wenig aufmerksamsbezogene Anstrengung erfordern, und zudem einfach zu verstehen sind. In einer Serie von Experimenten setzten die Autoren sowohl seduktive Textpassagen als auch entsprechende Illustrationen ein, und nutzten verschiedene Möglichkeiten der gezielten Aufmerksamkeitslenkung wie Hervorhebungen, festgelegte Lernziele oder Strukturierungshilfen. Sowohl in der Lern- als auch in der Testphase stand

den Lernenden dabei nur eine begrenzte Bearbeitungszeit zur Verfügung. Dass die Distraktionshypothese hier nicht gestützt wird, lässt sich nach Ansicht der Autoren auch auf die teilweise ungenügende Wirkung der zur Selektionsunterstützung eingesetzten Mittel zurückführen. Diese zeigte sich im Fehlen signifikanter Haupteffekte der Hervorhebungen ($d = -0.10$ für die Behaltensleistung, $d = 0.07$ für die Verstehensleistung) und Strukturierungshilfen ($d = 0.07$ für die Behaltensleistung, $d = 0.15$ für die Verstehensleistung). Lediglich vom Aspekt festgelegter Lernziele konnten die Lernenden signifikant profitieren ($d = 0.35$ für die Behaltensleistung, $d = 0.60$ für die Verstehensleistung), jedoch fehlte auch hier ein entsprechender signifikanter Interaktionseffekt in den seduktiven Bedingungen (siehe auch Rey, im Druck).

Aufbauend darauf untersuchten Lehman, Schraw, McCrudden und Hartley (2007, Experiment 2), wie stark die Verarbeitung lernrelevanter Inhalte eines Basistextes durch das Einfügen von seductive details beeinträchtigt wird. Die Autoren legten dabei ähnliche Hypothesen zu deren Wirkung zugrunde und versuchten, den Verarbeitungsprozess durch eine satzweise Präsentation des Lerntextes und die direkte Aufzeichnung der dafür jeweils benötigten Lernzeit am Computer sehr detailliert zu erfassen. Eine Zeitbegrenzung erfolgte hier weder in der Lern- noch in der Testphase. Deutlich wurde, dass sich die Untersuchungsteilnehmer in der Bedingung ohne seductive details nicht nur deutlich länger mit dem Basistext beschäftigten ($d = 0.56$), sondern auch bessere Leistungen in Bezug auf das Behalten ($d = 0.55$) und tiefere Verstehen ($0.68 < d < 0.88$) des Basistextes erzielten. Im Gegensatz zu Harp und Meyer (1998) sehen die Autoren den aufmerksamkeitsbezogenen Erklärungsansatz daher als bestätigt an, und führen die Wirkung der seductive details insgesamt auf eine Kombination aus der Ablenkung der Aufmerksamkeit und der Beeinträchtigung der Textkohärenz zurück.

Sanchez und Wiley (2006) wählen einen anderen Fokus und postulieren, dass Lerner mit eher gering ausgeprägter Fähigkeit zur Kontrolle der Aufmerksamkeit anfälliger für die Beeinträchtigung durch seductive details sind. Die Fähigkeit zur Aufmerksamkeitskontrolle, d.h. des Ignorierens irrelevanter Informationen zugunsten der Fokussierung auf ein gegebenes Instruktionsziel, ist nach

Meinung der Autoren stark assoziiert mit der Kapazität des Arbeitsgedächtnisses, und lässt sich daher als alternative Erklärung zur Sichtweise der begrenzten Informationsverarbeitungskapazität auffassen (Kane, Bleckley, Conway & Engle, 2001). In zwei Experimenten wurden seduktive Illustrationen eingesetzt, und die Teilnehmer nach Durchführung zweier Testverfahren zur Erfassung der Arbeitsgedächtniskapazität in jeweils eine Gruppe mit niedriger und hoher Ausprägung aufgeteilt. Hypothesenkonform wurde hier bei niedriger Ausprägung der Arbeitsgedächtniskapazität eine signifikant stärkere Beeinträchtigung durch seduktive Illustrationen bei der Erstellung eines Aufsatzes zu den präsentierten Inhalten ($0.83 \leq d \leq 1.03$; entspricht der Behaltensleistung), sowie der Lösung einer Schlussfolgerungsaufgabe ($1.15 \leq d \leq 1.57$; entspricht der Verstehensleistung) deutlich. Experiment 2 bediente sich zusätzlich eines Eyetrackers zur Aufzeichnung der Augenbewegungen. Auch hier zeigten Lernende mit niedriger Kapazität des Arbeitsgedächtnisses in der seduktiven Bedingung signifikant schlechtere Behaltensleistungen ($\eta^2 = 0.41$), in Bezug auf die Verstehensleistung ($\eta^2 = 0.02$) erreichte der Effekt jedoch keine Signifikanz. Darüber hinaus weisen die Befunde darauf hin, dass sich die verfügbare Arbeitsgedächtniskapazität auch auf Dauer und Umfang der Betrachtung seduktiver Illustrationen auswirkt. So wurden diese von Lernenden mit niedriger Arbeitsgedächtniskapazität signifikant länger ($d = 1.76$) und häufiger ($d = 1.67$) betrachtet als dies bei hoher Arbeitsgedächtniskapazität der Fall war. In beiden Experimenten war die Bearbeitungszeit für die Lernenden sowohl in der Lern- als auch in der Testphase begrenzt. Die Hypothese der Autoren konnte damit zwar insgesamt bestätigt werden, allerdings lässt sich hier kritisch anmerken, dass die Fähigkeit zur Aufmerksamkeitskontrolle nicht direkt, sondern lediglich vermittelt über die Arbeitsgedächtniskapazität erfasst wurde.

Auch Rey (eingereicht) bemängelt die daraus resultierende Konfundierung der beiden Konstrukte, und merkt zudem den genutzten Extremgruppenvergleich als weitere methodische Schwäche der Untersuchung von Sanchez und Wiley (2006) an. Er nutzte daher im Rahmen eines Eyetracker Experiments ohne Zeitbegrenzung in den Lern- und Testphasen einen im Voraus durchgeführten Anti-Sakkaden-Test zur direkten Erfassung der Aufmerksamkeitskontrolle, und stellte darüber hinaus die Wirkung seduktiver Text- und Bildelemente ge-

genüber. Hypothesenkonzorm nahm die Beeinträchtigung durch seductive details mit sinkender Fähigkeit zur Aufmerksamkeitskontrolle zu, zeigte sich jedoch nur unter der Bedingung seduktiver Textpassagen, sowie in Bezug auf die Verstehensleistung. Ebenfalls deutlich wurden unterschiedlich lange Betrachtungszeiten der Text- und Bildelemente, was die Vermutung differenter zugrundeliegender Erklärungsansätze beider Codierungsformen nahelegt. So wurden seduktive Abbildungen eher kurz fixiert ($M = 2.20$, $SD = 1.10$ Sekunden), während sich seduktive Textpassagen durch eine deutlich längere Betrachtungszeit auszeichneten ($M = 20.14$, $SD = 5.25$ Sekunden). Eine signifikante Beeinträchtigung der Verstehensleistung zeigte sich allerdings in beiden Fällen, und erreichte für seduktive Abbildungen ($d = 0.56$) verglichen mit seduktiven Textpassagen ($d = 0.32$) sogar eine etwas stärkere Ausprägung. Die Annahme abweichender Wirkmechanismen für seduktive Abbildungen und Textpassagen lässt sich auch durch die Untersuchung von Rey (2011) stützen. Diese weist zwar ein abweichendes Befundmuster auf, die Analyse erbrachte jedoch ebenfalls deutliche Unterschiede in den Effekten der beiden Codierungsformen. Eine signifikante Beeinträchtigung der Behaltensleistung wurde hier nur für das Hinzufügen seduktiver Textpassagen ($d = 0.50$) deutlich, der analoge Effekt für seduktive Abbildungen ($d = 0.07$) erreichte dagegen keine Signifikanz. In Bezug auf die Verstehensleistung konnte für keine der Codierungsformen eine signifikante Beeinträchtigung festgestellt werden, dagegen verlängerte sich die Lernzeit beim Vorliegen seduktiver Textpassagen ($d = 0.86$) signifikant, während sich für seduktive Abbildungen ($d = -0.03$) kein entsprechender Effekt zeigte.

1.1.2 Die Perspektive der Aufmerksamkeitskontrolle als Facette des Aufmerksamkeitskonstrukts

Aufmerksamkeit stellt besonders aufgrund seiner Vielschichtigkeit ein äußerst schwierig zu fassendes Konstrukt dar. So postuliert Styles (1997) schon in der Einleitung ihres Lehrbuchs „The Psychology of Attention“, dass Aufmerksamkeit weniger ein homogenes Konzept als vielmehr der Oberbegriff für eine Vielzahl psychologischer Phänomene sei. Städtler (2003) betont in seinem Artikel zum Stichwort Aufmerksamkeit ebenfalls das Fehlen einer einheitlichen Begriffsdefinition, und nennt als Grundmerkmale der Aufmerksamkeit ihre selekti-

ve Funktion, die mobilisierende bzw. intensivierende Wirkung, sowie den Aspekt der begrenzten Kapazität. Diese Auffassung deckt sich mit den Komponenten der Selektivität, Wachheit und Verarbeitungskapazität, die bereits 1970 in der wegweisenden Arbeit von Posner und Boies postuliert wurden.

Harp und Mayer (1998) und Lehman et al. (2007) stellen in ihren Untersuchungen nun jeweils den Aspekt der selektiven Aufmerksamkeit in den Vordergrund. Die Perspektive der Aufmerksamkeitskontrolle, die den Arbeiten von Sanchez und Wiley (2006), sowie Rey (eingereicht) zugrundeliegt, verknüpft hingegen das Verständnis der Selektion mit der begrenzten Kapazität des Arbeitsgedächtnisses. Aufmerksamkeitskontrolle umfasst dabei nach Kane et al. (2001) die Fähigkeit, den Fokus auch unter beeinträchtigenden Bedingungen auf relevante Stimuli, Ziele oder Kontexte auszurichten, und/oder irrelevante Stimuli bzw. Reaktionen zu blockieren. Auf diese Weise wird die flexible Anpassung der eigenen Aufmerksamkeitsressourcen an die Anforderungen der Umwelt möglich, die je nach gegebenem Kontext in der Ausrichtung auf ein einziges Ziel, mehrere simultan verfolgte Ziele, oder der Ausblendung irrelevanter Stimuli liegen. Der Zusammenhang mit dem Konstrukt des Arbeitsgedächtnisses liegt nach Auffassung von Conway und Kane (2001) darin, dass die Fähigkeit zur Kontrolle der Aufmerksamkeit bei Personen mit höherer Arbeitsgedächtniskapazität stärker ausgeprägt ist. Diese dynamische Auffassung verstehen die Autoren als Alternative zur eher statischen Definition des Arbeitsgedächtnisses über die Menge simultan verarbeitbarer Informationen.

1.2 Besondere Charakteristika der vorliegenden Arbeit

Das Konstrukt der Aufmerksamkeit wird auch im Rahmen der vorliegenden Arbeit aus der Perspektive kontrollierter Aufmerksamkeit heraus betrachtet, sie geht in Bezug auf dessen Erfassung jedoch über die Arbeiten von Sanchez und Wiley (2006) und Rey (eingereicht) hinaus. In diesen wird die Fähigkeit der Aufmerksamkeitskontrolle lediglich indirekt bzw. direkt erfasst und anschließend in Bezug auf die Höhe der Ausprägung zugeordnet. Hier erfolgt über den Einsatz ablenkender Einblendungen jedoch eine gezielte Induktion beeinträchtigter Aufmerksamkeit, deren Wirkung sich sowohl aus dem Verständnis der Selekti-

on, als auch der Kapazität heraus erklären lässt. So sollen die verwendeten Ablenkreize einerseits die Aufmerksamkeit von der eigentlichen Lernaufgabe wegführen und von der lernenden Person eine erneute Ausrichtung der Aufmerksamkeit fordern. Andererseits bedeutet die Wahrnehmung, Verarbeitung und Einstufung dieser Reize als irrelevant weiteren kognitiven Aufwand, und belastet damit die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses zusätzlich. Darüber hinaus wird die Fähigkeit zur Aufmerksamkeitskontrolle auch direkt anhand eines standardisierten Testverfahrens zur Erfassung interindividueller Unterschiede in der gerichteten Aufmerksamkeit erhoben, und als mögliche Drittvariable in die Analyse aufgenommen. Damit wird primär eine methodische Verbesserung gegenüber bisherigen Forschungsarbeiten in diesem Kontext angestrebt.

Ein weiterer Fokus liegt auf der stärkeren Berücksichtigung der externen Validität, die gemäß Bortz und Döring (2006) als Generalisierbarkeit eines Untersuchungsergebnisses auf andere Personen, Situationen und/oder Zeitpunkte definiert werden kann. Sie steigt mit zunehmender Natürlichkeit der Untersuchungssituation (ökologische Validität) und wachsender Repräsentativität der untersuchten Stichprobe. Gerade laborexperimentelle Erhebungen werden in dieser Hinsicht jedoch immer wieder kritisiert, und müssen sich den Vorwurf einer gewissen „Künstlichkeit“ der Untersuchungssituation gefallen lassen (Hussy, Schreier & Echterhoff, 2010). Trotzdem wurde im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ein solches Design gewählt, um sowohl potentielle Störvariablen, als auch die valide Operationalisierung der unabhängigen und abhängigen Variablen zuverlässiger kontrollieren zu können (Huber, 2009). Zur Sicherstellung einer möglichst realitätsnahen Gestaltung der Untersuchungssituation erfolgte gezielt die Auswahl solcher Einblendungen, die auch in der täglichen Arbeit an einem durchschnittlich ausgestatteten Windows-PC auftreten können, wie beispielsweise Mitteilungen des Anti-Viren-Programms oder die Information über neue Windows-Updates. Um die Strukturen der erwachsenen Erwerbsbevölkerung besser abbilden zu können, wurden primär Fernstudierende rekrutiert, und damit die Stichprobenrepräsentativität bezüglich Alter, Bildungsstand und Erfahrungshintergrund im Vergleich zu Studierendenstichproben von Präsenzuniversitäten gesteigert. Die alternative Möglichkeit eines Online-Experiments wurde vor allem aufgrund der Gefahr unkontrollierter Konfun-

dierungen durch die Anwesenheit von Hilfspersonen, die Nutzung unerlaubter Hilfsmittel wie z.B. Lehrbücher, Internetquellen, Lehrskripte oder Notizen, das Vorhandensein störender Lärmquellen oder die Möglichkeit nicht nachvollziehbarer vorzeitiger Abbrüche der Untersuchungsteilnahme ausgeschlossen. Diese stehen gemäß Huber (2009) den wesentlichen Vorteilen wie potentiell höheren Teilnehmerzahlen, der Möglichkeit zeit- und ortsunabhängiger Erhebung, dem Fehlen von Versuchsleiter-Erwartungseffekten oder der standardisierten Durchführung des Versuchsablaufs entgegen.

Der Begriff der *seductive details* wird inzwischen für eine Vielzahl unterschiedlicher Codierungsformen verwendet, die Befunde von Rey (2011, eingereicht) deuten jedoch auf signifikante Unterschiede zwischen seduktiven Text- und Bildelementen hin. Wie bereits ausgeführt, wiesen seduktive Textpassagen in beiden Untersuchungen signifikant längere Betrachtungszeiten auf, und auch in Bezug auf die Lernleistung ließen sich differente Befundmuster feststellen. So zeigte sich bei Rey (2011) nur für seduktive Textpassagen eine signifikante Beeinträchtigung der Behaltensleistung, während eine signifikante Wechselwirkung zwischen Aufmerksamkeitsniveau und Verstehensleistung bei Rey (eingereicht) ebenfalls nur für seduktive Textpassagen beobachtet werden konnte. Hinweise auf die unterschiedliche Verarbeitung von Text- und Bildelementen lassen sich auch aus neurophysiologischer Perspektive finden. Gerě und Jaušvec (1999) beispielsweise untersuchten kognitive Verarbeitungsprozesse unter anderem bei der Präsentation von Text- und Bildmaterial mit Hilfe elektroenzephalographischer Messungen (EEG). Deutlich wurde hier eine stärkere Aktivierung im Bereich des Frontallappens bei der Präsentation von Textmaterial, während im Kontext der Bildpräsentation in den Bereichen des Okkzipital- und Temporallappens eine stärkere Aktivierung messbar war. Die Autoren ziehen daraus den Schluss, dass durch Bilder eher Verarbeitungsstrategien der Visualisierung angeregt werden, während sich Texte analog zum gesprochenen Wort stärker durch verbale Verarbeitungsprozesse auszeichnen (siehe dazu auch Villaverde, Godoy & Amandi, 2006). Basierend auf den Annahmen der CTML (Mayer, 2005a), die in Kapitel 1.1 kurz dargestellt wurden, liegt darüber hinaus die Vermutung nahe, dass die Interferenz zwischen Lerninhalten und seduktivem Material im Falle seduktiver Abbildungen durch die Nutzung ver-

schiedener Informationskanäle kompensiert werden kann, während eine solche Kompensation im Falle seduktiver Textpassagen möglicherweise nicht stattfindet. Vielmehr lässt sich annehmen, dass letztere ebenfalls den verbalen Informationskanal belegen, und damit genau die Kapazitätsressourcen binden, die eigentlich für die Verarbeitung der relevanten Lerntexte benötigt würden. Auf Basis dieser Befunde werden im Rahmen des vorliegenden Untersuchungskontexts daher seduktive Textpassagen als relevanter erachtet, und die Operationalisierung der seductive details über das Einfügen zusätzlicher, inhaltsverwandter, für das Verständnis der eigentlichen Kernthematik jedoch irrelevanter Textelemente umgesetzt.

1.3 Untersuchungshypothesen

Auf Basis der dargestellten theoretischen und empirischen Befunde sollen nun drei zentrale Hypothesen im Fokus der Untersuchung stehen.

In *Hypothese 1* liegt der Fokus auf dem seductive detail Effekt. Hier wird postuliert, dass sich seductive details negativ auf die Behaltens- und Versteheleistung auswirken, und darüber hinaus die Lernzeiten verlängern.

Den Gegenstand von *Hypothese 2* bildet die Beeinträchtigung der Aufmerksamkeit. Erwartet wird in diesem Zusammenhang, dass beeinträchtigte Aufmerksamkeit geringere Behaltens- und Versteheleistungen nach sich zieht, und höhere Lernzeiten bedingt.

Gemäß *Hypothese 3* schließlich sollte sich die negative Wirkung der seductive details analog zu Sanchez und Wiley (2006) und Rey (eingereicht) unter der Bedingung beeinträchtigter Aufmerksamkeit verstärken, und zudem eine zusätzliche Steigerung der Lernzeiten mit sich bringen.

2 Methoden

2.1 Stichprobe

Die Untersuchung wurde unter dem Titel „Multimediales Lernen mit Texten“ mit 53 Studierenden auf dem Campusgelände der FernUniversität in Hagen ($n = 25$) sowie dem Regionalzentrum in Frankfurt am Main ($n = 28$) durchgeführt. 96.2 % der Studierenden waren an der Fernuniversität in Hagen immatrikuliert, die Mehrzahl davon im Bachelorstudiengang Psychologie (94.1 %). Die Rekrutierung der Versuchspersonen erfolgte durch Aufrufe über die virtuelle Lernplattform Moodle, die Nutzung entsprechender E-Mail-Verteiler, diverse Aushänge, sowie Direktansprache. Vergütet wurde die Teilnahme bei Psychologiestudierenden mit einer Versuchspersonenstunde im Rahmen der Methodenausbildung. Darüber hinaus bestand für alle Teilnehmenden die Möglichkeit, an der Verlosung von zwei Lehrbüchern zum Thema E-Learning teilzunehmen.

Tabelle 1

Soziodemografische Verteilung von Alter, Geschlecht, Semesterzahl und Studierendenstatus in den vier Untersuchungsbedingungen

| Untersuchungs- bedingung | | | Alter | | Geschlecht (in %) | | Semester | | Status (in %) | | |
|-----------------------------|-----|----|-------|-------|----------------------|------|----------|------|---------------|------|------|
| UV1 | UV2 | N | M | SD | m | w | M | SD | VZ | TZ | SZH |
| - | - | 13 | 36.92 | 9.49 | 7.7 | 92.3 | 3.15 | 2.30 | 23.1 | 69.2 | 7.7 |
| + | - | 13 | 39.54 | 10.80 | 23.1 | 76.9 | 3.77 | 1.92 | 0.0 | 76.9 | 23.1 |
| - | + | 14 | 38.29 | 10.97 | 7.1 | 92.9 | 3.07 | 2.30 | 28.6 | 71.4 | 0.0 |
| + | + | 13 | 36.54 | 14.91 | 46.2 | 53.8 | 4.00 | 2.74 | 38.5 | 53.8 | 7.7 |
| Gesamt | | 53 | 37.83 | 11.43 | 20.8 | 79.2 | 3.49 | 2.30 | 22.6 | 67.9 | 9.4 |

Anmerkungen. UV1: An-/Abwesenheit von seductive details, UV2: An-/Abwesenheit von Aufmerksamkeitsbeeinträchtigung (jeweils durch „+“ bzw. „-“ gekennzeichnet); N: Größe der Zellbesetzung; m: männlich, w: weiblich; VZ: Vollzeitstudierende/r, TZ: Teilzeitstudierende/r, SZH: Studiengangszweithörende/r

Knapp die Hälfte der teilnehmenden Personen (45.3 %) befand sich in den ersten beiden Semestern des Studiums, und gut zwei Drittel (67.9 %) absolvierten das Studium im Teilzeitstatus. Die Geschlechterverteilung gestaltete sich mit 79.2 % weiblichen Versuchspersonen eher homogen, das mittlere Alter der Teilnehmenden lag mit 37.83 Jahren ($SD = 11.43$ Jahre) deutlich über dem üblicher Studierendenstichproben. Die Teilnehmenden wurden mit Hilfe von Zufallszahlen randomisiert auf eine der vier Untersuchungsbedingungen aufgeteilt, wobei sich die Zellbesetzung mit jeweils 13 bzw. 14 Personen weitgehend ausgewogen gestaltete. Wie in Tabelle 1 deutlich wird, wiesen die Untersuchungsbedingungen in Bezug auf Alter und Semesterzahl eine ähnliche Verteilung auf, während sich bei der Geschlechterverteilung und dem Studierendenstatus Differenzen zeigten.

