

Neurobiologie und Schule

**Lernkonzepte im Unterricht mit Schülerinnen und Schülern
mit dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung**

**Schriftliche Hausarbeit im Rahmen der ersten Staatsprüfung
für das Lehramt für Sonderpädagogik, dem Staatlichen Prüfungsamt
für Erste Staatsprüfungen für Lehrämter an Schulen in Köln**

vorgelegt von

Inga Klein

Köln, den 20. Dezember 2006

**Gutachter: Dr. J. Münch
Heilpädagogische Fakultät der Universität zu Köln
Seminar für Geistigbehindertenpädagogik**

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
1.1. Motivation	3
1.2. Aufbau und Zielsetzung dieser Arbeit	4
2. Was sind Neurowissenschaften?	6
2.1. Der Begriff der „Neurowissenschaften“	7
2.2. Neurowissenschaften im historischen Abriss	9
2.3. Methoden der Neurobiologie	11
2.4. Begriffsklärung: Die Relevanz von „Emotionen“ und „Lernen“ im Bezug zur Neurobiologie	14
3. Neurobiologische Erkenntnisse in den Bereichen „Lernen“ und „Emotionen“	17
3.1. Emotionen	18
3.1.1. „La grande lobe limbique“ - die zentrale Bewertungsinstanz des Gehirns	19
3.1.2. Die Amygdala – „der Mandelkern, den man zum Fürchten braucht“	21
3.2. Lernen	24
3.2.1. Die Arbeitsweise des Gehirns	24
3.2.2. Das neuronale Netzwerk als Abbildung menschlicher Erfahrungen	25
3.2.3. Die Bedeutung von Erfahrung in der Gehirnentwicklung	26
3.2.4. „Gehirne sind konstruktiv“	28
3.2.5. Glücksgefühle steigern die Gedächtnisleistung	30
3.3. Empfehlungen der Neurobiologie für Unterricht und Schule	31
3.4. Die Neurobiologie als Basis der Erziehungswissenschaft – Fluch oder Segen?	34
4. Vorstellung dreier didaktischer Konzepte – und ihr Bezug auf neurobiologischen Forschungen	37
4.1. Begriffsklärung „geistige Behinderung“	38

4.2.	Überprüfung didaktischer Konzepte hinsichtlich ihrer neurobiologische Fundierung	41
4.2.1.	Die „konstruktivistische Didaktik“	41
4.2.2.	Die „systemisch- konstruktivistische Didaktik“ nach Kersten Reich	43
4.2.3.	Die „systemisch- konstruktivistische Didaktik“ und ihre Bezugnahme auf die Neurobiologie	45
4.3.	Die „entwicklungslogische Didaktik“	46
4.3.1.	Das didaktische Konzept der „entwicklungslogischen Didaktik“	47
4.3.2.	Die „entwicklungslogische Didaktik“ und ihre Verbindung zur Neurobiologie	49
4.4.	Offener Unterricht	51
4.4.1.	Die „Didaktik der sozialen Integration“	53
4.4.2.	Die „Didaktik der sozialen Integration“ und ihre Bezugnahme auf neurobiologische Forschungen	55
4.3.	Chancen und Grenzen der Umsetzung neurobiologischer Forschungen in Schule und Unterricht	57
4.4.	Der radikale Konstruktivismus und das Phänomen einer „geistigen Behinderung“	60
5.	Neurobiologie als neue Bezugswissenschaft der Erziehungswissenschaft?	62
6.	Literaturverzeichnis	65
6.1.	Monographien und Aufsätze	65
6.2.	Zeitungsartikel	69

1. Einleitung

1.1. Motivation

Die vorliegende Arbeit setzt sich mit einer im öffentlichen Diskurs aktuell vieldiskutierten Thematik auseinander. Wie der Titel „Neurobiologie und Schule“ impliziert, befasst sich diese Arbeit mit Chancen und Grenzen neurobiologischer Forschungen im Hinblick auf die Realisierung in Unterricht und Schule allgemein und speziell in Unterricht mit Schüler(innen) mit dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung.

In den letzten Jahren wird die Neurobiologie mit ihren Forschungsergebnissen über Lernen und Emotionen in populärwissenschaftlicher Literatur häufig wie ein „Erlöser der krisengeschüttelten Erziehungswissenschaft“ dargestellt. Besonders seit dem „PISA-Debakel“ in deutschen Schulen wird diese Annahme insbesondere durch die Printmedien propagiert.

So konstatieren bekannte Neurobiologen, dass Lernen *der* Gegenstand der Gehirnforschung ist und lasten einer „rein geisteswissenschaftlich“ ausgerichteten Erziehungswissenschaft das schlechte Abschneiden deutscher Schüler in der „Pisa-Studie“ an. Diese Kritik wird oftmals in Empfehlungen neurobiologischer Forschungsergebnisse für Unterricht und Schule eingebunden. (vgl. Spitzer, 2003; „Focus“, 17.12.2001). Folgt man dem aktuellen Diskurs in den Medien, so entsteht der Eindruck, dass die Neurobiologie derzeit die wichtigste Bezugswissenschaft der Pädagogik darstellt. Es wird ihr ein enormes Potential in der Revolutionierung gängiger Lehr- und Lernkonzepte und in der Entwicklung effektiverer Lernmaterialien und Lernprogramme zugute gehalten.

An dieser Stelle setzt die vorliegende Arbeit an. Die offensichtlichen Möglichkeiten und die so häufig zitierte Wirkungsfähigkeit neurobiologischer Forschungsergebnisse auf Schule und Unterricht erfahren in dieser Arbeit eine genauere Überprüfung. Leisten neurobiologische Forschungen mit ihren Empfehlungen für die Unterrichtspraxis tatsächlich einen so wichtigen Beitrag? Dieser und anderen Fragen soll in dieser Arbeit nachgegangen werden.

In der vorliegenden Arbeit werden dabei die Fachbegriffe „Erziehungswissenschaft“ und „Pädagogik“ synonym verwendet, wie es häufig in wissenschaftlicher Literatur der Fall ist (vgl. Schaub/Zenke, 2002).

Der Untertitel der vorliegenden Arbeit „Lernkonzepte mit Schülerinnen und Schülern mit dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung“ verweist auf eine Überprüfung dreier bekannter didaktischer Konzepte für die Gestaltung des Unterrichts mit Schüler(innen) mit dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung¹ mit Bezugnahme auf die Neurobiologie. Die Realisierung der theoretischen Konzepte für Unterricht wird in der vorliegenden Arbeit jedoch nicht behandelt. Es wird hingegen auf die Fragestellung eingegangen, ob aktuelle neurobiologische Forschungen ein ausreichendes Kriterium darstellen, um gängige Lernkonzepte auf ihre Zweckdienlichkeit im Unterricht hin beurteilen zu können.

1.2. Aufbau und Zielsetzung dieser Arbeit

Das zweite Kapitel dient der Klärung des Begriffes „Neurobiologie“ und zentraler Themen wie denen der „Emotionen“ und des „Lernens“. Zunächst wird ein Einblick in die verschiedenen Definitionen von „Neurobiologie“, in die zugehörigen Teildisziplinen sowie ein historischer Abriss gegeben. Es folgt eine Skizze der Methoden der Neurobiologie und ein Einblick in die „bildgebenden Verfahren“. Diese derzeit wichtigsten methodischen Verfahren der Neurobiologie bieten Einsicht in die Stoffwechselfvorgänge im Gehirn und sind unter anderem mitverantwortlich für die große Medienpräsenz dieser Wissenschaft.

Das zweite Kapitel behandelt weiterhin die Korrelation zwischen den drei Begriffen „Neurobiologie“, „Emotionen“ und „Lernen“ und deren mögliche Bedeutung hinsichtlich der Gestaltung von Unterricht. Es wird dargelegt, dass neurobiologische Forschungsergebnisse Aufschluss über den Zusammenhang von „Lernen“ und „Emotionen“ geben. Abschließend folgt eine Begriffsbestimmung dieser beiden

¹ Der Begriff „Förderschwerpunkt geistige Entwicklung“ wird erstmalig als Zielgebiet der Sonderpädagogien in den Empfehlungen der Kultusministerkonferenz (KMK) von 1994 und 1998 verwendet. Die Bezeichnung für die betroffenen Schüler bleibt weiterhin „Kinder und Jugendliche mit einer *geistigen Behinderung*“, und so auch in der vorliegenden Arbeit (vgl. KMK, 1998).

Themenkomplexe in Bezug zur Neurobiologie, um ein für das dritte Kapitel notwendiges Begriffsverständnis zu gewähren.

Im dritten Kapitel werden einige der wichtigsten neurobiologischen Forschungsergebnisse des letzten Jahrzehnts mit Bezug auf Emotionen, Lernen im Unterricht und deren Wechselwirkungen dargestellt. Notwendiges Grundlagenwissen über neurobiologische Forschungen bezüglich „Emotionen“ und „Lernen“ wird hier vermittelt, um einer anschließenden Überprüfung dreier Lernkonzepte hinsichtlich ihrer Bezugnahme zur Neurobiologie folgen zu können.

Zu Anfang wird ein Einblick in die Forschungen im Bereich der Emotionen gewährt sowie der große Einfluss von Emotionen auf Lernprozesse veranschaulicht. Im Unterkapitel „Lernen“ werden dann neurobiologische Erkenntnisse über Lernprozesse illustriert.

Es folgt eine Beschreibung der Empfehlungen der Neurobiologen für eine Gestaltung optimaler Lernprozesse, um abschließend einen Einblick in den aktuellen interdisziplinären Diskurs der Neurobiologie und der Erziehungswissenschaft zu gestatten. An dieser Stelle wird ein ausführlicher Überblick über die tatsächlichen Rezeptions- und Forschungsperspektiven der Neurobiologie hinsichtlich der Erziehungswissenschaft geboten.

Die zu überprüfenden Lernkonzepte im vierten Kapitel sind unter anderem für den (integrativen) Unterricht mit Schüler(innen) mit dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung konzipiert. Es wird zunächst der Begriff der „Geistigen Behinderung“ definiert.

Anschließend erfolgt eine Überprüfung dreier Lernkonzepte hinsichtlich ihrer neurobiologischen Fundierung. Es wird bewiesen, dass alle drei Konzepte ein neurobiologisches Fundament ihr Eigen nennen und sich damit von konventionellen Lernkonzepten abgrenzen. Die zu prüfenden Lernkonzepte sind

- die „systemisch-konstruktivistische Didaktik“ von Kersten Reich
- die „entwicklungslogische Didaktik“ von Georg Feuser
- die „Didaktik der sozialen Integration“ von Falko Peschel

Es folgt eine Diskussion der Möglichkeiten, die neurobiologische Forschungen für eine effektivere Unterrichtsgestaltung in der Schule bieten. Abschließend wird anhand des neurobiologisch fundierten „radikalen Konstruktivismus“ erläutert, wie sich die Sichtweise Außenstehender auf das Phänomen der „geistigen Behinderung“ verändern kann.

Das fünfte und letzte Kapitel bietet eine knappe Bündelung der vorangegangenen Erkenntnisse über Nutzen und Grenzen der Neurobiologie hinsichtlich Unterricht und Schule. Es wird ein allgemeiner Ausblick auf die zukünftige Verwendung neurobiologischer Forschungsergebnisse für die Unterrichtsgestaltung in Schulen gegeben. Eine kritische Stellungnahme der Autorin schließt die Arbeit ab.

2. Was sind Neurowissenschaften?

„Seltsamer Zufall, daß alle die Menschen,
deren Schädel man geöffnet hat, ein Gehirn hatten.“
(Ludwig Wittgenstein)

Die Neurowissenschaften stehen für einen interdisziplinären Wissenschaftsbereich, der unter anderem biologische, physikalische oder auch medizinische Forschungsrichtungen vereint. Im Mittelpunkt der Neurowissenschaften stehen der Aufbau und die Funktionsweise des Nervensystems und folgende Fragestellungen:

- Wie funktioniert das menschliche Gehirn?
- Was passiert in dem wichtigsten Organ des Menschen, wenn er lernt, d.h. sich Kenntnisse und Einstellungen aneignet oder kognitive Fähigkeiten wie das Denken oder Wahrnehmungen entwickelt?

Mit diesen Fragen beschäftigt sich die Menschheit bereits seit Jahrhunderten. Schon in der griechischen Antike lokalisierte Hippokrates (460-370 v.Chr.) das Gehirn als den Sitz der menschlichen Intelligenz:

„Wir sollten wissen, dass vom Gehirn, und nur vom Gehirn, alle unsere Freuden und Vergnügen kommen, das Lachen und die Gestik, das Weinen und der Schmerz, der Kummer und die Tränen“ (Hippokrates 1897, S. 561).

2.1. Der Begriff der „Neurowissenschaften“

Die Begriffe „Neurowissenschaften“ und „Neurobiologie“ variieren in ihrer Definition durch verschiedene Wissenschaftler und Autoren. So versteht beispielsweise der US-amerikanische Neurowissenschaftler und Nobelpreisträger Eric Kandel unter dem Begriff „Neurowissenschaften“, dass man neben Verhaltensweisen, welche man anhand von Gehirnaktivitäten zu klären versucht, zudem erfassen sollte, „[...] wie Millionen einzelner Nervenzellen im Gehirn zusammenarbeiten, um Verhalten zu erzeugen, und wie diese Zellen ihrerseits durch die Umwelt, einschließlich des Verhaltens anderer Menschen, beeinflusst werden“ (Kandel/Schwartz/Jessel, 1996, S. 6). Eine einfachere Definition ist die „[...] wissenschaftliche Erforschung des Gehirns und der Verbindung zwischen Gehirnaktivität und Verhalten“ (Zimbardo/Gerrig, 2004, S. 77). Das Interesse der Neurowissenschaftler richtet sich demnach auf die Wechselwirkung zwischen der Umwelt und den Zellen im Nervensystem, dem Gehirn. Sie versuchen ihr schon vorhandenes Wissen über die Aufnahme von Reizen, deren Verarbeitung und die Durchführung von Reaktionen im Nervensystem um die Kenntnisse der „[...] Verarbeitung von Informationen und Planung und die Durchführung komplexer Handlungen [...]“ (Pritzel/Brand/Markowitsch, 2003, S. 1) zu erweitern.

Die begrifflichen Unklarheiten um die Bezeichnung „Neurowissenschaften“ und ihren detaillierten Gegenstandsbereich erstrecken sich ferner auf die Unterscheidung der „Neurowissenschaften“ von der „Neurobiologie“ oder auch der „Hirnforschung“. Die Neurobiologie bzw. die Hirnforschung beschäftigt sich mit der Untersuchung des Baus, der Funktion und der Entwicklung von Nervenzellen und deren Relationen zur Umwelt (vgl. Roth, 1997). Im allgemeinen Sprachgebrauch werden die drei Begriffe „Neurowissenschaften“, „Neurobiologie“ und „Hirnforschung“ allerdings kongruent benutzt, wobei „Neurowissenschaften“ des Öfteren als Überbegriff der anderen Disziplinen dient (vgl. E. Reich, 2005). Auch die vorliegende Arbeit verwendet die drei Zentralbegriffe kongruent, wobei in diesem Kapitel anfänglich der Begriff der „Neurowissenschaften“ benutzt wird, um die Interdisziplinarität und die Vielfältigkeit dieses Wissenschaftsbereiches zu kennzeichnen.

Die Teildisziplinen der Neurowissenschaften setzen sich aus medizinischen, physikalischen und biologischen Wissenschaftsdisziplinen zusammen, zu denen unter anderem

- die Neuroanatomie (Forschungsgegenstand: die Struktur des Nervensystems),
- die Neurochemie (chemische Prozesse innerhalb des Nervensystems),
- die kognitiven Neurowissenschaften (biologische Grundlagen kognitiver Prozesse),
- die Neuropsychologie (Relationen zwischen Funktion und Struktur bezüglich psychologischer Prozesse),
- die Neurologie (Diagnose und Therapie von Erkrankungen des Nervensystems)

zählen (vgl. Teepe, 2005).

Dennoch trifft die Annahme nicht zu, dass unter den Wissenschaftlern dieser Teildisziplinen ein breiter Konsens in den verschiedenen Erkenntnissen, das menschliche Gehirn betreffend, besteht. Die neurowissenschaftlichen Forschungsergebnisse hängen nicht nur von den jeweiligen Methoden und Bedingungen der Forscher ab, sondern auch von der individuellen Perspektive der Wissenschaftler auf die zu untersuchende Organisationsebene des Gehirns. So weisen Birbaumer und Schmidt (2003, S. 485) darauf hin, dass

„[...] auch heute innerhalb der biologischen Psychologie und kognitiven Neurowissenschaft Gegensätze und Unverständnis zwischen jenen [herrschen, I.K.], die Bewusstseinsprozesse weiträumig mit elektromagnetischen Methoden wie Elektroenzephalographie und Magnetenzephalographie untersuchen und solchen, die lokale Hirndurchblutung mit Positronenemissionstomographie und funktioneller Kernspintomographie registrieren. Noch größer ist die gegenseitige Ignoranz zwischen molekular an Zellen und deren Bausteinen und den am lebenden menschlichen Gehirn arbeitenden Forschern“.

Bei den Neurowissenschaften handelt es sich heute um „[...] einen stetig expandierenden interdisziplinären Forschungssektor [...], in dem im Rahmen verschiedener Teildisziplinen die Struktur und die Funktion von Nervensystemen und ihre wechselseitige Abhängigkeit untersucht wird“ (Teepe, 2005, S. 9). Jedoch sind auch die Erkenntnisse der Neurobiologie/Neurowissenschaften mit Vorbehalt zu nehmen, denn in dieser „stürmisch sich entwickelnden Wissenschaft wie der Hirnforschung“ sind Irrtümer und Fehler bei der Darstellung der Fakten unvermeidlich, „[...] und vieles von dem, das heute als gesichert gilt, kann morgen schon falsch sein (und gelegentlich übermorgen doch wieder zutreffen)“ (Roth, 1997,

S. 13). Der deutsche Neurobiologe Gerhard Roth räumt zudem ein, dass „[...] selbst dem Fachmann [...] nur der aller kleinste Teil seines weiteren Fachgebietes durch eigene Erfahrung vertraut [ist, I.K.], und er [...] sich notgedrungen auf Wissen zweiter oder gar dritter Hand verlassen [muss, I.K.]“ (ebd.).

2.2. Neurowissenschaften im historischen Abriss

Im Folgenden wird ein kleiner Ausschnitt der bedeutendsten Etappen und Namen in der Entwicklung der Gehirnforschung gegeben.

Hippokrates (460- 370 v.Chr.) setzte mit seiner Erkenntnis, dass die Intelligenz ihren Sitz im Gehirn habe und es sich bei Epilepsie - welche in der vorhippokratischen Zeit als eine von Göttern gesandte Bestrafung verstanden wurde - um eine Störung im Gehirn handele, den Anfang einer eindrucksvollen Wissenschaftleranreihung in der Hirnforschung.

Der Flamen Andreas Vesalius (1514-1564) begründete um 1543 mit seinem Opus Magnum „De humani corporis fabrica“ die moderne wissenschaftliche Anatomie. Die Hauptleistung seines Werkes liegt in dem Beweis, dass die menschliche Anatomie nur an Leichen von Menschen erforscht werden kann und nicht, wie man damals annahm, auch mit Hilfe der Untersuchung von Tieren möglich sei. Er bewies unter anderem aber auch, dass die Liquorräume (Hirnkammern/ Ventrikelsysteme) des Menschen mit denen von Affen, Pferden, Schafen und Rindern nahezu identisch sind und sie somit unmöglich den „Sitz der Seele“ darstellen können (vgl. Pritzel/Brand/Markowitsch, 2003, S. 3). Mit dieser Erkenntnis leistete er für die noch nicht vorhandene Hirnforschung rückblickend einen fundamentalen Beitrag.

Der französische Philosoph und Naturwissenschaftler René Descartes (1596-1650) begründete noch im selben Jahrhundert den „Cartesianischen Dualismus“: In seiner Erkenntnistheorie verfolgte Descartes einen „Leib-Seele-Dualismus“. Er trennte die Seele (*res cogitans*) vom Körper (*res extans*) und bewirkte damit jenen lange nachwirkenden, fast verhängnisvollen philosophischen Diskurs über eine fundamentale Spaltung innerhalb der menschlichen Natur. Beide von ihm identifizierten Substanzen gelten nämlich als *grundsätzlich wesensverschieden*. Der Geist wurde getrennt von der Materie, und daraus resultierte die Einteilung aller

wissenschaftlichen Disziplinen in Geisteswissenschaften und Naturwissenschaften über Jahrhunderte hinweg bis in das heutige Zeitalter.

Durch seine Untersuchungen zur Evolution gab schließlich der britische Naturforscher Charles Darwin (1809-1882) mit seinen Studien zu kontrollierten Versuchsbedingungen bei Mensch und Tier die Anregung zu ersten systematisierten Verhaltensstudien, die die Entwicklung der Neurowissenschaften durch Erweiterung ihres Methodenrepertoires unterstützten.

Der deutsche Arzt und Neuroanatom Franz Joseph Gall (1737-1828) versuchte zu seiner Zeit als Erster, psychologische und biologische Erkenntnisse zusammenzuführen. Er war auch Gründer der Phrenologie (eine Art neurobiologische Pseudowissenschaft), die menschliche Charaktere aufgrund der Eigenschaften des Schädels erklärt ohne systematische Erforschungen oder Untersuchungen im Labor.

Der französische Physiologe Marie-Jean-Pierre Flourens (1794-1867) plädierte im Gegensatz zu Gall für eine wissenschaftliche Untersuchung des Gehirns im Labor und glaubte durch seine Erforschungen herausgefunden zu haben, dass der Neocortex² seine Funktion als Ganzes ausübe und sich nicht in funktionale Einheiten unterteilen lasse. Er vertrat die Ansicht, dass das Gehirn in einer holistischen Arbeitsweise funktioniere, das bedeutet, dass das Gehirn jede seiner Funktionen als Ganzes ausübt.

