

1.4 Die Bedeutung von Arousal und Stress für die semantische Gedächtnisleistung

1.4.1 Kurzüberblick über die Systematik des Gedächtnisses

Während "Lernen" den Prozess beschreibt, bei dem es zu einem Erwerb von Wissensbeständen kommt, beschreibt der Begriff "Gedächtnis" die diesem Prozess zugrundeliegenden Fähigkeiten eines Organismus zur Enkodierung und Konsolidierung von Informationen sowie ihrem späteren Abruf (Kandel, Kupfermann, & Iversen, 2000, S. 1227). Dabei wird zwischen einem expliziten (deklarativen) und einem impliziten Gedächtnis unterschieden. Das implizite Gedächtnis kennzeichnet Gedächtnisleistungen, die nicht bewusstseinsfähig sind, wie zum Beispiel das Priming, das prozedurale Gedächtnis, das assoziative Lernen (Konditionierung) und das nicht-assoziative Lernen wie Habituation. Explizite Gedächtnisleistungen sind hingegen bewusstseins- und auskunftsfähig. Das explizite Gedächtnis umfasst das episodische Gedächtnis, in welchem autobiographische Informationen abgelegt werden, das Wissens- bzw. Faktengedächtnis (z. B. Schulwissen), sowie das Bekanntheits- oder Vertrautheitsgedächtnis (Kandel, et al., 2000; Roth, 2001, S. 151 ff.). Für diese Untersuchung ist das explizite Wissens- bzw. Faktengedächtnis von maßgeblicher Bedeutung.⁴³

Hinsichtlich des Erwerbs expliziter Wissensbestände sind drei besonders relevante Funktionen zu unterscheiden (Kandel, et al., 2000, S. 1237 ff.; Wolf, 2009, S. 144). Die erste Funktionseinheit ist die **Enkodierung** (Encoding), die sowohl die Aufmerksamkeitsfokussierung zu Informationen als auch deren Weiterverarbeitung umfasst. Die Qualität der Enkodierung und der Grad, mit dem die neuen Wissensbestände mit bereits bestehenden Wissensbeständen in Beziehung gebracht werden, wird als entscheidend dafür erachtet, wie effektiv die Informationen später abgerufen und in aktuelle Problemlöseprozesse einbezogen werden können. Die zweite Funktionseinheit ist die **Konsolidierung** (Consolidation) der Informationen. Auf zellulärer Ebene betrachtet basiert diese auf der Optimierung von Informationen in den synaptischen Verbindungen neuronaler Netzwerke (Parkin, 2000, S. 26). Zum Teil wird von der Konsolidierung auch noch die Funktionseinheit Speicherung (Storage) und damit der Erhalt von Informationen abgegrenzt, die

43 Vor diesem Hintergrund sind die kognitiven Wirkungen von Computerspielen maßgeblich als das Resultat impliziter Lernvorgänge zu verstehen (vgl. Kapitel 1.3.2). So sind die positiven kognitiven Wirkungen von Computerspielen im Sinne einer Verbesserung räumlich-visueller Fähigkeiten, computerspielbezogener Regeln und Strategien sowie motorischer Fähigkeiten (Handaugenkoordination) ebenso dem impliziten Gedächtnissystem zuzuordnen wie negative kognitive Wirkungen, etwa das kurzfristige Priming aggressiver Kognitionen und eine langfristige Desensibilisierung für mediale Gewalt (Habituation).

bereits konsolidiert wurden (Kandel, et al., 2000, S. 1237 ff.).⁴⁴ Die dritte Funktionseinheit ist der **Abruf** (retrieval) erlernter Wissensbestände.

1.4.1.1 Die Bedeutung des Arbeitsgedächtnisses für den Erwerb semantischer Wissensbestände

Zur Erklärung und Beschreibung von Gedächtnisleistung wurden verschiedene Mehr-Speicher-Modelle diskutiert (für einen Überblick siehe z. B. Parkin, 2000). Besonders einflussreich war die konzeptionelle Unterscheidung eines Kurzzeit- und eines Langzeitgedächtnissystems (vgl. Bednorz & Schuster, 2002; Parkin, 2000, S. 29). Das Kurzzeitgedächtnis wurde dabei zunächst als eine Instanz verstanden, deren primäre Aufgabe darin besteht, Informationen kurzfristig im Bewusstsein zu halten und für eine langfristige Speicherung verfügbar zu machen. In den 1970er Jahren führten Baddeley und Hitch (1974) anstelle des Kurzzeitgedächtnisses den Begriff "Arbeitsgedächtnis" ein, und räumten diesem System damit eine aktivere Rolle für die Informationsverarbeitung ein. Sie postulierten für das Arbeitsgedächtnis über die temporäre Speicherung hinaus die Fähigkeit, Informationen aus dem Langzeitgedächtnis abzurufen sowie diese miteinander in Beziehung zu setzen und unterstrichen damit die Bedeutung dieses Systems für komplexe kognitive Prozesse wie Denken, Lernen und Schlussfolgern (Baddeley, 2000). Baddeley und Hitch verstanden das Arbeitsgedächtnis dabei nicht als einheitliches System, sondern als einen Verbund von Subsystemen und unterscheiden hierbei zunächst drei Komponenten: die artikulatorische Schleife für verbale und akustische Informationen, den räumlich-visuellen Notizblock für visuelle Informationen und eine zentrale Exekutiv-Einheit, welche diese Subsysteme kontrolliert und die Aufmerksamkeitsprozesse steuert (J. R. Anderson, 1996, S. 172 ff.; Baddeley, 2000; Kandel, et al., 2000, S. 1239; Parkin, 2000, S. 41). Die artikulatorische Schleife wird als besonders relevant für das Lesen (Parkin, 2000, S. 41) und den phonologischen Spracherwerb erachtet (Baddeley, 2000, S. 418). Später wurden Präzisierungen dieses Modells vorgenommen, indem die artikulatorische Schleife wiederum in zwei unterschiedliche Subsysteme unterteilt wurde: einen (eher passiven) artikulatorischen Speicher und einen artikulatorischen Kontrollprozess (vgl. Baddeley, 1990; Parkin, 2000, S. 42). Eine weitere Ergänzung erhielt das Modell durch eine Veröffentlichung von Baddeley im Jahr 2000, gute 25 Jahre nach der Erstveröffentlichung des Modells im Jahre 1974 (Baddeley, 2000). Dabei wurde zusätzlich ein episodischer Puffer postuliert, der ebenfalls durch die zentrale Exe-

44 Diese Funktionseinheit wird jedoch in Studien zur Dynamik und unmittelbaren Beeinflussbarkeit von Gedächtnisprozessen in der Regel nicht gesondert aufgeführt.

kutive kontrolliert wird, dabei jedoch direkten Zugriff auf das episodische Langzeitgedächtnis hat.

Auch in der Revision des Modells hält Baddeley weiterhin an der Grundkonzeption eines eigenständigen Multikomponentenmodells des Arbeitsgedächtnisses fest und stellt sich damit gegen inzwischen alternativ postulierte Konzeptionen, die mit der empirischen Datenlage insgesamt besser in Einklang stehen. Ein unter diesen Ansätzen besonders einflussreicher Ansatz ist das *Embedded-Processes Model of Working Memory* des amerikanischen Psychologen Nelson Cowan, welches das Arbeitsgedächtnis nicht als separate Funktionseinheit, sondern im Rahmen neuronaler Netzwerktheorien als jeweils aktivierten Teil des Langzeitgedächtnisses auffasst (vgl. Cowan, 1999). Nach Cowan wird das Arbeitsgedächtnis (a) durch das Langzeitgedächtnis, (b) durch die aktuell aktivierten Bereiche des Langzeitgedächtnisses sowie (c) durch den aktuellen Aufmerksamkeitsfokus gebildet. Welche Bereiche des Langzeitgedächtnisses sich in einem Aktivierungszustand befinden, wird dabei vornehmlich durch die eingehenden sensorischen Informationen (Sinneswahrnehmungen) bestimmt. Der Aufmerksamkeitsfokus repräsentiert den aktuellen Bewusstseinszustand und umfasst immer nur einen Teil des aktivierten Langzeitgedächtnisses. Auf welche Teile des aktivierten Langzeitgedächtnisses der Aufmerksamkeitsfokus aktuell gerichtet ist, wird zum einen durch eine zentrale Exekutiveinheit bestimmt, zum anderen aber auch durch automatische Prozesse der Aufmerksamkeitszuwendung zu besonders prägnanten Reizen (z. B. Reize mit besonderer Intensität, sich verändernde Reize oder Reize mit persönlicher Relevanz). Neben der Unterscheidung von Aufmerksamkeitsfokus und aktivierten Gedächtnisinhalten sowie der funktionalen Einbettung des Arbeitsgedächtnismodells in das Langzeitgedächtnis stellt der Ansatz von Cowan auch insofern eine Besonderheit dar, dass im Gegensatz zu Baddeley nicht streng zwischen verschiedenen Repräsentationsformen unterschieden wird:

"In the model there also is an attempt to reach a very general level of analysis. In doing so, many potential distinctions between processes are not discussed, but they are not denied either. (...) It is my believe that there is a gain in clarity from sometimes ignoring differences between particular materials, modalities, and codes to think about the system as a whole" (Cowan, 1999, S. 66).

Cowan geht ferner davon aus, dass Aktivierungen von Teilbereichen des Langzeitgedächtnisses zeitlich begrenzt sind und ca. 10 – 20 Sekunden ohne neuerliche Stimulierung aufrechterhalten werden können, während der Aufmerksamkeitsfokus durch seine Kapazität begrenzt ist und ca. 3 bis 5 getrennte Items (Chunks) umfassen kann. Daher nimmt Cowan an, dass bei komplexeren kognitiven Aufgaben umfassendere Bereiche des Langzeitgedächtnisses aktiv gehalten werden müssen, indem sich der kapazitätsbegrenzte Aufmerksamkeitsfokus sukzessive auf verschiedene Bereiche des aktivierten Langzeitgedächtnisses richten muss, um

diese neuerlich zu stimulieren und damit die Informationsverarbeitung aufrechterhalten zu können. Die Kombination von eingehenden Sinnesinformationen, die Aktivierung bestimmter Langzeitgedächtnisbereiche und die Verarbeitungsvorgänge innerhalb des Aufmerksamkeitsfokus formieren so auch die Neuordnung von Informationen im Langzeitgedächtnis (Lernen). Die aktivierten Bereiche des Langzeitgedächtnisses können jedoch auch Bereiche umfassen, die für die aktuelle Verarbeitungsaufgabe irrelevant sind. Auch diese sind jedoch Teil des (aktuellen) Arbeitsgedächtnisses und können dessen Effektivität vermindern, da aktivierte Bereiche des Langzeitgedächtnisses mit größerer Wahrscheinlichkeit in der aktuellen Informationsverarbeitung herangezogen werden. Die Konzeption von Cowan macht damit auch in besonderer Weise deutlich, wie wichtig es ist, verschiedene Komplexitätsgrade der Encodierung zu unterscheiden (vgl. Buehner, Mangels, Krumm, & Ziegler, 2005). Dies lässt sich im Bereich der psychologischen Testdiagnostik veranschaulichen, in der zwischen wahrnehmungsnaher Aufmerksamkeitsleistung und Konzentrationsleistung, die in weit stärkerer Weise exekutive Kontrollprozesse beansprucht, unterschieden werden muss (vgl. Mayrhofer, 2004).