2.2 Design

Inhaltlich beschäftigte sich die Untersuchung analog zu Rey (eingereicht) mit dem testtheoretisch bedeutsamen Verfahren der Faktorenanalyse, das in einem vereinfachten Lerntext mit insgesamt 2013 Wörtern ($M = 134.2$ Wörter je Folie, $SD = 42.0$), vier Tabellen und sechs grafischen Darstellungen auf Basis der statistischen Lehrbücher von Backhaus, Erichson, Plinke und Weiber (2006), sowie Bortz (2005) erläutert wurde. Die Prüfung der Hypothesen erfolgte anhand eines 2x2-faktoriellen, multivariaten Zufallsversuchsplans, in welchem die Anwesenheit von seductive details und das Vorliegen beeinträchtigt Aufmerksamkeit als unabhängige Variablen systematisch experimentell manipuliert, und die Behaltens- und Verstehensleistung, sowie die jeweils benötigte Lernzeit als abhängige Variablen untersucht wurden. Darüber hinaus diente die Erfassung des Vorwissens zur Faktorenanalyse und des bestehenden Aufmerksamkeitsniveaus dazu, den Einfluss dieser Drittvariablen im Rahmen der Analyse kontrollieren zu können.

Die Operationalisierung der abhängigen Variable der seductive details erfolgte in den entsprechenden Experimentalbedingungen in Anlehnung an Rey (eingereicht) durch das Einfügen zusätzlicher Textpassagen mit insgesamt 584 Wörtern, die jeweils zwischen 35 und 95 zusätzliche Wörter umfassten

($M = 64.8$ Wörter je Folie, $SD = 19.2$). Diese Textpassagen wurden auf neun Textseiten (Lerntexte 2, 4, 5, 7-11 und 14) präsentiert, und zeichneten sich dadurch aus, dass sie zwar einen thematischen Bezug zu den jeweils erläuterten Aspekten aufwiesen, für das eigentliche Verständnis der Faktorenanalyse jedoch keinerlei Relevanz besaßen. So enthielt eine solche Textpassage beispielsweise zusätzliche Informationen über die von Louis Guttman entwickelte und nach ihm benannte Skala zur Erfassung von Einstellungen: „Der 1916 in Brooklyn geborene Louis Guttman entwickelte u.a. auch eine Skala zur Einstellungsmessung, die seinen Namen trägt. Eine Guttman-Skala besteht aus mehreren Ja-Nein-Fragen (zur Einstellung zu einem bestimmten Thema z.B. Rassismus), deren Anordnung sicherstellen soll, dass eine Person, die beispielsweise die dritte Frage mit ‚ja‘ beantwortet, auch die ersten beiden Fragen bejaht. Die Einstellungsausprägung der Person ergibt sich dann aus dem letzten mit ‚ja‘ beantworteten Item.“ Andere seduktive Textpassagen beschäftigten sich mit den Begriffen „Eigenwert“ bzw. „synthetisch“, der Entwicklung der Statistiksoftware SPSS, sowie dem Leben und Wirken testpsychologisch relevanter Persönlichkeiten wie Raymond Bernard Cattell, Gordon William Allport, Maurice Stevenson Bartlett oder Louis Leon Thurstone.

Für die gezielte Induktion beeinträchtigt Aufmerksamkeit als weiterer unabhängiger Variable wurden in den jeweiligen Experimentalbedingungen vier Einblendungen von eigens erstellten und bearbeiteten Screenshots im Zusammenhang mit den Lerntexten 5, 8, 11 und 14 verwendet. Diese entstammten der täglichen Arbeit an einem durchschnittlich ausgestatteten PC mit Windows-Betriebssystem, wobei zur Maximierung der externen Validität besonderer Wert auf eine möglichst realitätsnahe Gestaltung gelegt wurde. Im Einzelnen umfassten die Einblendungen einen Report über die Ergebnisse einer Virenprüfung (507 x 591 Pixel, 38.4 KB), einen Hinweis auf die Verfügbarkeit neuer Updates für Windows (695 x 488 Pixel, 98.3 KB), eine Aufforderung zum Überprüfen und Reparieren gefundener Hardware (695 x 322 Pixel, 36.7 KB), sowie einen Hinweis auf die Notwendigkeit eines Systemneustarts nach erfolgreichem Update der Anti-Viren Software (466 x 189 Pixel, 36.2 KB). Bei der Platzierung der Einblendungen wurde die inhaltliche Bedeutsamkeit der jeweiligen Lerntexte für die Beantwortung der Behaltens- und Verständnisfragen berücksichtigt.

Diese wurden in Form von Fragebögen überwiegend im Multiple Choice Format präsentiert, und dienten zur Erfassung der Behaltens- und Verstehensleistung, während die benötigte Lernzeit in Form von Reaktionszeiten mit Hilfe einer Experimentalsoftware aufgezeichnet wurde. Auch die Erhebung des Vorwissens erfolgte anhand von Multiple Choice Fragen, zur Analyse des bestehenden Aufmerksamkeitsniveaus wurde dagegen ein standardisiertes psychologisches Testverfahren genutzt. Die Entscheidung für die zweite, überarbeitete Version des Frankfurter-Aufmerksamkeits-Inventars (FAIR-2) von Moosbrugger und Oehlschlägel (2011) gründet dabei darin, dass sich die hier zugrundeliegende konzeptuelle Definition von Aufmerksamkeit in sehr treffender Weise an das Verständnis kontrollierter Aufmerksamkeit anschließt, welches im Rahmen der vorliegenden Arbeit postuliert wird.

2.3 Materialien

Unter Zuhilfenahme von Microsoft PowerPoint wurden aus dem einführenden Lerntext zur Faktorenanalyse für die Bedingungen mit und ohne seductive details jeweils 16 Bilddateien mit einem Instruktionstext und 15 Lerntexten im PNG-Format (Auflösung 960 x 720 Pixel) mit einer mittleren Dateigröße von 23.9 ($SD = 6.3$) KB und einer Schriftgröße von 14 Punkt im Haupttext erstellt. Ein Lerntext ohne seduktive Textpassage ist beispielhaft in Abbildung 1 dargestellt, die übrigen Lerntexte mit und ohne seduktive Textpassagen sind im Anhang ab Seite 55 zu finden.

Zur Aufzeichnung und späteren Analyse der Reaktionszeiten wurden diese Dateien in die nichtkommerzielle Experimentalsoftware PXLab (Irtel, 2007) eingebunden, die auf der Programmiersprache Java basiert, und neben vielen anderen Funktionen auch die Einbindung extern erzeugter Stimuli wie Grafik- oder Videodateien ermöglicht. Die Präsentation erfolgte mit Hilfe eines handelsüblichen 15-Zoll-Notebooks der Marke Fujitsu Siemens, welches mit dem Betriebssystem Windows XP Professional (Version 5.1) ausgestattet war, und über eine maximale Displayauflösung von 1024 x 768 Pixeln verfügte. Die vorliegende PXLab Version 2.1.19 konnte unter dieser Konfiguration mit einer Bildschirm-

auflösung von 96 dpi, einer Timerauflösung von weniger als einer Millisekunde, sowie einer Video Refresh Rate von 51.30 Hz genutzt werden.

Bestimmung der Anzahl der Faktoren

Um nun die Anzahl der Faktoren zu bestimmen, die eine hinreichend gute Abbildung der in den Variablen enthaltenen Information ermöglichen, sind u. a. zwei Verfahren vorhanden, die in der Regel zu einer übereinstimmenden Anzahl bedeutsamer Faktoren führen.

Kaiser-Guttman-Kriterium: Nach diesem Kriterium wird jeder Faktor, dessen **Eigenwert** > 1 ist, als bedeutsam angesehen. Begründet wird die Anwendung dieses Kriteriums dadurch, dass ein Faktor, dessen Eigenwert (Anteil der durch den Faktor aufgeklärten Gesamtvarianz aller Variablen) < 1 ist, weniger Varianz erfasst als eine ursprüngliche Variable, deren standardisierte Varianz 1 beträgt.

Die fünf für unseren Beispieldatensatz extrahierten Faktoren weisen folgende Eigenwerte auf:

| | Faktor 1 | Faktor 2 | Faktor 3 | Faktor 4 | Faktor 5 |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Eigenwert | 2.645 | 1.934 | 0.369 | 0.039 | 0.013 |

Dem Kaiser-Guttman-Kriterium zufolge werden Faktor 1 und Faktor 2 als bedeutsam angesehen, da nur deren Eigenwerte > 1 sind.

Abbildung 1. Lerntext 9 ohne seduktive Textpassage.

In den Trials ohne Ablenkung erfolgte die Messung der Reaktionszeiten jeweils von Beginn der Präsentation der Textseite an bis zum Drücken der Leertaste durch die Teilnehmenden. Die Trials mit Ablenkung wiesen eine differente Ablaufstruktur auf, da hier der Lerntext zunächst für die Dauer von fünf Sekunden ohne Beeinträchtigung dargeboten wurde, nach Ablauf dieser Zeitspanne jedoch eine der ablenkenden Einblendungen in der Mitte des Bildschirms erschien. Abbildung 2 zeigt beispielhaft eine solche ablenkende Einblendung, die Übrigen sind im Anhang ab Seite 53 abgedruckt. Während für die Navigation zwischen den Folien stets die Leertaste gedrückt werden musste, war die Entfernung der Ablenkungen nur mit Hilfe der linken Maustaste möglich. Für die Berechnung der Gesamtreaktionszeit dieser Trials wurden dann jeweils die Zeitspanne ohne Beeinträchtigung, die Zeitspanne bis zum Entfernen der Ab-

lenkung durch die Betätigung der linken Maustaste, und die Zeitspanne bis zum Beenden des Trials durch Drücken der Leertaste addiert.

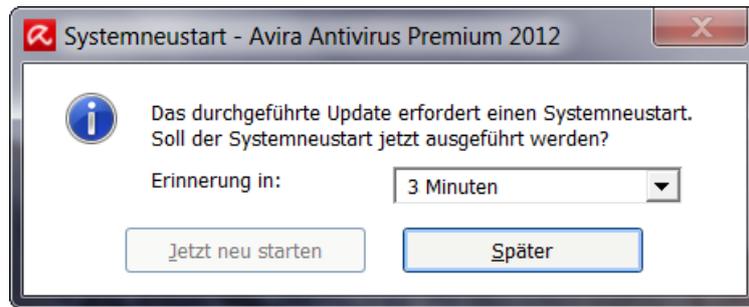


Abbildung 2. Ablenkende Einblendung 4 (präsentiert im Zusammenhang mit Lerntext 14).

Die Erfassung der Behaltens- und Verstehensleistung, sowie des Vorwissens erfolgte analog zu Rey (eingereicht) mit Hilfe von Fragebögen im Paper-Pencil-Format, deren Items detailliert im Anhang ab Seite 67 dargestellt sind. Die Behaltensleistung wurde dabei durch zehn Multiple Choice Fragen mit jeweils drei bis fünf Antwortoptionen erhoben, die sich im Wesentlichen auf die korrekte Wiedergabe der präsentierten Informationen zur Faktorenanalyse bezogen. So wurde beispielsweise die Frage gestellt „In manchen Fällen wird eine Rotation der Faktorenlösung durchgeführt. Welche Aussage(n) trifft (treffen) diesbezüglich zu, welche nicht?“, und dazu die drei Antwortmöglichkeiten (1) „Eine Rotation ist nur dann sinnvoll, wenn die Variablen nur auf einen Faktor hoch und auf die übrigen Faktoren gering laden“, (2) „Das Ziel der Faktorrotation ist eine sog. Einfachstruktur.“ und (3) „Wird die Rotation graphisch veranschaulicht, so liegen die empirischen Variablen nach der Rotation näher beieinander.“ vorgegeben. Die Aufgabe der Versuchspersonen bestand hier darin, jede Antwortoption auf ihre Korrektheit hin zu prüfen, und dies durch die Eintragung des entsprechenden Buchstabens, d.h. „R“ für zutreffend/richtig bzw. „F“ für nicht zutreffend/ falsch, zu kennzeichnen. Die Anzahl korrekter Antworten war dabei nicht festgelegt, und variierte vom Zutreffen keiner bis hin zum Zutreffen aller Antwortmöglichkeiten.

Die Verstehensleistung wurde ebenfalls durch zehn Fragen adressiert, die jedoch über die reine Reproduktion des gelernten Faktenwissens hinaus auf dessen konkrete Anwendung in neuen Kontexten zielten. Fünf der Fragen wur-

den im Multiple Choice Format präsentiert, während die Aufgabenstellung bei den anderen fünf Fragen eine grafische oder tabellarische Darstellung enthielt. Die Präsentation und Bearbeitung der Multiple Choice Fragen erfolgte analog zu den Behaltensfragen, bei den übrigen Fragen war jeweils eine numerische Lösung in ein dafür vorgesehenes Antwortfeld einzutragen oder die Auswahl der zutreffenden Möglichkeit durch Ankreuzen des Antwortfeldes kenntlich zu machen. Ein Beispiel für eine Frage im Multiple Choice Format wäre hier „In manchen Fällen wird eine Rotation der Faktorenlösung durchgeführt. Welche Aussage(n) trifft (treffen) diesbezüglich zu, welche nicht?“ mit den vier Antwortmöglichkeiten (1) „Die Rotation vergrößert die Gesamtvarianz, die durch die Faktoren aufgeklärt werden kann.“, (2) „Durch die Rotation verändern sich die Ladungen der Variablen auf die Faktoren.“, (3) „Durch die Rotation verändern sich Eigenwerte und Kommunalitäten.“ und (4) „Wenn die Rotation der Faktorenlösung nicht zu einer Einfachstruktur führt, ist stets die unrotierte Faktorenlösung zu bevorzugen.“ Die Fragen mit grafischem bzw. tabellarischem Inhalt enthielten zu Beginn stets eine kurze Beschreibung des zugrunde liegenden Sachverhalts, beispielsweise „Eine Faktorenanalyse über 20 Variablen hinweg liefert Ihnen drei bedeutsame orthogonale Faktoren mit folgenden Eigenwerten“, dem eine Tabelle oder Abbildung folgte. Im angeführten Beispiel war an dieser Stelle die tabellarische Darstellung der Eigenwerte dreier Faktoren eingefügt. Anschließend wurde die konkrete Aufgabenstellung benannt, die in diesem Fall in der Ermittlung des prozentualen Varianzanteils der Variablen bestand, der durch die drei Faktoren aufgeklärt werden konnte. Die Antwort war jeweils in das entsprechend vorbereitete Antwortfeld einzutragen.

Auch der Vorwissensstand der Teilnehmenden wurde durch zehn Multiple Choice Fragen festgestellt, die nach dem oben dargestellten Muster zu bearbeiten waren. Eine Beispielfrage aus diesem Bereich lautete „Welche(s) der folgenden Konzepte spielen (spielt) im Rahmen der Faktorenanalyse eine Rolle?“, zu der die fünf Antwortmöglichkeiten „Eigenwert“, „Diskriminanzfunktion“, „Kommunalität“, „Ladung“ und „Dendrogramm“ vorgegeben wurden. Darüber hinaus umfasste der Versuchsablauf abschließend noch Angaben zu Alter, Geschlecht, Studienort, Studiengang, Semesteranzahl und Studienverlauf, sowie in den entsprechenden Bedingungen drei allgemeine Angaben zur Untersu-

chung, die im direkten Zusammenhang mit den ablenkenden Einblendungen standen, d.h. Art und Anzahl der Einblendungen, verwendetes Betriebssystem und genutzte Anti-Viren Software abfragten.

Mit Hilfe des FAIR-2 (Moosbrugger & Oehlschlägel, 2011), kann die allgemeine Fähigkeit erfasst werden, die Aufmerksamkeit gezielt auf die jeweils aufgabenrelevanten Informationen auszurichten, und dabei irrelevante Aspekte auszublenden. Eine explizite Abgrenzung des Aufmerksamkeitskonstrukts vom Aspekt der Konzentration treffen die Autoren dabei nicht, sondern verstehen Konzentration vielmehr als Facette eines mehrdimensionalen Aufmerksamkeitskonstrukts, die sich aus dem Zusammenspiel verschiedener Komponenten der Aufmerksamkeit ergibt. Zur Erfassung der Aufmerksamkeitsleistung werden den Testpersonen hier auf zwei Testseiten visuelle Muster präsentiert, die aus einer Anordnung von zwei oder drei Punkten in einer geometrischen Innenform (Kreis oder Quadrat) bestehen, welche wiederum mit einer kreisförmigen Außenmaske versehen ist. Die Zeichen unterscheiden sich dabei hinsichtlich der drei Merkmalsdimensionen der Art der Innenform (Kreis oder Quadrat), der Anzahl der Punkte (zwei oder drei Punkte) und der Anordnung der Punkte, wobei lediglich die ersten beiden Dimensionen für die Diskriminierung der Zielreize Relevanz besitzen. Insgesamt umfasst das Testverfahren 640 solcher Testitems, die sich auf zwei Testseiten mit jeweils 16 Zeilen und 20 Testitems pro Zeile verteilen.

Von den beiden existierenden parallelen Testformen, die sich lediglich in Bezug auf die zu identifizierenden Zielitems, nicht jedoch hinsichtlich des Schwierigkeitsgrads der Aufgabenstellung unterscheiden, wurde im Rahmen dieser Untersuchung aufgrund der aktuelleren Normwerte Testform A eingesetzt. Nach einer ausführlichen Instruktion zu Beginn, welche auch die Bearbeitung einer Übungszeile umfasst, besteht die Aufgabe der Testperson nun darin, innerhalb einer begrenzten Bearbeitungsdauer von drei Minuten pro Testseite möglichst viele der als Zielitems definierten Muster (in Testform A: Kreis mit drei Punkten und Quadrat mit zwei Punkten) zu markieren. Dabei soll instruktionsgemäß zwar schnell, aber dennoch möglichst fehlerfrei gearbeitet werden. Die Bearbeitung der Testitems erfolgt nach dem vollständigen Markierungsprinzip,

d.h. unterhalb jeder Itemzeile ist jeweils eine durchgehende Linie zu ziehen, und jedes vermeintliche Zielitem durch einen Zacken der Linie in das Item hinein zu kennzeichnen. Als Fehler werden daher beispielsweise Unterbrechungen der Linie, das Auslassen von Items oder nachträgliche Verbesserungen falscher Markierungen durch Durchstreichen oder Hinzufügen von Linien gewertet.

Die Beurteilung der jeweils erzielten Testleistung erfolgt im Rahmen des FAIR-2 üblicherweise mit Hilfe der Berechnung von vier Kennwerten. Der Markierungswert M bezieht sich dabei auf die Anzahl korrekt markierter Items und drückt aus, ob und inwieweit eine Testperson die Bearbeitungsinstruktion verstanden hat. Bezug auf das individuelle Arbeitstempo nimmt der Leistungswert L, der das Ausmaß kognitiver Ressourcen abbildet, die erfolgreich zur konzentrierten Bearbeitung der einzelnen Items eingesetzt werden konnten. Im Qualitätswert Q zeigt sich der Anteil konzentriert abgegebener Urteile an allen abgegebenen Urteilen, weshalb sich dieser Kennwert als Indikator für Sorgfalt und relative Fehlerfreiheit bei der Itembeurteilung verstehen lässt. Von den Autoren wird der Qualitätswert darüber hinaus beschrieben als Ausdruck einer „übergeordnete[n] kognitive[n] Selbstkontrollfunktion der Aufmerksamkeit, deren Aufgabe darin besteht, Phasen unkonzentrierten Arbeitens zu vermeiden“ (Moosbrugger & Oehlschlägel, 2011, S. 57f). Im Kontinuitätswert K schließlich drückt sich das Ausmaß der kontinuierlich aufrechterhaltenen Konzentration aus, das sich aus einer multiplikativen Verknüpfung des Leistungswerts L und des Qualitätswerts Q ergibt. Damit fließt in diesen Kennwert sowohl der quantitative Aspekt der für die Aufgabe verfügbaren kognitiven Ressourcen, als auch der qualitative Aspekt der Selbstkontrolle ein. Legen hohe Fehlerzahlen im Zuge der Auswertung den Verdacht einer instruktionswidrigen Bearbeitung nahe, lassen sich im Rahmen einer Zusatzauswertung auffällige Fehlermuster identifizieren, und die Berechnungen der Testkennwerte entsprechend adjustieren.

Der FAIR-2 weist in der verwendeten Form A insgesamt zufriedenstellende Gütekriterien auf. So bewegen sich die Split-half-Reliabilitäten für den Leistungswert L und den Kontinuitätswert K mit über .90, sowie den Qualitätswert mit annähernd .80 im mittleren bis oberen Normbereich (Bühner, 2006, S. 140). Lediglich der Markierungswert weist eine niedrigere Reliabilität von knapp über

.60 auf. In Bezug auf die konvergente Validität werden moderate bis hohe Zusammenhänge mit anderen Aufmerksamkeits- und Konzentrationstests wie z.B. dem Frankfurter Adaptiven Konzentrationsleistungs-Test (FAKT; Moosbrugger & Heyden, 1997), dem Aufmerksamkeits-Belastungs-Test (Test d2; Brickenkamp, 1981) oder der Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP; Zimmermann & Fimm, 1993) berichtet. Gleichzeitig erreichen die Korrelationen mit verschiedenen Intelligenzmaßen wie der Grundintelligenztest Skala 3 (CFT 3; Cattell & Weiß, 1971), dem Hamburg-Wechsler Intelligenztest für Erwachsene – Revision (HAWIE-R; Tewes, 1991), der Skala 4 zur Erfassung der Problemlösefähigkeit des Leistungsprüfsystems (LPS; Horn, 1983) oder dem Intelligenz-Struktur-Test 70 (I-S-T 70; Amthauer, 1973) lediglich eine geringe bis mittlere Höhe, was auf diskriminante Validität gegenüber dem Intelligenzkonstrukt hinweist. Die Angaben zur Validität beziehen sich im Testmanual dabei auf die erste Auflage des FAIR (Moosbrugger & Oehlschlägel, 1996).

2.4 Versuchsablauf

An die Begrüßung und Unterzeichnung der Einverständniserklärung schloss sich die Bearbeitung des FAIR-2 in der bereits beschriebenen Weise an. Für ein umfassendes Verständnis der wesentlichen Bearbeitungsdetails wurden diese zu Testbeginn zusätzlich auch mündlich erläutert. Vor der Präsentation der Lernmaterialien zur Faktorenanalyse erhielten die Testpersonen den Fragebogen zur Erhebung des Vorwissensstands und wurden dabei instruiert, jede der Antwortmöglichkeiten mit einer Bewertung zu versehen, und im Zweifelsfall auch zu raten. Im Rahmen der anschließenden Darbietung des Instruktionstextes und der 15 Lerntexte erfolgten zu Beginn einige organisatorische Hinweise, beispielsweise in Bezug auf die Verwendung der Leertaste zur Navigation zwischen den Folien, sowie das Fehlen der Möglichkeit, zurückliegende Lerntexte nochmals aufzurufen. Darüber hinaus wurden die Versuchspersonen gebeten, sich bei Verständnisfragen sofort an die Versuchsleiterin zu wenden. Nach Beenden der computervermittelten Lernaufgabe erhielten die Versuchspersonen einen weiteren Fragebogen, welcher die beschriebenen Behaltens- und Verstehensfragen, in den entsprechenden Bedingungen Fragen zu den eingblendeten Ablenkungen, sowie einige demographische Angaben um-

fasste. Mit einem kurzen Debriefing und der daran anschließenden Verabschiedung der Testpersonen endete der Versuchsablauf. Die durchschnittliche Gesamtdauer eines Untersuchungstermins betrug eine Stunde und 12 Minuten ($SD = 16$ Minuten), und bewegte sich im Bereich von 45 Minuten im schnellsten, bis hin zu einer Stunde und 52 Minuten im langsamsten Fall.

