

# Neurodidaktische Reflexionen

Neurobiologische Ergebnisse grundschuldidaktisch  
gewendet

Thomas Bürger

2007



## Inhaltsverzeichnis

|  |            |
|--|------------|
| <b>1. EINLEITUNG .....</b>                           | <b>5</b>   |
| <b>2. LERNEN MIT ALLEN SINNEN.....</b>               | <b>19</b>  |
| <b>3. LERNEN DURCH UMSTRUKTURIEREN.....</b>          | <b>36</b>  |
| <b>4. LERNEN DURCH ERINNERN.....</b>                 | <b>56</b>  |
| <b>5. LERNEN DURCH IRRITATION.....</b>               | <b>70</b>  |
| <b>6. LERNEN IN GÜNSTIGEN BEDINGUNGEN .....</b>      | <b>87</b>  |
| <b>7. LERNEN ZWISCHEN BEZIEHUNG UND INHALT .....</b> | <b>102</b> |
| <b>8. ZUSAMMENFASSUNG.....</b>                       | <b>112</b> |
| <b>9. LITERATURVERZEICHNIS .....</b>                 | <b>118</b> |



# 1. Einleitung

*Lernen ist Vorfreude auf sich selbst. (SLOTERDIJK, P.<sup>1</sup>)*

Im Bundesland Hessen unterrichteten im Jahr 2006 jeden Werktag 55000 Lehrer an ca. 2000 Schulen und erteilten damit mehr als 250 000 Schulstunden Unterricht pro Tag. Anders gewendet: Ein deutscher Gymnasiast, der 13 Jahre in die Schule geht, hat mehr als 13000 Unterrichtsstunden erlebt.

Allein das Problem bleibt, dass niemand exakt eruieren kann, ob nun wirklich die geplanten und durchgeführten Unterrichtsvorhaben ihr Ziel erreicht haben. Niemand kann beschreiben, wie erfolgreich Unterricht ist. Niemand kann dessen Effizienz exakt evaluieren, geschweige denn exakte Daten generieren, um die Effektivität von Unterricht in Hessen, Brandenburg oder Nepal zu bewerten.

Dabei hat es mich immer wieder in Erstaunen versetzt, was die Kinder, welche ich unterrichtet habe, nach vier Grundschuljahren wussten und konnten. Ob diese Kenntnisse und Fähigkeiten durch meinen Unterricht erreicht, begünstigt oder vielleicht nur nicht verhindert worden sind, entzieht sich meiner Kenntnis. Und auch wenn wir nach 9, 10 oder 13 Schuljahren das Gefühl haben, nicht wirklich das zu beherrschen, was wir eigentlich in der langen Zeit alles hätte lernen können, so haben wir doch mehr Kenntnisse und Fertigkeiten, als jene, die keine Schule besucht haben. Es mag ein geringer Trost sein, aber denjenigen, die ein paar Jahre Englischunterricht genießen durften, gelingt eine Konversation in English besser, als denjenigen, die nie entsprechenden Unterricht hatten. Zugleich ist zu beobachten, dass trotz gleichen Unterrichts sich Kinder unterschiedlich schnell entwickeln, mehr oder weniger Wissen zur Verfügung haben, eine hilfreiche Anzahl an Fertigkeiten haben oder nicht.

Dabei bestehen zunächst drei grundlegende und miteinander eng verknüpfte Hindernisse, welches didaktisches Handeln erschwert:

Zum einen fehlen geeignete Technologien, um unterrichtliches Handeln risikofrei zu gestalten. Das Problem ist, dass Unterricht stattfindet und niemand verlässliche Daten über Lernprozesse und daraus erwachsenden Lernerfolg zur Verfügung hat. Dennoch wollen und müssen Lehrer Unterricht planen, arrangieren und reflektieren. Der Systemtheoretiker NIKLAS LUHMANN (1982, S.14) benannte dieses Problem einmal

<sup>1</sup> Zitiert nach KAHL R. U. WESTRICH G. (1999) Geile Schule voll das Leben. In: GEO Wissen 1/1999.

folgendermaßen: „Das Erziehungssystem ist strukturell durch ein Technologiedefizit geprägt. Der Technologiebegriff bezeichnet hier einen Zusammenhang von Verfahren, die dazu benutzt werden, um Materialien mit vorhersehbaren Wirkungen und erkennbaren Fehlerquellen von einem Zustand in einen anderen umzuformen“. Das heißt, dass Methoden und entsprechende Modelle fehlen, die gelingendes Handeln ermöglichen, berechenbar machen und einer allgemeingültigen Bewertung Stand halten. Obgleich also geeignete Technologien fehlen, bestünde wenigstens die Option, gemeinsame Standards für verbindlich zu erklären. Aber zum zweiten mangelt es auch an methodisch- didaktischen Standards, auf die man sich gemeinsam verständigt hätte. Mögliche Ursache dafür ist die allgemeine Philosophie der Postmoderne, deren Kerngedanke ein „*everything goes*“ ist, was eine allgemeingültige und einmal ausgehandelte Verbindlichkeit verhindert. Etwas verkürzt und pointiert ließe sich vielleicht formulieren, dass allein darin der Konsens besteht, dass genau jener abhanden gekommen zu sein scheint. Autoritäten werden fortlaufend in Frage gestellt, ausgesessen und neue Verhandlungsrunden erzwungen. Bei jedwedem Problem müssen mit allen Beteiligten und Betroffenen Verhandlungen geführt werden, weil es immer Personen gibt, die Entscheidungsfindungsprozesse und Entscheidungen nicht akzeptieren können. Jedes Mal gibt es jemanden, der sich benachteiligt, zu Unrecht beschuldigt oder missverstanden fühlt. Entsprechend muss ein Mensch, will er sich in der globalisierten Welt ohne dauerhafte Konflikte bewegen, lernen sich permissiv zu verhalten und Beliebigkeit als status quo akzeptieren. Neben dem Problem des Technologiedefizits erscheint es hinsichtlich dieser geistigen Haltung gar nicht möglich, pädagogische Ziele, didaktische Intentionen und methodische Vorgehensweisen für alle verbindlich zu formulieren. Vermutlich sind deshalb viele bildungspolitischen Versuche nach dem zweiten Weltkrieg, in Deutschland Schule „top down“ zu reformieren und zu innovieren, meist sehr zögerlich angegangen worden, wenn sie nicht durch politisch-ideologische Diskussionen zerredet wurden. Sobald also der nötige Handlungsspielraum zur Verfügung steht, handeln wir entsprechend der Maxime eines unbekanntem Autors: „*Bei uns macht jeder, was er will, keiner was er soll, aber alle machen mit.*“ Natürlich wünsche ich mir keine autoritären Strukturen, die keine Kontingenz ermöglichen. Ich sehe in dieser Haltung auch eine Chance zur Veränderung. Je nach Standpunkt wird man Ereignisse und Vorhaben unterschiedlich bewerten. Wer heute von der aktuellen Bildungspolitik enttäuscht ist, kann darauf trauen, dass sie sich in wenigen Jahren wieder verändert. Nichts scheint von Dauer zu sein, was man bedauern mag. Zugleich

wird daraus aber die Hoffnung für weitere Reformen geboren. Auch wenn es anstrengend und zeitaufwändig ist, so erscheint nichts stabiler zu sein als das Provisorium.

Neben dieser gesellschaftlich anerkannten Egalisierung und Beliebigkeit besteht noch eine dritte Herausforderung, der sich ein Lehrer stellen muss. Die Unterrichtsforschung hat in den letzten Jahren erbracht, dass es keine Unterrichtsmethode gibt, die Lernerfolg und Lernfortschritte garantiert. Nachdem immer wieder Versuche unternommen wurden, in denen der Beweis erbracht werden sollte, dass Offener Unterricht, Darstellendem Unterricht vorzuziehen sei und dass Gruppenunterricht vorteilhafter ist, als das einsame Sitzen vor dem PC, musste man nach genauer Analyse der Ergebnisse erkennen, dass keine signifikanten Daten vorhanden wären, die eine gültige normative Aussage über bestimmte Methoden zulassen. EWALD TERHART (1997, S.79) beurteilt ein entsprechendes Forschungsergebnis so: *„Das Resultat dieses Forschungsprogramms ist ernüchternd: ‚Die‘ beste Methode gibt es nicht – sofern man die gemessene Lernleistung der Schüler als Effektivitätskriterium zugrunde legt. Mit schöner Regelmäßigkeit zeigten sich entweder keine Differenzen, oder aber die Resultate fielen nicht eindeutig genug zugunsten dieser oder jener Lehrmethoden aus“*. Allenfalls lassen sich Chancen und Grenzen benennen, wie dies TERHART in seinem Buch: Lehr-Lern-Methoden (1997) diskutiert. Jede Methode, sei es Freie Arbeit oder Frontalunterricht, Projektarbeit oder E- learning hat damit ihre Berechtigung und Begrenztheit. Als schwacher Konsens hat sich weitgehend durchgesetzt, dass eine gewisse Methodenvielfalt anzustreben sei. Die Negativfolie allerdings öffnet auch hier der Beliebigkeit Tür und Tor. Misslingt es Didaktikern, Präferenzen zu benennen, fragen sich angehende Lehrerinnen und Lehrer, wieso sie sich überhaupt mit irgendeiner Didaktik beschäftigen sollten.

Bildungstheoretiker lösen die Spannung zwischen Bildungsbedarf und Technologiedefizit, Beliebigkeit und Methodenwillkür damit auf, dass sie die letzte Verantwortung für den Lernprozess beim Lernenden belassen. In der Kurzform heißt dies dann: Bildung ist Selbstbildung. Das meint, Lern- und Bildungsprozesse seien nicht transferierbar, sondern individuelle und einmalige Prozesse.

Dabei gilt, dass unterrichtliches Handeln nicht verschoben werden kann, bis eine geeignete, allgemeingültige und wissenschaftlich gut zu beobachtende Didaktik entwickelt worden ist. Kinder müssen unterrichtet werden, genauso wie Kranke behandelt und politische Entscheidungen getroffen werden müssen, ohne das jemand

tatsächlich wüsste, welcher Unterricht der beste, welches Medikament das wirksamste und welches Gesetz das nachhaltigste ist. Dies ist das Los jeder Profession.

Fehlen verbindliche und zu favorisierende methodische Entwürfe, liegt die Auswahl des vernünftigen Gebrauchs von didaktischen Konzepten und deren methodischer Umsetzung in der Hand der einzelnen Lehrkraft. Die Lehrerin entscheidet vor Ort. Sie hat durch entsprechende Erfahrungen, Beobachtungen und Reflexionen ihr Handeln auf die individuellen Gegebenheiten, also der Lernfähigkeit der Kinder und ihrer soziokulturellen Herkunft anzupassen. Dabei ist sie im Klassenzimmer in den meisten Fällen in der Interaktion mit den Schülern auf sich alleingestellt und muss bisweilen unter Handlungsdruck agieren.

Damit die Kontingenz, also die Beliebigkeit des Handelns, so weit begrenzt ist, dass die vom Lehrer erwünschten Prozesse die Gelegenheit erhalten, sich gegenüber anderen unerwünschten Aktionen durchzusetzen, müssten deshalb im Vorfeld trotz aller diskutierten Hindernisse reflektierte und begründbare Planungsentscheidungen getroffen werden. Hierzu bedarf es einer Konstruktion dessen, wie Lernen in Gruppen gelingen kann. Der Lehrer muss sich damit auseinandersetzen, welchen Inhalt er in den Fokus der Schüler stellt und muss im Vorfeld klären, wie die Aneignung des Lerngegenstands geschehen soll. Stehen der Lehrkraft keine didaktischen Konzepte und Orientierungen zur Verfügung, geschieht Planung intuitiv. Ich stelle nicht in Abrede, dass auch so ein Unterricht Lernen ermöglicht und im besten Falle Erkenntnisse und Verhaltensveränderungen bei den Schülern auslöst. Allerdings bleibt die intuitiv und kaum reflektierte Unterrichtsplanung gegenüber einer kritischen Überprüfung verschlossen. Der Lehrer kann im Nachhinein nur sehr ungenau benennen, analysieren und kritisch bewerten, welche Handlungen lernfördernd waren und welche im Kontext der Lernfähigkeit der Schüler vermieden werden sollten. Dadurch bewegt sich der Lehrer im Feld permanenter Unsicherheit. Sein Handeln mag von der Idee beseelt sein, Lernprozesse zu organisieren, die den Kindern Freude bereiten, im Kern erscheint es aber willkürlich. DIETHELM WAHL (2005, 7) hat hierzu ein amüsantes Bonmot veröffentlicht: *„Was ist ein Praktiker? Dies ist ein Mensch, bei dem alles funktioniert, aber er weiß nicht, warum. Was ist ein Theoretiker? Dies ist ein Mensch, der zwar weiß, wie es geht, bei dem aber nichts funktioniert. Was ist eine theoretisch fundierte Praxis? Dies ist vermutlich die Verbindung beider Aspekte: ein Arbeitsfeld, in dem nichts funktioniert und keiner weiß warum.“* WAHL gelangt im weiteren Verlauf seines Buches eher zu dem ernüchternden Ergebnis, dass sehr viele Lehrer eher intuitiv handeln und

mit der Zeit stabile subjektive Theorien entwickeln und sich nur wenig von wissenschaftlichen Ergebnissen beeindrucken lassen, geschweige denn eine Lerntheorie oder eine ausgewählte Didaktische Theorie nutzen.

Trotz Technologiedefizit, postmoderner Beliebigkeit und fehlenden geisteswissenschaftlichen Ergebnissen hinsichtlich eines zielführenden didaktischen Handelns, halte ich es dennoch für hilfreich, methodisch- didaktisches Handeln zu verorten, d.h. auf die Basis von annähernd objektiven, reliablen und validen Ergebnissen zu stellen. Da die Methoden der Geisteswissenschaft offenbar unzureichend sind und von Lehrerinnen und Lehrern wenig Beachtung erfahren, erscheint mir eine Hinwendung zur Naturwissenschaft konsequent. Im Hinblick auf Lern- und Bildungsprozesse liegt es damit quasi auf der Hand, sich mit Neurobiologie zu beschäftigen.

In den Überlegungen hinsichtlich einer Neurodidaktik, liegt der Fokus dabei weniger auf der Professionalität des Lehrers, den soziokulturellen Vorsetzungen der Schüler oder den organisatorischen Grenzen und Funktionen der Schule. Die sozio- politische Relevanz bildender Inhalte, wie dies beispielsweise in der bildungstheoretischen Didaktik von Bedeutung ist, wird hier nicht mitdiskutiert. Obgleich sich also didaktische Überlegungen ohne eine Reflexion auf die politische und soziale Bedeutung des Wissens für das 21. Jahrhundert nicht bis in letzter Konsequenz denken lassen, sollen sie hier nur marginal behandelt werden. Dies wurde in anderen Didaktiken zur genüge abgearbeitet und muss hier nicht wiederholt werden. Im Zentrum der Neurodidaktik befindet sich die Lernfähigkeit des Gehirns, unabhängig aller systemischen Begrenzungen. Die Neurodidaktik interessiert besonders, wie Inhalte und Methoden genutzt werden, damit diese von den neuronalen Strukturen erfasst und weiterverarbeitet werden können. In diesem Sinne ist die Neurodidaktik, wie jede andere Didaktik auch, an der Interpenetration (NIKLAS LUHMANN 1987), also der wechselseitigen Ermöglichung des zu belehrenden Klientel interessiert.

Im Zentrum der Überlegungen stehen hier nun neurobiologische Forschungsergebnisse. Dass bisweilen unüberwindliche Grenzen der Erforschung des Gehirns bestehen, mag den Enthusiasmus, sich mit Neurodidaktik zu beschäftigen, schmälern. Zentraler Wert einer Neurodidaktik bleibt das unerschrockene Interesse am menschlichen Denken. Damit ist sie zunächst kulturunabhängig. Bildungswerte Inhalte werden nicht im Kontext von Geschichte und Gegenwart des sozialen Systems bewertet, sondern im

Blick auf die Lernfähigkeit des neuronalen Systems. Der Mensch und seine physiologischen Voraussetzungen stehen im Zentrum dieser Überlegungen. In diesem Sinne ist die Neurodidaktik radikal lernerorientiert.

Wünschenswert wäre es, hier eine Didaktik zu generieren, die eine gewisse Unabhängigkeit von zeitgebenden Überlegungen gestattet, sich dagegen gezielt am „neuronalen Menschen“ (CHANGEUX JP 1984) und an seinen gegenwärtigen und zukünftigen Bedürfnisse, sich die Welt eigen zu machen und sich selbst dabei immer besser zu begreifen orientiert.

Dieser interdisziplinäre Ansatz, sich über vorhandene neurobiologische Forschungsergebnisse ganzheitliche Lernvorgänge zu erschließen, ist allerdings nicht neu. Die kognitive Psychologie hat bereits ab der Mitte des letzten Jahrhunderts versucht, neurophysiologische Befunde für sozialwissenschaftliche Arbeiten fruchtbar zu machen. Im Blickpunkt dieser Disziplin steht der Versuch, die individuellen, also persönlich- intellektuellen Leistungen zu optimieren. Ziel ist es, Verhaltensänderungen durch Erkennen herbeizuführen (ANDERSON JR 1962).