Der französische Anthropologe und Arzt Paul Broca (1824-1880) lokalisierte 1861 das motorische Sprachzentrum des Menschen im linken Frontallappen. Seine Untersuchungen beruhen auf funktionalen Ausfällen des menschlichen Gehirns, hervorgerufen durch Gehirnläsionen. Broca postulierte aufgrund seiner Studien im Gegensatz zu Flourens eine differenzierte Arbeitsweise des Gehirns und begründete mit seinen Forschungen die Auffassungen der so genannten „Lokalisationisten“³, wohingegen Flourens mit seiner holistischen Auslegung die Idee der so genannten „Anti-Lokalisationisten“ vertrat, die der Überzeugung waren, dass das Gehirn stets in

² Wird als ein Synonym für den Begriff der Großhirnrinde des Gehirns verwendet.

³ Die Lokalisationisten postulieren im Gegensatz zu den Anti-Lokalisationisten eine sehr enge Zuordnungsmöglichkeiten zwischen Hirnorten und Funktionen. Diese Dichotomie zieht sich durch die ganze Entwicklungsgeschichte der Hirnforschung, wohingegen man heute eher von einem „Sowohl-als-auch“ spricht (vgl. Pritzel/Brand/Markowitsch, 2003, S. 5).

seiner Gesamtheit für die Steuerung oder Verarbeitung einer Verhaltensweise wichtig ist (vgl. Markowitsch, 2002).

Eine Zäsur in der Entwicklungsgeschichte der Neurowissenschaften verdankte man schließlich der Entwicklung leistungsfähiger Mikroskope. Mit ihrer Hilfe konnten im späten 19. Jahrhundert der italienische Arzt Camillo Golgi (1844-1926) und der spanische Histologe Santiago Ramón y Cajal (1852-1934) erstmalig detailliert über die Struktur von Neuronen (auch Nervenzellen) und ihre präzise Verschaltung untereinander schreiben. Die Neuronenlehre etablierte sich und erfuhr ihre wissenschaftliche Legitimation zu Beginn des 20. Jahrhunderts wiederum durch Ramón y Cajal, ferner den deutschen Neurologen Carl Wernicke (1848-1905), der 1874 das Sprachzentrum (das so genannte „Wernicke- Areal“) im Gehirn entdeckte, sowie den englischen Physiologen Charles Scott Sherrington (1857-1952), der 1879 den Begriff der „Synapse“ prägte, womit bis heute die Kontaktstellen zwischen den Nervenzellen bezeichnet werden.

Der Anatom Korbinian Brodman (1868-1918) bestimmte daraufhin, angeregt durch Carl Wernickes Forschung über die menschliche Sprache, anhand der zytoarchitektonischen Methode insgesamt 52 funktionell und anatomisch verschiedene Felder des Cortex. Bis zur heutigen Zeit sind sogar mehr als 52 funktionelle Felder der Neocortex bekannt und die damalige regionale Unterteilung des Cortex gilt bis heute als eines der Schlüsselprinzipien des Nervensystems.

Dieser Exkurs über die Entstehung der Neurowissenschaften - und somit die der Neurobiologie - verdeutlicht, dass sie sich als eigenständige Disziplin aus den klassischen Disziplinen der Medizin, der Psychologie, der Physiologie und der Biologie über Jahrhunderte entwickelte. Doch erst Mitte der 60er Jahre des letzten Jahrhunderts erhielt das interdisziplinäre Forschungsfeld durch Prägung des Begriffes „Neurowissenschaften“ seine begriffliche Definition (vgl. Teepe, 2005).

2.3. Methoden der Neurobiologie

Die Forschungsmethoden der Neurobiologie, mit denen man die Strukturen und Funktionen des Gehirns auf den unterschiedlichen Ebenen untersucht, sind heutzutage sehr vielfältig. Das Repertoire der neurobiologischen angewandten

Verfahren reicht von simpler Verhaltensbeobachtung über die so genannten bildgebenden Verfahren, durch die die Stoffwechselvorgänge im Gehirn sichtbar werden und welche im Methodenspektrum der Neurobiologie insbesondere hervorzuheben sind (siehe unten), bis hin zu Läsionsmethoden⁴ oder der Messung von Gehirnströmen durch elektromagnetische Methoden.

Die neurobiologische Erforschung des Gehirns lässt sich dabei in drei Organisationsebenen unterteilen:

- die unterste Organisationsebene untersucht die Vorgänge auf dem Niveau einzelner Zellen und Moleküle;
- die mittlere Organisationsebene erfasst das Geschehnis innerhalb der Verbände von hunderten bis tausenden von Zellen,
- bei der obersten Organisationsebene werden die Aufgaben größerer Hirnareale beschrieben, zum Beispiel die spezifischen Aufgaben verschiedener Areale des Neocortex oder der Amygdala (eine bedeutende Gehirnregion für die Funktion der Emotionen) (vgl. Gehirn & Geist, 6/2004).

Die zu untersuchende Organisationsebene bestimmt dabei die angewendeten Methoden.

In der aktuellen Neurobiologie wird insbesondere den so genannten bildgebenden Verfahren, auch *funktionelles Neuroimaging* genannt, eine bedeutende Rolle zugesprochen. Diese Verfahren ermöglichen einen Einblick in die oberste Organisationsebene des Gehirns sowie dessen Strukturen *in vivo* (vgl. E. Reich, 2005; Spitzer, 2002). Der technische Fortschritt und die damit gewonnenen Erkenntnisse über die Verfahren der Funktionsweise des Gehirns und deren Veröffentlichungen, vor allem in populärwissenschaftlicher Literatur, ermöglichten es der Neurobiologie, ihren derzeitigen hohen öffentlichen Bekanntheitsgrad zu erwerben. Die Arbeitsweise der bildgebenden Verfahren soll hier kurz skizziert werden.

⁴ Läsionen sind eng umgrenzte Schädigungen des Gehirns (Zimbardo/Gerrig, 2003)

Die bildgebenden Verfahren ermöglichen dem Menschen innerhalb kürzester Zeit, mithilfe von Computern Aufschluss über eine sonst unüberschaubare Informationsmasse – nämlich die Stoffwechselaktivitäten im Gehirn – zu bekommen. Das entstandene Bild stellt die Stoffwechselaktivität des Gehirns auf dem Computer dar. Dabei bestimmt das zeitliche oder räumliche Auflösungsvermögen der angewandten Methode, welche Stoffwechselaktivitäten im Gehirn gemessen werden (vgl. Teepe, 2005). Die Bilder dieser Methoden geben allerdings keinen Aufschluss über die kognitiven Prozesse, sondern lediglich über die Stoffwechselprozesse im Gehirn während kognitiver Prozesse, aus denen dann die Neurobiologen mögliche Schlussfolgerungen über die Arbeitsweise des Gehirns ableiten (vgl. hierzu auch E. Reich, 2005). Das Bestreben der Wissenschaftler ist es dabei, nicht nur das Gehirn und seine Funktionsweise zu rekonstruieren, sondern auch zu erforschen, *wie* und unter *welchen Bedingungen* das Gehirn am besten funktioniert.

Als Exempel wird an dieser Stelle die Anwendung der *Positronen-Emissions-Tomographie* (kurz PET), eines der bildgebenden Verfahren, vorgestellt. Die Positronen-Emissions-Tomographie war eine der ersten Methoden, die für die funktionale Bildgebung entwickelt wurde. Beim PET wird die Konzentration von in das Gehirn eingeführten radioaktiven, aber ungefährlichen Substanzen, so genannten „Tracern“, gemessen, welche dann Rückschlüsse auf die Gehirnaktivierung über hämodynamische (den Blutstrom stark einschränkende) oder metabolische (den Stoffwechsel betreffende) Veränderungen zulassen. Diese Informationen werden von einem Computer in ein dynamisches Bild umgewandelt, das über die Lokalisation der Gehirnaktivitäten Aufschluss gibt, das so genannte „PET-Scan“ (vgl. Zimbardo/Gerrig, 2003; BMBF, 2006).

Im Gegensatz zu den invasiven Methoden oder den Läsionsstudien, bei denen ein direkter Eingriff in das Gehirn vorgenommen wird, beruht der Erfolg der bildgebenden Verfahren auf einer nicht-invasiven Methode, das heißt, es erfolgt kein operativer Eingriff in das Gehirn.

2.4. Begriffsklärung: Die Relevanz von „Emotionen“ und „Lernen“ im Bezug zur Neurobiologie

Resultierend aus dem Forschungsdrang der Wissenschaftler, die materielle Bedingtheit mentaler Phänomene zu erforschen, beschäftigt sich die Neurobiologie heute nicht nur mit dem Bau des Nervensystems, sondern auch mit der Funktionsweise und dem Zusammenspiel von Nervenzellen. Dazu gehört neben neurobiologischen Erkenntnissen über Lernprozesse auch die Wechselwirkung von Emotionen und Lernen, die insbesondere durch das deutsche „PISA-Debakel“ in den letzten Jahren in den Fokus des gesellschaftlichen Interesses rückte (siehe Spitzer, 2002; OECD, 2002). Parallel dazu wurde das allgemeine akademische Forschungsinteresse für neurobiologische Korrelate von Emotionen unter anderem durch die Forschungsarbeiten der amerikanischen Neurobiologen Antonio Damasio (1999; über Patienten mit Gehirnläsionen) und Joseph LeDoux mit seine Tierexperimenten (2001) geweckt.

Generell wird in der Öffentlichkeit von der Annahme ausgegangen, dass Lernen doch lediglich die Aneignung von Fakten und Emotionen Gefühle seien, die man in bestimmten Situationen empfinde. Wie aber erklären Wissenschaftler diese Begriffe?

Der Begriff des „*Lernens*“ im Kontext dieser Arbeit beinhaltet vor allem Lernprozesse, die das menschliche Gehirn und somit die Entwicklung und Verhaltensweisen seit Geburt umfassen, insbesondere schulische Lernprozesse sowie Lernen in der frühen Kindheit und im frühen Erwachsenenalter. Das Gehirn als „Organ des Lernens“ gilt damit als der wichtigste Faktor für innovative Bildungskonzepte in der heutigen Zeit (vgl. Teepe, 2005). Lernen wird heute im weitesten Sinne nicht nur als ein reiner Aneignungsprozess im Sinne von „Erwerb und die Übernahme von Fertigkeiten, Fakten [und, I.K.] Wissen“ (E. Reich, 2005, S. 13) verstanden, sondern als „*Instruktion* [Hervorhebung im Original], als Verarbeitung und Abspeichern des angebotenen Wissens aufgefasst“ (Roth, 2004, S. 55). Die Aufgabe der Neurobiologie besteht nach dem deutschen Neurobiologen Gerhard Roth darin, die am Lernprozess beteiligten Mechanismen zu optimieren. Erfolgreiches Lernen geht aus neurobiologischer Sicht mit der Vernetzung von Neuronen und der Entstehung neuer Synapsen (Kontaktstellen zwischen den

Neuronen, die Signale mittels Botenstoffen übertragen) einher, die sich zu so genannten „neuronalen Karten“ entwickeln, welche jeweils spezifisch gelernte Wissensinhalte repräsentieren (vgl. Damasio, 5/2005). Dabei wird Wissen nicht in allgemeiner Form abgespeichert, sondern in einzelne Kategorien in den unterschiedlichsten Gehirnregionen unterteilt (Kandel/Schwartz/Jessel, 1996). Das Konzept einer einfachen Informationsverarbeitung, bei dem der Lehrer sprachlich verfasste bedeutungstragende Zeichen aussendet, die in das informationsspeichernde System des Schülers eindringen und dort gelagert werden, ist durch die Erkenntnisse der Neurobiologie unzeitgemäß geworden, wie es im folgenden Kapitel „Neurobiologische Erkenntnisse im Bereich „Lernen“ und „Emotionen“ detailliert dargestellt wird.

Die Beantwortung der Frage, wie der Begriff „Emotion“ genau zu definieren ist, erweist sich als extrem schwierig. „*Emotion*“ leitet sich aus dem lateinischen Wort „*movere*“ für „bewegen“ ab. Das Präfix „*e*“ von lateinisch „*ex*“, bedeutet „hinweg“ oder „heraus“. „Emotion“ kann somit als „hinweg“ oder „heraus bewegen“ übersetzt werden (s.a. Bundschuh, 2005). Die Komplexität eines Definitionsversuches von „Emotion“ wird in der Äußerung von Beverly Fehr & James Russel deutlich:

„Everyone knows what an Emotion is, until asked to give a definition.“

Bereits im 19. Jahrhundert beklagte sich der deutsche Philosoph und Psychologe Franz Brentano (1838–1917) über die komplexe Natur der Emotion. Das gilt nicht nur für die Bewertung aus philosophischer, soziologischer und psychologischer Sicht, sondern analog auch für deren Definition aus biologischer Sicht. Als ein Indiz für diese Komplexität kann die Fülle der gegenwärtigen, zumeist kognitiven Theorien betrachtet werden (vgl. Pritzel/Brand/Markowitsch, 2005). Die kognitive Emotionstheorie, die insbesondere in der vorliegenden Arbeit zum Tragen kommt, versteht sich als eine unter vielen Emotionstheorien, die davon ausgeht, „[...] dass die Wechselwirkung zwischen physiologischen Veränderungen und deren mehr oder minder bewusste Wahrnehmung die Emotion bestimmt oder modifiziert“ (Reuschenbach, 2002, Online unter: http://www.emotionspsychologie.uni-hd.de/emotio2002/pdf_files/kapitel5.pdf, Zugriff am: 20.10.2006). Die Entstehung der kognitiven Emotionstheorien begann 1884 mit William James, der als Erster eine

kontraintuitive Theorie über den Zusammenhang zwischen physiologischen Veränderungen und subjektivem Gefühlsaspekt entwickelte. Seitdem unterliegt die kognitive Emotionstheorie zwar einer kontinuierliche Weiterentwicklung (vgl. auch Kapitel 3), doch erst durch die Forschungen und Publikationen der oben schon erwähnten Neurobiologen Joseph LeDoux und Antonio Damasio erlangten sie im letzten Jahrzehnt ein breitgefächertes wissenschaftliches und öffentliches Interesse.

Als eine gängige Arbeitsdefinition von „Emotionen“ erweist sich immer noch die von Kleinginna & Kleinginna (1981, S. 355), die aus einem Versuch resultiert, nicht weniger als 92 Definitionsversuche über Emotionen in Konsens zu bringen:

„Emotion is a complex set of interactions among subjective and objective factors, mediated by neural/hormonal systems, which can (a) give rise to affective experiences such as feelings of arousal, pleasure/displeasure; (b) generate cognitive processes such as emotionally relevant perceptual effect, appraisals, labelling processes; (c) activate widespread physiological adjustments to the arousing conditions; and (d) lead to behaviour that is often, but not always, expressive, goal-directed, and adaptive”.

In dieser umfassenden Definition gelten Emotionen als ein Interaktionsgefüge des menschlichen Körpers, das auf der Steuerung von neuronalen und/oder hormonalen Systemen basiert. Zudem bewirken Emotionen affektive Erfahrungen (z.B. Lust oder Unlust), kognitive Prozesse, wie Bewertungen oder Klassifikationsprozesse, ausgedehnte physiologische Anpassung an erregungsauslösende Bedingungen und unter Umständen ein expressives, zielgerichtetes und adaptives Verhalten.

Die vorliegende Definition verdeutlicht die Notwendigkeit neurobiologischen Wissens, um ein Verständnis für die Funktionsweise von Emotionen, deren Auswirkungen auf das Gedächtnis und das Gehirn zu entwickeln, darüber hinaus auch Verständnis für das menschliche Verhalten und für menschliche Lernprozesse. Die Forderung wird durch die Annahme Antonio Damasio unterstützt, der unter „Emotion“ eine „mehr oder weniger komplexe Reaktion des Körpers auf bestimmte Stimuli“ (Damasio, 5/2005, S. 20) versteht.

3. Neurobiologische Erkenntnisse in den Bereichen „Lernen“ und „Emotionen“

„Mittlerweile können wir beurteilen, welche Lernkonzepte- etwa für die Schule- am besten an die Funktionsweise des Gehirns angepasst sind.“
(Henning Scheich, 2004)

In diesem Kapitel geht es um die neurobiologischen Erkenntnisse der letzten Jahre für die Bereiche „Lernen“ und „Emotionen“ und deren Implikationen für Schule und Unterricht.

Zu Beginn wird die Bedeutung von Emotionen für Lernen und Lernprozesse dargestellt, um den deutlichen Einfluss der Emotionen zu illustrieren. Hierfür wird der kognitive Aspekt von Emotionen entscheidend sein.

Als bedeutende Vertreter der kognitiven Emotionstheorie im Kontext dieser Arbeit gelten die Neurobiologen Joseph LeDoux und Gerhard Roth aufgrund ihrer Forschungserkenntnisse hinsichtlich der Wirksamkeit von Emotionen auf Lernprozesse. Das Kapitel 3.1. „Emotionen“ widmet sich -vor allem mit Rekurs auf die oben genannten Wissenschaftler- den emotionserzeugenden und -verarbeitenden Strukturen im Gehirn. Diese gelten insgesamt als *die* Bewertungsinstanz des Gehirns und werden als das „limbische System“ bezeichnet. Der Begriff wurde 1952 von dem amerikanischen Hirnforscher Paul MacLean geprägt (vgl. Roth, 1997). Zunächst wird in Kapitel 3.1.1. das limbische System beschrieben, um dann seine Funktionen und Auswirkungen auf Lernprozesse und Verhalten zu klären. Ferner befasst sich dieses Kapitel mit der dem limbischen System zuzuordnenden Amygdala, auch Mandelkern genannt, welche Ereignisse mit Emotionen *verknüpft* und, was von Bedeutung ist, diese dann auch *speichert*. Die Beschreibungen des limbischen Systems und der Amygdala illustrieren, inwieweit neurobiologische Prozesse Lernprozesse beeinflussen.

In Kapitel 3.2. „Lernen“ wird die Bedeutung der neuronalen Netze und ihrer Fähigkeit zu Veränderungen (die sogenannte „neuronale Plastizität“) für den Bereich

der Lernforschung nachgezeichnet. Die neuronalen Netze haben einen entscheidenden Einfluss auf lebenslanges und schulisches Lernen.

Darauf aufbauend werden Empfehlungen von Neurobiologen für Erziehungswissenschaftler und Pädagogen genannt, die ein Umdenken in herkömmlichen pädagogischen Konzepten implizieren. Abschließend folgen Stellungnahmen verschiedener Wissenschaftler zu einer möglichen Wirkungsfähigkeit neurobiologischen Wissens für Pädagogik und Erziehungswissenschaft.

3.1. Emotionen

„*Gelernt wird, wo Emotionen im Spiel sind!* [Hervorhebung des Verf.]“. Dieses Zitat des deutschen Erziehungswissenschaftlers Ulrich Herrmann (2006, S. 96) bringt eine bekannte Erkenntnis der Neurobiologie auf den Punkt und bestätigt zugleich alte pädagogische Weisheiten, wie sie bereits 250 Jahre zuvor von Johann Heinrich Pestalozzi geäußert wurden. Pestalozzi (1746-1827), ein Schweizer Pädagoge, forderte eine Pädagogik mit „*Kopf, Herz und Hand*“. Doch erst mit Charles Darwin und seiner Studie „*The Expression of the Emotions in Man and Animals*“ (1872) wurden emotionale Zustände für forschungsrelevant gehalten (vgl. Pritzel/Brand/Markowitsch, 2003).

Der *prozessuale Zusammenhang* zwischen Emotionen und Kognitionen ist nun schon seit drei Jahrzehnten Forschungsgegenstand der Psychologie, aber es ist der Verdienst der bereits genannten Neurobiologen Joseph LeDoux, Antonio Damasio und Gerhard Roth, dass das Thema *Emotionen* zunehmend in verschiedenen Wissenschaftsgebieten, unter anderem in der Neurobiologie und auch in der Erziehungswissenschaft, an Bedeutung gewinnt (vgl. auch Becker, 2006). Der Neurobiologe Antonio Damasio brachte durch seine Läsionsstudien, mit denen er seine Theorie der „*somatischen Marker*“ untermauerte, eine neue Perspektive in die Kognitions-Emotions-Debatte. Er behauptet, dass alle Erfahrungen des Menschen in einem emotionalen Erfahrungsgedächtnis gespeichert werden. Dieses

Erfahrungsgedächtnis teilt sich über ein körperliches Signalsystem mit, das Damasio als „somatische Marker“ beschreibt (siehe ausführlich Damasio, 1999).

Der Neurowissenschaftler Joseph LeDoux stellt Emotionen und Kognitionen gleich und definiert sie als „[...] getrennte, aber miteinander wechselwirkende Hirnsysteme [...]“ (LeDoux, 2001, S. 75).

3.1.1. „La grande lobe limbique“ - die zentrale Bewertungsinstanz des Gehirns

Die zentrale Bewertungsinstanz des Gehirns wird als das „limbische System“ bezeichnet. Diese Bezeichnung steht für spezifische Strukturen im Gehirn, die insbesondere für die emotionale Bewertung und Verarbeitung verantwortlich gemacht werden. Der Name "limbisch" leitet sich von lat. limbus ("Saum") ab, da die dazugehörigen Strukturen einen doppelten Ring, ähnlich einem Saum, um die Basalganglien⁵ und den Thalamus⁶ bilden, beides Gehirnstrukturen, die subcortical⁷ in beiden Hirnhälften lokalisiert sind. Der französische Anthropologe und Arzt Paul Broca (1824- 1880) war einer der ersten, der den „großen limbischen Lappen“ 1878 beschrieb. Das limbische System erfuhr unter anderem durch den amerikanischen Neurologen James Papez in den dreißiger Jahren und den amerikanischen Hirnforscher Paul MacLean seit den vierziger Jahren eine Erweiterung. Letzterer prägte 1952 den Begriff des „Limbischen Systems“ und ordnete auch die Amygdala (den Mandelkern) diesem funktionellen Gebilde zu (vgl. LeDoux, 2001). Seitdem werden dem „limbischen System“ unterschiedliche Gehirnstrukturen zugeschrieben. In den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts geriet dieser Begriff als Bezeichnung für *ein einziges* Emotionssystem stark in die Kritik (vgl. Roth, 2003). Das Gros der Autoren gebraucht weiterhin den Begriff des „limbischen Systems“ oder den der „limbischen Funktionen“ als Synonym für die Systeme im Gehirn, die für die emotionale Bewertung und Verarbeitung stehen, und im Folgenden wird der Verständlichkeit halber auch so verfahren.