Insgesamt kann festgehalten werden, dass aktuelle Arbeitsgedächtnistheorien einheitlich davon ausgehen, dass diesem hinsichtlich der Verarbeitung expliziter Gedächtnisinhalte eine Schlüsselfunktion zukommt, indem dieses an der Encodierung und am Abruf der Informationen beteiligt ist (Kandel, et al., 2000, S. 1237 ff.). Sowohl das Arbeitsgedächtnismodell nach Baddeley (2000) als auch das *Embedded-Processes Model of Working Memory* nach Cowan (Cowan, 1999) betonen die starke wechselseitige Abhängigkeit von Aufmerksamkeits- und Gedächtnisleistungen (Towse & Cowan, 2005, S. 17). Hinsichtlich expliziter Gedächtnisinhalte kann zudem in Übereinstimmung mit den Modellvorstellungen von Baddeley und Cowan festgehalten werden, dass nur Informationen, die innerhalb des Arbeitsgedächtnis verarbeitet werden, überhaupt die Chance besitzen, in das Langzeitgedächtnis aufgenommen zu werden (Kandel, et al., 2000, S. 1239). Dabei ist jedoch das Arbeitsgedächtnis nicht nur einfach "Zwischenstation" der Informationsakquise, sondern ermöglicht die Handhabung einer limitierten Anzahl von Informationen, um aktuelle kognitive Leistungen von unterschiedlichem Komplexitätsgrad zu vollbringen (vgl. Beilock & Decaro, 2007, S. 984).

Insbesondere die zentralen Steuerungsprozesse des Arbeitsgedächtnisses werden nach derzeitigem Wissensstand im präfrontalen Cortex vermutet (J. R. Anderson, 1996, S. 175; Cowan, 1999, S. 93). Je nach Umfang des Verständnisses des Arbeitsgedächtnisses muss jedoch eine Vielzahl weiterer neuronaler Strukturen einbezogen werden (vgl. Baddeley, 2000, S. 418; Cowan, 1999, S. 92 ff.).

1.4.1.2 Die Konsolidierung semantischer Wissensbestände

Während das Arbeitsgedächtnis Informationen nur kurzfristig und unter starker Kapazitätsbegrenzung verfügbar halten kann, können Informationen im Langzeitgedächtnis langfristig und nach derzeitigem Kenntnisstand ohne Kapazitätsbeschränkung bewahrt werden (Kandel, et al., 2000). Nach Parkin (2000, S. 28 ff.) tritt hinsichtlich der expliziten Gedächtnisleistung ca. 60 Sekunden nach der initialen Informationsverarbeitung ein Übergang vom theoretisch postulierten Kurzzeit- zum Langzeitgedächtnissystem ein, indem die aktiven Speicherprozesse des Kurzzeitgedächtnisses ihre primäre Relevanz verlieren und die Informationen somit der typischen Beeinflussbarkeit des Langzeitgedächtnissystems unterliegen.⁴⁵ Von diesem Zeitpunkt an befinden sich explizite Gedächtnisinformationen damit, theoretisch gesprochen, im Verarbeitungszustand der *Konsolidierung*.⁴⁶

An der Konsolidierung von expliziten Wissensbeständen sind im Wesentlichen der Hippocampus und die assoziativen Areale des Cortex beteiligt. Der Hippocampus stellt dabei nicht den zentralen Speicherort dar, sondern fungiert zusammen mit der ihm umgebenden entorhinalen und perirhinalen Rinde als Vermittler des expliziten Gedächtnisses, indem er durch Verbindungen zu allen Arealen des Cortexes und durch die Ausschüttung von Neuromodulatoren Einfluss darauf nehmen kann, welche Inhalte in welchen Arealen konsolidiert werden (Roth, 2001, S. 157 ff.). Die Gedächtnisinhalte werden dabei modulationsspezifisch in unterschiedlichen assoziativen Arealen des Isocortex abgelegt (Roth, 2001, S. 161). Der Hippocampus ist insbesondere zu Beginn der Konsolidierungsphase aktiv – je mehr sich Gedächtnisinhalte konsolidieren, desto weniger ist der Hippocampus noch an ihrem Abruf beteiligt (Roth, 2001, S. 162). Die Konsolidierung expliziter Wissensbestände kann Minuten, Stunden oder auch Jahre in Anspruch nehmen (Parkin, 2000, S. 29). Es wird davon ausgegangen, dass im Falle einer erfolgreichen Informationsverarbeitung innerhalb der Phasen Enkodierung und Konsolidierung Lerninhalte auch noch nach Tagen oder Jahren erfolgreich wieder abgerufen werden können (vgl. Wolf, 2009, S. 144).

45 Indem beispielsweise die Gabe des Medikaments des Acetylcholin-Antagonisten *Scopolamin* freies Erinnern bereits nach 60 Sekunden beeinträchtigt, nicht jedoch die Arbeitsgedächtnisleistung (Parkin, 2000, S. 27 ff.).

46 Nach dem Potenzgesetz des Vergessens werden Informationen umso schneller vergessen, je geringer die Stärke ihrer bisherigen Enkodierung ausgefallen ist. Dabei zeigt sich sowohl für das Kurzzeitgedächtnis als auch das Langzeitgedächtnis, dass alle Behaltensfunktionen Potenzfunktionen und damit negativ beschleunigt sind (J. R. Anderson, 1996, S. 197 ff.).

1.4.2 Biopsychologische Einordnung von Arousal und Stress

"(...) It may be appropriate to summarize the extensive data available from diverse sources which now provide formidable support for the conclusion that psychological factors play a major role in pituitary-adrenal cortical regulation" (Mason, 1968).

Wie bereits dargestellt kennzeichnet Arousal die aktuelle Erregung bzw. Aktivierungsbereitschaft eines Organismus (vgl. Kapitel 1.3.3.1). Als wesentliches dem Arousal zugrundeliegendes physiologisches System gilt die *formatio reticularis* (Amaral, 2000, S. 320; Posner, Russell, & Peterson, 2005, S. 721). Diese hat Verbindungen zum limbischen System sowie zum Thalamus. Wenn bedeutsame emotionale Stimuli wahrgenommen werden, kommt es über eine Aktivitätssteigerung der *formatio reticularis* zu einer Aktivierung bestimmter Teile des Thalamus. Stress wird als Reaktion eines Organismus auf Reizereignisse (Stressoren) verstanden, die sein aktuelles innerpsychisches Gleichgewicht stören und seine Fähigkeit zur Bewältigung strapazieren oder überschreiten (vgl. Zimbardo & Gerrig, 1999, S. 370). McEwen (2000, S. 173) definiert Stress als Ereignis oder Serie von Ereignissen, die als bedrohlich wahrgenommen werden und physiologische oder verhaltensbezogene Reaktionen nach sich ziehen. Im Allgemeinen muss zwischen der chronischen und der akuten (kurzfristigen) Stressreaktion unterschieden werden (vgl. McEwen, 2000, S. 173; Zimbardo & Gerrig, 1999, S. 372 ff.). Letztere ist im Rahmen dieser Arbeit von Bedeutung.

Physiologisch betrachtet besteht eine akute Stressreaktion aus zwei Phasen (vgl. Lupien & Lepage, 2001, S. 139; Lupien, Maheu, Tu, Fiocco, & Schramek, 2007, S. 211; Roth, 2001, S. 284 ff.): Die erste (schnelle) Phase beginnt mit einer Aktivierung vegetativer Zentren, wie den Locus Coeruleus durch die Amygdala und den Hypothalamus. Im Locus Coeruleus kommt es zu einer Noradrenalin ausschüttung, gleichzeitig wird durch den Hypothalamus über das vegetative Nervensystem das Nebennierenmark zur Ausschüttung von Noradrenalin und Adrenalin in die Blutbahn veranlasst (katecholamine Stressreaktion). Diese schnelle Reaktion führt zu einer augenblicklichen Verstärkung des physiologischen Arousals, die sich in einer Aktivierung des sympathischen Nervensystems und kardiovaskulärer Parameter bemerkbar macht (gesteigerter Herzschlag und Blutdruck). Eine erhöhte und längerfristige Verfügbarkeit von Noradrenalin und Adrenalin in der Blutbahn aktiviert im Gehirn die zweite (langsamere) Stressreaktion. Diese verläuft über die Hypothalamo-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse (hypothalamic-pituitary-adrenal axis, HPA) und beginnt mit einer Ausschüttung von Corticotropin-Releasing-Hormonen (CRH) im zentralen Kern der Amygdala und in Teilen des Hypothalamus. CRH löst im Hypophysenvorderlappen die Ausschüttung von ACTH (Adrenocorticotropes Hormon) aus. Dieses wandert über die Blutbahn zur Neben-

nierenrinde und bewirkt dort die Freisetzung von Corticosteroid-Hormonen (insbesondere Cortisol). Cortisol entfaltet ein breites Wirkspektrum, welches metabolische (Erhöhung des Blutzuckerspiegels), immunologische (Reduktion der Immunabwehr) und neurologische Wirkungen (verringerte Erregbarkeitsschwelle, Schlaflosigkeit, verringerte Sinnesleistungen) umfasst (Birbaumer & Schmidt, 1999, S. 80). Cortisol führt jedoch seinerseits die Stressreaktion wieder zurück, indem es die Freisetzung von CRH und ACTH im Gehirn hemmt (vgl. Roth, 2001, S. 287). Obwohl die hemmende Wirkung des Cortisols ein negatives Feedback der Stressreaktion gewährleistet, stellt sich erst mit einer gewissen Verzögerung nach Überwindung des Stressors eine Beruhigung der Stressreaktion ein (Roth, 2001; Zimbardo & Gerrig, 1999S. 363). Dies liegt hauptsächlich an der Amygdala, die bei Stress besonders aktiv ist und dazu tendiert, den Zustand der Stressreaktion auch nach Beendigung der Stresssituation aufrechtzuerhalten, indem weiterhin CRH ausgeschüttet wird (Roth, 2001, S. 287). Dickerson und Kemeny (2004) konnten in ihrer Metaanalyse zeigen, dass in den analysierten Studien noch 20 bis 40 Minuten nach Beendigung psychischer Stressoren das vorangegangene Stresserleben anhand eines erhöhten Cortisolspiegels identifiziert werden konnte. Studien, in denen Messungen 41 bis 60 Minuten nach Beendigung des Stressors durchgeführt wurden, konnten hingegen keinen erhöhten Cortisolspiegel mehr feststellen.⁴⁷