Den wohl bekanntesten populärwissenschaftlichen Versuch, didaktisches Handeln durch neurobiologische Forschungsergebnisse zu reflektieren und nutzbar zu machen, wagte FREDERIK VESTER mit seinem Buch: "Denken, Lernen, Vergessen" von 1975. Er hat die damaligen aktuellen neurobiologischen Ergebnisse in eine praktische Lerntheorie eingebunden. Die Schulpädagogik reagierte euphorisch, und in verschiedenen Veröffentlichungen wurde versucht, die Reflexionen VESTERS aufzugreifen und für schulpädagogische Begründungen zu nutzen (HEITKÄMPER, P. 1995; BRUMMACK F.W. 1993, BRÜGELMANN H. 1986; BECKER, G. 1999).

Anfang der neunziger Jahre wurde begonnen, einzelne Lehrmethoden unter dem Begriff „Neurodidaktik“ oder „neurodidaktische Lernkonzepte“ zusammenzufassen. Allerdings handelte es sich hierbei zunächst eher um Methoden aus dem psychotherapeutischen Bereich, genau genommen um Suggestivtherapien wie z. B. NLP, Brain Gym und Suggestopädie<sup>2</sup>. Viele dieser Ansätze gehen von der Prämisse aus, dass die Schule qua

<sup>2</sup> NLP versucht mit Hilfe von angeblich präzisen Techniken die kommunikativen Strukturen zwischen Klient und Therapeut zu verbessern. Langfristig soll gelernt werden, mit dem Unbewussten zu kommunizieren. Brain Gym will durch bestimmte Muskelbewegungen die Kommunikation im Gehirn fördern. Die Suggestopädie oder Lozanovsche Methode will Lernen arrangieren, in dem durch physische oder mentale Entspannungsübungen auf Unterricht vorbereitet wird.

Institution krankmachende Strukturen beinhalte. Durch entsprechende Vorübungen könnten Schüler und Schülerinnen diese Verhältnisse überwinden und ihre Bereitschaft zum Lernen, Wiederholen, zur Geduld und Konzentration aus sich selbst heraus freisetzen.

Ende der neunziger Jahre wurde der Begriff der Neurodidaktik vermutlich von G. PREIB, Mathematikdidaktiker der Pädagogischen Hochschule Freiburg eingeführt. Fast zeitgleich begann auch die Neurophysiologin G. TEUCHERT-NOODT von der Universität Bielefeld diese Gedanken zu reflektieren. Ein weiterer wichtiger Pionier ist MANFRED SPITZER von der Universität Ulm, der mit seinem Buch "Lernen -Gehirnforschung und die Schule des Lebens" (2002) hinsichtlich dieser Überlegungen wichtige Impulse gegeben hat.

Kritische Anfragen an die Neurodidaktik wurden jüngst von dem Züricher Pädagogen DOMINIK GYSELER (2006) gestellt. Er befürchtet, dass die neurologischen Befunde zu schnell psychologisiert werden und pädagogische Maßnahmen bisweilen zu unreflektiert legitimieren. Mit diesem Vorwurf soll in der vorliegenden Arbeit konstruktiv umgegangen werden.

Entsprechend müssen an dieser Stelle auch ein paar Einschränkungen diskutiert werden, die das Problem der „Neurodidaktik“ kennzeichnen. Damit soll zunächst vor allzu vorschnellem Optimismus gewarnt werden.

Alle Daten, auch die der Neurobiologie, bedürfen nach eingehender Analyse einer reflektierten und theoriebasierten Interpretation. Aus diesem Grund habe ich für die Transformation der physiologischen Befunde hinsichtlich der von mir angestellten didaktische Überlegungen die konstruktivistische Lerntheorie gewählt. Dies hat mehrere Gründe. Zunächst hat der operationale Konstruktivismus als Lerntheorie mittlerweile innerhalb der aktuellen didaktischen Diskussion einen bedeutsamen Stellenwert erreicht. Dies ist einer Reihe namhafter Erziehungswissenschaftler zu verdanken. Stellvertretend seien hier KERSTEN REICH (2002) als auch HORST SIEBERT (2002) zu nennen, von denen ich am stärksten beeinflusst worden bin. Außerdem eignet sich der operative Konstruktivismus, wie er u.a. von den beiden Chilenen MATURANA und VALERA (1984) in der Auseinandersetzung mit den Vorgängen des Lebens entwickelt wurde, besonders gut, da der Ursprung der Theorie im Wesentlichen auf der Biologie fußt.

Der operative Konstruktivismus stellt dabei zunächst zwei sich widersprechende Axiome auf. Zum einen wird davon ausgegangen, dass alle Systeme, so auch die psychischen Systeme autopoietisch, selbstreferenziell und operational geschlossen sind. Autopoiesis meint, dass jedes System zunächst allein damit beschäftigt sei, seine zum Selbsterhalt notwendigen Funktionen aufrechtzuerhalten. D.h., Aufgabe einer Person sei es, die eigene Lebensfähigkeit immer wieder zu sichern. Autopoietische Systeme zeichnen sich eben auch dadurch aus, dass sie zwischen „intern“ und „extern“ zu unterscheiden verstehen. Diese Grenzziehung zwischen dem Bezug auf sich selbst (Selbstreferenz) und dem anderen (Fremdreferenz) schafft zugleich die Voraussetzung für autonomes Handeln. Problematisch erscheint der Begriff der Autopoiesis, als „Selbsterhalt“, wenn man darüber nachdenkt, wie selbstzerstörerisch menschliches Handeln nach außen erscheint.

Diese Autonomie meint allerdings auch, dass alle Handlungen innerhalb des Systems geschehen. So wird auch das „scheinbar“ außerhalb seiner selbst Erlebte ja tatsächlich intern, also im Gehirn selbst, zu einem scheinbar Ganzen verarbeitet. Eine „Sicherheit“, ob das Erlebte auch „tatsächlich“ vorhanden ist, kann letztlich nicht gewährleistet werden. Das bedeutet, dass die wahrgenommene Wirklichkeit vom Gehirn „erfunden“ wird. Neurobiologen behaupten, dass nur etwa 0,1% der Synapsen im Gehirn einem Austausch von Daten mit der Umwelt oder dem eigenen Körper dienen. Das bedeutet, dass das Gehirn vor allem mit sich selbst „quatscht“.

Dies schließt die Tatsache ein, dass wir das von außen Kommende tatsächlich tief im Inneren unseres Gehirns erleben. Zugleich fehlt uns die Fähigkeit, unsere eigenen neuronalen Vorgänge dabei parallel zu beobachten. Was gelingt, ist, aus den über die Sinne empfangenen Signalen „Wahrnehmung“ zu konstruieren. Aus einigen wenigen Teilchen, welche in der Lage sind, Luft in Schwingungen zu versetzen, entschlüsseln die Nervenzellen Reize, die im Gehirn zu Musik oder lästigen Geräuschen zusammengesetzt werden. Aus elektromagnetischen Wellen werden wohltuende oder widerwärtige Farben generiert. Aus einzelnen deutlichen Linien entstehen Bilder. Nur wenige Moleküle eines Geruchsstoffs genügen, um festzustellen, ob etwas faulig und schlecht geworden zu sein scheint. In Anlehnung an die Konstruktionsleistung des Gehirns, aus einer Fülle an Daten, nur bestimmte auszuwählen und diese zugleich zu einem komplexen Ganzen zu verbinden, muss davon ausgegangen werden, dass in ähnlicher Weise auch mit abstrakten Daten verfahren wird (HEINZ VON FOERSTER 1998).

Hinsichtlich dieser Vorüberlegungen geht, trotz aller „operationaler Geschlossenheit“, die Neurodidaktik davon aus, dass „Lernen“, möglich sei. Das bedeutet zunächst, dass das Gehirn in der Lage ist, mit Hilfe seiner Sinne die Welt wahrzunehmen. Lösen relevante Wahrnehmungen intellektuelle Störungen aus, kommt es zu einem Konflikt. Die bisherigen Annahmen müssen auf ihre Gültigkeit in Bezug auf die Wahrnehmung überprüft werden. Konstruktivisten sprechen statt des Lernbegriffs von „Irritation“ oder „enttäuschter Erwartung“ von „Perturbation“. Sie meinen, dass Lernvorgänge dadurch möglich werden, dass das bisherige, gleichsam routinierte Handeln nicht mehr selbstverständlich und störungsarm gelingt. Vielmehr kommt es durch Irritationen zu Situationen, die zunächst als nicht mehr bewältigbar eingestuft werden können.

Obgleich also der Schüler eine nach außen hin abgeschlossene und damit unverfügbare Person ist, ist es dennoch die Kernkompetenz jeder Lehrperson zu lehren, erziehen, beurteilen, beraten und zu innovieren (DEUTSCHER BILDUNGSRAT 1970, S. 217-220). Entsprechend besteht die professionsbedingte Aufgabe, geeignete und hilfreiche Mittel und Wege zu finden, wichtige bildende Inhalte so an die nachfolgende Generation weiterzugeben, damit es dieser gelingt, die Anforderungen des Alltags, dem fortlaufenden Aufbau der demokratischen Gesellschaft und den stetigen Wandel durch Politik und Technik, Wissenschaft und Marktwirtschaft gekonnt zu bewältigen und aktiv zu gestalten.

Die operationale Geschlossenheit hat allerdings durchaus Vorteile. Die Neurobiologie als Lehre des Gehirns ist zwar in Ansätzen dazu in der Lage, über die physiologischen Befunde hinaus, Aussagen darüber zu treffen, in welcher Art und Weise das menschliche Gehirn Daten entgegennimmt, weiterverarbeitet, in bestehende Netze integriert und mit weiteren Informationen assoziiert. Allerdings sind die bisherigen objektiven Daten in ihrer Ausbeute zu ungenau, um die tatsächlichen Abläufe des menschlichen Denkens bis in alle Einzelheit erfassen, verstehen und beschreiben zu können. Darüber hinaus gehe ich davon aus und verbinde damit zugleich die Hoffnung, dass sich der menschliche Geist nie wirklich bis ins letzte Detail erforschen lässt. Anderes formuliert: Jede Fremd- als auch Selbstbeobachtung hat, so meine stille Annahme, ihre Grenzen. Vermutlich befindet sich die Linie der Unerforschbarkeit dort, wo das Denken, obgleich an Materie gebunden, nicht aus sich selbst heraustreten kann, um sich von außen zu betrachten. Obwohl wir also wissen, dass unser Denken und Fühlen der weißen Masse unterhalb der Schädeldecke entspringt, fällt es doch schwer zu verstehen, wie Bewusstsein und Materie korrespondieren, um dies zu ermöglichen.

Damit bleibt auf der einen Seite eine einforderbare Verbindlichkeit ausgeschlossen. Auf der anderen Seite aber garantiert diese Intransparenz des Gehirns Gedankenfreiheit. Da bisher kein Mensch wissen kann, was in einem anderen Menschen vorgeht, geschweige denn erraten kann, was sich in zwanzig oder mehr Personen an Interpenetrationsprozessen, also an sich wechselseitig zur weiteren Entfaltung des Selbst anregenden Prozesse ereignet, ist eine letzte Kontrolle der Lehr- und Lernprozesse innerhalb einer Schülergruppe ausgeschlossen. Lehrer müssen sich also damit abfinden, dass ihre Schüler intrasparent, also in ihrer Komplexität verschlossen bleiben. Keine Didaktik ist auch nur annähernd in der Lage, die Komplexität aller Bedürfnisse, Erwartungen, Ängste usw. aller Beteiligten, einschließlich des Lehrers selbst, so zu steuern, dass intendiertes Lernen zweifelsfrei gelingt.

Allerdings wird der Lehrer wegen seines Wissensvorsprungs und seiner Fähigkeit, dieses Wissen didaktisch aufbereiten zu können, zum professionellen Lernhelfer. Daraus erwächst eine durchaus produktive Spannung des Experten gegenüber dem Lerner, wodurch gleichsam ein asymmetrisches aber förderliches, weil pädagogisches Verhältnis entsteht. Wobei sich aber die Komplexität dieses pädagogischen Verhältnisses dadurch erhöht, dass auch der Schulpädagoge für den Lernenden operational geschlossen bleibt. Für die Schüler bleibt verschlossen, an welche strukturellen und sozialisierenden, bildenden und berufsbiografischen Faktoren sich die Lehrer gebunden fühlen. Lehrerinnen und Lehrer bringen selbst höchst interindividuell unterschiedliche pädagogische Kompetenzen mit. Zugleich bedarf es nicht allzu viel Nachdenkens, dass diese individuellen Eigenschaften, Kenntnisse, Fertigkeiten und Befindlichkeiten nicht von selbst zu einem gelingenden Unterricht beitragen. Die Grenze des erfolgreichen Gestaltens von Lernprozessen erfahren Pädagogen vielleicht erst, wenn sie das Gefühl haben, gescheitert zu sein und reflektieren dies erst dann, wenn eine heikle, unkontrollierbare Situation es erforderlich macht (THOMAS BÜRGER 2005).

Zum anderen besteht durch Interpenetration, also des wechselseitigen Bezugnehmens (strukturelle Koppelung) die Möglichkeit der Störung (Perturbation) bisheriger Wissensinhalte. Solche, nach wie vor subjektiven Erlebnisse des Misslingens, können dann Anlass für Veränderungen innerer Strukturen ergeben. D.h., Störungen werden

zum Auslöser für Operationen, um das eigene Handeln dem subjektiv Wahrgenommenen anzupassen.

Kommt die betreffende Person zu der Annahme, dass die bisherigen Wissensinhalte mit den Wahrnehmung nicht übereinstimmen und dass die „neuen“ Inhalte den vorhandenen Wissensbeständen vorzuziehen seien, müssen diese durch Begegnung, Übung oder Memorieren in die eigenen kognitiven Strukturen integriert werden.

Hierzu ein Beispiel aus der Schule: Einem Kind misslingt es, einen abgebrochenen Bleistift zu spitzen. Als hilfsbereiter Lehrer greife ich nach dem nächstbesten Spitzer. Allerdings merke ich nach etlichen Umdrehungen, dass der Bleistift unverändert „ungespitzt“ bleibt. Die Störung der hundertfach ausgeführten Handbewegung führt dazu, dass ich mir den Spitzer genauer anschau. Dabei stelle ich fest, dass es ein Spitzer für Linkshänder ist. Ich drehe den Stift in die mir ungewohnte, andere Richtung und bekomme den Bleistift gespitzt.

Die Annahme, dass das Gehirn zu solchen Transformationen fähig sei, wird von Neurobiologen bestätigt. Jedenfalls wird beobachtet, dass das Gehirn sich in einem ständigen Prozess der Veränderung, also im permanenten Umbau und der Umstrukturierung befindet. Neurobiologen interpretieren diese Modellierfähigkeit des Gehirns als eine Anpassung an und einen Interaktionsprozess mit der Umwelt (DUDEL J, 1996).

Schließlich hat drittens didaktisches Handeln nicht nur die eigene Professionalität und die individuellen und gruppenspezifischen Prozesse der Schüler zu reflektieren. Unterricht findet innerhalb eines organisatorischen und bildungspolitisch mitunter wechselvollen Rahmens statt. Damit befinden sich Schüler und Lehrer in einem sie umschließenden eigenen System, dem Erziehungssystem. Dieses System hat wiederum eigene Strukturen und Selbsterhaltungstendenzen. Spätestens, wenn die Heizung ausfällt oder der Vertretungsplan zur Mehrarbeit auffordert, ein Schulfest organisiert werden soll, das Schulprogramm veröffentlicht wird und die Zeugnisse geschrieben werden müssen, wissen Schüler wie Lehrer um die Vorzüge und Nachteile, um die Chancen und Grenzen der Schule als Organisation. Entsprechend muss didaktisches Handeln auch auf die Funktionsweisen des Erziehungssystems, ihre gesellschaftlichen Kontexte und politischen Erfordernisse, ihre historischen Bezüge und gegenwärtigen Herausforderungen bezogen bleiben. Im Schulgesetz ist beispielsweise geregelt, wie viele Wandertage durchgeführt werden können. Dies schützt die Lehrkraft, die nach

heftigem Schneefall mit ihren Schülern Schlitten gefahren ist, vor Angriffen der Eltern, die es wichtiger finden, dass die Kinder einen weiteren Buchstaben lernen. Genauso ist festgelegt, welche Sanktionen gegenüber Kindern verhängt werden dürfen. Auf der einen Seite soll dadurch gewährleistet werden, dass der Lehrer im Konfliktfall handlungsfähig bleibt, die Kinder jedoch nicht einer willkürlichen Härte ausgesetzt sind. So mag es passieren, dass Kinder ihrer Lehrerin vors Schienbein treten. Sie darf aber nicht körperlich züchtigen, sondern muss sich an gesetzlich vereinbarte Maßnahmen halten. Die Organisation Schule verlangt auch, dass sich Lehrkräfte im vollen Umfang für die Lehraufgabe einsetzen, sich am Bildungsplan orientieren und zur Qualität der Schule beitragen und nicht nebenberuflich als Taxifahrer oder Kellnerin jobben. Die gegenwärtige Diskussion zu den Bildungsstandards zeigt auch hier, dass in der Bildungspolitik Ideen von Schule und Lernen, Bildung und Unterricht vorhanden sind. Entsprechend lassen die bildungspolitischen Maßnahmen Rückschlüsse darauf zu, welche Idee die gegenwärtige Landesregierung vom System Schule hat. Damit wird auch implizit geklärt, welche Systemgrenzen und -chancen vorhanden sind. Ob diese erwünschten oder tatsächlich durchgeführten Entscheidungen der Lernfähigkeit des Individuums entspricht, ob das System zur Entfaltung der jeweiligen Schülerpersönlichkeit beiträgt, bleibt offen. In den letzten Jahren haben deutschlandweit etwa 20% aller Schulabgänger eines Jahrgangs keinen Hauptschulabschluss geschafft. Dagegen waren 80% im Hinblick darauf sehr erfolgreich. Je nach Fokus mag dies viel oder wenig erscheinen, wobei dabei noch überhaupt nicht geklärt ist, wie das Verhältnis unter anderen Bedingungen in anderen Schulsystemen aussehen würde.