⁵ Unterhalb der Großhirnrinde beiderseits (in jeder Hirnhälfte) angelegte Kerngebiete (Anm. des Verfassers)

⁶ ein Teil des Zwischenhirns, das sich setzt sich aus vielen Kerngebieten zusammensetzt (Anm. des Verfassers)

⁷ unter der Großhirnrinde (Neocortex) liegend (Anm. des Verfassers)

Nach Roth (2003) werden diejenigen Strukturen des Gehirns als „limbisches System“ bezeichnet, „[...] die mit emotional-affektiven Zuständen in Verbindung mit Vorstellungen, Gedächtnisleistungen, Bewertung, Auswahl und Steuerung von Handlungen zu tun haben [...]“ (Roth, 2003, S. 256), unabhängig von einer bewussten und/oder unbewussten Verarbeitung. Nach LeDoux (2001) besteht das limbische System- stark vereinfacht- aus einer Reihe von Hirnstrukturen, die eng miteinander verbunden sind und Emotionen sowie Motivation steuern. Für Roth (2004, S. 498) ist das limbische System, das „Affekte, Gefühle und Motivation“ vermittelt, mit seinen Funktionen gar der eigentliche Faktor des Lernerfolgs. Es gilt daher nicht nur für ihn, sondern auch für viele andere Neurobiologen als *das zentrale Bewertungssystem* des Gehirns (vgl. hierzu auch Roth, 2006; Spitzer, 2002):

„Dieses System bewertet alles, was durch uns und mit uns geschieht, danach, ob es gut/vorteilhaft/lustvoll war und entsprechend wiederholt werden sollte, oder schlecht/nachteilig/schmerzhaft und entsprechend zu meiden ist. Es legt diese Bewertungen *im emotionalen Erfahrungsgedächtnis* [Hervorhebung im Original] nieder, das weitgehend unbewusst arbeitet. In jeder Situation wird vom limbischen System geprüft, ob diese Situation bereits bekannt ist bzw. einer früheren sehr ähnelt, und welche Erfahrungen wir damit gemacht haben. Dabei kommen die *Details* [Hervorhebung im Original] der Geschehnisse nicht aus den limbischen Zentren im engeren Sinne selbst, sondern werden über das deklarative Gedächtnis [ermöglicht das bewusste Wiedererinnern, I.K.] vom Hippocampus hinzugefügt“ (Roth, 2006, S. 59).

Dieses Zitat von Gerhard Roth verdeutlicht, dass das limbische System nicht nur für unsere Verhaltensbewertung, sondern auch für unsere Verhaltenssteuerung entscheidend ist. Im Gegensatz zu früheren Annahmen (siehe u. a. MacLean, 1955), die den Neocortex und das limbische System als getrennt arbeitende Einheiten verstanden und deswegen Emotionen getrennt von Kognitionen betrachtet haben, bilden der Neocortex und das limbische System eine „unauflösliche Einheit“ (vgl. Roth, 1997, S. 178). Emotionen stellen folglich eine so genannte „Selbstbewertung“ des Gehirns dar (vgl. ebd.). Neurobiologisch müsste man sich das Ganze wie folgt vorstellen: Kommt das limbische System in einem Geschehnis zu einer positiven Bewertung, werden über die so genannten neuromodulatorischen Systeme des Gehirns, die für die Informationsübertragung zuständig sind, im Neocortex vorhandene „Wissens-Netzwerke“ so umgestaltet, dass neues Wissen konstruiert wird (vgl. Roth, 2006, S. 96). Die emotionale Komponente unseres Verhaltens ist dabei sehr vielschichtig: neben dem zentralen Nervensystem wird auch das

vegetative Nervensystem⁸ mit einbezogen, das Auswirkungen auf unser Hormon- und Immunsystem hat und somit als die Grundlage der „charakteristischen Körperlichkeit“ der Emotionen gilt (vgl. Pritzel/Brand/Markowitsch, 2003).

Kommt man nun auf den Zusammenhang von Emotionen und Lernen zu sprechen, lässt sich festhalten, dass der entscheidende Faktor demnach der emotionale Bezug zum Lernstoff ist. Dies illustriert die Bedeutsamkeit des limbischen Systems in Lernprozessen, und damit wird die „pädagogische Allerweltsweisheit“ bestätigt, dass sich Informationen am leichtesten einprägen, die eine emotionale Konnotation für den Lernenden aufweisen, sprich *die* Informationen, die am interessantesten und am attraktivsten dargestellt werden (vgl. Markowitsch/Daum, 2001). Die oben angeführten Forschungen der Neurobiologie zum limbischen System verdeutlichen demnach, dass den Wissenschaftlern dieser Disziplin das Potential zuzusprechen ist, empirisch zu belegen, wie wichtig die emotionale Konnotation des zu lernenden Stoffes ist.

3.1.2. Die Amygdala – „der Mandelkern, den man zum Fürchten braucht“

„Es ist im Grunde die Amygdala, die die emotionale Bedeutung bewertet. Wenn auslösende Reize etwas auslösen, dann hier“ (LeDoux, 2001, S. 181).

Die Amygdala, auch Mandelkern genannt, ist eine kleine Region im Vorderhirn, die aufgrund ihrer Mandelform so bezeichnet wird (LeDoux, 2001). Spitzer formuliert die Aufgabe der Amygdala kurz und prägnant: „Zum Fürchten braucht man den Mandelkern“ (Spitzer, 2002, S. 161). Roth (2003) bezeichnet die Amygdala als einen „Speicher emotionaler Erinnerung“, da sie auch ohne Bewusstsein und kognitive Beteiligung- Erlebnisse in Form von Gefühlen bewertet und abspeichert. Wird nun von der Amygdala ein Erlebnis emotional gefärbt und abgespeichert, geschieht Folgendes: Mit sofortiger Wirkung tritt sie zukünftig bei gleichartigen oder ähnlichen Situationen -auch in einem anderen Kontext- in Aktion und ruft die gleichen, schon abgespeicherten Gefühlsmuster wieder hervor (vgl. Preiß, 1996). So

⁸ Dem Einfluss des Bewusstseins entzogenes Nervensystem

wird eine im Grunde ungefährliche Situation, die man in der Vergangenheit schon einmal als gefährlich erlebt und gespeichert hat, im ersten Moment ebenfalls als riskant eingeordnet. Sinn und Zweck dieser evolutionär entwickelten Strategie des Gehirns ist die schnelle Erfassung gefährlicher Situationen für den Menschen.

Auch beim Erinnern von Erlebnissen assoziiert die Amygdala diese häufig mit einer emotionalen Bedeutung, färbt sie also emotional. Trotz intensiver Forschung über die genaue Funktion der Amygdala besteht bisher keine volle Übereinstimmung in deren Definition. (siehe auch Roth, 2003; Reich, 2005). In jüngeren Forschungen wird sie ebenso mit der Verarbeitung emotionaler Reize mit *positiver* Konnotation assoziiert (vgl. Pritzel/Brand/Markowitsch, 2003). Auch der verhaltensexperimentelle Beweis von LeDoux's Theorien über die Amygdala am Menschen steht noch aus (vgl. Hubertus, 2003).

Die Relevanz der Amygdala für Furcht-, Angst- und Stressreaktionen rückte besonders durch die Forschungsarbeiten von LeDoux (2001) in den Fokus des Interesses. In experimentellen Untersuchungen mit Tieren wurde ihre Beteiligung eindrucksvoll nachgewiesen. Der Psychiater und Neurobiologe Manfred Spitzer befasste sich mit der Funktion der Amygdala in Bezug auf schulisches Lernen. Spitzer sieht seine Annahmen, dass im negativen sozialen Kontext die Amygdala für das Einspeichern des Wissens verantwortlich ist, durch Studien bestätigt. Dadurch wird jedoch gerade das gehemmt, was bei kognitiven Lernprozessen erzielt werden soll: „[...] die *Verknüpfung* [Hervorhebung im Original] des neu zu Lernendem mit bereits bekannten Inhalten und die *Anwendung* [Hervorhebung im Original] des Gelernten auf viele Situationen und Beispiele“ (Spitzer, 2002, S. 161). Denn das Einzige, was bei Angst und Druck noch funktioniert, „[...] sind ältere, sehr früh entwickelte und sehr fest eingefahrene Denk- und Verhaltensmuster“ (Hüther, 2004, S. 492). In einer eigenen Untersuchung konnte Spitzer (2003) nachweisen, dass der emotionale Zustand darüber entscheidet, wo neutrale Fakten abgespeichert werden. Im positiven sozialen Kontext werden sie im Hippocampus abgespeichert, einer Gehirnstruktur, die ebenso zum limbischen System gezählt und als eine Art kurzfristiger Speicherort für Fakten deklariert wird, wohingegen die Fakten im negativen sozialen Kontext in der Amygdala abgespeichert werden. Tritt anstelle des

Hippocampus nun die Amygdala in Aktion, wird der Körper durch die von ihr initiierten metabolischen Veränderungen auf Flucht vorbereitet und es tritt ein kognitiver Stil auf, „[...] der das rasche Ausführen einfach gelernter Routinen erleichtert und das lockere Assoziieren erschwert“ (Spitzer, 2003).

Spitzers (vgl. 2002, 2003) Folgerungen aus diesen Studien bestätigten seine Annahme, wie bedeutsam die emotionale Lernatmosphäre für die Lernenden sei. In der Pädagogik gäbe es zur „[...] Rolle der Emotionen beim Lernen [...] keine einzige diesbezügliche Studie [...]. Wie gut, dass sich die Gehirnforschung gerade in jüngster Zeit dieser Frage angenommen und erste Ergebnisse vorzuweisen hat!“ (Spitzer, 2003).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass der Prozess des Einspeicherns von Informationen und deren Abrufbarkeit wesentlich von emotionalen Begleitumständen bestimmt werden, „[...] insbesondere davon, ob das, was zum Einspeichern ansteht, positive oder negative Konsequenzen hatte oder haben wird [...]“ (Roth, 1997, S. 210). Die Bewertung wird hinsichtlich negativer Erfahrungen wohl offensichtlich von der Amygdala geleistet. Auf die Frage jedoch, nach *welchen Kriterien* Menschen im limbischen System zum Beispiel Ereignisse oder Unterrichtsinhalte bewerten, können die Neurobiologen keine Antwort geben. So konstatiert auch die Erziehungswissenschaftlerin Nicole Becker (2006), es sei zwar vorstellbar, dass Inhalte nach individueller Brisanz gemessen werden, dass aber die ursprünglichen Kriterien der Bewertung nicht bewusst zugänglich sind und keiner die Kenntnis besitzt, ob und wie das limbische System zu beeinflussen ist.

Es sollte daher eine kritische Haltung bezüglich einer übermäßigen Betonung von Emotionen und den daraus abgeleiteten „gutgemeinten“ Implikationen auf Lehr- und Lernprozesse gewahrt werden. Auch wenn die Neurobiologie in ihrem derzeitigen Wissensstand die Wichtigkeit der emotionalen Konnotation des zu lernenden Inhalts gut illustriert, sind Emotionen dennoch nur *ein* Faktor unter anderen, der für die Gestaltung von Lehr- und Lernsituationen von Bedeutung ist.

3.2. Lernen

Lernen ist weder neurobiologisch noch psychologisch ein passiver Vorgang, und die Anwendung der Phrase des „Nürnberger Trichters“ als didaktische Konzeption, in der man alle Inhalte als deklaratives Wissen durch eine rein informierende Methodik wie einen Vortrag oder eine Vorlesung zu lehren versucht, ist schon lange überholt. Die „Vernetzung“ gilt aus neurobiologischer Sichtweise derzeit als *das* Schlüsselwort für Lernen, und ein neuronales Netzwerk dient als *das* Symbol für die Gestaltung optimaler Lernprozesse (vgl. Friedrich/Preiß, 2003). Die Vernetzung und ihre Fähigkeit zu Veränderungen stellt dabei die wichtigste Fähigkeit des neuronalen Netzwerkes dar.

Im Folgenden wird zunächst ein kleiner Einblick in die Arbeitsweise des Gehirns gegeben, um einen Einblick in grundlegende Funktionsabläufe zu gewähren.

3.2.1. Die Arbeitsweise des Gehirns

Das Gehirn ist aus Nervenzellen (Neuronen) aufgebaut, die über spezifische elektrische Impulse, in der Regel Aktionspotentiale oder Nervenimpulse, miteinander kommunizieren. Für den Empfang und die Weiterleitung der Nervenimpulse entwickeln die Neurone sogenannte Dendriten (Signalempfangstellen des Neurons) und Axone (dienen zur Weiterleitung des Aktionspotentials), die über eine synaptische Endigung (wo ein Signal an ein nachgeschaltetes Neuron weitergeleitet wird) untereinander Kontakt aufnehmen und lokale Geflechte in kleineren und größeren Zellverbänden bilden. Die Bedeutung eines einzelnen Neurons ergibt sich dabei aus seiner Verknüpfung mit anderen Neuronen, und ein Neuron kann mit mehreren Synapsen versehen sein. Die Zellverbände repräsentieren die verschiedenen Merkmale eines Reizes, und eine komplexe Verhaltensweise wird nur durch eine große Anzahl und eine hohe Verknüpfung von Neuronen untereinander gewährleistet, die sich zu sogenannten Schaltkreisen zusammenfügen (vgl. E. Reich, 2005). Ihren Partner identifizieren die Neurone dabei über molekulare Signalsysteme:

„Wir favorisieren aufgrund experimenteller Hinweise die Hypothese, daß Neuronen in der Hirnrinde, die sich mit der Repräsentation des gleichen Objektes befassen, sich dadurch als zusammengehörig zu erkennen geben, daß sie ihre Aktivität synchronisieren“ (Singer, 2002, S. 69).

3.2.2. Das neuronale Netzwerk als Abbildung menschlicher Erfahrungen

Unter einem neuronalen Netzwerk versteht man die Verschaltung der Neurone zu unterschiedlichen Schaltkreisen, in denen Informationen, Sinneseindrücke und Erfahrungen gespeichert werden. Die Fähigkeit der Schaltkreise sich zu ändern wird als „neuronale Plastizität“ bezeichnet. Neuronale Netzwerke im Gehirn und die Verschaltungen der Synapsen galten jahrzehntlang als statisch. Gegenwärtig besitzt man die Kenntnis, dass „[...] das Gehirn zeitlebens zur adaptiven Modifikation und Reorganisation seiner einmal angelegten Schaltungen befähigt ist“ (Hüther, 2001, S. 17). So ist es dem Gehirn möglich, Denk- und Verhaltensmuster in Form von neuronalen Verschaltungsmustern durch Erfahrungen zu lösen, umzuändern oder gar zu überschreiben. Die Verschaltungsmuster der Neurone bestimmen dabei die Durchführung der Funktionsabläufe im Gehirn nach dem Leitspruch: „Die Netzstruktur ist das Programm“ (Singer, 2002, S. 64). Die Fähigkeit von Neuronen und ihren Verschaltungen, sich ändern zu können, wird dabei begrenzt durch Strukturen, die der Mensch in seiner Lernbiographie erwirbt. Kognitive Leistungen wie Wahrnehmung, Denken und Fühlen gelten somit als „strukturdeterminiert“ (Maturana/Valera, 1987, S. 107). Neue Inhalte können demnach nur innerhalb dieser erworbenen Strukturen verarbeitet werden. Das Gehirn durchlebt dabei sowohl progressive als auch regressive Veränderungen. Die Grundverschaltung im Gehirn ist bei der Geburt zwar genetisch festgelegt und die Neurone sind im wesentlichen alle grob verschaltet, aber in bestimmten Arealen noch nicht miteinander verbunden. Dendriten, Axone und Synapsen erfahren andauernd, aber insbesondere im Kindes- und Jugendalter eine enorme Entwicklung oder auch große Verluste. Dieses gilt vor allem für den Neocortex, den Sitz aller höheren kognitiven Leistungen. Einerseits ist durch diese Flexibilität die Anpassung eines Individuums in jungen Jahren an die individuellen Umweltbedingungen gewährleistet, andererseits stellen die bereits festgelegten genetischen Verschaltungen einen Sicherheitsfaktor dar, um eine relativ normale Hirnreifung auch unter suboptimalen Bedingungen zu gewährleisten. In der postnatalen Entwicklung - besonders in den ersten Jahren - erfolgt eine Selektion der neuronalen Verbindungen, die den jeweiligen funktionellen Anforderungen des betreffenden Individuums an seine Umwelt am besten entsprechen. Dieser

Selektionsprozess verhält sich ähnlich einem darwinistischer Ausleseprozess; die restlichen Verbindungen werden unwiderruflich zerstört (vgl. Singer, 2002):

„Das bedeutet, daß die Ausbildung der funktionellen Architektur der Großhirnrinde in erheblichem Umfang von Sinnessignalen und damit von Erfahrung beeinflusst wird. Genetische und epigenetische Faktoren kooperieren in untrennbarer Wechselwirkung, weshalb eine strenge Unterscheidung zwischen Angeborenem und Erworbenen unmöglich ist“ (Singer, 2002, S. 47).

Nach Singer ist somit die Wechselwirkung zwischen genetischen und umweltbedingten Faktoren nicht transparent, doch gilt als zentrale Schnittstelle sozial- und neurowissenschaftlicher Gehirn- und Gedächtnisforschung dennoch die Tatsache, „[...] dass weite Bereiche der Entwicklung der neuronalen Verschaltungsmuster und entscheidende Phasen der organischen Hirnreifung nachgeburtlich, also unter sozialen und kulturellen Einflüssen geformt werden [...]“ (Welzer/Markowitsch, 2001, S. 206). Fakt ist, dass *Erfahrungen* in jeglicher Form eine enorme Bedeutung für die Gehirnentwicklung haben.

3.2.3. Die Bedeutung von Erfahrung in der Gehirnentwicklung

Erfahrung wird im Kontext dieser Arbeit in Anlehnung an den deutschen Neurobiologen Gerald Hüther (2001) definiert. Er deutet *Erfahrung* als den wichtigsten und tiefgreifendsten Einfluss auf das menschliche Gehirn. Dabei steht dieser Begriff synonym für das Wissen, das ein Mensch im Laufe seiner Existenz als mehr oder minder erfolgreiche Lösungsstrategien auf unterschiedliche Situationen anwendet. Je nach Ausgang der zu bewältigenden Situationen werden diese dann als zweckmäßig oder unzweckmäßig bewertet. *Erfahrungen* sind demnach als das Ergebnis einer subjektiven Bewertung des handelnden Individuums auf wahrgenommene Veränderung der Außenwelt zu verstehen (vgl. hierzu auch Hüther, 2001). Neurone verankern also in ihren Verbindungen *Erfahrungen* als Wissen und repräsentieren sie als Lernergebnisse. Die Erfahrung als Wissen wird im Neocortex in neuronalen Schaltkreisen organisiert und repräsentiert. Neurone, die häufig Ähnliches repräsentieren, sind durch eine große Anzahl und eine hohe Verknüpfung untereinander gekennzeichnet: „Die Entstehung dieser Landkarten erfolgt erfahrungsabhängig“ (vgl. Spitzer, 2006, S. 26f.). Damit die neuronalen Schaltkreise jedoch ihre jeweilige Funktion beibehalten, müssen sie regelmäßig benutzt werden.

Die amerikanische Neurobiologie hat dazu die Phrase geprägt: „use it or lose it“, d.h. Nervenzellen müssen kontinuierlich benutzt werden, um sich zu entwickeln und um intakt zu bleiben. Roth (2006) erklärt die Verankerung des Wissens wie folgt: Verschiedene Perspektiven eines Lerngegenstandes werden in unterschiedlichen „Schubladen“ im Gehirn abgelegt, diese bleiben jedoch untereinander verbunden und bilden ein gemeinsames Bedeutungsfeld:

„In je mehr Gedächtnis-Schubladen ein Inhalt parallel abgelegt ist, desto besser ist die Erinnerbarkeit, denn das Abrufen eines bestimmten Aspektes befördert die Erinnerung anderer Aspekte und schließlich des gesamten Wissensinhalts. Je mehr Wissensinhalte einer bestimmten Kategorie bereits vorhanden sind, desto besser ist die Anschlussfähigkeit [von neuem Wissen, I.K.]“ (Roth, 2006, S. 65f.)

Das besagt nichts anderes, als dass Neues und Unbekanntes zunächst durch das Gedächtnisnetz durchfällt, da keine Anschlussfähigkeit zu Bekanntem im Gehirn vorhanden ist. Durch Alltagsnähe und einer hohen Illustration des zu unterrichtenden Inhaltes lässt sich dem entgegenwirken (vgl. ebd.). Die Existenz interner Bewertungssysteme ist dabei von herausragender Bedeutung, denn nicht auf jede Aktivierung neuronaler Verbindungen erfolgt eine bleibende Änderung synaptischer Verschaltungen. Es bedarf an dieser Stelle zusätzlicher, vom Gehirn selbst erzeugter Signale in Form von kleinen chemischen Molekülen (siehe Abschnitt „Glücksgefühle steigern die Gedächtnisleistung“) (vgl. Singer, 2002).

Ebenso sind während eines Lernprozesses das Quellengedächtnis und das Orts- und Zeitgedächtnis aktiv, wie es der amerikanische Psychologe Daniel Schacter (1996) in seiner Arbeit anschaulich darstellt. Demnach wird mit dem Wissensinhalt parallel abgespeichert, *wer* den Stoff präsentiert als auch *wann* und *wo* gelernt wird. Die Rahmenbedingungen eines Lehrkontextes sind demzufolge nicht zu unterschätzen.

Die persönlichen Erfahrungen eines Individuums seit Geburt stellen demnach den Kern jeder individuellen Hirnentwicklung dar. Kein Kind gleicht dem anderen, da

„[...] im Laufe der Entwicklung eine riesige Zahl von Verzweigungen durchlaufen werden müssen und Entscheidungen darüber, welche Gabelung gewählt wird, oft von kleinen, mitunter zufälligen Fluktuationsbedingungen der Umgebungsbedingungen abhängen“ (Singer, 2002, S. 56).