2.5 Scoring

Die Gesamtscores der Behaltens- und Verstehensleistung errechneten sich durch das Aufsummieren der Punkte aus den jeweils zugehörigen Einzelitems, wobei für jede korrekt bewertete oder ausgewählte Antwortmöglichkeit bzw. jede korrekt eingetragene numerische Lösung innerhalb eines Items ein Punkt vergeben wurde. Damit war es den Teilnehmenden auch dann möglich Punkte zu erhalten, wenn sie nicht alle Antwortmöglichkeiten innerhalb eines Items korrekt bewerteten. Keine Punkte vergeben wurden für falsch bewertete Antwortmöglichkeiten, für fehlende Antworten und auch für die Angabe mehrerer Möglichkeiten bei numerischen Antworten bzw. Antworten zum Ankreuzen, da in der Instruktion hier ausdrücklich die Entscheidung für eine Antwortmöglichkeit gefordert war. Auf diese Weise konnte eine maximale Gesamtpunktzahl von 40 Punkten für die Behaltensleistung und 25 Punkten für die Verstehensleistung erreicht werden.

Bei der Ermittlung der Vorwissensleistung wurde jeweils ein Punkt vergeben, wenn alle Antwortmöglichkeiten eines Items korrekt mit „R“ bzw. „F“ versehen waren. Das Vorgehen gestaltete sich damit abweichend von der Ermittlung der Behaltens- und Vorwissensleistung. Von den Teilnehmenden konnte hier daher nur ein maximaler Testscore von zehn Punkten erzielt werden, wobei ein höherer Wert auf ein umfangreicheres Vorwissen zur Faktorenanalyse hinwies.

Als Indikator für die Lernzeit dienten die Reaktionszeiten, die bei der Betrachtung der Lerntexte mit Hilfe der Experimentalsoftware aufgezeichnet wurden. Aus diesen wurden die durchschnittlichen mittleren Betrachtungszeiten durch Bildung der jeweiligen Mittelwerte über die manipulierten Lerntexte hinweg errechnet. Für die unabhängige Variable der seductive details gingen dabei $n = 9$ Textseiten (Lerntexte 2, 4, 5, 7-11 und 14) in die Berechnung ein, wäh-

rend die Lernzeit der unabhängigen Variable der Aufmerksamkeitsbeeinträchtigung aus $n = 4$ Textseiten (Lerntexte 5, 8, 11 und 14) gebildet wurde. Die Gesamtscores wurden anschließend durch eine Lineartransformation von Millisekunden in Minuten umgerechnet, um eine übersichtlichere Darstellung der Werte zu ermöglichen.

Wie bereits ausgeführt, bietet der FAIR-2 (Moosbrugger & Oehlschlägel, 2011) die Möglichkeit zur Berechnung von vier Kennwerten, die verschiedene Facetten der jeweils erzielten Testleistung abbilden. Zur Operationalisierung des bestehenden Aufmerksamkeitsniveaus wurde hier der z-standardisierte, adjustierte Rohwert des Kontinuitätswerts K genutzt, der aus der multiplikativen Verknüpfung des Leistungswerts L und des Qualitätswerts Q gebildet wird. Der Leistungswert L wird dabei aus der Gesamtmenge der instruktionsgemäß bearbeiteten Items abzüglich der Fehlersumme gebildet, der Qualitätswert Q ergibt sich daraus anhand der Division durch die Gesamtmenge der bearbeiteten Items, unabhängig davon ob diese instruktionsgemäß oder instruktionswidrig bearbeitet wurden. Die Entscheidung für die Verwendung des Kontinuitätswerts K gründet darin, dass er zum einen ein umfassenderes Konstrukt abbilden kann, und sich zum anderen laut Auffassung der Autoren als Indikator der Aufmerksamkeitsleistung verstehen lässt, der durch den jeweiligen individuellen Arbeitsstil am wenigsten beeinflusst wird. Die Adjustierung erfolgte durch Ersetzen des konventionell berechnete Rohwerts mit dem entsprechend angepassten Testwert bei Teilnehmenden mit Zusatzfehlern. Aufgrund der näherungsweise Normalverteilung konnten die Rohwerte abschließend in standardisierte z-Werte transformiert werden, wodurch die Vergleichbarkeit mit anderen Normskalen hergestellt wird.

3 Ergebnisse

Tabelle 2 stellt die deskriptiven Kennwerte der Vorwissensleistung und der abhängigen Variablen in den Experimentalbedingungen dar. Deutlich wird hier, dass die Teilnehmenden überwiegend wenig oder kein Vorwissen über das Themengebiet der Faktorenanalyse besaßen, worauf auch der niedrige Gesamtmittelwert der Vorwissensleistung von $M = 0.98$ ($SD = 1.58$) Punkten über alle Experimentalbedingungen hinweg schließen lässt.

Tabelle 2

Deskriptive Kennwerte zu Vorwissen, Behaltens- und Verstehensleistung, sowie den Lernzeiten in den experimentell manipulierten Trials (mit vs. ohne seductive details, mit vs. ohne Aufmerksamkeitsbeeinträchtigung)

| Experimental- bedingung | | | Vorwissen | | Behaltens- leistung | | Verstehens- leistung | | Lernzeit 1 | | Lernzeit 2 | |
|----------------------------|------|----|-----------|------|------------------------|------|-------------------------|------|------------|------|------------|------|
| UV 1 | UV 2 | N | M | SD | M | SD | M | SD | M | SD | M | SD |
| - | - | 13 | 0.46 | 0.78 | 25.15 | 4.53 | 13.85 | 2.94 | 1.55 | 0.71 | 1.87 | 1.00 |
| + | - | 13 | 0.85 | 0.90 | 25.85 | 4.78 | 12.54 | 2.54 | 1.87 | 0.59 | 2.00 | 0.75 |
| - | + | 14 | 0.86 | 1.61 | 23.36 | 3.61 | 13.43 | 2.88 | 1.54 | 0.54 | 1.96 | 0.74 |
| + | + | 13 | 1.77 | 2.35 | 27.00 | 5.90 | 14.62 | 4.21 | 1.83 | 0.42 | 2.12 | 0.51 |

Anmerkungen. UV1: An-/ Abwesenheit von seductive details, UV2: An-/ Abwesenheit von Aufmerksamkeitsbeeinträchtigung (jeweils durch „+“ bzw. „-“ gekennzeichnet); N: Größe der Zellbesetzung; Lernzeit 1: durchschnittliche mittlere Betrachtungszeit in Trials mit Manipulation der seductive details, Lernzeit 2: durchschnittliche mittlere Betrachtungszeit in Trials mit Manipulation der Aufmerksamkeitsbeeinträchtigung.

In den inferenzstatistischen Analysen zeigte sich ein signifikanter Einfluss des Vorwissens auf die Behaltensleistung, $F(1, 48) = 5.73$, $p = .02$, $\eta_p^2 = .11$, sowie die Verstehensleistung, $F(1, 48) = 10.53$, $p < .01$, $\eta_p^2 = .18$, weshalb dieses als Kovariate in die folgenden varianzanalytischen Auswertungen mit aufgenommen wurde. Für die abhängigen Variablen der Behaltens- und Verstehensleistung, sowie der durchschnittlichen mittleren Betrachtungszeiten der

experimentell variierten Trials, d.h. der Lernzeiten, wurden jeweils Kovarianzanalysen (ANCOVAs) mit den zweifach-gestuftten unabhängigen Variablen der seductive details (vorhanden vs. nicht vorhanden) und der Aufmerksamkeitsbeeinträchtigung (vorhanden vs. nicht vorhanden) als Zwischensubjektfaktoren berechnet.

3.1 Voraussetzungen zur Durchführung der ANCOVAs

Zur Durchführung der beschriebenen Analysen sollten die abhängigen Variablen Intervallskalenniveau aufweisen, was sowohl für die Behaltens- und Verstehensleistung, als auch für die durchschnittlichen Lernzeiten zutrifft. Durch die randomisierte Zuteilung der Teilnehmenden auf die Experimentalbedingungen mit Hilfe von Zufallszahlen wird die Unabhängigkeit der Fehlerkomponenten von den Treatment-Effekten als weitere Annahmeveraussetzung sichergestellt. Das Vorliegen einer univariaten Normalverteilung der abhängigen Variablen wurde anhand des Kolmogorov-Smirnoff Tests geprüft und diese Annahme vorläufig beibehalten, da sich weder für die Behaltens- und Verstehensleistung, noch für die entsprechenden Lernzeiten signifikante Werte zeigten ($.25 \leq p \leq .90$). Zur Feststellung der Homogenität der Varianz-Kovarianz-Matrizen (Homoskedastizität) wurde ein Box-M-Test durchgeführt, dessen Nichtsignifikanz ($p = .33$) auf die Erfüllung dieser Annahmeveraussetzung hinweist. Auch das Vorliegen gleicher Fehlervarianzen lässt sich auf Basis der nichtsignifikanten Ergebnisse des Levene-Tests vermuten ($.16 \leq p \leq .56$).

3.2 Hypothese 1 – Seductive detail Effekt

In den deskriptiven Analysen erzielten die Studierenden im Mittel eine Behaltensleistung von $M = 24.22$ ($SD = 4.10$) Punkten in den Bedingungen ohne, und eine mittlere Behaltensleistung von $M = 26.42$ ($SD = 5.29$) Punkten in den Bedingungen mit seductive Details. Die ANCOVA erbrachte keinen signifikanten Unterschied zwischen den Bedingungen, $F(1, 48) = 1.41$, $p = .24$, $\eta_p^2 = .03$, $d = -0.47$. Die mittlere Verstehensleistung in den Bedingungen ohne seductive details betrug $M = 13.63$ ($SD = 2.86$) Punkte, und gestaltete sich mit $M = 13.58$ ($SD = 3.57$) Punkten ähnlich in den Bedingungen mit seductive details.

In der ANCOVA wurde kein signifikanter Unterschied zwischen den Bedingungen, $F(1, 48) = 0.59$, $p = .45$, $\eta_p^2 = .01$, $d = 0.02$ deutlich. Bezüglich der durchschnittlichen mittleren Betrachtungszeit der entsprechenden Textseiten zeigte sich jedoch ein signifikanter Unterschied zwischen den Bedingungen ohne ($M = 1.54$, $SD = 0.62$ Minuten) und mit seductive details ($M = 1.85$, $SD = 0.50$ Minuten), $F(1, 48) = 4.65$, $p = .04$, $\eta_p^2 = .09$, $d = -0.54$.

Die negative Auswirkung der seductive details auf die Behaltens- und Verstehensleistung, die in der ersten Hypothese postuliert wurde, ließ sich auf Basis der vorliegenden Analysen daher nicht bestätigen. Deutlich wurde jedoch, dass seductive details die benötigte Lernzeit in der Größe eines mittleren Effekts (Cohen, 1988) signifikant verlängerten.

3.3 Hypothese 2 – Induktion beeinträchtigter Aufmerksamkeit

Die mittlere Behaltensleistung betrug $M = 25.50$ ($SD = 4.57$) Punkte in den Bedingungen ohne, und $M = 25.11$ ($SD = 5.11$) Punkte in den Bedingungen mit induzierter Aufmerksamkeitsbeeinträchtigung. In der ANCOVA wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Bedingungen deutlich, $F(1, 48) = 0.59$, $p = .45$, $\eta_p^2 = .01$, $d = 0.08$. Ein ähnliches Befundmuster zeigte sich in Bezug auf die Verstehensleistung. Hier erzielten die Studierenden in den Bedingungen ohne Aufmerksamkeitsbeeinträchtigung im Mittel einen Wert von $M = 13.19$ ($SD = 2.77$) Punkten, und eine durchschnittliche Punktzahl von $M = 14.00$ ($SD = 3.56$) Punkten in den Bedingungen mit Aufmerksamkeitsbeeinträchtigung. Der Mittelwertsunterschied zwischen den Gruppen erreichte dabei ebenfalls keine Signifikanz, $F(1, 48) = 0.09$, $p = .76$, $\eta_p^2 < .01$, $d = -0.26$. Für die durchschnittliche Lernzeit in den aufmerksamkeitsbeeinträchtigten Trials ergab sich ein Mittelwert von $M = 1.93$ ($SD = 0.87$) Minuten wenn keine Aufmerksamkeitsbeeinträchtigung vorlag, während Studierende in den Bedingungen mit beeinträchtigter Aufmerksamkeit eine durchschnittliche mittlere Lernzeit von $M = 2.04$ ($SD = 0.63$) Minuten benötigten. Die ANCOVA wies nicht auf das Vorliegen eines signifikanten Unterschieds zwischen den Bedingungen hin, $F(1, 48) = 0.40$, $p = .53$, $\eta_p^2 = .01$, $d = -0.14$.

Eine moderierte Regressionsanalyse zum Einfluss des bestehenden Aufmerksamkeitsniveaus, operationalisiert durch den Kontinuitätswert K aus dem FAIR-2 (Moosbrugger & Oehlschlägel, 2011), auf den Zusammenhang zwischen dem Vorliegen einer Aufmerksamkeitsbeeinträchtigung und der Behaltensleistung weist allerdings auf einen signifikanten Moderationseffekt hin, $\beta(\text{standardisiert}) = .28$, $t(49) = 2.09$, $p = .04$. Zur detaillierteren Betrachtung des zugrundeliegenden Befundmusters wurde eine Simple Slope Analyse durchgeführt, in der sich die zusätzliche Induktion beeinträchtigter Aufmerksamkeit nur dann negativ auf die Behaltensleistung auswirkte, wenn das bestehende Aufmerksamkeitsniveau niedrig ausgeprägt war. Statistisch zeigte sich dies anhand des marginal signifikanten standardisierten Simple Slope Koeffizienten für eine niedrige Ausprägung des Aufmerksamkeitsniveaus als moderierender Variable, $\beta(\text{standardisiert}) = -.34$, $p = .08$.

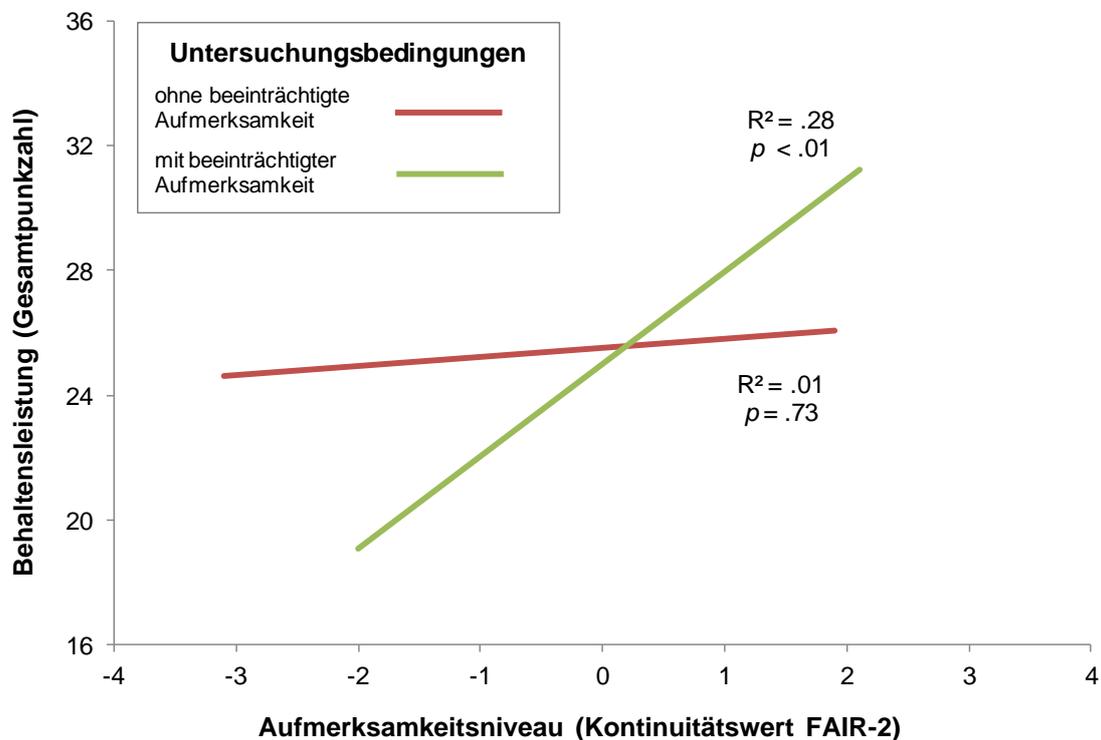


Abbildung 3. Einfluss des Aufmerksamkeitsniveaus, erfasst durch den z-standardisierten, adjustierten Kontinuitätswert K des FAIR-2 (Moosbrugger & Oehlschlägel, 2011) auf die Behaltensleistung (berechnet über die Punktschme der Behaltensfragen) in den Untersuchungsbedingungen mit und ohne Aufmerksamkeitsbeeinträchtigung. Die Abbildung zeigt nicht die tatsächlich beobachteten Datenpunkte, sondern die jeweils daraus errechneten Regressionsgeraden.

Abbildung 3 stellt die jeweils erzielte Behaltensleistung in den Bedingungen mit und ohne beeinträchtigte Aufmerksamkeit in Abhängigkeit von dem im FAIR-2 erreichten Kontinuitätswert als Kenngröße des Aufmerksamkeitsniveaus dar. Deutlich wird dabei, sich die Behaltensleistung nur bei beeinträchtigter Aufmerksamkeit in Abhängigkeit vom gemessenen Aufmerksamkeitsniveau veränderte ($R^2 = .28$, $p < .01$), während in den Bedingungen ohne Aufmerksamkeitsbeeinträchtigung kein analoger Effekt auftrat ($R^2 = .01$, $p = .73$).

Somit lässt sich die negative Auswirkung beeinträchtigter Aufmerksamkeit auf die Behaltens- und Verstehensleistung, sowie die Verlängerung der Lernzeiten, die in der zweiten Hypothese postuliert wurden, hier nicht bestätigen. Trotzdem weist die moderierte Regressionsanalyse darauf hin, dass der Aspekt der Aufmerksamkeit zumindest auf die Behaltensleistung einen gewissen Einfluss besitzt.

3.4 Hypothese 3 – Interaktion der unabhängigen Variablen

Signifikante Interaktionseffekte zwischen dem Vorliegen von seductive details und der Induktion beeinträchtigter Aufmerksamkeit ließen sich weder in Bezug auf die Behaltensleistung, $F(1, 48) = 0.93$, $p = .34$, $\eta_p^2 = .02$, noch auf die Verstehensleistung, $F(1, 48) = 1.58$, $p = .22$, $\eta_p^2 = .03$ feststellen. Auch wurden keine entsprechenden Effekte auf die Lernzeiten in den experimentell manipulierten Trials mit vs. ohne seductive details, $F(1, 48) < 0.01$, $p = .90$, $\eta_p^2 < .01$ oder mit vs. ohne Aufmerksamkeitsbeeinträchtigung, $F(1, 48) = 0.01$, $p = .98$, $\eta_p^2 < .01$ deutlich.

Auch die dritte Hypothese konnte damit nicht bestätigt werden, da sich die negative Wirkung der seductive details durch die zusätzliche Induktion beeinträchtigter Aufmerksamkeit nicht verstärkte, und auch keine zusätzliche Steigerung der Lernzeit bedingte. Die Teststärke ($1-\beta$) betrug für die Haupt- und Interaktionseffekte der Kovarianzanalysen (ANCOVAs) allerdings nur jeweils .43 für einen mittleren Effekt von $f = .25$ (Cohen, 1988) und eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = .05$.

3.5 Weitere Befunde

Zusätzlich zu den beschriebenen Analysen wurden auch moderierte Regressionsanalysen mit weiteren potentiellen Einflussvariablen durchgeführt. Hierbei zeigte sich ein marginal signifikanter Moderationseffekt der Altersvariable auf den Zusammenhang zwischen dem Vorliegen von seductive details und der Behaltensleistung, $\beta(\text{standardisiert}) = -.26$, $t(49) = -1.88$, $p = .07$. Eine Simple Slope Analyse machte deutlich, dass die Behaltensleistungen beim Vorliegen von seductive details dann höher ausgeprägt war, wenn das Alter in niedriger Ausprägung vorlag, $\beta(\text{standardisiert}) = .49$, $p = .01$. Ein ähnlicher Effekt zeigte sich tendenziell auch für ein mittleres Alter, $\beta(\text{standardisiert}) = .23$, $p = .08$, während in den höheren Altersgruppen ein analoger gegenläufiger Effekt nicht zu beobachten war, $\beta(\text{standardisiert}) = -.02$, $p = .90$.

Ebenfalls deutlich wurde ein marginal signifikanter Moderationseffekt der Tageszeit (operationalisiert durch die jeweilige Startzeit des Erhebungstermins) auf den Zusammenhang zwischen dem Vorliegen von seductive details und der Lernzeit in den entsprechend experimentell manipulierten Trials, $\beta(\text{standardisiert}) = -.24$, $t(49) = -1.74$, $p = .09$. Nach Betrachtung des Befundmusters der zugehörigen Simple Slope Analyse verlängerte sich die Lernzeit signifikant beim Vorliegen von seductive details bei einer frühen Tageszeit, $\beta(\text{standardisiert}) = .50$, $p = .01$. Auch für eine mittlere Tageszeit bewegte sich der Effekt nur geringfügig über einem Signifikanzniveau von $p = .05$, $\beta(\text{standardisiert}) = .27$, während sich bei einer späten Tageszeit kein analoges Befundmuster zeigte, $\beta(\text{standardisiert}) = .03$, $p = .88$.

Damit wird deutlich, dass zumindest auf den Zusammenhang zwischen der manipulierten unabhängigen Variable der seductive details, und den abhängigen Variablen der Behaltensleistung und der Lernzeit noch weitere Faktoren Einfluss zu nehmen scheinen.