Eine akute Stressreaktion kann sowohl durch physische als auch durch psychische Stressoren ausgelöst werden (Dickerson & Kemeny, 2004). Lupien und Kollegen (1997, S. 2074) konnten zeigen, dass schon die Erwartung eines Stressors noch vor dessen eigentlichem Wirksamwerden bedeutsame Cortisolreaktionen auslösen kann. Psychische Stressoren können nicht nur spezifische Außenreize sondern auch innerpsychische aversive Erlebniszustände wie Angst und Wutgefühle sein (Zimbardo & Gerrig, 1999, S. 363; S. 371). Starkes emotionales Erleben und Stress sind eng miteinander verzahnt und gehen mit ähnlichen physiologischen Reaktionen einher (vgl. Roth, 2001, S. 291 ff.). Neben der Unterscheidung nach physischen und psychischen Stressoren lassen sich auch absolute und relative Stressoren unterscheiden (vgl. Lupien, et al., 2007S. 210 ff.). Absolute Stressoren stellen Reize dar, auf die bei erstmaliger Konfrontation nahezu alle Menschen mit einer Stressreaktion reagieren (z. B. Zeuge eines Unfalls oder Erdbebens werden, von einem aggressiven Tier angegriffen werden). Relative Stressoren stellen die in westlichen Gesellschaften weit häufigeren Stressereignisse dar und führen nur bei

47 Cortisol unterliegt zudem einem circadianen Ausschüttungsrhythmus, indem morgens kurz vor dem Aufwachen der Spiegel besonders ansteigt und dann über den Tagesverlauf kontinuierlich abfällt (vgl. Lupien, et al., 2007, S. 212). Die Variabilität des "natürlichen" Cortisolspiegels über den Tagesverlauf erschwert damit auch die Interpretation von Studien, die Cortisol als abhängige Variable bzw. als Stressindikator betrachten.

einigen Menschen zu Stressreaktionen (z. B. eine anstehende Prüfungssituation oder finanzielle Probleme).

Eine Metaanalyse von Dickerson und Kemeny (2004) zeigt, dass sich laborexperimentelle Forschung mit erwachsenen Probanden hinsichtlich psychischer Stressoren auf Leistungstests, Sozialstresstests (z. B. Freie Rede vor Publikum, fingiertes Bewerbungsgespräch), Kombinationen von Leistungs- und Sozialstresstests, Emotionsinduktionstechniken (z. B. Musik oder reizintensiver Film) und Geräuschbedingungen (z. B. Lärm) konzentriert. Innerhalb dieses Feldes wiesen Stressoren, die (a) eine motivierte Leistungsbedingung beinhalteten und in denen zusätzlich (b) das Leistungsergebnis nur wenig kontrollierbar war oder (c) die Leistungen unter sozialer Bewertung durch andere Personen erbracht wurden, die größte Effektstärke hinsichtlich der Cortisolreaktion auf. Die höchsten Reaktionen waren mit Stressoren verbunden, die alle drei Merkmale (a) bis (c) aufwiesen. Studien die Geräusch- oder Emotionsinduktionsbedingungen als Stressoren verwendeten, konnten insgesamt keinen Effekt auf die Cortisolausschüttung nachweisen. Zu diesen Paradigmen lagen jedoch auch vergleichsweise wenige Studien vor. In welcher Weise gewalthaltige Computerspiele in die Forschung zu psychischen Stressoren einzuordnen sind, wird bislang nur wenig diskutiert und ist anhand der Datenlage auch nicht zuverlässig einzuschätzen. In der Metaanalyse von Dickerson und Kemeny (2004) wurden der Emotionsinduktionsbedingung nur Filmmedien zugeordnet. Wie bereits dargestellt wurde, existieren einige empirische Hinweise darauf, dass gewalthaltige Computerspiele auf bestimmte Personen als relative psychische Stressoren wirksam werden könnten (vgl. Kapitel 1.3.3.1).

1.4.3 Die Wirkungen von Stress auf Arbeitsgedächtnis und semantische Gedächtnisleistung

"In general, the majority of human studies that have measured the impact of glucocorticoids on cognitive function report impaired declarative memory function after acute administrations of synthetic glucocorticoids" (Lupien, et al., 2007, S. 215).

Ein zu hohes Maß an physiologischer Erregung, wie etwa im Rahmen einer Stressreaktion (vgl. Kapitel 1.4.2), gilt hinsichtlich einer Vielzahl kognitiver Leistungen als beeinträchtigend (Kirschbaum, Wolf, May, Wippich, & Hellhammer, 1996, S. 1475). Bei extrem belastenden und traumatisierenden Erlebnissen kann es jenseits einer Beeinträchtigung auch zum kompletten Ausfall bestimmter kognitiver Funktionsbereiche kommen (Bourne & Yaroush, 2003). Stress und den damit einhergehenden physiologischen Reaktionen wird auch für explizite Gedächtnisfunktionen, wie der semantischen Gedächtnisleistung, eine maßgebliche Bedeutung

zugesprochen, so etwa für die Konsolidierung und den Abruf (vgl. Wolf, 2009), aber auch die Enkodierung (vgl. Diamond, Campbell, Park, Halonen, & Zoladz, 2007). Insgesamt gelangen die vorhandenen Überblicksarbeiten einheitlich zu der Einschätzung, dass explizite Gedächtnisfunktionen durch Stress in der Regel beeinträchtigt werden (vgl. Lupien, et al., 2007, S. 215). Im Folgenden soll ein kurzer Überblick über die aktuelle Forschung zum Zusammenhang von Stress und den Funktionsbereichen Enkodierung, Konsolidierung und Abruf des expliziten Gedächtnisses gegeben werden.⁴⁸

Es ist bekannt, dass Cortisol die Blut-Hirn-Schranke überwinden und für Lernen und Gedächtnis zentrale Regionen im Gehirn unmittelbar beeinflussen kann (Lupien, et al., 2007, S. 211). Als für diesen Zusammenhang besonders (jedoch nicht exklusiv) relevante neuroanatomische Struktur gilt der Hippocampus (Wolf, 2009, S. 144).⁴⁹ Hierfür werden nach Lupien und Lepage (2001, S. 138) im Allgemeinen vier zentrale Argumente geltend gemacht:

1. Der Hippocampus weist Glucocorticoid-Rezeptoren auf.
2. Hoher Stress geht mit einer (exklusiven) Beeinträchtigung expliziter Gedächtnisleistungen einher, die wiederum vom Hippocampus abhängig sind.
3. Chronischer Stress führt zu einer Atrophie (Verkümmerung) des Hippocampus.
4. Stress kann die Neurogenese (Bildung neuer Nervenzellen) im Hippocampus blockieren.

Obgleich Stress eher beeinträchtigend wirkt, wird aktuell davon ausgegangen, dass sich der Zusammenhang von Stress und expliziter Gedächtnisleistung am besten im Rahmen einer umgekehrten U-Funktion abbilden lässt (vgl. De Quervain, Aerni, Schelling, & Roozendaal, 2009, S. 359; Lupien, et al., 2007, S. 217 ff.).

48 Dieser Überblick stützt sich maßgeblich auf die Ergebnisse und Interpretationen aktueller Reviews und Metaanalysen sowie relevanter Einzelstudien, da eine umfassende Behandlung der experimentellen Studien an dieser Stelle aus Platzgründen nicht geleistet werden kann. Zudem existieren zu der Frage, wie sich Stress auf spezifische Gedächtnisfunktionen auswirkt, zu einem weiten Teil auch widersprüchliche Daten, deren Integration und Gesamtbewertung durch eine Verarbeitung der vorliegenden Reviews insgesamt besser geleistet werden kann. Die Identifikation der Überblicksarbeiten erfolgte über die Datenbanken PubMed, PsyCONTENT und Google Scholar.

49 Insbesondere sind jene Hirnareale zu nennen, die sowohl über Glucocorticoidrezeptoren verfügen als auch für Lernen und Gedächtnis als relevant gelten, wie neben dem Hippocampus auch die Amygdala und der Frontallappen (vgl. Lupien, et al., 2007, S. 211).

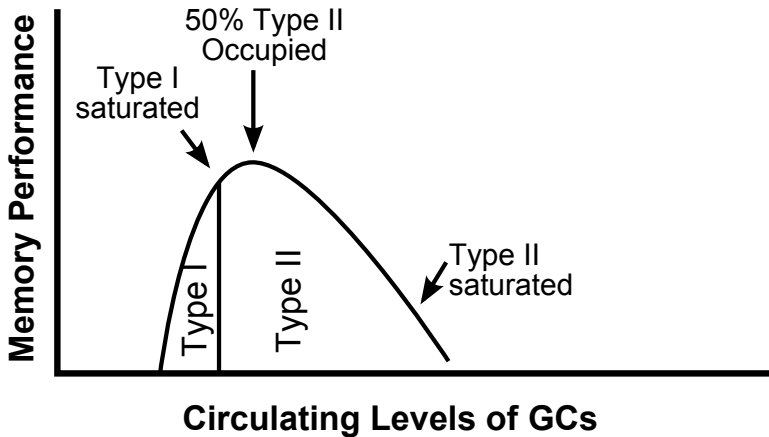


Abbildung 11. Veranschaulichung des Verhältnisses der Sättigung von Typ-I- und Typ-II-Glucocorticoidrezeptoren und expliziter Gedächtnisleistung (Nachdruck aus Lupien, et al., 2007, S. 217, mit Genehmigung von Elsevier).