Welche neuronalen Verbindungen schließlich beibehalten, verstärkt oder gar neu etabliert werden, ist abhängig von den sozialen Austauschprozessen und Beziehungserfahrungen, insbesondere denen der frühen Kindheit. Nach Hüther

(2001) ist das Gehirn folglich ein „Sozialorgan“, und an dieser Schnittstelle plädiert er für ein „biopsychosoziales“ Entwicklungsmodell (Hüther/Adler/Rüther, 1998).

Nach Hüther (2006) lässt sich abschließend konstatieren, dass die komplexe Verschaltung neuronaler Muster bei Kindern abhängig ist von folgenden Faktoren: von der eigenen aktiven Gestaltung ihrer Lebenswelt, von ausreichenden Freiräumen um die eigene Kreativität auszuleben, von der Beseitigung möglicher Behinderung eigener Erfahrungen, von genügend Anregung durch die Umwelt und von der Beachtung ihrer Wünsche und Bedürfnisse. Im Kopf aufgebaute, von außen gesteuerte Assoziationen gelten demnach als unbrauchbares Wissen. Rein assoziatives Lernen stellt in einer „lerngerechten“ Unterrichtsgestaltung kein erstrebenswertes Ziel dar. So gilt als wichtiger Richtungspunkt der Pädagogik und als Schnittpunkt der Neurobiologie und der Erziehungswissenschaft: Kindern zu helfen, ihr eigenes Wissen im Gehirn aktiv und ohne äußere Stimuli umzustrukturieren, so dass es auch zur Bewältigung neuer Anforderungen benutzt werden kann. Denn:

„Nichts im Gehirn bleibt so, wie es ist, wenn es nicht immer so genutzt wird wie bisher. Und nichts im Gehirn kann sich weiterentwickeln und zunehmend komplexer werden, wenn es keine neuen Aufgaben zu lösen, keine neuen Anforderungen zu bewältigen gibt“ (Hüther, 2001, S. 25).

3.2.4. „Gehirne sind konstruktiv“

Einen *direkten* Kontakt des Nervensystems zur Umwelt gibt es nicht; die Verbindung erfolgt über die Sinnesrezeptoren. Mithilfe einer „Transduktion“ (Roth, 1997) findet die Umwandlung eines äußeren Reizes in ein physiologisches Signal, das heißt in Nervenimpulse, statt. Doch verlieren die Nervenimpulse aus den jeweiligen Sinnesorganen durch den so genannten „Prozess der Transduktion“ ihre Spezifität, was auch als „[...] das Prinzip *der Neutralität des neuronalen Codes* [Hervorhebung im Original]“ (Roth, 1997, S. 249) bezeichnet wird. Entscheidend bei der Informationsübermittlung der Nervenimpulse der verschiedenen Sinnesorgane ist folglich nicht die Eigenschaft des Signals, sondern die neuronale Bahn, auf der es übermittelt wird. Allen voran zählt nach Roth (1997) das Lokalisationsprinzip, d.h. die Nervenimpulse werden dort letztendlich in Erregung des Motorsystems und

Verhalten umgesetzt, wo die neuronalen Bahnen des Nervensystems die spezifischen Nervenimpulse hinleiten. Die beschriebene Einheitlichkeit stellt somit die materielle Basis für die ganzheitliche Arbeitsweise des Gehirns dar. Kognitive Prozesse sind neurobiologisch folglich auf eine materielle Basis reduzierbar. Und genau darauf basiert die These des Neurobiologen Gerhard Roth, dass „Gehirne [...] die Welt grundsätzlich nicht abbilden; *sie müssen konstruktiv sein* [Hervorhebung im Original] [...]“ (Roth, 1997, S. 23). Gerhard Roth gilt als einer der bekanntesten Vertreter des „radikalen Konstruktivismus“, einer Anschauung, begründet von dem österreichisch-amerikanischen Philosophen Ernst v. Glaserfeld, welche auf der Annahme beruht, „[...] daß alles Wissen, wie immer man es auch definieren mag, nur in den Köpfen der Menschen existiert und daß das denkende Subjekt sein Wissen nur auf der Grundlage eigener Erfahrungen konstruieren kann“ (Glaserfeld, 1996, S. 22). Daraus folgend ergibt sich für Roth, dass das Wissen im Gehirn nicht übertragen werden kann, sondern dass es im Gehirn eines Individuums neu konstruiert werden muss:

„Damit physikalische Ereignisse *überhaupt* [Hervorhebung im Original] als bedeutungstragende Zeichen, als Sprachsymbole, erkannt werden können, muss das Gehirn des Empfängers über ein entsprechendes Vorwissen verfügen, d.h. es müssen *Bedeutungskontexte* [Hervorhebung im Original] vorhanden sein, die den Zeichen ihre Bedeutung verleihen. Bedeutungen können somit nicht vom Lehrenden auf den Lernenden übertragen, sondern müssen vom Gehirn des Lernenden konstruiert werden“ (Roth, 2006, S. 56).

Die Interpretation der bedeutungstragenden Zeichen durch den eigenen Bedeutungskontext betreffen jedoch nicht nur die Sprachsymbole, sondern ebenso alle anderen Reizsignale aus der Umwelt. Des Weiteren beruhe Wissensaneignung auf bestimmten Rahmenbedingungen und Faktoren, welche von Außenstehenden und dem Betroffenen selber schwer beeinflusst werden können, da diese Prozesse unbewusst ablaufen.

Diese Erkenntnisse der Neurobiologie beschreiben nicht nur die Verarbeitung der Umwelt des Gehirns und die Entstehung von Wahrnehmung, sondern verdeutlichen ebenso die Tragweite neurobiologischer Anschauungen für Schule und Unterricht. An diesem Punkt ist den neurobiologischen Forschungen ein hoher Stellenwert zuzurechnen, denn sie belegen hier, dass eine buchstäblich genaue Übertragung vom Wissen der Lehrer auf Schüler nicht möglich ist und grenzen sich von

instruktivistischen Lehr-Lerntheorien ab. Schüler erschaffen ihr Wissen im Kopf demnach nach ihren eigenen Bedingungen, das heißt, Wissen als bedeutungstragende Information bzw. Zeichen aus der Umwelt können nur unter bestimmten, schon vorhandenen Bedeutungskontexten verarbeitet werden (vgl. Roth, 2004).

Hier stellt sich die Frage, ob Lernkonzepte überhaupt die neurobiologisch fundierte These, dass Gehirne *konstruktiv* sind, berücksichtigen. Im vierten Kapitel wird auch dieser Frage bei der Überprüfung der drei Lernkonzepte hinsichtlich neurobiologischer Erkenntnisse nachgegangen.

3.2.5. Glücksgefühle steigern die Gedächtnisleistung

Eine bedeutsame Erkenntnis, die nach Meinung der Neurobiologen gleichermaßen keinen Eingang in die Pädagogik und somit in das unterrichtliche Geschehen gefunden hat, ist die Berücksichtigung der Bedeutung des Neurotransmitters Dopamin im internen Belohnungssystem eines jeden Schülers. Dopamin ist die Bezeichnung für ein kleines chemisches Molekül, das unter anderem für die Informationsweitergabe im Nervensystem zuständig ist. Der deutsche Neurobiologe Henning Scheich (2003) konnte in tierexperimentellen Versuchen mit Rennmäusen nachweisen, dass eine erfolgreiche Problemlösung im Gehirn der Mäuse die Ausschüttung von Dopamin bewirkt, das Glücksgefühle erzeuge, Fakten leichter lernen lasse und zu einem dauerhaften Abspeichern von Lösungsstrategien führe. Scheich konstatiert weiter, dass komplexe Gehirne „auf ähnliche Weise“ lernten und sich seine experimentellen Daten auch auf schulisches Lernen übertragen ließen. Auch Spitzer (2002) betont die Wirkung von Dopamin hinsichtlich Belohnung und Motivation und unterstreicht dabei die „Unerwartetheit“ eines Ereignisses für Lernprozesse: „Immer dann, wenn der Organismus eine bestimmte Erwartung hat und das Ergebnis des Verhaltens besser ist als die Erwartung, wird gelernt“ (Spitzer, 2002, S. 182). Interesse und Motiviertheit drücken sich jedoch nicht nur im dopaminergen System für Belohnungserwartung und Neugier aus, sondern

„[...] drücken sich im Aktivierungsgrad des noradrenergen Systems, das die allgemeine Aufmerksamkeit erhöht (leichter Erwartungsstress) [...] und [im, I.K.] cholinergen Systems (gezielte Aufmerksamkeit, Konzentration) aus. Diese Systeme machen die Großhirnrinde und den Hippocampus bereit zum Lernen und fördern die Verankerung des Wissensstoffs im Langzeitgedächtnis“ (Roth, 2006, S. 65).

Detailliertere Informationen über den Prozess der Belohnungssysteme sind den Neurobiologen indessen noch nicht bekannt. Ersichtlich ist aber, dass ein positiver emotionaler Zustand, den jeder Schüler als „Interesse, Begeisterung, Gefesseltsein empfindet, mit der Gedächtnisleistung positiv korreliert“ (ebd.).

Diese Erkenntnisse betonen abermals die Bedeutung der Hirnfunktionen bzw. der neuronalen Prozesse für die Gestaltung von Lernprozessen und werfen die Frage auf, welche Schlussfolgerungen sich aus den vorgestellten neurobiologischen Erkenntnissen für Schule und Unterricht ergeben. Reicht das Wissen der Neurobiologen aus, um der Erziehungswissenschaft deutliche Hilfestellung hinsichtlich der Gestaltung von Lehr- und Lernprozessen zu geben?

3.3. Empfehlungen der Neurobiologie für Unterricht und Schule

Im Folgenden werden die Kernaussagen der oben beschriebenen Erkenntnisse und der daraus abgeleiteten Empfehlungen der Neurobiologen für den Schulunterricht skizziert:

- Die Lehrer und vor allem das Lernen in der Schule soll Freude und Neugier wecken, um das interne Belohnungssystem zu aktivieren. Durch die produzierten Glücksgefühle lassen sich Fakten leichter lernen und es führt auf diesem Wege zu einem langfristigen Abspeichern von Lösungsstrategien (vgl. Scheich, 2003).
- Angst und starker Druck will vermieden werden, ansonsten tritt die Amygdala in Aktion und verhindert einen kreativen Umgang mit bereits Gelerntem. Richtig dosierte Anforderungen hingegen gelten als eine positive Herausforderung (vgl. Spitzer, 2002).
- Die individuellen kognitiven und emotionalen Voraussetzungen der Schüler sind eigens zu berücksichtigen sowie deren spezielle Motiviertheit und Lernbereitschaft für einen bestimmten Stoff, das jeweilige Vorwissen als auch der aktuelle emotionale Zustand des Einzelnen (vgl. Roth, 2006).

- Das Lernen von Inhalten und die synchrone emotionale Konnotation ist bedeutend für Unterrichtsplanungen und Analysen. Zudem ist zu beachten, dass sich Lerninhalte während des Lernprozesses und beim erneuerten Abspeichern in das Gedächtnis durch den aktuellen Kontext und die emotionale Konnotation verändern (vgl. Welzer/Markowitsch, 2001).
- Konsequenzen in Form von Erfolg (oder Misserfolg) sollten unmittelbar geschehen, und nicht erst am Ende eines Schuljahres in Form von „externen“ Zensuren. Dadurch ist es dem Schüler nicht möglich, einen direkten Bezug zu der jeweiligen Situation und damit zum Lernprozess aufzubauen (vgl. Becker, 2006).
- Der Unterricht von Kindern sollte sich zudem nicht nur wegen eines „besseren Verständnisses“ an der Lebenswelt der Kinder orientieren und einen Alltagsbezug herstellen, sondern auch aufgrund der neurobiologischen Tatsache, dass Neues und Unbekanntes erstmalig durch das Gedächtnisnetz durchfällt, da keine Anschlussfähigkeit zu Bekanntem im Gehirn vorhanden ist (vgl. Roth, 2006).
- Neues Wissen sollte auf vorhandenem Wissen aufgebaut werden, weil eine hohe Anschlussfähigkeit mit einer besseren Gedächtnisleistung korreliert (vgl. ebd.).
- Kinder müssen Probleme generell selbstständig lösen und Dinge selber ausprobieren, denn nur so kann rein assoziatives Lernen vermieden und synchron die Kompetenz vermittelt werden, das eigene Wissen im Gehirn aktiv umzustrukturieren und mit neuen Herausforderungen umgehen zu können.
- Ebenso werden Ganztagschulen mit Übungs- und Wiederholungsphasen am Nachmittag eingefordert, um die Forderung der amerikanischen Neurobiologie „use it or lose it“ zu erfüllen (ebd.). Denn „[...] nichts im Gehirn kann sich weiterentwickeln und zunehmend komplexer werden, wenn es keine neuen Aufgaben zu lösen, keine neuen Anforderungen zu bewältigen hat“ (Hüther, 2001, S. 25).

Hinzuzufügen bleibt noch die Forderung nach einem fächerübergreifendem Unterricht, der ebenfalls eine hohe Anschlussfähigkeit der Gedächtnisinhalte gewährleistet (vgl. hierzu „Der Spiegel“, 1.7.2002).

Trotz aller Selbsttätigkeit und Selbstbestimmung sollte für die Schüler der Unterricht dennoch klar strukturiert sein und es muss eine deutliche Aufgabenstellung übermittelt werden. Der Person des Lehrers kommt natürlich in diesem Geschehen eine wichtige Rolle zu, denn Lehrer müssen ihre Schüler begeistern können, da „[...] Vorbilder [...] für das unfertige Gehirn als Orientierung enorm wichtig [sind, I.K.]. Und auch Begeisterung wirkt disziplinierend – man will es dem Vorbild ja recht machen“ (vgl. ebd.). Zudem ziehe das Gehirn bei einem energieaufwändigen Prozess wie dem Lernen kontinuierlich eine „Kosten-Nutzen-Bilanz“ (vgl. ebd.) und entscheide dann, ob sich ein Einsatz, hier in Form von Aufmerksamkeit und Lernbereitschaft, überhaupt lohne. Entscheidend ist an dieser Stelle demzufolge, *wie* man den Schülern das Wissen präsentiert. Lehrer und Erzieher verantworten also nicht nur die Weitergabe kultureller Inhalte, „[...] sondern prägen Verhalten für ein Leben. Ihre Bedeutung kann gar nicht hoch genug eingeschätzt werden“ (E. Reich, 2005, S. 97 zitiert nach Singer, 2003, S. 23).

Zunächst scheinen diese Schlussfolgerungen in sich schlüssig und vermitteln das Gefühl, dass die Neurobiologie auf dem besten Wege sei, die neue Bezugswissenschaft der Erziehungswissenschaft zu werden. Durch sie scheint es möglich, aktuelle und insbesondere durch das „PISA-Debakel“ verpönte Lehr-Lernkonzepte zu revolutionieren, effektivere Lernmaterialien und Lernprogramme zu entwickeln und der Erziehungswissenschaft aus ihrer Legitimationskrise zu helfen:

„Die Erziehungswissenschaft könne es sich nicht leisten, die Wissensbestände der aktuell sehr erfolgreichen und populären Biowissenschaften zu ignorieren, weil sie damit riskiere, den Anschluss an interdisziplinär bedeutsame Diskurse zu verlieren und ohnehin existierende Legitimationskrisen zu verschärfen“ (Becker, 2006, S. 15).

Dessen ungeachtet ist im derzeitigen Beziehungsgeflecht zwischen Neurobiologie und Erziehungswissenschaft ein breites Repertoire von abweichenden Stellungnahmen bis hin zu deutlichen Vorwürfen festzustellen. Im folgenden

Abschnitt soll daher ein kleiner Einblick in den aktuellen Diskurs der beiden Disziplinen gestattet werden.

3.4. Die Neurobiologie als Basis der Erziehungswissenschaft – Fluch oder Segen?

Kritikern zufolge weist die Erziehungswissenschaft in punkto Interdisziplinarität und Forschungsmethoden ein starkes Defizit auf. Der Erziehungswissenschaftler Edwin Keiner (2002) attestiert der Erziehungswissenschaft eine „[...] relativ geringe Importbereitschaft [...] hinsichtlich des Wissens anderer (Nachbar)- Disziplinen“ (Keiner, 2002, S. 246) und der Neurobiologe Ernst Pöppel sieht das „PISA-Debakel“ alleinig in der Verantwortung der Erziehungswissenschaft. Er beschreibt die Erziehungswissenschaft als eine rein geisteswissenschaftlich ausgerichtete Disziplin, die „[...] die Ergebnisse aus der Hirnforschung der vergangenen 20 Jahre [ignoriere, I.K.]. Mit welchen Folgen, darauf würde PISA hinweisen“ („FOCUS“, 17.12.2001). Spitzer (2003), schließt sich dieser Kritik an. Nach ihm führt das schlechte Abschneiden deutscher Schüler auf das Ergebnis einer Pädagogik zurück, die sich neurobiologischen Erkenntnissen verschließe. Die Pädagogik habe bisher „[...] ohne jegliche Daten und nur aufgrund vager Theorien die Schulen [...] mit „Reformen“ gesegnet“ (ebd.). Scheich (2003) konstatiert, dass eine Verbesserung sowohl in der Erziehungswissenschaft als auch in der Pädagogik ohne einen neurobiologischen Bezugsrahmen nicht vollzogen werden kann. Die OECD (Organisation for Economic Co- Operation and Development) stimmt ebenfalls in den Kanon der Forderungen einer „neuen“ Erziehungswissenschaft mit ein, deren Grundlage die Erkenntnisse der Neurobiologie sein sollten (vgl. OECD, 2002). Und die Erziehungswissenschaftlerin Annette Scheunpflug stellt fest, dass bei einer „[...] zu großen Unkenntnis über die Natur des Menschen der Pädagogik ihr eigener Gegenstand streitig gemacht wird und sie zu Diskussion (zum Beispiel über das Verhältnis von Anlage zur Umwelt im Lichte moderner Genomforschung) nicht angemessen Stellung beziehen kann“ (Scheunpflug, 2001, S. 9). Auch der Erziehungswissenschaftler Eberhard Reich (2005) empfiehlt der Erziehungswissenschaft „mit auf den Zug“ der Neurowissenschaften aufzuspringen,

um in der Öffentlichkeit durch PISA oder IGLU (Internationale Grundschul-Lese-Untersuchung) nicht noch mehr an Reputation zu verlieren.

Eingebunden werden diese Forderungen der Neurobiologen an die Erziehungswissenschaft oftmals in neurobiologische Forschungen hinsichtlich Emotionen und Lernen. Dieses verleitet schnell zu der Annahme, dass die Neurobiologie für die Erziehungswissenschaft und die Pädagogik tatsächlich die Lösung mancher Schlüsselprobleme darstellt. Deswegen sollten auch die kritischen Stellungnahmen im Folgenden gebührend gewürdigt werden, um den Einblick in eine mögliche Rezeptionsperspektive neurobiologischer Forschungen in die Erziehungswissenschaft nicht zu verzerren.

Die deutsche Erziehungswissenschaftlerin Elsbeth Stern steht der Euphorie der Neurobiologen skeptisch gegenüber. Auch ohne neurobiologische Forschungen wüssten Lehrer, dass „Angst ein schlechter Lehrmeister“ sei (vgl. Stern, 2003). Die Gehirnforschung sei zwar aus ihrer Sicht hilfreich, doch die Erziehungswissenschaft weise neben der neurobiologischen Auseinandersetzung mit den Emotionen und dem Lernen jenseits des enormen öffentlichen Interesses eine eigene lange Tradition in verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen wie der Pädagogik oder auch der Psychologie auf. Die Erziehungswissenschaftlerin Nicole Becker (2006) stimmt in die Kritik von Elsbeth Stern mit ein, dass insbesondere im öffentlichen Diskurs beider Disziplinen die erziehungswissenschaftlichen Forschungen zum Lernen und Lehren und auch deren vielschichtige Praxismodelle übergangen und vor allem auf die geisteswissenschaftlichen Bezüge der Erziehungswissenschaft verwiesen werde. Des Weiteren werde gerne übersehen, dass in den Befunden der Unterrichtsforschung bereits eine Fülle empirischer Studien bezüglich Emotionen und Lernen existierten und die Erziehungswissenschaft selber auf ein breites Repertoire an Forschungsergebnissen und Forschungsmethoden zurückgreifen könne (vgl. Holzapfel, 2003). Die Erkenntnisse der Neurobiologen über Emotionen und Lernen- insbesondere sei an dieser Stelle auf die Neurobiologen Manfred Spitzer und Henning Scheich verwiesen- „[...] kann man auch ohne einen pseudowissenschaftlichen neurodidaktischen Überbau in die schulische Praxis umsetzen“ (Stern, 2003). Die Deduktionen der Neurobiologen aus der

Gehirnforschung seien so allumfassend, so Stern weiter, „[...] dass sie bei der Umsetzung in die schulische Praxis der Willkür Tür und Tor öffnet“ (Stern, 2003). Die Bedenken der Erziehungswissenschaftler erstrecken sich auch auf die Kooperationsbereitschaft der Neurowissenschaftler und auf eine mögliche Simplifizierung der pädagogischen Praxis. Dem menschlichen Gehirn komme letztendlich in der Frage der optimalen Unterrichtsgestaltung lediglich die Rolle eines Teilsystems zu, das zwar unentbehrlich sei, aber eben doch nur ein Teilsystem darstelle.

Aufgrund der großen Kapazität dieses Diskurses zwischen Neurobiologie und Erziehungswissenschaft müssen wichtige Argumentationsstränge, wie zum Beispiel disziplinpolitische Begründungen, in dieser Arbeit außen vor gelassen werden. Viele Erziehungswissenschaftler sind sich darin einig, dass sich weder die Erziehungswissenschaft noch die pädagogische Theorie und Praxis die wissenschaftlichen Grundlagen der Neurobiologie zu eigen machen sollten. Vielmehr sei ein gesundes komplementäres Verhältnis aufzubauen, in dem die Pädagogik ihre Anliegen, offene Fragen und Bedenken an die Neurobiologie stellen könne. Auch Becker (2006) drückt sich hinsichtlich möglicher Rezeptionsperspektiven vorsichtig aus:

„Dabei bleibt letztlich ungeklärt, welche Rezeptions- und Forschungsperspektive realistisch und inhaltlich relevant sind. Als gesichert kann bislang lediglich gelten, dass niemand genau weiß, worin der Nutzen neurowissenschaftlicher Erkenntnisse für die Erziehungswissenschaft bestehen könnte“ (Becker, 2006, S. 10).