Im Kontext dieser hier nur knapp andiskutierten Überlegungen halte ich es für interessant, darüber nachzudenken, wie auf Schülergruppen bezogene Lernprozesse im Hinblick auf die Neurobiologie arrangiert werden können. Mich interessiert, wie intellektuelle Leistungen mit Hilfe von methodisch- didaktischen Lehrformen, die sich an der Neurobiologie orientieren, optimiert werden können. Ich würde es für hilfreich halten, wenn schulpädagogische Handlungsvorhaben, eben didaktisches Handeln, mit Hilfe der Neurobiologie evaluiert werden könnten.

Denn mittlerweile stehen eine Vielzahl mitunter spektakuläre und bedeutsame Ergebnisse im Bereich der Gehirnforschung zur Verfügung, die den Blick auf viele Lernfelder erweitern und eine Durchdringung und Reflexion des Themas im Bezug auf

schulpädagogische Lernvorgänge ermöglichen. Und wie bereits erwähnt, erweitert sich dieses Wissen täglich.

Was allerdings bislang fehlt, ist eine strukturelle und systematische Betrachtung von didaktischem Handeln an einer Schulklasse als Gruppe in der Reflexion auf neurobiologische Ergebnisse.

Dieser Text soll helfen, sich darüber einen Einblick zu verschaffen, wie die geisteswissenschaftlich orientierte Allgemeine Didaktik durch die Ergebnisse aus den Naturwissenschaften und im speziellen der Neurobiologie in ihrem zentralen Anliegen Menschen zur Selbst- und Mitbestimmung und Solidarität zu erziehen, unterstützt werden kann. Dabei sollen Forschungsergebnisse der Physiologie des menschlichen Gehirns referiert und für didaktische Überlegungen nutzbar gemacht werden.

Das vorliegende Buch kann dabei nur ein erster Zugriff sein und regt, so bleibt zu hoffen, zu einer vertieften Beschäftigung mit der Interdisziplinarität von Neurobiologie und Didaktik an. Zugleich ist denkbar, dass Schulpraktiker mit Hilfe der Lektüre ihre Erfahrungen aus dem Schulalltag reflektieren und in die Diskussion an ihrer Schule einbringen können.

Mein Ansporn ist es also, die neurophysiologischen Sachverhalte so darzustellen, dass sie für Nichtbiologen verständlich und nachvollziehbar werden. Durch die Reduzierung und Vereinfachung der Zusammenhänge entstehen möglicherweise grenzwertige Verkürzungen des Sachverhaltes. Ich hoffe aber, dass mir beides gelingt: Zum einen eine verantwortungsvolle Vereinfachung mit höchstmöglicher Richtigkeit der neurowissenschaftlichen Daten. Zum anderen, dass es mir gelungen ist, die naturwissenschaftlichen Ergebnisse verständlich und wahrheitsgemäß darzustellen und zugleich mit Bedachtsamkeit ausgewählte Beispiele aus dem Schulalltag anzubringen, die zum einen helfen, die Neurobiologie für Lernprozesse nutzbar zu machen, aber auch den Leser zu eigenen Reflexionen anzuregen.

In sechs Kapiteln soll die Modellier- oder Lernfähigkeit des Gehirns, erörtert werden. Dabei werden der Reihe nach sechs neurobiologische Phänomene referiert. Jedes Phänomen wird nach zwei Seiten hin betrachtet. Zunächst soll eine **neurobiologische Betrachtung** zeigen, wie die unterschiedlichen Teile des Gehirns interagieren. Nach jedem neurophysiologischen Phänomen versuche ich, einen Transfer zur Schulpädagogik und Didaktik herzustellen. Dies geschieht an Hand von konkreten Beispielen aus der Schule und hier vor allem aus der Grundschule. **Die didaktischen**

**Reflexionen** finden also entsprechend auf der Grundlage der vorliegenden neurobiologischen Daten statt. Allerdings möchte ich betonen, dass die hier angestellten Reflexionen im Wesentlichen die gegenwärtigen mitteleuropäischen Wertmaßstäbe und Vorstellungen vom Kind abbilden. Außerdem wird erfahrenen Lesern auffallen, dass sich das professionelle Agieren auf der Handlungsebene mit anderen didaktisch-methodischen Vorschlägen überschneidet. Die Neurodidaktik erfindet die Schule und das Lehr- Lerner- Verhältnis nicht neu. Vielmehr erhalten viele Ideen anderer Didaktiker durch den neurophysiologischen Zugang eine argumentative Stärkung. Allerdings lebt diese Publikation von dem Versuch neurophysiologische Befunde direkt auf zumeist praxisnahe Lehr- und Lernvorschläge zu transformieren. Dabei sind die meisten praktischen Beispiele den eigenen Beobachtungen und Erfahrungen entnommen oder wurden mir in der Reflexion mit anderen Praktikern bewusst. In diesem Sinne wendet sich das Buch an Praktiker. Dabei denke ich zunächst an Referendare und Junglehrer, welchen auf der einen Seite gelingende Praxis und entlastende Routine fehlt, auf der anderen Seite die theoretischen Modelle, denen sie im Studium begegnet sind, zu abstrakt und als träges Wissen unglücklicherweise wenig hilfreich erschienen. Angesprochen sind aber auch erfahrene Kollegen, die Anregungen suchen und gleichsam mit mir zusammen gerne über Schule nachdenken.

Im Folgenden sollen zunächst die unterschiedlichen physiologischen Ebenen betrachtet werden. Dabei beginne ich mit den Sinnen. Die Sinne sind das Tor des Gehirns zu seiner Außenwelt. Exemplarisch habe ich das Auge gewählt. Obgleich hochkomplex, geschieht die Digitalisierung der ankommenden Lichtimpulse hier unmittelbar. Danach referiere ich die Übertragung der Daten von Neuron zu Neuron, dann die Funktionsweise von Modulen, zusammenhängende neuronale Gebilde und schließlich das Gehirn als Ganzes. Die Idee der Arbeit ist es, von den kleinen neuronalen Einheiten zu immer größer werdenden neuronalen Gebilden zu gelangen, die Funktionsweise des Gehirns in rudimentären Ansätzen zu verstehen und damit in die Lage versetzt zu werden, Lernarrangements so zu gestalten, dass Lehren und Lernen reflektiert und handlungsoptimiert von statten geht.

## 2. Lernen mit allen Sinnen

Die Luhmannsche Systemtheorie hat Schwierigkeiten, den Begriff Mensch zu definieren. Der „Mensch“ zerfällt danach vielmehr in drei sich wechselseitig anschließende, aber für sich vollständig autonom agierende Systeme. Ein System ist das psychische System, in welchem die Gedanken und Vorstellungen bearbeitet werden. Das zweite ist das biologische, oder auch lebende System, das alle biochemischen Vorgänge „organisiert“. Das dritte ist das soziale System, welches aus Kommunikation besteht. NIKLAS LUHMANN schreibt entsprechend: *„Nur lebende Systeme können durch Leben reproduziert werden, nur Kommunikationssysteme durch Kommunikation. Es ist nicht möglich, chemische Ereignisse ‚autopoietisch‘ an Bewusstseinsereignisse anzuschließen oder umgekehrt“* (1987 S. 607) Jedes der drei Systeme ist durch die anderen beiden begrenzt, benötigt aber den Anschluss an diese, um selbst existieren zu können. Um es ein bisschen anschaulicher zu machen: Das Herz schlägt auch im Schlaf, während das Bewusstsein nur wenig davon erfährt. Kommuniziert wird auch, wenn eine Person sich nicht am Diskurs beteiligt und trotz körperlich starker Beeinträchtigung kann jemand ein begnadeter und genialer Denker sein. Aber das psychische System ist vom biologischen System insofern abhängig, als es ohne Sinne von der Außenwelt abgeschlossen bliebe. Mit den Sinnen wird uns die Welt zugänglich, aber nur soweit es die Fähigkeiten der einzelnen Sinnesorgane zulässt. Unser psychisches System benötigt das lebende System der Sinne. Entsprechend einleuchtend ist die zentrale Erkenntnis PESTALOZZIS, dass wir *„mit allen Sinnen lernen“*.

Beflissene und gewissenhafte Pädagogen sind demnach aufgefordert, Lernarrangements zu ermöglichen, bei welchen viele Sinne, am besten alle angesprochen sind. Dies genauer zu begründen, bedarf zunächst scheinbar keines weiteren Nachweises. Wie sollten wir sonst lernen, außer mit den Augen, den Ohren, der Hand und den vielen anderen Sinnen. Dabei ist es durchaus spannend, darüber nachzudenken, in welcher Art und Weise die Sinne als „Pforte“ zum Gehirn Lernvorgänge unterstützen oder behindern. Bei genauer Betrachtung können die Sinne nämlich nicht auf eine reine „Eingangsfunktion“ reduziert werden. Vielmehr werden bestimmte Funktionen bereits auf der Ebene der Sinnesorgane übernommen. D.h., dass das psychische System zwar *mit Hilfe* aller Sinne lernt, aber die Sinne selbst begrenzende oder strukturierende Funktionen übernehmen.

In diesem Kapitel soll nun die Ebene der Sinnesorgane und ihr Einfluss beziehungsweise ihre Bedeutung für alle weiteren Lernprozesse betrachtet werden. Im neurobiologischen Abschnitt wird zunächst die Adaptation (Gewöhnung) beschrieben. Hierbei stelle ich das Auge im Besonderen heraus. Dies hat zwei Gründe. Zum einen „nutzen“ Sie als Leser gerade ihre Augen, um diesen Text zu erfassen. Da ist es nahe liegend, das Sinnesorgan exemplarisch auszuwählen, das gerade in einer literaten und medialen Welt sehr viel genutzt wird. Darüber hinaus ist das Auge ein Organ, welches den entfernungsmäßig größten Radius besitzt. Mit keinem anderen Organ lassen sich Dinge aus Tausenden von Kilometern Entfernung wahrnehmen, wie die Sonne, den Mond und die Sterne.

Zum anderen zeichnet das Auge eine Besonderheit gegenüber den anderen Sinnen aus. Es ist neurologisch eng mit dem Gehirn verknüpft, dass Biologen es physiologisch bereits als Teil des Gehirns betrachten. Insgesamt soll im neurologischen Teil das Phänomen der Gewöhnung bearbeitet werden. Obgleich alle Sinne ganz unterschiedlich mit wiederkehrenden Reizen umgehen, so ist bei mäßigem Gebrauch in vielen Fällen ein Moment der Gewöhnung zu erkennen.

Im sich daran anschließenden didaktischen Teil möchte ich das Phänomen der Adaptation allgemeiner gebrauchen, um didaktische Reflexionen anschließen zu können.

### ***Der Sehsinn: Das Auge***

Wir hören das glucksende Rauschen der Heizkörper, spüren das Buch in unseren Händen und sehen in unregelmäßigen Abständen wie zufällig auf die Uhr. Wir erleben uns dabei aktiv, die gerade beschriebenen Gegenstände eher als passiv. Allerdings ließe sich der Sachverhalt auch durch die Vorstellung erweitern, dass diese Gegenstände unserer mittelbaren und unmittelbaren Umgebung quasi „von sich aus“ ständig Signale sendet. Trifft das Signal „Glucksen“ auf das Ohr, können wir unterscheiden, ob es die Heizung oder ein undichter Wasserhahn ist. Trifft das Signal „Papier“ auf das haptische Organ der Haut, spüren wir die Lektüre. Halten wir es hoch, spüren wir dessen Gewicht, oder ist es die Anziehungskraft der Erde? Für den neurobiologischen Vorgang ist entscheidend, dass ein jedes analoges Signal (die Farbe des Himmels, das Zwitschern eines Vogels, die Wärme der Sonne) so verarbeitet wird, dass es im Gehirn gleichsam digital erfasst werden kann. Oder negativ gewendet: da wo dem Sinnesorgan die

entsprechende Sensibilität fehlt, existiert auch keine Wahrnehmung für dessen Vorhandensein.

Ein Gegenstand wird erst dort „real“, erhält erst dort eine Bedeutung, wo wir entsprechende Sinne ausgebildet haben<sup>3</sup>. Je nach Sensibilität der Sinnesorgane ist das biologische System in der Lage, analoge Signale in digitale Reize umzuformen. Zugleich ist das Spektrum der Wahrnehmbarkeit von Sinneseindrücken selbst begrenzt. Wir hören nicht alle in unserer Nähe befindlichen akustischen Signale. Hier fehlt dem Mensch ein bestimmter Frequenzbereich, mit dem sich z.B. eine Fledermaus orientieren kann. Der Mensch riecht schlechter als ein Hund, denn je nach „Duft“ brauchen wir eine größere Anzahl von Molekülen, bis wir diese wahrnehmen. Und wir sehen nicht alle „Farben“ im Gegensatz zu Bienen, welche ultraviolettes Licht wahrnehmen können. Es gibt also eine Vielzahl an Daten, die unsere Sinne überhaupt nicht erfassen. Darüber hinaus ist uns der Vorgang des Gebrauchs der Sinne nur selten bewusst, erscheint vielmehr selbstverständlich und passiert ständig. Zum einen merken erst, welche Leistung ein Sinnesorgan erbracht hat, wenn es seine Funktion nicht mehr vollständig erfüllt. Die Augen tränen wegen eines Staubkörnchens, der Geruchssinn ist wegen einer Erkältung stark eingeschränkt, die Ohren pfeifen wegen all zu großen Lärms. Zum anderen werden uns die Sinne bewusst, wenn wir uns diese bewusst vergegenwärtigen, wie gerade jetzt, wo Sie darüber lesen.

Doch was passiert eigentlich neurologisch? Zunächst muss ein bestimmtes Signal auf einen adäquaten Rezeptor treffen. Optische Signale für das Auge, akustische für die Ohren und olfaktorische für die Nase. Dann kommt es in der betreffenden Rezeptorzelle unter Umständen zu einer *Permeabilitätsänderung* der Membran. In diesem Fall entsteht ein Rezeptorpotential, welches in den nachgeschalteten Neuronen ein für das Gehirn lesbares digitales Signal, „*ein Aktionspotential*“ auslöst. (DUDEL J 1996 KANDEL 1995).

In dieser Arbeit möchte ich auf die ganze Komplexität des Vorgangs verzichten. Zentrale Aussage dieses Kapitels ist allerdings, dass sich die Sinnesorgane an einen beständig- anhaltenden Reiz „gewöhnen“. Wird beispielsweise ein Sinnesorgan in

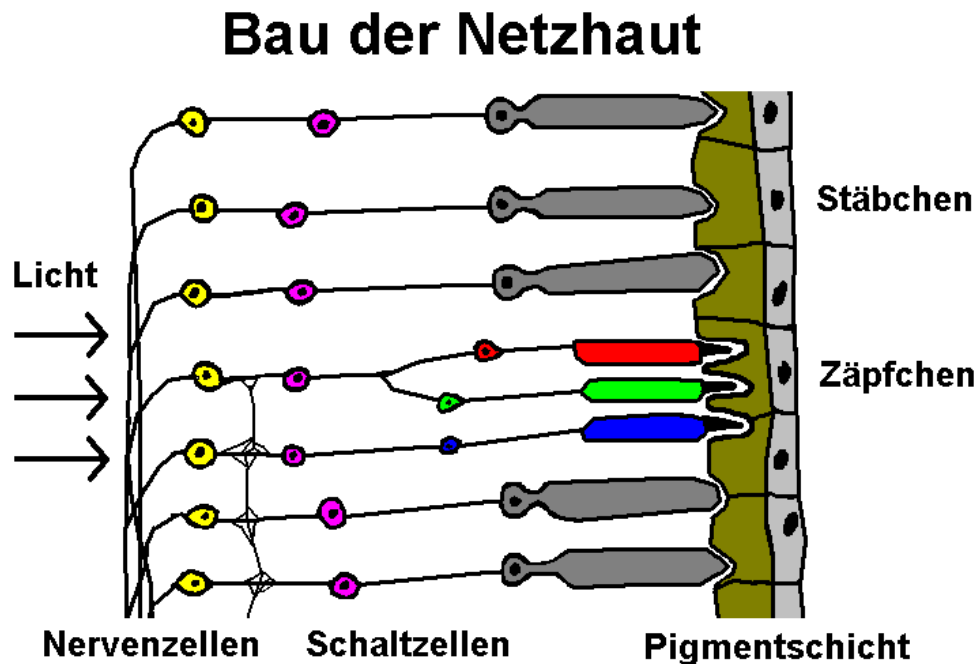
<sup>3</sup> Es sei darauf hingewiesen, dass wir *mindestens* 8 Sinne haben. So unterscheidet man das Visuelle System (Photosensoren), das Gehörssystem (Mechanosensoren), das Orientierungssystem, also die Lage- und Beschleunigungswahrnehmung (Mechanosensoren), das Haptische System (Mechano-, Thermosensoren), den Geruchs- und Geschmackssystem (Chemo- und Mechanosensoren).

großem Umfang mit starken Reizen konfrontiert, dann habituiert es auf dieses Niveau. Um dann trotz habituierten Niveaus wieder etwas zu „spüren“, wird ein anderer oder ein noch stärkerer Reiz benötigt.

