

Auszug aus: Manfred Overmann (2005): *Emotionales, transnationales, hyper-, tele- und multimediales Fremdsprachenlernen*. Frankfurt, Berlin, Bern, Bruxelles, New York, Oxford, Wien: Peter Lang: 17-57.

Teil 1: Emotionales Lernen

1.1. Sentio, ergo sum: Wissenskonstruktion als neurobiologischer Monismus und die Aporie der Freiheit¹

Wenn Wolf Singer die Entstehung von Wissen über die Welt auf neurobiologischer Grundlage erforscht und über *Das Bild im Kopf - ein Paradigmenwechsel* (2000) handelt und Gerhard Roth in seinem Aufsatz *Wie der Geist im Gehirn entsteht* (2000) die Aufklärung über den Bewusstwerdungsprozess als radikale Wende bezeichnet, so bestätigen diese neueren Forschungsergebnisse die Annahmen des griechischen Forschers Alcmaeon von Kroton aus dem 6. Jahrhundert v. Chr. über die bei Tiersektionen beobachteten verbindenden Nervenstränge von den Sinnesorganen zum Gehirn (Roth 2000:103) sowie der sinnesphysiologisch-materialistischen Aussagen der Atomisten und Hylozoisten aus der griechisch-römischen Antike und der Ärzte-Philosophen des 17. und 18. Jahrhunderts (Overmann 1993).

Tatsächlich können wir in der Geschichte der Hirnforschung (Illing 2002) bis ins 19. Jahrhundert von der Kontinuität einer monistischen Betrachtung der Struktur und Funktion des Gehirns ausgehen, deren Wissenschaftlichkeit allerdings erst durch den Gebrauch leistungsstarker Mikroskope und brauchbarer Fixier- und Färbemethoden für Nervengewebe gewährleistet werden konnte. Die *Neuronendoktrin* von Wilhelm Waldeyer-Harz aus dem Jahre 1891 revolutionierte daher die Gehirnforschung durch den Nachweis, dass das Gehirn wie das gesamte Körpergewebe aus Zellen, die nunmehr als Neuronen bezeichnet werden, aufgebaut ist (Roth 2000:103).

In der modernen Kognitionswissenschaft ist, wie auch aus naturwissenschaftlicher Sicht, die Ursache eines Phänomens stets ein physisches Phänomen. Mentale Operationen lassen sich daher auf physische Phänomene zurückführen, sodass ein nicht-physisches oder rein geistiges Ich als Träger mentaler Phänomene nicht unabhängig vom menschlichen Körper oder der Materie vorgestellt werden kann.

Über das Bewusstsein des eigenen Ichs gibt es in der modernen Philosophie eine Vielzahl verschiedener Positionen. Zu den Grundpositionen gehören die Identitätstheorie sowie der Funktionalismus (Vogeley 2003: 56). In der Hirnforschung gilt die Identitätsthese, der zufolge mentale Prozesse prinzipiell mit neuronalen Prozessen identisch sind, als theoretische Grundlage. Die subjektiv bewusste Wahrnehmung

¹ Ein Anhang mit zahlreichen Schaubildern zum vorliegenden Kapitel kann auf unserer Internetseite eingesehen werden: <http://www.ph-ludwigsburg.de/franzoesisch/overmann/baf5/5mb.htm>

geistiger Phänomene korreliert jeweils mit der Aktivität eines komplexen neuronalen Netzwerkes. Mentale Prozesse werden somit als Hirnprozesse aufgefasst, die physikalisch untersuchbar sind. So entspricht etwa der Bewusstseinszustand der Angst dem Hirnzustand vom Typ 221 (Vogeley 2003: 56).

Der Funktionalismus beschreibt mentale Zustände als ihrer Natur nach funktionale Zustände eines Systems, die als physische Zustände realisiert werden. Er überwindet dadurch die Vorstellung von der Typen-Identitätstheorie zu Gunsten einer systemischen Auffassung. Nicht einzelne Hirnzustände, sondern ihre funktionale Verknüpfung innerhalb eines Systems führen zur Realisierung mentaler Zustände oder geistiger Operationen. Die Hirnforscher beschreiben ein und dieselbe Realität einmal psychologisch und einmal physikalisch, erfassen aber die Welt durchgängig monistisch als biophysikalischen Zusammenhang.

In der modernen Hirnforschung gelingt es heute mit der so genannten transcranialen Magnetstimulation (TMS) Teile der Hirnrinde kurzzeitig „abzuschalten“, indem durch ein magnetisches Wechselfeld die normale neuronale Aktivität lokal unterbrochen wird. Dadurch lassen sich die Folgen einer Hirnläsion bei gesunden Versuchspersonen gezielt simulieren. Die durch solche systematischen Deaktivierungsstudien gewonnenen Ergebnisse (Hilgetag 2002) tragen in wesentlichem Maße zur Klärung der Funktionsprinzipien des Gehirns bei.

Der Mensch ist, weil sein Gehirn lebt, und sein Bewusstsein besteht in dem integrativen Zusammenspiel der Neuronen als Eigensignal des Gehirns. In der modernen Gehirnforschung löst sich heute alles Denken „in einen Prozess physiologischer Reaktionen, in ein biochemisches Zusammenspiel von Milliarden von Nervenzellen auf. Ethik und Moral, der Geist des Menschen, werden als Produkte des organischen Chaos im Gehirn gesehen.“ (Korczak 2000b: 19)

Worin aber liegt die Einzigartigkeit des Menschen, wenn sein Gehirn dem anderer Wirbeltiere gleicht und das Gehirn der Spitzmaus im Gegensatz zu dem des Menschen nicht zwei, sondern vier Prozent des Körpergewichts ausmacht und das Gehirngewicht des Pottwals (8,5 kg) und des Elefanten (5kg) deutlich höher ist als das des Menschen (1,4 kg)? Wahrscheinlich liegen die Unterschiede in der hohen morphologischen und funktionalen Differenziertheit des menschlichen Gehirns begründet und seinen hochentwickelten Steuerungsmechanismen mit einer Billion Nervenzellen. Auch ist bemerkenswert, dass das menschliche Gehirn, obwohl es nur etwa zwei Prozent des Körpergewichts ausmacht, trotzdem mehr als 20 Prozent der Energie des gesamten Körpers verbraucht.

Ich fühle, also bin ich. Die neuesten Ergebnisse der Kognitionswissenschaften und Neurobiologie belegen „Descartes' Irrtum“ (Damasio 1997): Der Dualismus von *res cogitans* und *res extensa*, von denkender und materiell-ausgedehnter Substanz, muss durch die Vorstellung abgelöst werden, dass Denken und Fühlen, Rationalität und Emotionalität mit den Funktionen des gesamten Organismus in einer einheitlichen Synthese verschmelzen.

Wir erkennen zwar an, dass die cartesische Vorstellung eines unüberwindbaren Dualismus durch die Annahme zweier diametral entgegengesetzter Substanzen in der Geschichte der Philosophie zu Aporien geführt hat, jedoch vertritt Descartes in seinen anatomischen und physiologischen Schriften sowie in seiner Korrespondenz mit Elisabeth von Schweden Thesen, die einer materialistisch-monistischen Deutung des Denkens bereits sehr nahe kommen (Overmann 1993:131-148), so dass der „Irrtum Descartes“ teilweise auch auf einen Irrtum seiner Interpreten zurückzuführen ist, die den vermeintlichen Dualismus in simplifizierter Form popularisiert haben.

Damasio stellt dem cartesischen Dualismus eine neurologische Erklärung des Selbst (Damasio 2000) sowie den Spinoza-Effekt (Damasio 2003) entgegen, der im Leib-Seele Problem Körper und Geist als unterschiedliche Aspekte eines biologischen Prozesses und damit derselben Substanz deutet.

Nach Damasio spiegeln sich alle Veränderungen der körperlichen Zustände im Gehirn wider und manifestieren sich in Gestalt dynamischer neuronaler Muster, die nichts anderes sind als Emotionen. Die Gesamtheit dieser Muster macht das unbewusste Proto-Selbst aus, welches die permanenten Zustandsänderungen des Organismus zum Ausdruck bringt. Das Kernbewusstsein entsteht schließlich dadurch, dass das Gehirn über die Wandlungen des Proto-Selbst regelmäßig Bericht erstattet. Diese Berichte, die die Form von neuronalen Mustern einer höheren Ordnung haben, setzt Damasio in seinem „Spinoza-Effekt“ kurzerhand mit den Gefühlen gleich, die dem Geist zuzuordnen sind.

Die Gehirnnareale rezipieren pausenlos chemische und elektrische Signale, die über die Blut- und Nervenbahnen übertragen und zur Anfertigung neuronaler Karten verwendet werden, die den Ablauf der inneren Prozesse des Organismus widerspiegeln. Diese Karten dienen nach Damasio's Auffassung als Grundlage der Emotionen dazu, den Organismus von schädlichen Umweltreizen fern zu halten und positiven Erfahrungen zuzuwenden. Während die Emotionen nach Damasio zwar schnelle und effektive, aber reichlich stereotype Reaktionen auslösen, dienen die vom Gehirn erzeugten Gefühle der Überprüfung und Bewertung der inneren und äußeren emotionalen Reize durch die Übersetzung oder Transformation der Emotionen in Vorstellungen und Gedanken. Wenn die „Etagen des Ichs“ auch leichte Verwirrung anstiften können, weil die begriffliche Unterscheidung zwischen Emotionen, die eher dem Körper, und Gefühlen, die dem Geist zugeordnet werden, nicht immer eindeutig zu sein scheint, so bleibt die neurologische Basis der Untersuchungen jedoch stringent monistisch. Ebenso verhält es sich mit den Studien des französischen Kognitionswissenschaftlers Chambon, der auch nur eine körperliche Substanz zulässt – das Neuron, welches in systemischer Vernetzung mit dem ganzen Körper für alle Emotionen, Gefühle oder Gedanken die Grundlage bildet:

« Nous pensons avec notre corps et nos émotions (...) La pensée passe par le corps (...) sans les émotions aucun raisonnement fiable ne pourrait se mettre en place (...) La machinerie de la pensée est donc extrêmement complexe, car elle fait appel à des assemblées de neurones interconnectés dans des zones parfois très éloignées dans le cerveau, sans qu'un centre particulier en soit responsable. »
(Chambon 1995 :72-73)

Die Erkenntnis der Plastizität des Gehirns belegt, dass die verschiedenen Gehirnareale nicht nur durch die Verknüpfung mit dem limbischen System und präfrontalen Rindenabschnitten interagieren, sondern Geist und Gefühl auch mit dem peripheren Nervensystem verbunden sind, dessen Signale neuronal verarbeitet und in die Regulation des Organismus integriert werden. Die geistige Substanz ist nichts anderes als das Produkt eines komplexen strukturellen und funktionellen biochemischen und neuronalen Arrangements, das nicht unabhängig von der Arbeitsweise des Körpers als ganzheitlich biologischem Organismus konzipiert werden kann.

Unter Bezugnahme auf den amerikanischen Neurowissenschaftler Rodolfo Llinàs von der Universität New York bestätigt auch Christiane Holzhey, dass das Bewusstsein aus einer engen Interaktion zwischen dem Thalamus und dem Cortex entstehe, den der Thalamus wie ein Radar nach neuronaler Aktivität abtaste und dadurch eine Kontinuität der Wahrnehmung herstelle.

« (...) la perception repose sur les interactions étroites entre le thalamus et le cortex (...) Ces propriétés oscillatoires intrinsèques du thalamus et les importantes connexions entre son noyau central et le cortex génèrent ainsi des états internes fonctionnels. Le cerveau se comporte donc comme un système fermé et organisé. Il est actif en lui-même, indépendamment des stimuli extérieurs, et se crée ses propres images mentales. » (Holzhey 1995 :76)

Gerhard Roth, Direktor am Institut für Hirnforschung der Universität Bremen, spricht in seinem Basisartikel *Bewusstsein - Gleichtakt im Neuronennetz* des neu gegründeten Magazins für Hirnforschung und Psychologie *Gehirn und Geist* vom „thalamo-cortikalen System“, in dem durch die synchronisierte Aktivität der Nervenzellen bestimmter Teil-Netzwerke in der Kombination von lokalen und großflächigen Verbindungen Bedeutungseinheiten entstehen (Roth 2002:43).

„Kürzlich wurde ein alle thalamische Kerne durchziehendes System von so genannten Matrixzellen entdeckt. Diese zielen mit ihren Ausläufern großflächig in die oberen Schichten des Cortex. Ebenso wie die intralaminären Kerne können die Matrixzellen den allgemeinen Aktivitäts- und Bewusstseinszustand des Cortex regulieren (...) Kurz gesagt, Bewusstsein entsteht dort, wo sich corticales und limbisches System und damit Wahrnehmungen, Kognition und Gefühle durchdringen und zur Grundlage unseres Handelns werden.“ (Roth 2002:40, 45)

Nahezu jeder Körperteil ist durch die peripheren Nerven und den Blutkreislauf durch chemische Botenstoffe (Neurotransmitter) mit dem Gehirn verbunden, in dem über zehn Milliarden Neuronen mit jeweils 1000 bis 10.000 Synapsen (Schaltstellen, an denen Axone oder Ausgangsfasern Kontakt zu den Dendriten oder Eingangsfasern anderer Neuronen herstellen) in über 100 Billionen Kontaktstellen interagieren. Die Gestalt der Neuronen ist außerordentlich verschieden, und ihr Hauptfortsatz kann bis zu einem Meter lang werden.

Wenn wir uns bewusst machen, dass wir beim Hören beispielsweise pro Sekunde 1 Million Bit oder über die Augen 50 Milliarden Bit wahrnehmen können (15.000 Bit

entsprechen der Informationsmenge von einer Schreibmaschinenseite), die nicht binär und linear, wie beim Computer, sondern multilinear vernetzt sind, erhalten wir einen kleinen Einblick in die Vernetzungstechnik unserer Gehirn-Software, die Denken, Lernen, Fühlen und Handeln als Integrationsleistung einzelner Nervenzellen hervorbringt.

„Man weiß heute, dass die Gehirnrinde unsere Körperoberfläche landkartenförmig repräsentiert“ (Spitzer 2000:40) und dass die Feinstruktur dieser Landkarten nicht vererbt ist. Vor einigen Jahren stellte man fest, dass die für die Tastempfindungen zuständigen Gehirnregionen entsprechend der Häufigkeit ihrer Reizung veränderbar sind und sogar wachsen können. Eine Untersuchung belegte, dass bei Erwachsenen, die Blindenschrift gelernt haben oder Gitarre spielten, die für die Finger zuständige Gehirnoberflächenlandkarte messbar größer geworden war und Musiker 25 Prozent mehr Gehirn für Töne als Nicht-Musiker haben. (Spitzer 2000:41f.) Andererseits können wir aus der im Cortex für die visuelle Verarbeitung zuständigen überproportional großen Fläche ableiten, dass bildliche Vorstellungen und somit die visuelle Modalität für den Menschen in der Evolution für den Überlebenskampf eine besondere Bedeutung gespielt haben muss.

Das menschliche Gehirn und die perzipierten Empfindungen als Informationen über Körperzustände bieten eine wesentliche Orientierungshilfe für die harmonisierende oder fehlende Kongruenz mit der Umwelt und sind für das Überleben mit verantwortlich. Hätte der Mensch keine genetische und emotionale Apparatur, um Körperzustände als angenehm oder unangenehm zu empfinden, würde er sich nicht als *viabel* in die Natur einfügen können. In diesem Sinne könnten Gefühle sogar als *kognitive Empfindungen* einer emotionalen Intelligenz betrachtet werden, deren Geist und Körper eine unauflösliche Einheit darstellen.

Auch wenn Entscheidungen mit einem *kühlen Kopf* getroffen werden sollen, finden diese nicht, wie suggeriert, in einer separaten Domäne des Geistes statt, sondern immer nur unter Mitwirkung der Gefühle. Vernunft und Empfindungen werden im Cerebrum oder Großhirn als dem wichtigsten Teil des Zentralnervensystems nicht in zwei durch den Interhemisphärenspalt getrennten und einen Balken (*corpus callosum*) verbundenen neuronalen Kammern bearbeitet, sondern in einem Verbundsystem netzwerkartiger Verflechtung, in dem rein geistige Aufträge losgelöst von biologischen Regulationsmechanismen gar nicht existieren.

Tatsächlich ist das Zentralnervensystem mit dem gesamten Organismus durch unterschiedliche Komplexitätsstufen neuronaler Schaltkreise verknüpft. Kommissurenbahnen laufen durch den Interhemisphärenbalken und verbinden gleichartige Teile der Großhirnhälften, Assoziationsbahnen verlaufen zwischen verschiedenen Gehirnarealen einer oder beider Hirnhälften, und Projektionsbahnen verbinden das Großhirn mit anderen Bereichen des Zentralnervensystems.

Wenn beide Gehirnhälften auch unterschiedliche Schwerpunkte ausgebildet haben, so verarbeitet das Gehirn Informationen nicht linear und hintereinander, sondern immer parallel und vernetzt. Wir sollten uns daher die Chance eines ganzheitlichen Ler-

nens durch verschiedene Wahrnehmungskanäle nicht entgehen lassen und der Hypertrophie des Kopfes entgegenwirken.

In der Geschichte wurden die Gefühle meistens dem Verstand in ihrer Wertigkeit untergeordnet. Im vernunftbetonten griechischen Denken entschied die willentlich geleitete Tugend über das richtige oder unrichtige Verhalten gegenüber den Passionen. In der christlich-dogmatischen Patristik wurden die weltlichen Affekte als Dämonen betrachtet, die es zu unterdrücken galt, und bei Augustinus diente das Studium der Emotionen der Erkenntnis der eigenen Schwächen und Sündhaftigkeit. Rousseau hingegen betonte, „que le sentiment est plus que la raison“ und Darwin stufte die Gefühle sogar als existentielle Hilfen im Kampf um das Dasein ein, weil neben der Selektion bestimmter körperlicher Merkmale im Überlebenskampf insbesondere auch psychisch-emotionale Fähigkeiten der Sozialisierung die Überlebenschancen (in) einer Sippe verbesserten.