Als Hintergrund dieser Überlegung ist zunächst anzuführen, dass der Hippocampus über zwei verschiedene Glucocorticoid-Rezeptoren verfügt, die als Typ-I- und als Typ-II-Glucocorticoid-Rezeptoren bezeichnet werden. Lupien und Kollegen (2007, S. 212) weisen darauf hin, dass Typ-I-Glucocorticoid-Rezeptoren Cortisol mit der 6- bis 10-fachen Affinität binden wie Rezeptoren des Typ II. Eine zu geringe Sättigung von Typ-I-Rezeptoren führt dabei ebenso zu einer Beeinträchtigung wie eine für akute Stressreaktionen charakteristische starke Sättigung von Typ-I- und Typ-II-Rezeptoren. Das Verhältnis der Sättigung beider Rezeptortypen gilt damit auch als entscheidend für die Richtung und Stärke der kognitiven Wirkungen (Lupien, et al., 2007, S. 218). So wird etwa davon ausgegangen, dass bei einem initial geringen Cortisolspiegel moderater Stress eher förderliche Wirkungen auf Gedächtnisprozesse entfalten kann, bei einem initial hohen Cortisolspiegel hingegen eher beeinträchtigend wirkt (Lupien, et al., 2007, S. 217).⁵⁰ In Abbildung 11 wird dieser Zusammenhang veranschaulicht.

⁵⁰ In Anknüpfung an die circadiane Rhythmik der Cortisolausschüttung (vgl. Kapitel 1.4.2) weist eine U-funktionale Verknüpfung von Cortisolspiegel und deklarativer Gedächtnisleistung darauf hin, dass je nach Tageszeit bestimmte Stressbedingungen auf bestimmte Personen eine beeinträchtigende, eine förderliche oder auch gar keine Wirkung entfalten könnten. So konnten einige Untersuchungen keine beeinträchtigende Wirkung von Stress auf das semantische Gedächtnis auffinden, wenn der Stressor bzw. die Cortisolverabreichung erst im späteren Tagesverlauf appliziert wurde (für einen Überblick vgl. Lupien, et al., 2007).

Eine beeinträchtigende Wirkung von Stress auf die semantische Gedächtnisleistung konnte in einer vielbeachteten Arbeit von Kirschbaum und Kollegen (1996) aufgezeigt werden. In dem aus insgesamt zwei Studienteilen bestehenden quasiexperimentellen Untersuchungsteil an einer studentischen Stichprobe (1996, Studie 1) ergab sich, dass bereits ein kurzer und moderater psychologischer Stressor die Verarbeitung semantischer Wissensbestände beeinträchtigen kann. Die Autorengruppe setzte den *Trier Social Stress Test* ein, bei dem die Probanden in zwei 5-minütigen Einheiten zunächst eine freie Rede vor Publikum halten und anschließend laut Kopfrechenaufgaben lösen müssen (vgl. Kirschbaum, Pirke, & Hellhammer, 1993). 5 Minuten vor und 10 Minuten nach dem Stressor wurden Speichelproben für die Bestimmung des Cortisolspiegels entnommen. Anschließend wurden die Probanden aufgefordert, eine Liste bestehend aus 24 Wörtern auswendig zu lernen. Nach einem 5-minütigen "Distraction Task" erfolgte der Abruf. Insgesamt zeigte sich ein signifikanter Anstieg des Cortisolspiegels durch den psychischen Stressor. Je höher dieser Anstieg ausfiel, desto schlechter waren auch die Leistungen im Gedächtnistest. In einer weiteren experimentellen Untersuchung (Kirschbaum, et al., 1996, Studie 2) wurden 40 männliche Probanden ($M[Alter]: 24.7$) jeweils einer medikamentösen Cortisolbedingung (10 mg *hydrocortisone acetate*) oder einer Placebobedingung zugewiesen. In dieser Studie konnte die kausale Wirkung von Cortisol auf die kognitive Leistungsfähigkeit bestätigt und die Befunde insgesamt weiter präzisiert werden. Erfasst wurden sowohl implizite Gedächtnisleistung mittels eines Wortstammtestverfahrens als auch räumlich-visuelle und verbale explizite Gedächtnisleistung. Gegenüber der Kontrollgruppe (Placebo) war die Cortisolgruppe in geringerem Maße in der Lage, die gelernten verbalen und räumlichen Informationen korrekt zu reproduzieren. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass 10 Milligramm Cortisol nur einer leichten bis moderaten Stressreaktion entsprechen (Payne & Nadel, 2004, S. 676). Die implizite Gedächtnisleistung war hingegen nicht von den Auswirkungen des Cortisolspiegels betroffen (Kirschbaum, et al., 1996). Die Studie erlaubt jedoch keine Rückschlüsse darauf, welche Funktionsbereiche des expliziten Gedächtnisses für die beeinträchtigende Stresswirkung verantwortlich waren, da in dem Design nach dem Stressor sowohl Enkodierung und Konsolidierung als auch der Abruf der Gedächtnisinformationen platziert und damit unlösbar miteinander verknüpft wurden (vgl. Wolf, 2009, S. 144).

Lupien und Kollegen (1997) setzten einen Stressor erst nach der Lernbedingung ein, um den isolierten Einfluss von Stress auf die Konsolidierung und den Abruf der Informationen zu analysieren. Untersucht wurde eine Stichprobe von $N = 14$ älteren Probanden (62 – 83 Jahre). Die Autoren berücksichtigten eine implizite und eine explizite Lernbedingung und innerhalb des Within-Subjekt-Designs sowohl eine psychosoziale Stressbedingung als auch eine Nicht-Stressbedingung (Auf-

merksamkeitstest), die damit passender als stressreduzierte Bedingung aufzufassen ist. Die Ergebnisse zeigen eine Beeinträchtigung der expliziten, nicht jedoch der impliziten Gedächtnisleistung als Reaktion auf die Stressbedingung. Da die Versuchspersonen jedoch schon in Erwartung des Stressors 25 Minuten vor dessen Wirksamwerden mit einem erhöhten Cortisolspiegel reagierten, kann wie auch in der Studie von Kirschbaum und Kollegen (1996) nicht zuverlässig ermittelt werden, ob die Enkodierung, Konsolidierung oder der Abruf des Lernmaterials beeinträchtigt wurden (Lupien, et al., 1997, S. 2074).

Neben allgemeinen Experimenten zur Auswirkung von Stress auf explizite Gedächtnisleistung erlauben einige Studien auch Rückschlüsse auf die Beeinflussbarkeit einzelner Gedächtnisfunktionen. Hinsichtlich der Gedächtnisfunktion **Konsolidierung** wird die Relevanz möglicher Post-Learning-Einflüsse diskutiert. Cahill und McGaugh (1996, S. 237) skizzieren deren Grundlagen im Rahmen eines Gedächtnismodulationssystems, dem drei wesentliche Erkenntnisse zugrundeliegen:

1. Kurz zurückliegende Lernvorgänge sind besonders anfällig für Post-Learning-Einflüsse.
2. Einige dieser Post-Learning-Einflüsse beeinflussen die Gedächtnisleistung, obwohl sie nicht unmittelbar hirnpfysiologische Wirkungen entfalten
3. Diese Post-Learning-Einflüsse haben je nach experimenteller Bedingung das Potential Gedächtnisleistungen zu fördern oder zu beeinträchtigen.

Es wurde bereits ausgeführt, dass sich Informationen theoretisch etwa 60 Sekunden nach dem initialen Lernen im Zustand der Konsolidierung befinden (vgl. Kapitel 1.4.1.2). Besonders in der frühen Phase der Konsolidierung, an welcher der Hippocampus noch aktiv beteiligt ist, gelten die Inhalte als besonders instabil und empfänglich für Post-Learning-Einflüsse. Nach Izquierdo und Medina (1997) können die Informationen gerade in den ersten drei Stunden nach dem Lernen noch durch Stress beeinflusst werden. Aufgrund der U-funktionalen Verknüpfung mit Stress, die neben Enkodierung und Abruf auch für die Konsolidierung gelten kann (vgl. Lupien, et al., 2007, S. 217; S. 230 ff.), wird vermutet, dass sich Post-Learning-Stress sowohl förderlich als auch nachteilig auf die Konsolidierung auswirken kann (Diamond, et al., 2007, S. 9). Als wichtiges Kriterium gilt hier der Emotionalitätsgrad des Lernmaterials. So kommt Wolf (2009, S. 149) in seinem Review zu dem Schluss, dass gerade für emotionale Erfahrungen bzw. emotional geladene Lerninhalte in den Studien sehr häufig stressbedingte Steigerungen in der Konsolidierungsleistung berichtet werden, wohingegen hinsichtlich neutraler Informationen in der Regel keine positiven und zum Teil auch negative Effekte berichtet werden. Insgesamt kann sich Wolf dabei jedoch nur auf wenige Humanstudien stützen, welche die Einflüsse von Stress isoliert auf die Konsolidierung

semantischer Gedächtnisinhalte untersucht haben. Die vergleichsweise geringen Forschungsanstrengungen zu dieser Gedächtnisfunktion können darauf zurückgeführt werden, dass eine isolierte Betrachtung der Konsolidierungsleistung hohe Ansprüche an Studiendesigns stellt, indem der Abruf der gelernten Informationen erst mit einiger Verzögerung (zumeist am Folgetag) nach dem Stressor stattfinden kann, da ansonsten der Stressor auch auf den Abruf der Informationen einwirken kann. Diamond und Kollegen (2007, S. 10) schlagen zur Beschreibung der Wirkung von Stress auf nachfolgende Konsolidierungsvorgänge ein zeitlich dynamisches Wirkmodell vor, indem Stress die Neuroplastizität des Hippocampus hinsichtlich zeitlich naheliegender Informationsverarbeitungsprozesse erhöht, womit u.a. die besonders intensive Verarbeitung und Einprägung traumatischer Erlebnisse sowie Prozesse der Furchtkonditionierung erklärt werden können. Hinsichtlich zeitlich weiter vom Stressereignis entfernter Konsolidierungsprozesse wirkt sich nach ihrem Modell Stress hingegen nachteilig aus, indem der Hippocampus mit geringerer Effizienz arbeitet. Insgesamt zeigt sich, dass eine Einschätzung der Auswirkung von Stress auf die Konsolidierung aufgrund der insgesamt vergleichsweise geringen Forschungsanstrengungen weit schwerer fällt, als auf die Gedächtnisfunktionen Enkodierung und Abruf.