Menschen, die in der Nähe einer stark befahrenen Straße wohnen, haben eine andere Empfindlichkeit für Geräusche entwickelt als andere, die in der Einsamkeit der Berge leben. Liebhaber von scharfer Kost haben die Chemosensoren der Zunge entsprechend daran gewöhnt. Wer also an scharfe Gewürze habituiert ist, braucht, um etwas schmecken zu können, bald noch mehr „Samba Oleg“. Allerdings ist der Gewöhnungsfaktor von den verschiedenen Sinnesorganen und der Dauer der Beanspruchung abhängig. So gewöhnt sich die Nase schnell an „verbrauchte Luft“ in einem Raum. Kaum konnten sich die Chemosensoren wieder an frische geruchsarme Luft adaptieren, empfindet man den vorhergehenden Zustand unerträglich.

Beim Auge verhält es sich im Wesentlichen nicht anders. Das Auge ist ein Organ, durch welches optische Signale weiterverarbeitet werden und sichtbare Wahrnehmung ermöglicht wird. Einen entscheidenden Anteil an dieser optischen Wahrnehmung haben hierbei die Photorezeptoren, die in Form von „Zapfen“ und „Stäbchen“ vorliegen. Hier findet die Transformation vom analogen zum digitalen Signal statt.

Auf der Netzhaut eines jeden menschlichen Auges befinden sich hierfür etwa 125 Millionen Stäbchen und 6 Millionen Zapfen. Diese stellen die Empfangskanäle der optischen Signale dar. Hier transformieren die Photorezeptoren den optischen Reiz in elektrische Erregung.



Aus: <http://www.seilnacht.tuttlingen.com/Lexikon/Netzhaut.gif>

Die Photorezeptoren sind komplex gebaute Zellen. In ihrem Außenglied befindet sich eine lichtempfindliche Membran, auch Sehpurpur genannt. Diese sorgt für eine effiziente Absorption von Lichtquanten. In diesem Bereich befinden sich Proteine, die den Phototransduktionsprozeß in Gang setzen. Hierbei absorbiert der Sehpurpur Licht. Dieser Sehfarbstoff (auch Rhodopsin genannt) besteht aus zwei Teilen: dem Proteinteil Opsin und dem lichtabsorbierenden Vitamin-A-Derivat Retinal. Bei der Absorption eines Lichtquants kommt es zu einer Transformation des Retinals von der 11- cis zur all trans Konformation. Das Opsin reagiert nun mit einem anderem Membran- Protein, dem Transducin. Die Transducinmoleküle regen Phosphodiesterase-Moleküle an, die wiederum mehr als tausend cGMP- Moleküle pro Sekunde hydrolysieren. Diese cGMP Moleküle beeinflussen schließlich spezialisierte Ionenkanäle, die sich daraufhin schließen und eine Hyperpolarisation der Membran bewirken.

Die Folge dieser komplexen Reaktion ist, dass die Membran für die  $\text{Na}^+$  und die  $\text{Ca}^{2+}$  Ionen, die ständig zwischen Außen- und Innenseite der Membran diffundieren, undurchlässig wird. Die Spannungsdifferenz zwischen dem Zellinneren und dem extrazellulären Raum vergrößert sich. Ist die Änderung des Potentials ausreichend, löst sie in der nachgeschalteten Nervenzelle der Retina ein Aktionspotential aus (DUDEL 1996, KANDEL 1995, FEUERSTEIN 1998).

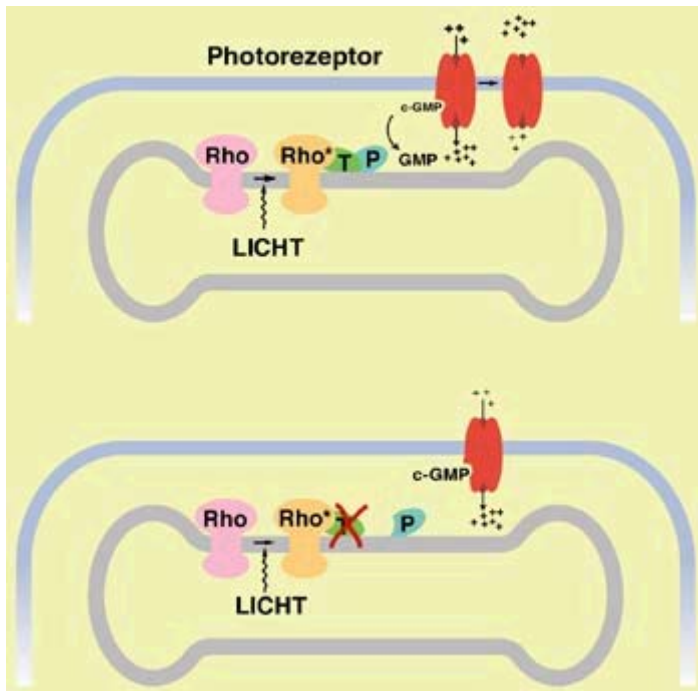
Allerdings bedeutet anhaltendes Licht nicht permanente Hyperpolarisierung. Der Photorezeptor ist, wie andere Rezeptoren auch, in der Lage, an gleichbleibende Zustände zu adaptieren.

Kommt man aus einem dunklen Raum in helles Sonnenlicht, so ist man zunächst geblendet. Nach kurzer Zeit aber gewöhnt sich das Auge an den starken Reiz, es adaptiert, und Sehen wird trotz starker Sonneneinstrahlung wieder möglich.

Im Auge selbst gibt es hierfür mehrere verschiedene Adaptationsmöglichkeiten. Eine ist der Pupillenreflex, ein zweiter das Umschalten vom Zapfen- auf das Stäbchensystem. Bei hellem Licht sind die Zapfen aktiv. Die Stäbchen schalten sich erst bei Dämmerung zu. Im Zusammenhang mit den Photorezeptoren ist von Bedeutung das diese zu den phasisch- tonischen Sinneszellen gehören. Das bedeutet, dass die Sehzelle bei gleichbleibender Reizintensität zu Beginn eines Reizes mit hoher Impulsfrequenz antwortet. Dieses Niveau wird innerhalb weniger Sekunden verlassen und fällt auf einen niedrigeren, konstanten Wert ab.

Ursache für die Adaptation der Zapfen ist eine zunehmende Erholung des Membranpotentials. Durch helles Licht werden die cGMP- gesteuerten Kanäle geschlossen und die Zapfen auf  $-70\text{mV}$  hyperpolarisiert. Es folgt eine Depolarisation auf ein Membranpotential zwischen dem Ruhepotential und diesem Wert von  $-70\text{mV}$ . Im Verlauf dieses Prozesses werden die Zapfen desensitiviert, d.h. sie werden für die gleichbleibende Lichtmenge unempfindlicher. Für beide Prozesse ist die langsame Abnahme der  $\text{Ca}^{2+}$  Konzentration verantwortlich. Dies kommt durch das Schließen der cGMP- gesteuerten Kanäle zustande. Dadurch wird die Funktion von verschiedenen Proteinen der Phototransduktion beeinflusst.

Die Inaktivierung der Sehpigmente wird beschleunigt, was zur Folge hat, dass beispielsweise ein Lichtblitz die cGMP- Phosphodiesterase dann weniger effektiv aktiviert. Außerdem wird die Empfindlichkeit der cGMP gesteuerten Kanäle verringert. Um die gleiche Anzahl an Kanälen zu schließen, ist nach der Adaptation eine Veränderung des Lichtreizes nötig (RF THOMPSON 1994, 262f.)



Oben: Aktivierung des Sehpigments (Rho) durch Licht löst eine Verstärkerkaskade aus, an deren Spitze Transduzin (T) steht. Am Ende der Kaskade wird die Durchlässigkeit eines Ionenkanals verändert. Bei Belichtung wird der Kanal geschlossen, im Dunkeln ist der Kanal offen.

Unten: In Mäusen ohne Transduzin kann diese Kaskade nicht aktiviert werden. Dieser Umstand schützt vor Schäden der Netzhaut durch chronisches Licht, nicht aber vor Schäden durch hohe Lichtdosen.

(Grafik: zVg.)

Aus: <http://www.unipublic.unizh.ch/magazin/gesundheit/2002/0655/>

### **Didaktischer Teil**

Am Beispiel des Photorezeptors konnte gezeigt werden, dass die Sinne auf gleichbleibende Beanspruchung mit Adaptation, also Gewöhnung, reagieren können. Zugleich konnte damit deutlich gemacht werden, dass die Sinne im Hinblick auf ein neurobiologisches Verständnis als nachhaltige Veränderung von Strukturen nicht wirklich „lernen“. Allerdings gilt auch, dass das Gehirn die Sinne benötigt, um Informationen zu erhalten. Je nach habituierem Zustand der Sinne kann dies also Einfluss auf die veränderbaren und unter Umständen förderlichen oder hinderlichen Größen bei der Aufnahme von Informationen haben.

Dieses Phänomen der Adaptation soll in der folgenden Reflexion konkret genutzt werden. Die Überlegungen fokussieren hierbei auf didaktische Maßnahmen, die helfen, die Sinnesorgane so zu beanspruchen oder unter Umständen so zu entlasten, dass die Verarbeitung und Aufnahme von bildungsrelevanten Daten möglich bzw. optimiert wird.

Das Motiv, sich bereits auf der Ebene der Sinne mit der Lernfähigkeit des Gehirns zu beschäftigen, ist der unter LehrerInnen aller Schularten weit verbreitete Klage geschuldet, westeuropäische Kinder und Jugendlichen wären durch das mediale Überangebot bereits so reizüberflutet, dass sie nicht in der Lage seien, die in der Schule angebotenen Daten aufzunehmen. In einem Gedicht der Lehrerin INGRID KIEHL-KRAU (1991) kommt dies folgendermaßen zum Ausdruck:

*Jeden Montag  
treffe ich die Stars  
alle in meiner Klasse:  
007 hängt auf seinem Stuhl  
und ist noch müde  
Zorro stottert heute  
besonders stark  
Jean-Paul Belmondo  
zeigt John Wayne  
ein neues Spielzeugauto  
Ich biete das 1x1 an  
wie saure Trauben.*

Die Lehrerin und Autorin spiegelt damit ihr Spannungsfeld wider. Auf der einen Seite möchte sie neue Impulse setzen. Sie will den Kindern das 1x1 beibringen. Zugleich erlebt sie, dass die Kinder bereits auf hohem Niveau an Reize habituiert sind. Die Schüler sind keine Kinder mehr, sondern mutierte Wesen einer medialen Scheinwelt. Der angebotene „Reiz“ wird nicht als erneute spannende und freudige Herausforderung angenommen, sondern als „sauer“, also unattraktiv, reizarm und vernachlässigbar. Der Unterricht ist langweilig und weit entfernt von „Spaß“, Entdeckerfreude und Explorationsdrang. OLGA GRAUMANN meint, dass „Langeweile ... ein Indiz ... für einen schlechten Unterricht.“ sei (2002, 72) Zunächst bin ich versucht, ihr Recht zu geben. Mag sein, dass Unterricht in vielen Fällen ermüdend, anstrengend und eintönig zugleich ist. Vielfach verlassen Schüler wie Lehrer nach Unterrichtschluss die Schule geradezu fluchtartig, als ging es darum, einer Naturkatastrophe auszuweichen. Möglicherweise sind die Ursachen für diese Langeweile komplexer. Im Hinblick auf den Gegenstand der Sinne lässt sich folgendes reflektieren:

Einerseits möchten Lehrer Input geben, also wissenswertes vermitteln. Damit dies aber gelingt, müssten die Kinder „dort abgeholt werden, wo sie stehen“. Dies würde bedeuten, dass die an eine hohe Bildfrequenz, eine opulente Optik, eine laute und

schnelle Akustik gewöhnten Kinder auf wenigstens gleichwertigem Sinnesreiz angesprochen werden müssten. Was es hierbei zu bedenken gilt, wird nachfolgend unter dem Abschnitt „Reizforcierung“ bearbeitet.

Andererseits gibt es, wenigstens zurzeit noch, Grenzen der didaktischen Präsentation. In aller Regel verfügen Schulen nicht über die finanziellen und personalen Mittel, um mit der Unterhaltungsindustrie gleichzuziehen. Unter Umständen erscheint es also durchaus angebracht, darüber nachzudenken, in welcher Art und Weise Schule auch versuchen muss, bewusst eine reizarme Umgebung zu sein. In diesem Sinne wäre also auch an „Reizentlastung“ zu denken.

### **Reizforcierung durch Medien**

In diesem Abschnitt soll darüber nachgedacht werden, welchen Einfluss der Einsatz von reizforcierenden Medien auf der Ebene der Sinne hat. Zu Unterrichtsmedien gehören zunächst alle konkreten akustischen und visuellen Medien. Sie haben die Funktion, Lerninhalte in eine für Lernende nachvollziehbare, verständliche und anschauliche Form zu bringen, d.h. zu elementarisieren.

Die didaktischen Überlegungen sollen entsprechend dem Phänomen der Adaptation folgen. Im neurobiologischen Abschnitt wurde die Besonderheit des Photorezeptors behandelt. Wie für alle Sinne gilt auch hier, dass die Reizquelle ausreichend starke Reize senden muss, damit diese vom entsprechenden Sinnesorgan optimal aufgenommen werden kann. Deshalb sollen hier die visuellen Medien besonders beachtet werden. Dabei lassen sich quantitative als auch qualitative Aspekte unterscheiden.

Zu den quantitativen Faktoren zählen auf der physiologischen Ebene die Helligkeit, der Kontrast und die Tiefenschärfe. Ist nur eines dieser drei Faktoren nicht vorhanden, wird die Wahrnehmung sehr erschwert oder gar unmöglich gemacht. Aus diesem Grund ist es wichtig, dass Geräte, mit denen optische Signale gesendet werden sollen, diese drei Punkte optimal erfüllen. Alte Medien, mit schlechter Lumenausstattung oder unscharfen Objektiven reduzieren die Attraktivität des abgebildeten Inhalts.

Ein Blitzlicht erhellt zwar einen dunklen Raum für Sekunden so stark, dass es zu einer optischen Wahrnehmung kommt, allerdings reicht die Dauer des Blitzlichtes nicht aus, um erstens den ganzen Raum detailliert wahrzunehmen und zweitens ist das Blitzlicht zu kurz, um eine Adaptation gelingen zu lassen. Die Folge ist, dass der Blitz blendet, weil die Rezeptoren noch an die Dunkelheit adaptiert sind. Dies Beispiel macht

deutlich, dass Intensität im "qualitativen Sinn" nur entstehen kann, wenn der Gegenstand „lange- genug“ betrachtet werden konnte.

Es gibt eine Reihe technischer, visueller Medien, die auf unterschiedliche Weise zur Intensivierung eines schulischen Inhaltes beitragen. Je nach visuellem Medium sind entsprechende qualitative und quantitative Anforderungen besser oder schlechter erfüllt. In der Diskussion um das beste Medium kann lange gestritten werden. Jedes Arbeitsmittel, sei dies nun die Tafel, das Arbeitsblatt, das Buch, der Film oder der Computer haben Vor- und Nachteile, wie nachfolgend aufgezeigt werden soll:

Das schlichteste Medium, welches eine optische Illustration ermöglicht, ist die **Tafel**. Sie bietet, unter der Voraussetzung der Lehrende besitzt entsprechende graphische Fertigkeiten, die Möglichkeit, einen zu illustrierenden Gegenstand sukzessiv zu entwickeln und ihn auf das Wesentlichste zu reduzieren. Es können Teile ohne zusätzlichen organisatorischen Aufwand hinzugefügt oder entfernt werden. Durch den Standbildcharakter der Tafel kann die Entwicklung von Sachverhalten in der Interaktion mit den Schülern geschehen. So kann direkt auf die Fragen und Erfordernisse der Kinder reagiert werden. Allerdings ist, wie bereits oben angedeutet, die Qualität des Tafelsbildes sowohl stark von den didaktischen, als auch kreativen Fertigkeiten des Lehrers abhängig. D.h.: Zeichnen muss er können!