Schließlich ist es die instinktive Mangelhaftigkeit des Menschen, gekoppelt an seine permanente Lernbereitschaft und – fähigkeit, die ihn von den Spezialisten in der Tierwelt unterscheidet und es ihm ermöglicht auch außerhalb der ökologischen Nischen zu überleben bzw. auf Umweltveränderungen jeweils adäquat zu reagieren, weil sein Gehirn in hohem Maße strukturell formbar und zeitlebens in der Lage ist, komplexe neuronale Verschaltungen an neue Nutzungsbedingungen anzupassen. Der scheinbare Verlierer der Evolution bekam durch seine Unspezialisiertheit tatsächlich die Chance, die Entwicklung seines Gehirns für möglichst viele Optionen offen zu halten.

Die jahrzehntelange Annahme der Hirnforscher, dass die während der Hirnentwicklung ausgebildeten neuronalen Verschaltungen und synaptischen Verbindungen unveränderlich seien, kann als widerlegt gelten. „Heute weiß man, dass das Gehirn zeitlebens zur adaptiven Modifikation und Reorganisation seiner einmal angelegten Verschaltungen befähigt ist“ und „weniger ein Denk- als vielmehr ein *Sozialorgan*“ ist, weil es „in besonderer Weise für Aufgaben optimiert ist, die wir“, so der Hirnforscher Gerald Hüther, „unter dem Begriff *psychosoziale Kompetenz* zusammenfassen.“ (Hüther 2002:18) Nichts im Hirn bleibt so, wie es ist, sondern verändert sich ständig durch neu zu bewältigende Anforderungen, so dass das menschliche Gehirn im Unterschied zu tierischen Gehirnen keine programmierte Konstruktion, sondern eine zeitlebens programmierbare Konstruktion ist (Hüther 2002:37).

Zwar mögen Gefühle rationale Entscheidungsprozesse manchmal behindern. Ob diese warnenden Signale jedoch die richtige Entscheidung gefährden oder vielmehr eine falsche Entscheidung zu verhindern helfen, kann nur im Einzelfall entschieden werden. Dass jedoch die Abwesenheit von Gefühlen richtige Entscheidungsprozesse unbedingt befördere, darf ebenfalls angezweifelt werden, und bestimmte Aspekte von Gefühlen scheinen sogar unentbehrlich für rationales Verhalten. Des Weiteren müssen wir uns fragen, ob ein rein geistiger Mensch, der absolut emotionslos handelte bzw. Gefühlsregungen nur kausal-analytisch und nach den Gesetzen der aristotelischen Logik beurteilte, überhaupt fähig wäre, sozial zu handeln, Sympathien zu empfinden und damit ein ganzheitlicher Mensch zu sein, der sich von einer denkenden Maschine unterscheidet?

Der Hippokampus als ein Abschnitt des limbischen Systems ist für die grundsätzliche Reizverarbeitung verantwortlich und gehört evolutionsgeschichtlich zu den ältesten Teilen des Gehirns, in dem phylogenetisch unser Überlebenstrieb programmiert ist. Hier findet nicht nur die Langzeitspeicherung von Informationen statt, sondern in dem benachbarten Mandelkern (Amygdala) als dem Zentrum der Leidenschaften und Gefühle befindet sich auch das emotionale Gedächtnis, welches im Wahrnehmungsprozess unmittelbar Angst und Fluchtreaktion oder Freude und Zuneigung signalisiert. „Die allgemeine Funktion des limbischen Systems besteht in der Bewertung dessen, was das Gehirn tut. Dies geschieht nach dem Grundprinzip „Lust“ und „Unlust“. Für Gerhard Roth ist deshalb das Gedächtnis das wichtigste Sinnesorgan.“ (Korczak 2000b: 22)

In Läsionsstudien konnte nachgewiesen werden, dass Affen mit chirurgisch entferntem Mandelkern deutlich weniger Furcht und Aggressivität zum Ausdruck brachten. In Grenzsituationen kann der Mandelkern den Verstand ausschalten, um das Überleben zu sichern, weil die emotionale Erkenntnis als Spontanreaktion auf einen gefühlsbetonten Reiz eine schnellere Handlungsreaktion hervorruft als die kognitive.

Beim Lernen kann dieser *Kurzschluss* zu einer Blockade der Informationsaufnahme führen, und zwar dann, wenn die Lerninhalte oder die Lehrperson gefühlsmäßig abgelehnt werden. Andererseits kann durch eine angenehme Gefühlserinnerung oder -erregung auch über den Mandelkern eine positive Steigerung der Lernbereitschaft und der Gedächtnisleistung in Form von appetitiven Zuständen beim Lernen bewirkt werden, so dass wir annehmen können, dass die Amygdala bei allen emotionalen Bewusstseinszuständen sowie der Verarbeitung und Speicherung von Wissen eine entscheidende Rolle spielt. (Roth 2003: 178f.)

Die über die Sinnesorgane im Gehirn eintreffenden Signale gelangen parallel sowohl in das limbische System als auch in die Großhirnrinde. Allerdings bewertet das limbische System die eintreffenden Signale bezüglich ihrer Wichtigkeit durch einen Vergleich mit früheren Erfahrungen bereits bevor das kognitive Bewusstsein Einfluss nehmen kann. Gefühle können daher das „Lernen fördern, indem sie die Aktivität neuronaler Netze intensivieren und ihre synaptische Verschaltung stärken. Informationen, denen das limbische System einen emotionalen Stempel aufgedrückt hat, graben sich besonders tief ins Gedächtnis ein – und besonders dauerhaft.“ (Friedrich/Preis 2002: 68)

Ein wichtiges Postulat vieler Forscher im Bereich der Psychologie war, dass die Elemente unserer Denkprozesse im „Bewusstsein“ *seriell* (also nacheinander) verarbeitet werden, bevor sie schließlich zu Erkenntnissen (Kognitionen) werden. Gazzaniga hält diese Vorstellung von einer linearen, einheitlichen bewussten Erfahrung für völlig verfehlt. Im Gegensatz dazu behauptet er, „dass das menschliche Gehirn modular organisiert ist. Unter Modularität verstehe ich, dass das Gehirn aus voneinander relativ unabhängigen Funktionseinheiten besteht, die *parallel* arbeiten. Der Geist ist kein unteilbares Ganzes, das mittels eines einzigen Verfahrens sämtliche Probleme löst. Vielmehr besteht er aus vielen spezifischen und nachweislich separaten Einheiten,

die die Gesamtheit der eintreffenden Informationen verarbeiten. Die riesige und komplexe Informationsmenge, die auf unseren Geist eintrifft, wird in Teilmengen unterteilt und dann von vielen Systemen gleichzeitig verarbeitet. Diese modularen Aktivitäten werden häufig vom bewussten, verbalen Selbst gar nicht registriert.“ (Gazzaniga 1989: 18)

Wenn wir verstehen, so Gazzaniga, dass der Geist modular organisiert ist, wird auch klar, dass wir einen Teil unseres Verhaltens als kapriziös akzeptieren müssen und dass ein bestimmtes Verhalten nicht unbedingt eine Folge bewusster Denkprozesse sein muss, wodurch das Problem der Willensfreiheit gestellt wird: „Zivilisierte, gebildete Menschen des 20. Jahrhunderts glauben“, so Gazzaniga, „aus freiem Willen zu handeln, und manche glauben dies sogar trotz ihrer gegenteiligen Kenntnisse aus dem Bereich der modernen Physik (...) Auf psychologischer Ebene hatte sogar Einstein das Gefühl, frei zu handeln, obgleich er intellektuell für eine mechanistische Theorie des Universums eintrat (...) Da wir die von unabhängigen Gehirnmodulen erzeugten Verhaltensweisen ständig so interpretieren, als entsprängen sie einem einheitlichen Selbst, kommen wir zu dem Schluss, dass wir aus freiem Willen handeln, was weitgehend illusorisch ist.“ (Gazzaniga 1989: 20)

Bei dieser Aussage könnten Sie als Leser Einspruch erheben und die Lektüre aus *freiem Willen* unterbrechen, um eine Tasse Tee aufzugießen oder eine andere Tätigkeit aufzunehmen. Sind Sie also unfrei, wenn Sie weiter lesen? Oder müssen Sie die Lektüre unterbrechen, um Ihre Freiheit nicht zu gefährden? Wäre diese Entscheidung dann frei getroffen oder psychologische Notwendigkeit, um den Trug der Freiheit aufrecht zu erhalten? Und warum haben Sie heute Morgen die Treppe und nicht, wie üblich, den Aufzug genommen, um in Ihr Büro in der neunten Etage zu gelangen?

Die naturwissenschaftliche Analyse kann den Willen nicht außerhalb der physikalischen Welt betrachten und einen *unbewegten Bewegter* als freie Ursache für neue Ereignisketten ansetzen. Wenn unsere gesamte Erfahrung auch für die Annahme eines freien Willens zu sprechen scheint, so spricht alle empirische Theorie dagegen, und nicht nur führende Neurowissenschaftler erklären den bewussten Willen als Illusion.

In diesem Zusammenhang darf der legendäre Versuch des amerikanischen Neurologen Benjamin Libet Erwähnung finden, der in den 80er Jahren bereits den schimärischen Charakter des Willens experimentell nachzuweisen versuchte: Um die Verbindung zwischen Gedanken und Handlung zu untersuchen, forderte Libet Versuchspersonen auf, zu einem frei zu wählenden, an einer Uhr ablesbaren Zeitpunkt zu entscheiden, einen Finger zu krümmen.

Durch die gleichzeitige Beobachtung der Hirnaktivitäten der Probanden durch ein Elektroencephalogramm konnte nachgewiesen werden, dass die motorischen Areale der Hirnrinde eine Drittel bis halbe Sekunde vor dem bewussten Entschluss, den Finger zu bewegen, schon aktiv wurden und die Weichen zur Handlung stellten. Das Bereitschaftspotential zur Handlung ging der bewussten Entscheidung eindeutig voraus, d.h. die Handlung war durch das Gehirn bereits eingeleitet, bevor sich die Versuchsperson dazu entschloss, sodass der Wille nur als ein trügerisches Randphänomen innerhalb

einer Kausalkette von Nervenzellen und Synapsen erscheinen musste (Breuer 2003: 10). Wir tun also nicht das, was wir wollen, sondern wir wollen, was wir tun. In der neurobiologischen Argumentationskette scheint ein wollendes Ich nicht vorgesehen zu sein.

Experimente mit bildgebenden Verfahren haben in den letzten Jahren die Rechtmäßigkeit der Infragestellung des freien Willens aus neurobiologischer Sicht nicht nur bestätigt, sondern sie legen sogar die Vermutung nahe, dass sich das Bewusstsein für Entscheidungen, die auf verborgene Hirnprozesse zurückzuführen sind, natürliche Begründungen zurecht legt, um die Hypothese der Freiheit aufrecht zu erhalten (Hoff 2004: 29).

Wegner hebt in seiner provokanten Abhandlung *The Illusion of Conscious Will* (2002) hervor, dass unsere Erfahrung, eine Handlung zu wollen oder gewollt zu haben, nicht belege, dass der Wille diese Handlung auch verursacht habe. Unsere subjektive Erfahrung der eigenen Willenskraft wäre demnach ein Selbstbetrug oder Begleitumstand einer Handlung, aber nicht die reale Grundlage unseres Handelns.

Nach welchen Noten das Neuronenkonzert bei der Entscheidungsfindung zwischen Stirnhirn, motorischem Cortex und dem limbischen System genau gesteuert wird, kann im Einzelnen noch nicht nachvollzogen werden. In Übereinstimmung mit den meisten evolutionär denkenden Philosophen und Naturwissenschaftlern geht Wegner jedoch davon aus, dass das Gehirn im Verlaufe der Stammesgeschichte eine solch raffinierte Fata Morgana wie den freien Willen entwickelt hat, weil die Vorstellung, selber Urheber unserer Handlungen zu sein, eine Hilfe für das Überleben in einer sozialen Gemeinschaft darstellte, indem sie eine sinnhafte Orientierung und flexiblere Verhaltensweise suggeriert. Und bedürfen wir nicht auch der Illusion der Freiheit, um unsere eigenen Handlungen von denen anderer Personen zu unterscheiden?

Nach Damasio hat der Mensch das Selbst-Bewusstsein aus homöostatischen Gründen entwickelt. „Das Gehirn“, so Damasio, „braucht laufend aktuelle Informationen über Körperzustände, um die verschiedenen Lebensprozesse zu regulieren. Nur so kann ein Organismus in einer sich ständig wandelnden Umwelt überleben. Emotionen allein – ohne bewusste Gefühle – reichen hierfür nicht aus.“ (Lenzen im Gespräch mit Damasio 2004: 20).

Die Behauptung, dass der freie Wille eine Illusion sei, wird auch von dem Neurowissenschaftler Gerhard Roth geteilt, der davon ausgeht, dass sich das limbische System evolutionsgeschichtlich als dominant gegenüber den in der Großhirnrinde angelegten Verstandestätigkeiten erweise, weil hier die überlebenswichtig erworbenen emotionalen Erfahrungen des Menschen abgespeichert und automatisiert sind. Tatsächlich könnte der Mensch gar nicht überleben, wenn er nicht für den größten Teil seiner Kognitionen auf automatisierte Schemata zurückgreifen könnte.

Wenn der Erfahrungseindruck, für eine Handlung als verursachender Akteur verantwortlich zu sein, sich als Trugschluss erweist, entstehen insbesondere auch in der Rechtsprechung neue Aporien, da neben der Gesellschaft nun auch noch das Gehirn

als geschlossenes System für die Entscheidungsfindung verantwortlich gemacht werden könnte, ohne dass der Delinquent eine freie Wahl gehabt hätte. Die Vorstellung von Schuld und Verantwortung führt durch die Erkenntnisse der Hirnforschung daher zu einer neuen Diskussion um das Strafrecht und verändert auch die Rolle der Gerichtspsychiater (Hoff 2004: 28) – Hätten wir angenommen, dass die Quantenphysik den Determinismus der Naturprozesse ad acta gelegt hätte, so erhalten Philosophen in der Argumentation gegen den freien Willen nun Unterstützung aus dem neurophysiologischen Lager und tragen unsere Freiheit zu Grabe. Bestünde Freiheit also nur darin, das machen zu können, was wir wollen müssen, d.h. eine Handlung vollziehen zu können, die uns der Wille diktiert – Freiheit als Vollzug der Notwendigkeit!?

1.2. Sentio, ergo cognosco: Empirische Lehr- und Lernforschung

Gefühle sind ein integrativer Bestandteil der Verstandestätigkeiten und eine *conditio sine qua non* erfolgreichen Lernens. Schürer-Necker fordert auf Grund der positiven Ergebnisse in ihren empirischen Untersuchungen zur Interdependenz von *Gedächtnis und Emotion* (1994) die in der traditionellen auf rein kognitive Prozesse fokussierten Gedächtnispsychologie bislang vernachlässigte Einbeziehung emotionaler, affektiver und attitudinaler Faktoren in die Lehr- und Lernforschung. Gegenwärtige Untersuchungen und Veröffentlichungen (Möller 1996; Mayring 1999; Jerusalem 1999; Bleicher 2001; Finkbeiner 2001) scheinen nachweislich den besonderen Einfluss emotionaler Einstellungen zum Lernobjekt in Bezug auf die Gedächtnisleistung zu belegen.

Bereits bei der Informationsaufnahme beeinflussen affektive Einstellungen wie Angst oder Freude die kognitive Wahrnehmung des Lernobjekts, welches niemals objektiv gegeben ist, und häufig muss ein globaler Eindruck als affektives Vorurteil durch die Analyse der Detailinformationen im Nachhinein korrigiert werden. Diese Beobachtungen bestätigen die Annahme Piagets, dass jedwedes Verhalten durch affektive Faktoren bestimmt wird, die allerdings wiederum durch die wahrnehmungsbedingten kognitiven Strukturen determiniert werden, sodass sich ein dialektisches Bedingungsverhältnis beider entwickelt: Wahrnehmung und Anschauung bestimmen die kognitive Struktur, die mit den Affekten interagiert.

Diese Anschauungen werden in der heutigen Forschung auch neurobiologisch belegt:

« Les images mentales issues de ces représentations potentielles sont liées à des perceptions et à des émotions, qui sont elles-mêmes étroitement associées à des états du corps. Elles sont positives ou négatives selon qu'ils s'agit de sensations agréables ou désagréables. Antonio Damasio parle de « marqueurs somatiques ». Somatiques parce qu'il s'agit du corps, et marqueurs parce que ce sont des repères qui se constituent au cours des expériences de la vie. Ce sont eux qui orientent le raisonnement et permettent d'éliminer des solutions qui ne sont pas satisfaisantes pour l'individu ou, au contraire, de se tourner vers des solutions dont on imagine les conséquences comme positive. » (Chambon 1995 :73)

Das Lernen darf nicht auf einen rein behavioristisch-mechanizistischen Reduktionismus zurückgeführt werden, sondern muss in komplexe Relationen der Ganzheitlichkeit integriert werden. Lernerinteresse und positive Gefühle wirken sich auf die Beurteilung des Lerngegenstandes aus und führen zu qualitativ höherwertigeren assoziativen Strukturen. So besagt das Phänomen der Stimmungskongruenz, dass Informationen besser behalten werden, „deren Valenz mit der Stimmung des Individuums kongruent ist.“ (Bless 1999:11) Positive Stimmung begünstigt das Erinnern von positiver Information, während bei schlechter Stimmung nur negative Informationen einen Gedächtnisvorteil erlangen.