4 Diskussion

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde ein Erklärungsansatz für das Auftreten des seductive detail Effekts untersucht, der dessen Ursache in einer Beeinträchtigung der Aufmerksamkeit durch die Ablenkung von den eigentlich lernrelevanten Kerninhalten sieht. Über diese, von Harp und Meyer (1998) als Distraktionshypothese bzw. von Lehman et al. (2007) als Hypothese reduzierter Aufmerksamkeit bezeichnete Erklärung hinaus postulieren Sanchez und Wiley (2006), dass sich der negative Einfluss der seductive details bei bereits beeinträchtigter Aufmerksamkeit noch verstärkt, und die Lernleistung zusätzlich verringert. Diese Annahme stand hier im Fokus der Analyse, und wurde durch die gezielte Induktion einer Aufmerksamkeitsbeeinträchtigung in den entsprechenden Bedingungen geprüft. Erwartet wurden dabei sowohl signifikante Einflüsse der seductive details (erste Hypothese), sowie der Aufmerksamkeitsbeeinträchtigung (zweite Hypothese) an sich auf die gezeigte Behaltens- und Versteheleistung, sowie die benötigte Lernzeit, als auch eine signifikante Wechselwirkung der beiden Experimentalfaktoren (dritte Hypothese) auf die genannten abhängigen Variablen.

In Bezug auf die erste Hypothese zeigte sich im Vergleich der Experimentalbedingungen keine signifikante Verschlechterung der Behaltens- und Versteheleistung durch das Einfügen von seductive details in den Lerntext. Nachgewiesen werden konnte jedoch eine signifikante Verlängerung der Lernzeit, wenn der Lerntext seduktive Textpassagen enthielt. Auch die zweite Hypothese ließ sich anhand der Ergebnisse nicht belegen, da die Induktion einer Aufmerksamkeitsbeeinträchtigung durch die gezielte Einblendung ablenkender Reize die Behaltens- und Versteheleistung ebenfalls nicht signifikant verringerte, und auch keine signifikante Steigerung der Lernzeit zu beobachten war. Deutlich wurde allerdings, dass sich bei Studierenden, die bereits zu Beginn der Erhebung ein eher niedrig ausgeprägtes Aufmerksamkeitsniveau aufwiesen, unter dieser Bedingung die Behaltensleistung signifikant verringerte. Da auch die in Hypothese drei postulierte Interaktion der beiden Experimentalfaktoren keine Signifikanz in Bezug auf die Behaltens- und Verständnisleistung oder die jewei-

ligen Lernzeiten erreichte, konnte im Rahmen dieser Untersuchung keine der drei Hypothesen vollständig bestätigt werden.

4.1 Erläuterung der Ergebnisse

Wie einleitend bereits ausgeführt wurde, ist die beeinträchtigende Wirkung von seductive details nicht unumstritten. Dies zeigt sich auch im insgesamt uneinheitlichen Effektmuster einschlägiger Untersuchungen, das von stützenden bis hin zu konträren Befunden reicht (Rey, 2011; Rey, im Druck). Im Kontext der vorliegenden Arbeit lässt sich das Fehlen signifikanter Effekte in Bezug auf die Verstehens- und Behaltensleistung vermutlich auch auf die mangelnde Teststärke von nur rund 43 % für einen mittleren Effekt zurückführen. Aufgrund der zu kleinen Stichprobengröße reicht diese nicht aus, um einen möglicherweise bestehenden Effekt mit dem gegebenen Design zu entdecken. Dennoch scheint das Einfügen seduktiver Textpassagen einen negativen Einfluss auf das Lernverhalten zu nehmen, da die Lernenden in diesen Bedingungen signifikant mehr Zeit benötigten, als dies in Bedingungen ohne seduktive Textpassagen der Fall war. Dies lässt sich als Hinweis darauf deuten, dass sich durch die Vorgabe einer festgelegten Zeit für die Erarbeitung und Wiedergabe der Lerninhalte möglicherweise ein entsprechender signifikanter seductive detail Effekt gezeigt hätte. Gestützt wird diese Vermutung durch die Metaanalyse von Rey (im Druck), in der sich sowohl für die Behaltens-, als auch die Verstehensleistung deutliche Unterschiede zwischen Untersuchungen mit und ohne Zeitbegrenzung zeigten. So verschlechterten sich Behaltens- und Verstehensleistung beim Vorliegen einer Zeitbegrenzung signifikant in Höhe eines mittleren bis starken Effekts, unabhängig davon, ob die Zeit nur in der Lernphase, nur in der Testphase oder in beiden Phasen begrenzt wurde. Für Untersuchungen ohne Zeitbegrenzung konnten dagegen lediglich geringe Effektstärken nachgewiesen werden, die darüber hinaus keine Signifikanz erreichten. Auch hier zeigte sich das Befundmuster unabhängig von der Art der Zeitbegrenzung. Mit Blick auf die externe Validität wurde auf eine Begrenzung der verfügbaren Lernzeit im Rahmen der vorliegenden Untersuchung allerdings bewusst verzichtet, da diese in alltäglichen Lernsituationen meist ebenfalls nicht gegeben ist. Auch wenn das Befundmuster an dieser Stelle zunächst eine andere Schlussfolgerung nahe-

legt, lässt sich die beeinträchtigende Wirkung von seductive details auf die individuelle Lernleistung daher nicht vollständig ausschließen.

Neben der Existenz des seductive detail Effekts an sich ist dessen Erklärung über die Ablenkung der Aufmerksamkeit von den lernrelevanten Kerninhalten ebenfalls nicht unumstritten. So erfährt beispielsweise auch in den Untersuchungen von Harp und Meyer (1998) der von den Autoren als Distraktionshypothese benannte aufmerksamkeitsbezogene Erklärungsansatz keine Unterstützung. Das Befundmuster legt hier vielmehr die Vermutung nahe, dass seductive details durch das Priming unangemessener Schemata, von den Autoren als Diversionshypothese bezeichnet, in negativer Weise auf die Lernleistung Einfluss nehmen. Auch im Kontext der vorliegenden Untersuchung scheinen die Ergebnisse zunächst in diese Richtung zu weisen, da die Induktion beeinträchtigter Aufmerksamkeit keine signifikante Wirkung zu zeigen scheint. Gegebenenfalls lässt sich dies jedoch darauf zurückführen, dass die Operationalisierung der Variablen an dieser Stelle generell nicht geglückt ist, da die Einblendungen von den teilnehmenden Studierenden nicht als Ablenkung empfunden wurden. So gaben gut 80 % der Personen unter der Bedingung beeinträchtigter Aufmerksamkeit an, ausschließlich mit dem Betriebssystem Windows zu arbeiten. Mehr als die Hälfte der Befragten nutzte darüber hinaus das Antivirenprogramm Avira, was zumindest die Vermutung nahe legt, dass die eingeblendeten Hinweise durch den häufigen Umgang mit der genannten Software bereits vertraut waren, und damit nicht als störend erlebt wurden. Des Weiteren setzte sich die untersuchte Stichprobe fast ausschließlich aus Studierenden der Fern-Universität Hagen zusammen, die sich aufgrund der besondere Art des Studiums möglicherweise durch allgemein ausgeprägtere Kompetenzen im Umgang mit dem PC auszeichnen. Auf einen gewissen Einfluss der Aufmerksamkeit im vorliegenden Lernkontext weist zudem die signifikante moderierende Wirkung des initialen Aufmerksamkeitsniveaus hin, das bei hoher Ausprägung die negative Wirkung der ablenkenden Einblendungen auf die Behaltensleistung der Lernenden kompensieren konnte. Die Operationalisierung des Aufmerksamkeitsniveaus erfolgte dabei anhand des Kontinuitätswerts K des FAIR-2 (Moosbrugger & Oehlschlägel, 2011), der wie bereits dargestellt neben dem übergeordneten Aspekt der Selbstkontrolle auch das Ausmaß kognitiver Ressourcen

erfasst, die für die Bearbeitung der Testaufgabe zur Verfügung standen. Der Befund lässt sich auch im Kontext der Arbeit von Lavie, Hirst, de Fockert und Viding (2004) betrachten, in der die Autoren zwischen zwei Mechanismen selektiver Aufmerksamkeit im Kontext der Verarbeitung ablenkender Reize differenzieren, der eher wahrnehmungsbezogenen perzeptuellen Selektion, und dem Aspekt der eher ressourcenbezogenen kognitiven Kontrolle. Die hier verwendeten ablenkenden Einblendungen wirken sich möglicherweise eher im Sinne einer perzeptuellen Belastung aus, d.h. sie werden lediglich kurz betrachtet, ohne dabei jedoch eine tiefere Verarbeitung nach sich zu ziehen. Vor diesem Hintergrund ließe sich auch das Fehlen einer beeinträchtigenden Wirkung auf die Behaltens- und Verstehensleistung erklären. Der moderierende Einfluss des Aufmerksamkeitsniveaus zeigt sich darüber hinaus nur unter der Bedingung beeinträchtigter Aufmerksamkeit, was auf Basis der Befunde von Lavie et al. (2004) die Vermutung nahe legt, dass ein hohes Aufmerksamkeitsniveau als „Schutzmechanismus“ wirkt und verhindert, dass die Wahrnehmung und Verarbeitung der lernrelevanten Inhalte durch die Ablenkung erschwert wird. Schließlich lässt sich trotz eines fehlenden signifikanten Effekts auch hier annehmen, dass sich durch die Begrenzung der Lernzeit ein anderes Effektmuster zeigen würde, da sich die Mehrheit der Studierenden durch die ablenkenden Einblendungen, zumindest zu Beginn des Lerntextes, zunächst verunsichert zeigte. Zudem spielt der Aspekt der geringen Teststärke aufgrund der unzureichenden Stichprobengröße auch in Bezug auf diese Hypothese eine Rolle.

Betrachtet man die Mittelwerte der Lernzeit in den Trials mit induzierter Aufmerksamkeitsbeeinträchtigung, so zeigt sich, dass die absoluten Werte unter der kombinierten Bedingung, in der sowohl seductive details als auch beeinträchtigte Aufmerksamkeit vorliegen, den höchsten Wert aufweisen. Auch wenn diese Tendenz keine Signifikanz erreicht, lässt sie sich doch als Hinweis darauf verstehen, dass sich ein entsprechender Interaktionseffekt, wie von Sanchez und Wiley (2006) postuliert, bei einer Begrenzung der Lernzeit zeigen würde. Die fehlende Teststärke des Designs bildet auch an dieser Stelle eine mögliche Ursache für die Nichtsignifikanz des Befunds.

Zusätzlich weist das vorliegende Effektmuster darauf hin, dass auf den Zusammenhang zwischen dem Vorliegen von seductive details, beeinträchtigter Aufmerksamkeit und der gezeigten Lernleistung bzw. benötigten Lernzeit weitere Faktoren einwirken, die in den Hypothesen nicht explizit berücksichtigt werden. So zeigt sich hier beispielsweise ein tendenzieller Einfluss des Alters auf die Behaltensleistung im Kontext seduktiver Textpassagen, der sich möglicherweise durch generelle Unterschiede im Lernverhalten älterer und jüngerer Fernstudierender auf Basis der jeweiligen Lerngeschichte erklären lässt. So können gerade ältere Studierende in der Regel auf ein breites Spektrum von Lernerfahrungen zurückgreifen, während das Lernverhalten jüngerer Studierender aufgrund der zeitlichen Nähe noch stark durch den schulischen Rahmen geprägt ist. Der marginal signifikante Effekt der Tageszeit auf die benötigte Lernzeit im Kontext seduktiver Textpassagen legt wiederum eine Erklärung auf Basis der individuellen Tagesleistungskurve nahe. Darüber hinaus weist das Befundmuster an dieser Stelle auch auf mögliche Unterschiede in der Lernmotivation hin, die besonders am Vor- und frühen Nachmittag hoch ausgeprägt zu sein scheint. So beschäftigten sich Lernende zu diesen Tageszeiten tendenziell länger mit den Lerninhalten wenn diese seduktive Textpassagen enthielten, als dies am späten Nachmittag oder Abend der Fall war. Einschränkend muss hier allerdings hinzugefügt werden, dass sich der Effekt lediglich in Bezug auf die Lernzeit, nicht jedoch bei der Behaltens- oder Verstehensleistung zeigte, weshalb eine längere Beschäftigung mit den Inhalten nicht gleichzusetzen ist mit einer tieferen und umfassenderen Verarbeitung.

4.2 Implikationen

Elektronisches Lehren und Lernen zeichnet sich gerade dadurch aus, dass von den Lernenden in besonderer Weise die eigenständige und selbstorganisierte Aneignung des Lernstoffs gefordert wird. Lernmaterialien in diesem Kontext sollten dieses Ziel durch eine lernförderliche Gestaltung daher so gut wie möglich unterstützen, und auf diese Weise zu einer Maximierung des individuellen Lernoutputs beitragen. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung gaben die Lernenden häufig die Rückmeldung, dass es ihnen Schwierigkeiten bereite, sich die Lerninhalte nur durch reines Lesen am Bildschirm zu merken. Sie be-

mängelten weiterhin die fehlende Möglichkeit, sich Notizen zu machen, oder relevante Passagen im Text farblich zu markieren. Auch ein freies Navigieren innerhalb der Textseiten war durch die Einbindung in die verwendete Experimentalsoftware nicht möglich, da die Lernenden lediglich vor-, nach Aufruf der jeweils nächsten Textseite allerdings nicht mehr zurückblättern konnten. Von praktischer Seite aus lässt sich daher schließen, dass die Integration einer Notiz- und Markierungsfunktion, z.B. in Form eines virtuellen Notizblocks und eines Textmarker-Werkzeugs, sowie die Möglichkeit des freien Vor- und Zurückblätterns zwischen den Textseiten wichtige Bausteine des „natürlichen“ Lernverhaltens darstellen, und daher auch in elektronischen Lernumgebungen nicht fehlen sollten. Gerade in Bezug auf die Verstehensleistung würde sich vermutlich auch die Einbindung von Übungsaufgaben und Simulationen zur praktischen Erprobung der theoretischen Inhalte positiv auswirken, weil auf diese Weise der Transfer in den Anwendungskontext gefördert werden könnte.

Da darüber hinaus deutlich wurde, dass das bestehende Vorwissen einen signifikanten Einfluss auf die Behaltens- und Verstehensleistung nimmt, bleibt die adaptive Anpassung der präsentierten Lerninhalte an den jeweiligen Wissensstand der Lernenden unverzichtbar, wenn diesen ein optimaler Lernoutput ermöglicht werden soll. In den Analysen fand sich tendenziell auch der Hinweis auf einen möglichen Einfluss des Alters sowie der individuellen Tagesleistungskurve, weshalb diese Aspekte im Zuge der Gestaltung elektronischer Lernumgebungen ebenfalls mit zu bedenken sind. Besonders Lernende in Erwerbskontexten, die sich oft außerhalb des „klassischen“ Lernalters bewegen, sind zunehmend gefordert, sich schnell neues Wissen anzueignen, um in der sich stetig wandelnden Erwerbswelt den Anschluss nicht zu verlieren. Gerade zu diesem Zweck wird immer häufiger auf den Einsatz von E-Learning-Plattformen zurückgegriffen, weshalb bei deren Gestaltung auch die besonderen Bedürfnisse älterer Lernender zu berücksichtigen sind. Analoges gilt in Bezug auf die jeweilige Leistungskurve, da elektronische Weiterbildungsangebote auch zu späteren Tageszeiten im Feierabendbereich genutzt werden. Nach Möglichkeit sollten diese daher so gestaltet sein, dass die Inhalte auch noch bei verminderter Aufmerksamkeits- und Leistungsressourcen gut erfasst und verarbeitet werden können.

Aus theoretischer Perspektive heraus lässt sich auf Basis der Untersuchungsergebnisse vermuten, dass zur angemessenen Begründung des seductive detail Effekts mehr als ein Erklärungsansatz heranzuziehen ist. Hier könnte sich möglicherweise auch eine sinnvolle Verknüpfung verschiedener Ansätze zur Erklärung eignen, weshalb in weiteren Studien direkte Vergleiche und unterschiedliche Erklärungskombinationen im Fokus stehen sollten. Dass dem Aspekt der Aufmerksamkeit dennoch ein gewisser Einfluss zukommt, wird anhand der Analysen ebenfalls deutlich, weshalb nicht auszuschließen ist, dass dieser Ansatz auch für sich genommen einen wichtigen Stellenwert für die Erklärung des seductive detail Effekts besitzt. Erforderlich sind auch an dieser Stelle weitere Untersuchungen mit größeren Stichproben und variierenden Populationen.

4.3 Einschränkungen

Die Rekrutierung von Versuchspersonen stellt im Allgemeinen die größte Unwägbarkeit im Rahmen von Präsenzuntersuchungen dar, da hier die Aspekte der Teilnahmebereitschaft, der zeitlichen Ressourcen der Teilnehmenden, sowie der räumlichen Erreichbarkeit des Untersuchungsortes entscheidenden Einfluss nehmen. Auch im Rahmen der vorliegenden Untersuchung liegt ein wesentliches Problem in der bereits mehrfach erwähnten mangelnden Stichprobengröße. Da sich hier lediglich 53 Personen zur Teilnahme an der Untersuchung bereit erklärten, reichte die Teststärke des Designs bei weitem nicht aus, um einen möglicherweise bestehenden Effekt zu entdecken. Jedoch ist nicht nur die Größe, sondern auch die spezifische Zusammensetzung der Stichprobe, die sich fast ausschließlich aus Fernstudierenden der Psychologie rekrutierte, an dieser Stelle als denkbare Einschränkung zu verstehen. Die untersuchte Population bewegt sich damit zwar bezüglich des Alters und des jeweiligen Erfahrungshintergrunds jenseits „klassischer“ Studierendenstichproben, auf denen die Befunde anderer Arbeiten zu dieser Thematik meist basieren, und orientiert sich auf diese Weise eher an den Charakteristika derjenigen Personen, die im beruflichen Kontext durch Fortbildungs- oder Trainingsmaßnahmen zur Zielgruppe elektronischen Lehrens und Lernens zählen. Trotzdem ist die Vergleichbarkeit mit bisherigen Befunden dadurch möglicherweise nicht in vollem

Umfang gegeben. Darüber hinaus besteht sicher auch in der Art und Weise der Rekrutierung, für die überwiegend virtuelle Kommunikationswege wie Onlineforen oder E-Mails zur Anwerbung genutzt wurden, ein Grund für den fehlenden Zulauf. Die Verwendung eines virtuellen Kalenders zur konkreten Auswahl und Belegung eines Untersuchungstermins könnte von manchen Versuchspersonen als eher unpersönlich empfunden worden sein, und bisweilen auch das Fehlen der verbindlichen Termineinhaltung bedingt haben. Schließlich mag der begrenzte Erhebungszeitraum von nur vier Wochen an dieser Stelle ebenfalls zum Ausschluss weiterer Interessierter geführt haben, jedoch waren die benannten Aspekte unter den gegebenen Bedingungen nicht in anderer Weise realisierbar.

Ein weiterer Fokus der vorliegenden Untersuchung bestand in der methodischen Erweiterung bestehender Arbeiten durch die direkte experimentelle Induktion beeinträchtigt Aufmerksamkeit, anstatt diese lediglich zu messen und die Untersuchungsteilnehmer im Anschluss daran den entsprechenden Bedingungen zuzuordnen. Dass diese gezielte Manipulation hier scheinbar nicht gelungen ist, kann wie bereits dargestellt, in verschiedenen Ursachen gründen. Möglicherweise lässt sich Aufmerksamkeit auch gar nicht in der angestrebten Weise manipulieren, sondern an dieser Stelle müsste ein ganz anderer methodischer Ansatz gewählt werden. Ebenfalls offen bleibt, ob die angestrebte externe Validität durch die Gestaltung der Einblendungen bzw. die Stichprobenwahl tatsächlich umzusetzen war. Aufgrund der spezifischen Charakteristika der Lernsituation, z.B. dass Notizen während der Lernaufgabe nicht erlaubt waren, oder dass die Inhalte am Bildschirm ohne eine Möglichkeit der Bearbeitung durch Markierungen präsentiert wurden, lässt sich vermuten, dass die Teilnehmenden diese doch eher als „künstliches“ Setting erlebt haben, welches sich deutlich von der gewohnten Lernsituation zu Hause unterscheidet. Darüber hinaus handelt es sich hier um eine zeitlich stark begrenzte Lernsituation zu einem klar umgrenzten Themenfeld, an das sich unmittelbar der Abruf der gelernten Inhalte durch Wissensfragen anschließt. Ob die vorliegenden, auf die spezifische Thematik und das vorliegende Material bezogenen Erkenntnisse nur für diesen Kontext Gültigkeit besitzen, oder ob eine Generalisierung auf andere Materialien und Inhalte zulässig ist, bleibt an dieser Stelle daher unklar. Analo-

ges lässt sich auch in Bezug auf die verwendeten Fragen zur Prüfung des Vorwissensstands, der Behaltens-, sowie der Verständnisleistung postulieren.

4.4 Ausblick

Auf Basis der diskutierten Einschränkungen sollten zukünftige Untersuchungen den seductive detail Effekt und dessen Erklärungsansätze mit anderen thematischen Lerninhalten, unterschiedlichen Zielgruppen und deutlich größeren Stichprobenumfängen überprüfen, um auf diese Weise zu zuverlässigen und aussagekräftigen Ergebnissen zu gelangen. Da das vorliegende Befundmuster darüber hinaus nahelegt, dass die individuelle Lernleistung hier nicht nur auf Basis einzelner Gestaltungsaspekte, sondern vielmehr durch ein vielschichtiges Gefüge an Einflussfaktoren bedingt wurde, könnte eine weiterführende Analyse der Untersuchungsdaten mit Hilfe eines komplexeren statistischen Verfahrens genaueren Aufschluss über zugrundeliegende, möglicherweise auch nichtlineare, Wirkmechanismen geben.