Die Neurobiologie und die Erziehungswissenschaft hätten zudem eine geringe gemeinsame Diskurskultur und verschiedene Sprach- und Theoriehorizonte aufzuweisen. Die Fortschritte der Neurobiologie sind zudem derzeit so rasant, dass sich endgültige Aussagen zu einem Forschungsgegenstand schwerlich machen lassen: „Erkenntnisse der Neurowissenschaft sind prinzipiell an Methoden und technische Voraussetzungen gebunden; sie gelten auf Zeit und diese Geltungsdauer wird tendenziell immer kürzer“ (E. Reich, 2005, S. 65).

Die in der Überschrift gestellte Frage: „Die Neurobiologie als Basis der Erziehungswissenschaft – Fluch oder Segen?“ kann man demnach nicht ohne Weiteres beantworten. Eine mögliche Rezeption von neurobiologischen Forschungen

in die Erziehungswissenschaft lässt sich je nach individueller Perspektive sowohl als „Fluch“ als auch als „Segen“ auslegen. Eine definitive Antwort ist bei dem derzeitigen Wissensstand nicht möglich und wird sich wohl erst in den nächsten Jahren, wenn nicht in den nächsten Jahrzehnten, herauskristallisieren. Im nächsten Kapitel wird daher detailliert überprüft, ob neurobiologische Erkenntnisse mit ihren Schlussfolgerungen für Schule und Unterricht zumindest ein Kriterium für die Bewertung von Lernkonzepten im Unterricht mit Schüler(innen) mit dem Förderschwerpunkt „Geistige Entwicklung“ darstellen. Eine Bewertung hinsichtlich ihrer Zweckdienlichkeit für Unterricht soll sich anschließen. Des Weiteren wird der Frage nachgegangen, inwiefern in den Lernkonzepten Elemente neurobiologischer Forschungen vorzufinden sind.

4. Vorstellung dreier didaktischer Konzepte – und ihr Bezug auf neurobiologischen Forschungen

Die zu untersuchenden Konzepte sind die „systemisch-konstruktivistische Didaktik“ des deutschen Pädagogen Kersten Reich (1996), die „entwicklungslogische Didaktik“ des deutschen Erziehungswissenschaftlers Georg Feuser (1989) und als ein Lernkonzept des „offenen Unterrichts“ die „Didaktik der sozialen Integration“ von Falko Peschel (2006), ebenfalls einem deutschen Erziehungswissenschaftler. Didaktische Konzepte werden im vorliegenden Kontext als abstrakte, allgemein akzeptierte Ideen und Vorstellungen bezeichnet, die darüber Auskunft geben, wie Lehre lernwirksam gestaltet werden kann, so dass der Lerner kognitive und soziale Lehr- und Lernziele zu erreichen vermag. Eine ausführliche Würdigung der theoretischen Hintergründe dieser drei didaktischen Konzepte ist hier nicht vorgesehen. Die Frage, die im Fokus des Interesses steht, ist, ob neurobiologische Forschungen mit ihren Schlussfolgerungen für Schule und Unterricht ein Kriterium für die Bewertung von Lernkonzepten im Unterricht mit Schüler(innen) mit dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung darstellen. Darüber hinaus soll die Zweckdienlichkeit dieser neurobiologischen Forschungen für Unterricht bewertet werden.

Zunächst wird der betroffene Personenkreis, also Kinder mit dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung, vorgestellt. Die Divergenz und Komplexität des Terminus „geistige Behinderung“ wird in diesem Abschnitt illustriert.

Es folgt die Überprüfung der drei Lernkonzepte hinsichtlich neurobiologisch fundierter Annahmen und der von den Neurobiologen aus ihrem Wissen abgeleiteten Empfehlungen. Daraufhin werden die Chancen und Grenzen der Umsetzung und des „Nutzens“ neurobiologischer Empfehlungen hinsichtlich Schule und Unterricht allgemein und anhand der geprüften Konzeptionen aufgezeigt, um abschließend zu beleuchten, inwiefern neurobiologisch begründete Anschauungen die Sicht auf das Phänomen einer „geistigen Behinderung“ zu wandeln in der Lage sind.

4.1. Begriffsklärung „geistige Behinderung“

Der Untertitel dieser Arbeit lautet: „Lernkonzepte im Unterricht mit Schülerinnen und Schülern mit dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung“. Hier soll zunächst der im Untertitel enthaltene Begriff „Schülerinnen und Schüler mit dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung“ geklärt werden.

Dieser Begriff wird erstmalig als Zielgebiet der Sonderpädagogik in den Empfehlungen der Kultusministerkonferenz (KMK) von 1994 und 1998 verwendet. Die Bezeichnung für entsprechende Schüler bleibt weiterhin „Kinder und Jugendliche mit einer geistigen Behinderung“, und so auch in der vorliegenden Arbeit (vgl. KMK, 1998).

Die Empfehlungen der Kultusministerkonferenz für die zu unterrichtenden Kinder mit einer „geistigen Behinderung“ wurden 1960 noch unter der Bezeichnung „Gutachten zur Ordnung des Sonderschulwesens“ geführt. 1972 wurde dann der Begriff „Sonderschulen für Geistigbehinderte“ eingeführt, bevor 1994 und 1998 vom „Förderschwerpunkt geistige Entwicklung“ gesprochen wurde. Die Änderung genannter Bezeichnungen erfolgte unter anderem aus einer gesellschaftspolitisch-pädagogischen Notwendigkeit der Überarbeitung der Empfehlungen von 1972 durch nationale (und internationale) Entwicklungen, wie zum Beispiel die deutsche Wiedervereinigung 1989 und aus der Absicht der KMK heraus, so der Erziehungswissenschaftler Christian Hanning (2000, S. 41) die „[...] die einlinige

Zuordnung von Behinderungsarten zu Sonderschultypen [zu überwinden, I.K.] [...]. Die Gliederung der sonderpädagogischen Förderangebote erfolgt [demnach, I.K.] nicht mehr nach Institutionen, sondern nach Förderschwerpunkten“. Durch diese Zielsetzung der KMK-Empfehlungen wurde ein bedeutender Schritt von der Segregation und Institutionalisierung hin zur Integration der Menschen mit einer „geistigen Behinderung“ getan.

Der Begriff der „geistigen Behinderung“ wurde 1958 vom Elternverband der Lebenshilfe e.V. geprägt, um die damals stark abwertenden und stigmatisierenden Termini wie „Idiotie“, „Blödsinn“ oder „Schwachsinn“ durch einen Wissenschaftsbegriff zu ersetzen (vgl. Fornefeld, 2002). Der deutsche Bildungsrat empfahl 1973 folgende Definition für „geistig behindert“:

„geistig behindert ist, wer infolge einer organisch-genetischen oder anderweitigen Schädigung in seiner psychischen Gesamtentwicklung und seiner Lernfähigkeit so beeinträchtigt ist, daß er voraussichtlich lebenslanger sozialer und pädagogischer Hilfe bedarf. Mit den kognitiven Beeinträchtigungen gehen solche der sprachlichen, sozialen, emotionalen, und der motorischen einher. Eine „untere Grenze“ sollte weder durch Angabe von IQ- Werten noch durch Aussprechen einer Bildungsunfähigkeit festgelegt werden, da grundsätzlich bei allen Menschen Bildungsfähigkeit angenommen werden muss“ (DBR, 1974, S. 13).

Dem deutschen Erziehungswissenschaftler Otto Speck (1987, S. 103) zufolge ist (geistige) Behinderung nicht als wissenschaftlicher Begriff geeignet, „[...] da er sich nicht definitiv von Nichtbehinderung abheben lässt, und da er als Abweichungsbegriff (auf dem Wege der Etikettierung und Zuschreibung) konstitutiv vom Definierer abhängig ist“:

So geläufig der Begriff der „geistigen Behinderung“ in der Öffentlichkeit auch sein mag, von einer einheitlichen Begriffsbestimmung, die sich durch eine klare inhaltliche Abgrenzung auszeichnet, ist aufgrund der hohen Komplexität und Heterogenität des Terminus nicht zu sprechen (vgl. Speck, 1993). So existieren verschiedene systembezogene Konzepte, die sich dem Begriff der „geistigen Behinderung“ aus unterschiedlichen Perspektiven nähern. Im Folgenden eine beispielhafte, aber unvollständige Darstellung zweier systembezogener Definitionen: So ist aus medizinisch orientierter Sichtweise unter dem Phänomen einer „geistigen Behinderung“ nach dem Klassifikationssystem ICD-10 der Weltgesundheits-

Organisation (WHO) eine „Intelligenzminderung“ mit „[...] eine sich in der Entwicklung manifestierende, stehen gebliebene oder unvollständige Entwicklung der geistigen Fähigkeiten [...]“ (Dilling, Mombour & Schmidt, 1993, S. 254) zu verstehen. Sie erfasst „geistige Behinderung“ als organische Schädigung und Beeinträchtigung des Individuums und zeichnet sich durch Stigmatisierung und Zuschreibung negativer Eigenschaften aus. Das medizinische Verständnis von „geistiger Behinderung“ ist demnach vor allem „defizitorientiert“, was nichts anderes bedeutet, als dass es sich vornehmlich an organischen Beeinträchtigungen und den daraus folgernden Konsequenzen im individuellen und sozialen Bereich orientiert, anstatt die Kompetenzen und Fähigkeiten eines jeden Individuums in den Fokus des Interesses zu rücken. Die Notwendigkeit dieser Klassifikation besteht in der Vereinfachung interdisziplinärer Zusammenarbeit und dem identischen Verständnis aller Fachleute im Gesundheits- und Sozialwesen von einer „geistigen Behinderung“. Somit wird gewährleistet, dass das Risiko einer Unschärfe in der Verständigung der Fachleute über das eigentlich Gemeinte, also die „geistige Behinderung“, gering gehalten wird (vgl. Speck, 1997).

In einer gesellschaftlich orientierten Sichtweise stehen hingegen nicht die „medizinisch beschreibbaren Störungen und Beeinträchtigungen“ als bestimmender Faktor für die Umschreibung der „geistigen Behinderung“ eines Menschen im Mittelpunkt (vgl. Lindemann, Vossler, 2000), sondern ein Perspektivenwechsel der normierten gesellschaftlichen Vorstellung, wie ein Mensch zu sein hat:

„Es gibt Menschen, die **WIR** aufgrund **UNSERER** Wahrnehmung ihrer menschlichen Tätigkeit, im Spiegel der Normen, in dem **WIR** sie sehen, einem Personenkreis zuordnen, den **WIR** als „geistigbehindert“ bezeichnen [Hervorhebungen im Original]. [...] Die Feststellung „geistige Behinderung“ ist eine auf einen anderen Menschen hin zur Wirkung kommende Aussage schlechthin“ (Feuser, 1996, online unter: bidok.uibk.ac.at/library/feuser-geistigbehinderte.html; Zugriff am: 19.10.2006).

Nach Feuser ist „geistige Behinderung“ eine Zuschreibung der Gesellschaft für einen Personenkreis, der sich aufgrund herrschender Normen nicht ohne Weiteres in das Bild einer funktionierenden Gesellschaft einfügen lässt. Demnach ist die Bezeichnung einer „geistigen Behinderung“ eine rein „von außen“ konstruierte Zuschreibung, deren Benutzung mit einer kritischen und reflexiven Haltung einhergehen sollte. So konstatiert auch der Schriftsteller Fredi Saal, der 1935 mit einer schweren spastischen Lähmung geboren wurde, dass zum „Mensch-Sein“ für

einen Menschen mit Behinderung diese Behinderung einfach dazugehöre und dass sich das „Mensch-Sein“ eines Behinderten nicht weniger normal anfühle als das eines Menschen ohne Behinderung (vgl. Saal, 1994):

„Wenn ich mit einer Behinderung auf die Welt kam, gehört sie zu mir, wie alles zu mir gehört, was mein Wesen und meine Individualität ausmacht, die jemand meint, wenn er mich bei meinem Namen nennt und dabei auf meine ureigene Existenz zielt, die ich mit keinem anderen teile - mit niemand anderem teilen kann, selbst wenn ich es wollte“ (Saal, 1994, S. 94).

Die Zuschreibung einer „geistigen Behinderung“ ist jedoch bis heute verbunden mit Förderungen in Sonderinstitutionen und Ausgrenzungen aus der Gesellschaft. Dieses muss überwunden werden, denn „Menschen mit und Menschen ohne zu definierende geistige Behinderung sind demnach Menschen und nichts anderes“ (Speck, 1993, S. 41).

4.2. Überprüfung didaktischer Konzepte hinsichtlich ihrer neurobiologische Fundierung

Zur Verwendung des Begriffes „Didaktik“ (v. griech.: *didáskein* = lehren) in den folgenden Ausführungen ist anzumerken: Aufgrund des Fehlens einer einheitlichen, allgemeingültigen Definition und verschiedener etymologischer Ungenauigkeiten von „Didaktik“ wird dieser Begriff im Folgenden nach den deutschen Erziehungswissenschaftlern Horst Schaub und Karl G. Zenke verwendet: „Didaktik ist im umfassenden Sinn der *allgemeinen Didaktik* die Wissenschaft des Lehrens und Lernens in allen pädagogischen Handlungsfeldern [...] und im schulpädagogischen Sinne die Theorie des Unterrichts“ (Schaub/Zenke, 2002, S. 152).

4.2.1. Die „konstruktivistische Didaktik“

Die „konstruktivistische Didaktik“ als eine relativ junge Konzeption bezieht sich im Allgemeinen auf die Thesen des erkenntnistheoretischen (auch radikalen) Konstruktivismus und versteht im Gegensatz zu traditionellen didaktischen Konzepten (vgl. hierzu die „Lehr-Lerntheoretische Didaktik“ von Heimann/Otto/Schulz, 1965) Lernen als einen Prozess der Selbstorganisation des Wissens. Auf allgemeiner Ebene wird unter „Konstruktivismus“ „[...] ein recht

breites und heterogenes Bündel von Aussagen verstanden [...]“ (Terhart, 1999, S. 637). Der „Konstruktivismus“ wird dabei als eine Erkenntnistheorie gesehen, bei der der Mensch nicht die Fähigkeit besitzt, in seiner Wahrnehmung die Umwelt abzubilden, sondern im Gehirn seine eigene Wirklichkeit konstruiert:

„Nach konstruktivistischem Verständnis gibt es für Menschen keine Möglichkeit zur bloßen Abbildung von existierender Realität, sodass auch die Behauptung entfallen muss, die Wirklichkeit abgebildet zu haben; stattdessen ist alles, was üblicherweise für Wirklichkeit gehalten und ausgegeben wird, nur konstruiert, ist reine Konstruktion“ (Peterßen, 2001, S. 100).

Bei der „konstruktivistischen Didaktik“ handelt es sich demnach um einen Denkbereich, „[...] der sich auf verschiedene Spielarten des Konstruktivismus in der Erkenntnistheorie, auf analoge systemtheoretische Argumentationen, teilweise auf mikro-soziologische Theorien, vor allem aber auf gehirnphysiologische wie auch kognitionswissenschaftliche Konzepte stützt“ (Terhart, 1999, S. 630). Wilhelm H. Peterßen (2001) befürwortet hingegen den neurophysiologischen, den systemtheoretischen, den philosophisch- radikalen und den soziologischen Ansatz. Beiden Ausführungen ist der neurophysiologische Ansatz bzw. die Anschauung des *radikalen Konstruktivismus* gemein, welcher in einer abgeschwächten, also „gemäßigten“ Weise als Ausgangspunkt der „konstruktivistischen Didaktik“ gilt. Unter dem Begriff des „radikalen Konstruktivismus“ versteht man die Annahme, „[...] daß alles Wissen, wie immer man es auch definieren mag, nur in den Köpfen der Menschen existiert und dass das denkende Subjekt sein Wissen nur auf der Grundlage eigener Erfahrungen konstruieren kann“ (Glaserfeld, 1996, S. 22). Begründet wird diese Theorie durch neurobiologische Forschungsergebnisse (vgl. auch Kapitel 3.1): Das Gehirn versteht sich demnach als ein in sich selbst geschlossenes, durch seine eigenen Strukturen determiniertes System, das mit unvollständiger Information aus der Außenwelt seine eigene Wirklichkeit konstruiert. Diese wiederum kann nicht durch die Außenwelt, das heißt durch die Realität, sondern nur innerhalb eigener, schon bestehender Strukturen bestimmt werden (vgl. Terhart, 1999). Nach den chilenischen Neurobiologen Humberto Maturana und Francisco Varela (1987) wird dieser Zustand auch als „Selbstreferentialität“ bzw. „Selbstbezüglichkeit“ des Gehirns umschrieben, welches sich durch äußere Umstände lediglich „perturbieren“, d.h. „stören“ im Sinne von „anregen“, jedoch nicht beeinflussen lässt. Fundiert wird diese

These der „Selbstreferenz“ durch die Maxime „*der Neutralität des neuronalen Codes*“ (vgl. Roth, 1997; Kapitel 3.1.), wo nicht die jeweiligen Sinnesreize der Außenwelt für die Konstruktionen im Kopf verantwortlich sind, sondern die jeweiligen neuronalen Bahnen, auf denen die umgewandelten Sinnesreize als Nervenimpulse weitergeleitet werden.

Die genannten Begrifflichkeiten wurden – insbesondere durch den Soziologen N. Luhmann (1984) - in den 80er Jahren auf die Systemtheorie übertragen, die sich der Beschreibung der sozialen Ordnung in der heutigen Gesellschaft widmet. Sinn dieses Transfers besteht darin, die neurobiologischen Konzepte hinsichtlich der Funktionsweise des Gehirns auf die aus Systemen bestehende soziale Ordnung der Gesellschaft zu übertragen. Systeme werden demnach lediglich von außen beobachtbar und die äußere Realität zu einer Kreation des Beobachters. Diese Erörterung ist im vorliegenden Kontext relevant, da in der systemisch-konstruktivistischen Didaktik von K. Reich (1997) vom Menschen als *System*, d.h. von einem autonomen und selbstreferentiellen „Wesen“ ausgegangen wird.

4.2.2. Die „systemisch- konstruktivistische Didaktik“ nach Kersten Reich

Kersten Reich (geb. 1948) ist Professor für Allgemeine Pädagogik an der Universität zu Köln. Reich (1997) skizziert seine Idee einer systemisch- konstruktivistischen Didaktik u.a. in Anlehnung an den amerikanischen Pädagogen und Philosophen John Dewey und den französischen Pädagogen Célestin Freinet in drei Grundpostulaten, die als eine Abgrenzung bzw. Weiterentwicklung zu der heutigen traditionellen Didaktik verstanden werden wollen:

- Didaktik ist demnach „[...] nicht mehr eine Theorie der Abbildung, der Erinnerung und der wichtigen Rekonstruktion von Wissen und Wahrheit [...], sondern ein konstruktiver Ort der eigenen Weltfindung [...]“ (K. Reich, 1997, S. 70)
- Sie stellt eine Beobachtertheorie dar, „[...] die die konstruktiven Akte des Aufklärens und der Reflexion an die Schüler als auch Lehrer in möglichst hoher Selbsttätigkeit zurückgibt [...]“ (ebd.)

- Inhalte und Methoden werden durch die Selbsttätigkeit und Selbstbestimmung der Schüler bestimmt. Unterricht wird demnach durch die Beziehungen der Beobachter untereinander konstruiert .

Eines der wichtigsten Ziele dieses Ansatzes bleibt die Umsetzung der Schülerorientierung, also eine Gestaltung von Unterricht, die durch und mit den Schüler(innen) vollzogen wird. Insbesondere begründet Reich die Abgrenzung seines Entwurfes zur herkömmlichen Didaktik durch die Annahme „[...] des Vorrangs der Beziehungs- vor der Inhaltsdidaktik [...]“ (K. Reich, 2002, S. 10). Die systemisch-konstruktivistische Didaktik versteht sich demnach als eine Beziehungsdidaktik, deren Priorität auf der kommunikativen Seite des Unterrichts liegt, ohne die zu lernenden Inhalte zu vernachlässigen: „Die Didaktik muss lernen, daß sie Inhalte und Beziehungen immer in Wechselwirkung zu betrachten hat“ (K. Reich, 2002, S. 270).

Der konstruktivistische Ansatz nach Reich (1997, 2002) ist auf drei Unterscheidungsperspektiven konzentriert: Didaktik als Konstruktion, als Rekonstruktion und als Dekonstruktion.

Didaktik als **Konstruktion** folgt der Devise: „*Wir sind Erfinder unserer Wirklichkeit*“ (K. Reich, 1996, S. 119) mit der zentralen Aussage des Konstruktivismus, dass jeder Mensch seine eigene Wirklichkeit konstruiert. Bedeutende Kriterien sind: „Selbst erfahren, ausprobieren, experimentieren, immer in eigene Konstruktion ideeller oder materieller Art überführen und in den Bedeutungen für die individuellen Interessen-, Motivations- und Gefühlslagen thematisieren“ (ebd., S. 83).

Der Leitspruch der **Rekonstruktion** lautet: „*Wir sind Entdecker unserer Wirklichkeit*“ (ebd.). Bestehendes Wissen der Menschheit wird mithilfe der Lehrer *re- konstruiert*. So soll die Methode der Rekonstruktion und die der Konstruktion für die Gestaltung des Unterrichts als gleichrangig erfasst werden.

Die **Dekonstruktion** folgt dem Motto von Reich: „*Es könnte auch anders sein!*“ (ebd., S. 121). Dekonstruktion stellt eine kritische Reflexion der Rekonstruktion dar, es „[...] geht vor allem um die Auslassungen, die möglichen anderen Blickwinkel, die

sich im Nachentdecken der Erfindungen Anderer oder in der Selbstgefälligkeit der eigenen Erfindung so gerne verstellen“ (ebd.).