Hinsichtlich der Wirkung von Stress auf den **Abruf** expliziter Gedächtnisinhalte liegen insgesamt aussagekräftigere Forschungsdaten vor. Hier gelangen die meisten Studien zu dem Befund, dass sich Stress auf diese Gedächtnisfunktion negativ auswirkt (vgl. Wolf, 2009, S. 151). In Experimenten zur isolierten Betrachtung des Abrufs werden die Stressoren erst kurz vor dem Abruf von zuvor gelernten Informationen platziert; eine längere Verzögerung zwischen Lernphase und Abruf ist in der Regel nicht notwendig, weshalb die Untersuchung dieser Gedächtnisfunktion geringere methodische Ansprüche stellt. Wolf und Kollegen (2001) konnten zeigen, dass ein Stressor, der erst kurz vor dem Abruf eingesetzt wird, die Enkodierungsleistung unabhängig vom Alter der Probanden nachteilig beeinflusst. Kuhlmann, Piel und Wolf (2005) realisierten eine Isolation der Lernphase (Wortlisten) an einem ersten Versuchstag und den Einsatz eines Stressors wenige Minuten vor Abruf der Lerninhalte am zweiten Versuchstag. Auch hier fiel die Abrufleistung der Informationen unter dem Einfluss von Stress geringer aus. De Quervain und Kollegen (2000) untersuchten den differenzierten Einfluss von Cortisol auf Enkodierung, Konsolidierung und Abruf semantischer Gedächtnisinhalte (Wortliste mit 30 Wörtern), indem sie Glucocorticoide (25 mg Cortisone) jeweils entweder eine Stunde vor dem Lernen, unmittelbar nach dem Lernen oder eine Stunde vor dem Abruf am Folgetag verabreichten. Hierbei ergab sich eine beeinträchtigende Wirkung des Cortisols nur dann, wenn dieses eine Stunde vor dem Abruf verabreicht wurde (De Quervain, et al., 2000). In Übereinstimmung zu diesen leistungsdiagnostischen Befunden deuten bildgebende Untersuchungen darauf hin, dass ein

durch Stress beeinträchtigter Abruf von verminderten Aktivierungen der hierbei beteiligten Hirnareale begleitet wird. So ergab eine Studie von De Quervain und Kollegen (2003), dass ein akut durch Cortisol beeinträchtigter Abruf von Wortpaaren, die 24 Stunden vorher gelernt worden waren, mit einem reduzierten Blutfluss im rechten *posterioren temporalen lobe* einherging, der auch den rechten Hippocampus beinhaltet. Auch in einer aktuelleren Studie konnte mittels FMRI präzisiert werden, dass eine Cortisolgabe vor dem Abruf expliziter Lerninhalte mit reduzierten Aktivitäten im linken und rechten Hippocampus sowie im präfrontalen Cortex einherging. Diese und andere Studien deuten damit insgesamt darauf hin, dass Stressoren, die erst kurz vor dem Abruf von Informationen wirksam werden, diese Gedächtnisfunktion isoliert beeinträchtigen können.

Neben der Konsolidierung und dem Abruf semantischer Gedächtnisinhalte gilt auch die Gedächtnisfunktion **Enkodierung** als sensibel für akute Stresseinflüsse (vgl. Lupien, et al., 2007, S. 219). Das Yerkes-Dodson-Gesetz besagt, dass Arousal bezüglich einfacher kognitiver Tasks in einer linearen Beziehung zu höherer Leistungsfähigkeit steht (Yerkes & Dodson, 1908). Hinsichtlich solcher Leistungen führen erhöhte Arousalzustände bis hin zu Stress zu immer höheren Verarbeitungsleistungen. Anders stellt sich dies bei komplexen kognitiven Leistungen dar: Hier lässt sich das Verhältnis zwischen Arousal und Leistung, ähnlich wie bei den anderen diskutierten Gedächtnisfunktionen, in einer umgekehrten U-Funktion abbilden, indem sowohl ein zu hohes (Überstimulierung) als auch ein zu geringes Arousal (Unterstimulierung) beeinträchtigend wirkt (vgl. Bourne & Yaroush, 2003, S. 31 ff.; Zimbardo & Gerrig, 1999, S. 368). Damit gelten Schwierigkeitslevel und Komplexität der Aufgabe als entscheidend: Einfache Reaktions- oder visuelle Überwachungsaufgaben (Vigilanz) werden in der Regel optimal unter einem verhältnismäßig hohen Arousallevel und komplexere, arbeitsgedächtnisintensive Aufgaben wie Kopfrechnen oder Entscheidungsprozesse optimal unter einem verhältnismäßig geringen Arousallevel ausgeführt (Bourne & Yaroush, 2003, S. 30; Diamond, et al., 2007, S. 3; Zimbardo & Gerrig, 1999). Hier deutet die Datenlage darauf hin, dass die Aktivität von Dopamin-D1-Rezeptoren im präfrontalen Cortex verantwortlich für diesen Zusammenhang ist, indem sowohl eine zu hohe als auch zu geringe Aktivität mit einer herabgesetzten Arbeitsgedächtnisleistung einhergeht (für einen Überblick vgl. Diamond, et al., 2007, S. 19). Ebenso wird angeführt, dass Glucocorticoide Frontalhirnfunktionen unmittelbar beeinflussen können (vgl. Lupien, et al., 2007, S. 219). Durch die verminderte Aktivität des präfrontalen Cortex kommt es zu einer Einengung des Wahrnehmungsfokusses und damit wie vom Yerkes-Dodson-Gesetz postuliert zu einer effektiveren Bearbeitung einfacher Aufgaben ohne Arbeitsgedächtnisbeteiligung:

"The second component of the Yerkes-Dodson law is the enhancement of performance under high levels of stress in relatively simple tasks (...). If, for

example, a task involves focused attention to an isolated cue with minimal cognitive (decision-making) demands, then performance may not only be unimpaired, it can even be enhanced, under conditions of high arousal" (Diamond, et al., 2007, S. 19).

Anders stellt sich dies bei komplexen Verarbeitungsaufgaben dar. Eine Aufgabe kann bereits dann als komplex gelten, wenn präfrontale Hirnregionen an ihrer Bearbeitung in nennenswerter Weise beteiligt sind, weil beispielsweise in einer an sich einfachen Rechenaufgabe zusätzlich Entscheidungen getroffen werden müssen, indem zum Beispiel in Abhängigkeit von (Zwischen)Ergebnissen unterschiedliche Regeln anzuwenden sind (Ashcraft, 2002; Diamond, et al., 2007, S. 18). Schulische Lernprozesse beanspruchen in der Regel komplexe kognitive Leistungen, indem für den Wissenserwerb Arbeitsgedächtnisleistungen mit hoher exekutiver Beteiligung ausgeführt und dabei bereits vorhandene Kenntnisse integriert und zur Anwendung gebracht werden müssen (vgl. Kapitel 1.2.1).

Damit kann übergreifend für komplexe Encodierungsaufgaben des semantischen Gedächtnissystems angenommen werden, dass deren Bewältigung sowohl bei einer Unter- als auch einer Überstimulierung nicht optimal ausfällt (Diamond, et al., 2007). Lupien und Kollegen (Lupien, et al., 2007) weisen darauf hin, dass sich in einigen Studien gerade bei jungen Versuchspersonen gezeigt hat, dass diese insbesondere mit einer Beeinträchtigung des Arbeitsgedächtnisses und weniger mit einer Beeinträchtigung anderer Gedächtnisfunktionen auf Stress reagieren:

"(...) In young individuals, working memory is more sensitive than declarative memory to an acute elevation of glucocorticoids, supporting the suggestion that glucocorticoids have a significant impact on frontal lobe functions in humans" (Lupien, et al., 2007, S. 219).

Zusammenfassend lässt sich somit hinsichtlich des Zusammenhangs von Stress und Gedächtnisleistung sowohl in Hinblick auf die Enkodierung komplexer Informationen (Bourne & Yaroush, 2003, S. 30; Zimbardo & Gerrig, 1999) als auch auf Konsolidierung und den Abruf semantischer und hinsichtlich der Konsolidierung insbesondere neutraler Gedächtnisinhalte (Cahill & McGaugh, 1996; Lupien, et al., 2007) ein Zusammenhang in Form einer U-Funktion postulieren: Erhöhtes Arousal wirkt sich bis zu einem gewissen Grad förderlich aus, führt jedoch ab einem bestimmten Level zu einer Beeinträchtigung der Leistung. Stress kann damit nicht nur die Encodierung neuer Informationen und damit das Arbeitsgedächtnis als Prä-Learning-Einfluss, sondern ebenfalls als Post-Learning-Einfluss die Konsolidierung von initial gelernten Informationen sowie deren Abruf beeinflussen.

Neben diesen aus der Forschung ableitbaren Grundannahmen bestehen jedoch noch vielfältige Erkenntnislücken zur Bedeutung von Stress für die semantische Gedächtnisleistung. Dies liegt insbesondere daran, dass nur wenige Humanstudien

und damit naturgemäß nur wenige Untersuchungen zur Beeinflussbarkeit der se-mantischen Gedächtnisleistung vorliegen (vgl. Wolf, 2009, S. 143). Von diesen Studien erlauben wiederum nur wenige **differenzierte Aussagen** zur Wirkung von Stress auf Enkodierung, Konsolidierung und Abruf, so dass durchaus noch umstritten ist, welche dieser Gedächtnisfunktionen in besonderer Weise und unter welchen Voraussetzungen durch Stress beeinträchtigt werden kann. Als besonders lückenhaft muss dabei die Studienlage zur Bedeutung von Stress für die Gedächtnisfunktion Konsolidierung gelten (vgl. Wolf, 2009, S. 148).