Das Phänomen der Zustandsabhängigkeit im Lernprozess stellt demgegenüber die Interdependenz zwischen der Stimmung zum Zeitpunkt des Lernens und der Stimmung zum Zeitpunkt des Erinnerns dar. Entsprechen die emotionalen Zustände bei der Erinnerung denen der Informationsaufnahme und -abspeicherung, so kann das gelernte Material besser reproduziert werden. Werden Vokabeln beispielsweise in guter Stimmung gelernt, so können sie auch in guter Stimmung besser wiedergegeben werden, wohingegen eine negative Atmosphäre die Reproduktion behinderte. Beiden Modellen liegt offensichtlich die Tatsache zu Grunde, dass im Gedächtnis repräsentierte Begriffe nicht nur semantisch, sondern auch emotional wie Knoten durch die Maschen in einem assoziativen Netzwerk verbunden sind. Das neuronale Aktivierungspotential wird daher bei emotionskongruenten Begriffen oder bei Stimmungskongruenz durch die Verbindung von Emotion und Kognition gesteigert und die Wahrscheinlichkeit des Behaltens und Erinnerns durch den Intensitätsgrad der neuronalen Erregung determiniert.

Andererseits konnte auch nachgewiesen werden, dass Emotionen Aufmerksamkeit binden und dadurch kognitive Ressourcen bei der Aufgabenlösung schwächen und zur Leistungsbeeinträchtigung führen können. Eine weitere Differenzierung liegt in der Denkstilhypothese vor, die davon ausgeht, dass negative Emotionen eher einen sequentiell-analytischen Verarbeitungsmodus initiieren, während positive Gefühle einen intuitiv-holistischen Modus begünstigen (vgl. Abele 1999:32).

Bei der Lösung von Problemen oder Aufgaben ist die Stoffwechselaktivität des Gehirns besonders hoch. Nachdem der Lerngegenstand durch die Sinnesrezeptoren wahrgenommen worden ist, ruft das Gehirn zunächst vorhandene Informationen im Gedächtnis auf, und die möglichen Lösungswege werden vom limbischen System gefühlsmäßig bewertet. Widersprechen die neuen Informationen den abgespeicherten Gedächtnisspuren, so werden sie im Allgemeinen zunächst abgelehnt oder verdrängt, weil das Gehirn versucht die alten Interpretationsschemata, die innerhalb der entstandenen *kognitiven Dissonanz* (Korczak 2000b:25) perturbiert werden, aufrecht zu erhalten, weil das limbische System die gespeicherten Informationen höher bewertet als die neuen. Wenn es daher nicht gelingt, das Neue durch die Reaktivierung von Vorkenntnissen an vorhandene Deutungsmuster anzukoppeln und emotional positiv zu bewerten, wird das Lernen erfolglos bleiben. Psychologisch betrachtet wird das Lernen daher insbesondere durch das beeinflusst, was der Lernende bereits weiß.

Die Einstellungsforschung rekurriert auf ein bereits auf Platon zurückgehendes dreidimensionales Konzept vom Menschen. Mummendey untersucht in seinem Einstellungsmodell (1988) das Verhalten des Lerners gegenüber dem Einstellungsobjekt auf der Ebene der Kognition (objektiv-deklaratives Wissen, Denken, subjektiver Glauben), der Affektion (Fühlen, Empfinden) und des Wollens und offenen Handelns. Diese Betrachtung und Erforschung der Mehrdimensionalität der Verhaltenseinstellungen des Lernenden und seiner ganzheitlichen Bewertung der Eigenschaften des wahrgenommenen Lerngegenstandes führt in dem erwähnten Dreikomponentenmodell zu einer selektiv erfassten Einbeziehung und Hervorhebung der Einwirkung affektiver Zustände auf Lehr- und Lernprozesse, die bislang in der pädagogischen Psychologie sowie der Spracherwerbsforschung vernachlässigt worden sind (vgl. dazu auch Finkbeiner 2001).

In einem empirischen Forschungsprojekt im Rahmen der psychologischen Wohlbefindensforschung werden an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg (Bleicher u.a. 2001) die emotionalen Faktoren Schulangst und -wohlbefinden in ihrem Einfluss auf Lern- und Leistungssituationen untersucht. Erste Untersuchungsergebnisse scheinen Studien von Abele (1995) zu bestätigen, der nachwies, dass positive Stimmungen ein besseres Memorisieren und schnelleres Problemlösen ermöglichen, sowie von Jerusalem und Pekrun (1999), der Angst und Freude als zentrale Lernemotionen herausstellte. Eine quantitative und qualitative Untersuchung an Gymnasien, Real- und Hauptschulen zeigte den engen Zusammenhang von Wohlbefinden und Interesse auf; allerdings scheinen Schüler Freude und Interesse eher am eigenen Lernen festzumachen als am Lerninhalt, wie sich in einem qualitativen Ergebnis feststellen ließ (Bleicher 2001:544). Emotionale Aspekte des Lernens dürfen daher nicht isoliert betrachtet werden, sondern müssen mehrperspektivisch in den Kontext der Lernsituation eingebunden werden, da kognitive Lernprozesse immer auf Inhalte, Einstellungen sowie die Selbstreflektion der Lerneridentitäten bezogen sind.

Neurobiologisch sei noch hervorgehoben, dass positive oder negative den Lernprozess begleitende Emotionen zur Ausschüttung unterschiedlicher Hormone führen. Während ein als Herausforderung empfundenes problemlösendes Lernen, welches durch einen lernerorientierten Sinnbezug Neugier und Freude erweckt, das Opiat Dopamin als körpereigenen Botenstoff freisetzt und zu Glücksempfindungen freudiger Erregung und angenehmer Wachheit des Geistes führt, die wieder eine bessere Abspeicherung der neuen Daten im Langzeitgedächtnis bewirken, führen Angst, Furcht vor Blamage oder Prüfungen zur Ausschüttung des Hormons Cortisol, das die Funktion des Hippocampus beeinträchtigt und langfristig das Hirnareal sogar schrumpfen lässt.

Positive Lernumgebungen lösen durch die Ausschüttung von Dopamin, das neben anderen Hormonen wie Noradrenalin und Acetylcholin die Aufmerksamkeit der Lerner steuert und beflügelt, somit Lust auf neue Erkenntnisse aus. Da das limbische System die eingehenden Signale als erstes bewertet, und zwar noch bevor das Bewusstsein überhaupt Einfluss nehmen kann, und auch darüber zu entscheiden scheint, in welchen Bereichen des Gehirns neues Wissen aufgebaut werden soll, bestimmt der emotionale Kontext beim Lernen über den Aufbau oder die Zurückwei-

sung der eingehenden Signale und den zu vergebenden Speicherplatz. Während in positiven emotionalen Kontexten konstruierte Bedeutungen eher im Hippocampus und von dort zum langfristigen Speichern in die Gehirnrinde transferiert werden, findet bei negativen Emotionen und dem dadurch ausgelösten Stress eine assoziative Abspeicherung im Mandelkern statt.

Bei der Reaktivierung der Daten werden diese negativen Assoziationen bei einer gleichzeitig zu beobachtenden Erhöhung des Blutdrucks und des Pulsschlags wieder hervorgerufen und können in Situationen, in denen das Überleben nicht mehr von Angst und Furcht abhängt, zur Blockade anderer Neuronennetze führen und die Verbindung zum Hippocampus unterbinden. Darüber hinaus sorgt der Mandelkern durch eine weitgehend automatisierte Reaktion dafür, dass eine Handlung, die ursprünglich dem Überleben diene – nämlich nach rechts zu laufen, wenn eine Gefahr von links drohte – nicht näher reflektiert wird. Der kreative Umgang mit Wissen, das sich im Mandelkern befindet, ist daher kaum möglich und kann später bei problemlösenden Aufgaben nicht verwendet werden.

1.3. Das Broca- und Wernicke-Sprachzentrum

Der französische Chirurg Paul Broca (1824-1880) hat schon 1861 nachgewiesen, dass Läsionen im unteren Abschnitt der dritten Stirnwindung in der später nach ihm benannten Brocaschen Sprachregion zu einem motorischen Sprachversagen führen, welches dem Patienten keine geordnete Lautartikulation mehr erlaubt.

„Tan“ war die einzige Silbe, die der von Broca vor ungefähr 140 Jahren untersuchte Patient noch sprechen konnte, obwohl das Sprachverständnis nicht manifest beeinträchtigt war, da „Monsieur Tan“ durchaus noch in der Lage war, die an ihn gerichteten Fragen zu verstehen. Durch die prosodische Artikulation unterschiedlicher Betonungsmuster und Tonhöhen versuchte „Monsieur Tan“ die gestellten Fragen rudimentär zu beantworten.

Eine Autopsie nach seinem Tode ergab, dass ein seitdem als Brocazentrum bezeichnetes Gehirnnareal geschädigt war. Seitdem gilt dieses Areal als der neurologische Ort, an dem Sprache entsteht.

Der Breslauer Neurologe Carl Wernicke beschrieb 1874, d.h. genau 13 Jahre nach der Entdeckung der motorischen Aphasie durch Broca, einen genau umgekehrten Fall, nämlich eine sensorische Aphasie, bei der das Sprachverständnis der Patienten sehr gestört war. Sie waren zwar weiterhin zunächst in der Lage relativ flüssig zu artikulieren, weil das Brocazentrum intakt geblieben war, konnten jedoch gesprochene Wörter nicht mehr richtig identifizieren, sodass die Muttersprache ihnen wie eine Fremdsprache erschien. Bei den betroffenen Patienten, so stellte sich heraus, war die obere Windung des linken Schläfenlappens geschädigt.

Da die differenzierte Wahrnehmung und Analyse von Sprachlauten nicht nur die Voraussetzung für das Verstehen, sondern insbesondere auch für die richtige Ausspra-

che von Worten mithilfe des motorischen Brocazentrums ist, führte die sensorische Aphasie schließlich auch zu einer starken Einschränkung der Lautproduktion (Sinz 1978:135).

Durch moderne bildgebende Verfahren wie die Magnetencephalographie (MEG) oder die Positronenemissionstomographie können wir heutzutage die Gehirnfunktionen non-invasiv während der Ausführung einer kognitiven Aufgabe durch die Sichtbarmachung der Stoffwechselfvorgänge genau beobachten. Die funktionelle Kernspintomografie identifiziert die Aktivität von Neuronen über Veränderungen des Sauerstoffgehaltes im Blut und stellt diese räumlich in einer Auflösung von zwei Millimetern dar. Dabei konnte bestätigt werden, dass die für die Sprache zuständigen Regionen, nämlich das Brocazentrum, das für die Sprachmotorik, Lautbildung, -analyse, -artikulation und die Bildung abstrakter Wörter verantwortlich ist, und das Wernicke Sprachzentrum, welches vor allem für die logische Verarbeitung der Sprache und die auditive Sensorik zuständig ist, innerhalb der linken Gehirnhemisphäre assoziationsneuronale Verknüpfungen aufweisen:

“Broca’s and Wernicke’s areas play a critical role in language functions, whereas the inferior temporal cortex of the right hemisphere tends to be associated with high-level visual recognition (...) First, the presence of direct connections from the right inferior temporal cortex to the speech areas indicates that human interhemispheric connections can be widely heterotopic. Second, the fact that connections from the inferior temporal cortex terminate in both Wernicke’s and Broca’s areas speaks in favour of parallel pathways in visuo-verbal processing.”
(Di Virgillio/ Clarke 1997:347)

Sprachverstehen und Sprachproduktion finden nicht nur innerhalb eines Zwei-Areale-Modells statt, sondern sind durch den interhemisphärischen Balken auch mit der rechten Gehirnhälfte verbunden, welche unter anderem auch für Musik und prosodische Sprachelemente verantwortlich ist.

Nachgewiesen werden konnte ebenfalls, dass das Broca-Zentrum bei Frauen um 20%, das Wernicke-Zentrum sogar um fast 30% größer ist als bei Männern (Schiffler 2002: 9), welches die seit langer Zeit beobachtete Tatsache bestätigen würde, dass Frauen in der verbalen Kommunikation und in ihrem Ausdrucksvermögen Männern im Allgemeinen überlegen sind:

“Since women perform better on verbal fluency tasks than men, we hypothesized that cortical regions involved in verbal fluency would show greater gray matter volume in women. (...) It has been established that there are subtle sexual differences in human *cognitive* functions (...) A consistent finding is that males tend to perform better in tasks requiring the mental ability to retain and manipulate spatial and numeric data that cannot be solved verbally (...) whereas females generally have greater verbal abilities (...) Women had 23.2% and 12.8% greater gray matter percentages than men in a language-related cortical region (...)”
(Schlaepfer 1995: 130ff.).

1.4. Frühes Fremdsprachenlernen und Mehrsprachigkeit

“The ability to acquire and use several languages selectively is a unique and essential human capacity.” (Klim 1997: 171)

Neurophysiologische Forschungen haben in den letzten Jahren (Kim 1997, Perani 1998, Wattendorf/Nitsch 2001, Kramer 2003, Wartenburger 2003) untersucht, wie das Gehirn den Erwerb der Muttersprache im Unterschied zu später erlernten Fremdsprachen funktional verarbeitet und wie sich frühe oder später Bilingualität bzw. Mehrsprachigkeit generell auf das Lernen von Sprachen auswirkt.

Sowohl Jürgen Meisel vom Hamburger Forschungsbereich „Mehrsprachigkeit“ als auch eine Basler Gruppe von Wissenschaftlern um die Anatomin Cordula Nitsch untersuchen derzeit in Forschungsprojekten den simultanen Erstspracherwerb und den sukzessiven Erwerb von mehreren Sprachen, die beide mit dem monolingualen Erstspracherwerb kontrastiert werden.

Schon 1997 verglich Karl H.S. Kim an der amerikanischen Cornell University in Ithaca per Magnetresonanztomografen die bei der Sprachproduktion aktiven Broca-Areale früher und später Zweisprachler, die den Auftrag hatten, in beiden Sprachen hintereinander zu berichten, was sie am Vortrag erlebt hatten. Dabei entdeckten die Forscher einen entscheidenden neuronalen Unterschied: Während die frühen Bilingualen im Brocazentrum nur ein Nervenzell-Netz aktivierten, konnte bei den Spätlern nachgewiesen werden, dass sie pro Sprache jeweils ein gesondertes Netz ausgebildet hatten:

“Significant main effects for language area (...) show that activation sites for the two different languages tend to be spatially distinct in Broca’s area when the second language was obtained late in life and not when acquired in early childhood; and that Wernick’es area showed little or no separation of activity regardless of age of acquisition.” (Kim 1997: 172-173)

Das Alter des Sprachenlernens ist somit ein signifikanter Indikator für die funktionale Aktivität und anatomische Organisationsform unseres Gehirns. Sprachlernprozesse für frühes oder spätes Sprachenlernen scheinen neurobiologisch durch die unterschiedliche neuronale Plastizität unseres Gehirns bedingt zu sein. Von besonderer Relevanz für die Entwicklung kognitiver Funktionen ist die spektakuläre quantitative Veränderung in der postnatalen Synaptogenese, in welcher die meisten neuronalen Verknüpfungen und die Dynamik der neuronalen Organisation entstehen. Relevante Kontakte und Erfahrungen stabilisieren sich zu neuronalen Netzen; nicht benötigte und daher redundante Verbindungen lösen sich wieder auf, wobei die Eliminierung von Nervenzellen bereits im Embryo beginnt (Embryo, 21. Woche = 1.000.000/mm³, Erwachsener = 30.000/mm³). Die höchste Synapsendichte (= neuronale Kontaktstellen) und Proliferation besteht im Alter von zwei Jahren und wird ab dem sechsten Lebensjahr schon wieder abgebaut (Peltzer-Karpf 1998:14). Die Reduktion der Vernetzungsmöglichkeiten verläuft parallel mit der Abnahme der Plastizität des Gehirns.

Bei Kindern sind die Synapsendichte und die Lerngeschwindigkeit am höchsten, und sensible Zeitfenster stehen für das Lernen nur für eine gewisse Weile offen, in der

nach funktionellen Kriterien entschieden wird, welche neuronalen Verbindungen genutzt und welche wieder „eingeschmolzen“, d.h. für immer geschlossen werden (Singer 2003: 110). Wenn bestimmte Funktionen nicht rechtzeitig angeregt werden, können sie später kaum mehr oder nur unvollkommen ausgebildet werden. Deshalb sollten Kinder grundsätzlich möglichst viele und unterschiedliche eigene Erfahrungen machen. Andererseits sollte uns trösten, dass sich im Verlaufe der Entwicklung immer wieder neue neuronale Fenster quasi explosionsartig öffnen, weil die Entwicklung des Gehirns, stärker als bislang angenommen, durch nutzungsbedingte Bahnungs- und Strukturierungsprozesse bestimmt wird und bei älteren Menschen im Gegensatz zu Kindern die Möglichkeit des Lernens durch Analogiebildung in verstärktem Maße existiert und die reduzierte Plastizität des Gehirns zumindest teilweise kompensieren kann.

Das erste neuronale Sprachennetz im Broca-Areal bildet sich offenbar in den ersten Jahren der Kindheit aus. Werden zu diesem Zeitpunkt zwei oder mehrere Sprachen simultan erworben, so werden diese in demselben Sprachen-Netz abgespeichert, welches eine größere neuronale Verdichtung erfährt. Dieses ursprüngliche Sprachverarbeitungssystem kann in späteren Jahren aber kaum mehr verändert werden, so dass unser Gehirn beim späteren Erwerb einer weiteren Sprache gezwungen ist, neben dem bereits bestehenden System ein neues neuronales Netzwerk anzulegen, welches durch die sinkende neuronale Dynamik und Fähigkeit zur Synapsenbildung deutlich erschwert wird.