Alle drei Grundperspektiven bilden im Zusammenhang ein ganzheitliches didaktisches Denken, wobei die *Konstruktion* die Kernforderung dieses Konzeptes darstellt (vgl. K. Reich, 1996, 2002).

4.2.3. Die „systemisch- konstruktivistische Didaktik“ und ihre Bezugnahme auf die Neurobiologie

Neurobiologische Prozesse wie Wahrnehmung, Verarbeitung, Wissensaufbau und Verhalten werden im Ansatz der systemisch- konstruktivistischen Didaktik geklärt und daraus Konsequenzen für eine neue Organisation von Lehr- und Lernprozessen entwickelt. Die Neurobiologie mit ihrer wissenschaftlichen Anschauung des „radikalen Konstruktivismus“ bildet an dieser Stelle eine der Grundlagen für die Entwicklung des oben vorgestellten Konzeptes. Beispielhaft werden drei Korrelate dargestellt:

- So stammt die Kernthese der systemisch- konstruktivistischen Didaktik: „*Wir sind Erfinder unserer Wirklichkeit*“ (K. Reich, 1996, S. 119) aus der Erkenntnistheorie des „radikalen Konstruktivismus“ und ist demnach neurobiologisch fundiert.
- Kersten Reich postuliert seine Didaktik als eine Beziehungsdidaktik. Der Neurobiologe Hüther (2001) konstatiert, dass das Gehirn ein „Sozialorgan“ sei, d.h. die Entscheidung, welche neuronalen Verbindungen schließlich neu etabliert, beibehalten oder gar verstärkt werden, abhängig von den sozialen Austauschprozessen und Beziehungserfahrungen in der Kindheit sei.
- Selbsttätigkeit und Selbstbestimmung werden im systemisch- konstruktivistischen Ansatz stark hervorgehoben. Ebenso die Neurobiologie: Im Kopf aufgebaute, von außen gesteuerte Assoziationen gelten als unbrauchbares Wissen, wohingegen Selbsttätigkeit und Selbstbestimmung eine Kompetenz der Kinder entwickelt, welche die Möglichkeit eröffnet, das eigene Wissen im Gehirn aktiv umzustrukturieren (vgl. Hüther, 2001).

In der „konstruktivistischen Didaktik“ lässt sich jedoch *keine direkte* Übernahme der Thesen des radikalen Konstruktivismus wiederfinden. Die radikalkonstruktivistischen Anschauungen unterliegen nämlich durch den Transfer in erziehungswissenschaftliches Denken einer deutlichen Minderung der „Radikalität“ ihrer Aussagen. Daher auch die Bezeichnung des „gemäßigten Konstruktivismus“ für didaktische Konzepte in Unterricht und Schule auf der Basis des „radikalen Konstruktivismus“. Dieses erscheint deshalb sinnvoll, da eine Didaktik auf radikalkonstruktivistischer Basis den Schulunterricht „entmaterialisieren“ würde. (vgl. Terhart, 1999) Eine „objektive“ Auseinandersetzung mit sachlichem Wissen wäre demnach nicht mehr legitim und Lernen würde sich nicht mehr als ein Resultat von Lehren verstehen (vgl. Jank/Meyer, 2002)

Nach dem Pädagogen Michael Wagner (2000) dient der Konstruktivismus hingegen weniger als ein didaktisches Modell, sondern erweitert insbesondere die Reflexivität eines Lehrer- Schüler- Verständnisses.

4.3. Die „entwicklungslogische Didaktik“

Georg Feuser (geb. 1941) lehrt als Professor an der Universität Bremen. Die von ihm entwickelte „entwicklungslogische Didaktik“ stellt ein eigenständiges theoretisches Konzept dar, das in Überwindung der bis dato segregierenden, „sonderpädagogischen“ - nach Feuser „regelhaften“ - Didaktiken im Sinne einer „Allgemeinen Pädagogik“ erfasst werden will (vgl. Feuser, 1989). Eine „Allgemeine Pädagogik“ versteht sich dabei nach Feuser als eine Pädagogik, in der es darum geht, „[...] *alle* [Hervorhebung im Original] Menschen ohne sozialen Ausschluss und Verweis z.B. in sonderpädagogische Feldern und ohne reduktionistische [...] Lernangebote zu unterrichten“ (Feuser, 2004, S. 144).

Feusers „entwicklungslogische Didaktik“ nimmt erziehungswissenschaftlichen Bezug auf die Arbeiten des deutschen Erziehungswissenschaftlers Wolfgang Klafki und entwickelt ihr Konzept in Anlehnung an eine „materialistische Behindertenpädagogik“, die schon seit den Anfängen ihrer Entwicklung auf einem „[...] neurowissenschaftlich fundierten Verständnis der Persönlichkeitsentwicklung [...]“ (Feuser, 2004, S. 143) des Menschen basiert. Die materialistische

Behindertenpädagogik⁹ erfasst dabei „Behinderung“ als den Ausdruck und das Ergebnis des Verhältnisses zwischen dem Menschen mit Behinderung und seiner Umwelt. Dabei wird von einer andauernden Korrelation des physischen, des psychischen und des sozialen Bereiches eines Menschen ausgegangen, die zu keiner Zeit getrennt voneinander beobachtet werden dürfen (vgl. Jantzen, 2002).

Die oben skizzierte theoretische Anschauung bewirkt auf didaktischer Ebene hinsichtlich Lehren und Lernen die Erfüllung des Anspruchs auf eine dem Kind gerecht werdende Persönlichkeitsentwicklung und auch die Berücksichtigung menschlicher Aneignungstätigkeit in jedweder Gestaltung und Planung des Unterrichts (vgl. Feuser, 1989). Folglich ist es der Didaktik nach Feuser gelungen, „[...] eine vom Subjekt ausgehende Sichtweise menschlicher Aneignungstätigkeit zu entfalten“ (Feuser, 2004, S. 143). Die auf diesem Anspruch aufbauende „entwicklungslogische Didaktik“ wird im nächsten Abschnitt in ihren zentralen didaktischen Momenten vorgestellt.

4.3.1. Das didaktische Konzept der „entwicklungslogischen Didaktik“

Das bestimmende Merkmal des Unterrichts und des Lernens steht in dieser Konzeption nicht länger auf der sachstrukturellen Seite. Der Unterricht bewertet die Leistungen der Schüler nicht mehr hinsichtlich einer vollständigen Rezeption oder einer korrekten Repräsentation des Gelernten, sondern „[...] wie ein Kind unter seinen individuellen Bedingungen auf seinem Entwicklungsniveau die ihm z.B. im Unterricht dargebotene ‚Welt‘ wahrnimmt und repräsentiert“ (Feuser, 1989, S. 28). Schließlich ist es das Kind, das die materielle Welt um sich herum konstruiert und durch sein Denken und sein Bewusstsein, also durch seine eigenen innerpsychischen „Strukturen“, der Welt ihren Sinn verleiht (vgl. Feuser, 1989). Folglich dienen nicht mehr die Schüler dem Unterricht, sondern der Unterricht dient und „erschließt“ sich mit seinen jeweiligen Lerngegenständen den Schülern. Der Unterricht wird „Mittel zum Zweck“, das heißt, Unterricht und Unterrichtsmaterialien unterstützen die

⁹ Die „materialistische Behindertenpädagogik“ ist verbunden mit bedeutenden Namen wie denen des Entwicklungspsychologen Jean Piaget und der sowjetischen Psychologen Lev S. Vygotskij, Romanowitsch Lurija, Pjotr J. Galperin und Alexej Leontjew, den bekanntesten Vertretern der sogenannten „kultuhistorischen Schule“, die auf die Entwicklung einer allgemeinen Psychologie auf marxistischer Grundlage zielt.

Schüler hinsichtlich ihrer Entwicklung und ihrer Mündigsprechung (vgl. ebd.). Hier schließt Feuser an die „doppelseitige Erschließung“ Wolfgang Klafkis an, der in seinem Konzept „Kategoriale Bildung“ die objektbezogene, also die materielle Seite von Bildungsprozessen (zum Beispiel enzyklopädisches Wissen), mit der subjektbezogenen, also der formalen Seite (zum Beispiel die Entfaltung körperlicher, geistiger und seelischer Kräfte sowie deren Methoden und instrumentelle Fähigkeiten) für den Unterricht dialektisch zu verflechten versucht (vgl. Klafki, 1963).

Die didaktische Analyse der „entwicklungslogischen Didaktik“ konzipiert Feuser auf drei Ebenen:

- (1) Die *Analyse der Sachstruktur* beinhaltet die Aufbereitung und Präsentation der (exemplarischen) Bildungsinhalte und orientiert sich am wissenschaftlichen Verständnis der Welt, einschließlich der Möglichkeiten der medialen Vermittlung.
- (2) Die *Analyse der Tätigkeitsstruktur* bezieht sich auf die Tätigkeit des Subjekts, da es nur durch die eigenen Konstruktionen, bzw. durch die eigenen Tätigkeiten die Welt erfassen kann. Der soziale Austausch mit dem Schüler und der zu unterrichtende Inhalt muss auf der Ebene des aktuellen Entwicklungsniveaus eines jeden Schülers stattfinden, damit ihm sowohl Unterrichtsinhalte als auch Beziehungsinhalte zugänglich sind. Lehren und Lernen sollte demnach stets über die „Zone der aktuellen Entwicklung“ hinausgehen und sich an der „Zone der nächsten Entwicklung“ (vgl. Vygotskij, 1987) und den möglichen Störfaktoren eines jeden Schülers orientieren. Unter der „Zone der nächsten Entwicklung“ wird das Gebiet, „[...] der noch nicht ausgereiften, jedoch reifenden Prozesse [...] der nächsten Entwicklung des Kindes“ (Vygotskij, 1987, S. 83) verstanden. Die Analyse der aktuellen Stufe der Wahrnehmungs-, Denk- und Handlungskompetenz eines jeden Individuums erfolgt dabei nach Maßgabe der „dominierenden Tätigkeit“. Diese stellt aus entwicklungspsychologischer Perspektive Etappen von Tätigkeiten dar, die auf die Entwicklung der Persönlichkeit maßgeblich Einfluss haben. Das kann unter anderem das Spiel, die Arbeit oder auch das

Lernen sein (vgl. Jantzen, 1992). Die Tätigkeitsstrukturanalyse wird nach Feuser gegenüber der Sachstrukturanalyse führend (vgl. Feuser, 2004).

- (3) Die *Analyse der Handlungsstruktur* untersucht, welche Handlungsstruktur für das Individuum geeignet ist, um in eine wechselseitige Austauschbeziehung mit seiner (Lern- und Lebens-) Umwelt zu kommen.

Auf dieser Ebene wird im Sinne des sowjetischen Psychologen Pjotr J. Galperin gefragt, welche Orientierungsgrundlage dem Schüler für den Prozess der Aneignung komplexer Handlungen geboten wird.

Die drei Aspekte bilden gemeinsam den didaktischen Kern der „entwicklungslogischen Didaktik und verdeutlichen die Korrelation von ‚Subjekt \Leftrightarrow Tätigkeit \Leftrightarrow Objekt‘ (Feuser, 1995, S. 178). Neben der Strukturanalyse benötigt das Konzept nach Feuser einen bildhaften Vergleich in Form eines Baumes:

„Integrative Pädagogik, deren zentrale Kategorie die ‚Kooperation‘ als Gegenkraft gegen die historisch perfektionierte Aus- und Besonderung und damit Segregation ist, bedarf in ihrem didaktischen Feld einer Struktur, die in Fortsetzung des bildhaften Vergleichs einem Baum gleicht. Sein Stamm stellt die äußere thematische Struktur eines Projektes dar, an dem alle Schüler (möglichst auch jahrgangübergreifend) arbeiten“ (Feuser, 1989, S. 30f.)

Nach Feuser kann dieses im Unterricht nur eine in Projektform angebotene Lern- und Unterrichtseinheit leisten. Dadurch wird eine offene, kooperative und damit integrative Form des Unterrichts *aller* Schüler an einem „gemeinsamen Gegenstand“ (d.h. an einem gemeinsamen Projekt) ermöglicht (vgl. Feuser, 1989).

4.3.2. Die „entwicklungslogische Didaktik“ und ihre Verbindung zur Neurobiologie

Die wissenschaftlichen Arbeiten des Neurobiologen Gerhard Roth (2003) verdeutlichen nach Feusers eigenen Schriften, „[...] welche Bedeutung neurowissenschaftlich fundierten Sichtweisen menschlichen Lernens für die pädagogische Praxis zukommt“ (Feuser, 2004, S. 142). Feuser konstatiert mit Nachdruck, „[...] dass es ein Lernen und daraus resultierende menschliche Entwicklung – bildlich gesprochen- vorbei am menschlichen Gehirn nicht gibt [...]“ (Feuser, 2004, S. 143). Nach ihm ist es unverkennbar die Gehirnforschung, die ältere, auf psychologischer Basis gehirn- und lernfreundlich fundierte Lerntheorien

der Erziehungswissenschaft empirisch absichert und nachgängig bestätigt. An dieser Stelle sind vor allem die Theorien der Vertreter der kulturhistorischen Schule als auch des Entwicklungspsychologen Jean Piaget¹⁰ (1937) zu nennen.

Des Weiteren fällt in Feusers didaktischer Konzeption insbesondere die Betonung der Relevanz der „Tätigkeit des Subjekts“ bzw. die Hervorhebung der Analyse der Tätigkeitsstruktur gegenüber der Analyse der Sachstruktur auf. Diese Änderung im Vergleich zu den sogenannten „traditionellen Didaktiken“ steht in Korrelation zu den Forderungen der Neurobiologen, Unterrichtsinhalte hinsichtlich der synchronen emotionalen Konnotation eines jeden Schülers zu gestalten. Auf diese Weise wird einerseits die Gedächtnisleistung erhöht und andererseits ein unmittelbarer Bezug der Unterrichtsinhalte zur eigenen Lebenswelt geschaffen (vgl. auch Welzer/Markowitsch, 2001). Feuser folgert, dass „[...] ein zielgleiches Lernen nach Maßgabe der vermeintlichen Sachlogik eines Faches im Studentakt des fächerorientierten Unterrichts schlicht und einfach obsolet [ist, I.K.]“ (Feuser, 2004, S. 148) und diese Folgerung ist kompatibel mit den Schlussfolgerungen der Neurobiologen, dass die Unterrichtsstunden der Schule zu Gunsten eines fächerbergreifenden Unterrichts geändert werden sollten (vgl. „Der Spiegel“, 1.7.2002).

Trotz der zugestandenen Signifikanz neurobiologischer Forschungsergebnisse räumt Feuser (2004) ein, dass sich mentale Prädikate nicht einfach in materielle Prädikate (also neurobiologische Prädikate) übersetzen lassen, ohne einen „immensen Bedeutungsverlust“ zu verzeichnen. Zudem haben die Teildisziplinen der Neurobiologie noch keine Metasprache entwickelt, um eine „[...] kompatible Möglichkeit der sprachlichen Verständigung zu entwickeln“ (Feuser, 1998, Online unter: <http://www.bidok.uibk.ac.at/library/beh6-98-feuser-bewusstheit.html>, Zugriff am: 10.10.2006). Zur Verdeutlichung dieser These und des begrenzten Anspruchs der Gültigkeit einer jeden Disziplin außerhalb ihres Gegenstandsbereiches zitiert Feuser nach Wolfgang Prinz/Gerhard Roth/Sabine Maasen (1996):

„Psychologische Forschung geht von der Charakterisierung kognitiver Leistungen aus, dringt aber bei ihren Erklärungen nicht bis zu den Gehirnfunktionen vor. Neurobiologische

¹⁰ Jean Piaget ist ein Schweizer Entwicklungspsychologe und Epistemologe, der sich für die genetische Psychologie und Erkenntnistheorie interessierte und sich insbesondere dem Aufbau der Erkenntnis bei Kindern bzw. der Entwicklung der Logik des Kindes widmete.

Forschung geht umgekehrt von der Charakterisierung von Gehirnprozessen aus, dringt aber bei dem Versuch ihrer funktionellen Beschreibung kaum bis zur Erklärung kognitiver Leistungen vor“ (Feuser, 1998, Online unter: <http://www.bidok.uibk.ac.at/library/beh6-98-feuser-bewusstheit.html> [Zugriff am: 10.10.2006] zitiert nach Prinz/Roth/Maasen, 1996, S. 27).

Interessanterweise ist noch hinzuzufügen, dass die Übernahme neurobiologisch fundierter Annahmen in diesem Konzept, wie zum Beispiel die Hervorhebung der „Tätigkeit vom Subjekt aus“ oder das Ansetzen an „der Zone der nächsten Entwicklung“ (vgl. Vygotskij, 1987), nicht unbedingt als „neu“ bezeichnet werden kann. Diese Annahmen wurden schließlich schon Ende der 80er Jahre mit der Entwicklung der „entwicklungslogischen Didaktik“ in ein Lernkonzept integriert, lange bevor das Thema „Neurobiologie und Schule“ in der Öffentlichkeit derart brisant und aktuell wurde, wie es derzeit der Fall ist.

4.4. Offener Unterricht

Der Terminus „offener Unterricht“ zeichnet sich nicht durch ein bündiges und einheitliches Begriffsverständnis, eine allgemeingültige Definition oder einheitliche akzeptierte Prinzipien aus, sondern vielmehr durch ein breites Repertoire an unterschiedlichen Ansätzen und deren Interpretationen für die Planung des Unterrichts. Der „offene Unterricht“ zählt zu den jüngeren didaktischen Konzepten:

„Im Fokus sehen wir hier eine zunehmende Orientierung an einer Individualisierung und Selbstaktivierung/-organisation des Lernens unter den Aspekten einer zunehmenden Handlungsorientierung der Unterrichtskonzepte und –verfahren, der Rückbesinnung auf und Orientierung an reformpädagogischen Ideen mit der Konstituierung des Menschen als Erziehungssubjekt“ (Forster, 2004, S. 76)

Der deutsche Erziehungswissenschaftler Wulf Wallrabenstein versteht unter dem Terminus „offener Unterricht“ einen „[...] Sammelbegriff für unterschiedliche Reformansätze in vielfältigen Formen inhaltlicher, methodischer und organisatorischer Öffnungen mit dem Ziel eines veränderten Umgangs mit dem Kind auf der Grundlage eines veränderten Lernbegriffs“ (Wallrabenstein, 1994, S. 54). Nach ihm handelt es sich weniger um eine „didaktische Modewelle“, sondern vielmehr um eine bestimmte pädagogische Reflexionsgrundlage gegenüber den Kindern (ebd.).

Dem Oberbegriff „offener Unterricht“ werden gängigerweise verschiedene Arbeitsformen und Konzepte zugeordnet: „Freie Arbeit, Wochenplan-, Projekt- und

Werkstattunterricht und Stationslernen“ (Peschel, 2006, S. 13). Ein gemeinsames Kriterium ist dabei die Abkehr vom Frontalunterricht. Die Konzepte zeichnen sich jeweils durch individuelle Färbung der Beteiligten aus. Um die „Offenheit“ einer der Arbeitsformen des „offenen Unterrichts“ tatsächlich zu gewähren, dürfen keine helfenden Konstruktionsvorschriften existent sein. Peschel versteht unter dem Terminus „[...] „offener Unterricht“ eher [...] ein Sammelbegriff für Alternativen zum (jeweils herrschenden) traditionellen Unterrichtsverständnis, denn als Beschreibung einer einheitlichen Vorstellung [...]“ (ebd., S. 43). Der „offene Unterricht“ ist dabei auf theoretischer Ebene geformt von Begriffen, wie zum Beispiel der Selbsttätigkeit, der Emanzipation, der Eigenverantwortung, lebenslangem Lernen und fast immer dem der Handlungsorientierung und des ganzheitlichen Lernens.

Die Wurzeln des „offenen Unterrichts“ sind vielfältig. Die wissenschaftliche Auseinandersetzung um Begriff, Zielsetzung und Inhalt weisen eine lange Tradition mit zahlreichen Ansätzen unterschiedlicher Theorien auf (vgl. Wallrabenstein, 1994). Als Vorläufer des „offenen Unterrichts“ sind bedeutende Lerntheoretiker wie Alexej Leontjew als Vertreter der „kulturhistorischen Schule“ (siehe auch Kapitel 4.3.), der Entwicklungspsychologe Jean Piaget und bedeutende Vertreter der Reformpädagogik¹¹ wie John Dewey, Maria Montessori, Hugo Gaudig, Célestin Freinet und Peter Petersen zu nennen. Die „Reformpädagogik“ begründete sich in einer neuartigen pädagogischen Praxis, die einen wichtigen theoretischen Ausgangspunkt des „offenen Unterrichts“ entwickelte. Desgleichen liefern die neurobiologischen Forschungsbemühungen der letzten Jahre wichtige Begründungen für den „offenen Unterricht“: „Seit einiger Zeit sorgt der (gar nicht so neue) sogenannte „radikale Konstruktivismus“ für einen Paradigmenwechsel in der Didaktik“ (Peschel, 2006, S. 45). Diesem ist insbesondere eine Abkehr von herkömmlichen bzw. traditionellen Lern- und Lehrmethoden zu verdanken.

¹¹ Der Begriff „Reformpädagogik“ bezeichnet eine historische Epoche in der Zeit zwischen 1890 und 1933, in der sich eine bestimmte Theoriebewegung durch Anwendung pädagogischer Reflexionen auf historisch-gesellschaftliche Gegebenheiten entwickelte (vgl. Schaub/Zenke, 2002).

Abschließend lässt sich festhalten, dass die größte Übereinstimmung bei einer Definition des Begriffes „offener Unterricht“ in der Betonung von „schülerzentriertem Unterricht“ herrscht (vgl. Peschel, 2006). Ziel eines „offenen Unterrichts“ ist nach Peschel (2006) die „Erziehung zur Demokratie durch demokratische Erziehung“ und somit die Würdigung eines sozialen Miteinanders.