Eine weitere Unsicherheit besteht in Hinblick auf die Frage, ob sich **unterschiedliche Stressoren** in differenzierter Weise auf kognitive Leistungsparadigmen auswirken können. Hier ist beispielsweise die medikamentöse Gabe von Cortisol insofern als kritisch zu bewerten, als dass der Cortisolspiegel zwar ein bedeutsames, jedoch nicht das einzige physiologische Substrat einer akuten Stressreaktion darstellt, indem für diese in der Regel auch die Ausschüttung katecholaminer Stresshormone (Noradrenalin ausschüttung) kennzeichnend ist. In diesem Zusammenhang geben etwa auch Lupien und Kollegen (2007, S. 223) kritisch zu bedenken, dass die Bedeutung der katecholaminen Stressreaktion für die kognitiven Wirkungen von Stress in humanwissenschaftlichen Studien bislang zu wenig untersucht wurde. Auch auf eine widersprüchliche Datenlage zwischen human- und tierexperimentellen Untersuchungen hinsichtlich der Wirkungen von Noradrenalin auf kognitive Prozesse wird hingewiesen (vgl. Skosnik, et al., 2000, S. 60). Zusätzlich kann in Bezug auf die Induktion von Stress über spezifische psychische oder physische Stressparadigmen kritisch eingewendet werden, dass spezifische Stressoren auch mit spezifischen physiologischen Aktivierungsmustern einhergehen könnten und damit möglicherweise nicht ohne Weiteres von einem Gegenstand auf den anderen übertragen werden können (vgl. hierzu den ausführlichen Überblick von Dedovic, Duchesne, Andrews, Engert, & Pruessner, 2009).

Weiterhin besteht zum **Zeitfenster** der Beeinflussbarkeit kognitiver Prozesse durch Stress bislang nur eine rudimentäre Kenntnislage. Die circadiane Rhythmik der Cortisolausschüttung und die daraus erfolgenden Implikationen für den U-funktionalen Zusammenhang von Stress und Gedächtnis wurden bereits angesprochen (siehe oben). Das Zeitfenster der Beeinflussbarkeit betrifft jedoch nicht nur tageszeitliche Periodizitäten, sondern auch die Frage, in welchem zeitlichen Abstand Stressoren noch Wirkungen auf bestimmte Gedächtnisfunktionen entfalten können. Hier kann nach derzeitigem Kenntnisstand hinsichtlich der Konsolidierung davon ausgegangen werden, dass gerade die frühe Phase und damit die ersten Stunden nach dem Lernen besonders sensibel für Stresseinflüsse sind. Hinsichtlich des Arbeitsgedächtnisses gehen Diamond und Kollegen (2007, S. 10) auf Basis ihres Literaturüberblicks davon aus, dass eine stressbedingte Überstimulierung des präfrontalen Cortex in Abhängigkeit von der Art und Intensität des Stressors, von

Umwelt- und genetischen Faktoren sowie der individuell zur Verfügung stehenden Copingstrategien Minuten bis Stunden anhalten kann. Hierzu liegen jedoch nur wenige systematische Studien vor.

Zusammenfassend kann damit in Hinblick auf den Forschungsstand zu Stress und semantischer Gedächtnisleistung festgehalten werden, dass bezüglich aller drei Gedächtnisfunktionen Enkodierung, Konsolidierung und Abruf eine Beeinflussung durch Stress postuliert werden kann. In dieser Arbeit sollen die Phasen Enkodierung und Konsolidierung in den Vordergrund gestellt werden. Diese Entscheidung geht im Wesentlichen auf zwei Überlegungen zurück:

1. Zentraler Ausgangspunkt der Arbeit sind mit Blick auf die Schulleistungsforschung die **Gedächtnis-Defizit-Hypothese** und die **Konzentrations-Defizit-Hypothese**. Die Konzentrations-Defizit-Hypothese bezieht sich auf eine gestörte Informationsaufnahme und -verarbeitung und knüpft damit an die Gedächtnisfunktion Enkodierung an. Die Gedächtnis-Defizit-Hypothese postuliert in ihrer Ausformulierung eine Störung von vormittäglichen schulischen Lernprozessen durch nachmittägliche Nutzung gewalthaltiger Medien und damit eine Störung der Konsolidierung von expliziten Lerninhalten. Eine unmittelbare Beeinträchtigung des Abrufs zuvor gelernter Informationen durch Medieneinflüsse wird durch die Hypothesen hingegen nicht postuliert.
2. Der Annahme einer Beeinträchtigung der Konsolidierung kann im Gegensatz zur Beeinträchtigung des Abrufs eine besondere **Alltagsrelevanz** zugesprochen werden, da ein beeinträchtigender Einfluss auf die Konsolidierung und die Aufnahme neuer Wissensbestände nicht nur situativ wirksam wäre, sondern auch die langfristige (kumulative) Aneignung von Wissensbeständen gefährden könnte.

1.4.4 Moderierende Faktoren des Erregungspotentials gewalthaltiger Computerspiele

In dieser Arbeit werden gewalthaltige Computerspiele als relative psychische Stressoren aufgefasst und die Frage untersucht, ob diese als solche kognitive Leistungen beeinflussen können. Stressreaktionen sind jedoch nicht alleine durch einen auslösenden Stressor determiniert, sondern zusätzlich durch eine Vielzahl von Stressmoderatorvariablen, ohne die aufschlussreiche Interpretationen der Reaktionsmuster in der Regel nicht möglich sind (Gaab, Rohleder, Nater, & Ehlert, 2005, S. 600; Zimbardo & Gerrig, 1999, S. 375 ff.). Auch in der Medienwirkungsforschung besteht inzwischen nahezu ein Konsens darin, dass sich das Wirkpotential komplexer Unterhaltungsmedien nicht im Rahmen eines einfachen Stimulus-Response-Ansatzes beschreiben lässt, sondern hierfür sowohl konstitutionelle Merk-

male des Rezipienten als auch strukturelle Merkmale des Mediums berücksichtigt werden müssen (vgl. Bonfadelli, 2004S. 29 ff.). Für die hier vorliegende Untersuchung ergibt sich hieraus die Annahme, dass bestimmte Personen besonders stark dazu neigen könnten, mit negativen Gefühlen auf mediale Gewalt in Computerspielen und Filmen zu reagieren. Von diesen Faktoren könnte damit auch angenommen werden, dass sie den Zusammenhang zwischen Gewaltmediennutzung und kurzfristigen Wirkungen auf kognitive Verarbeitungsprozesse moderieren. Die Differenziertheit einer solchen Betrachtungsweise steht keinesfalls der Annahme entgegen, dass konkrete kausale Wirkbeschreibungen unter Berücksichtigung konkreter Risikofaktoren durchaus möglich sind (vgl. Kunczik & Zipfel, 2004, S. 231).

Birbaumer und Schmidt (1999) geben einen Überblick über diskutierte Stressmoderatorvariablen und unterscheiden hier zwischen der **objektiven und der subjektiven Reizintensität** eines Stressors. Während die objektive Reizintensität durch die Intensität, Dauer und Häufigkeit eines Stressors bestimmbar ist, ergibt sich die subjektive Reizintensität aus konstitutionellen Persönlichkeitsmerkmalen, den Vorerfahrungen mit dem Stressor und den interindividuell zur Verfügung stehenden Coping-Strategien. Hieraus wird deutlich, dass für eine Einschätzung des Erregungspotentials psychischer Stressoren nicht nur objektive Faktoren der Reizintensität, sondern auch subjektive Faktoren der wahrgenommenen Reizintensität eine Rolle spielen können. Diese Überlegungen sollen nachfolgend in Hinblick auf die Reizintensität gewalthaltiger Computerspiele diskutiert werden.

1.4.4.1 Objektive Reizintensität gewalthaltiger Computerspiele

Hinsichtlich der objektiven Reizintensität (vgl. Tabelle 6) können die in Kapitel 1.3.3.1 dargestellten Befunde zur Erregungswirkung gewalthaltiger Computerspiele herangezogen werden.

Tabelle 6. Objektive Stressmoderatorvariablen und ihre mögliche Bedeutung für das Erleben negativ valenter Emotionen im Rahmen der Gewaltspielrezeption (in Anlehnung an Birbaumer & Schmidt, 1999, S. 94)

	Allgemeine Stressmoderatoren	Auf die Reizintensität bezogene Merkmale gewalthaltiger Computerspiele
Objektive Reizintensität	Intensität	Drastik der Gewaltdarstellungen
	Dauer	Rezeptionsdauer
	Häufigkeit	Ereignisfrequenz von Gewalthandlungen

Es konnte gezeigt werden, dass die **Intensität** der Gewaltdarstellungen in Spielen die Arousalwirkung erwartungskonform moderiert. Damit könnte die Erregungswirkung gewalthaltiger Computerspiele durch den Realitätsgrad der Gewalthandlungen (Barlett & Rodeheffer, 2009) und Intensität sowie Detailreichtum der Gewaltdarstellungen (Ballard & Wiest, 1996) moderiert werden. Schneider und Kollegen konnten am Beispiel des Genres First-Person-Shooter zeigen, dass gewalthaltige Spiele, bei denen eine Story im Hintergrund präsent ist, möglicherweise ein höheres und stabileres physiologisches Arousal auslösen können als Spiele, die auf eine narrative Rahmung verzichten (Schneider, Lang, Shin, & Bradley, 2004). Selbst die akustische Untermalung von gewalthaltigen Computerspielen kann zu einem erhöhten Stresserleben beitragen (vgl. Hébert, et al., 2005). Derartige Unterschiede in der physiologischen Aktivierung konnten jedoch nicht bei rein spielinstruktionsbezogenen oder die Spieloptionen betreffenden Manipulationen des Gewaltgrades aufgefunden werden. So konnten Carnagey und Anderson zeigen, dass unabhängig davon, ob in einem Rennspiel bestimmte Gewalthandlungen belohnt, sanktioniert oder blockiert wurden, die Spieler ein vergleichbares Ausmaß an Arousal aufweisen (Carnagey & Anderson, 2005). Auch in einer anderen Untersuchung führte die bloße Manipulation der Spielinstruktion (Aufforderung zu Gewalt vs. Aufforderung zu Gewaltverzicht) nicht zu unterschiedlichen Erregungsleveln (vgl. Panee & Ballard, 2002).