4.4.1 Künstliche neuronale Netze in der E-Learning Forschung

Eine Möglichkeit läge dabei in der Modellierung eines künstlichen neuronalen Netzes, da sich solche Modelle sehr gut zur Verknüpfung mit experimentell gewonnenen Daten eignen (McLeod, Plunkett & Rolls 1998). Die wesentliche Charakteristik künstlicher neuronaler Netzmodelle liegt in der Simulation der Informationsaufnahme, -verarbeitung und -ausgabe in Anlehnung an menschliche Gehirnprozesse (Rey, 2009; Rey & Wender, 2011). Im Zuge der Informationsverarbeitung findet meist auch eine Modifikation des neuronalen Netzes statt. Die mathematische Basis dieser Verfahrensgruppe bilden Matrizenberechnungen, die in einer Vielzahl von häufig sehr umfangreichen Schritten am Computer durchgeführt werden. Der typische Netzaufbau soll an dieser Stelle in Anlehnung an Rey und Wender (2011) überblicksartig zusammengefasst werden, für eine detailliertere Darstellung sei auf die genannte Literaturquelle verwiesen. Die konstituierenden Bausteine künstlicher neuronaler Netze bilden einzelne Neuronen, sogenannte Units, die sich wiederum in verschiedene Arten differenzieren lassen. So bildet eine Gruppe von Units die Schnittstelle zur Au-

ßenwelt, und empfängt von dieser Signale in Form von Reizen oder Mustern. Im Gegensatz zu diesen Input-Units geben die Output-Units die erhaltenen und verarbeiteten Signale als Reaktionen auf den Input wieder an die Außenwelt ab. Zwischen den beiden Neuronengruppen sind in manchen Netztypen Hidden-Units angesiedelt, deren primäre Aufgabe in der Signalverarbeitung liegt. Die Verbindung der Units untereinander wird in Form von Gewichten ausgedrückt, anhand von deren Stärke und Veränderung Wissen und Lernen konzeptualisiert werden. Mathematisch lassen sich diese Gewichtsmodifikationen durch verschiedene Algorithmen, sogenannte Lernregeln, beschreiben. Abbildung 4 zeigt die schematische Darstellung eines künstlichen neuronalen Netzes.

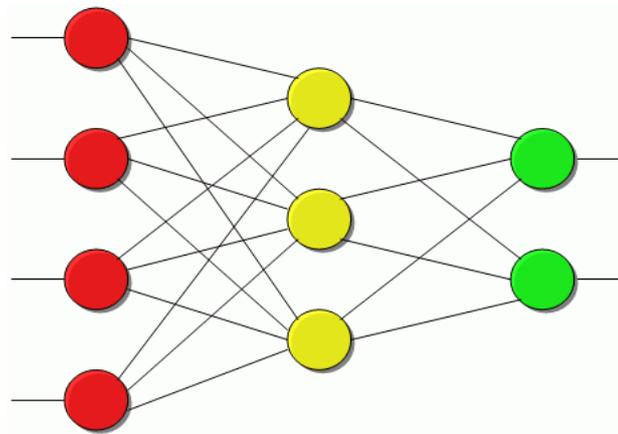


Abbildung 4. Schematische Darstellung eines künstlichen neuronalen Netzes. Input-Units sind dabei rot, Hidden-Units gelb und Output-Units grün markiert. Aus "Neuronale Netze. Eine Einführung," von Rey, G. D. & Beck, F. (o.J.), <http://www.neuronalesnetz.de/units.html> (Letzter Zugriff am 09.08.2012). Verwendung mit freundlicher Genehmigung der Autoren.

Künstliche neuronale Netze werden bereits in verschiedenen Forschungsarbeiten zur Modellierung menschlichen Verhaltens und Erlebens im Rahmen psychologischer Fragestellungen genutzt. Beispielhaft genannt seien hier die Arbeiten der Forschungsgruppe um Matthew Botvinick zum Bereich des seriellen Lernens (Botvinick & Plaut, 2006) oder der Repräsentation von Routinetätigkeiten (Botvinick & Plaut, 2004). Mit Hilfe neuronaler Netzmodelle lassen sich jedoch nicht nur „normale“ menschliche Verhaltenmuster abbilden, sondern diese können auch für die Erklärung und Untersuchung von Störungen und Beeinträchtigungen herangezogen werden. Deutlich wird dies unter anderem in der

Arbeit von Gustafsson und Papliński (2004), die sich mit beeinträchtigter Aufmerksamkeit bzw. der Präferenz für vertraute Reize im Kontext autistischer Symptome befassen, oder der Arbeit von Plaut und Shallice (1993), in der die Autoren die komplexe Symptomatik dyslexischer Störungen näher betrachten. Der große Vorteil künstlicher neuronaler Netzmodelle liegt dabei gerade darin, dass nicht nur die bloße An- oder Abwesenheit von Funktionen oder Fähigkeiten erfasst werden kann, sondern die Ausprägung eines Verhaltensmusters bzw. der Schweregrad einer Beeinträchtigung auch in feineren Abstufungen modellierbar ist (Plaut & Shallice, 1993).

Im Kontext der psychologischen E-Learning Forschung stellt der Einsatz künstlicher neuronaler Netze bislang noch ein eher wenig beforschtes Gebiet dar (Rey, 2009), von Seiten der Informatik bestehen jedoch bereits Ansätze zur Nutzung solcher Modelle im Kontext elektronischen Lehrens und Lernens. Das Ziel der Arbeit von Villaverde et al. (2006) lag beispielsweise darin, den Lernstil der Nutzer einer E-Learning Umgebungen mittels der darin ausgeführten Handlungen zu identifizieren. Das neuronale Netz registrierte dabei unter anderem, ob eher abstraktes Theorie- oder praktisches Übungsmaterial gewählt wurde, ob die Nutzung eingebetteter Übungsaufgaben erfolgte, oder erfasste die benötigte Zeit für die Bearbeitung der gestellten Testaufgaben. Auf Basis dieser Handlungskategorien resultierte die Zuordnung der Lernenden zu einem Lernstil anhand der Klassifikation auf den drei Dimensionen der Wahrnehmung, Verarbeitung und Verständnisprozesse. Auch Lo und Shu (2005) nutzten ein neuronales Netzmodell zur Registrierung des individuellen Navigationsverhaltens in einer elektronischen Lernumgebung, um basierend darauf deren adaptive Anpassung an die lernende Person zu ermöglichen. Erfasst wurden hier die Aspekte der Nutzung eingebetteter Unterstützungsangebote, z.B. der Feststellung des Vorwissen, Hilfen zur Strukturierung und Organisation des Lernprozesses oder des Erhalts von Feedback, die Nutzung von Verknüpfungen, sowie die Navigation zwischen einzelnen Inhaltsabschnitten.

Auf Basis des vorliegenden Befundmusters, sowie der vorgestellten Forschungsarbeiten lassen sich erste Ideen für die Erstellung eines künstlichen neuronalen Netzmodells entwickeln, durch das sich die Wirkmechanismen der

gegebenen Lernsituation detaillierter abbilden lassen. So könnten hier beispielsweise die beiden Variablen der Lernleistung, d.h. die eher faktennahe Behaltens- und die eher schlussfolgernde Verstehensleistung, als Output verwendet werden, während die darauf einflussnehmenden Variablen in der Input-Schicht verortet wären. Anbieten würde sich an dieser Stelle auch die Modellierung lateraler Wechselwirkungen zwischen seductive details, Aufmerksamkeitsbeeinträchtigung, Lernzeit, Tageszeit und Alter, da in den Analysen auch vergleichbare moderierende Einflüsse deutlich wurden. Über entsprechende Lernregeln könnte darüber hinaus das Ausmaß der Einflussnahme definiert, und in verschiedenen Modellentwürfen gezielt variiert werden. Diese Überlegungen bilden jedoch lediglich einen ersten, sehr groben Entwurf für die weitere Untersuchung der Datenstruktur, die in ausführlicher und theoretisch fundierter Weise Gegenstand eines weiteren, auf der vorliegenden Arbeit aufbauenden Projekts sein müsste.

4.4.2 Fazit der vorliegenden Arbeit

Wie eingangs beschrieben, unterliegt das Wechselspiel zwischen Lernumgebungen, Lehr- und Lernprozessen besonders durch die rasanten Entwicklungsfortschritte neuer Informations- und Kommunikationstechnologien einem fortwährenden Wandlungsprozess. Elektronische Lernmedien, Tools zur virtuellen Zusammenarbeit und vernetzte Lernkontexte sind aus dem Bildungsalltag Lernender jeder Altersgruppe daher bald nicht mehr wegzudenken. Unter diesem Aspekt lässt sich auch das humorvolle Zitat des Kabarettisten Dieter Hildebrand verstehen: „Bildung kommt von Bildschirm, nicht von Buch, sonst würde es ja Buchung heißen.“ Die Erforschung der Prinzipien guter und lernförderlicher Gestaltung „neuer“ wie „klassischer“ Lernmedien sollte also auch weiterhin einen zentralen Stellenwert im Rahmen der multimedialen Lehr- und Lernforschung besitzen.

Tabellenverzeichnis

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabelle 1 | Soziodemografische Verteilung von Alter, Geschlecht, Semesterzahl und Studierendenstatus in den vier Untersuchungsbedingungen | 15 |
| Tabelle 2 | Deskriptive Kennwerte zu Vorwissen, Behaltens- und Versteheleistung, sowie den Lernzeiten in den experimentell manipulierten Trials | 27 |

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|--------------|--|----|
| Abbildung 1 | Lerntext 9 ohne seductive Textpassage | 19 |
| Abbildung 2 | Ablenkende Einblendung 4 (präsentiert im Zusammenhang mit Lerntext 14) | 20 |
| Abbildung 3 | Einfluss des Aufmerksamkeitsniveaus auf die Behaltensleistung in den Untersuchungsbedingungen mit und ohne Aufmerksamkeitsbeeinträchtigung | 30 |
| Abbildung 4 | Schematische Darstellung eines künstlichen neuronalen Netzes | 42 |
| Abbildung 5 | Ablenkende Einblendung 1 (präsentiert im Zusammenhang mit Lerntext 5) | 53 |
| Abbildung 6 | Ablenkende Einblendung 3 (präsentiert im Zusammenhang mit Lerntext 11) | 54 |
| Abbildung 7 | Ablenkende Einblendung 2 (präsentiert im Zusammenhang mit Lerntext 8) | 54 |
| Abbildung 8 | Instruktionstext (keine Manipulation) | 55 |
| Abbildung 9 | Lerntext 1 (keine Manipulation) | 55 |
| Abbildung 10 | Lerntext 2 ohne seductive Textpassage | 56 |

| | | |
|--------------|--|----|
| Abbildung 11 | Lerntext 2 mit seduktiver Textpassage | 56 |
| Abbildung 12 | Lerntext 3 (keine Manipulation) | 57 |
| Abbildung 13 | Lerntext 4 ohne seduktive Textpassage | 57 |
| Abbildung 14 | Lerntext 4 mit seduktiver Textpassage | 58 |
| Abbildung 15 | Lerntext 5 ohne seduktive Textpassage | 58 |
| Abbildung 16 | Lerntext 5 mit seduktiver Textpassage | 59 |
| Abbildung 17 | Lerntext 6 (keine Manipulation) | 59 |
| Abbildung 18 | Lerntext 7 ohne seduktive Textpassage | 60 |
| Abbildung 19 | Lerntext 7 mit seduktiver Textpassage | 60 |
| Abbildung 20 | Lerntext 8 ohne seduktive Textpassage | 61 |
| Abbildung 21 | Lerntext 8 mit seduktiver Textpassage | 61 |
| Abbildung 22 | Lerntext 9 mit seduktiver Textpassage | 62 |
| Abbildung 23 | Lerntext 10 ohne seduktive Textpassage | 62 |
| Abbildung 24 | Lerntext 10 mit seduktiver Textpassage | 63 |
| Abbildung 25 | Lerntext 11 ohne seduktive Textpassage | 63 |
| Abbildung 26 | Lerntext 11 mit seduktiver Textpassage | 64 |
| Abbildung 27 | Lerntext 12 (keine Manipulation) | 64 |
| Abbildung 28 | Lerntext 13 (keine Manipulation) | 65 |
| Abbildung 29 | Lerntext 14 ohne seduktive Textpassage | 65 |
| Abbildung 30 | Lerntext 14 mit seduktiver Textpassage | 66 |
| Abbildung 31 | Lerntext 15 (keine Manipulation) | 66 |

Literaturverzeichnis

- Amthauer, R. (1973). *Intelligenz-Struktur-Test (I-S-T 70)*. Göttingen: Hogrefe.
- Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W., & Weiber, R. (2006). *Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung* (11. Auflage). Berlin: Springer.
- Bortz, J. (2005). *Statistik für Human und Sozialwissenschaftler* (6. Auflage). Berlin: Springer.
- Bortz, J., & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler* (4. Auflage). Berlin: Springer.
- Botvinick, M. M., & Plaut, D. C. (2004). Doing without schema hierarchies: A recurrent connectionist approach to normal and impaired routine sequential action. *Psychological Review*, 111, 395-429.
- Botvinick, M. M., & Plaut, D. C. (2006). Short-term memory for serial order: A recurrent neural network model. *Psychological Review*, 113, 201-233.
- Brickenkamp, R. (1981). *Test d2 – Aufmerksamkeits-Belastungs-Test* (7. Auflage). Göttingen: Hogrefe.
- Bühner, M. (2006). *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion* (2., aktualisierte Auflage). München: Pearson Studium.
- Bundesinstitut für Berufsbildung (2011). *Datenreport zum Berufsbildungsbericht 2011: Informationen und Analysen zur Entwicklung der beruflichen Bildung*. Bonn: BIBB, Bundesinstitut für Berufsbildung.
- Cattell, R. B. & Weiß, R. H. (1971). *Grundintelligenztest Skala 3 (CFT 3)*. Göttingen: Hogrefe.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2. Auflage). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- Conway, A. R. A., & Kane, M. J. (2001). Capacity, control and conflict: An individual differences perspective on attentional capture. In C. L. Folk & B. S. Gibson (Hrsg.), *Attraction, distraction and action. Multiple perspectives on attentional capture*. Amsterdam: Elsevier Science.
- Demirel, M. (2009). Implications of lifelong learning on educational institutions. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 4, 199-211.
- Garner, R., Gillingham, M. G., & White, C. S. (1989). Effects of "seductive details" on macroprocessing and microprocessing in adults and children. *Cognition and Instruction*, 6, 41-57.
- Gerě, I. & Jaušvec, N. (1999). Multimedia: Differences in cognitive processes observed with EEG. *Educational Technology Research & Development*, 47, 5-14.
- Gruber, H., & Harteis, C. (2011). *Lernen und Lehren im Erwachsenenalter*. (Studienbrief zum Kurs 03430). Hagen: FernUniversität.
- Gustafsson, L., & Papliński, A. P. (2004). Self-organization of an artificial neural network subjected to attention shift impairments and familiarity preference, characteristics studied in autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 34, 189-198.
- Harp, S. F., & Mayer, R. E. (1998). How seductive details do their damage: A theory of cognitive interest in science learning. *Journal of Educational Psychology*, 90, 414-434.
- Horn, W. (1983). *Leistungsprüfsystem (LPS)* (2. Auflage). Göttingen: Hogrefe.
- Huber, O. (2009). *Das psychologische Experiment: Eine Einführung* (5. Auflage). Bern: Huber.
- Hussy, W., Schreier, M., & Echterhoff, G. (2010). *Forschungsmethoden in Psychologie und Sozialwissenschaften für Bachelor*. Berlin: Springer.
- Irtel, H. (2007). *PXLab: The psychological experiments laboratory* (Version 2.1.11). Zugriff am 15.08.2012 unter <http://www.pxlab.de>.

- Kane, M. J., Bleckely, M. K., Conway, A. R. A., & Engle, R. W. (2001). A controlled-attention view of working memory capacity. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 169-183.
- Kokavecz, I., & Holling, H. (2000). Erwachsenenbildung. In *Online-Lexikon der Psychologie*. Heidelberg: Spektrum.
- Lavie, N., Hirst, A., Fockert, J. W. de, & Viding, E. (2004). Load theory of selective attention and cognitive control. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133(3), 339-354.
- Lehman, S., Schraw, G., McCrudden, M. T., & Hartley, K. (2007). Processing and recall of seductive details in scientific text. *Contemporary Educational Psychology*, 32, 569–587.
- Lo, J.-J., & Shu, P.-C. (2005). Identification of learning styles online by observing learners' browsing behaviour through a neural network. *British Journal of Educational Technology*, 36, 43-55.
- Mayer, R. E. (2005a). Cognitive theory of multimedia learning. In R. E. Mayer (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (S. 31-48). Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2005b). Introduction to multimedia learning. In R. E. Mayer (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (S. 1-16). Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2005c). Principles for reducing extraneous processing in multimedia learning: Coherence, signaling, redundancy, spatial contiguity, and temporal contiguity principles. In R. E. Mayer (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (S. 183-200). Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E., Griffith, E., Jurkowitz, I. T. N., & Rothman, D. (2008). Increased interestingness of extraneous details in a multimedia science presentation leads to decreased learning. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 14, 329-339.

- Mayer, R. E., Heiser, J., & Lonn, S. (2001). Cognitive constraints on multimedia learning: When presenting more material results in less understanding. *Journal of Educational Psychology, 93*, 187-198.
- McCrudden, M. T., & Corkill, A. J. (2010). Verbal ability and the processing of scientific text with seductive detail sentences. *Reading Psychology, 31*, 282-300.
- McLeod, P., Plunkett, K., & Rolls, E. T. (1998). *Introduction to connectionist modelling of cognitive processes*. Oxford: Oxford University Press.
- MMB-Institut für Medien- und Kompetenzforschung. (2011). *MMB-Branchenmonitor I/2011: E-Learning-Branche bleibt auf Wachstumskurs*. Ergebnisse der Branchenerhebung MMB E-Learning-Wirtschaftsrating 2011. Essen: MMB-Institut für Medien- und Kompetenzforschung.
- Moosbrugger, H. & Heyden, M. (1997). *Frankfurter Adaptiver Konzentrationsleistungs-Test (FAKT)*. Bern: Huber.
- Moosbrugger, H. & Oehlschlägel, J. (1996). *Frankfurter Aufmerksamkeits-Inventar (FAIR)*. Bern: Huber.
- Moosbrugger, H. & Oehlschlägel, J. (2011). *FAIR-2. Frankfurter Aufmerksamkeits-Inventar 2* (2. überarbeitete, ergänzte und normenaktualisierte Auflage). Bern: Huber.
- Pashler, H. E. (1998). *The psychology of attention*. Cambridge: MIT Press.
- Plaut, D. C., & Shallice, T. (1993). Deep dyslexia: A case study of connectionist neuropsychology. *Cognitive Neuropsychology, 10*, 377-500.
- Posner, M. I., & Boies, S. J. (1971). Components of attention. *Psychological Review, 78*, 391-408.
- Rey, G. D. (2009). *E-Learning: Theorien, Gestaltungsempfehlungen und Forschung*. Bern: Huber.

- Rey, G. D. (2011). Seductive details in multimedia messages. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 20, 283-314.
- Rey, G. D. (im Druck). A review of research and a meta-analysis of the seductive detail effect. *Educational Research Review*.
- Rey, G. D. (eingereicht). Seductive details - An eye tracker experiment.
- Rey, G. D., & Wender, K. F. (2011). *Neuronale Netze: Eine Einführung in die Grundlagen, Anwendungen und Datenauswertung* (2. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage). Bern: Huber.
- Sanchez, C. A., & Wiley, J. (2006). An examination of the seductive detail effect in terms of working memory capacity. *Memory & Cognition*, 34, 344-355.
- Stabsstelle Presse & Öffentlichkeitsarbeit. (2012). *Zahlen und Daten* (Stand 13.06.2012). Zugriff am 15.08.2012 unter <http://www.fernuni-hagen.de/universitaet/profil/zahlen/index.shtml>.
- Städtler, T. (Hrsg.). (2003). *Lexikon der Psychologie: Wörterbuch, Handbuch, Studienbuch* (Sonderausgabe). Stuttgart: Alfred Kröner.
- Styles, E. A. (1997). *The psychology of attention*. Hove, East Sussex, UK: Psychology Press.
- Sweller, J. (2005). Implications of cognitive load theory for multimedia learning. In R. E. Mayer (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (S. 19-30). Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- Tewes, U. (1991). *Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Erwachsene – Revision 1991 (HAWIE-R)*. Bern: Huber.
- Thalheimer, W. (2004). *Bells, whistles, neon, and purple prose: When interesting words, sounds, and visuals hurt learning and performance - a review of the seductive-augmentation research*. Zugriff am 15.08.2012 unter <http://www.oktopusz.hu/domain9/files/modules/module15/28283C732CAE682.pdf>.

Villaverde, J., Godoy, D., & Amandi, A. (2006). Learning styles' recognition in e-learning environments with feed-forward neural networks. *Journal of Computer Assisted Learning*, 22, 197-206.

Zimmermann, P. & Fimm, B. (1993). *Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP)*. Handbuch. Würselen: Vera Fimm/Psychologische Testsysteme.

Anhang

Im Folgenden sind die im Rahmen der Erhebung verwendeten Bilddateien (Ablenkungen, Instruktionstext, Lerntexte) und Fragebogenitems (Vorwissen, Behalten, Verstehen) abgedruckt. Die Darstellung entspricht dabei nicht der Originalgröße, sondern erfolgt aus Platzgründen in entsprechend verkleinerter Form. Die fortlaufende Nummerierung der Behaltens- und Verstehensfragen lehnt sich an die Präsentation im Untersuchungskontext an.

A Bilddateien (ablenkende Einblendungen, Instruktionstext, Lerntexte)

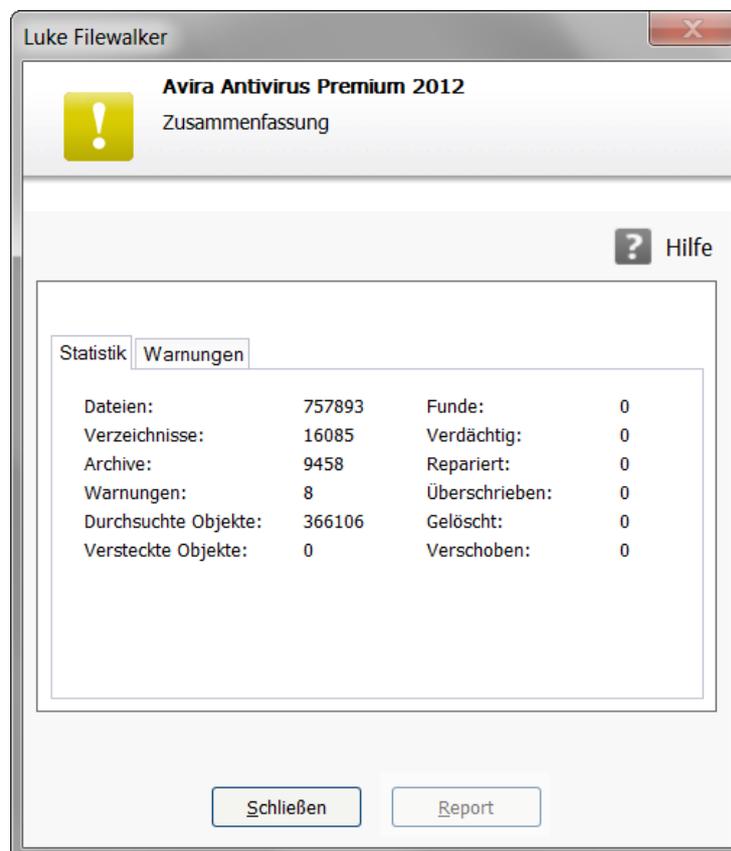


Abbildung 5. Ablenkende Einblendung 1 (präsentiert im Zusammenhang mit Lerntext 5).