In dem neurobiologischen und linguistischen Projekt von Cordula Nitsch und den Baseler Kollegen der Forschungsgruppe „Mehrsprachigkeit im Gehirn“, an dem interdisziplinär auch Rita Franceschini vom Romanistischen Institut der Universität des Saarlandes und Georges Lüdi vom Romanischen Seminar der Universität Basel mitarbeiten, werden die neurobiologischen Korrelate der Mehrsprachigkeit im sozialen und linguistischen Kontext der „Regio Basiliensis“ erforscht. Im Tomographen wird die Mehrsprachigkeit von Personen in ihren L1, L2 und L3 mittels Sprachaufgaben untersucht, mit dem Ziel, der gehirnphysiologischen Organisation von Mehrsprachigkeit nachzugehen (Franceschini 2002: 47).

Erste Ergebnisse scheinen die Hypothese von Kim zu bestätigen, dass die unterschiedlich identifizierten Aktivierungsmuster im Bereich der Mehrsprachigkeit in separaten Netzwerken eine erhöhte kognitive Anforderung an das Gehirn stellen, welches die sprachlichen Regeln nicht mehr wie beim Erstspracherwerb spielerisch und mühelos durch Versuch und Irrtum automatisiert, sondern durch kognitive Bewusstheit lernen muss, welche die Regelkonformität in der Sprachproduktion immer wieder überprüft.

Überraschend war allerdings die Erkenntnis, dass frühe bilinguale Kinder bei dem späteren Erlernen einer dritten Sprache nicht wie späte Bilinguale oder Lerner einer Zweitsprache ein zusätzliches Netzwerk ausprägen, sondern die dritte Sprache in das erste, und zwar zweisprachige Netzwerk im Broca-Areal integrieren (Kramer 2003: 49). Während beim späteren Erwerb einer zweiten Sprache oder beim späten Bilingualismus keine neuronale Anknüpfung an das ursprüngliche neuronale Sprachen-Areal

des Brocazentrums stattfindet, kann das Gehirn bei frühen bilingual angelegten Nervenzell-Netzen offensichtlich beim Erlernen einer dritten Sprache den Vorteil beziehen, kein neues Netz ausprägen zu müssen. Ein originärer Bilingualismus konstituiert somit ein Netzwerk im Broca-Areal, das für das Erlernen weiterer Sprachen funktional ausgerichtet ist.

Ein überzeugenderes Plädoyer für den frühkindlichen Erwerb von Mehrsprachigkeit könnte man wohl kaum aufführen, und beruhigend müsste auch die Statistik der UNESCO (Petit 2002) wirken, nach der über 60% der Weltbevölkerung zweisprachig aufwächst und die Anzahl der mehrsprachigen Personen, auch bedingt durch die weltumspannenden Kommunikationsbedürfnisse und –möglichkeiten, deutlich wächst. Dennoch gilt diese Chance noch lange nicht für alle Menschen, und wir müssen uns fragen, ob es nicht auch für weniger privilegierte Lerner eine Hoffnung geben mag, diese hohe fremdsprachliche Kompetenz der frühen Bilingualen zu erreichen. Impliziert die Ausbildung neuer Sprachen-Netze beim späteren Fremdsprachenlernen tatsächlich notwendigerweise eine reduzierte Sprachkompetenz und –performanz?

Im Allgemeinen muss diese Frage bejaht werden, sofern nicht schon im Kindergarten oder der Grundschule eine zweite Sprache intensiv und ganzheitlich erfahren wird, welches leider, auch mangels einer hinreichenden sprachlichen Ausbildung der Lehrer, nur selten der Fall ist. Wir könnten also nur noch Schadensbegrenzung betreiben, indem wir versuchten, die neuronalen Nachteile auszugleichen, und zwar durch kognitive Betriebsamkeit, Übung, Fleiß und Motivation. Allein auch die beste intrinsische Motivation und der größte Eifer können weder quantitativ noch qualitativ mit einem Auslandsaufenthalt konkurrieren, der alleine noch annähernd muttersprachliche Kompetenzen vermitteln kann.

Wenn in Vergleichsstudien bei Spätlernern von Daniela Perani am Istituto di Neuroscienze e Bioimmagini in Mailand (1998) und dem Triester Kognitionspsychologen Jacques Mehler, der von 1986-1998 auch das Laboratoire de Sciences Cognitives et Psycholinguistique du C.N.R.S. in Frankreich leitete, mithilfe der Positronen-Emissionstomographie im Bereich des Verstehens mündlicher Äußerungen durch Wortlistenparadigmen und in Reaktionsstudien von Sonja Kotz vom Leipziger Max-Planck-Institut für neuropsychologische Forschung zur verbalen Reaktionsschnelligkeit und des Sprachflusses auch nahezu muttersprachliche Kompetenzen beobachtet werden konnten, so gilt dieses jedoch weder für die grammatikalische Korrektheit noch für die Aussprache.

Probanden, die am Institut für Neurowissenschaften in Mailand und in der Neurologischen Klinik der Berliner Charité (Isabell Wartenburger) im Kernspintografen Sätze mit Wortschatz- oder Grammatikfehlern korrigieren sollten, zeigten in beiden Bereichen „highly significant differences in brain activation during the grammatical task but not during the semantic task, thus indicating a task-specific effect of age of acquisition.“ (Wartenburger 2003: 165) Während falsche Wörter sowohl bei frühen wie späten Bilingualen die gleichen Gehirnregionen aktivierten, traten bei grammatikalischen Fehlern unterschiedliche Neuronengruppen im Broca-Areal in Aktion, so dass anzunehmen ist, dass bei späten Fremdsprachenlernen zwar noch das Vokabular integriert

wird, die Grammatik in ihren Feinheiten allerdings nicht mehr assimiliert werden kann.

Eine akzentfreie Aussprache kann auf keinen Fall mehr realisiert werden. Zwar steht im Gehirn nach der Geburt in der Hörrinde ein neuronales Netzwerk zur Verfügung, das alle Phoneme der Welt wahrnehmen und verarbeiten kann, aber schon nach wenigen Monaten filtert ein Säugling diejenigen Sprachlaute heraus, die nicht zu seiner Muttersprache gehören und verliert dann bis zum Ende des ersten Lebensjahres immer mehr die Fähigkeit andere Laute noch distinktiv zu identifizieren, da sie für sein Überleben nicht als relevant erscheinen. Beim späteren Sprachenlernen können bestimmte fremde Laute daher nicht mehr distinktiv gehört und gebildet werden, zumal auch die Sprachapparatur ihre Formbarkeit verloren hat.

Wenn sich die Sprachproduktion einer oder mehrerer Sprachen neuronal auch primär in ein und demselben oder mehreren separaten Sprachen-Netzen vollzieht und das Sprachverstehen primär im Wernicke-Areal verarbeitet wird, so greift das Zwei-Areale-Modell heute dennoch zu kurz. Sprachverarbeitung, so die These von Angela D. Friederici, Direktorin des Max-Planck-Instituts für neuropsychologische Forschung in Leipzig, findet vom Eintreffen eines akustischen Inputs bis zur Deutung des Gehörten am „Fließband“ in spezialisierten Mini-Netzwerken statt, das heißt der Reihe nach in sukzessiver Kontinuität (Friederici 2003: 44).

Das Spracherkennungssystem im Gehirn untersucht zunächst in der Hörrinde der linken und rechten Hemisphäre in Form einer akustisch-phonetischen Analyse die lautliche Zusammensetzung der Schallwellen in ihren distinktiven Einheiten. Anschließend filtern Teile des Schläfen- und Stirnlappens in den Arealen der linken Gehirnhälfte Wortkategorien heraus, die über die Unterscheidung zwischen Substantiven und Verben zur Erfassung der syntaktischen Struktur führen, und erst in einem dritten Schritt werden diejenigen Areale aktiv, welche für die Semantik, d.h. die inhaltliche Bedeutungs differenzierung verantwortlich sind.

Ausführliche Tests konnten syntaktische und semantische Informationen innerhalb der Wernicke-Region genau entsprechend beteiligter vorderer, hinterer oder mittlerer Anteile lokalisieren. Während die vordere Hirnwindung vornehmlich den Satzbau und die mittlere die Wortbedeutungen analysiert, scheint die hintere Windung des Wernicke-Areals bei beiden Aufgaben mitzuwirken. Wahrscheinlich ist sie für die grammatikalische Verknüpfung und Interpretation zwischen Wortbedeutung und Satzstellung verantwortlich, so Friederici (2003: 44).

Die Sprachfunktionen scheinen sich aber nicht auf einige wenige Areale zu beschränken, sondern verteilen sich insgesamt über die Großhirnrinde und auch den linken hinteren Thalamus, sodass wir annehmen können, dass Sprechen und Verstehen zwar primär in einzelnen Modulen verarbeitet wird, diese aber in komplizierten Netzwerken verbunden sind, die teilweise auch parallel arbeiten. Bei der Verarbeitung von Sprache sind neben den Wernicke-Arealen auch noch daneben liegende Teile des linken Stirnhirns sowie des frontalen Operculums tätig, welches das Broca-Areal an der Oberfläche umfasst.

Schließlich bleibt noch hervorzuheben, dass bei der Sprachverarbeitung auch die rechte Hemisphäre stark beteiligt ist, und zwar nicht nur bei der auditorisch-phonologischen Analyse, die in beiden Gehirnhälften stattfindet, sondern insbesondere auch bei der prosodischen Informationsaufnahme, die in einem zweiten Kanal zu Bedeutungsnuancierungen führen kann. Da die rechte Gehirnhälfte vor allem auf die Verarbeitung von musikalischen und emotionalen Faktoren ausgerichtet ist, darf ihre bewusste Einbindung in den Sprachenunterricht keinesfalls vernachlässigt werden, wie Ludger Schiffler in seinen Veröffentlichungen und seinem letzten Buch *Fremdsprachen effektiver lehren und lernen. Beide Gehirnhälften aktivieren* (2002) anschaulich nachgewiesen hat. Axel Poletti plädiert ebenfalls in dem von ihm herausgegebenen Themenheft des FU-F *Gefühl für Grammatik* (2003) für die Einbeziehung der affektiven Dimension in einen kommunikativen Grammatikunterricht und im Anschluss an die 10. Göttinger Fachtagung *Emotion und Kognition im Fremdsprachenunterricht* (2003) sehen wir noch vielen Plädoyers für ein interhemisphärisches Sprachenlernen entgegen.

1.5. Gedächtnisse und ihre Funktionen

Aus der unendlichen Datenmenge, die unsere Sinne alltäglich im Dauerfeuer affiziert, bleibt nur ein Bruchteil in unserem Gedächtnis haften. Dies mögen wir zwar häufiger bedauern, aber wäre dem nicht so, d.h. würden die uns affizierenden Wahrnehmungen eins zu eins auf der neuronalen Festplatte unseres Gehirns abgespeichert, so wäre die Kapazität innerhalb kürzester Zeit überschritten.

Unser Kopf ist kein Biocomputer, der alle eingehenden Informationen unterschiedslos aufzeichnete, sondern durch das Gehirn ein Meister im Filtern überflüssiger Datenströme. „Wie ein grobmaschiges Netz“, so Guillén Fernández und Bernd Weber (2003: 68), „sorgt es offenbar dafür, dass nur die dicken Fische hängen bleiben.“

Der Begriff Gedächtnis bezieht sich auf verschiedene Formen des Erwerbs, der Abspeicherung und Reproduktion von Wissen und integriert Kenntnisse über die Wirklichkeit, kognitive Operationen und Prozesse sowie perzeptuell-motorische und kognitive Fertigkeiten, die für das Überleben und Verhalten des Menschen nutzbar gemacht werden. „Das Gedächtnis ermöglicht die Nutzung von Ereignissen, die zu einem früheren Zeitpunkt t_1 gehören, zu einem späteren Zeitpunkt t_2 .“ (Kochendorfer 1999:12)

Das Gedächtnis ist eine Leistung des Gehirns und Medium aller psychischen Zustände und Prozesse wie Perzeption, Kognition, Emotion, Motivation, Wollen und Lernen. Es ist die materielle Basis als Träger der Konstruktion einer mentalen Repräsentation, die auf der strukturell-apparativen Grundlage eines neuronalen Netzwerkes gewährleistet wird und für das Überleben in der Umwelt verantwortlich ist. Die biologische Verarbeitung von Informationen hat sich im Verlaufe der Evolution herausgebildet und erlaubt die Konstruktion kohärente Bilder unserer Umwelt.

Das Gedächtnis unterscheidet nicht zwischen aktiven Verarbeitungskomponenten und passiven Speicherkomponenten, sodass alle Prozesse durch das Gehirn als Produkt der Vergangenheit phylogenetisch und a priori bestimmt werden und schon die Perception als subjektive Konstruktion der Welt verstanden werden muss. Nur ein Hunderttausendstel der Informationen stammt von den Sinnesorganen, während alles andere aus dem phylogenetischen Speicher des Gehirns beigetragen wird.

„Für das Entstehen von Bewusstsein ist besonders wichtig, dass jede der rund 50 Milliarden Nervenzellen in der Großhirnrinde mit jeweils tausend bis zehntausend anderen verbunden ist. Daher übertreffen die Verbindungen innerhalb der Großhirnrinde mit rund 500 Billionen die Zahl der Ein- und Ausgänge um das millionenfache. Dies wiederum bedeutet: Wenn auch die Großhirnrinde mit dem Rest des Gehirns und über die Sinnesorgane und den Bewegungsapparat mit dem Körper und der Umwelt in Verbindung steht, spricht sie doch im Wesentlichen mit sich selbst.“ (Roth 2002:45)

Die Realität stellt die transzendente Grundlage des Gehirns dar, welche die Welt so erkennt, wie sie uns durch die mittelbare Wahrnehmung erscheint, und nicht so, wie sie tatsächlich sein mag. Schon der Akt der Wahrnehmung über elektromagnetische Signale ist eine Form der Interpretation der Welt, die wir auf der Grundlage unserer biologischen Funktionen konstruieren.

„Die bedeutungskonstituierenden Regeln der Wahrnehmung ergeben sich nach Auffassung der Hirnforscher aus den stammesgeschichtlichen Vorerfahrungen und neu erworbenen erfahrungsbedingten Regeln. Die neuen Informationen werden im Gedächtnis abgelegt und beim Auftreten neuer, noch nicht bekannter Reize, zur Interpretation und Einordnung wieder herangezogen. Das Gehirn ist aufgrund dieses Funktionsablaufes generell „lernwillig“. In der Entwicklungspsychologie würde man diese Lernbereitschaft als „intrinsische Motivation“ bezeichnen.“ (Korczak 2000b: 21)

Alle funktionalen Prozesse des Gedächtnisses sind an strukturelle Vorgaben des Gehirns gebunden und bedingen den Wissenserwerb in unterschiedlicher Gestalt. Die Bedeutungszuweisung der an sich bedeutungsfreien neuronalen Prozesse geschieht durch Konstruktion und Interpretation der stammesgeschichtlich gegebenen und durch die Erfahrung gespeicherten Wissensbestände.

Das Gedächtnis ist sowohl für das Identitätsgefühl des Menschen, d.h. sein Ich-Bewusstsein innerhalb seiner Lebensgeschichte verantwortlich als auch die *conditio sine qua non* des Lernens, welches sich als über die aktuelle Gegenwart hinausgehende angeeignete, verfügbare Erfahrung definieren lässt. Es ist somit auch das Endprodukt eines Lernvorgangs.

Wenn wir die verschiedenen Grundpositionen und Etiketten des Gedächtnisses in der einschlägigen Literatur betrachten, scheint es uns sinnvoll, den Begriff eher im Plural zu verwenden und auf gängige Differenzierungen zu verweisen, die innerhalb der umstrittenen Gedächtniskonzeptionen einen relativen Konsens genießen (Kochendorfer 1999:9f.). Die Gedächtnistaxonomie unterscheidet im Allgemeinen in ihren definitorischen Benennungen zunächst zwischen sensorischem (ikonischen und echoischen) Gedächtnis sowie zwischen Kurzzeit- und Langzeitgedächtnis.

In der Forschung herrscht Einigkeit darüber, dass es kein zentrales Gedächtnis im Gehirn gibt. Die verschiedenartigen Leistungen der Gedächtnisse und der ihnen zu Grunde liegenden biologischen Prozesse laufen in verschiedenen Gehirnarealen ab. Diese sind jedoch nicht modular gegeneinander abgegrenzt und lassen sich als Apparaturen nicht eindeutig abgegrenzten Strukturen zuordnen, sondern sind ganzheitlich über Dendriten, Axone und Synapsen miteinander vernetzt und stehen in ständigem aktivem Informationsaustausch. Das Gedächtnis ist kein einheitliches Gebilde, sondern ein aus unterschiedlichen neuronalen Netzwerken bestehendes Systemgeflecht (vgl. Kochendörfer 1999).

Das Gehirn steht über Sinnesrezeptoren in Kontakt mit der Außenwelt, die physikalische und chemische Umweltreize in Nervenimpulse umwandeln. Anschließend werden diese Nervenimpulse vom Gehirn interpretiert und entsprechenden Arealen zugeordnet. Das sensorische Gedächtnis speichert die durch die Sinnesorgane aufgenommenen Reize, deren Behaltensdauer weniger als 1 Sekunde beträgt, in visuellen oder akustischen Registern, sodass Hören und Sehen über den rein physikalischen Reiz hinaus im so genannten Ultrakurzzeitgedächtnis für das Gefühl der Kontinuität der Erfahrung verarbeitet werden können. Das Fassungsvermögen des sensorischen Registers ist sehr groß, weil es permanent affiziert wird. Die visuelle Erinnerung dauert etwa eine halbe Sekunde, die akustische Erinnerung (Echo) hält mehrere Sekunden.

Das Kurzzeit- oder Arbeitsgedächtnis, welches als Metapher in Analogie zur Computerwissenschaft auch als Arbeitsspeicher bezeichnet wird, ist ein temporärer Speicher für Informationen über die Dauer von 20 Sekunden bis zu höchstens einer Minute, deren Inhaltsrepräsentationen an eine andauernde neuronale Aktivität gebunden sind. Die Inhalte bzw. die Gedächtnisspuren gehen also verloren, sobald die verursachende neuronale Aktivität wegfällt, und die Gedächtnisleistung klingt ohne neuronale Stützungsaktivität schnell ab. Es ermöglicht die kognitiven Operationen durch das kurzfristige Behalten und Manipulieren von Informationen.