Ferner konnte gezeigt werden, dass bereits eine kurzfristige **Rezeptionsdauer** gewalthaltiger Spiele von wenigen Minuten zu einem Anstieg des Arousals führen kann. Da die Rezeptionsdauer gewalthaltiger Computerspiele im Rahmen experimenteller Untersuchungen zu Arousal und Stress bislang nicht systematisch variiert wurde, kann jedoch nur darüber spekuliert werden, ob der Rezeptionsdauer eine maßgebliche Bedeutung für das Arousalpotential zukommt.⁵¹ Zudem kann kritisiert werden, dass die im Rahmen von experimentellen Medienwirkungsstudien erfolgende Präsentation gewalthaltiger Medien häufig zu kurz ist, um damit die Alltagsmediennutzung (vgl. Kapitel 1.1.1) noch in adäquater Weise abbilden zu können. Dies erscheint insbesondere in Hinblick auf theoretische Überlegungen zu Erregungsverläufen bei gewalthaltigen Medien kritisch. Zillmann zufolge können emotionale Rezeptionsreaktionen nachfolgende Reaktionen auf emotionale Medi-

51 So könnte zum einen bei vielen Rezipienten eine Gewöhnung an die Gewaltereignisse eintreten, jedoch gegenläufig auch das Involvement ansteigen, indem eine zunehmende Identifikation mit den handelnden Protagonisten aufgebaut wird und bei Computerspielen mit zunehmender Beherrschung der Steuerung erst ein echtes Eintauchen in die Spielwelt und eine Übernahme der Spielziele ermöglicht wird (vgl. Klimmt, 2006). Zudem weisen die meisten Computerspiele im Spielverlauf einen Anstieg des Schwierigkeitsgrades, der Gewaltdichte und des Handlungsdrucks auf, wodurch gerade bei Computerspielen bei zunehmender Spieldauer eine erhöhte Reizintensität eintreten könnte. Damit ist davon auszugehen, dass sich verschiedene Spiele und Filme maßgeblich in der zeitlichen Dynamik ihrer Reizintensität unterscheiden könnten.

enereignisse zusätzlich verstärken und damit möglicherweise erst eine Kette einzelner Emotionsereignisse rezeptionstypische Erregungsreaktionen einleiten (vgl. Kapitel 1.3.3.2.3). Zudem wird in Hinblick auf das emotionale Wirkpotential gewalthaltiger Medien angeführt, dass hierfür zunächst Identifikationsprozesse einsetzen müssen (Zillmann, 2003) bzw. eine Übernahme der Rolle der handelnden Spielfigur (Klimmt, 2004) erfolgen muss. Aus diesen Überlegungen kann die Empfehlung abgeleitet werden für Studien, welche die Erregungswirkungen von Medien zum Gegenstand haben, die Zeitdauer entweder systematisch zu variieren oder aber eine alltagsnahe und damit längere Darbietung des medialen Stimulus zu realisieren, die über einen kurzen Minutenzeitraum deutlich hinausgeht.

Die dritte objektive Reizdimension ist die **Häufigkeit** von Stressreizen, die bezogen auf gewalthaltige Medien als Ereignisfrequenz von Gewalthandlungen bzw. als Gewaltdichte innerhalb eines Medienangebotes verstanden werden kann. Es konnte bereits gezeigt werden, dass gewalthaltige Computerspiele in der Regel eine höhere Ereignisfrequenz von Gewaltereignissen aufweisen als Filme vergleichbarer Genrekategorien (vgl. Kapitel 1.1.2). Auch zeigen die Forschungsdaten zu ereigniskorrelierten Arousalreaktionen, dass im Augenblick der Gewaltausübung in Computerspielen ein besonders hohes Arousal erlebt wird, das zudem mit negativ valenten Gefühlsreaktionen einhergeht (Ravaja, et al., 2008; Salminen & Ravaja, 2008). Ob bei gewalthaltigen Medien jedoch die Anzahl der Gewaltereignisse tatsächlich für die Stärke des Arousals entscheidend ist, kann anhand der Studienlage nicht zuverlässig eingeschätzt werden. Insgesamt kann jedoch davon ausgegangen werden, dass gewalthaltige Spiele, in denen Gewalt- und Bedrohungssituationen gehäuft auftreten und zentraler Bestandteil des Rezeptionsgeschehens sind, durch eine höhere objektive Reizintensität gekennzeichnet sind als Spiele, in denen Gewalt insgesamt eher eine periphere Stellung einnimmt.

1.4.4.2 Subjektive Reizintensität gewalthaltiger Computerspiele

Auch Moderatoren der subjektiv wahrgenommenen Reizintensität könnten sich als relevant erweisen. Nach dem Circumplex Model of Affect von Russell (Posner, et al., 2005; Russell, 1980) sind neocortikale Strukturen wie der präfrontale Cortex für die Interpretation der subcortikalen Erregungszustände und ihre Übersetzung in spezifische emotionale Erlebniszustände entscheidend:

"The experience of the threat of physical harm, for example, can variously produce a pleasurable excitement, as when on a roller coaster or sky diving, or alternatively intense fear, as when riding in a car that is out of control or when falling from a precipice. The core physiological sensation in response to the physical threat is likely similar across these experiences. The differing emo-

tional response comes from the differing integrations of memories of past consequences in similar contexts with assessments of varying contingencies in the present context that are likely to produce either similar or different consequences in the immediate future" (Posner, et al., 2005, S. 722).

Auch Stressreaktionen auf relative Stressoren (vgl. Kapitel 1.4.2) können in bedeutender Weise von Bewertungsprozessen abhängen. Hinsichtlich gewalthaltiger Computerspiele wurden jedoch bislang nur in wenigen Studien Merkmale der Rezipienten und ihre Bedeutung für die Erregungswirkung berücksichtigt (vgl. Gentile, et al., 2004, S. 7). Zudem ist in den experimentellen Untersuchungen häufig eine Beschränkung auf homogene Probandengruppen zu beobachten. So sind beispielsweise in mehr als der Hälfte der experimentellen Studien zur erregungssteigernden Wirkung gewalthaltiger Spiele ausschließlich männliche Probanden untersucht worden (vgl. Tabelle 3). Darüber hinaus wird häufig mit studentischen Stichproben gearbeitet, womit die Heterogenität der Untersuchungsteilnehmer hinsichtlich vielfältiger weiterer Variablen eingeschränkt ist.

Trotz dieser Schwierigkeiten sollen in diesem Kapitel Hypothesen über mögliche Variablen entwickelt werden, welche die subjektive Reizintensität von gewalthaltigen Computerspielen moderieren könnten. In Tabelle 7 werden subjektive Stressmoderatorvariablen aufgeführt, die hinsichtlich psychischer Stressoren im Allgemeinen als relevant erachtet werden. Diese sollen im Folgenden in Hinblick auf ihre mögliche Relevanz für den Gegenstand gewalthaltige Computerspiele diskutiert werden.

Tabelle 7. Subjektive Stressmoderatorvariablen und ihre mögliche Bedeutung für das Erleben negativ valenter Emotionen im Rahmen der Gewaltspielrezeption (in Anlehnung an Birbaumer & Schmidt, 1999, S. 94)

	Allgemeine Stressmoderatoren	Auf die Reizintensität bezogene Merkmale gewalthaltiger Computerspiele
Subjektiv wahrgenommene Reizintensität	Konstitutionelle Persönlichkeitsfaktoren (Stressreagibilität)	Konstitutionelle Persönlichkeitsfaktoren (z. B. erhöhter Neurotizismus, geringe Selbstwirksamkeitserwartung, erhöhte Prosozialität, geringe mediale Gewaltpräferenz)
	Vorerfahrungen mit dem Stressor	Habituelle Gewaltmedienexposition
	Coping-Strategien	z. B. Vergegenwärtigung der Gewalt als fiktional

Hinsichtlich der subjektiv wahrgenommenen Reizintensität von Stressoren wird konstitutionellen Persönlichkeitsfaktoren eine maßgebliche Bedeutung zugespro-

chen. So konnte im Rahmen der Stressforschung eine Gruppe von Personen identifiziert werden, die mit besonderer hoher Intensität auf psychosoziale Stressoren reagiert und zudem eine verringerte Habituationsreaktion aufweist. Als kennzeichnende Persönlichkeitsmerkmale dieser sogenannten High-Responder werden insbesondere eine **geringe Selbstwirksamkeitserwartung**, **geringe Extravertiertheit** und **erhöhter Neurotizismus** diskutiert (vgl. Kirschbaum, et al., 1995). Die Untersuchungen der Arbeitsgruppe um Kirschbaum lassen insgesamt darauf schließen, dass in etwa jede dritte Person als High-Responder einzustufen sein könnte (Kirschbaum, et al., 1995; Schommer, Hellhammer, & Kirschbaum, 2003). Inwieweit High-Responder nicht nur auf die im Rahmen der Stressforschung berücksichtigten psychosozialen Stressparadigmen, die häufig soziale Evaluationssituationen beinhalten, sondern auch auf gewalthaltige Medien und insbesondere gewalthaltige Computerspiele stärker und anhaltender reagieren ist bislang nicht untersucht worden.⁵² Dennoch kann unter der Voraussetzung, dass gewalthaltige Computerspiele als relative psychische Stressoren wirksam werden können, die berechnete Vermutung abgeleitet werden, dass eine erhöhte allgemeine Stressreagibilität auch zu stärkeren emotionalen Reaktionen bei der Nutzung gewalthaltiger Computerspiele beitragen könnte. Darüber hinaus könnten, bezogen auf den Stressor Mediengewalt, auch Einstellungen zu Gewalt und sozialem Miteinander eine Rolle spielen. So ist anzunehmen, dass Personen mit einer ausgeprägten **prosozialen Persönlichkeitsstruktur** in besonderem Maße mit empathischen Reaktionen und negativen Gefühlen auf die in gewalthaltigen Medien dargebotenen Verletzungen und Tötungen von Menschen und menschenähnlichen Wesen reagieren. Diese Überlegung wird dadurch gestützt, dass eine häufigere Nutzung medialer Gewalt mit geringerer Empathie und Prosozialität sowie einer häufigeren Zustimmung zu gewaltlegitimierenden Normen in Zusammenhang steht (vgl. Funk, Baldacci, Pasold, & Baumgardner, 2004; Mößle, et al., 2007). Unter Berücksichtigung der Auffassung von gewalthaltigen Spielen als relationaler Stressor sollte auch medialer **Gewaltpräferenz** eine besondere Bedeutung zukommen. So kann vermutet werden, dass Personen, die eine hohe Vorliebe für Mediengewalt aufweisen, sich auch durch diese Angebote in positiver Weise unterhalten und stimuliert fühlen und damit auch in geringerem Maße negative Gefühle erleben.