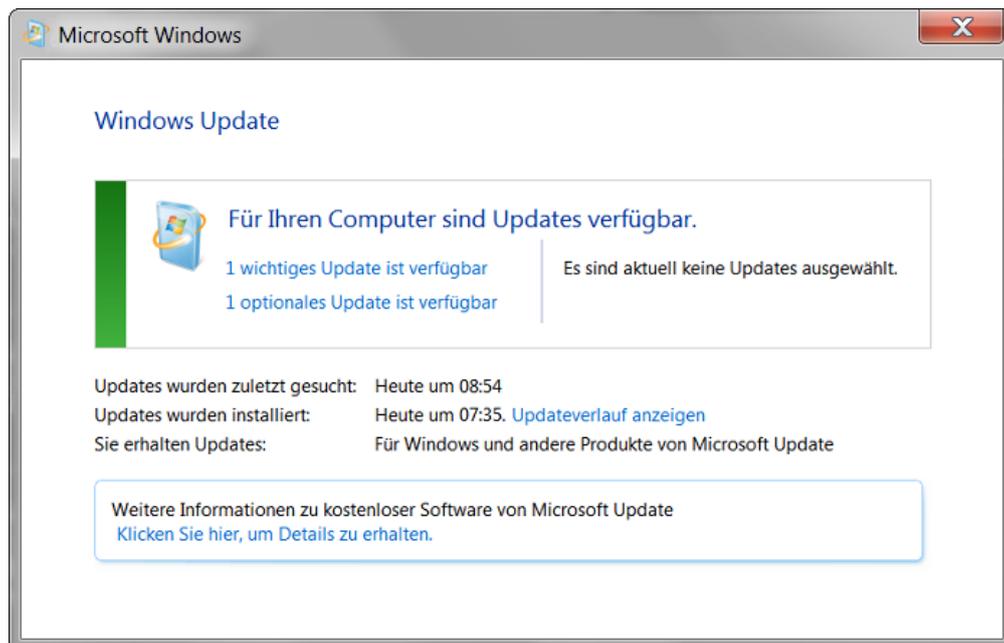


Abbildung 6. Ablenkende Einblendung 2 (präsentiert im Zusammenhang mit Lerntext 8).

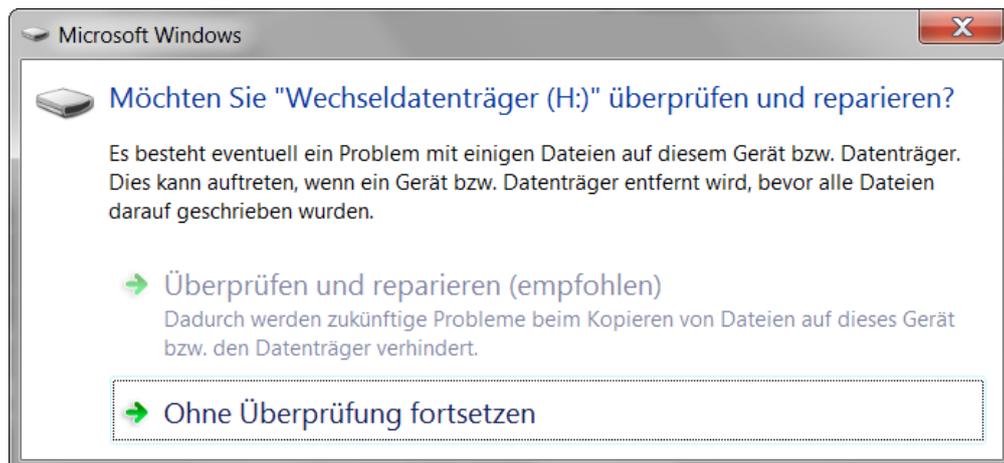


Abbildung 7. Ablenkende Einblendung 3 (präsentiert im Zusammenhang mit Lerntext 11).

Instruktion

Auf den folgenden 15 Seiten wird Ihnen eine kurze Einführung in die **Faktorenanalyse** präsentiert.

Die Faktorenanalyse stellt ein sehr gebräuchliches statistisches Verfahren dar, auf das Sie im Laufe Ihres Studiums möglicherweise bereits gestoßen sind oder gewiss noch stoßen werden (z.B. im Rahmen der Methodenausbildung). Insofern bietet Ihnen die folgende Präsentation die Gelegenheit, die Faktorenanalyse in ihren Grundzügen kennen zu lernen oder Ihr diesbezügliches Wissen aufzufrischen.

Lesen Sie sich bitte den Text **aufmerksam** durch – ebenso wie Sie ein einschlägiges Buchkapitel lesen würden. Sie haben dafür **so viel Zeit wie Sie möchten** (in der Regel werden ca. 20 Minuten benötigt).

Im Anschluss an die Präsentation werden Ihnen einige **Fragen zur Faktorenanalyse** gestellt. Versuchen Sie, sich so viel wie möglich über den Ablauf einer Faktorenanalyse einzuprägen, damit Sie die Fragen möglichst gut beantworten können.

Es ist nicht möglich, während der Präsentation zurückzublättern, Sie können aber solange Sie möchten auf der jeweils aktuellen Seite verweilen.

Durch Drücken der **Leertaste** gelangen Sie stets zur nächsten Seite der Präsentation.

Abbildung 8. Instruktionstext (keine Manipulation).

Ziel der Faktorenanalyse

Um den Zusammenhang zwischen zwei Variablen (z.B. „Schuhgröße“ und „Körpergröße“) zu ermitteln, berechnet man in der Regel deren Korrelation r . Interessiert man sich für die wechselseitigen Zusammenhänge zwischen mehreren Variablen, so nimmt die Zahl der gleichzeitig zu berücksichtigenden Korrelationen sehr rasch zu (z.B. existieren zwischen 20 Variablen 190 unterschiedliche Korrelationen) und übersteigt schließlich die menschliche Informationsverarbeitungskapazität.

Hilfreich wäre in dieser Situation ein Verfahren, das die korrelativen Beziehungen zwischen den Variablen analysiert und eine Aussage darüber ermöglicht, welche Variablen gemeinsame und welche unterschiedliche Informationen erfassen. Zu diesem Zweck wurde die Faktorenanalyse entwickelt. Sie ermöglicht es, Variablen auf Basis ihrer korrelativen Beziehungen in voneinander unabhängige Gruppen zu unterteilen.

Das vorrangige **Ziel der Faktorenanalyse** besteht demnach darin, einem größeren Variablensatz eine ordnende Struktur zu unterlegen.

Abbildung 9. Lerntext 1 (keine Manipulation).

Grundgedanke der Faktorenanalyse

Je höher zwei oder mehrere Variablen miteinander korrelieren, desto ähnlicher sind die Informationen, die durch diese Variablen erfasst werden. Im Falle hoch korrelierter Variablen macht dementsprechend die Messung einer Variablen die Erfassung der anderen Variablen überflüssig.

Dieser Überlegung folgend wird in der Faktorenanalyse eine „synthetische“ Variable konstruiert, die mit den empirischen Variablen so hoch wie möglich korreliert, d.h. die in den Variablen enthaltene Information möglichst umfassend repräsentiert. Diese synthetische Variable wird als **Faktor** bezeichnet.

Ein Faktor ist somit ein theoretisches Konstrukt, das die empirisch gefundenen Zusammenhänge zwischen Variablen möglichst gut beschreiben oder erklären soll.

Oft ist ein Faktor allein nicht ausreichend, um die gesamte in den Variablen enthaltene Information restlos abzubilden. Daher werden **in der Regel mehrere Faktoren** konstruiert, die unterschiedliche Informationsanteile erfassen.

Abbildung 10. Lerntext 2 ohne seduktive Textpassage.

Grundgedanke der Faktorenanalyse

Je höher zwei oder mehrere Variablen miteinander korrelieren, desto ähnlicher sind die Informationen, die durch diese Variablen erfasst werden. Im Falle hoch korrelierter Variablen macht dementsprechend die Messung einer Variablen die Erfassung der anderen Variablen überflüssig.

Dieser Überlegung folgend wird in der Faktorenanalyse eine „synthetische“ Variable konstruiert, die mit den empirischen Variablen so hoch wie möglich korreliert, d.h. die in den Variablen enthaltene Information möglichst umfassend repräsentiert. Diese synthetische Variable wird als **Faktor** bezeichnet.

Der Begriff „synthetisch“ wird häufig verwendet, um auszudrücken, dass etwas auf künstlichem Wege entstanden ist oder hergestellt wurde, z.B. synthetische Drogen. Die Partydroge Ecstasy wurde 1914 erstmals synthetisiert und wegen ihrer kommunikations- und kontaktfördernden Wirkung in den USA bis 1985 und in der Schweiz bis 1993 im Rahmen der Psychotherapie eingesetzt.

Ein Faktor ist somit ein theoretisches Konstrukt, das die empirisch gefundenen Zusammenhänge zwischen Variablen möglichst gut beschreiben oder erklären soll.

Oft ist ein Faktor allein nicht ausreichend, um die gesamte in den Variablen enthaltene Information restlos abzubilden. Daher werden **in der Regel mehrere Faktoren** konstruiert, die unterschiedliche Informationsanteile erfassen.

Abbildung 11. Lerntext 2 mit seduktiver Textpassage.

Empirische Variablen

Beispiel: Nehmen wir an, 20 Personen haben fünf Fragen (Variablen) zum allgemeinen Gemütszustand auf einer siebenstufigen Skala beantwortet. Die Fragen lauteten:

1. Wie besorgt sind Sie im Allgemeinen? (1) gar nicht ... (7) sehr stark
2. Wie schüchtern sind Sie im Allgemeinen? (1) gar nicht ... (7) sehr stark
3. Wie schweigsam sind Sie im Allgemeinen? (1) gar nicht ... (7) sehr stark
4. Wie pünktlich sind Sie im Allgemeinen? (1) gar nicht ... (7) sehr stark
5. Wie ordentlich sind Sie im Allgemeinen? (1) gar nicht ... (7) sehr stark

Standardisierung: Zur Erleichterung der nachfolgenden Berechnungen und der Interpretation der Ergebnisse werden die Messwerte der Variablen **z-standardisiert**. Dadurch wird erreicht, dass jede Variable einen **Mittelwert von 0** und eine **Standardabweichung bzw. Varianz von 1** erhält. Höhe und Richtung der Korrelationen zwischen den Variablen ändern sich durch die Standardisierung nicht.

Abbildung 12. Lerntext 3 (keine Manipulation).

Ermittlung der Korrelationen

Als Ausgangsbasis für die Faktorenanalyse werden die Korrelationen zwischen den standardisierten empirischen Variablen ermittelt.

Für die fünf erhobenen Variablen ergibt sich folgende **Korrelationsmatrix**:

| | besorgt | schüchtern | schweigsam | pünktlich | ordentlich |
|------------|---------|------------|------------|-----------|------------|
| besorgt | 1.00 | | | | |
| schüchtern | 0.71 | 1.00 | | | |
| schweigsam | 0.96 | 0.70 | 1.00 | | |
| pünktlich | 0.11 | 0.14 | 0.08 | 1.00 | |
| ordentlich | 0.04 | 0.07 | 0.02 | 0.98 | 1.00 |

Die Variablen „besorgt“, „schüchtern“ und „schweigsam“ (grüne Zellen) sind relativ hoch miteinander korreliert. Gleiches gilt für die Variablen „pünktlich“ und „ordentlich“ (gelbe Zelle). Da die Daten unseres Beispiels Intervallskalenniveau aufweisen, wurde der Produkt-Moment-Korrelationskoeffizient nach Pearson berechnet.

Abbildung 13. Lerntext 4 ohne seduktive Textpassage.

Ermittlung der Korrelationen

Als Ausgangsbasis für die Faktorenanalyse werden die Korrelationen zwischen den standardisierten empirischen Variablen ermittelt.

Für die fünf erhobenen Variablen ergibt sich folgende **Korrelationsmatrix**:

| | besorgt | schüchtern | schweigsam | pünktlich | ordentlich |
|------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|
| besorgt | 1.00 | | | | |
| schüchtern | 0.71 | 1.00 | | | |
| schweigsam | 0.96 | 0.70 | 1.00 | | |
| pünktlich | 0.11 | 0.14 | 0.08 | 1.00 | |
| ordentlich | 0.04 | 0.07 | 0.02 | 0.98 | 1.00 |

Die Variablen „besorgt“, „schüchtern“ und „schweigsam“ (grüne Zellen) sind relativ hoch miteinander korreliert. Gleiches gilt für die Variablen „pünktlich“ und „ordentlich“ (gelbe Zelle). Da die Daten unseres Beispiels Intervallskalenniveau aufweisen, wurde der Produkt-Moment-Korrelationskoeffizient nach Pearson berechnet.

Eine Person mit sehr hohen Werten auf den ersten drei Variablen könnte möglicherweise an einer vermeidend-selbstunsicheren Persönlichkeitsstörung leiden. Vermeidend-selbstunsichere Personen halten sich in der Regel für unattraktiv und minderwertig und meiden soziale Kontakte aus Angst, kritisiert oder abgelehnt zu werden. Sehr hohe Werte auf den letzten beiden Variablen könnten ein Hinweis auf eine zwanghafte Persönlichkeitsstörung sein. Zwanghafte Personen sind häufig nicht nur bei ihrer Arbeit perfektionistisch, stur und inflexibel, sie planen auch ihre Freizeitaktivitäten minutiös und haben Schwierigkeiten, sich zu amüsieren oder einfach nur zu entspannen. Die beiden Persönlichkeitsstörungen treten nicht selten auch gemeinsam auf.

Abbildung 14. Lerntext 4 mit seduktiver Textpassage.

Überprüfung der Güte der Korrelationsmatrix

Um eine Faktorenanalyse durchführen zu können, ist es erforderlich, dass die erhobenen Variablen **hinreichend miteinander korreliert** sind. Nur dann ist eine sinnvolle Bündelung der Variablen anhand von Faktoren möglich.

Bartlett-Test: Dieser Test prüft, ob die Korrelationen zwischen den empirischen Variablen hoch genug sind, um die Durchführung einer Faktorenanalyse zu rechtfertigen. Unter der Annahme, dass die Variablen in der Grundgesamtheit normalverteilt sind, wird geprüft, ob die ermittelten **Korrelationen signifikant von Null verschieden** sind. Dazu wird eine **Chi-Quadrat-verteilte Prüfgröße** berechnet und deren Signifikanzniveau (p-Wert) ermittelt.

Für unser Beispiel ergibt sich ein Chi-Quadrat-Wert von 17.37, welchem ein p-Wert von 0.07 entspricht. Mit einer Wahrscheinlichkeit von 93% ($= 1 - 0.07$) ist also davon auszugehen, dass die erhobenen Variablen tatsächlich korreliert sind.

Da der kritische p-Wert von 0.05 in diesem Fall nicht erreicht oder unterschritten wird, sind die vorliegenden Daten streng genommen nicht geeignet für die Durchführung einer Faktorenanalyse. Allerdings ist das Ergebnis des Bartlett-Tests in hohem Maße von der **Größe der untersuchten Stichprobe** abhängig (je größer die Stichprobe, desto höher der Chi-Quadrat-Wert, desto eher wird der kritische p-Wert erreicht).

Da die Stichprobe im vorliegenden Fall relativ klein ist ($N = 20$), kann aufgrund des marginal signifikanten Ergebnisses davon ausgegangen werden, dass sich die Daten für die Durchführung einer Faktorenanalyse eignen.

Abbildung 15. Lerntext 5 ohne seduktive Textpassage.

Überprüfung der Güte der Korrelationsmatrix

Um eine Faktorenanalyse durchführen zu können, ist es erforderlich, dass die erhobenen Variablen **hinreichend miteinander korreliert** sind. Nur dann ist eine sinnvolle Bündelung der Variablen anhand von Faktoren möglich.

Bartlett-Test: Dieser Test prüft, ob die Korrelationen zwischen den empirischen Variablen hoch genug sind, um die Durchführung einer Faktorenanalyse zu rechtfertigen. Unter der Annahme, dass die Variablen in der Grundgesamtheit normalverteilt sind, wird geprüft, ob die ermittelten **Korrelationen signifikant von Null verschieden** sind. Dazu wird eine **Chi-Quadrat-verteilte Prüfgröße** berechnet und deren Signifikanzniveau (p-Wert) ermittelt.

Der im Jahre 2002 im Alter von 91 Jahren verstorbene Bartlett beschäftigte sich im Laufe seines Lebens nicht nur intensiv mit statistischer Theorie, worüber er insgesamt fünf Bücher und etwa 200 Forschungsartikel publizierte. In den 1930er Jahren widmete er sich als Mitarbeiter eines Chemiekonzerns der Entwicklung von Kunstdünger und in den 1940er Jahre arbeitete er zusammen mit weiteren Wissenschaftlern an der Verbesserung der Effektivität von Raketengeschützen.

Für unser Beispiel ergibt sich ein Chi-Quadrat-Wert von 17,37, welchem ein p-Wert von 0,07 entspricht. Mit einer Wahrscheinlichkeit von 93% ($= 1 - 0,07$) ist also davon auszugehen, dass die erhobenen Variablen tatsächlich korreliert sind.

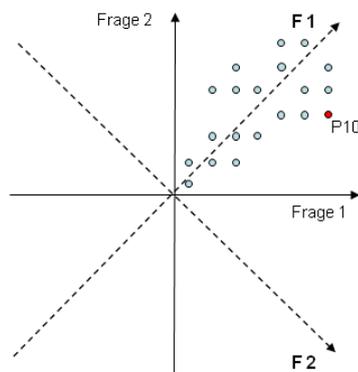
Da der kritische p-Wert von 0,05 in diesem Fall nicht erreicht oder unterschritten wird, sind die vorliegenden Daten streng genommen nicht geeignet für die Durchführung einer Faktorenanalyse. Allerdings ist das Ergebnis des Bartlett-Tests in hohem Maße von der **Größe der untersuchten Stichprobe** abhängig (je größer die Stichprobe, desto höher der Chi-Quadrat-Wert, desto eher wird der kritische p-Wert erreicht).

Da die Stichprobe im vorliegenden Fall relativ klein ist ($N = 20$), kann aufgrund des marginal signifikanten Ergebnisses davon ausgegangen werden, dass sich die Daten für die Durchführung einer Faktorenanalyse eignen.

Abbildung 16. Lerntext 5 mit seduktiver Textpassage.

Extraktion der Faktoren

Da die Daten für die Durchführung einer Faktorenanalyse geeignet sind, kann nun die Bestimmung (Extraktion) der Faktoren erfolgen. Dieser Vorgang lässt sich graphisch veranschaulichen:



Die Punkte in der Abbildung stellen die Antworten (Skalenergebnisse) der 20 Personen auf Frage 1 und Frage 2 unseres Beispiels dar. So gab Person 10 (P10) auf Frage 1 einen eher hohen und auf Frage 2 einen eher niedrigen Skalenergebnis an. Die Skalenergebnisse weisen in diesem Beispiel annähernd gleich große Streuungen auf beiden Achsen auf.

Zur Vereinfachung der Datenstruktur ist es möglich, eine **neue Achse (F1)** so festzulegen, dass die Punkte auf dieser neuen Achse **maximale Streuung** (bzw. Varianz) aufweisen. Die neue Achse F1 klärt damit bezogen auf die Gesamtvarianz der Skalenergebnisse einen maximalen Anteil auf.

Eine weitere Achse (F2) wird daraufhin so gelegt, dass sie im rechten Winkel zu F1 steht und maximale Restvarianz (Varianz, die noch nicht durch F1 erfasst wurde) aufklärt. Dieses Prinzip wird als **sukzessive Varianzmaximierung** bezeichnet. Der **rechte Winkel (Orthogonalität)** zwischen den beiden Achsen bedeutet, dass F1 und F2 **unabhängig** voneinander sind, d.h. nicht miteinander korrelieren. Die auf diese Weise ermittelten Achsen werden **Faktoren** genannt.

Abbildung 17. Lerntext 6 (keine Manipulation).

Extraktion der Faktoren

Das eben beschriebene Vorgehen ist **auch für mehr als zwei Variablen** (wie in unserem Beispiel) durchführbar, allerdings aufgrund der Mehrdimensionalität des Koordinatensystems kaum mehr geometrisch zu veranschaulichen.

Aber auch in diesem Fall gilt, dass die Achsen bzw. Faktoren wechselseitig unabhängig (orthogonal) sind und sukzessiv maximale Varianz aufklären.

Anzahl der Faktoren nach der Extraktion: Lässt man ein Statistikprogramm (z.B. SPSS) die Extraktion der Faktoren vornehmen, so entspricht die Anzahl der extrahierten Faktoren der Anzahl der ursprünglichen Variablen (in unserem Beispiel fünf).

Würden wir die Analyse an diesem Punkt beenden, hätte wir lediglich die fünf ursprünglichen Variablen durch 5 neue Variablen (Faktoren) ersetzt und damit den **daten- oder dimensions-reduzierenden Zweck** der Faktorenanalyse verfehlt. Die in den Variablen enthaltene Information bzw. Varianz soll demnach durch eine Faktorenzahl, die kleiner ist als die Anzahl der Variablen, hinreichend gut erfasst werden.

Um die Anzahl der Faktoren zu bestimmen, die nötig ist, um die Variablen hinreichend gut abbilden zu können, existieren verschiedene Kriterien.

Abbildung 18. Lerntext 7 ohne seduktive Textpassage.

Extraktion der Faktoren

Das eben beschriebene Vorgehen ist **auch für mehr als zwei Variablen** (wie in unserem Beispiel) durchführbar, allerdings aufgrund der Mehrdimensionalität des Koordinatensystems kaum mehr geometrisch zu veranschaulichen.

Aber auch in diesem Fall gilt, dass die Achsen bzw. Faktoren wechselseitig unabhängig (orthogonal) sind und sukzessiv maximale Varianz aufklären.

Anzahl der Faktoren nach der Extraktion: Lässt man ein Statistikprogramm (z.B. SPSS) die Extraktion der Faktoren vornehmen, so entspricht die Anzahl der extrahierten Faktoren der Anzahl der ursprünglichen Variablen (in unserem Beispiel fünf).