**Filme und Videos** zeichnen sich in ihrer optischen Aufbereitung meist durch große Professionalität aus. Allerdings hängt der didaktische Nutzen des Films davon ab, inwieweit das Dargebotene kongruent ist. Unter Umständen werden Daten mitgeliefert, die vom Thema ablenken. Hier muss der Lehrer den Mut aufbringen, auch mal Szenen zu überspringen. Langfristig wird es vermutlich alle Filme auf DVD geben. Dann ist das technisch kein Problem mehr. Allerdings wird die Welt durch die Kameraperspektive betrachtet. Die vom Kameramann ausgewählte Perspektive ist zum einen eine enorme Eingrenzung der Betrachtungsmöglichkeiten, zum anderen sind die Daten auf ihre Zweidimensionalität hin reduziert. Die größte Schwäche als auch die größte Stärke des Films allerdings ist die Schnelligkeit der Bildabfolge. Auf der einen Seite kommt gerade die schnelle, reizintensive Bildfolge den reizadaptierten Schülern sehr nah. Auf der anderen Seite fließen mitunter viele nebensächliche Informationen mit ein, die die Focussierung auf einen bestimmten Inhalt verstellen.

Eine besondere Bedeutung kommt dem **Computer** und seinen technischen Möglichkeiten zu. Zu vielen Themen existieren mittlerweile lehrerunabhängige

Lernprogramme. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, Wissensinhalte per Internet einzuholen und weiterzuverarbeiten. So lassen sich über CD- Rom oder aus dem Internet präzise Bilder und Grafiken zu einem Thema finden. Ist das Medium einmal vertraut, erscheint der Computer als ein sehr lernfreundliches Instrument. Jeder Schüler könnte in der Interaktion mit dem Medium, vom Lehrer unabhängig, sein eigenes Lerntempo und Wissen bestimmen. Die Idee ist, dass der Lehrer nur an schwierigen Stellen benötigt wird und sich als Teilnehmer kritisch damit auseinandersetzt. Die meisten Lernprogramme sind dabei immer freundlich, „bestrafen“ Fehler mit Spielabbruch, so dass die Aufgabe wiederholt werden muss und belohnen mit kleinen Spielchen ihr menschliches Gegenüber. Dabei fügt sich der Computer dem „Willen“ des Menschen. Dies wirkt auf den ersten Blick attraktiv. Man mag den Computer nun vorschnell für den besseren Lehrer halten. Die Komplexität der menschlichen Interaktion mit ihrer Chance auf Missverständnis und der Notwendigkeit des wechselseitigen Verstehens allerdings entfällt. Werden wichtige sozial-interaktive Lernchancen nicht an anderer Stelle eingeholt, könnte die Cyberworld den „Kids“ vorgaukeln, dass alles machbar ist und sie ständig Herr der Lage sind. Die analoge Welt aber sieht anders aus. Hier folgt auf eine Aktion irgendeine Reaktion, also nicht unbedingt unmittelbar und auch nicht wirklich kalkulierbar<sup>4</sup>. Ob es allerdings ein Medium gibt, das die individuellen, sozialen und emotionalen Fähigkeiten eines Lehrers ersetzen, bleibt zu bezweifeln. Die Diskussion in den 90er Jahren und die Befürchtung, der Computer könnte einmal den Lehrer ersetzen, ist abgeebbt. Mittlerweile wird auch darüber nachgedacht, ob nicht gerade der offene Dialog von Mensch zu Mensch nicht vorteilhafter sei, als die trivialisierende Interaktion Mensch- Maschine.

Schließlich stellt sich daneben die Frage, welches Medium im Sinne der Adaptation der neuronalen Leistungsfähigkeit des Gehirns gerecht wird?

Die optischen Medien unterscheiden sich auf Grund ihrer unterschiedlichen Reizintensität. Bilderbücher lassen sich anfassen (haptisches Erleben) und benötigen wenig technischen Aufwand, um die Sinne anzuregen. Die Geschwindigkeit des individuellen Zugangs lässt sich leicht steuern und so oft wiederholen wie gewünscht.

<sup>4</sup> Mehrere hunderttausend Menschen führen bereits auf Internetplattformen wie „second life“ oder „There.com“ eine parallele Existenz. Dagegen hat nun ein zaghafter „roll back“ eingesetzt. Mitglieder der virtuellen Gemeinschaft „tribe-wanted.com“ trafen sich in der realen Welt auf einer Fidschiinsel (DIRK SCHNEIDER 2007).

Einzelne Sequenzen lassen sich vertiefen, andere werden übersehen. Filme zeigen die Welt auf akustisch und optisch hohem Niveau. Mit Hilfe der bewegten Bilder dringen wir in ungeahnte Vorstellungswelten vor, die dennoch niemals über den kreativen Möglichkeiten des Einzelnen liegen. Allerdings werden die Sinne auch auf Optik und Akustik reduziert. Haptisch- motorische oder olfaktorische Erlebniswelten werden nicht transportiert. Computerprogramme scheinen eine gute Mischung aus selbstgesteuertem Tun und perfekter Präsentation zu sein. Allerdings haben sie, wie gezeigt werden konnte, auch ihre Nachteile. Schließlich ist die gesamte Reizforcierung, also jeglicher Einsatz von Medien zu hinterfragen. Denn um perturbierbar, also lernfähig zu sein, kann es im Hinblick auf das biologische wie psychische System auch didaktisch vernünftig sein, Reizentlastung zu bieten und zuzulassen.

### **Reizentlastung**

Wie schon angedeutet, kann mit einem breiten Angebot an weiteren Reizen das didaktische Problem der übermäßigen Reizadaptation nicht unbedingt bearbeitet werden. Das Problem ist, dass die Sinne dazu neigen, an das jeweils vorliegende Reizniveau bei anhaltendem Gebrauch weiter zu adaptieren. Der Nutzer, die Nutzerin stellen sich auf den vorgegebenen Reiz ein. Irgendwann wird auch ein Computerspiel öde und der noch so gut erzählte Vortrag mit anschaulichem Tafelbild langweilig.

Zugleich bringt die Komplexität des Lernfeldes (Lehrer, Schüler, Inhalte, etc.) alle Beteiligten in enorm herausfordernde und stresserzeugende Situationen. Deshalb erscheint der permanente Einsatz "reizforcierender" Medien, die den Lernzuwachs sichern sollen (s.o.), nicht immer angebracht. Damit die Interaktion mit dem Neuen, Anstrengenden und Ermüdenden gelingt, sind daneben auch Phasen nötig, die Erholung und Besinnung ermöglichen, bei welchem sich die Sinne von den Anforderungen „erholen“ können. Entsprechend gilt es vermutlich als didaktisch klug, ein „wohltuendes“ Verhältnis zwischen Abwechslung und Kontinuität, zwischen Belastung und Entlastung, zwischen Führen und Wachsenlassen (LITT T 1965) zu finden. Neben dem Einsatz von sorgfältig ausgewählten Medien sollte deshalb sichergestellt werden, die Aufmerksamkeit durch entlastende Reizreduzierung herzustellen. Solche reizreduzierenden Bausteine können Regeln und Rituale, aber auch Entspannungstechniken oder Bewegungszeiten sein. Nachfolgend ein paar Bemerkungen zu entlastenden Methoden, welche das adaptierte Reizniveau reduzieren sollen (siehe auch Kap. 4).

## **Regeln und Rituale**

Eine zentrale Funktion von Regeln und Ritualen ist es, die Vielfalt des Verhaltens auf vereinbarte Handlungen zu reduzieren. In dem Moment, wo die Komplexität einer Situation eingeschränkt wird, wird auch die Freiheit beliebiger Handlungsmöglichkeiten begrenzt. Dadurch können zum einen erwünschte Handlungen benannt, eingefordert, ausgeführt und unerwünschte sanktioniert werden. Zum andern erleichtert die Reduzierung auf bestimmte Verhaltensweisen die Anstrengungen aus der Komplexität der Handlungsalternativen, sich ständig neu orientieren zu müssen. Rituale werden damit zum Geländer für wiederkehrende Handlungsabläufe.

Schulische Rituale, welche vom Lehrer inszeniert worden sind, haben das Ziel erwünschtes Verhalten zu einem bestimmten Zeitpunkt im Ablauf eines Unterrichtstages zu sichern. Sie helfen den Beginn einer Stunde, eine Unterbrechung oder das Stundenende zu markieren. Weitere Zeitstrukturen, die geregelt werden müssen, sind der Tagesablauf, das Verhalten, der Lernphasen und der Kommunikation. So ist beispielsweise zu klären, ob die Kinder sich nach der Pause an einem vereinbarten Platz auf dem Pausenhof aufstellen oder ob sie selbständig ins Klassenzimmer gehen sollen. Das Vorhandensein oder das Fehlen eines entsprechenden Rituals kann Vor- und Nachteile haben. Eine Kindergruppe, die das „Aufstellen“ regelmäßig geübt hat, lässt sich bei einem Feueralarm, beim Verlassen des Zoos oder Theaters schnell und unkompliziert formieren. Eine Gruppe, die gelernt hat, sich selbständig ins Klassenzimmer zu begeben, wenn es geläutet hat, gewinnt früh Verantwortung und kann diese möglicherweise auch in anderen Situationen nutzen.

Rituale, die Stille und Aufmerksamkeit erzeugen sollen, können sehr unterschiedlich sein. Häufig versuchen Lehrer durch negative oder positive Sanktionen, also durch Androhung von Strafe oder Aussicht auf Belohnung, lehrfreundliche Disziplin herzustellen. Andere versuchen es kräfte- und mitunter zeitökonomischer, indem sie selbst still abwarten, bis die Klasse sich beruhigt. Eine Klasse, die gelernt hat, dass sich der Lehrer als Zuschauer ihrer Clownerie verweigert und erst mit dem Unterricht beginnt oder fortfährt, wenn eine angemessene Lernatmosphäre hergestellt ist, wird sich daran genauso gewöhnen wie an einen emotional aufgeladenen Lehrer, der sich mit unwürdigen Aktionen schnell lächerlich macht. Anzumerken ist, dass Disziplin vorzumachen besser ist, als durch ungeeignete emotionale Ausbrüche Disziplin einzufordern. Allgemeingültige Rezepte für einen geeigneten Umgang mit Schülergruppen lassen sich dennoch nicht geben. Neben der Notwendigkeit, Handeln zu

reflektieren und Lernprozesse bewusst zu arrangieren, erscheint es auch Teil der Lehrerprofession zu sein, situativ- adäquat und bisweilen intuitiv zu Handeln. Jeden Moment kann es notwendig sein, anders zu agieren und zu reagieren. Routinen sind hilfreich, sie stützen die Interaktion des Lehrers mit der Gruppe. Allerdings müssen sie immer wieder auch auflösbar und Handlungsabläufe veränderbar sein.

Hier wieder ein paar Tipps: Ein den Stundenablauf strukturierendes Ritual, das sich vielfach bewährt hat, besteht darin, den Stundenverlauf zu Beginn der Stunde in groben Zügen an der Tafel zu skizzieren (DIETHELM WAHL, 2005). Die Schüler können dann die zu erwartenden Teile des Unterrichts in Ruhe durchlesen und sich darauf einstellen. Optische Signale können durch akustische Signale unterstützt werden. Hier genügt der freundliche Klang eines Glöckchens oder das Einspielen beruhigender Musik von einer CD, um Zeitgrenzen oder methodische Gelenkstellen anzuzeigen. Hilfreich scheint es auch zu sein, eine kurze Zahlenfolge auszuzählen. Die Kinder können sich in der Zeit, wo der Lehrer langsam von 1 bis 10 zählt darauf einstellen, dass der Lehrer etwas von ihnen verlangt.

### **Entspannungsübungen**

Manchmal greifen auch Rituale nicht. Nun besteht die Möglichkeit weitere reizentlastende Methoden anzuwenden. Alle Menschen benötigen nach anstrengenden und reizintensiven Lernphasen Zeiten der Erholung und Regeneration, um wieder zur Ruhe und zu neuer Konzentration zu kommen. So kann auch ein Schultag durch abrupt wechselnde, interessante und belebende Tätigkeiten, aber eben auch durch anstrengenden Phasen gekennzeichnet sein. Dabei ist ein Schulvormittag gerade für Grundschulkindern noch sehr lang. Und manches Mal fehlt Grundschulkindern noch die Erfahrung, wie sie sich immer wieder neu auf die unterschiedlichen Aktionen, Maßnahmen, Anweisungen und Handlungen einzustellen haben. Unter Umständen erleichtern reizreduzierende Maßnahmen die Bewältigung der Übergänge zwischen den Unterrichtsphasen. Allerdings benötigen Grundschüler hierfür manches Mal Hilfe durch Erwachsene, da es ihnen offenbar schwer fällt, ihre Energien richtig einzuschätzen. Dies ist mir einmal bei einem Wandertag mit einer zweiten Klasse besonders aufgefallen. Kaum waren wir zwei Kilometer durch einen nahe gelegenen Wald gelaufen, erbaten sich die ersten Kinder eine Pause. Als sich die Bitten häuften, ließ ich die Rucksäcke ablegen. Die erwachsenen Begleiter setzten sich, die Kinder aber rannten in den Wald, jagten sich und spielten Verstecken. Nachdem ich das Gefühl hatte, die Kinder hätten sich nun genug „erholt“, liefen wir weiter. Doch schon bald lagen die Kinder mir wieder

in den Ohren, dass sie nicht laufen könnten. Bei den Pausen setzte sich der Spiel- und Bewegungstrieb aufs neue durch. Schließlich mussten wir die Kinder fast nach Hause tragen, die Kinder murrten und waren total ausgepowert. Bei einer darauf folgenden Wanderung habe ich bei jeder „Pause“ die Kinder dazu verpflichtet, sich hinzusetzen. Wollten die Kinder unbedingt aufstehen und umherlaufen, haben wir die Wanderung gemeinsam fortgesetzt. Die meisten Kinder und auch die Erwachsenen kamen fröhlich und erholt wieder in der Schule an.

Entspannungsübungen unterbrechen für kurze Zeit den Strom fortlaufender Informationen und drosseln kurzfristig das Reizniveau, damit die Schüler wieder für schulische Lerninhalte aufnahmefähig werden. Wie bereits geklärt, ist Adaptation von der Zeitdauer des Vorgangs abhängig. Damit eine Person sich auf einen reizreduzierten Zustand einlassen kann, sollte die Dauer der Übungen zeitlich so bemessen sein, dass sie dem Bedarf an Entspannung und zugleich der Unterrichtssituation (Klassengröße, Alter der Kinder, Räumlichkeiten, Lärm von außen) gerecht wird.

Denkbar sind Übungen, die eine Atmosphäre der Sicherheit, des sich Einlassens und Nichtforderns herstellt. Zugleich können die Übungen helfen, den fortlaufenden Strom der Gedanken zu durchbrechen.

Beispiele für die Praxis:

- \* ein oder zwei Minuten still sein
  - \* in dieser Zeit die Augen schließen und evtl. einer Musik lauschen
  - \* zur Musik frei oder vorgegeben (Mandala) malen
  - \* Anleitung zur Selbstwahrnehmung folgen (eine Phantasiereise machen)
  - \* Wahrnehmungen (Kim- Spiele)
  - \* Hörrätsel (mit geschlossenen Augen auf Geräusche von außen oder vom Band achten)
- (GABRIELE FAUST- SIEHL U.A. 1993, ZIMMERMANN 1999)

An mancher Schule gönnt man sich auch den Luxus ein komplettes Klassenzimmer als „Raum der Stille“ herzurichten. Berichten zu Folge genießen die Schüler die Zeit in diesem Raum besonders (ENKA RIEGEL 2004).

### **Bewegungszeiten**

Schließlich findet Lernen vielfach im Sitzen statt. Die einzige Person, die sich den ganzen Tag bewegen darf und muss, ist der Lehrer. Von den Kindern erwarten wir, dass sie still sitzen und konzentriert sind. Auch hierin findet eine gewisse Gewöhnung statt. In diesem Sinne macht Schule aus Kindern „Schüler“. Der Erfolg schulischer Erziehung

des Stillsitzens ist so durchschlagend, dass Kinder in wenigen Jahren ihre Impulsivität ablegen und bald eine träge Masse bilden. Aus diesem Grund müssen reizentlastende Übungen nicht unbedingt noch mehr Stille und Bewegungslosigkeit fordern. Im Gegenzug zum *homo sedens*, den Schule heranzieht, sollten auch verschiedene Bewegungsmöglichkeiten bestehen:

- ein Austeildienst für Arbeitsblätter entfällt, die Kinder holen sich ihr Arbeitsblatt selber.
- der Lehrer kontrolliert die Hausaufgaben von seinem Platz aus, die Kinder müssen zu ihm kommen
- Kinder, die vom Stuhl fallen, müssen einmal die Treppe rauf und runter rennen (oder etwas anderes tun)
- Lernen findet an Stationen statt, die im Raum verteilt sind uvm.