4.4.1. Die „Didaktik der sozialen Integration“

Falko Peschel (geb. 1965) ist Grundschullehrer und Lehrbeauftragter an der Universität zu Köln. Für die Durchführung eines „offenen Unterrichts“ entwickelte Peschel nach dem Erziehungswissenschaftler Hans Brügelmann (1997) ein sogenanntes Stufenmodell von Stufe 0 bis Stufe 3 für die Öffnung von Unterricht:

- *Stufe 0 als Vorstufe: Die organisatorische Öffnung des Unterrichts*. In dieser Stufe werden vor allem differenzierende Arbeitsformen (Freie Arbeit, Wochenplan u.ä.) durchgeführt. Die organisatorische Öffnung des Unterrichts erfolgt jedoch nach wie vor unter der Vorgabe der Lerninhalte durch den Lehrer (vgl. Peschel, 2006).
- *Stufe 1: Die methodische Öffnung*. Die Einführung der Stufe 1 stellt die Mindestanforderung für einen „offenen Unterricht“ dar und „[...] basiert auf der konstruktivistischen und lernpsychologischen Annahme, dass Lernen ein eigenaktiver Prozess ist“ (Peschel, 2006, S. 61). Dem Schüler wird in dieser Stufe der Lernweg vollständig freigegeben, der Lehrer kann dabei weiterhin die Inhalte und Problemstellungen auswählen. Vorstrukturierte Lehrgänge oder Arbeitsmaterialien sind nicht vorhanden. Regeln, Strukturen und Abmachungen werden zwischen der Lehrperson und den Schülern vereinbart.
- *Stufe 2: Die methodische und inhaltliche Öffnung*. Sie beinhaltet die Erweiterung der methodischen Öffnung durch die inhaltliche Öffnung. Im Mittelpunkt steht das interessen geleitete Lernen eines jeden Schülers, der Unterricht wird durch eine stoffbezogene Selbst- und Mitbestimmung bestimmt. Der Lehrer überwacht lediglich die Passung an den offenen Lehrplan, strukturiert, wenn nötig, und schlägt Initiativen vor (vgl. ebd.).
- *Stufe 3: Die sozial-integrative Öffnung*. Sie bedeutet die Öffnung des Unterrichts mit der Zielangabe von Demokratie und Klassenselbstverwaltung:

Sie „[...] versucht Basisdemokratie und Schülermitgestaltung [...] zu verwirklichen“ (Peschel, 2006, S. 62). Es werden bei dieser Öffnung des Unterrichts generell vom Lehrer keine Regeln und Normen vorgegeben, jedoch können sie vorgelebt und als persönliches Recht jedes Einzelnen eingefordert werden: „Soziale Erziehung ist am effektivsten, wenn die Strukturen vom Einzelnen selbst mitgeschaffen und als notwendig/sinnvoll erlebt werden [...]“ (ebd., S. 63).

In der Stufe 3 des Stufenmodells setzt schließlich die „Didaktik der sozialen Integration“ von Falko Peschel als eine mögliche Umsetzungsform an. Nach ihm ist das Konzept eines „offenen Unterrichts“ „[...] kein fix und fertiges Rezept, sondern vielmehr ein prozessuales Gebilde, eine konkrete Utopie, die vielleicht ferne Ziele aufzeigt, nicht aber fertige Lösungsalgorithmen vorgibt bzw. vorgeben kann“ (ebd. S. 89). Das Wichtigste, was ein „offener Unterricht“ nach Peschel bieten kann, ist die Setzung eigener Zielangaben mithilfe eines beständigen Bezugspunktes. Die oberste Priorität des vorliegenden Konzeptes liegt dabei im Prozess der gemeinsamen Gestaltung klasseneigener Norm. Jeder Einzelne besitzt ein Recht auf seine eigene Meinung und niemand kann aufgrund bestehender Regeln stigmatisiert werden, „[...] da die „Norm“ ja erst mit allen gemeinsam erarbeitet werden muss“ (ebd. S. 87). Die Biographie der jeweiligen Schüler(innen) spielt in dieser Didaktik eine besondere Rolle, denn die Grundlage des Konzeptes liegt in der Akzeptanz der Unterschiedlichkeit der Kinder. Demnach ist eine einheitliche Form des Unterrichtens sowohl im kognitiven als auch im sozialen Bereich nicht gegeben, da das Leistungsniveau jedes Einzelnen anerkannt und in die Gestaltung des Unterrichts einbezogen werden muss. Gefordert sind demnach „[...] Gespräche, die nicht von vornherein eine bestimmte Lösung anstreben, sondern ein „echter“ Austausch sind“ (Peschel, 2006, S. 87). Der Lehrer bleibt in diesem Geschehen zwar immer noch der letztlich Verantwortliche, jedoch ist es ihm überlassen, inwiefern er die Klassenführung abgibt.

Die Erfahrungen von Falko Peschel mit der Umsetzung seines didaktischen Konzeptes beruhen ausschließlich auf Unterricht in Regelschulklassen. In Bezug auf

die Umsetzung im Unterricht mit Schüler(innen) mit dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung liegen bis dato keine Erfahrungswerte vor. Dennoch eignet sich nach Peschel kein anderes Lernkonzept, um einen ehrlichen basisdemokratischen Umgang durchzuführen (vgl. Peschel, 2006).

4.4.2. Die „Didaktik der sozialen Integration“ und ihre Bezugnahme auf neurobiologische Forschungen

Wie auch die „entwicklungslogische Didaktik“ von Georg Feuser lassen sich einige Wurzeln des „offenen Unterrichts“ bis zu den Theorien und Ansätzen der „kulturhistorischen Schule“ zurückverfolgen. Die auf diese Ansätze zurückgreifenden Konzepte beziehen sich vor allem auf die wissenschaftlichen Grundlagen der Kognitionspsychologie und befassen sich unter anderem mit der Frage, wie Kognition entsteht. Nach Peschel werden diese Konzepte auch als „neue“ Lerntheorien verstanden. Als Beispiel wird an dieser Stelle Jean Piaget mit seinem differenzierten Modell der kognitiven Entwicklung eines Menschen seit Geburt angeführt. Demnach beziehen sich die nach Peschel bezeichneten „neuen“ Lerntheorien in wesentlichen Aspekten auf die Neurobiologie und die Anschauung des „radikalen Konstruktivismus“. Sie zeichnen sich insbesondere durch ihre Abgrenzung von klassischen behavioristischen Lerntheorien wie der klassischen Konditionierung (eine Reiz- Reaktions- Theorie) des russischen Physiologen und Arztes Iwan Petrowitsch Pawlow (1849 – 1936) aus.

Es folgen drei Beispiele des „offenen Unterrichts“, die die Nähe zur neurobiologischen Forschungen kennzeichnen:

- Wichtige Prinzipien eines „offenen Unterrichts“ wie lebenslanges Lernen, Eigenverantwortung und Selbstständigkeit sowie die des fächerübergreifenden und ganzheitlichen Lernens sind auch in gegenwärtigen Empfehlungen der Neurobiologie an die Erziehungswissenschaft vorzufinden. So werde unter anderem durch einen fächerübergreifenden Unterricht eine höhere Anschlussfähigkeit der Gedächtnisinhalte gewährleistet (vgl. „Der Spiegel“, 1.7.2002).

- Insbesondere die „*Handlungsorientierung*“, die in diesem Kontext als ein Synonym für jegliche alltagsbezogenen und selbst erworbenen Erfahrungen steht, die unmittelbare Lebenswelt der Kinder betreffend, besitzt sowohl im „offenen Unterricht“ als auch in den Empfehlungen der Neurobiologen einen hohen Stellenwert: *Erfahrung* wird demnach auch in der Neurobiologie nach Hüther als wichtigster und nachhaltigster Einfluss auf das menschliche Gehirn definiert (vgl. auch Kapitel 3.3.).
- Desgleichen betont der Neurobiologe Singer: „Nur- Zuschauen genügt [...] nicht. Selbermachen ist entscheidend, weil nur dann der interaktive Dialog mit der Umwelt einsetzen kann, der für die Optimierung von Entwicklungsprozessen unabdingbar ist“ (Singer, 2002, S. 50). Ferner stellt in der „Didaktik der sozialen Integration“ von Peschel das soziale Miteinander und die Klassenselbstverwaltung einen wesentlichen Aspekt dar. So impliziert auch die Forderung Peschels nach „Erziehung zur Demokratie durch demokratische Erziehung“ ein eigenständiges und eigenverantwortliches Lernen, denn, wie oben schon zitiert: „soziale Erziehung ist am effektivsten, wenn die Strukturen vom Einzelnen selbst mitgeschaffen und als notwendig/sinnvoll erlebt werden [...]“ (Peschel, 2006, S. 63).

Mit Rückbesinnung auf die oben gestellt Frage, ob aktuelle neurobiologische Forschungen ein Kriterium darstellen, um die vorgestellten Lernkonzepte auf ihre Nützlichkeit im Unterricht hin zu bewerten, lässt sich Folgendes feststellen:

Alle drei Lernkonzepte weisen Abschnitte auf, die sich mit den Deduktionen aus neurobiologischen Forschungsergebnissen kompatibel erweisen. Sie beziehen sich in mancher Hinsicht auf die Anschauung des „radikalen Konstruktivismus“ und die daraus folgernden Konsequenzen, die Reflexionsgrundlage einer Lehrer- Schüler-Betrachtung zu erweitern. Des Weiteren verweisen sie alle auf kongruente Unterrichtsprinzipien wie die der Handlungsorientierung, der Selbsttätigkeit, der Selbstverantwortung oder auch auf die Maxime des sozialen Miteinander. Dem Erziehungswissenschaftler Falko Peschel ist demnach zuzustimmen, wenn er

schreibt, dass „seit einiger Zeit [...] der (gar nicht so neue) sogenannte „radikale Konstruktivismus“ für einen Paradigmenwechsel in der Didaktik [sorgt, I.K.]“ (Peschel, 2006, S. 45). Der Neurobiologie ist hinsichtlich dieser Erkenntnis anzuerkennen, dass sie durch ihre empirischen Daten der Erziehungswissenschaft sowohl ermöglicht, jüngere Lernkonzepte abzusichern, als auch traditionelle Lernkonzepte hinsichtlich ihrer „Gehirn- und Lernfreundlichkeit“ zu *überprüfen* und gegebenenfalls als nicht gehirn- und lerngerecht zu beurteilen.

Konkrete Umsetzungen neurobiologischer Forschungen sind jedoch in keinem Konzept zu finden. Mögliche Hypothesen dafür sind,

- dass das gegenwärtige, doch sehr auffällige gesellschaftliche Interesse an der Neurobiologie sich im letzten Jahrzehnt mehr in der Öffentlichkeit als in ernsthaften Rezeptionsbemühungen der Erziehungswissenschaft präsentierte.
- dass die kritische Haltung der Erziehungswissenschaftler hinsichtlich einer möglichen Rezeption größer ist als der derzeitige Optimismus vieler Neurobiologen. Die aus der Hirnforschung abgeleiteten Aussagen für Unterricht und Schule wären schließlich so allgemein gefasst, „[...] dass sie bei der Umsetzung in die schulische Praxis der Willkür Tür und Tor öffnen“ (Stern, 2003).
- dass eine neurobiologisch fundierte Sichtweise den Blick auf den Menschen einseitig reduziert. Von einem gelingenden Lernprozess in der komplexen Situation einer Unterrichtsstunde hängen einfach deutlich mehr Variablen ab, als das Wissen über die Funktionsweise des Gehirns und deren Auswirkungen Aufschluss geben kann (vgl. Schumacher, 2006).

4.3. Chancen und Grenzen der Umsetzung neurobiologischer Forschungen in Schule und Unterricht

Neurobiologische Forschungen gebender Erziehungswissenschaft die Chance

- Lehren und Lernen in Angrenzung an instruktivistische Lehr- und Lerntheorien neue Artikulationschancen und -formen zu bieten.

- die diskursive Kompetenz der Erziehungswissenschaft durch eine Orientierung an gegenwärtigen einflussreichen Wissenschaften, zu denen die Neurobiologie derzeit sichtlich zugehört, zu sichern.
- eine erweiterte Reflexionsgrundlage und ein verändertes Verständnis des sogenannten Lehrer-Schüler-Verhältnisses in Lernkonzepte zu integrieren.
- Aufschluss über die (Ab-) Speicherung von Inhalten und die gleichzeitige emotionale Konnotation des Gelernten zu gewähren. Emotionalität fördert Lernprozesse, da sie die Konnotierung von Lernerfahrungen unterstützt. Die emotionale Befindlichkeit des lernenden Individuums und dessen Verbindung zum Lernstoff gewähren demnach notwendiges Grundlagenwissen über Lernprozesse, um sie effektiver zu gestalten.

In diesem Kontext ist also dem Neurobiologen Manfred Spitzer eindeutig zuzustimmen, wenn er postuliert, dass derjenige, der weiß, wie das Gehirn funktioniert, besser lehren könne (vgl. Spitzer, 2003).

Den neurobiologischen Forschungen hinsichtlich ihrer Rezeption in Schule und Unterricht sind aber auch klare Grenzen gesetzt:

Der deutsche Erziehungswissenschaftler Ewald Terhart konstatiert zum Beispiel, dass die konstruktivistische Didaktik mit ihrem sehr aufwändigen Argumentationshintergrund der Frage eines *spezifischen Unterschiedes* zu anderen didaktischen Konzepten nicht standhalten kann (vgl. Terhart, 1999). Auch die verschiedenen Postulate des Konstruktionsbegriffes der „systemisch-konstruktivistischen Didaktik“ nach Kersten Reich stellen zwar tatsächlich ein neues pädagogisches Denkmodell dar, begründen nach dem Erziehungswissenschaftler Wilhelm Peterßen (2001, S. 127) aber noch keinen eigenen didaktischen Standpunkt:

„Subjektives Wissen durch Konstruktion und Re- wie Dekonstruktion aufbauen zu lassen, ist ein Gedanke, der Eingang finden könnte in die bereits bestehenden Ansätze, wenn sie dort nicht überhaupt schon vorfindbar sind: KLAFKIS Verlangen nach umfassender Kritikfähigkeit als Merkmal gebildeter Menschen enthält dies [...]“.

Ferner beziehen sich die anderen beiden Konzepte, die „entwicklungslogische Didaktik“ und die „Didaktik der sozialen Integration“, ebenfalls auf die Anschauungen des „radikalen Konstruktivismus“ und heben gleichzeitig Prinzipien

eines guten Unterrichts hervor, die auch von den Neurobiologen als bedeutend erachtet werden. Dennoch werden neurobiologische Erkenntnisse derzeit lediglich als ein Begründungsstrang benutzt, um theoretische Anschauungen und die erweiterte Reflexionsgrundlage eines veränderten Lehrer-Schüler-Verhältnisses zu begründen.

So ist und bleibt das Gehirn zwar *das* Organ des Lernens und einer der wichtigsten Faktoren für innovative Bildungskonzepte, jedoch stellt es hinsichtlich der Gestaltung von komplexen Unterrichtssituationen nur einen Aspekt unter vielen dar (vgl. Schuhmacher, 2006). Den Neurobiologen ist es zudem nicht möglich, aus ihren Forschungen des „limbischen Systems“ zu folgern, nach welchen Besonderheiten im limbischen System Kinder zum Beispiel Unterrichtsinhalte bewerten und wie demnach optimale Lehrsituationen gestaltet sein sollten (vgl. Roth, 2006).

Die Erziehungswissenschaft sollte sich der Neurobiologie demnach nicht unterordnen, da sie

„nicht nur bessere, weil differenziertere theoretische Beschreibungen pädagogischer Problemstellungen und die damit verbundene elaborierteren Praxiskonzepte [aufweist, I.K.]. Auch die Ableitungsschritte, die von den neurowissenschaftlichen Begriffen und Forschungsergebnissen zu den pädagogischen Konsequenzen in den betreffenden Aufsätzen angeboten werden, bedürfen einer Nach- und Überprüfung“ (Holzapfel, 2003, S. 5).

Des Weiteren sollten Erziehungswissenschaftler eine skeptische Haltung hinsichtlich der pädagogischen Interpretationen neurobiologischer Erkenntnisse wahren. Es ist augenfällig, dass die einen Wissenschaftler die Bedeutung der Umwelteinflüsse hervorheben, während andere Wissenschaftler, mit Verweis auf die gleiche Studie, die Überlegenheit der Gene favorisieren (vgl. Becker, 2006). Zudem sei nicht zu vergessen, dass beide Wissenschaftsdisziplinen einen völlig anderen Forschungsansatz und unterschiedliche Zeitstrukturen haben, die nicht miteinander zu vergleichen sind (vgl. Kapitel 3.4.). Daher ist es bis dato auch als kritisch zu beurteilen, pädagogische Theorien auf neurobiologischem Wissen zu begründen, da neurobiologische Erkenntnisse schnell wieder hinterfragt werden können und somit der darauf aufgebauten pädagogischen Argumentation jeglicher Gehalt genommen werde.

Abschließend lässt sich festhalten, dass neurobiologische Erkenntnisse (noch) keine neuen Strategien für Lehren und Lernen aufweisen. Dennoch besitzen

Erziehungswissenschaftler und Pädagogen die Möglichkeit, mit Hilfe von neurobiologischen Erkenntnissen zwischen mehr oder minder gehirn- und lernfreundlichen Lernkonzepten der Pädagogik differenzieren zu können und die Ideen der Reformpädagogik zu verifizieren:

„Ich möchte eines – dreimal unterstrichen – betonen: Nichts von dem, was ich [vortrage, I.K.] [...], ist einem guten Pädagogen inhaltlich neu. Der Erkenntnisfortschritt besteht vielmehr darin, dass man inzwischen besser zeigen kann, warum das funktioniert, was ein guter Pädagoge tut, und das nicht, was ein schlechter tut“ (Roth, 2006, S. 54).

4.4. Der radikale Konstruktivismus und das Phänomen einer „geistigen Behinderung“

Der Konstruktivismus als eine neurobiologisch fundierte Erkenntnistheorie dient den Erziehungswissenschaftlern als Fundament für eine Abgrenzung gegenüber instruktivistischen Lehr- und Lernkonzepten. Der Erziehungswissenschaftler Falko Peschel hält dem „radikalen Konstruktivismus“ gar das Potential eines Paradigmenwechsels in der Didaktik zugute (vgl. Peschel, 2006).

Gleichzeitig bewirkt der „radikale Konstruktivismus“ einen Wandel in der Sichtweise auf das Selbstverständnis einer „geistigen Behinderung“ und deren möglicher Konsequenzen für soziale Beziehungen und Kommunikation:

Jedes Gehirn ist ein in sich selbst geschlossenes System, das durch seine eigenen Strukturen determiniert wird. Es baut sich mit unzulänglicher Umweltinformation eine eigene Wirklichkeit auf, die zum größten Teil nicht durch das Außen, sondern durch das Innen, also durch eigene, bereits bestehende Strukturen bestimmt wird (vgl. Terhart, 1999). So agiert jeder Mensch, ob nun mit oder ohne geistige Behinderung, in Korrelation zu den Eindrücken der Außenwelt und deren Verarbeitung, bestimmt durch die ihm bereits bekannten Strukturen, *sinnvoll* und *zweckmäßig*. Der Mensch gilt als Gestalter, als Konstrukteur einer funktionalen und sinnvollen Lebenswelt. Sein Gehirn lässt sich folglich von der Realität „perturbieren“ (d.h. stören), aber nicht beeinflussen. Fakt ist, dass sein Gegenüber jedoch *nicht* über das gleiche Abbild der Außenwelt oder über homogene Erkenntnisse und Interpretationen ein und desselben Gegenstands verfügt.

Daraus folgert für einen Menschen mit einer sogenannten „geistigen Behinderung“, dass sein Agieren gegenüber seiner Umwelt für ihn selbst stets sinnvoll und zweckdienlich innerhalb seiner eigenen Wirklichkeit ist. Der Sinn bestimmter Handlungen ist für Außenstehende jedoch nicht immer erkennbar und nachvollziehbar. Zusätzlich kann die Zuschreibung einer sinnvollen Handlung durch einen erschwerten kommunikativen Austausch belastet werden. Eine konstruktivistische Sichtweise auf eine „geistige Behinderung“ fordert aus diesem Grund jeden auf, jegliche Handlung eines Menschen mit einer „geistigen Behinderung“ als sinnvoll zu ermesen und dementsprechend zu agieren. Denn

„der Mensch mit 'geistiger Behinderung' verfügt über dieselben funktionalen, kognitiven Strukturen wie jeder sogenannte 'Nichtbehinderte' auch. Er bearbeitet seine Sinneseindrücke auf der Grundlage vergleichbarer Kriterien und unter Zuhilfenahme gleichgearteter Unterscheidungen und Konsistenzprüfungen. Er konstruiert seine Wahrnehmungen und Erkenntnisse in der Konfrontation mit der Umwelt und im Lichte früherer Erfahrungen“ (Wagner, 2000, S. 133).

Diese Sichtweise auf das Phänomen einer „geistigen Behinderung“ erfordert eine erweiterte Reflexionsgrundlage bezüglich eines veränderten Lehrer-Schüler-Verständnisses im Unterricht mit Schüler(innen) mit dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung. Damit wird das Handlungsspektrum des Lehrers um eine zusätzliche Dimension bei der Sinnggebung des Handelns von Kindern und Jugendlichen mit einer „geistigen Behinderung“ erweitert.

Abschließend lässt sich für den Sonderpädagogen mit dem Zielgebiet Förderschwerpunkt geistige Entwicklung feststellen, dass folgende grundlegende Auffassungen eine stabile Entwicklung der Emotionen und der emotionalen Lebenswelt eines jungen Menschen begünstigen:

- die Anerkennung der Person und die Achtung der Würde des Menschen,
- die Bestätigung und Anerkennung von Leistungen und Lernerfolgen,
- die Beachtung der Bedürfnisse eines jungen Menschen einschließlich eines förderlichen und wechselseitigen Austausches mit der Umwelt.

Die Erfüllung dieser drei Maxime schafft eine entscheidende und notwendige Grundvoraussetzung für erfolgreiche Lernprozesse.