Im Langzeitgedächtnis werden mittels tetanischer Reizung die durch die Verstärkung vorhandener Synapsen aus dem sensorischen und dem Kurzzeitgedächtnis vermittelten Informationen über die Welt abgespeichert. Es ist nicht an aktuelle Verarbeitungsabläufe gebunden, übersteht in der Dauer eine Schlafphase und ist von nahezu unbegrenzter Kapazität.

Zusätzliche Differenzierungen des Langzeitgedächtnisses sind *deklaratives* versus *prozedurales* Gedächtnis. Das deklarative oder explizite Gedächtnis bezieht sich auf die Speicherung bewusst abrufbaren Wissens (knowledge) und wird weiter untergliedert in episodisches und semantisches Gedächtnis.

Das deklarative Gedächtnis ist insbesondere die Leistung des Inferotemporkortex und des limbischen Systems mit dessen Strukturen Hippocampus, Amygdala und Mammillarkörper. Diese Strukturen dienen unter anderem als Durchgangsstationen zur Speicherung im Langzeitgedächtnis, welche in verschiedenen Regionen der Hirnrinde stattfindet.

Das episodische Gedächtnis bezieht sich insbesondere auf die Erlebniswelt, in der individuelle zeit- oder ortsgebundene Informationen abgespeichert werden. Es stützt sich auf persönliche Erlebnisse und Erfahrungen der eigenen Lebensgeschichte und erlangt durch den kontextabhängigen Aufbau von Wissen einen autobiographischen Charakter.

Im semantischen Gedächtnis werden kontextunabhängiges Wissen und Kenntnisse über die Welt in der allgemeinen Form von Faktenwissen und Daten zugeordnet. Ohne den Rückbezug auf das deklarative Gedächtnis wäre ein bewusster Zugriff auf Ereignisse in der Vergangenheit gar nicht möglich, welches das Beispiel von Henry M. belegen mag.

Nachdem man dem 27-jährigen Patienten wegen schwerer epileptischer Anfälle in einer fehlgeschlagenen neurochirurgischen Operation auf beiden Seiten des Gehirns größere Teile des mittleren Schläfenlappens entfernt hatte, litt er unter einem selektiven Gedächtnisverlust, d.h., dass er sich noch an aktuelle Geschehnisse, aber nicht mehr an länger zurückliegende Ereignisse und Fakten erinnern konnte, weil sein deklaratives Gedächtnis geschädigt war. „Es ist sozusagen die Leinwand, auf der dem inneren Auge Erinnerbares vorgespielt wird. Welcher « Film » läuft, hängt davon ab, worauf sich das Bewusstsein gerade richtet (...) Damit war klar, dass der Schlüssel zur deklarativen Gedächtnisbildung im mittleren Schläfenlappen zu suchen ist.“ (Fernández 2003: 69)

Sowohl das episodische als auch das semantische Gedächtnis haben gemeinsam, dass die daraus abgerufenen Informationen wieder zu Bewusstseinsinhalten werden können und sie neurobiologisch eine Verknüpfung zum limbischen System und damit auch zu den emotionalen Komponenten des Lernens aufweisen. Der mittlere Schläfenlappen besteht neuroanatomisch nämlich nicht nur aus dem Hippocampus, der vom parahippocampalen und vom rhinalen Cortex umgeben ist, sondern verbirgt in seinem Inneren auch die Amygdala oder den Mandelkern, der für die Verarbeitung von Emotionen eine zentrale Rolle spielt.

Aktuelle Studien zur deklarativen Gedächtnisforschung (Fernández 1999, 2003, Fell 2001) belegen, dass die Wahrscheinlichkeit der Erinnerung an ein Erlebnis nicht nur beim Abruf affektiv-autobiographischer Gedächtnisspuren mit zunehmender Aktivität im parahippocampalen Cortex des Gehirns steigt. Alle bewussten Erinnerungen müssen offensichtlich durch diesen „Flaschenhals“, so Fernández (2003: 70), sodass der Hippocampus und der rhinale Cortex gemeinsam das eigentliche Tor zum Gedächtnis bilden. „Je mehr Nervenzellen im rhinalen Cortex in der ersten halben Sekunde an der Bearbeitung eines Ereignisses beteiligt sind, desto größer ist offenbar die Wahrscheinlichkeit, dass man sich später an das Erlebte erinnert.“ (Fernández 2003: 71)

Die Reproduktion von Wissen scheint darüber hinaus leichter vor sich zu gehen, wenn bei der Reaktivierung der neuronalen Spuren die gleiche affektive Stimmungslage besteht wie bei der Informationsaufnahme, weil Gedächtnis und Affekt in ständigem Austausch stehen. Die enge anatomische Nachbarschaft zwischen

der für das Gefühlsleben verantwortlichen Amygdala, dem Hippocampus und dem rhinalen Cortex führt bei emotional besetzten Ereignissen durch eine erhöhte Aufmerksamkeit zu einer verstärkten neuronalen Durchdringung in der Synapsenbildung und zum Aufbau eines festeren Neuronennetzes, welches bei der Erinnerung wiederum netzwerkartig interagiert. „Je vielmaschiger das Netz aus Informationen und Erlebnissen bereits geknüpft ist, desto leichter bleibt ein Erlebnisfisch hängen“ (Fernández 2003: 73). Die bestehenden Vorkenntnisse und die emotionale Atmosphäre in einem erlebnisreichen Umfeld bestimmen daher weitgehend über den Erfolg oder Misserfolg bei dem Aufbau und der Abspeicherung neuer Kenntnisse.

Das prozedurale Gedächtnis ist für kognitive Operationen und Handlungsabläufe sowie perzeptuell-motorische Fertigkeiten verantwortlich. Es ist implizit und speichert unbewusst abrufbare Informationen über Gewohnheiten, Wahrnehmungsstrategien und Assoziationen. Wenn wir erst einmal Fahrrad fahren oder Klavier spielen können, brauchen wir beim wiederholten Abrufen dieses Vorganges nicht jedes Mal über unsere Muskelbewegungen nachzudenken oder die Noten in der Partitur einzeln heraussuchen. Diese Handlungsabläufe und Fertigkeiten stellen weitgehend automatisierte Handlungsabläufe dar, die vorwiegend im Kleinhirn abgespeichert sind. Das Gehirn erinnert dieses erlernte Verhalten als ganzheitliches Programm, ohne dass der Benutzer sich dessen bewusst wird. In der Computermetaphorik gleicht das prozedurale Gedächtnis in seiner Funktionsweise daher eher einem Programm oder einer Anwendung als der bloßen Abspeicherung von Daten. Der Abruf des impliziten Wissens ist an die Situation des Wissenserwerbs gebunden.

Aus linguistischer Perspektive bleibt strittig, ob sich die Sprachkompetenz, insofern sie sich dem bewussten Zugriff des Sprechers entzieht, dem prozeduralen Gedächtnis zugeordnet werden muss, oder auf Grund des Lexikonvorrates als begriffliches Wissen über die Welt durch die Zuordnung zu Objekten dem deklarativ-semantischen Gedächtnis. Schließlich wirft Kochendörfer in diesem Zusammenhang auch die Frage auf, „wo das Ergebnis eines Textverstehensprozesses einzuordnen ist: Faktenwissen (= semantisches Gedächtnis) oder Erlebnisinhalt (= episodisches Gedächtnis)?“ (Kochendörfer 1999:16)

1.6. Interdependenz und Funktionalität der linken und rechten Gehirnhälfte

Tatsache ist, dass umfangreiche Datenströme zwischen den einzelnen Gedächtnistypen zirkulieren und in der Interdependenz vernetzt sind, sodass wir von einer „verteilten“ oder ganzheitlichen Organisation der Gedächtnisse sprechen können und rein modulare Gedächtnismodelle ablehnen. Die Gedächtnisleistungen sind über den gesamten Langzeitspeicher verteilt und unauflösbar miteinander verbunden. Auf allen Ebenen des zentralen Nervensystems werden korrespondierende oder funktionell zusammengehörige Strukturen durch Verbindungsfaserbündel, den sogenannten Kommissuren, interhemisphärisch auf vielfache Weise verbunden (Tappe 1999:53).

Diese Beobachtungen von Tappe werden auch von Kochendörfer unterstützt, der feststellt, „dass weit voneinander entfernte Neuronen phasenverschoben-synchron

feuern oder dass die Zerstörung einzelner Neuronen die Spur eines Konzepts im Gedächtnis nicht unbedingt zum Verschwinden bringt (Kochendörfer 1999:163). Es bestehen vermutlich parallele Verarbeitungswege, die sich auf unterschiedliche Strukturkombinationen zur Aufnahme, Einspeicherung, Festigung, Ablagerung und Reproduktion von Wissen zurückführen lassen.

Wir nehmen zwar relative Hemisphärendominanzen und Domänenspezifitäten innerhalb einer neuroanatomischen Modularitätszuordnung an, verwerfen jedoch die Vorstellung einer unilateralen mentalen Repräsentation, da die Gehirnhälften untereinander kooperieren, und zwar nicht nur über das „Corpus-Callosum“. Die linke und rechte Gehirnhälfte haben zwar spezifische Funktionen ausgebildet, allein darf diese Beobachtung nicht über die ganzheitliche Verbindung des neuronalen Systems innerhalb der Plastizität des Gehirns hinwegtäuschen, sodass die Lateralisierung eine simplifizierende modulare Zuordnung der kognitiven Funktionen sinnvoll erschienen ließe.

Mentale Systeme und Subsysteme können funktional autonom sein, ohne dass ihnen neuronal oder anatomisch entsprechende abgegrenzte Areale zugeordnet werden könnten. Es ist gerade diese Trennung zwischen funktionaler und neuronaler Ebene, welche die Störanfälligkeit des Gehirns minimiert, weil sich die strukturelle Homogenität und Interkonnektivität des Gehirns und die funktionale Modularität mentaler Systeme und Subsysteme in ihrer Komplexität holistisch ergänzen.

Die interne Struktur als auch die Funktionsweisen der kortikalen Kolumnen oder Neuronenverbände im Neokortex sind in ihrer Funktionsweise nahezu identisch, welches die Plastizität des Gehirns erklärt. Bei Gehirnläsionen werden die betroffenen Trägerstrukturen durch andere Neuronenverbände ersetzt, sodass Funktionen bestimmter Hirnareale durch andere Verbindungen ersetzt werden können.

Diese Funktionsübernahme und auch mentale Kompensation wäre in einem neuroanatomisch modular festgelegten Gehirn nicht möglich. Die Annahme ist also wahrscheinlich, dass in jeder der Hirnhälften kognitive Funktionen unterschiedlichen Grades angelegt sind und sich alle Teile des Gehirns gegenseitig beeinflussen. Untermauert werden diese Reflexionen durch anatomische und neurobiologische Befunde, „denen zufolge die funktionelle Hirnreifung eher Netzwerk für Netzwerk als Areal für Areal abläuft“ (Peltzer-Karpf 1998:15).

Die relative Spezialisierung der Gehirnareale sowie der linken und rechten Gehirnhälfte darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass durch die funktionelle Plastizität des Gehirns auch in bedingter Form interhemisphärische Aufgaben gelöst und Informationen ausgetauscht werden können, selbst wenn der interhemisphärische Balken fehlt oder durchgetrennt ist, wie Untersuchungen an Spalthirn-Patienten gezeigt haben.

Bei angeborenem Balkenmangel konnten nahezu alle Funktionen durch die Aktivierung von Verknüpfungen im Stammhirn und anderer Gehirnareale kompensiert werden. Die klinische Untersuchung einer Patientin in Los-Angeles, bei der abwechselnd beide Gehirnhälften betäubt wurden, konnte sogar eine bedingte Sprachfähigkeit in der rechten Gehirnhälfte nachweisen (Sinz 1978:172). Dieses Ergebnis bestätigt

die dynamische Plastizität des Gehirns, welches in der Lage zu sein scheint, durch Läsionen ausgefallene Areale durch andere Verknüpfungen zumindest partiell zu ersetzen. Collins geht sogar von der Annahme aus, "that both hemispheres can make lexical decisions without the necessity for callosal relay of information, and words are primarily encoded in the hemisphere to which they are initially projected." (Collins 1998:29)

Molfese und Segalowitz (Tappe 1999:60f.) statuieren in ihrer Äquipotentialitätshypothese, dass beide Gehirnhälften in der postnatalen Phase zunächst gleiche Funktionen übernehmen können, welches durch die Beobachtung gestützt wird, dass bei jungen Hemisphärektomie-Patienten die Übernahme der Sprachfunktionen durch die rechte Hemisphäre gegeben ist. Die Lateralisierung und Spezialisierung der kognitiven Funktionen würde sich dann erst im Zuge der physiologischen und psychologischen Entwicklung der Kinder bis etwa in das 12. Lebensjahr herausbilden, sodass die Hirnplastizität mit zunehmendem Alter immer weiter abnehmen würde.

Seit Ende der 70er Jahre wurde die Äquipotentialitätshypothese jedoch immer nachdrücklicher zu Gunsten einer angeborenen Hemisphärenspezialisierung mit der Anlage einer prä- oder postnatal vorhandenen Lateralisation kognitiver Fähigkeiten in Frage gestellt (Tappe 1999:62). Die Genesung bei linksseitigen Hirnläsionen wird in diesen Konzeptionen vielmehr auf eine Reorganisation der linken Hemisphäre zurückgeführt als auf die Übernahme sprachlicher Funktionen durch die rechte Hemisphäre. Wenn die Entwicklung oder die Anlage der Lateralisation bei der Geburt bereits abgeschlossen wäre, würden durch die Maturation des Corpus-Callosum nur noch bedingte Veränderungen der Hemisphärenspezialisierung herausgebildet. Ob die „Lokalisierungsmuster nur zum Teil oder vollständig auf verschiedene Verarbeitungsstile der beiden Hemisphären zurückführbar sind, steht beim jetzigen Stand der Forschung“, so Tappe, „noch aus.“ (Tappe 1999:68)

A. Friederici verweist unter Rekurs auf Moscovitch in ihrer Inhibitionshypothese auf die Tatsache, dass die Sprachdominanz der linken Hemisphäre auch durch die Inhibition der rechten Gehirnhälfte erklärt werden kann. Untersuchungen an „split-brain“ Patienten haben belegt, dass die linke Gehirnhälfte die rechte in linguistischer Hinsicht bei Sprachverarbeitungsprozessen hemmte, sodass sich die rechte Hemisphäre bei gesunden Patienten minder ausbildete. Bei Spalthirn-Patienten hingegen, bei denen die inhibitorischen Einflüsse keine Rolle spielten, konnten die Sprachfunktionen von der rechten Hemisphäre übernommen werden. Eine weitere Unterstützung für diese Hypothese wurde durch Untersuchungen bei Läsionen in der linken Hemisphäre aufgezeigt, die zu Sprachausfällen führte, weil nach der gesamten chirurgischen Entfernung der linken Hemisphäre diese Defizite nicht mehr zu beobachten waren (Friederici 1984:28).

In der neueren Hirnforschung ist sogar von einem „Wettstreit der Hemisphären“ die Rede, welche die Inhibitionshypothese Moscovitchs stärken würde. Hilgetag geht davon aus (2002:10), dass die linke und rechte Hemisphäre miteinander in einer Art „Aufmerksamkeits-Wettbewerb“ stehen. Durch die jeweilige Aktivitätsleistung oder -steigerung der einen Hirnhälfte werde, so Hilgetag, die andere in ihrer Funktionsweise unterdrückt. Dieses führe auch dazu, dass bei einer Schwächung der rechten Regionen

die linke Hirnhälfte von ihrer normalen Hemmung durch die rechte Hemisphäre befreit würde und eine übernormale Aktivität entwickle. Wenn dieser „Wettstreit“ ein generelles Funktionsprinzip des Gehirns sein sollte, so würden dadurch Ressourcen optimal zugewiesen und die Plastizität gefördert.

Die Hypothese der zerebralen Asymmetrie, welche von der absoluten Dominanz der linken Hemisphäre ausging, wird in aktuelleren neurobiologischen Untersuchungen nicht bestätigt. Während die linke Gehirnhälfte insgesamt für die Lautbildung, das analytische Denken sowie die kognitive und sequentielle Verarbeitung von Informationen verantwortlich ist und auf ein wissenschaftliches, semantisches und explizites Wissen ausgerichtet ist, verarbeitet die rechte Gehirnhälfte visuelle Erkenntnis, d.h. bildliches, topologisches und ortsverbundenes Wissen, das an die persönliche Lebensgeschichte des Lerners anschließt. Die rechte Hemisphäre ist nicht nur nicht passiv und der linken unterlegen, sondern in Bezug auf räumliches Abstraktions- und Vorstellungsvermögen sowie visuelle und taktile Formerkennung sogar dominant und beide Hemisphären interagieren in einer ganzheitlichen Verknüpfung.

1.7. Imaginor, ergo cognosco: Verarbeitung von Wörtern und Bildern

Schon seit der griechischen Antike ist bekannt, dass die Verknüpfung unterschiedlicher Sinne zu besseren Behaltensleistungen führt. In diesem Zusammenhang stellt Ludger Schiffler in seinem Aufsatz *Neuere physiologische Untersuchungen des Gehirns und des Fremdsprachenlernens* (2000) eine Verbindung zwischen den Mnemotechniken der Antike und aktuellen Erkenntnissen der neurobiologischen Forschung her, indem er die schon von Holtwisch (1992/1998) vertretene These, dass sich polymodales Lernen durch die Verknüpfung mehrerer Sinne behaltensfördernd auswirkt, nachweislich unterstreicht.