Bewegung im Klassenzimmer bringt selbstverständlich eine gewisse Unruhe mit sich. Auch hier gibt es Kinder, die das nur schwer ertragen und in ihrer Konzentration beeinträchtigt werden. Hierfür angemessene schülergerechte Lösungen zu erarbeiten, ist die Aufgabe des Lehrers. Seine Fähigkeit Kinder zu beobachten, Verhalten zu analysieren und für weiteres methodisches Vorgehen zu nutzen, zeichnet seine Profession aus.

### **Fazit**

Wie ein Sachverhalt fesselnd und attraktiv präsentiert wird, dabei zugleich bis zur Bewegungslosigkeit beruhigend wirken kann, kann dort beobachtet werden, wo Kinder wie magnetisch festgehalten sind und mit offenem Mund vor dem Fernseher sitzen, dabei die Zeit, das schöne Wetter und Freunde uvm. zu vergessen scheinen. Unterricht wird „hoffentlich“ nie diese Wirkung auf Kinder haben, wie es das Fernsehen hat. Der Begriff „hoffentlich“ will verdeutlichen, dass das Fernsehprogramm seine Zuschauer in eine passiv- konsumierende Rolle drängt. Die Kinder werden auf die Rolle eines Empfängers reduziert. Alle angeblich interaktiven Angebote haben dabei nur den Zweck, dass sie weiter vor dem Bildschirm verharren.

Ein Lehrer, der im Sinne einer bürgerlichen Ethik „gute Absichten“ verfolgt, will vermutlich nicht manipulieren, sondern Lernbegleiter und Lernberater sein. Will er Interaktion zulassen, zum Mit- und Nachdenken anregen und Kommunikation pflegen, dann wird seine Unterrichtsplanung und damit auch sein Unterricht nur "gut- genug“ sein können. Was verstehe ich unter diesem Begriff?

Der "gut- genug" vorbereitete Unterricht versucht zwar alle erfassbaren Bedingungen, die in die jeweilige konkrete Unterrichtssituation einfließen, in der Planung und Ausführung zu berücksichtigen. Die Faktoren setzen sich aus dem zu vermittelnden Inhalt, dem Schülerpotential, der Tages-, Wochen-, Jahreszeit zusammen. Hinzu kommt die Notwendigkeit Informationen zu geben, durch Medien zu unterstützen, Selbständigkeit zuzulassen, Pausen zu ermöglichen und Differenzierungen zwischen den Schülern mit einzuplanen uvm<sup>5</sup>. Dies gehört zum praktisch- professionellen Repertoire eines Lehrers.

In der lebendigen Interaktion mit anderen scheinen sich aber gesetzte Inputs schnell zu verselbständigen. Lehrerinputs können bei Schülern Auslöser für Beiträge werden, die in dieser Art und Weise nicht antizipierbar, geschweige denn beabsichtigt waren. NIKLAS LUHMANN nennt dieses Phänomen „doppelte Kontingenz“: *„In sozialen Systemen trägt jeder Teilnehmer der Tatsache Rechnung, daß andere auch anders handeln können. Jeder kann sein Verhalten also erst festlegen, wenn er weiß, wie andere ihr Verhalten festlegen; aber das Umgekehrte gilt ebenso“* (2002, 31f.).

Jedem Unterricht wohnt damit ein Spielraum inne, in dem Hindernisse nicht vollkommen weg organisiert werden können. Störungen durch Schüler können vielmehr zu wichtigen Rückmeldungen für den Lehrer werden. Ein Unterricht, bei welchem Störungen nicht mehr wahrgenommen werden, weil sie durch Perfektion des medialen Einsatzes retuschiert sind, verkommt zur Show, in der Kinder als Kommunikationspartner unwichtig geworden sind. Störungen zeigen auch, dass der Lehrer als Person mit Fehlern und Schwächen, Stärken und Fähigkeiten präsent ist. Er gestaltet, bewertet und selektiert die schülerrelevanten Informationen und stellt sich als Mitlernender dar. Auch er macht Fehler, weiß nicht alles, muss etwas nachschauen, jemand anderen befragen. Ist die Planung und Durchführung von konkreten Unterrichtsstunden offen genug angelegt, können sich Schüler interaktiv einschalten.

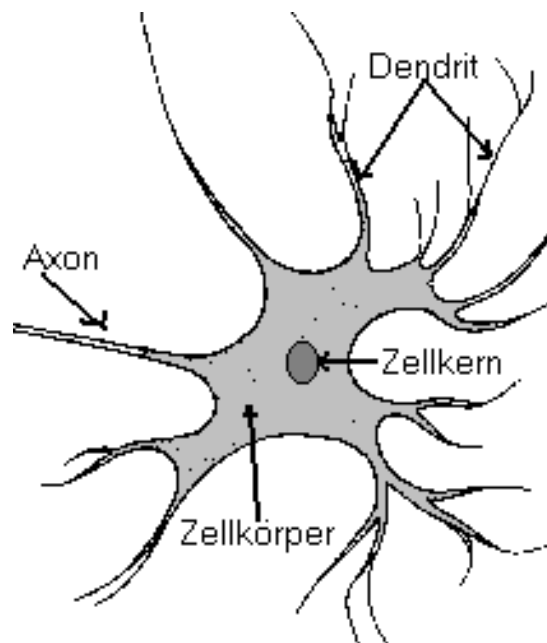
<sup>5</sup> Siehe u.a.: BAUER, KARL-OSWALD: Professionelles Handeln in pädagogischen Feldern. Ein Übungsbuch für Pädagogen, Andragogen und Bildungsmanager, Weinheim/ München (Juventa) 1997

### 3. Lernen durch Umstrukturieren

In diesem Kapitel setze ich den Schwerpunkt der Betrachtung auf die Neuron-Neuronen- Interaktion. Im **neurobiologischen Teil** wird die Funktionsweise der Synapse, der Schaltstelle zwischen zwei Nerven dargestellt und der Begriff der *Synapsenplastizität* erörtert. Dabei wird die Veränderung der Synapseninteraktion im Vordergrund stehen. Es soll gezeigt werden, wie externe Informationen die *Konnektivität* der Synapse modifizieren. Die Nervenzellinteraktion gibt Aufschluss über die Lernfähigkeit des biologischen Systems. Dabei ist leicht nachvollziehbar, dass neuronale Modifikationen und damit "Lernen" nur dort stattfinden kann, wo Zellen miteinander kommunizieren und sich entsprechend der Bedingungen anpassen bzw. verändern.

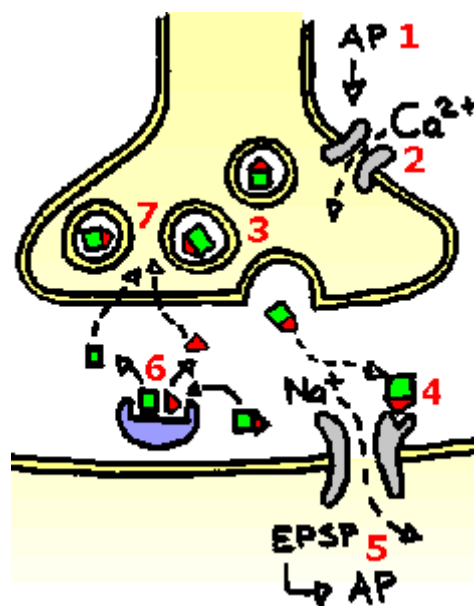
Im **didaktischen Teil**, wird der Frage nachgegangen, welche Arrangements getroffen werden müssen, damit die Konnektivität der Synapsen optimal modelliert und dadurch eine Veränderung des neurophysiologischen Systems erreicht werden kann. Denn Ziel eines jeden Lehrvorgangs ist die Beeinflussung, d.h. Manipulation des neurologischen Systems.

Grafik aus: <http://www.nervenzellen.de>



## Von Neuron zu Neuron: Die Synapsen

Das Neuron ist der Grundbaustein auf der strukturellen und funktionellen Ebene des Nervensystems. Es empfängt über die Dendriten und den Zellkörper Signale, die es über ihr Axon an andere Nervenzellen oder sonstige Zellen weiterleitet. Das sich vielfach aufspaltende Axon endet in kleinen Verdickungen, die als Synapsen Kontakt mit angrenzenden Zellen aufnehmen. Da ein einzelnes Neuron im Zentralem Nervensystem mehrere tausend synaptische Kontakte aufweisen kann und etwa  $10^{11}$  Neuronen vorhanden sind, muss davon ausgegangen werden, dass sich mehr als  $10^{16}$  Synapsen im menschlichen Gehirn befinden.



Aus: <http://www.abi-bayern.de/bio/synapse-test.htm>

Die Synapse ermöglicht die Weiterleitung der ankommenden Aktionspotentiale. Der synaptische Anschluss wird dabei in den meisten Fällen über chemische Synapsen hergestellt, bei welchem Neurotransmitter eine entscheidende Rolle spielen. Diese Neurotransmitter (u.a. Acetylcholin, Dopamin, Adrenalin, Noradrenalin) befinden sich hierbei in so genannten Vesikeln (Bläschen) in der Präsynapse. Durch ein ankommendes Aktionspotential werden aus diesen die Neurotransmitter freigesetzt, so dass der Botenstoff in den synaptischen Spalt gelangt und mit der postsynaptischen Membran reagiert. Dadurch wird eine Depolarisierung bewirkt, die ein elektrisches Potential aufbaut. In einer funktionierenden Einheit wird der Neurotransmitter sofort wieder abgebaut, um den Ruhezustand herzustellen, da sonst die erneute Reizweiterleitung blockiert ist. Der ganze Vorgang dauert oft nur 0,0002 Sekunden.

Kommt es in einer Synapse zu rhythmisch abwechselnd starken und danach wieder schwachen Reizen, ändert sich im Prinzip nichts. Zu Veränderungen in der Synapse kommt es nur, wenn mehrere gleichbleibende Signale von hoher Intensität in der Synapse wirksam werden (MANFRED SPITZER 1996 S.45)

Die Veränderbarkeit der Synapsen mittels Aktivität soll nun an drei konkreten Beispielen aus der Neurowissenschaft verdeutlicht werden:

- In einer Versuchsanordnung wurden adulten Affen die Finger so verbunden, dass sie nur ihre drei mittleren Finger funktionstüchtig benutzen konnten. Nach mehreren tausend Versuchsdurchgängen konnte nachgewiesen werden, dass sich die kortikale Fläche, welche die mittleren Finger repräsentiert, gegenüber den unbenutzten Fingern stark vergrößert hatte (KANDEL 1995).
- Die kortikale Karte verändert sich auch, wie man mittlerweile dokumentieren kann, bei früh- erblindeten Menschen. Es ist davon auszugehen, dass Menschen, welchen keine visuellen Sinnesinformationen zur Verfügung stehen, ihren Verlust durch die Nutzung anderer Sinnesorgane kompensieren. Dies hat zur Folge, dass andere sensorischen Eingangsinformationen sich in dem repräsentierenden Rindenareal ausdehnen und mehr Raum einnehmen als bei Nichtblinden (THOMPSON 1994, bild der wissenschaft 3/1999).
- Bei der Ursache für die sogenannte Musikerkrankheit (Handdystonie) stieß man auf das gleiche Phänomen. Betroffen sind Klavierspieler, die nicht mehr in der Lage sind, einzelne Finger zu koordinieren. Wie nachgewiesen werden konnte, sind auf der kortikalen Ebene die einzelnen repräsentativen Felder für häufig benutzte Finger miteinander „verschmolzen“. Durch gezielte Übungen, bei welchen nur einzelne Finger benutzt werden dürfen, können die sensomotorischen kortikalen Felder wieder diversifiziert werden (Jan Osterkamp 2003).

Die anhand dieser Beispiele deutlich gewordene Fähigkeit der Synapse zur Umstrukturierung durch wiederholten Gebrauch, ereignet sich beim Neuron auf drei Ebenen: der strukturellen, funktionellen und morphogenetischen Ebene.

Der **strukturelle Zustand** ist durch Art und Anzahl der afferenten und efferenten neuronalen Bahnen gekennzeichnet. Afferente Bahnen führen hierbei das Signal aus der Peripherie zum Zentralnervensystem. Umgekehrt leiten efferente neuronale Bahnen das Signal vom ZNS zur Peripherie. Entsprechende Veränderungen finden dabei auf

synaptogenetischer Ebene, innerhalb degenerativer oder regenerativer Prozesse statt. So werden zum einen synaptische Verbindungen aufgegeben oder neu gebildet (s.o.).

Der **funktionelle Zustand** ist durch die längerfristige Veränderung des postsynaptischen Potentials, also des synaptischen Eingangssignals gekennzeichnet. Änderungen werden durch inhibitorische (hemmende) oder exzitatorische (erregende) Transmission, Modulatoren (Neuropeptide, die Änderungen bei Gewebe- und Nervenschädigungen anzeigen) und Hormone beeinflusst. Hierbei ist in besonderer Weise die Langzeitpotenzierung (Long Term Potentiation: LTP) der synaptischen Übertragung von Bedeutung. Es müssen also entweder mehrere Input-Axone zugleich aktiv sein, oder an mehreren gleichzeitig, wobei hier auch sehr spezifische Signale ausgewertet werden können (SPITZER 1996, 47)

Der **morphogenetische Zustand** wird durch die Kapazität des Neurons charakterisiert. Je nach sensorischem Impuls können prä- und postsynaptische Elemente angelegt, stabilisiert oder degradiert werden. Durch epigenetisch induzierte Aktivität können sich synaptische Kontakte auflösen und umorganisieren, d.h. sie sind nicht zeitlebens und unwiderruflich stabilisiert. Vielmehr versetzen starke Umweltreize Neurone in Aktivität und verändern ihre Erregungs-Hemmungskonstellation, und durch Erhöhung postsynaptischer Angebote an andere Neuronen wird die damit einhergehende Erregungszufuhr kompensiert. Diese Prozesse finden so lange statt, bis die beteiligten Neuronen ihr je eigenes "neues" Erregungs-Hemmungsgleichgewicht hergestellt haben. (WOLFF U. WAGNER 1983, DARWIS 1993, HILDEBRANDT 1996).

Nervennetze sind also in der Lage, sich zu reorganisieren. Sichtbar wird dies dadurch, dass die Areale, die stark frequentiert werden, langfristig mehr Raum im Kortex einnehmen und auch an Gewicht zunehmen. Areale, die nur selten innerviert werden, verkleinern sich. Diese Befunde zeigen, dass das neuronale Netz nicht starr und unveränderbar, sondern vielmehr ein *dynamisches kommunikativ-morphogenetisches System* ist.

Individualität basiert daher, neben seiner genetischen Ausstattung, auf der je eigenen einzigartigen architektonischen Ausformung des Gehirns. Das bedeutet, dass das Nervensystem nach persönlich wahrgenommenen Impulsen, zeitlebens Strukturen verändert. Das, was wir schließlich als bei uns selbst oder anderen als Individualität wahrzunehmen glauben, basiert damit nicht nur auf der Grundlage genetischer Disposition, sondern geschieht auch interaktiv in einem fortlaufenden umweltigen

Prozess (KANDEL 1995). Der fortlaufende Umbau des synaptischen Spektrums gilt damit als notwendige Voraussetzung für die funktionelle Integrität des reifenden Gehirns (DARWINS U. TEUCHERT 1997).

### ***Didaktischer Teil***

Synaptische Reorganisationsprozesse sind der Grund dafür, dass wir in der Lage sind, lebenslang zu lernen. Allerdings bedeutet „Reorganisation“, dass dieses "Lernen" nicht additiv gelingt. Die Vorstellung, wir würden zu dem bereits bestehenden Wissenspool etwas „hinzulernen“, gilt also aus neurobiologischer Sicht als falsch. Man geht nicht mehr davon aus, dass zu den bereits bestehenden Verbindungen zusätzliche Daten hinzugefügt werden könnten. Vielmehr geschieht Lernen, wie oben beschrieben, als Umstrukturierungsprozess alter Bestände durch neue Impulse. Die Idee ist, dass der Erwerb von Wissen, Fertigkeiten und Kenntnissen je nach Beanspruchung die bereits vorhandenen, aber veränderbaren Verbindungen unter Umständen völlig umstrukturiert und reorganisiert. Jede Interaktion mit der Außenwelt bedeutet also nicht die Addition von beliebigen Daten zu bereits vorhandenen. Vielmehr führt inhaltlicher Input, wenn denn der Impuls konzentriert und nachhaltig ist, zu einem beständigen Wandel aktueller Informationsaufnahme. D.h., immer, wenn wir dabei sind, etwas zu lernen, findet eine "neuronale Reorganisation" in den bereits bestehenden Strukturen statt. Der Erfolg des Behaltens und späteren Anwendens ist damit von einer komplexen Anzahl von Faktoren abhängig, wie biographischer Vorerfahrungen und Vorwissen, aber auch eine je individuelle emotionale Konstitution. Oder anders formuliert: Erlebnisse, Erfahrungen und Unterricht werden auf der Grundlage der individuellen Vorerfahrungen erlebt und können nur bereits bestehende Verknüpfungen modulieren. Finden Modulationen statt, sind dabei zugleich bestehende Strukturen für immer aufgelöst und reorganisiert. Damit sind Lernprozesse, also das Umstrukturieren, immer auch Vorgänge des Auflösens alter

Strukturen und damit schließlich des Vergessens<sup>6</sup>. Das Vergessen gilt unbestreitbar als notwendiger und unverzichtbarer Prozess, da mit ihm in vielen Fällen der Erwerb neuen Wissens verbunden ist (JOCHEN PAULUS 2007 S. 73) Damit aber nicht irgendetwas „vergessen“ und nicht irgendetwas gelernt wird, müssen Lerninhalte von drei Dimensionen her organisiert werden: sie müssen „zielorientiert“, „wiederholbar“ und „einübbar“ sein.