Würden wir die Analyse an diesem Punkt beenden, hätte wir lediglich die fünf ursprünglichen Variablen durch 5 neue Variablen (Faktoren) ersetzt und damit den **daten- oder dimensions-reduzierenden Zweck** der Faktorenanalyse verfehlt. Die in den Variablen enthaltene Information bzw. Varianz soll demnach durch eine Faktorenzahl, die kleiner ist als die Anzahl der Variablen, hinreichend gut erfasst werden.

Um die Anzahl der Faktoren zu bestimmen, die nötig ist, um die Variablen hinreichend gut abbilden zu können, existieren verschiedene Kriterien.

Das Bedienungshandbuch zum Statistikprogramm SPSS wird als eine der einflussreichsten Veröffentlichungen innerhalb der neueren soziologischen Forschung bezeichnet und das Softwareunternehmen SPSS Inc. beschäftigt heute mehr als 1.200 Mitarbeiter weltweit. Dabei wollte der SPSS-Entwickler Norman H. Nie Ende der 1960er Jahre zunächst nur ein Programm entwerfen, das ihm die Auswertung seiner Doktorarbeit erleichterte.

Abbildung 19. Lerntext 7 mit seduktiver Textpassage.

Wichtige Maßzahlen

Bevor diese Kriterien jedoch erläutert werden können, müssen vier wichtige Maßzahlen eingeführt werden.

- **Faktorwert:** Durch die Festlegung der neuen Achsen oder Faktoren ist ein neues Koordinatensystem entstanden. Faktorwerte kennzeichnen die Lage einer Person bezüglich dieser neuen Achsen. Ein Faktorwert einer Person gibt also Auskunft darüber, **in welchem Ausmaß die Person das durch den Faktor repräsentierte Merkmal aufweist.**
- **Faktorladung:** Korreliert man Faktorwerte der Personen und deren Messwerte auf den ursprünglichen Variablen miteinander, so erhält man eine Faktorladung. Eine Faktorladung entspricht also der **Korrelation zwischen einer Variablen und einem Faktor.**
- **Kommunalität:** Die quadrierte Korrelation zweier Variablen entspricht dem Anteil der diesen Variablen gemeinsamen Varianz. Die quadrierte Ladung entspricht somit dem gemeinsamen Varianzanteil zwischen einer Variablen und einem Faktor. Werden die *quadrierten Ladungen einer Variablen über alle Faktoren* hinweg summiert, erhält man als Ergebnis den **Anteil der Varianz einer Variablen, der durch die Faktoren aufgeklärt wird.** Dieser Anteil wird als Kommunalität einer Variablen bezeichnet.
- **Eigenwert:** Werden die *quadrierten Ladungen eines Faktors über alle Variablen* summiert, erhält man als Ergebnis den **Varianzanteil, der durch diesen Faktor über alle Variablen hinweg aufgeklärt wird.** Dieser Anteil wird als Eigenwert eines Faktors bezeichnet.

Abbildung 20. Lerntext 8 ohne seduktive Textpassage.

Wichtige Maßzahlen

Bevor diese Kriterien jedoch erläutert werden können, müssen vier wichtige Maßzahlen eingeführt werden.

- **Faktorwert:** Durch die Festlegung der neuen Achsen oder Faktoren ist ein neues Koordinatensystem entstanden. Faktorwerte kennzeichnen die Lage einer Person bezüglich dieser neuen Achsen. Ein Faktorwert einer Person gibt also Auskunft darüber, **in welchem Ausmaß die Person das durch den Faktor repräsentierte Merkmal aufweist.**
- **Faktorladung:** Korreliert man Faktorwerte der Personen und deren Messwerte auf den ursprünglichen Variablen miteinander, so erhält man eine Faktorladung. Eine Faktorladung entspricht also der **Korrelation zwischen einer Variablen und einem Faktor.**
- **Kommunalität:** Die quadrierte Korrelation zweier Variablen entspricht dem Anteil der diesen Variablen gemeinsamen Varianz. Die quadrierte Ladung entspricht somit dem gemeinsamen Varianzanteil zwischen einer Variablen und einem Faktor. Werden die *quadrierten Ladungen einer Variablen über alle Faktoren* hinweg summiert, erhält man als Ergebnis den **Anteil der Varianz einer Variablen, der durch die Faktoren aufgeklärt wird.** Dieser Anteil wird als Kommunalität einer Variablen bezeichnet.
- **Eigenwert:** Werden die *quadrierten Ladungen eines Faktors über alle Variablen* summiert, erhält man als Ergebnis den **Varianzanteil, der durch diesen Faktor über alle Variablen hinweg aufgeklärt wird.** Dieser Anteil wird als Eigenwert eines Faktors bezeichnet.

Die englische Übersetzung des Begriffs „Eigenwert“ lautet ‚eigenvalue‘ und ist nur ein Vertreter einer ganzen Reihe sog. Germanismen, die ihren Platz im englischen Sprachgebrauch gefunden haben. Weitere Beispiele sind „Schadenfreude“, „Blitzkrieg“, „Bratwurst“, „Hefeweizen“ oder „Hausfrau“.

Abbildung 21. Lerntext 8 mit seduktiver Textpassage.

Bestimmung der Anzahl der Faktoren

Um nun die Anzahl der Faktoren zu bestimmen, die eine hinreichend gute Abbildung der in den Variablen enthaltenen Information ermöglichen, sind u. a. zwei Verfahren vorhanden, die in der Regel zu einer übereinstimmenden Anzahl bedeutsamer Faktoren führen.

Kaiser-Guttman-Kriterium: Nach diesem Kriterium wird jeder Faktor, dessen **Eigenwert** > 1 ist, als bedeutsam angesehen. Begründet wird die Anwendung dieses Kriteriums dadurch, dass ein Faktor, dessen Eigenwert (Anteil der durch den Faktor aufgeklärten Gesamtvarianz aller Variablen) < 1 ist, weniger Varianz erfasst als eine ursprüngliche Variable, deren standardisierte Varianz 1 beträgt.

Der 1916 in Brooklyn geborene Louis Guttman entwickelte u.a. auch eine Skala zur Einstellungsmessung, die seinen Namen trägt. Eine Guttman-Skala besteht aus mehreren Ja-Nein-Fragen (zur Einstellung zu einem bestimmten Thema, z.B. Rassismus), deren Anordnung sicherstellen soll, dass eine Person, die beispielsweise die dritte Frage mit „ja“ beantwortet, auch die ersten beiden Fragen bejaht. Die Einstellungsausprägung der Person ergibt sich dann aus dem letzten mit „ja“ beantworteten Item.

Die fünf für unseren Beispieldatensatz extrahierten Faktoren weisen folgende Eigenwerte auf:

| | Faktor 1 | Faktor 2 | Faktor 3 | Faktor 4 | Faktor 5 |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Eigenwert | 2.645 | 1.934 | 0.369 | 0.039 | 0.013 |

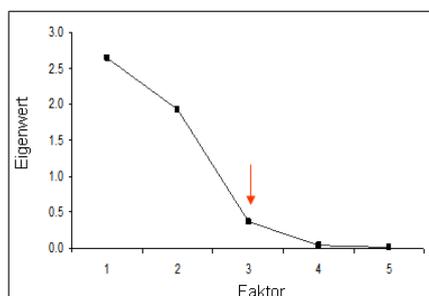
Dem Kaiser-Guttman-Kriterium zufolge werden Faktor 1 und Faktor 2 als bedeutsam angesehen, da nur deren Eigenwerte > 1 sind.

Abbildung 22. Lerntext 9 mit seduktiver Textpassage.

Bestimmung der Anzahl der Faktoren

Auch das zweite Verfahren zu Bestimmung der Anzahl bedeutsamer Faktoren wird kurz erläutert.

Scree-Test nach R.B. Catell: Dieses Verfahren erfordert zunächst die Erstellung eines **Eigenwertediagramms**. Die extrahierten Faktoren werden dazu gemäß ihrer Eigenwerte in absteigender Reihenfolge in einem Koordinatensystem dargestellt. Für unser Beispiel ergibt sich folgendes Diagramm:



Betrachten wir die Kurve nun **von rechts nach links**, so stellen wir von Faktor 5 bis Faktor 3 einen annähernd geraden Verlauf der Kurve fest.

Faktor 2 liegt nicht mehr auf dieser „Geraden“, so dass der Eigenwerteverlauf einen **Knick** aufweist.

Nur die Faktoren, die **links des Knicks** liegen, werden als bedeutsam angesehen – in diesem Falle Faktor 1 und Faktor 2.

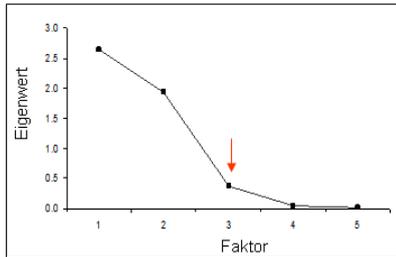
Der Ausschluss von Faktoren (anhand obiger Kriterien) führt aber nicht nur zu einer erwünschten Dimensionsreduktion, sondern auch dazu, dass die reduzierte Faktorenlösung nicht mehr die gesamte in den Variablen enthaltene Varianz aufklären kann.

Abbildung 23. Lerntext 10 ohne seduktive Textpassage.

Bestimmung der Anzahl der Faktoren

Auch das zweite Verfahren zu Bestimmung der Anzahl bedeutsamer Faktoren wird kurz erläutert.

Scree-Test nach R.B. Catell: Dieses Verfahren erfordert zunächst die Erstellung eines **Eigenwertendiagramms**. Die extrahierten Faktoren werden dazu gemäß ihrer Eigenwerte in absteigender Reihenfolge in einem Koordinatensystem dargestellt. Für unser Beispiel ergibt sich folgendes Diagramm:



Betrachten wir die Kurve nun **von rechts nach links**, so stellen wir von Faktor 5 bis Faktor 3 einen annähernd geraden Verlauf der Kurve fest.

Faktor 2 liegt nicht mehr auf dieser „Geraden“, so dass der Eigenwerteverlauf einen **Knick** aufweist.

Nur die Faktoren, die **links des Knicks** liegen, werden als bedeutsam angesehen – in diesem Falle Faktor 1 und Faktor 2.

Der Ausschluss von Faktoren (anhand obiger Kriterien) führt aber nicht nur zu einer erwünschten Dimensionsreduktion, sondern auch dazu, dass die reduzierte Faktorenlösung nicht mehr die gesamte in den Variablen enthaltene Varianz aufklären kann.

Der im Jahre 1998 verstorbene R. B. Catell war ein prominenter Befürworter der Eugenik (d.h. Anwendung humangenetischer Erkenntnisse auf Bevölkerungs- und Gesundheitspolitik mit dem Ziel, den Anteil positiv bewerteter Erbanlagen zu vergrößern und negativ bewerteter Erbanlagen zu verringern). In einem Interview aus dem Jahre 1984 äußerte er seine Unzufriedenheit darüber, dass die genetisch schlecht ausgestatteten Angehörigen der sozialen Unterschicht zu viele ebenfalls genetisch schlecht ausgestattete Kinder bekämen. Dementsprechend schlug er vor, dass sich Sozialarbeiter in erster Linie um eine Reduktion der Geburtenrate bei ihren Klienten kümmern sollten.

Abbildung 24. Lerntext 10 mit seduktiver Textpassage.

Interpretation der Faktoren

Die (bedeutsamen) Faktoren stellen zunächst abstrakte Größen dar, die noch **inhaltlich interpretiert** werden müssen.

Dazu werden die **Ladungen** bzw. Korrelationen der ursprünglichen Variablen auf den einzelnen Faktoren betrachtet. Diese können wir der folgenden Tabelle entnehmen.

| | Faktor 1 | Faktor 2 |
|--------------------|----------|----------|
| Item 1: besorgt | 0.94 | -0.28 |
| Item 2: schüchtern | 0.71 | -0.16 |
| Item 3: schweigsam | 0.93 | -0.30 |
| Item 4: pünktlich | 0.39 | 0.92 |
| Item 5: ordentlich | 0.32 | 0.94 |

Zur inhaltlichen Interpretation der Faktoren werden nur diejenigen Variablen herangezogen, die hoch auf einem Faktor laden.

Einer Konvention zufolge werden im Rahmen der Faktorenanalyse **Ladungen ≥ 0.50** als hoch bezeichnet.

Faktor 1 ist durch hohe positive Ladungen der Variablen „besorgt“, „schüchtern“ und „schweigsam“ (grün) gekennzeichnet. Diese drei Variablen werden daher dem Faktor 1 zugeordnet. Dieser Faktor erfasst demnach ein Merkmal, das als „*ängstliche Zurückhaltung*“ bezeichnet werden könnte.

Faktor 2 weist hohe positive Ladungen bezüglich der Variablen „pünktlich“ und „ordentlich“ (gelb) auf. Das durch diesen Faktor repräsentierte Merkmal könnte als „*Gewissenhaftigkeit*“ bezeichnet werden.

Abbildung 25. Lerntext 11 ohne seduktive Textpassage.

Interpretation der Faktoren

Die (bedeutsamen) Faktoren stellen zunächst abstrakte Größen dar, die noch **inhaltlich interpretiert** werden müssen.

Dazu werden die **Ladungen** bzw. Korrelationen der ursprünglichen Variablen auf den einzelnen Faktoren betrachtet. Diese können wir der folgenden Tabelle entnehmen.

| | Faktor 1 | Faktor 2 |
|--------------------|-------------|-------------|
| Item 1: besorgt | 0.94 | - 0.28 |
| Item 2: schüchtern | 0.71 | - 0.16 |
| Item 3: schweigsam | 0.93 | - 0.30 |
| Item 4: pünktlich | 0.39 | 0.92 |
| Item 5: ordentlich | 0.32 | 0.94 |

Zur inhaltlichen Interpretation der Faktoren werden nur diejenigen Variablen herangezogen, die hoch auf einem Faktor laden.

Einer Konvention zufolge werden im Rahmen der Faktorenanalyse **Ladungen ≥ 0.50** als hoch bezeichnet.

Faktor 1 ist durch hohe positive Ladungen der Variablen „besorgt“, „schüchtern“ und „schweigsam“ (grün) gekennzeichnet. Diese drei Variablen werden daher dem Faktor 1 zugeordnet. Dieser Faktor erfasst demnach ein Merkmal, das als „*ängstliche Zurückhaltung*“ bezeichnet werden könnte.

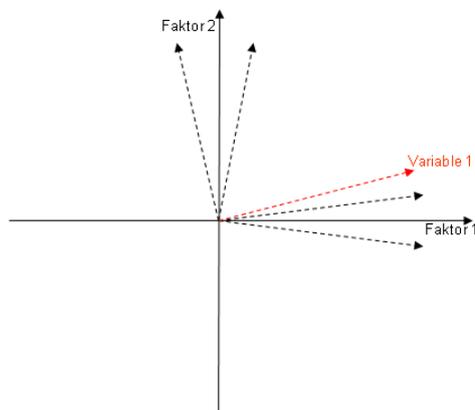
Faktor 2 weist hohe positive Ladungen bezüglich der Variablen „pünktlich“ und „ordentlich“ (gelb) auf. Das durch diesen Faktor repräsentierte Merkmal könnte als „*Gewissenhaftigkeit*“ bezeichnet werden.

Im Jahr 1936 erstellte der Psychologe Gordon Allport auf Basis von Wörterbucheinträgen eine umfangreiche Liste von ca. 18.000 (Eigenschafts-) Wörtern, die zur Beschreibung der menschlichen Persönlichkeit verwendet werden. Diese gewaltige Anzahl von Wörtern (Variablen) konnte auf fünf bedeutsame Dimensionen (Faktoren) reduziert werden – die sog. Big Five: Extraversion, Verträglichkeit, Gewissenhaftigkeit, Emotionale Stabilität und Offenheit.

Abbildung 26. Lerntext 11 mit seduktiver Textpassage.

Interpretation der Faktoren – Rotation

Nicht immer lassen sich die Variablen so eindeutig wie in unserem Beispiel den Faktoren zuordnen. Weisen etwa mehrere Variablen **gleich hohe Ladungen auf mehreren Faktoren** auf, wird die **inhaltliche Interpretation der Faktoren erschwert**.



Hier abgebildet ist zunächst ein relativ einfaches Zusammenhangs- bzw. Ladungsmuster zwischen Faktoren und Variablen (ähnlich unserem Beispiel).

Die gestrichelten Linien stellen die Lage von fünf Variablen in einem durch zwei Faktoren aufgespannten Koordinatensystem dar. **Je kleiner oder spitzer der Winkel** zwischen einer Variablen und einem Faktor ist, **desto höher ist der Zusammenhang** zwischen Variable und Faktor bzw. die Ladung.

Variable 1 weist eine hohe (positive) Ladung auf Faktor 1 auf und eine geringe (positive) Ladung auf Faktor 2. Variable 1 wird demnach dem Faktor 1 zugeordnet. Nach dieser Methode lassen sich auch die übrigen Variablen ohne Probleme den beiden Faktoren zuordnen.

Abbildung 27. Lerntext 12 (keine Manipulation).

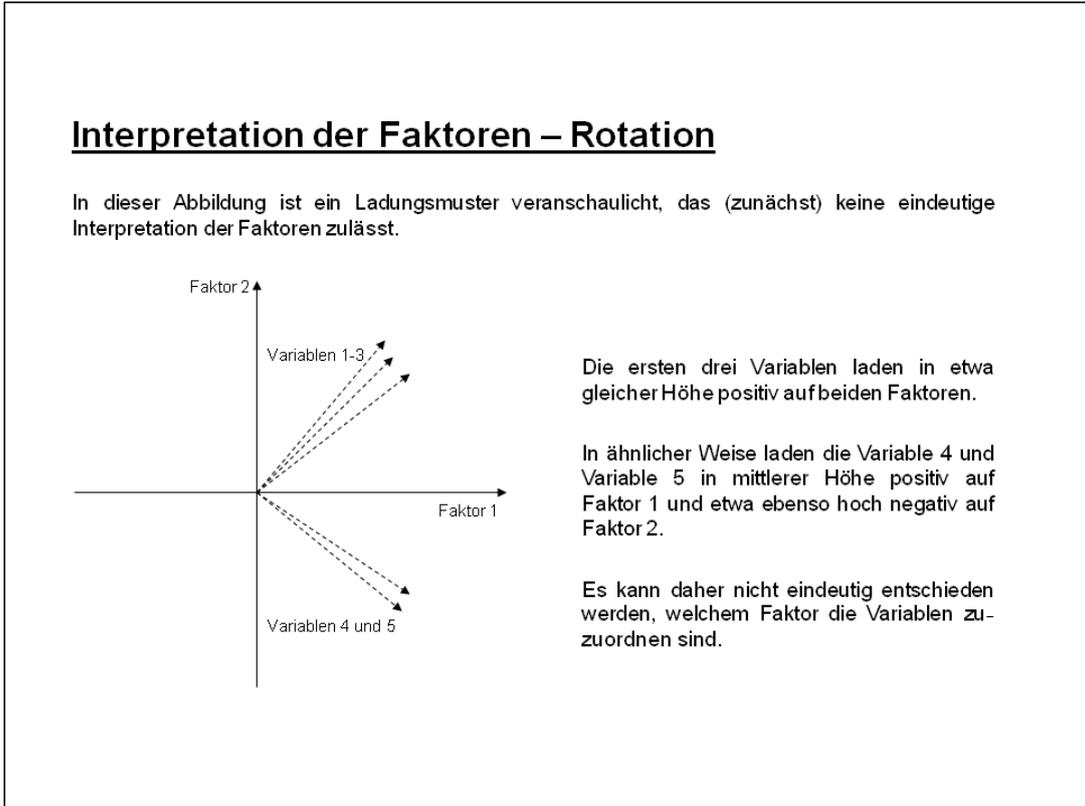


Abbildung 28. Lerntext 13 (keine Manipulation).

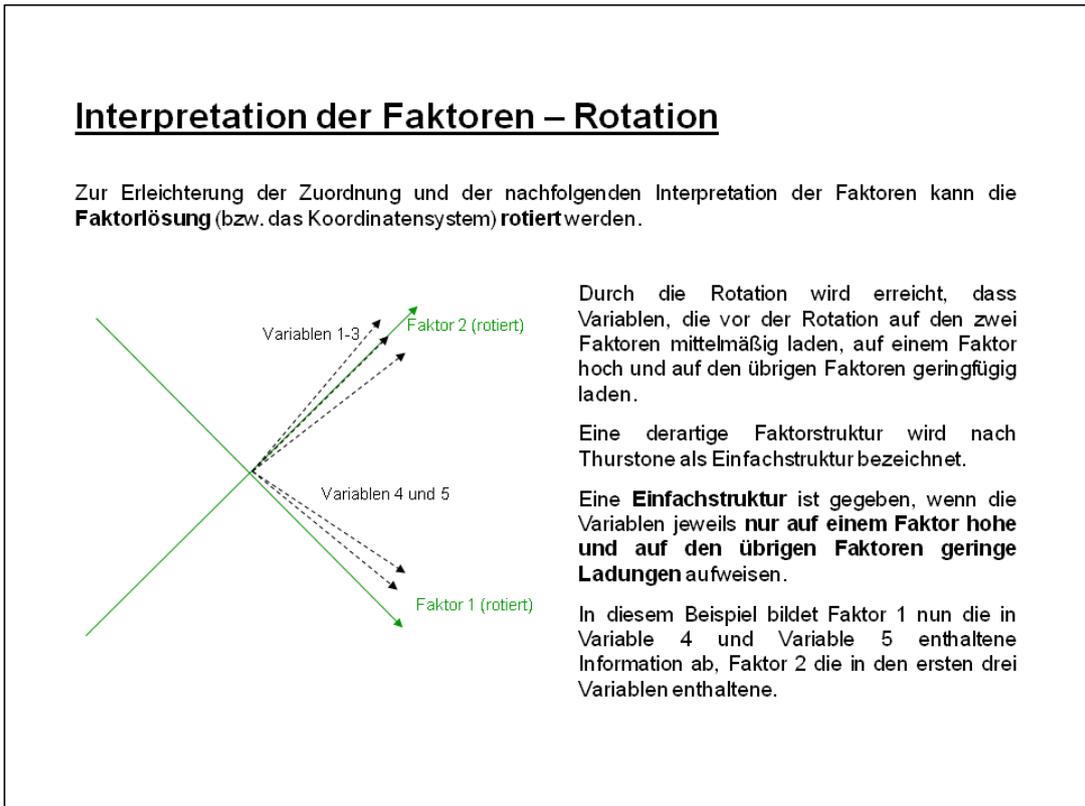


Abbildung 29. Lerntext 14 ohne seduktive Textpassage.

Interpretation der Faktoren – Rotation

Zur Erleichterung der Zuordnung und der nachfolgenden Interpretation der Faktoren kann die **Faktorlösung** (bzw. das Koordinatensystem) **rotiert** werden.