5. Neurobiologie als neue Bezugswissenschaft der Erziehungswissenschaft?

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist eine grundlegende Begutachtung neurobiologischer Forschungsergebnisse und ihre mögliche Wirkungsfähigkeit auf Schule und Unterricht. Im Fokus des Interesses steht dabei die Überprüfung dreier Konzepte im Unterricht mit Schüler(innen) mit dem Förderschwerpunkt „Geistige Entwicklung“ hinsichtlich ihrer neurobiologischen Fundierung. Anknüpfend an das im dritten Kapitel angeführte Zitat von Henning Scheich, dass die Neurobiologie mittlerweile beurteilen könne, „[...] welche Lernkonzepte – etwa für die Schule – am besten an die Funktionsweise des Gehirns angepasst sind“ (Scheich, 2004), lässt sich Folgendes feststellen:

- Die Neurobiologie kann mit ihrem derzeitigen Wissensstand Lernkonzepte für den Förderschwerpunkt geistige Entwicklung bezüglich Emotionen und einen optimalen Lernprozess betreffend, *begutachten* und möglicherweise *darauf hinweisen*, welche dieser Konzepte am besten an die Funktionsweise des menschlichen Gehirns -und infolgedessen auch an den Schüler mit einer „geistigen Behinderung“ -angepasst sind.
- Die Neurobiologie ist folglich imstande, der Erziehungswissenschaft grundlegende Kenntnisse über die Bedeutung von Emotionen bei Lernprozessen aufzuzeigen und synchron dazu wesentliche Abläufe im Gehirn und ihre Wechselbeziehung zur Umwelt darzustellen. Durch neurobiologische Forschungsergebnisse wird empirisch belegt, wie bedeutend eine emotionale Konnotation des zu lernenden Stoffes im Unterricht mit Schüler(innen) mit dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung ist.
- Der Neurobiologie ist demnach eine authentische Wirkungsfähigkeit anzuerkennen, wenn es darum geht, alte instruktivistische Lehr- und Lernkonzepte zu überwinden und jüngere, schülerzentriertere Konzepte sowie „alte“ reformpädagogische Ansätze zu verifizieren.
- Der neurobiologisch fundierte Konstruktivismus bietet eine veränderte Betrachtungsweise einer sogenannten „geistigen Behinderung“ und folglich eine

veränderte Auffassung vom Lehrer-Schüler-Verständnis im Unterricht mit Schüler(innen) mit dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung. Damit wird das Handlungsspektrum des Lehrers um eine zusätzliche Dimension bei der Sinnggebung des Handelns von Kindern und Jugendlichen mit einer „geistigen Behinderung“ erweitert.

Trotzdem ist eine neurobiologische Bewertung bestimmter Lernstrategien oder Lernkonzepte für Kinder und Jugendliche mit dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung als auch deren Entwicklung auf neurobiologischer Basis als unzureichend zu beurteilen, da aus dieser Perspektive Lernprozesse des Menschen nur auf eine Dimension beschränkt werden. Zu einem optimalen Lernprozess gehört deutlich mehr als nur das Wissen über die Funktionsweise des Gehirns und Kenntnisse auf neurobiologischer Organisationsebene. Ebenso ist die komplexe Situation einer Unterrichtsstunde für Schüler(innen) mit dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung von weitaus mehr Variablen abhängig, als dass neurobiologische Forschungsergebnisse darüber Aufschluss geben können.

Festhalten lässt sich jedoch mit Gewissheit, dass die Neurobiologie heute zu den innovativsten Wissenschaftsdisziplinen gezählt wird und dass sich die Erziehungswissenschaft mit ihren Teildisziplinen, zu denen auch die Geistigbehindertenpädagogik gehört, an den Forschungsergebnissen der Neurobiologen orientieren sollte, um den Anschluss an interdisziplinäre Diskurse nicht zu verlieren.

Da mentale Phänomene unverkennbar nicht ohne Weiteres auf biologische Korrelate reduzierbar sind, ist die Entwicklung eines *gleichberechtigten* Dialoges zwischen der Erziehungswissenschaft und der Neurobiologie, in dem die Erziehungswissenschaft nicht als eine Unterdisziplin verstanden wird, dringend notwendig. Es ist obligatorisch, dass die Erziehungswissenschaftler ihre Fragen und ihre Anliegen offen an die Neurobiologen stellen können, damit sich in kooperativer Zusammenarbeit Lösungen und Erklärungen bestehender und künftiger Probleme finden lassen.

Abschließend ist zu sagen, dass der interdisziplinäre Diskurs beider Wissenschaften erst ganz am Anfang steht. Demnach ist zu hoffen, dass sich in nächster Zukunft eine erfolgreiche Kooperation gestalten wird, in der sich die Neurobiologie als eine gewinnbringende Bezugswissenschaft der Erziehungswissenschaft präsentiert:

„Es gibt keine wichtigere, für die Sicherung der Zukunftsfähigkeit unserer Gesellschaft bedeutsamere und höher zu bewertende Aufgabe, als die zugewandte und kompetente Unterstützung der Versuche aller in dieser Gesellschaft hereinwachsende Kinder, die in ihnen angelegten Möglichkeit, zur Entfaltung zu bringen – und zwar von Anfang an“ (Hüther, 2006, S. 83).

6. Literaturverzeichnis

6.1. Monographien und Aufsätze

Becker, N. (2006). *Die neurowissenschaftliche Herausforderung der Pädagogik*. Bad Heilbrunn/Obb.: Verlagsbuchhandlung Julius Klinkhardt.

Birbaumer, N., Schmidt, R.F. (2003). *Biologische Psychologie*. 5. Aufl. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag.

BMBF (2005). *Lehr- Lern- Forschung und Neurowissenschaften- Erwartungen, Befunde, Forschungsperspektiven*. Bonn, Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung.

Braun, A. K., Meier, M. (2004). Wie Gehirne laufen lernen oder: „Früh übt sich, wer Meister werden will!“ Überlegungen zu einer interdisziplinären Forschungsrichtung „Neuropädagogik“. In: *Zeitschrift für Pädagogik*, 50 (4), S. 507-520.

Bundschuh (2003). *Emotionalität, Lernen und Verhalten. Ein heilpädagogisches Lehrbuch*. Bad Heilbrunn/Obb.: Verlagsbuchhandlung Julius Klinkhardt.

Damasio, A. (1999). *Descartes` Irrtum. Fühlen, Denken, und das menschliche Gehirn*. 4. Auflage. München: List Verlag.

Damasio, A. (2004). Der Emotionator. In: *Gehirn & Geist*, 2004 (2), S. 20-22.

Deutscher Bildungsrat (1974). *Empfehlungen der Bildungskommission. Zur pädagogischen Förderung behinderter und von Behinderung bedrohter Kinder und Jugendlicher*. Stuttgart: Klett.

Dilling, H., Mombour, W. & Schmidt, M. H. (1993). *Klassifikation psychischer Krankheiten. Klinisch-diagnostische Leitlinien nach Kapitel V (F) der ICD-10* (2. Aufl.). Bern: Huber.

Feuser, Georg (1989). Allgemeine integrative Pädagogik und entwicklungslogische Didaktik. In: *Behindertenpädagogik*, 28 (1), S. 4-48; Online unter: <http://www.bidok.uibk.ac.at/library/feuser-didaktik.html> (5.10.2006).

Feuser, G. (1995). *Behinderte Kinder und Jugendliche: zwischen Integration Aussonderung*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

Feuser, G. (1996). „Geistigbehinderte gibt es nicht!“ *Zum Verhältnis von Menschenbild und Integration* (1); Online unter: <http://www.bidok.uibk.ac.at/library/feuser-geistigbehinderte.html> (19.10.2006).

Feuser, G. (1999). Integration- eine Frage der Didaktik einer Allgemeinen Pädagogik“. In: *Behinderte in Familie, Schule und Gesellschaft*. 1999 (1); Online unter: <http://www.bidok.uibk.ac.at/library/beh1-99-frage.html> (15.10.2006).

Feuser, G. (1998). Vom Bewußtsein und der Bewußtheit. Eine lebensnotwendige Unterscheidung. In: *Behinderte in Familie, Schule und Gesellschaft*, 1998 (6); Online unter: <http://www.bidok.uibk.ac.at/library/beh6-98-feuser-bewusstheit.html> (10.10.2006).

Feuser, G. (2003). Lernen, das Entwicklung induziert. Grundlagen einer entwicklungslogischen Didaktik. In: Carle, Ursula u. Unckel, Anne (Hg.): *Entwicklungszeiten. Forschungsperspektiven für die Grundschule*. Bd. 8 des Jahrbuchs für Grundlagenforschung (142-152). Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.

- Forster, R. (2004): Offener Unterricht. In: Fischer, E. (Hg.). *Welt verstehen-Wirklichkeit konstruieren*. Dortmund: Borgmann.
- Fornefeld, B. (2002). *Geistigbehindertenpädagogik*. München, Basel: Reinhardt Verlag.
- Friedrich, G., Preiß, G. (2003): Neurodidaktik. Bausteine für eine Brückenbildung zwischen Hirnforschung und Didaktik. In: *Pädagogische Rundschau* 57 (2), S. 181-199.
- Gehirn & Geist (6/2004). *Das Manifest*. Heidelberg, Berlin: Spektrum Verlag; Online unter: http://www.gehirnundgeist.de/blatt/det_gg_manifest (10.09.2006).
- Gehirn & Geist (5/2005). *Wie wahr sind Erinnerungen*. Berlin: Spektrum Verlag.
- Glaserfeld, E. von (1996). *Über Grenzen des Begreifens*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Hanning, C. (2000). Zu den Empfehlungen zur sonderpädagogischen Förderung der Kultusministerkonferenz. In: Drave, W., Rumpler, F., Wachtel, P. (Hg.). *Empfehlungen zur sonderpädagogischen Förderung. Allgemeine Grundlagen und Förderschwerpunkte (KMK) mit Kommentaren* (41-54). Würzburg: Edition Bentheim.
- Heimann, P., Schulz, W. & Otto, G., (1965). *Unterricht - Analyse und Planung*. Hannover: Schroedel.
- Hermann, U. (2006). Lernen findet im Gehirn statt. Die Herausforderung der Pädagogik durch die Gehirnforschung. In: Caspary, R. (Hg.): *Lernen und Gehirn. Der Weg zu einer neuen Pädagogik* (85-98). Freiburg im Breisgau: Herder Verlag
- Hippokrates (1897): *Hippokrates. Sämtliche Werke*, Bd. II. H. Lüneburg: München 1897.
- Holzappel, G. (2003). *Mehr Selbstbewusstsein für die Pädagogik*. Eine Replik zum Schwerpunkttheft „Gehirn und Lernen“ des Forschungsreports Weiterbildung 3/2003; Online unter <http://www.hpsw.uni-bremen.de/guentherholzappel/images/aufsatz.pdf> (20.08.2006).
- Hüther, G., Adler, L. & Rüter, E. (1998). Die neurobiologische Verankerung psychosozialer Erfahrungen. In: *Zeitschrift für psychosomatische Medizin*, 45, S. 2-17.
- Hüther, G. (2001). *Bedienungsanleitung für ein menschliches Gehirn*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Hüther, G. (2004). Die Bedeutung sozialer Erfahrung für die Strukturierung des menschlichen Gehirns. Welche sozialen Beziehungen brauchen Schüler und Lehrer? In: *Zeitschrift für Pädagogik*, 50 (4), S 487-495.
- Hüther, G. (2006). Wie lernen Kinder? Voraussetzungen für gelingende Bildungsprozesse aus neurobiologischer Sicht. In: Caspary, R. (Hg.): *Lernen und Gehirn. Der Weg zu einer neuen Pädagogik* (70-84). Freiburg im Breisgau: Herder Verlag.
- Jank, W., Meyer, H. (2002). *Didaktische Modelle*. 5. Aufl. Berlin: Cornelsen.
- Jantzen, W. (1992). *Allgemeine Behindertenpädagogik. Band 1: Sozialwissenschaftliche und psychologische Grundlagen*. 2. Aufl. Weinheim: Beltz.

- Kandel, E.R., Schwartz, J.H., Jessel, T.M. (1996). *Neurowissenschaften. Eine Einführung*. Heidelberg, Berlin, Oxford: Spektrum
- Keiner, E. (2002). Rezeption und Verwendung erziehungswissenschaftliches Wissen. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 5, Beiheft 1, S. 241-250.
- Klafki, W. (1963). *Studien zur Bildungstheorie und Didaktik*. Weinheim: Beltz.
- Kleinginna, P. R., Kleinginna, A. M. (1981). A categorized list of emotion definitions, with suggestions for a consensual definition. *Motivation and Emotion*, 5, S. 345–379.
- KMK- Empfehlungen zum Förderschwerpunkt Geistige Entwicklung 1998. In: Drave, W., Rumpler, F. & Wachtel, P. (Hg.): *Empfehlungen zur sonderpädagogischen Förderung. Allgemeine Grundlagen und Förderschwerpunkte (KMK) mit Kommentaren*. Würzburg: Edition Bentheim 2000
- LeDoux, J. (2001). *Das Netz der Gefühle. Wie Emotionen entstehen*. München: Deutscher Taschenbuch Verlag.
- Lindemann, H., Vossler, N. (2000). Die Behinderung liegt im Auge des Betrachters. In: *Geistige Behinderung*. 39 (2), S. 100-111.
- Markowitsch, H. J. (1997). Neuropsychologie des menschlichen Gedächtnisses. In: *Spektrum der Wissenschaft* Dossier: Kopf oder Computer. S. 24-33.
- Markowitsch H.J., Daum, I. (2001). Neuropsychologische Erklärungsansätze für kognitive Phänomene. In: Pauen, M., Roth, G. (Hg.). *Neurowissenschaften und Philosophie. Eine Einführung* (210-237). München: Scherz.
- Markowitsch, H. J. (2002). *Dem Gedächtnis auf der Spur: Vom Erinnern und Vergessen*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Maturana, H., Valera, F. (1987). *Der Baum der Erkenntnis. Die biologischen Wurzeln des menschlichen Erkennens*. Bern, München: Scherz.
- OECD (2002). *Understanding the brain. Towards a new learning Science*; Online unter: <http://www1.oecd.org/publications/e-book/9102021E.PDF>, (15.9.2006).
- Peschel, F. (2006). *Offener Unterricht in der Evaluation*. Teil 1. Hohengehren: Schneider Verlag.
- Peterßen, W. H. (2000). *Handbuch Unterrichtsplanung*. München: Oldenbourg Schulbuch Verlag.
- Peterßen, W. H. (2001). *Lehrbuch Allgemeine Didaktik*. 6. Aufl. München: Oldenbourg Schulbuch Verlag.
- Preiß, G. (1996). *Neurodidaktik. Theoretische und praktische Beiträge*. Pfaffenweiler.
- Pritzel, M., Brand, M., Markowitsch H. J. (2003): *Gehirn und Verhalten. Ein Grundkurs der physiologischen Psychologie*. Heidelberg, Berlin: Spektrum Verlag.
- Reich, E. (2005). *Denken und Lernen. Hirnforschung und pädagogischen Praxis*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Reich, K. (1996). *Systemisch-konstruktivistische Pädagogik. Einführung in Grundlagen einer interaktionistisch-konstruktivistischen Pädagogik*. Neuwied u.a.: Luchterhand.

- Reich, K. (1997). Systemisch-konstruktivistische Didaktik. Eine allgemeine Zielbestimmung. In: Voß, R. (Hg.). *Die Schule neu erfinden. Systemisch-konstruktivistische Annäherungen an Schule und Pädagogik*. Neuwied u.a.: Luchterhand.
- Reich, K. (2002). *Konstruktivistische Didaktik. Lehren und Lernen aus interaktiver Sicht*. Neuwied u.a.: Luchterhand.
- Reuschenbach, B. (2002). *V Kognitiv-physiologische Emotionstheorien*. Online unter: http://www.emotionspsychologie.uni-hd.de/emotio2002/pdf_files/kapitel5.pdf (20.10.2006).
- Roth, G. (1997). *Das Gehirn und seine Wirklichkeit. Kognitive Neurobiologie und ihre philosophischen Konsequenzen*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Roth, G. (2003). *Fühlen, Denken, Handeln. Wie das Gehirn unser Verhalten steuert*. 2. vollständig überarbeitete Auflage. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Roth, G. (2004b). Warum sind Lehren und Lernen so schwierig? In: *Zeitschrift für Pädagogik*, 50 (4), S. 496-506.
- Roth, G. (2006). Möglichkeiten und Grenzen von Wissensvermittlung und Wissenserwerb. Erklärungsansätze aus Lernpsychologie und Hirnforschung. In: Ralf Caspary, R. (Hg.). *Lernen und Gehirn. Der Weg zu einer neuen Pädagogik* (54-69). Freiburg im Breisgau: Herder Verlag.
- Saal, F. (1994). *Leben kann man nur sich selber - Texte 1960-1994*. Düsseldorf: Verlag selbstbest. Leben.
- Schacter, D. L. (1996). *Searching for Memory. The Brain, the mind, and the past*. New York: Basic Books.
- Scheich, H. (2004). Das Manifest. In: *Gehirn & Geist*, 2004(6). Heidelberg, Berlin: Spektrum Verlag; Online unter: http://www.gehirnundgeist.de/blatt/det_gg_manifest (10.09.2006)
- Scheunpflug (2001). *Biologische Grundlagen des Lernens*. Berlin: Cornelsen.
- Schumacher, R. (2006). Wie viel Gehirnforschung verträgt die Pädagogik? Über die Grenzen der Neurodidaktik. In: Caspary, R. (Hg.): *Lernen und Gehirn. Der Weg zu einer neuen Pädagogik* (12-23). Freiburg im Breisgau: Herder Verlag.
- Singer, W. (2002). *Der Beobachter im Gehirn. Essays zur Hirnforschung*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Siebert, H. (2003). Das Anregungspotential der Neurowissenschaften. In: *Report 3/2003; Literatur- und Forschungsreport. Weiterbildung: Gehirn und Lernen*. (9-13) Bertelsmann.
- Singer, W. (2003): Was kann ein Mensch wann lernen? Ein Beitrag aus der Sicht der Hirnforschung. In: Fthenakis, W.E. (Hg.): *Elementarpädagogik nach PISA*. (67-77) Freiburg: Herder.
- Speck, O. (1987). *System Heilpädagogik. Eine ökologisch reflexive Grundlegung*. München: Reinhardt.
- Speck, O. (1993). Geschichtliche Entwicklung der sozialen und pädagogischen Hilfe. In: Speck, O. (Hg.). *Menschen mit geistiger Behinderung und ihre Erziehung* (13-39). München: Reinhardt.
- Speck, O. (1997). *Menschen mit geistiger Behinderung und ihre Erziehung. Ein heilpädagogisches Lehrbuch*. 8.Aufl. München: Reinhardt.
- Spitzer, M. (1996). *Geist im Netz. Modell für Lernen, Denken und Handeln*. Heidelberg, Berlin: Spektrum.

- Spitzer, M. (2002). *Lernen. Gehirnforschung und die Schule des Lebens*. Heidelberg, Berlin: Spektrum.
- Spitzer, M. (2006). Medizin für die Schule. Plädoyer für eine evidenzbasierte Pädagogik. In: Caspary, R. (Hg.): *Lernen und Gehirn. Der Weg zu einer neuen Pädagogik* (23-36). Freiburg im Breisgau: Herder Verlag.
- Stern, E. (2004). Wie viel Hirn braucht die Schule? Chancen und Grenzen einer neuropsychologischen Lehr- Lern- Forschung. In: *Zeitschrift für Pädagogik*, 50 (4), S. 531-538.
- Teepe, H. (2005). *Welche Bedeutung haben die Neurowissenschaften für die Fremdsprachendidaktik? Eine pro- und retrospektive Studie in bezug auf Theorie und Praxis*; Online unter: http://deposit.d-nb.de/cgi-bin/dokserv?idn=975934724&dok_var=d1&dok_ext=pdf&filename=975934724.pdf (10.10. 2006).
- Terhart, E. (1999). Konstruktivismus und Unterricht. Gibt es einen neuen Ansatz in der Allgemeinen Didaktik? In: *Zeitschrift für Pädagogik*, 45 (5), S. 629-647.
- Vygotskij , L.S. (1987). *Ausgewählte Schriften*. Bd. 2. Köln: Pahl-Rugenstein.
- Wagner, M. (2000): *Menschen mit geistiger Behinderung und ihre Lebenswelten. Ein evolutionär- konstruktivistischer Versuch und seine Bedeutung für die Pädagogik*. 2., vollst. überarb. Aufl. Bad Heilbrunn/Obb.: Klinkhardt.
- Wallrabenstein, W. (1994). *Offene Schule – Offener Unterricht*. Hamburg, Rowohlt Taschenbuch Verlag.
- Welzer, H., Markowitsch H. J. (2001). Umriss einer interdisziplinären Gedächtnisforschung. In: *Psychologische Rundschau*, 52 (4), Göttingen: Hogrefe-Verlag.
- Zenke, K. G., Schnaub, H. (2002). *Wörterbuch Pädagogik*. München: Deutscher Taschenbuch Verlag.
- Zimbardo, Phg. G./ Gerrig, G. (2003). *Psychologie*. 7. Aufl. Berlin/ Heidelberg/ New York: Springer Verlag.

6.2. Zeitungsartikel

- Der Spiegel (01.07.2002). „Begeisterung diszipliniert.“ Der Magdeburger Hirnforscher Henning Scheich über richtigen und falschen Unterricht. S. 76-77.
- Focus (17.12.2001). Die ersten zehn Jahre entscheiden. Der Neurobiologe Ernst Pöppel über die Entwicklung des Gehirns, das Lernen und die Defizite unseres Schulsystem. S. 42.
- Scheich, H. (2003). Lernen unter der Dopamindusche. Was uns Versuche an Mäusen über die Mechanismen des menschlichen Gehirns verraten. *Die Zeit* Nr. 39. Online unter: http://www.zeit.de/2003/39/Neurodidaktik_2 (29.09.2006)
- Spitzer, M. (2003). Medizin für die Pädagogik. *Die Zeit* Nr. 39. Online unter: <http://www.zeit.de/2003/39/Neurodidaktik>, (29.09.2006)

Stern, E. (2003). Rezepte statt Rezeptoren. *Die Zeit* Nr. 40. Online unter:
<http://www.zeit.de/2003/40/Neurodidaktik2> (05.10.2006)