### **Zielorientiert**

Der neurobiologische Befund zeigt, dass sich die Synapsen verändern, wenn die Signale wiederholend und gleichbleibend vorhanden sind. Allerdings ereignen sich solche Vorgänge sowohl beabsichtigt, also zielgerichtet als auch unbeabsichtigt, also eher zufällig. Vorgänge, denen eine konkrete pädagogische Absicht unterstellt werden kann, sollen nachfolgend mit dem Begriff „Education“, also mit Erziehung und Bildung beschrieben werden. Erziehung und Bildung verfolgen eine Absicht. Diese Absicht kommt durch Handlungsentwürfe zum Tragen und geschieht zielgerichtet und im besten Falle bewusst.

Alle anderen, scheinbar zufälligen Lernvorgänge können dagegen mit dem Begriff der „Sozialisation“ abgegrenzt werden. In dieser radikalen Differenzierung halte ich mich an die Definition der Systemtheoretiker NIKLAS LUHMANN und KARL EBERHARD SCHORR, welche schreiben: *„Ohne Absicht kommt keine Erziehung zustande... Das unterscheidet Erziehung von Sozialisation. Ohne eine Semantik der Absicht, ohne Absicht als Form also keine Pädagogik (LUHMANN/ SCHORR 1992, S.8)* In diesem Sinne erscheint Sozialisation als ungerichteter, zufälliger und nicht planbarer Prozess.

Will eine Person etwas Bestimmtes und Verbindliches „lernen“, oder wollen Erzieher, wie Lehrer oder Eltern, ihren Zöglingen einen klar umrissenen Sachverhalt beibringen, muss die „Impulsrate des gewünschten Signals“ die Häufigkeit zufälliger quasi „sozialisierender“ Situationen deutlich übersteigen. Kenntnisse, Fähigkeiten und

<sup>6</sup> Die Psychoanalyse macht sich Vergessen durch „Umstrukturierung“ zu eigen. In dem Moment, wo mit zeitlich verzögerten Abstand auf ein traumatisches Erlebnis geschaut, es also durch Erinnerung aktiviert wird, werden gegenwärtig erlebte Erfahrungen und neu hinzugekommene Sichtweisen in die Rückschau mit einbezogen. Das ursprüngliche Gefühl wird durch Erinnern langfristig „überschrieben“. Der Volksmund nennt dieses Phänomen: eine Erfahrung „verklärt“ sich. Man redet sich die Vergangenheit schön. Innerhalb eines therapeutischen Setting gilt entsprechender Dreischritt: „Erinnern, Verarbeiten, Vergessen“. Dass tief beeindruckende Erlebnisse kaum oder gar nicht Vergessen werden, gilt aber ebenso als Alltagserfahrung.

Fertigkeiten werden deshalb vermutlich nicht von selbst, gleichsam evolutionär erworben, sondern alle diese Prozeduren setzen ein Bewusstsein voraus, welches die gemachten Erfahrungen mit seinen bisherigen Kenntnissen vergleicht und reflektiert. Diese Überlegungen zwingen dazu, sich von den Vorstellungen einer „natürlichen“ Erziehung zu verabschieden. Wer erzieht, handelt absichtsvoll und intentional. Deshalb sollten Erzieher, in besonderem Maße Lehrer, in der Lage sein, Ziele zu definieren. Wo Erzieher oder Lehrer auf zielgerichtete Steuerungsmechanismen verzichten, ist eine Reflexion der Lehrergebnisse vollkommen ausgeschlossen. Trotz des in der Pädagogik inhärent vorhandenen Technologiedefizits und der Notwendigkeit des Handelns ohne Sicherheit, sollte pädagogisches Handeln beobachtbar, analysierbar und reflektierbar sein. Dies macht möglicherweise gerade dann Sinn, wenn Vorhaben scheitern, also perturbieren und zum veränderten Handeln auffordern. Denn wie GÜNTHER WARNKEN formuliert: *Wissenschaftliches Wissen ist ein zusätzliches Angebot für den Enttäuschungsfall.* (2001, 10) Im Hinblick auf didaktisches Handeln gewendet, wäre es schön, wenn wissenschaftliches Wissen dabei helfen könnte, schulisches Handeln vor Enttäuschungen zu schützen

Wie konzentriert und zielgerichtet beispielsweise die schriftsprachliche Repräsentanz sein muss, um zum Lernerfolg zu führen, sei durch eine Anekdote verdeutlicht: Ein normal begabtes Mädchen hatte bereits zur Einschulung den Leselernprozess abgeschlossen. Eine überdurchschnittliche Begabung konnte nach zwei Schuljahren ausgeschlossen werden. Am Ende des zweiten Schuljahres fiel sie in der Gruppe der gleichaltrigen Klassenkameraden nicht weiter auf. Ursache für den scheinbaren Vorsprung war die besondere Situation während der Zeit vor dem Schulbesuch. Das Mädchen hatte täglich viel Zeit im Büro bei der als Sekretärin arbeitenden Mutter verbracht. Hier war sie vielfach mit Papier, aber auch mit Buchstaben und kleinen Texten konfrontiert. Im Kontext der bisherigen neurodidaktischen Reflexionen überrascht es nicht, dass sie durch das große Angebot an schriftlicher Sprache, bald in die Lage versetzt worden war, sich Texte selbst zu erarbeiten. Das Mädchen kam als laborierte Leserin in die Schule, hatte aber langfristig gesehen keinen Lernvorteil. Die anderen Schulkinder konnten den Vorsprung durch die zielgerichteten Lernarrangements im Unterricht bald wettmachen. Auf der einen Seite zeigt dieses Beispiel, dass ein besonderes Programm zunächst nicht nötig erscheint, wenn genügend gleichgerichtete Wiederholungen über einen längeren Zeitraum vorhanden sind. Auf der

anderen Seite ist der Leselernprozeß um ein vielfaches beschleunigt, wenn intentionale, zielgerichtete Lernumgebungen für die Kinder zur Verfügung stehen, so dass sich die Schüler konzentriert auf den Lerngegenstand fokussieren können. Tatsache ist, dass die meisten Kinder, auch solche die sich vor Beginn der Schule nicht fürs Lesen interessiert haben, im Durchschnitt spätestens nach dem zweiten Schuljahr kompetente Leser sind, d.h. sie lesen geübte und altersgemäße, unbekannte Texte gleichermaßen gut (MEIERS 1981, BRÜGELMANN 1986).

### **Üben und Wiederholen**

Wie oben erläutert, verändert sich die Konnektivität der Synapsen durch Wiederholen gleicher Signale. Dieser Befund kann zum Anlass genommen werden, darüber nachzudenken, dass Lehrprozesse nicht nur absichtsvoll und zielgerichtet sein müssen, sondern dass die Fülle gleicher Wiederholungen ein entscheidender Faktor zu sein scheint.

Aus diesem Grund ist zu berücksichtigen, dass Teile des zu lernenden Gegenstands in sinnvolle Untereinheiten gegliedert werden und wiederholbar sind.

Didaktisierung bedeutet, Teile einer zusammenhängenden Einheit zuerst zu isolieren und sie für sich gesondert zu wiederholen. Werden die einzelnen Elemente isoliert von einander gekannt, können sie später wieder harmonisch ineinander gefügt werden (AEBLI, H. 1985; SPITZER, M. 1996). Dies gilt für das Erlernen einzelner Buchstaben, die später synthetisiert werden, genauso wie für anspruchsvolle Musikstücke, die sich ein Musiker Passage für Passage erarbeiten muss. Auch komplexe Bewegungsabläufe, die eine besondere Koordination benötigen, lassen sich zerlegen. Der Schmetterschlag beim Volleyball bestehend aus Anlauf, Absprung, Schlag auf den Ball mit der flachen Hand, lässt sich genau in die beschriebene Einzelteile zerlegen und gesondert üben. Anschließend wird der gesamte Ablauf zusammengefügt und muss dann dennoch als Ganzes geübt werden.

Die Aufgabe des Lehrers besteht nun aber auch darin, das anstrengende und langwierige Wiederholen gekonnt zu arrangieren. Denn mitunter ist es mühsam und langweilig (siehe auch Kap. 5), etwas zu wiederholen. Entsprechend braucht es Zeit für regelmäßige Praxis und Geduld, sprich Frustrationstoleranz oder einfach nur Durchhalten, bis die Handlung gelingt.

Problematisch erscheint hier der Umgang mit Fehlern, die sich im Laufe des Wiederholungsprozesses ergeben. Aus diesem Grund findet in der Literatur eine angeregte, bisweilen von Widersprüchen gekennzeichnete Diskussion darüber statt, wie

eine sinnvolle, schülerorientierte Fehlerrückmeldung erfolgen sollte. Im Kern handelt es sich um unterschiedliche Vorstellungen von der Anthropologie des Kindes und der Vorstellung des Lernens an sich.

In der Reflexion einer konstruktivistischen Lerntheorie, welche neurophysiologische Befunde reflektieren möchte und der Annahme, dass der Mensch und speziell Kinder lernwillig sind und Explorationsdrang zeigen, insofern sie hierzu Gelegenheit erhalten, sollte das Üben und Wiederholen so gestaltet werden, dass das Bedürfnis etwas zu können, unterstützt wird. Dabei sollte auch der Weg zum Können bereits durch Anerkennung und Ermutigung von Seiten der Lehrer geprägt sein. So selbstverständlich und lapidar diese Formulierung erscheint, so fallen mir doch genügend negative Beispiele aus der Praxis ein. Offenbar, so meine Beobachtung in Gesprächen mit Lehrerinnen und Lehrern, sind sie sich in der „Theorie“ darüber einig, Kinder zu fördern und beim Lernen zu unterstützen, in der Umsetzung und Anwendung dessen, gelingt dies aber weniger gut.

So erhielten Schüler in einem ersten Schuljahr von ihrer Deutschlehrerin „smileys“ dafür, wenn sie schön von der Tafel abgeschrieben hatten. Die Lehrerin verzichtete allerdings bei misslungenen Versuchen nicht einfach darauf, positive Sanktionen zu erteilen. Vielmehr erhielten die Kinder bereits in der zweiten Schulwoche des ersten Schuljahrs, welche von der Standardschrift zu weit abwichen „heulys“, also negative Rückmeldungen. In diesem Fall kamen verschiedene Eltern auf mich zu, ihre Kinder würden heulend über ihren Hausaufgaben sitzen, aus Sorge vor weiteren „heulys“. Das Problem, das sich hier auftut, ist nicht der Fehler an sich, sondern der pädagogisch sinnvolle und für die Lernmotivation geeigneter Umgang damit. Hier hat die Art der Rückmeldung des "Nicht-genügens" zu einem Motivationsverlust, Disstress und vielleicht auch zur Gefährdung des Selbstbewusstseins geführt. Im Kontext dieser Überlegungen halte ich es für denkbar, wenn erbrachte Leistungen, auch wenn sie noch nicht vollständig fehlerfrei sind, Anerkennung bekommen. Es erscheint durchaus lohnenswert, auch kleinste Lernfortschritte zu honorieren, denn Lernen ist meist anstrengend, bisweilen langweilig und braucht Unterstützung. Um es anders zu formulieren: Wir lernen zwar aus unseren Fehlern. Allerdings sehe ich den Lernerfolg gefährdet, wenn wir einen Fehler normativ vorgehalten bekommen, im Sinne des „wenn du nur gewollt hättest!“ und zugleich eine negative Sanktion damit verbunden ist. Ich bin davon überzeugt, dass wir aus Fehler lernen, wenn wir selbst einsehen, dass dies nicht korrekt war. D.h. wenn ein bewusster Reflexionsprozess hinzukommt. Jedoch

benötigen Schüler geeignete Methoden, um auf Fehler aufmerksam zu werden. Damit Kinder leserlich schreiben lernen, müssen sie selbstverständlich die Rückmeldung erhalten, wie sie am besten das Schreibwerkzeug halten, damit die Hand dabei nicht krampft, in welcher Weise das zu beschriebene Heft zu liegen hat, damit der Schreibfluss gelingt, und vieles mehr. Die Rückmeldung mit den „Heulys“ war sicher keine Böswilligkeit der Kollegin, aber immerhin zu wenig individuell. Es scheint, als wäre den Kindern nicht deutlich gewesen, was sie hätten verändern müssen, um zu besseren Ergebnissen zu kommen. Entsprechend erscheint es offenbar doch unumgänglich und sinnvoll, individuelle Fehleranalysen anzufertigen. Aufgabe der Lehrhelfer ist es, mögliche Ursachen für die Fehlleistung zu klären, herauszuarbeiten was noch nicht verstanden worden ist und bewusst zu machen, was noch nicht gekonnt werden konnte, wozu also noch weitere Informationen nachgereicht werden müssen oder welche richtige Denkleistung der Schüler erbracht hat, die Umsetzung und Darstellung aber nicht gelang. Ein anderes, schlichtes Beispiel soll dies verdeutlichen: Eine Schülerin rechnet auf ihrem Arbeitsblatt:  $5 - 2 = 7$ . Auf den ersten Blick falsch, dennoch hat das Kind beim Rechnen etwas gedacht. Nun fällt auf, dass es „nur“ das Rechenzeichen nicht richtig interpretiert hat. Die Rückmeldung „falsch“ greift zu kurz. Wir stellen fest, dass im Rahmen der selbständigen und individuellen Wiederholungen Umwege und Fehler des Schülers nicht zu vermeiden sind. Ein Fehler wird eben da gemacht, wo man entweder die korrekte Lösung nicht kennt oder aber noch nicht weiß, wie man zu dieser gelangt. Entsprechend kann in den meisten Fällen der Fehler nicht selbst gefunden werden. Ich würde es für didaktisch vernünftig halten, Fehlerkorrekturen so zu organisieren, dass diese dem Schüler helfen, das fehlerhafte Tun zu berichtigen. Um den Lernprozess auch in der Wiederholungsphase zielgerichtet halten zu können, bedarf es also nach Möglichkeit einer präzisen aber auch wohlwollenden und zeitnahen Kontrolle. So können Fehler durch Selbst- oder Fremdkontrolle beseitigt werden, deren Vor- und Nachteile ich im folgenden kurz diskutieren will.

Die Fremdkontrolle durch den Lehrer ermöglicht eine schnelle und direkte Rückmeldung. Der Schüler erhält eine persönliche Zuwendung, und es besteht eine Diagnoseoption, d.h. der Lehrer kann die Ursache des Fehlers analysieren und somit die Korrektur zur Reflexion an den Schüler zurückgeben. Allerdings verhindert die direkte Fehlerkorrektur eine mögliche Emanzipation hin zu einer eigenständigen Korrektur.

Der Selbstkontrolle fehlt im Gegenzug dazu die direkte Rückmeldung durch eine Person. Allerdings fördert es die Selbstständigkeit, schafft die Option zu mehr Emanzipation und entlastet dabei zugleich die Lehrer- Schülerbeziehung.

In der Diskussion über Vor- und Nachteil der Selbst- oder Fremdkontrolle lässt sich kein generelles Votum für die eine oder andere Methode abgeben. Allerdings würde ich langfristig der Selbstkontrolle den Vorzug geben, so dass der Schüler beim Wiederholen nicht andauernd vom Feedback des Lehrers abhängig ist, sondern durch das „Material“ selbst die Rückmeldung erfährt. Dass Schüler lernwillig und zur Übung bereit sind, zeigen sie nämlich gerade dort, wo negative Rückmeldungen durch Personen entfallen und der Lerngegenstand den korrekten Umgang selbst vorgibt, das heißt, im Optimalfall ist die Korrekturoption in das didaktische Material einprogrammiert. Hierzu einige Beispiele: Wenn ein Scater mit seinem Skateboard zu wenig Schwung holt, kommt er die „hafe pipe“ nicht hoch, wenn der Schreiber den Stift falsch aufsetzt, gelingen die Schreibbewegungen nicht. Schreiben Schüler einen Brief am Computer mit einem Schreibprogramm, welches eine Rechtschreibfunktion enthält, bekommen sie die meisten Fehler markiert zurückgemeldet. Aber nicht immer bietet der Lerngegenstand diese unmittelbare Selbstkontrolle. Aus diesem Grund benötigen Lerner die Rückmeldung von Personen, die das Ergebnis des vorhandenen Wissens und Könnens (Ist- Zustand) mit dem anvisierten Ziel (Soll- Zustand) vergleichen. Möchte der Lehrer sich dieser permanenten Feedbackrolle entziehen, müssen lehrerunabhängige methodische Hilfen zur Verfügung stehen. Auch hier braucht es kreativ- didaktische Fähigkeiten der Lehrkraft.