Auch Vorerfahrungen mit dem Stressor sollte eine Bedeutung zukommen. Auf den vorliegenden Untersuchungsgegenstand übertragen bedeutet dies, dass Perso-

52 In einer Längsschnittstudie konnte gezeigt werden, dass Personen, die mit besonders hohen Stressreaktionen auf Computerspiele reagierten, Jahre später ein erhöhtes Risiko dafür aufweisen an koronarer Arteriosklerose zu erkranken (Matthews, Zhu, Tucker, & Whooley, 2006). Dieser Befund könnte als Indiz dafür aufgefasst werden, dass erhöhte Stressreaktionen auf Computerspiele auf ähnliche prädispositionelle Faktoren zurückgeführt werden könnten wie Stressreaktionen auf andere psychische (z. B. soziale) Stressoren. Diese Annahme erscheint jedoch noch spekulativ und muss in weiteren Studien systematisch untersucht werden.

nen mit erhöhter **habitueLLer Gewaltexposition** in geringerem Maße mit negativen Gefühlen auf mediale Gewalt reagieren sollten als Personen, die mit derartigen Angeboten wenig Erfahrung haben. Für diese Personen kann erwartet werden, dass sie Copingstrategien im Umgang mit gewalthaltigen Medien und den daraus resultierenden emotionalen Wirkpotentialen entwickelt haben (z. B. Realitäts-Fiktionalitäts-Vergegenwärtigung).⁵³ Zum anderen ist anzunehmen, dass diese Personen sich stärker an mediale Gewaltdarstellungen gewöhnt haben, und damit auch ein allgemeiner Abfall ihrer Erregungsneigung gegenüber dem Anblick von Gewalt eingetreten ist. Eine Desensibilisierung für Mediengewalt wird als langfristige Anpassung kognitiver Informationsverarbeitungsprozesse verstanden, die dazu dient, die mit der Konfrontation mit Gewalt einhergehende Aktivierungsreaktion zu vermindern. Diese Überlegung wird durch Untersuchungen gestützt, die in Folge der Nutzung gewalthaltiger Computerspiele verminderte Reaktionen auf Gewaltdarstellungen nachweisen konnten (vgl. Bartholow, et al., 2006; Carnagey, et al., 2007). Bartholow und Kollegen (2006) führten eine quasiexperimentelle Untersuchung an N = 39 erwachsenen Probanden durch und errechneten für jeden Probanden aus Angaben zur Nutzungshäufigkeit von Spielen und den bevorzugten Inhalten einen Gewaltexpositionsindex. Anschließend wurden den Probanden neutrale, gewaltbezogene (z. B. Bild einer Bedrohungssituation) und negative Bilder (z. B. Bild einer schweren körperlichen Erkrankung) präsentiert. Die Erregungen der Versuchspersonen wurden im Rahmen einer EEG-Untersuchung anhand der P300-Reaktion⁵⁴ operationalisiert. Dabei zeigte sich, dass Probanden mit einem habituell hohen Gewaltmedienkonsum in geringerem Maße auf die gewaltbezogenen Bilder reagierten als Probanden mit geringer Gewaltmediennutzung. Dieser Befund ergab sich auch unter Kontrolle von Trait-Aggressivität. Hinsichtlich der negativen Bilder unterschied sich die Reaktion der beiden Gruppen hingegen nicht. Carnagey und Kollegen (2007) untersuchten eine Stichprobe von N = 257 Versuchspersonen. Als physiologische Erregungsmaße kamen Hautwiderstands- (galvanic skin response) und Herzfrequenzmessung zum Einsatz, die zunächst als Basislevel erhoben wurden. Anschließend erfolgte eine 20-minütige Treatmentphase, in der die Probanden entweder eines von vier gewalthaltigen oder eines von vier gewaltneutralen Computerspielen spielten. Im Anschluss an die Treatmentphase erfolgte eine weitere Erregungsmessung und eine 10-minütige Vi-

53 Eine weitere naheliegende Copingstrategie im Umgang mit gewalthaltigen Medien besteht darin, sich besonders verstörenden Stimuli zu entziehen, indem die Rezeption entweder abgebrochen oder während besonders gravierender Gewaltdarstellungen weggeschaut wird. Diese Überlegungen sind im Rahmen experimenteller Studien als mögliche Reaktion von Versuchspersonen zu berücksichtigen, die Untersuchungsergebnisse verzerren könnten.

54 Die P300 markiert im EEG-Bild die Reaktion auf einen seltenen Reiz in einer Umgebung von häufigen Reizen und kann als Maß für die physiologische Erregung herangezogen werden.

deopräsentation, in der echte (nicht-fiktionale) Gewalthandlungen gezeigt wurden. Während dieser Präsentation wurden wiederum parallel die Erregungsdaten aufgezeichnet. Interessanterweise zeigte sich hierbei nur bei jenen Probanden, die vorher ein neutrales Spiel gespielt hatten, ein weiterer Erregungsanstieg. Die Probanden der Gewaltspielbedingung wiesen hingegen keinen solchen Erregungsanstieg auf (Carnagey, et al., 2007). Diese Daten stützen damit insgesamt die Annahme, dass emotionale Reaktionen im Zuge erhöhter Gewöhnung an gewalthaltige Stimuli sukzessive nachlassen und dass habituelle Gewaltmedienexposition damit eine moderierende Funktion für die Reaktion auf gewalthaltige Medien einnehmen könnte.

1.4.5 Zusammenfassung

Hinsichtlich der in dieser Untersuchung betrachteten Gedächtnisprozesse Enkodierung und Konsolidierung konnte aufgezeigt werden, dass emotionale Erlebniszustände in entscheidender Weise bestimmen können, wie erfolgreich Informationen verarbeitet werden. Sowohl bezüglich exekutiver Prozesse als auch der Konsolidierung (neutraler) semantischer Gedächtnisinhalte kann von einer kurvilinearen Beziehung mit dem innerphysiologischen Erregungszustand ausgegangen werden, indem moderate Erregungszustände Leistungssteigerungen und hohe Erregungszustände im Sinne einer Stressreaktion Leistungsbeeinträchtigungen erwarten lassen.

Insgesamt zeigt die Übersicht zu möglichen Moderatorvariablen der objektiven und subjektiven Reizintensität von Stressoren, dass sich diese theoretisch auf gewalthaltige Computerspiele übertragen lassen. Damit lässt sich die These vertreten, dass für die Art und Intensität der affektiven Wirkungen sowohl strukturelle Merkmale des gewalthaltigen Mediums als auch konstituierende Merkmale auf Seiten des Rezipienten eine entscheidende Rolle einnehmen könnten. Hier stellt sich unter Rückgriff auf die empirische Datenlage jedoch das Problem, dass die bisherige Auswahl von Moderatoren der affektiven Wirkungen gewalthaltiger Spiele durch das im Hintergrund stehende omnipräsente Erkenntnisinteresse nach ihren Wirkungen auf aggressionsnahe Konstrukte (Trait-Aggressivität, Desensibilisierung) geprägt ist. So ist zu erklären, dass bislang psychologische Konstrukte ausgeblendet wurden, von denen in Anlehnung an die Stressforschung plausibel angenommen werden kann, dass sie die Arousalreaktion auf Computerspielgewalt in bedeutsamer Weise moderieren können. Dies betrifft hinsichtlich psychischer Stressoren im Allgemeinen insbesondere Stressreagibilität und bisherige Erfahrungen mit dem Stressor als auch im Speziellen auf die Mediengewaltrezeption übertragen Prosozialität und Gewaltpräferenz. Im Rahmen der zu untersuchenden Thesen die-

ser Arbeit kann angenommen werden, dass diese Variablen negative Gefühlserleben und damit auch die kognitiven Wirkungen gewalthaltiger Spiele auf explizite Gedächtnisleistungen moderieren könnten.

1.5 Zielsetzung der geplanten Untersuchung

1.5.1 Bewertung der empirischen Datenlage

In Kapitel 1.2.2 konnte gezeigt werden, dass erhöhte Nutzungszeiten sowie eine Präferenz für Unterhaltungs- oder gewalthaltige Angebote mit schlechteren Schulleistungen in Zusammenhang stehen. Für das Fernsehen liegen hierzu Metaanalysen sowie Längsschnittstudien vor, die zumindest für die letzten zehn Jahre ein stabiles Befundmuster erkennen lassen und inzwischen auch die Annahme einer kausalen Wirkrichtung von der Mediennutzung auf die Schulleistung nahelegen (vgl. Kapitel 1.2.2.1). In weit geringerem Maße bestehen solide Forschungsdaten zu der Frage, wie sich Computerspielnutzung auf schulische Leistungen auswirkt (vgl. Kapitel 1.2.2.2). Die vorhandenen Querschnittstudien weisen zwar ebenfalls auf einen negativen Zusammenhang hin, der insbesondere bei der Nutzung gewalthaltiger Spiele beobachtet werden kann. Eine kausale Wirkrichtung vom Computerspielen auf schlechtere Schulleistung kann jedoch aus den Studien aufgrund eines Mangels an längsschnittlichen und experimentellen Wirkungsstudien bislang nicht in eindeutiger Weise abgeleitet werden, auch wenn in einigen Querschnittsuntersuchungen der Versuch unternommen wurde, diesem Mangel durch Kausalanalysen zu begegnen (Gentile, et al., 2004; Mößle, et al., 2007).

Um den Zusammenhang von Mediennutzung und Schulleistung zu erklären, wurde eine Reihe von Wirkhypothesen vertreten, die sowohl auf leistungsförderliche als auch auf leistungsmindernde Aspekte der Mediennutzung rekurrieren (vgl. Kapitel 1.2.3). Minderungshypothesen schließen dabei verhaltensbezogene (Zeitverdrängung), affektive (Aggressionshypothese) und kognitive Wirkpfade (Passivitäts-, Lesebeeinträchtigungs-, Konzentrations-Defizit-, Gedächtnis-Defizit-Hypothese) mit ein. Obgleich Stimulierungshypothesen zumindest für die Unterhaltungsmediennutzung und insbesondere die Nutzung gewalthaltiger Medien inzwischen als vernachlässigbar gelten müssen, haben die vielfältig postulierten Minderungshypothesen – mit Ausnahme der Zeitverdrängungshypothese und in Ansätzen der Konzentrations-Defizit-Hypothese – noch keine überzeugende empirische Bewährung erfahren. Hierbei ist zudem zu berücksichtigen, dass sowohl die Ableitung der Wirkhypothesen als auch ihre empirische Überprüfung bislang überwiegend im Hinblick auf das Fernsehen erfolgt ist. Gerade die Frage, wie sich Computerspiele auf kognitive und affektive Verarbeitungsvorgänge auswirken und