Sprachliche Zeichen werden durch verbale oder non-verbal piktorale Formate bzw. Symbolsysteme kodiert und repräsentiert und aktivieren unterschiedliche Sinnesmodalitäten. Im Allgemeinen wird jedes Medium, ob Text, Bild oder Ton, in einem spezifischen Code als konventionalisiertem Symbolsystem erfasst und mit dem ihm entsprechenden Sinnesorgan monomodal rezipiert. Monomediale Bücher, statische oder bewegte Bilder, werden in Form von Texten, Bildern oder Videos visuell und monokodal rezipiert. Das gesprochene Wort oder Musik hingegen werden nicht visuell oder non-verbal, sondern monomodal-auditiv kodiert und perzipiert.

Multimedialität definiert sich durch die digitale Verschmelzung von Text, Bild, Video- und Audiodateien in demselben medialen Träger als Medienverbund in einer einzigen Benutzerplattform, sodass die Rezeption nicht nur über verschiedene Sinnesorgane verwirklicht, sondern auch in unterschiedlichen Kodierungen repräsentiert wird. Die Modalität beschreibt die Angabe der Sinne und Wahrnehmungskanäle, die bei der Rezeption medialer Angebote als Ensemble von Bild, Text und Ton interagieren, und die Kodierung indiziert die zugeordnete konventionalisierte Struktur der Informationsträger. Multimediale Medien erweisen sich dabei als multikodal und multimodal.

Die schon vor 20 Jahren aufgestellten psychologischen Annahmen von Paivio (1979) über die kognitiv-emotionale Interdependenz in Lernprozessen und die duale Kodierung von Bildern und Wörtern wird heute durch die neurophysiologischen empirischen Untersuchungen von Collins und Coney (1998) bestätigt: Demnach können Wörter besser verarbeitet und behalten werden, wenn sie durch gleichzeitige bildhafte Assoziationen und Visualisierungen und die damit verbundenen Konstruktionen mentaler Bilder in einem multisensorischen Lernzusammenhang semantisiert werden.

“In general, our research is consistent with the view that the left hemisphere lexicon is comprised of a complex network of abstract, low imagery, and concrete words, while the right hemisphere operates as a subsidiary word processor, subserving linguistic processing with a limited, special purpose lexicon comprised of associative connections between concrete, imageable words.” (Collins 1998:49)

In Anschluss an Paivio versucht auch Engelkamp in seiner multimodalen Theorie des Gedächtnisses (1990:62) den Bildüberlegenheits-Effekt zu erklären. Engelkamp postuliert, dass bei der Wahrnehmung verbale und nonverbale Konzepte gedächtnispsychologisch in zwei qualitativ verschiedenen Systemen modalitätsspezifisch in Form von Wort- oder Bildmarken abgespeichert werden, die jedoch miteinander interagieren. Da die Bildmarken als einheitliche Referenzkonzepte im Gegensatz zu verbalen Repräsentationen nicht sequentiell, sondern einheitlich holistisch abgespeichert und repräsentiert werden, hinterlassen sie eine reichhaltigere Gedächtnisspur und sind bei der Reproduktion als mentale Bilder simultan verfügbar.

Während Texte zur Konstruktion von propositionalen Repräsentationen und entsprechenden mentalen Modellen führen, ermöglicht eine Graphik oder ein Bild als externe analoge Repräsentation die unmittelbarere Konstruktion eines mentalen Modells. Bei einer multimedialen Präsentation von Lehrmaterialien entstehen durch die Kontiguität von Text und Bild multikodale Behaltensvorteile, weil der Lerner bildhafte und propositionale Repräsentationen referentiell aufeinander bezieht und integriert. Durch den Wechsel der Referenzen in multiplen Repräsentationsformen und die multikodale Enkodierung der Informationen wird der Lernprozess in mentalen Modellen dynamisiert.

Paivios Theorie der behaltenfördernden Wirkung mentaler Repräsentationen im Rahmen einer dualen Kodierung von verbal-begrifflichen Logogenen und bildhaft-anschaulichen Imagenen wird auch von Sumfleth und Telgenbüscher (2001) bestätigt, die empirische Untersuchungen zur *Förderung der Verarbeitungsintensität beim Chemielernen mit Hilfe von Bildern* (2001) durchgeführt haben. Unter Bezugnahme auf Paivio, Schnotz (1993), Weidenmann (1995) und Tergan (1997) lautet ihr Fazit folgendermaßen: Multiple Repräsentationen des Inhalts (Sprache, Bilder) erhöhen die Effektivität des Lernens durch die Entwicklung multipler Repräsentationen, die simultan durch verschiedene Wahrnehmungsmodi rezipiert, in verschiedenen kognitiven Systemen repräsentiert und in verschiedenen Hirnarealen verarbeitet werden (Sumfleth 2001:441).

Kognitionspsychologisch korrelieren mit den beiden verbalen und non-verbalen Kodierungssystemen zwei quantitativ verschiedene, aber interagierende Verarbeitungssysteme, welche die sensorisch wahrgenommenen Daten in unterschiedlichen mentalen Formaten repräsentieren. Die „Reiz-Kodierungen“ und deren interne mentale Repräsentation stehen jedoch in keinem eindeutigen inhaltlichen Bezugssystem, sondern werden vom Rezipienten innerhalb seiner Kognitionsapparatur und seines Konventionssystems konstruiert. Es ist nach Weidenmann (1995:66) daher ein Irrtum zu glauben, dass bildhafte Sinneseindrücke oder Texte jeweils in nur einem Kodierungssystem kodiert und gespeichert würden. Das Gehirn verfüge vielmehr in flexibler Form über eine Vielzahl von Kodierungsmöglichkeiten, die miteinander verflochten seien und in unterschiedlichen Gehirnarealen interagierten. Insofern fasse die Doppelkodierungs-Theorie Paivios als „Summierungstheorie der Sinneskanäle“ zu kurz.

Unterschiedliche monokodale Informationen könnten durchaus mental gleich repräsentiert werden. Eine textlich kodierte Geschichte kann also, aufbauend auf propositionale Repräsentationen, ebenfalls mentale Bilder evozieren, welche die geschilderten Situationen widerspiegeln. Trotz verschiedener Inputformen könnte also ein zumindest ähnliches mentales Modell entstehen.

Nicole Stadie stellt in ihren *Neurolinguistischen Untersuchungen zur Verarbeitung von Bildern und Wörtern* (1999) die von Paivio exponierte Dual-Code-Annahme als zentrale Streitfrage in den Blickpunkt der Forschung und untersucht, ob Wörter und Bilder tatsächlich separat in modalitätsspezifischen Gedächtnissystemen repräsentiert werden, wie Paivio behauptet hatte.

Die Vertreter der amodalen oder modalitätsunspezifischen Common-Code-Theorie (Pylyshyn, 1973; Anderson, 1976; Potter 1984) vertreten dabei Auffassung, dass Bedeutungsrepräsentationen unabhängig von ihrer Darbietungsmodalität entstehen können und postulieren gemeinsame konzeptuelle Repräsentationen, weil „die zu Grunde liegenden Konzepte mental als ein Bündel von Elementen oder Eingängen repräsentiert werden und in einer Beziehung zueinander stehen“ (Stadie 1999:31). Lexeme sind durch assoziative Relationen miteinander verbunden, und visuelle Elemente werden durch strukturelle Ähnlichkeit determiniert. Es ist daher denkbar, dass es im semantischen Kategorisierungssystem eine Schnittstelle oder Interaktion der Verarbeitungsebenen für Bilder und Wörter gibt, die bei unterschiedlicher Darbietung durch die vernetzte Bündelung von definierten Merkmalen zu ähnlichen oder sogar identischen Repräsentationen führen kann.

1.8. Memorisierung und Reaktivierung von Wissen

Die Gedächtnisbildung ist kein eindimensionaler Vorgang, sondern ein ganzheitliches Phänomen, das in der neuronalen Forschung insbesondere auch an das Aktivierungsniveau des limbischen Systems gekoppelt ist. Neurobiologisch heben Squire und Zola-Morgan (1991:168) die gedächtnisstützende Rolle der Amygdala hervor, welche die Sinneseindrücke im Lernprozess mit positiven oder negativen Gefühlen assoziiert. Je aktiver sie zum Zeitpunkt des Lernens arbeitet, desto intensiver werden die neuen

Kenntnisse mit dem gespeicherten Vorwissen im Thalamus als vernetzte Gedächtnisinhalte verankert.

Es gibt nicht das Gedächtnis, sondern unterschiedliche Gedächtnismodalitäten, die in einem mehrdimensionalen Bedingungsverhältnis zu unterschiedlichen räumlich-zeitlichen antriebs- und situationsabhängigen Erregungsmustern stehen und deren Kodierungsmechanismen auf psycho-physiologischer Ebene verschieden sind (Ulich 1992:196).

Verbal-begriffliche und bildhaft anschauliche Kodierungen werden in unterschiedlichen Arealen abgespeichert und intern differenziert repräsentiert, sodass sich die Erinnerungspotentiale durch eine multimodale Repräsentationen eindeutig verbessern können.

Bei der Memorisierung und Reaktivierung von Wissen bedingen sich die Gehirnhälften durch interhemisphärische Verknüpfungen netzwerkartig in ihrer produktiven Intensität und führen durch die synergetische Verbindung von Sprache und Bild bei polymodalem Lernen zu einer Steigerung der mnemotechnischen Wirkung. „Nach der Konsolidierungshypothese (Sinz, 1978) kann durch polymodale Kodierung über verschiedene sensorische Modalitäten (Aufnahme durch verschiedene Sinne) und durch eine anschließende Konsolidierungsphase der amnestische Gradient (Das Vergessen) reduziert und der Konsolidierungsgradient (das Behalten) gesteigert werden.“ (Schiffler 2000:221)

Aus didaktischer Perspektive können Mnemotechniken, die seit der Antike vom Grundgedanken der Vernetzung getragen werden (Merten 2003), durch die gezielte Förderung der visuellen Wahrnehmung einen wichtigen Beitrag zum prozessorientierten Lernen leisten, indem sie zur Verbesserung der Gedächtnisleistungen beitragen. Die Grundidee der Mnemotechnik besteht in der Erschaffung eines artifiziellen Gedächtnisses bzw. eines virtuellen Raumes, etwa eines Hauses oder einer Straße, in die Bilder platziert werden, die zu Erinnerndes symbolisieren und mit den subjektiven Vorlieben des Lernalers verbunden werden. Durchschreitet der Lerner bei einem Vortrag oder auch einem Vokabeltest wieder die Räume oder die Straße, findet er die mit stark affektivem Bezug abgelegten Gegenstände oder Begriffe wieder und strukturiert sein Denken (Kiefer 2003).

Auch in der auf Tony Buzan (1986) zurückgehenden Mind-Map-Methode wird in einer Art „Gedankennetz“ eine Synthese zwischen bildhaftem und verbalem Denken angestrebt, indem Schlüsselbegriffe assoziativ und nicht-linear kartographisch angeordnet werden. Diese Arbeitstechnik des Mindmapping berücksichtigt die divergierenden Perzeptionsmodi der zerebralen Informationsverarbeitung durch beide Gehirnhälften und fördert die Behaltensleistungen, die umso größer sind, je mehr benachbarte Synapsen gleichzeitig aktiviert oder reaktiviert werden. Holtwisch fordert daher die Erweiterung und Transformation des tradierten Methodenrepertoires und insbesondere die Ablösung von linearisierten Arbeitsformen zu Gunsten hirngerechter Lerntechniken (1992:39) und Neveling (2004) beschreibt in überzeugender Weise in einer gerade erschienenen Studie zum mentalen Lexikon Strategien des Wörterlernens mit Wör-

ternetzen, die als eine Synthese des derzeitigen Forschungsstandes betrachtet werden können.

Die neuere Gedächtnisforschung konnte ebenfalls nachweisen, dass das Behalten eines Lerninhalts umso besser gewährleistet wird, je öfter er während des Lernens wiederholt und je stärker er durch Affekte mit subjektiven Merkbildern assoziiert wird (Kiefer 2003, Merten 2003). „Daher müssen Schüler angeregt werden, ihre eigenen subjektiven Merkbilder in ihrem artifiziellen Gedächtnisraum festzumachen.“ (Hescher 2004:180). Unser Gehirn, das nach dem Prinzip der neuronalen Vernetzung arbeitet, verarbeitet aufgenommene Bilder und Erfahrungen weiter, indem entweder neue Strukturen herausgebildet oder die eingehenden Impulse mit vorhandenen Strukturen vernetzt werden. Bei der häufigen Wahrnehmung ähnlicher Wahrnehmungsmuster werden die entsprechenden Gehirnareale in ihrem Aufbau erweitert, weil das Gehirn die Informationen durch die kontinuierliche Beschäftigung mit den gleichen oder ähnlichen Informationen dieselbigen für bedeutsam hält.

Die auf diese Art und Weise entstehenden *Neuronenassemblies* als neuronale Netzwerke oder *Mikrogedächtnisse* sind Träger von relativ fixierten Informationen und „verhalten sich insofern interaktiv, als sich Teile von ihnen mit Teilen anderer Netzwerke auf einer bestimmten Frequenz einschwingen“ und funktionale Einheiten aufbauen (Hescher 2004:176). Je intensiver also der Verknüpfungsaufwand betrieben wird, desto mehr vorgefertigte Netzwerke entstehen und desto automatisierter verlaufen kognitive oder motorische Prozesse. Für die Inventarisierung im Langzeitgedächtnis ist allerdings entscheidend, dass die Wiederholungs- und Übungsphasen unterschiedliche Rezeptoren in situativen Zusammenhängen ansprechen, möglichst mit positiven Assoziationen verbunden sind und die Konsolidierungsphasen sich über 15 bis 30 Minuten erstrecken.

Wird der gleiche Stoff jedoch nur einkanalig rezipiert und repetiert, so sinkt die Behaltensleistung. Es scheint daher wenig effizient zu sein, eine Hörverstehensübung unzählige Male abzuspielen, in der Hoffnung, dass die Lerner schließlich den gesamten Inhalt assimilierten. Bei jeder Wiederholung müssten die Aufgabenstellung sowie die Einbeziehung der Vorkenntnisse variiert werden, damit durch die unterschiedliche Aufmerksamkeitsrichtung keine reproduktive *Ähnlichkeitshemmung* entsteht und unterschiedliche Gehirnareale zur Steigerung der Verarbeitungstiefe aktiviert werden.

1.9. Lernförderung durch Bewegung und Musik

Ob der sogenannte Mozart-Effekt Menschen durch die mit dem Musikhören verbundene Aktivierung neuronaler Bahnen in der rechten Gehirnhälfte grundsätzlich intelligenter mache oder nicht, bleibt in der wissenschaftlichen Diskussion umstritten (Gembris 2000:258). Unbestritten scheint jedoch, dass musikalische Parameter unterschiedliche Wirkungstendenzen implizieren, die sich aktivierend oder beruhigend auf den Organismus auswirken und insbesondere das visuell-räumliche Denken anregen. Unbestritten ist in der Emotionsforschung auch, dass die brillianteste Intelligenz ohne

emotionale Mitwirkung orientierungslos bleibt. Musik scheint daher ein probates Mittel zu sein, um die Kognitivierung durch emotionales Erleben zu bereichern.

Ausgehend von der hirnbioologischen Erkenntnis der cerebralen Hemisphärenverknüpfung plädieren Michael Hager (1993), Ulrike Quast (1994), Bea Bell (1994), Helmut Reisener (1998) und Heiner Gembris (2000) für die bewusste methodische Integration der im traditionellen Unterricht häufig stiefmütterlich behandelten rechten Gehirnhälfte in das Klassengeschehen durch die Einbeziehung von Musik und Bewegung. Hager schreibt in seinem Aufsatz „Music and Movement in the Foreign Language Classroom“:

„The right half also handles the emotional components of speech, gestures, music and visualisation (...) the left hemisphere is responsible for what is said, and the right for how it is said (...) It is known that reading aloud, for example, is a left cerebral activity while singing and physical movement are right cerebral activities (...) Right brain emphasises: forms and patterns, spatial manipulation, rhythm and musical appreciation, images/pictures, imagination, daydreaming dimension, tune of a song (...)“ (Hager 1993:28-29).

Auch Neuhäuser betont die lernfördernde Korrespondenz von Bewegung und Sprachenlernen:

„Bewegung, Sprache und Sprechen sind eng miteinander verbunden und haben in ihren grundlegenden Funktionen vieles gemeinsam. Es handelt sich um sensorische Systeme, deren Zentren im Großhirn lokalisiert sind, die ihre Tätigkeit nur im Verbund ausüben. Sie benötigen Informationen aus der Peripherie, um diese mit den eigenen Impulsen abzustimmen.“ (Neuhäuser 1988:13)

Bei dem Streben nach Effektivierung von Lehr- und Lernprozessen erweisen sich ganzheitliche lehrstrategische Konzepte, welche die einseitige Kognitivierung durch die Aktivierung unterschiedlicher Sinnesqualitäten multilinear und multikodal vernetzen, auch durch die Förderung emotionaler Aspekte, häufig als überlegen. Der physiologischen Wirkung der Musik auf den Rezipienten kommt dabei eine die Wissenskonstruktion fördernde Sonderstellung zu (Lehmann 1991/92, Decker-Voigt 1991, Gembris 2000, Altenmüller 2002), weil „Das improvisierende Gehirn“ (Altenmüller 2003) immer wieder neue neuronale Verschaltungen hervorbringt.

Wenn wir mit Decker-Voigt die Musik schon in ihrer phylogenetischen Perspektive als *das Ohr zur Welt* und den Sinneskanal des Überlebens bezeichnen, nimmt es nicht wunder, dass auch die neuere gehirnphysiologische Forschung die ganzheitlich-therapeutische Wirkung der Musik auf den Menschen hervorhebt. Decker-Voigt geht sogar davon aus, „daß eine Gesellschaft ohne Musik humanbiologisch nicht existenzfähig sei“ und dass Musik „ein Mittel gegen die fortschreitende Spaltung von Geist, Seele und Körper“ (Decker-Voigt 1991:37f.) sei.