Durch die Rotation wird erreicht, dass Variablen, die vor der Rotation auf den zwei Faktoren mittelmäßig laden, auf einem Faktor hoch und auf den übrigen Faktoren geringfügig laden.

Eine derartige Faktorstruktur wird nach Thurstone als **Einfachstruktur** bezeichnet.

Eine **Einfachstruktur** ist gegeben, wenn die Variablen jeweils **nur auf einem Faktor hohe und auf den übrigen Faktoren geringe Ladungen** aufweisen.

In diesem Beispiel bildet Faktor 1 nun die in Variable 4 und Variable 5 enthaltene Information ab, Faktor 2 die in den ersten drei Variablen enthaltene Information.

Thurstones akademische Laufbahn begann mit dem Studium der Ingenieurwissenschaften, nach dessen Abschluss er die Gelegenheit nutzte, für ein Jahr mit dem Erfinder der elektrischen Glühlampe Thomas A. Edison zusammenzuarbeiten. Im Anschluss daran nahm er 1914 das Studium der Psychologie an der Universität von Chicago auf, wo er innerhalb von nur sechs Jahren zum Professor und Institutsleiter aufstieg. Ein Nachruf auf den 1955 verstorbenen Forscher verleiht ihm aufgrund seiner einzigartigen Errungenschaften in der Psychometrie den Titel „Mr. Psychological Measurement“.

Abbildung 30. Lerntext 14 mit seduktiver Textpassage.

Bestimmung der Faktorwerte der Personen

Den letzten Schritt der Faktorenanalyse bildet die **Bestimmung der Faktorwerte** der Personen. Die Faktorwerte geben Aufschluss darüber, in welchem Ausmaß eine Person das durch einen Faktor repräsentierte Merkmal aufweist.

Auch bei den Faktorwerten handelt es sich um **z-standardisierte** Werte mit einem **Mittelwert von 0 und einer Standardabweichung von 1**. Tabelle und Diagramm zeigen die Faktorwerte von fünf Personen unseres Beispiels.

| | Faktor 1: Ängstliche Zurückhaltung | Faktor 2: Gewissen- haftigkeit |
|-----------|--|--------------------------------------|
| Person 1 | -1.21 | -1.25 |
| Person 2 | -0.48 | -0.27 |
| Person 3 | 0.57 | 0.19 |
| Person 4 | 1.56 | -0.89 |
| Person 5 | -0.64 | 0.95 |
| ... | ... | ... |
| Person 20 | ... | ... |

Person 4 (P4) weist beispielsweise eine relativ hohe (überdurchschnittlich ausgeprägte) „ängstliche Zurückhaltung“ und eine relativ geringe (unterdurchschnittlich ausgeprägte) „Gewissenhaftigkeit“ auf. Die Faktorwerte der anderen Personen sind analog zu interpretieren.

Abbildung 31. Lerntext 15 (keine Manipulation).

B Fragebogenitems (Vorwissen, Behaltens- und Verstehensleistung)

Fragebogenitems zur Erhebung des Vorwissens

1. Die **Faktorenanalyse** ist...

| | |
|--|--|
| | ...ein Verfahren, das auf Basis empirisch erhobener Gesamtnutzenwerte versucht, den Beitrag einzelner Faktoren zum Gesamtnutzen zu ermitteln. |
| | ...eine multivariate Analyseverfahren, die zum Ziel hat, korrelative Beziehungen zwischen einer größeren Anzahl von Variablen auf eine kleinere Anzahl von Faktoren zu reduzieren. |
| | ...ein multivariates Verfahren zur Analyse von Gruppenunterschieden, das es ermöglicht, die Unterschiedlichkeit von zwei oder mehreren Gruppen hinsichtlich einer Mehrzahl von Faktoren zu untersuchen. |
| | ...ein Verfahren zur Visualisierung von Datentabellen, insbesondere von Tabellen mit Häufigkeiten qualitativer Faktoren, und dient damit der Vereinfachung und Veranschaulichung komplexer Sachverhalte. |

2. Welche(s) der folgenden **Konzepte** spielen (spielt) im Rahmen der Faktorenanalyse eine Rolle?

| | |
|--|----------------------|
| | Eigenwert |
| | Diskriminanzfunktion |
| | Kommunalität |
| | Ladung |
| | Dendrogramm |

3. Im Rahmen der Faktorenanalyse werden verschiedene **Kriterien** als Entscheidungshilfen herangezogen. Welche(s)?

| | |
|--|--------------------------------|
| | Kaiser-Meyer-Olkin-Kriterium |
| | Kolmogoroff-Smirnoff-Kriterium |
| | Hosmer-Lemeshow-Kriterium |
| | Kaiser-Guttman-Kriterium |

4. Zusammenhänge zwischen Variablen und Faktoren lassen sich **graphisch veranschaulichen**, indem Variablen und Faktoren als Linien (bzw. Vektoren) dargestellt werden. Welche diesbezügliche(n) Aussage(n) ist (sind) zutreffend?

| | |
|--|---|
| | Je kleiner bzw. spitzer der Winkel zwischen einem Faktor und einer Variablen ist, desto kleiner ist auch deren korrelativer Zusammenhang. |
| | Ein Winkel von 90° zwischen zwei Faktoren bedeutet, dass diese unabhängig voneinander sind |
| | Faktoren und Variablen besitzen einen gemeinsamen Schnittpunkt. |
| | Der Winkel zwischen zwei Variablen beträgt stets 45°. |

5. Ein Faktorwert...

| | |
|--|---|
| | ...ist ein zentrales Maß für die Güte eines Faktors. |
| | ...gibt an, wie viel Varianz ein bestimmter Faktor aufklären kann. |
| | ...muss für jeden einzelnen Faktor – auf Basis theoretischer Überlegungen – vor der eigentlichen Analyse festgelegt werden. |
| | ...gibt an, in welchem Maße ein Untersuchungsobjekt das durch den Faktor repräsentierte Merkmal aufweist. |

6. Der Grobablauf einer Faktorenanalyse lässt sich in fünf zentrale Schritte unterteilen. Bringen Sie die fünf Schritte der Faktorenanalyse in die richtige Reihenfolge, indem Sie sie mit den Ziffern 1 – 5 versehen.

| | |
|--|--|
| | Ermittlung der Korrelationsmatrix |
| | Bestimmung der Faktorwerte |
| | Interpretation der Faktoren |
| | Bestimmung der Kommunalitäten |
| | Bestimmung der Anzahl bedeutsamer Faktoren |

7. Die Interpretation von Faktoren...

| | |
|--|--|
| | ...stellt einen subjektiven Eingriff des Anwenders der Faktorenanalyse dar. |
| | ...ist nur bei ausreichend hohen Faktorwerten erlaubt. |
| | ...ist in den meisten Anwendungsbereichen der Faktorenanalyse nicht notwendig. |
| | ...erfordert Kenntnis der Faktorladungen. |
| | ...wird in manchen Fällen durch eine Rotation der Faktorlösung erleichtert. |

8. Für die Faktorenanalyse sind bestimmte Tests einschlägig. Welche(r)?

| | |
|--|--------------------------|
| | Shapiro-Francia-Test |
| | Bartlett-Test |
| | Scree-Test |
| | Simultane Wilcoxon-Tests |

9. Im Rahmen der Faktorenanalyse wird unterschieden zwischen...

| | |
|--|--|
| | ...rechtwinkliger und schiefwinkliger Rotation. |
| | ...Hauptkomponentenanalyse und Hauptachsenanalyse. |
| | ...Regression und Progression. |
| | ...Ähnlichkeitsmaßen und Distanzmaßen. |

10. Welche der folgenden Aussagen zur Faktorenanalyse ist (sind) zutreffend?

| | |
|--|--|
| | Es werden im ersten Schritt einer Faktorenanalyse stets mehr Faktoren extrahiert als Variablen vorhanden sind. |
| | Die Summe der Variablenmittelwerte entspricht im Idealfall der Summe der Faktormittelwerte. |
| | Je höher die Variablen miteinander korrelieren, desto weniger Faktoren sind zur Aufklärung der Gesamtvarianz nötig. |
| | Eine Voraussetzung für die Durchführung einer Faktorenanalyse ist, dass die empirischen Daten eine sog. Einfachstruktur aufweisen. |

Fragebogenitems zur Erhebung der Behaltensleistung

1. Eine Faktorenanalyse wird üblicherweise durchgeführt, um...

| | |
|--|--|
| | ...zu überprüfen, ob zwischen mehreren Variablen signifikante Korrelationen bestehen. |
| | ...eine größere Anzahl von Variablen in voneinander unabhängige Gruppen einzuteilen. |
| | ...die Zusammenhänge zwischen mehreren empirischen Variablen durch übergeordnete synthetische Variablen (Faktoren) zu beschreiben. |
| | ...um Antworten bzw. Skalenwerte von Personen auf mehrere Fragen graphisch veranschaulichen zu können. |

2. Die Werte der Personen auf den empirischen Variablen und auf den Faktoren werden z-standardisiert. Wozu?

| | |
|--|---|
| | Die z-Standardisierung erleichtert die im Rahmen der Analyse durchgeführten Berechnungen. |
| | Die z-Standardisierung macht die Berechnung von Korrelationen zwischen Variablen überflüssig. |
| | Die z-Standardisierung erleichtert die Interpretation der Ergebnisse einer Faktorenanalyse. |
| | Durch die z-Standardisierung erhalten sämtliche empirischen Variablen einen Mittelwert von 0 und eine Standardabweichung von 1. |

3. Auf die Überprüfung der Güte der Korrelationsmatrix folgt...

| | |
|--|--|
| | ...die z-Standardisierung der Variablen. |
| | ...die Berechnung der Faktorwerte. |
| | ...die Extraktion der Faktoren. |
| | ...der Scree-Test. |

4. Der Bartlett-Test...

| | |
|--|--|
| | ...kann nur durchgeführt werden, wenn die Variablen hinreichend miteinander korreliert sind. |
| | ...sollte signifikant werden (d. h. $p \leq 0.05$), um die Durchführung einer Faktorenanalyse zu rechtfertigen. |
| | ...prüft, ob die empirisch ermittelten Korrelationen signifikant von Null verschieden sind. |
| | ...wird umso eher signifikant, je mehr Variablen in die Analyse eingehen. |
| | ...erlaubt eine Aussage über die „Bündelungsfähigkeit“ der Variablen. |

5. Die Bestimmung der Faktoren wird als **Extraktion** bezeichnet. Welche der folgenden Aussagen zur Faktorextraktion trifft (treffen) zu, welche nicht?

| | |
|--|---|
| | Es werden so viele Faktoren extrahiert wie (empirische) Variablen vorhanden sind. |
| | Die extrahierten Faktoren sind orthogonal und damit unabhängig voneinander. |
| | Die extrahierten Faktoren klären jeweils maximale (Rest-) Varianz auf. |

6. Im Rahmen der Faktorenanalyse werden Eigenwerte ermittelt. Der **Eigenwert**...

| | |
|--|---|
| | ...gibt an, in welchem Ausmaß eine Person ein durch einen bestimmten Faktor repräsentiertes Merkmal aufweist. |
| | ...ist bei der Interpretation eines Faktors bedeutsam. |
| | ...wird durch Addition quadrierter Ladungen ermittelt. |
| | ...entspricht dem Varianzanteil, der durch einen Faktor über alle Variablen hinweg aufgeklärt wird. |
| | ... wird jeweils nur für die bedeutsamen Faktoren ermittelt. |

7. Ein Faktor, dessen **Eigenwert** < 1 ist, ...

| | |
|--|--|
| | ...wird aufgrund des Prinzips der Varianzmaximierung aus der Analyse ausgeschlossen. |
| | ...wird nach dem Kaiser-Guttman-Kriterium als nicht bedeutsam angesehen. |
| | ...erfasst weniger Varianz als eine standardisierte Variable. |
| | ...korreliert hoch mit allen empirischen Variablen |
| | ...erfüllt das Kriterium der Einfachstruktur. |

8. Die bedeutsamen Faktoren sind inhaltlich zu interpretieren. Welche der folgenden Aussagen zur **inhaltlichen Interpretation** der Faktoren trifft (treffen) zu, welche nicht?

| | |
|--|--|
| | Die inhaltliche Interpretation der Faktoren erfordert die Kenntnis der Faktorwerte der Personen auf den zu interpretierenden Faktoren. |
| | Durch die inhaltliche Interpretation erhalten die Faktoren einen „Namen“. |
| | Bei der inhaltlichen Interpretation eines Faktors werden nur die Variablen berücksichtigt, die mindestens zu 0.50 mit diesem Faktor korrelieren. |
| | Wenn es sich bei einem Faktor um eine „synthetische“ Variable handelt, muss auf eine Interpretation verzichtet werden. |

9. In manchen Fällen wird eine **Rotation der Faktorenlösung** durchgeführt. Welche Aussage(n) trifft (treffen) diesbezüglich zu, welche nicht?

| | |
|--|--|
| | Eine Rotation ist nur dann sinnvoll, wenn die Variablen nur auf einem Faktor hoch und auf den übrigen Faktoren gering laden. |
| | Das Ziel der Faktorrotation ist eine sog. Einfachstruktur. |
| | Wird die Rotation graphisch veranschaulicht, so liegen die empirischen Variablen nach der Rotation näher beieinander. |

10. Die **Kommunalität** einer Variablen...

| | |
|--|--|
| | ...entspricht dem Varianzanteil der Variablen, der durch die Faktoren aufgeklärt wird. |
| | ...entspricht dem Varianzanteil, den die Variable mit einem bestimmten Faktor gemeinsam hat. |
| | ...entsteht durch Addition quadrierter Ladungen. |

Fragebogenitems zur Erhebung der Verstehensleistung

11. Bei der Faktorenanalyse handelt es sich um ein **daten- oder dimensionsreduzierendes** Verfahren. Welche Aussage(n) trifft (treffen) diesbezüglich zu, welche nicht?

| | |
|--|---|
| | Die Faktorenanalyse ist dazu geeignet, wissenschaftliche Beschreibungen oder Erklärungen einfacher („sparsamer“) zu machen. |
| | Die Dimensionsreduktion geht mit einem Informationsverlust einher, den der Anwender in Kauf nehmen muss. |
| | Eine Dimensionsreduktion scheint insbesondere dann geboten, wenn die empirischen Variablen nur geringfügig miteinander korrelieren. |
| | Die Anzahl der bedeutsamen Faktoren sollte möglichst gering sein. |

12. Die **extrahierten Faktoren** bilden die in den Variablen enthaltene Information ab. Welche Aussage(n) trifft (treffen) diesbezüglich zu, welche nicht?

| | |
|--|--|
| | Der erste extrahierte Faktor besitzt zwangsläufig den höchsten Eigenwert. |
| | Die Gesamtheit der extrahierten Faktoren klärt die gesamte in den Variablen enthaltene Varianz auf. |
| | Wenn (im Extremfall) keine Korrelationen zwischen den empirischen Variablen bestünden (d.h. alle $r = 0$), würde lediglich ein Faktor extrahiert. |
| | Durch eine geeignete Rotation kann die Anzahl der extrahierten Faktoren reduziert werden. |

13. Die **inhaltliche Interpretation** der Faktorenlösung stellt für den Anwender einer Faktorenanalyse nicht selten eine große Herausforderung dar. Welche Aussage(n) zur inhaltlichen Interpretation trifft (treffen) zu, welche nicht?

| | |
|--|--|
| | Variablen, die mit einem zu interpretierenden Faktor negativ korrelieren, können bei dessen inhaltlicher Interpretation nicht berücksichtigt werden. |
| | Die inhaltliche Interpretation eines bestimmten Faktors nach der Rotation darf sich von dessen inhaltlicher Interpretation vor der Rotation nicht unterscheiden. |
| | Eine Variable, die bereits zur inhaltlichen Interpretation eines Faktors herangezogen wurde, kann bei der Interpretation der übrigen Faktoren nicht mehr berücksichtigt werden. |
| | Da die inhaltliche Interpretation der Faktorenlösung einen subjektiven Eingriff der interpretierenden Person darstellt, sollte besonders bei anwendungsbezogenen Fragestellungen auf die Interpretation verzichtet werden. |

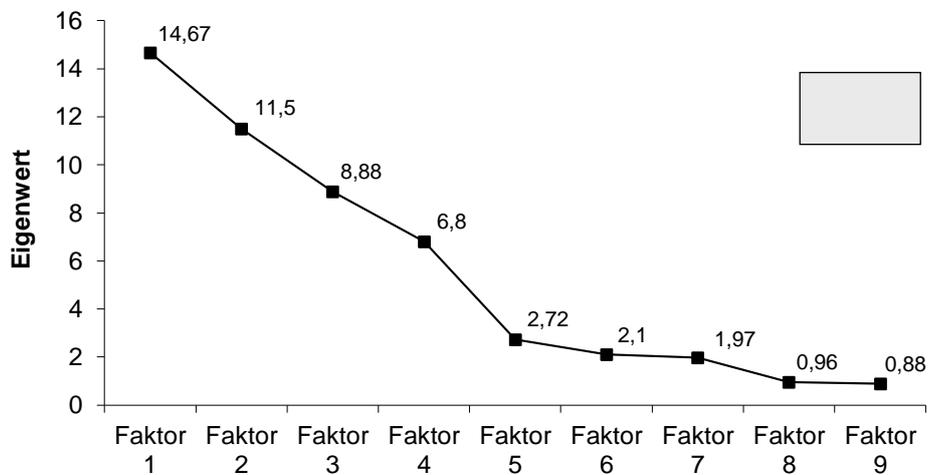
14. In manchen Fällen wird eine **Rotation der Faktorenlösung** durchgeführt. Welche Aussage(n) trifft (treffen) diesbezüglich zu, welche nicht?

| | |
|--|---|
| | Die Rotation vergrößert die Gesamtvarianz, die durch die Faktoren aufgeklärt werden kann. |
| | Durch die Rotation verändern sich die Ladungen der Variablen auf den Faktoren. |
| | Durch die Rotation verändern sich Eigenwerte und Kommunalitäten. |
| | Wenn die Rotation der Faktorenlösung nicht zu einer Einfachstruktur führt, ist stets die unrotierte Faktorenlösung zu bevorzugen. |

15. Welche Aussage(n) trifft (treffen) zu, welche nicht?

| | |
|--|---|
| | Die Kommunalität einer (standardisierten) Variablen ist zwangsläufig größer als 1. |
| | Wenn die Anzahl der bedeutsamen orthogonalen Faktoren nach der Durchführung einer Faktorenanalyse noch relativ hoch sein sollte (z. B. sieben Faktoren), so empfiehlt es sich, diese Faktoren als neue Variablen einer weiteren Faktorenanalyse zugrunde zu legen. Die Faktorenzahl könnte dadurch reduziert werden. |
| | Je homogener oder einheitlicher die untersuchte Personenstichprobe ist (z. B. nur Frauen im Alter von 18 bis 21 Jahren), desto eher wird der Bartlett-Test signifikant. |
| | Wenn eine Person auf allen bedeutsamen Faktoren sehr niedrige Faktorwerte aufweist, sollte sie aus der weiteren Analyse ausgeschlossen werden. |

16. Betrachten Sie folgendes Eigenwertediagramm. Wie viele Faktoren würden nach dem **Scree-Test** als bedeutsam angesehen? Schreiben Sie Ihre Antwort in das folgende Feld.



17. Eine Faktorenanalyse über 20 Variablen hinweg liefert Ihnen drei bedeutsame orthogonale Faktoren mit folgenden Eigenwerten:

| | Faktor 1 | Faktor 2 | Faktor 3 |
|-----------|----------|----------|----------|
| Eigenwert | 8 | 4 | 3 |

Wie viel Prozent der in den Variablen enthaltenen Varianz wird durch diese drei Faktoren aufgeklärt? Schreiben Sie Ihre Antwort in folgendes Feld.

%

18. Eine Faktorenanalyse über 10 Items einer Fragebogenuntersuchung liefert Ihnen nach der Rotation folgendes Ergebnis:

| | Faktor 1 | Faktor 2 | Faktor 3 | Faktor 4 |
|---------|----------|----------|----------|----------|
| Item 1 | 0.01 | 0.10 | 0.92 | 0.09 |
| Item 2 | 0.36 | 0.66 | 0.17 | 0.02 |
| Item 3 | 0.78 | 0.21 | 0.31 | 0.11 |
| Item 4 | 0.55 | 0.02 | 0.12 | 0.70 |
| Item 5 | 0.08 | 0.77 | 0.61 | 0.10 |
| Item 6 | 0.78 | 0.18 | 0.04 | 0.20 |
| Item 7 | 0.29 | 0.41 | 0.14 | 0.31 |
| Item 8 | 0.33 | 0.89 | 0.16 | -0.06 |
| Item 9 | 0.63 | 0.35 | 0.05 | 0.29 |
| Item 10 | 0.85 | 0.33 | -0.02 | 0.14 |

Welches Item steht nicht mit Thurstones Kriterium der Einfachstruktur in Einklang? Schreiben Sie die entsprechende Itemnummer in folgendes Feld.

Item

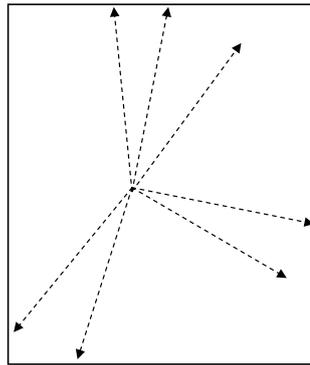
19. Eine Faktorenanalyse über fünf Variablen liefert Ihnen zwei bedeutsame Faktoren und folgende Tabelle:

| | | Faktor 1 | Faktor 2 |
|----------|---|----------|----------|
| Variable | 1 | 0.70 | 0.50 |
| | 2 | 0.50 | 0.40 |
| | 3 | 0.80 | 0.60 |
| | 4 | 0.50 | 0.90 |
| | 5 | 0.10 | 0.90 |

Für welche Variable wurden fehlerhafte Ladungen berechnet? Schreiben Sie Ihre Antwort in folgendes Feld.

Variable

20. Es wurden die Antworten von 100 Personen auf insgesamt sieben Variablen erhoben. Aus den Korrelationen zwischen diesen Variablen ergaben sich folgende Variablenvektoren.



Eine Faktorenanalyse über diese sieben Variablen liefert Ihnen zwei bedeutsame orthogonale Faktoren (Faktor 1 und Faktor 2), die ebenfalls als Vektoren bzw. Achsen darstellbar sind. Unten sind vier verschiedene bzw. unterschiedlich rotierte Faktorlösungen abgebildet. **Welche dieser Faktorlösungen bildet die Variablenmenge am besten ab** – unter Berücksichtigung der Prinzipien der Faktorenanalyse? Markieren Sie bitte das entsprechende Feld.