Die akustischen Reize gelangen direkt über die Hörrinde in das limbische System und verursachen durch die Ausschüttung von Hormonen intensive Gefühle der Freude, Sehnsucht oder auch Trauer. Evolutionsbiologen heben hervor, dass Töne, Rhythmen

oder Gesang bereits vor dem Aufkommen der Sprache in prähistorischen Gesellschaften als Partnerwerbung genutzt wurden und bestätigen dadurch Darwins Annahme, dass die Partnerwahl durch die Produktion von Lauten positiv beeinflusst und der Gruppenzusammenhalt sowie die Verteidigungsbereitschaft gestärkt wurden. Gesang ist ursprünglich ein Ausdruck von starkem Geist, Willenskraft und ein Indikator für Gesundheit. Bei Hormontests im Speichel von Chorsängern kann heutzutage ein hoher Anteil des Glückshormons Oxytocin festgestellt werden.

In neueren Forschungen hat Stefan Kölsch (2000) durch Kernspintomographien belegen können, dass das Gehirn bei falschen Tönen geradezu Alarm schlägt, und zwar durch erhöhte Aktivität im Broca-Areal. Daraus leitet Kölsch ab, dass sich die automatische Verarbeitung von Musikstrukturen nicht nur in demselben Areal vollzieht wie die Sprachverarbeitung, sondern dass das Erkennen und die Produktion von Sprachmelodien dem eigentlichen Sprechen zeitlich vorangehen.

Säuglinge singen und reagieren auf Betonung und Rhythmus als universelle menschliche Handlung, noch bevor Wörter Inhalte transportieren, so bestätigt auch die Psychologin Stadler-Elmer (2002) von der Universität Zürich. Tatsächlich ist es einfacher Tonhöhen zu verändern oder zu summen als vollständige Silben oder Wörter zu artikulieren. Aus den Vokalisationen des Säuglings entsteht zunächst Singen und anschließend Sprechen. Jede Kultur hat ihren Sprech-Singsang und ihre Wiegenlieder, die über Assoziationen mit den Klängen auf universelle Weise trösten, ablenken oder beruhigen. Die Rhythmik stimuliert darüber hinaus gleichzeitig die Motorik der Arme und Beine und fördert die Gehirnentwicklung, noch bevor Sprache in Sinneinheiten segmentiert wird.

Lehmann (1991) hebt die Förderung der Kreativität durch Musik in ihrer emotional-kognitiven Doppelfunktion in der Schule und Therapie hervor, weil Musik aus verschiedenen Elementen prozessual immer wieder neue Einheiten schafft, die der Komplexität des Denkens und des menschlichen Verhaltens entsprechen, indem sie die Vorstellungskraft, den Willen und das Gefühl der Lernenden ansprechen. Dadurch werden sowohl sensoruell-psychologische, emotionale als auch kognitive Komponenten in einem ganzheitlich-schöpferischen Zusammenspiel gefördert. Darüber hinaus favorisiert die Musik nach Lehmann (1992) den Aufbau einer intrinsischen Motivation, weil sie persönlichkeits-eigene Dispositionen im Subjekt weckt, stimuliert oder verstärkt, immer vorausgesetzt, dass die musikalische Einwirkung den Bedürfnissen oder der aktuellen Befindlichkeit des Subjekts entspricht.

Eine Effektivierung der Behaltensleistung im Sprachenlernen konnte ebenfalls in suggestopädischen Verfahren nachgewiesen werden. Da das Sprachenzentrum neurophysiologisch in einem Zustand der Tiefenentspannung durch das vermehrte Auftreten von Alpha-Wellen besonders aktiv ist, führte eine durch Musik induzierte Entspannung in Langzeituntersuchungen zu einer nachweislichen Steigerung der Lernleistung, die zudem an eine bessere Selbsteinschätzung und einen Angstabbau gebunden war (Holtwisch 1990, 1992, Schiffler 1992, Jasiukaitis 1997).

Neben dem Wechsel von Körperbewegung, Musik und Entspannung als Methoden der „klassischen Suggestopädie“ können nach Schiffler auch noch die interaktiven

„Phasen des Körperlernens im *face-to-face*-Kontakt und des Partnerlernens“ (Schiffler 1992b:301) eingeschoben werden.

Nachdem die Schüler bei ruhiger Brockmusik Vokabeln oder einen einzuführenden Lektionstext in der Fremdsprache gehört und dabei Original und Übersetzung in zwei Spalten mitgelesen und verglichen haben, stellen sie sich in einem Halbkreis *face-to-face* auf. Während der Lehrer den Lektionstext, der über den Tageslichtprojektor für alle sichtbar ist, Satz für Satz in der Triade Ziel-, Mutter- und Zielsprache langsam und deutlich unter Verwendung möglichst expressiver Gestik, Mimik und Körperbewegung vorspricht, imitieren die Schüler ihn zunächst beim Chorsprechen und lösen sich in einer zweiten Phase von dem Blickkontakt mit dem Lehrer, um das Nachsprechen der Satzteile und das pantomimische Nachahmen der Begleitbewegungen mit einem Partner zu üben.

Die empirische Auswertung dieser zweisprachigen Lektionseinführung (Schiffler 1992b) im Rahmen der interaktiven Suggestopädie ergab eine signifikante Überlegenheit des neuen Verfahrens. Die Schüler von fünf Klassen wiesen im Kontrollverfahren durchschnittlich eine bessere Memorisierung der Vokabeln auf.

Die Verarbeitung musikalischer Reize, so können wir feststellen, ist im Vergleich zur Umsetzung anderer Sinnesreize gehirnphysiologisch die intensivste Tätigkeit. Die Reaktivität unserer Hörzellen ist um ein Millionenfaches größer als unsere Empfindlichkeit auf Berührungsreize, und die anatomische Verbindung der Hörkanäle des Ohrs über den Thalamus mit dem limbischen System favorisiert die Auslösung von Emotionen und Gefühlen durch musikalisch-akustische Stimuli. Musikalischer Rhythmus, Tempo, Resonanz, Höhe, Stärke und Timbre der Töne führen über die Veränderung des Gefäßsystems zu einer Verlangsamung oder Beschleunigung des Pulsschlages und steuern unsere motivationalen Erregungszustände durch Entspannung oder Anspannung.

Die teilweise archaischen prozessual-strukturellen Elemente der Musik wirken als Auslöser von Kommunikationsprozessen und können, je nach Musikart, gezielt im Unterrichtsprozess eingesetzt werden, um positive Einstimmungen auf den Unterrichtsgegenstand hervorzurufen. Quast ordnet der Rezeption unterschiedlicher Musikarten entsprechende Funktionen und Verwendungskontexte im Fremdsprachenunterricht zu (Quast 1994:170).

Meditative Musik (Kitaro, Halpern) dient bei Entspannungs- und Imaginationsübungen der Stimulierung von Vorstellungen und Assoziationen sowie der Motivierung zur freien Expression; Barockmusik (Bach, Vivaldi, Telemann) und klassische Musik (Haydn, Mozart, Beethoven) begünstigt bei der globalen Textpräsentation oder beim Vokabellernen durch eine entspannte Atmosphäre den Empfang und die Langzeitabspeicherung von Informationen; New-Age-Musik unterstützt beim kreativen Schreiben die Zentrierung des Lerners und fördert seine Phantasie; sowohl Barockmusik als auch meditative Musik reduzieren das Auftreten von Denkblockaden bei Tests und Prüfungen; fremdsprachliche und didaktisierte Lieder fördern die Langzeitspei-

cherung von Lexik, Grammatik und landeskundlichen Inhalten sowie die motivationale Bereitschaft zur sprachlichen Produktion und Rezeption.

Durch die konnotative Offenheit der Musik erhält der Lerner die Möglichkeit der individuellen emotionalen Erfahrung, und kognitive Prozesse werden durch assoziative Verknüpfungen intensiviert. Das Zusammenspiel von verbaler Präsentation und musikalischer Verknüpfung, etwa auch bei der Behandlung von Videoclips im Fremdsprachenunterricht, bei denen Musik, Bild und Sprache als Bedeutungsträger gleichzeitig interagieren (Overmann 2002d), stimuliert eine intensivere gehirnsphysiologisch synchronisierende Abspeicherung von Wissen im Langzeitgedächtnis und unterstützt eine verbesserte Reaktivierung des Gelernten in einem Zustand entspannter Wachheit.

Singen oder melodiöses Sprechen zur Memorisierung von Vokabeln, auch in Verbindung mit Körperbewegung, pantomimische Inszenierung zur Textlektüre sowie Tanz oder Malen zur begleitenden Versprachlichung von Themenfeldern fördern interhemisphärisches Lernen. Ein solch handlungsorientierter Ansatz soll auch unter Einbeziehung einer „holistischen Mediendidaktik der Authentizität und Aktualität“ (Overmann 2000a:56) sowie spielerisch-kreativer oder multimedialer Elemente (Overmann 2000b, 2001a) den Weg zu einer neuen multidimensionalen Lernkultur mit allen Sinnen (Finkbeiner 1996) aufzeigen, die auch interaktive suggestopädische Elemente einschließen kann, wie sie Edelman (1988) und insbesondere Schiffler (2001/1992b) beschreiben. *Homo ludens* und *homo rationalis* müssen sich im Lernprozess ergänzen.

Hinzu kommt, dass aktuelle Studien zur Kreativität (Kraft 2004; Spiel 2004) belegen, dass schöpferische Begabung durch holistische Arbeitsweisen gefördert wird, welche die rechte Gehirnhälfte durch Fantasie und Freiheit zu divergentem Denken anregen, das multilinear fortschreitet, um beim Lösen von Problemen die Richtung zu ändern. Ein hoher Intelligenzquotient ist bei IQ-Tests in erster Linie auf analytisch-mathematisches Denken ausgerichtet und hilft im Allgemeinen bei Problemen, die unkonventionelle Lösungen erfordern, nicht weiter. Während Zwang, Angst oder Zeitdruck kreatives Schaffen behindern, fördert entdeckendes Lernen durch Vielfalt, Flexibilität, Multiperspektivität, Staunen, Gelassenheit, Entspannung und ein wenig Mut einen assoziativen Ideenfluss, der nicht verordnet werden kann. „Deshalb wurden viele Geniestreiche auch außerhalb des Labors geboren – in Situationen, die mit der Arbeit gar nichts zu tun haben.“ (Kraft 2004: 56)

„Unser Schulsystem“, so erläutert Hans-Georg Melhorn, Mitbegründer des Leipziger Kreativschulkonzepts (Kraft 2004b: 57), „ist nicht gerade kreativitätsfreundlich. Der Unterricht fördert vor allem das abstrakte Denken, beispielsweise den Umgang mit mathematischen Formeln oder Grammatikregeln. Konkret-anschauliches Denken, also das Denken in Bildern und greifbaren Vorstellungen, gilt als geringerwertig; so bekommen es Lehrer bereits in der Ausbildung vermittelt. Dementsprechend verläuft der didaktische Weg in der Schule auch vom konkret-anschaulichen zum logisch-abstrakten Denken – aber nicht wieder zurück! Besonders kreative Persönlichkeiten verfügen aber über beide Fähigkeiten. Das liegt auch auf der Hand, denn kreative Lösungen erfordern nicht nur ein breites Wissen, sondern auch Vorstellungskraft und Fantasie.“

Die Grundidee der Kreativitätsschulen besteht daher in der Einrichtung einer anregungsreichen Lehr- und Lernumwelt, die Singen, Musizieren, Tanz, bildnerisches Gestalten sowie Theater und Rollenspiele mit Sprache und Literatur in aktiver Arbeit harmonisch verbindet und den Lernern *etwas zutraut*, um ihre Persönlichkeitsentwicklung in verantwortungsbewusster Toleranz auch emotional zu fördern.

1.10. Lernen als Konstruktionsprozess in komplexen Situationen

Durch die Erkenntnis der Verschmelzung kognitiver, affektiver und körperlicher Eigenschaften im Lernprozess zu einer Geist-Körper-Einheit entwickelt sich die Forderung nach einer organischen Bildung und einem ganzheitlichen Unterricht. Dieser zeichnet sich durch die Differenzierung und Individualisierung der Sozialformen, die lernstrategische Erweiterung der Arbeits- und Übungsformen im Hinblick auf die Autonomisierung des Lernenden sowie einen Methodenpluralismus aus, der im Rahmen der Öffnung von Unterricht prozedurale, handlungs-, produkt- und aufgabenorientierte Elemente in den Unterricht integriert. Dabei führt auch die Erweiterung insbesondere der authentischen Unterrichtsmittel durch den Einsatz der *Neuen Technologien* (Overmann 2002a) oder aktueller Fernsehsendungen (Overmann 2000a) zu einer Diversifizierung und Komplexifizierung der Lernsituationen, die ein individualisiertes und autonomes Lernen in sozialer Verantwortung anregen und die *verkopfte Schule* wieder auf den Boden des realen Lebens stellen.

Der lateinische Spruch *non scholae sed vitae discimus* bezeichnet für den Aufbau einer intrinsischen Motivation die Notwendigkeit der Erkenntnis des Lernenden als konstitutiv, dass die Lerngegenstände eine sinnvolle Ankoppelung an die Erfahrungs- und Erlebniswelt des Lerners bieten. Dieser muss die Lerninhalte als nützlich, sinnvoll und an realen Bedürfnissen orientiert empfinden, d.h. von ihnen ganzheitlich ergriffen werden, damit durch die Emotionalisierung seiner Person auch die kognitive Lernbereitschaft verstärkt wird. Das Erkennen der persönlichen Relevanz des Unterrichtsstoffes für den Aufbau eines eigenverantwortlichen Lebensentwurfs und der Möglichkeit seiner Verknüpfung mit biographischen Verhaltensstrukturen führt schließlich zu einer Verankerung der neuen Interaktionsfolgen an bereits bestehende konzeptuelle Strukturen des Lerners.

Die Akzeptabilität von Unterricht als Voraussetzung für willentliche Sinnkonstruktion hängt demnach von den multiplen Möglichkeiten eines Lernarrangements ab, das dem Lerner ermöglicht, seine persönlichen Ziele in einen affektiven, kognitiven und sozialen Sinnzusammenhang zu stellen, um sein Wissen operativ-handlungsgebunden einzusetzen. Dies wird umso besser gelingen, je multidimensionaler die Lernlandschaft angelegt ist, da unterschiedliche Lernertypen auf unterschiedliche Anreizstrukturen unterschiedlich reagieren. Auch müssen die Entwicklung positiver Gefühle und einer allgemeinen Empathie als *conditio sine qua non* einer erfolgreichen Sinnkonstruktion verstanden werden, da sie erst den Willen zur Auseinandersetzung mit dem Unterrichtsstoff auslösen.

Eine Pädagogik der Komplexität und Relationalität ersetzt die Vorstellung von einem monokausalen, linearen Lernen durch ein mehrkanaliges, netzwerkartiges Lernen mit allen Sinnen und multiplen Driftmöglichkeiten. Es handelt sich nicht mehr um den Erwerb von statischem, passiven, rezeptiven Wissen unter Verzicht auf sinnstiftende Wirklichkeitsmuster, die im Rahmen einer Verheißungspädagogik auf eine ferne Zukunft verlegt werden, sondern um die Ausprägung eines explorativen, dynamischen, prozeduralen Lernverhaltens für das Leben in Form einer strategischen, pragmatischen und kulturellen Kompetenz.

Gelingt es nicht durch Neugierde, Staunen, Spaß, Freude und Zweifel die Aufmerksamkeit des Lerners zu gewinnen und sie in einen inneren Handlungsimperativ zu verwandeln, bleiben alle weiteren Bemühungen der Lehrenden vergebens, und der Unterrichtsstoff bleibt ein Pfeil ohne Bewegung, der sein Ziel niemals erreicht oder an dem äußeren Panzer einer demotivierenden Sinnlosigkeit zerbricht.

Wir dürfen allerdings auch nicht im Rahmen eines falsch verstandenen radikalen Konstruktivismus (Overmann 2002b) annehmen, dass es ausreicht, das Klassenzimmer in eine anregungsreiche, multimediale Lernwerkstatt zu verwandeln, damit die Lerner in anarchischer Freiheit Wissen konstruieren. Eine unstrukturierte Darbietung reiner Präsentationsmaterialien führt die Lernenden nicht spontan zum Experimentieren mit dem Lerngegenstand, sondern verleitet sie häufig zu unkonzentriertem Spiel, das in Langeweile und Desinteresse endet, weil sie mit der Materialfülle wie von einem Hypertext überfordert sind und keine sinnvollen Anschlussmöglichkeiten finden.

Eine konstruktivistische Lernumgebung impliziert daher auch aufgabenorientierte Lernpropositionen als mögliche Lernpfade, damit die Lerner an ein Gelände greifen, einen Steg benutzen und Wegweiser betrachten können, um sich nicht in der Komplexität des Lernumfeldes zu verlieren. Aktive Sinnkonstruktion vollzieht sich immer durch das interaktive Aushandeln von Bedeutungen in einer sozialen Gemeinschaft, in welcher die Lehrkräfte Handlungsalternativen anbieten, den Lerner unterstützen und begleiten, aber auch auf die Einhaltung von Normen und Regeln achten, die in jeder Solidargemeinschaft ausgehandelt werden, um nicht unter das Diktat eines blinden Individualismus zu geraten.

Lernen kann sich nur als erfolgreich erweisen, wenn es selbsttätig und intentional vollzogen wird. Es ist immer das selbststeuernde Resultat des Interaktionsprozesses eines aktiven Subjekts mit seiner Umwelt, in dem Bestreben, einen *viablen*, d.h. lebhaften und damit individuell sinnvollen Lebensentwurf zu entwickeln. Allerdings besteht der einzig viable Weg für manche Schüler in einer als lebensfremd und sinnentleert empfundenen Schule in der Lernverweigerung.

In diesem Falle muss der Lehrer entweder nach genauer Erkundung der Biographie des Schülers und des sozialen Umfeldes andere Lernwege vorschlagen, in der Hoffnung den Lerner in seiner Verhaltensstruktur positiv anzuregen, oder der Lerner muss in einzelnen Fällen die Lernumgebung, d.h. die Klasse oder sogar die Schule wechseln, um eine dauerhafte Inkompatibilität und den Aufbau negativer Verhaltensauffälligkeiten zu vermeiden. Leider ist es den Lehrenden nicht immer möglich, in völlig

überfüllten und heterogenen Lerngruppen diese soziale und psychologische Unterstützung zu leisten.

1.11. Ago, ergo cognosco: produktorientierte Klassenzimmer und didaktische Driftzonen

Ein einfaches Beispiel zur Gestaltung einer positiven Lernatmosphäre wäre zum Beispiel die gemeinsame Einrichtung eines Fachraumes. Der Unterricht sollte fachbezogen immer in demselben Raum stattfinden, den die Schüler persönlich mitgestaltet haben und in einem dynamischen Prozess ständig verändern. Das Einrichten einer Lernwerkstatt, in der akustische und optische Elemente des Erlebens und Empfindens der Zielkultur integriert sind, dürfte in der Praxis zwar die Ausnahme bleiben, jedoch kann auch die Gestaltung einer Klassenzimmerwand schon einen Hauch persönlicher Atmosphäre vermitteln, wenn jeder daran mitwirkt.

An Themen im Fremdsprachenunterricht, zu denen die Schüler produktorientierte Ergebnisse exponieren können, dürfte es nicht fehlen: Sie können thematische Bilder malen, Collagen erstellen, Dialoge formulieren, Rollenspiele inszenieren, landeskundliche Poster aufhängen, Adressen und Fotos von Ferientaufenthalten, Briefpartnerschaften oder Partnerschulen, Artikel und Bilder aus frankophonen Zeitschriften ausstellen oder auch Dokumente aus Reisebroschüren der Zielkultur auslegen, die sie vorher selber bestellt oder von Reisen mitgebracht haben. Durch diese individuelle Klassenraumgestaltung schaffen die Schüler eine entspannte Atmosphäre, weil sie von Gegenständen umgeben sind, die sie selber gestaltet haben und Teil ihrer Biographie sind, mit denen sie sich identifizieren und auf die sie stolz sind. Darüber hinaus wirken diese Materialien auch in Momenten der stillen Kontemplation, indem sie die Lernenden zur entspannten Betrachtung anregen.

Des Weiteren werden die Schüler durch die Einbringung authentischer Materialien in das Klassenzimmer auch über den Unterricht hinaus zum interkulturellen Diskurs angeregt, indem das Fremde zum Katalysator des Eigenen wird. Es wird Interesse für die Menschen, Sprache und Kultur der Zielsprache aufgebracht, und die Identifizierung mit dem Fremden wird erleichtert. Man beobachtet, ist erstaunt, neugierig, vergleicht, stellt Fragen und stellt in Frage. Themengebundene Dokumentationsmappen, Prospektkästen, Lektüren, Comics, Kataloge oder Zeitschriften können die Lernenden dazu anregen, selber Themen zu formulieren, die sie gerne im Unterricht besprechen möchten. Dadurch öffnet sich die Lehrbucharbeit in Bezug auf schülerorientierte Themendossiers, die interessengebundene Aufmerksamkeit hervorrufen und zukunftsorientierten Sinn schaffen.

Nach Möglichkeit sollten sich im Klassenschrank auch Kassetten und CDs befinden, welche die Lerner in den Pausen oder als Hintergrundmusik bei Einzel- und Gruppenarbeit anhören können, sodass die fremde Kultur über die didaktischen Unterrichtsziele hinaus in den Schüleralltag integriert werden kann. Eine kleine Audio-, Video- und Printbibliothek könnte auch zur Ausleihe an die Schüler freigegeben werden. Wichtig ist, dass sich die Lerner verantwortlich fühlen und emotional ergriffen werden.

Wenn wir im Fremdsprachenunterricht als übergeordnetes Lernziel eine transnationale Kommunikationsfähigkeit anstreben, so sind die emotionalen Einstellungen und

Handlungen der Schüler gegenüber dem Land der zu erlernenden Sprache die wichtigste Voraussetzung zur Erreichung von Empathie und einer intrinsischen Motivation, die insbesondere durch eine positive Neugierde sowie ein natürliches Mitteilungsbedürfnis geweckt werden können. Der Sprachlernende muss seine Passionen in aktuellen Gefühlssituationen erleben können, die Erkundung des Fremden willentlich intendieren und seine eigene Kulturverbundenheit in der Interaktion mit der Welt reflektieren.

Die Schüler müssen im Unterricht einen Realitätsbezug sehen und sowohl methodisch als auch sprachlich auf Partnerbegegnung und partnerbezogene Interaktionen vorbereitet werden. Rollenspiele und das Konzept der aus Frankreich stammenden und seit Ender der 70er Jahre entwickelten Methode der *simulation globale*, die sich philosophisch und pädagogisch auf die Reformpädagogik bezieht, sind hierbei besonders geeignet. Ein gewählter *lieu-thème* wird sukzessiv und kollektiv von der Lerngruppe eingenommen und gestaltet, um danach der Schauplatz zahlreicher Interaktions- und Diskussionsformen zu sein (Sippel 2003: 23), in denen szenisches Spielen und Darstellen ganzheitlich erlebt werden.

Nach Pelz (2001:49) sollten schon in der Grundschule oder in Anfangskursen in Spielsituationen sprachliche Verhandlungssituationen geübt werden, in die auch non-verbale und andere Verständigungsstrukturen einfließen, und Piepho plädiert in seiner „Szenariendidaktik“ ebenfalls für die „Neubesinnung auf Inhalte, Arbeitsformen und Ergebnisse des Fremdsprachenunterrichts“ (Piepho 2003:6). Die lineare Lehrwerksarbeit soll dabei durch das holistische Arbeiten in Szenarien, die als „ein Arrangement von Texten, Bildern, Impulsen und Aufgaben in einem Sach- und Erfahrungsfeld“ (2003:107) definiert werden, abgelöst und zu einer größeren Lerneraktivierung und Modernisierung des Fremdsprachenunterrichts genutzt werden. Die Lerner orientieren sich zunächst an den Inhalten der offenen Lernpropositionen, die durch einen Austausch mit ihren Vorerfahrungen für den Gegenstand sensibilisieren, bearbeiten anschließend thematische Bausteine und Aufgaben und präsentieren ihre fertigen Produkte im Plenum, wo sie wiederum zur Diskussion gestellt und evaluiert werden.

Die einzelnen Szenarien sind keine arbiträre Modeerscheinung, sondern helfen bei der Umsetzung der Forderungen des europäischen Referenzrahmens und des Sprachenportfoliokonzepts und halten die Lerner dazu an, möglichst autonom und mit Partnern Lernkontexte zu explorieren und zu präsentieren, die an die Schülerrealität angekoppelt sind.

Die Gestaltung offenerer Lernarrangements führt durch veränderte Beziehungs- und Kommunikationsstrukturen zwischen Lehrern und Lernern zu einem veränderten Rollenverständnis. Der Lehrer übernimmt die Funktion eines Lernhelfers, Lernbegleiters, Lernberaters oder Lernmoderators, der die Lernenden bei der sprachlichen und inhaltlichen Selbstkonstruktion in sozialen Kontexten unterstützt und die sich aus dem situativen Kontext ergebenden Schwierigkeiten zu überwinden hilft. Er orientiert sich an den subjektiven Ansprüchen, Wünschen und Interessen der Lerner, schafft Handlungsspielräume und fördert spontane Lerneraktivitäten, unterstützt die Selbstständigkeit in Planung und Auswahl von Aktivitäten, berät in Methodenfragen, eröffnet

Arbeitsmöglichkeiten, soziale Beziehungen und Kooperationsformen und fördert entdeckendes, problemlösendes, erfahrungs- und handlungsorientiertes sowie eigenverantwortliches Lernen.

Induktives Lernen sollte in jedem Fall immer auf konkrete Anschauung ausgerichtet und situations-, themen- und erlebnisorientiert sein, sodass der Aufbau von Wissen in seiner subjektiven Relevanz als situierte Kognition in multidimensionalen lebensnahen Kontexten und Verwendungssituationen verwirklicht wird. Unsere kognitiven Fähigkeiten sind untrennbar mit unseren Lebensgeschichten verbunden, und wir wollen mit Kösel (1993:240) „didaktische Driftzonen“ schaffen, in denen der Lerner sich gemäß seiner internen Struktur in der Interaktion mit der Lernwelt kognitiv und emotional wohlfühlen kann, um neues Wissen zu konstruieren. Dabei führen vor allem offene Lernpropositionen durch größere Handlungsspielräume zur Selbststeuerung und Selbsttätigkeit sowie Eigenständigkeit und Selbstverantwortlichkeit der Lerner. Lernzirkel, Stationenlernen, Rollenspiele, Szenarien, Theaterwerkstatt oder Projektarbeit setzen einen schüleraktivierenden Lernbegriff voraus, der die Monokultur der Lehrerzentriertheit einer sokratisch fragend-entwickelnden Methode zu Gunsten eines handelnden und subjektgesteuerten Lernens in pluralen Kontexten auflöst.

Zum Abbau von Ängsten beim Spracherwerb gehört auch der Verzicht auf die Überbewertung formaler Aspekte der Sprache und eine Versagersängste auslösende strenge Fehlerkorrektur. Nicht der linguistische, sondern der kommunikative Erfolg und das Vorherrschen der inhaltlichen Dimension müssen in den Vordergrund der Sprachhandlung treten, damit die Lerner das Bedürfnis verspüren in authentischen Kontaktsituationen miteinander kommunizieren zu wollen.

Auch der Einsatz von Videofilmen oder Fernsehen im Unterricht gehört durch die konkrete und ganzheitliche Wahrnehmung authentischer Materialien mit multiplen Anreizstrukturen zu den „didaktischen Driftzonen“ und fördert die Verlebendigung eines holistischen Lernens (Overmann 2000a). So bieten die Sendungen von TV5 zum Beispiel vielfältige lernerorientierte Sprachanlässe für einen produkt- und handlungsorientierten Unterricht.

Menschen, Stimmen und Gesichter, die interagieren, evozieren Gefühle und verweisen auf echte Kommunikationssituationen, und authentisch verwendete Sprache verbindet auf ideale Weise phonetische, syntaktische, semantische und pragmatische Aspekte beim Spracherwerb. Durch die Fokussierung auf paraverbale Informationsträger des sozialen Handelns in kommunikativen Situationen wie Gestik, Mimik, Geräusche, Musik oder Bewegung werden darüber hinaus rein sprachliche Defizite kompensiert.

1.12. Schlussfolgerung

Emotionen sind unsere ständigen Begleiter im Lernprozess. Indem sie alle Informationen, auch die abstraktesten, um den Aspekt ihrer subjektiven Bedeutung anreichern und bewerten, agieren sie als selektive Filter. Unter positiver Anstrengung des Wahr-

nehmenden wirken sie lernfördernd auf kognitive Prozesse, bei inkongruentem oder wirklichkeitsfremdem Lernmaterial und/oder unter persönlichkeitsabweisenden Lernbedingungen jedoch lernhemmend. Beim Lösen von Aufgaben sind daher Zustände der Zufriedenheit oder Entspannung, der Lust oder Unlust, der Langeweile oder Begeisterung, d.h. der gefühlsmäßigen Beziehung des Lernenden zum Lerngegenstand von entscheidender Bedeutung, weil sie über die motivationale Persönlichkeitsdisposition den Aufbau von Wissen implizit beeinflussen.

Das menschliche Gedächtnis ist weder nur ein Informationsspeicher oder Resultat, sondern auch Mittel der Erkenntnis und verantwortlich für Prozessstrukturen, kognitive Operationen, Strategien und psychische Dispositionen zur Bereitschaft der Erbringung einer Leistung. Schon bei der Informationsaufnahme leitet es durch affektive Bewertungsfunktionen die Erlebnisseite einer motivationalen Dynamik und entscheidet über Wahrnehmungs- und Verhaltensweisen. Kognitionen lösen nicht nur Affekte aus, sondern diese können wiederum Kognitionen fördern oder behindern, sodass sich beide Dimensionen überschneiden.

Wir konzidieren zwar, dass sich das kognitive System gedächtnisphysiologisch aus einer Reihe verschiedener Module zusammensetzt, aber diese neuroanatomische Lokalisierbarkeit darf nicht über die ganzheitliche Verbundenheit der neuronalen Aktivitäten hinwegtäuschen, sodass wir die Hypothese einer relativen funktionalen Unabhängigkeit kognitiver Prozesse von rein lokalistischen Speicherungsmodalitäten vertreten. Weder die Informationsaufnahme noch die Informationsweiterleitung verlaufen seriell und linear, sondern kaskadenartig und multi-linear in einem interdependenten Netzwerk, das über die peripheren Nervenbahnen mit dem ganzen Körper verbunden ist.

Entsprechend den neueren Erkenntnissen der Sprachlehr- und -lernforschung sowie der Neurobiologie fordert unser Credo einen holistischen und beidhemisphärischen Ansatz des Lernens und Lehrens, welcher die Doppeldimension kognitiver und affektiver Faktoren in ihrem Synergieeffekt berücksichtigt und die cartesische Dichotomie zu Gunsten eines allianzartigen neurobiologischen Monismus auflöst. Dabei entwickelt sich die modular vernetzte kognitive Apparatur in einem bio-psycho-sozialen Prozess durch das Zusammenspiel von Anlage, Erfahrung und Umwelt mit dem Ziel der Bewältigung des Lebens, und der Januskonflikt des Lernens wird durch einen ganzheitlichen Osmosevorgang überwunden.

Der Mensch ist von Natur aus ein multimodales Wesen und durch die multisensorische und multimediale Aufbereitung der Lehrmaterialien werden die Speichervorgänge im Gehirn gedächtnisphysiologisch gestärkt. Denn je mehr Assoziationen mit der Informationsaufnahme verknüpft werden und je mehr der Lerner auch emotional durch den Lerngegenstand ergriffen wird, desto größer ist die integrative bedürfnisgeleitete und realitätsbezogene Motivation des Lerners und die Wahrscheinlichkeit der Abspeicherung des Wissens im Kurz- und Langzeitgedächtnis.

Multimodales Lernen befriedigt ein Urbedürfnis des Menschen nach Ganzheitlichkeit, in der verschiedene Sinneskanäle und Symbolsysteme harmonisch verknüpft

werden. Die multiplen Driftmöglichkeiten einer nicht-gerichteten, d.h. nicht linearen Rationalität mobilisieren im mehrkanaligen Lernen durch die kortikale Sensibilisierung einer ganzheitlichen Wahrnehmung verschiedene Rezeptoren der Sinnesorgane, die mit verschiedenen Gehirnregionen verbunden sind.

Durch die Anregung der beidhemisphärischen rational-analytischen und intuitiv-emotionalen Gehirnareale, in denen sich Emotions- und Wissensknoten verschlingen, integriert der Lerner das Reservoir seiner neuronalen Vorkenntnisse in den dynamischen Prozess seiner Wissenskonstruktion. Neues Wissen wird in Form einer biographischen kognitiv-emotionalen Synthetisierung in vorhandene Deutungsmuster verankert und in einem Selbstkonzept der Wirklichkeitskonstruktion produktiv umgesetzt.

Komplexe kognitive Systeme sind ganzheitlich emotionsgebunden und über zahlreiche Subsysteme in einer nicht-linearen Dynamik mit dem ganzen Körper vernetzt. Die rationalistische Auffassung vom Menschen als reines Vernunftwesen und ein damit verbundener logozentrischer Mentalismus muss immer mehr der Einsicht weichen, dass der Mensch ein ganzheitliches körperliches Wesen ist, das sich im Wechselspiel mit der Umwelt entwickelt und dass Lernprozesse nicht unabhängig von der geistigen Dimension des Körpers und den emotionalen Dispositionen des Geistes betrachtet werden können. Daher gewinnt heute der emotionale Faktor der Intelligenz als implizites und pragmatisch orientiertes Wissen immer mehr an Bedeutung.

Genauso wie bei Kant die Erkenntnis ein Zusammengesetztes ist, in der Anschauungen ohne Begriffe blind und Gedanken ohne Inhalt leer sind, möchten wir in der Pädagogik Lernen als Synthese individueller Erfahrung, die mit den Sinnen anhebt, und Verstandestätigkeit des aktiven Subjekts betrachten und die These aufstellen, dass sinnlich erfahrene Emotionen ohne kognitives Wissen blind sind und kognitives Wissen ohne Emotionen leer bleibt. Daraus resultiert unsere Forderung, die Emotionen zu kognitivieren und als Anschauungen unter Begriffe zu bringen und das kognitive Wissen zu emotionalisieren, d.h. die Begriffe sinnlich zu machen, indem wir ihnen in der Anschauung Gegenstände beifügen. Erst wenn sich Kognition und Emotion, Geist und Sinnlichkeit, Pflicht und Neigung, Gemüt und Verstand nicht mehr bekämpfen, sondern harmonisch *schillernd* umarmen, wird Lernen trotz der Mühen als sinnvolle Lebensbewältigung erfahren werden.

Die Vernunft darf nicht linear und monomodal verstanden werden, sondern im Sinne des postmodernen Philosophen Wolfgang Iser (1996) als „transversale Vernunft“, welche Transformation, Pluralisierung und Perspektivenvielfalt als ergänzende Faktoren der mentalen Beweglichkeit in die Vernunftdebatte der letzten Jahre eingeführt hat. Wir sollten auf apodiktische Urteile verzichten und unsere Standpunkte nicht auf Recht oder Unrecht fixieren, sondern uns unterschiedliche subjektive Beobachterperspektiven und daraus resultierende divergierende Meinungen bewusst machen, die in einem komplexen System von Bedeutungsrelationen notwendigerweise koexistieren.