Betonen möchte ich, dass die Korrektur weitestgehend unmittelbar an den Lern- und Übungsvorgang gekoppelt werden muss. Wie bei einem Artisten, der während einer Zirkusnummer einen Fehler begeht und diese Übung sofort wiederholen muss, erlaubt eine Korrektur keinen Aufschub, da sich sonst dieses fehlerhafte Tun und Denken mit einübt. Hierzu wiederum zwei Beispiele:

- Die Schüler bauen einen experimentellen Versuch selbständig auf. An jeder Stelle der Arbeit, beim Aufbau des Versuchs, bei der Durchführung der Versuchsanordnung, bei der Notation schleichen sich Fehler ein. Wird nun das selbsterarbeitete Ergebnis mit dem standardisierten Wert verglichen, fällt die fehlerbedingte Abweichung als zu lösende Aufgabe an die Gruppe zurück. Das suboptimale Ergebnis fordert zum weiteren Nachdenken, Ausprobieren und Evaluieren auf.

- Ähnliches gilt auch für das Lesenlernen. Bei Aufgaben, die ein selbständiges, regelmäßiges Praktizieren ermöglichen, sorgen falsche Ergebnisse für Konflikte im Vergleich mit der angebotenen Lösung. Die Hörer verstehen nicht, was vorgelesen wird. Der Leser kann eine ans Lesen gebundene Aufgabe nicht richtig lösen.

Als problematisch halte ich dagegen eine zeitlich verschobene Rückmeldung. Damit meine ich, dass die Schüler eine Aufgabe bearbeiten, die dem Lehrer beispielsweise zur Durchsicht am Nachmittag abgegeben wird. Ein fleißiger Lehrer sieht die Aufgaben tatsächlich durch und die Kinder bekommen im besten Falle die Rückmeldung am nächsten Tag, doch dann haben die Kinder die Fragestellung vergessen, wissen nicht mehr, welche Operationen sie gewählt haben und was ihre Denkschritte waren. Ein Lernerfolg stellt sich so nur schwer ein und der Lehrer kann das Gefühl haben, dass seine Arbeit umsonst ist, weil diese keinen Erfolg verspricht. Vermutlich gelingt der Erwerb der Orthographie deshalb in vielen Fällen durch Diktieren nicht, weil die Fehlerrückmeldung erst ein paar Tage später erfolgt, wenn das Diktat korrigiert vor den Schülern liegt. Vermutlich lässt sich die Orthographie besser erwerben, wenn Fehler sofort zurückgemeldet werden. Hierzu ein Beispiel: Ich selber habe viele Jahre das Wort „nämlich“ mit „h“ geschrieben und ich weiß nicht, wie oft ich es als Fehler markiert zurück bekam. Erst kurz vor der dem Abitur, schloss mein Lateinlehrer seine letzte Ansprache vor der Prüfung mit den Worten: „Und von dir, Thomas, wünsche ich mir, dass du „nämlich“ ohne „h“ schreibst.“ Das habe ich nicht mehr vergessen. Die direkte und freundliche Ansprache hat mir geholfen, dieses Wort richtig zu schreiben.

Üben bedeutet in Abgrenzung zum Wiederholen die bewusste Fähigkeit, Strukturen zu erneuern, zu verbessern, zu verfeinern und alte Verhaltensmuster zugunsten neuer aufzugeben. Anfängliche Schwierigkeiten und fehlerhaftes Handeln lassen sich mit fortlaufenden Übungen kompensieren und durch ständige Bearbeitung routinisieren und damit ökonomisieren.

Beispielsweise kann ein Erstleser sich fremde Texte am Ende eines erfolgreichen ein- bis zweijährigen Leselernprozess schneller und leichter erschließen, als am Anfang oder inmitten des Leselernprozesses. Der Schüler kann nach erfolgreicher Lernprozedur manches Verhalten aufgeben, das während des Leselernprozesses wichtige Stütz- und Hilfefunktionen erfüllte.

Ein geübter Leser verzichtet beispielsweise darauf, sich mit Abdeckhilfen die Wörter abzudecken, die er nicht lesen möchte, oder laut zu buchstabieren und die

Buchstabenlaute zusammenzuziehen. Er liest nicht mehr einzelne Buchstaben, sondern fasst diese zu ganzen Buchstabengruppen zusammen. Geübten Lesern mit einem elaborierten Wortschatz, sind viele Teile eines Wortes bekannt und so wird das Wort nicht mehr komplett durchgegliedert, sondern als Ganzes erfasst. Die Fähigkeit des Durchgliederns wird zugunsten eines ökonomischen Leseverhaltens aufgegeben. Dass dies so ist, stellen wir dann wiederum fest, wenn ein Lesefehler den Sinn zerstört. Während wir lesen, taucht beispielsweise vollkommen sinnlos das Wort „Margarine“ auf. Wir wiederholen den Satz und stellen dann vielleicht fest, dass da „Margarita“ stand.

Bestätigt die Neurodidaktik, was SCHILLER schon ahnte: „*Alle Begabung ist Fleiß*“? Im Rahmen des genetisch determinierten neuronalen Pools werden durch anhaltendes Training die entsprechenden synaptischen Verbindungen so umorganisiert, dass die geübte Tätigkeit beherrscht wird. Das auf der neurologischen Vorgabe erarbeitete Prinzip einer neuronalen Didaktik könnte auch ganz schlicht, beinahe naiv, heißen: „Was ich übe - kann ich“.

*Motorische Tätigkeiten* wie Schreiben, Malen, Zeichnen werden durch Üben der Handlung und Abgleichen mit dem Vorbild erlangt. Entsprechend sind Schriftübungskurse so aufgebaut, dass der Schüler das gewünschte Schriftbild vor sich liegen hat und versucht, dieses zu reproduzieren. Durch sich ständig wiederholende Versuche, erreicht der Schreiber die motorische Fertigkeit, seine Schrift der gewünschten Vorlage anzupassen. Die didaktische Formel kann lauten: Vormachen - Nachmachen. Beim Schreibenlernen stellen wir allerdings fest, dass kaum ein Erwachsener, welcher in Deutschland in die Schule ging die Normschrift der Lateinischen oder Vereinfachten Ausgangsschrift schreibt. Dies kann mehrere Gründe haben. Ein Grund ist die geringe Stabilität der Schrift an sich. Es gibt andere Schriften, wie die dänische oder die französische Schrift zum Beispiel, die sich weniger individuell verformen. Ein weiterer Grund liegt darin, dass wir gerade in Deutschland offenbar wenig Wert auf eine lesbare Schrift legen und schon in der Grundschule den Kindern deshalb eine individuelle Schrift zugestehen. Unsere Groß- und Urgroßelterngeneration, die häufig viel weniger Jahre in der Schule verbrachten, haben insgesamt eine stabilere Schrift, was auf eine intensivere Übung zurückzuführen sein dürfte. Der dritte Grund ist die Schreibkultur an sich. Ich (Jahrgang 1964) habe eigentlich alles, was es in der Schule zu schreiben galt, in Hefte geschrieben. Schulkinder von heute füllen ein paar kopierte Zettel aus und heften diese ab oder

lassen es bleiben. Ob es angesichts der „Computerisierung“ der Lebenswelt noch notwendig ist, leserlich zu schreiben, darf an anderer Stelle diskutiert werden.

*Abstrakte Tätigkeiten* zeichnen sich meist durch eine hohe Komplexität vieler einzelner Teilfähigkeiten aus, die nur bedingt isoliert wahrgenommen werden können. Bei der Elementarisierung abstrakter Tätigkeiten bestehen deshalb zwei Probleme. Zum einen kann es Schwierigkeiten machen, bestimmte Teile des Lerngegenstandes isolieren zu können. Zum anderen ist dann mitunter auch nicht klar zu bestimmen, welches die geeignete Methode ist, um diese isoliert zu trainieren. Man denke beispielsweise an die lange und heftige Diskussion zum Lesenlernen in den siebziger Jahren des letzten Jahrhunderts. Hier entbrannte ein Wissenschaftsstreit darüber, ob nun zuerst die Buchstaben und dann die Synthese der Buchstaben zu ganzen Wörtern gelehrt werden sollte, oder ob die Kinder ganze Wörter erlernen und dann einzelne Buchstaben zusätzlich an die Hand bekommen. Die Diskussion ist mittlerweile abgeschlossen. Zwar können Linguisten noch nicht exakt beschreiben, wie eigentlich Lesenlernen funktioniert, da bis dato die neurobiologischen Daten fehlen, aber sie fanden auf empirischem Weg heraus, dass die synthetische Methode (Buchstabe für Buchstabe) erfolgreicher vonstatten geht (MEIERS 1981). Das Beispiel zeigt, dass es mitunter eine langwierige und komplizierte Aufgabe sein kann, herauszufinden, wie sich Übungen und erforderliche Fertigkeit zueinander verhalten, um am Trainingsende die gewünschte Fähigkeit zu besitzen.

Bislang war es die Aufgabe der Fachdidaktik, für definierte Lernziele entsprechend exakte Methoden der Belehrung oder des Trainings zu beschreiben und spezielle Trainingsprogramme zuzuschneiden. Allerdings hat das Entwickeln eines jeden Trainings- und Übungsprogramms einen deutlichen Nachteil. Denn in der Regel geht der Belehrende davon aus, dass er wüsste, welcher Inhalt, in welcher Schwierigkeitsstufe, in welchem Zeitraum und an welchem Ort erworben werden soll. Es mag Lehrer geben, die eine genaue Vorstellung davon haben, welche Leistungen jeder einzelne Schüler zu erbringen im Stande ist. Allerdings bleibt ihm dennoch verschlossen, ob sich der Schüler exakt zum anvisierten Zeitpunkt genau mit dem geforderten Sachverhalt auseinandersetzen möchte und dafür auch emotional als auch intellektuell vollständig motiviert ist.

Wegen dieser Kontingenz, dieser unüberschaubaren Komplexität, die allen Lehr- und Lernprozessen innewohnt, erscheint es unbedingt nötig, gerade Wiederholungs- und

Übungsprozesse, die letztlich an keine einheitliche Struktur gebunden sind, zu individualisieren.

Diese Individualisierung wurde bereits durch die Reformpädagogen betont und erfuhr in den siebziger Jahren eine Renaissance. Das Grundkonzept eines schülerorientierten Unterrichtes ist es, sich gegen Ziele, Inhalte und Methoden zu wenden, die den Schüler von sich selbst und seinen Bedürfnissen entfremdet. Entfremdend ist ein Inhalt, wenn ein sinnvoller Gebrauchswert für gegenwärtige und/oder zukünftige Lebenssituationen nicht vorhanden ist. Stattdessen besteht die bildende Funktion der Schule darin, selbstbestimmtes Lernen auf den Weg zu bringen. Dies geschieht nach MEYER (1985) dort, wo die Mehrzahl aller Schüler eine Chance zur Thematisierung ihrer Bedürfnisse und Interessen erhält. Dieser Ansatz hat auch für eine Didaktik, welche sich an den neurobiologischen Voraussetzungen orientiert, nicht an Aktualität verloren.

Das deutsche Erziehungssystem Schule ist im Kern darauf programmiert, Menschen zu demokratieorientierten, aber durchaus angepassten Staatsbürgern zu erziehen und Unberechenbarkeit und Kreativität so weit wie möglich zurückzudrängen bzw. unberücksichtigt zu lassen. Eine humane, also am Gehirn orientierte Didaktik kann solch einer Trivialisierung und damit einer Entfremdung zur eigenen Person entgegenarbeiten, ohne dass gegenwärtige, gesellschaftlich verbindliche und sinnstiftende Inhalte geopfert werden müssen. Dies leistet sie u.a. dadurch, dass sie Wahlmöglichkeiten bereitstellt, Alternativen aufzeigt, Selbständigkeit zulässt, tätiges Aneignen und eigenes Nachdenken fördert. Ähnliches hat HARTMUT V. HENTIG (1985) im zweiten Teil seines Buches „Die Menschen stärken, die Sachen klären“ behandelt. Danach soll die Schule neu gedacht und bewertet werden, falsche Stützen weggerissen und Menschen selbstbestimmt gemacht werden. Ihm ist besonders die Aufklärung des Bewusstseins ein Anliegen. Weiter plädiert er für ganzheitliches Lernen, dafür, Belehrung durch Erfahrung zu ersetzen und stellt 13 Lernbedingungen auf (darunter: Zuversicht ermöglichen, Zeit haben, Arbeiten mit Sinn, Medien dienstbar halten, dem Therapismus widerstehen etc.). Die Menschen sollten mit Zuversicht, Selbstbewusstsein und Solidarität ins Leben gehen.

### **Übungsarrangements sollten Wahlmöglichkeiten bereitstellen**

Auf Grund des neuronalen Befundes können wir davon annehmen, dass der Mensch aus den ihm zur Verfügung stehenden Vorgaben sinnvolle Muster bildet (SPITZNER 1996). Dadurch sind Lerner als Kinder in der Lage versetzt, aus einer sinnvollen Vorgabe an Daten diejenigen auszuwählen, die für die Teilhabe an der Kultur und Gesellschaft

dienlich erscheinen oder die sie interessieren. Dabei werden sie in aller Regel dort den nächsten Lernschritt gehen, den sie, ohne die Angst versagen zu müssen, bewältigen können.

In einer ersten Klasse habe ich ab der ersten Schulwoche die Kinder in einer Mathematiklernwerkstatt arbeiten lassen. Es standen mehrere Spiele, allerlei Übungen und anderes didaktisches Material zur Verfügung. Die meisten Kinder wählten nach und nach komplexere Spiele und schwierigere Übungen. Allein ein Junge blieb, wie in einer Art Lernschleife, beim leichtesten Spiel „hängen“. Da ich unbedingt wollte, dass der Junge sich weiterentwickelt, habe ich das entsprechende Spiel aus der Lernwerkstatt entfernt. Das daraus folgende negative Ergebnis hat mich nachhaltig beeindruckt. Der Junge ging nur zögerlich an andere Spiele, störte zunehmend den Unterricht, machte im Rechnen auch sonst keine Fortschritte und musste am Ende das Schuljahr wiederholen. Angesichts dieser Erfahrung bedauere ich sehr, ihm sein Spiel nicht gelassen zu haben. Meist versteht sich der Lehrer aber als derjenige, so auch ich, der eine Auswahl trifft. Er entscheidet, auf der Grundlage seiner anthropologischen und pädagogischen Kenntnisse und seiner berufsbiographischen Erfahrung heraus, was in einer bestimmten Stunde gelernt werden soll. Darin bestehen nun einmal seine ureigenste Aufgabe und sein Selbstverständnis, „Lernumgebungen herzustellen und zu arrangieren“. Allerdings gibt er sich der Illusion hin, er wüsste, was jedes einzelne Kind an Lernzuwachs zu erreichen habe, beziehungsweise was jedes Kind können müsse. Letztlich bleibt die Frage offen, ob es am Ende nicht einfacher ist, ein didaktisches Arrangement zu gestalten, bei welchem die Kinder sich aus einem alternativen Angebot etwas auswählen. Dadurch wird vermutlich überhaupt gewährleistet, dass individuelle Lernschritte berücksichtigt werden.

Beispielsweise wäre darüber nachzudenken, ob den Kindern die Wahlmöglichkeit gelassen werden sollte, im Sport Volleyball spielen zu lernen oder ein Gleichgewichtstraining zu absolvieren. Im Sachunterricht könnten sie die Wahl zwischen dem Thema „Steinzeit“ oder „Die Stadt, in der wir leben“ haben. In der Aufsatzerziehung wird entweder das Beschreiben einer Bildergeschichte vorgegeben, oder sie denken sich selber etwas aus oder schreiben, was ihnen gerade zu erzählen wichtig erscheint, was ihnen quasi unter den Nägeln brennt.

VON HENTIG geht davon aus, dass Kinder sich an „allem“ bilden können. Durch diese fast schon subversive Prämisse, angesichts der Starre mancher Lehrpläne, eröffnet sich

ein schülergerechter und damit gehirnorientierter Unterricht, der dem Lehrer die Freiheit gibt, die Kinder „mit“ - entscheiden zu lassen, wohin ihr Lernweg führt. Solch eine Öffnung von Unterricht scheint auf den ersten Blick zur Beliebigkeit zu verkommen, löst bei vielen Lehrern Unsicherheit und Verlustangst hinsichtlich ihres Kontrollbedürfnisses aus und findet deshalb vermutlich wenig Anklang in der Schule. Wer der Auffassung ist, dass Kinder ihren Lernprozess nicht selbst steuern können, wird entsprechend didaktische Arrangements gestalten. Als Konstruktivist gehe ich allerdings von der Autopoiesis, dem Selbsterhalt des Systems<sup>7</sup> aus. Das bedeutet, dass psychische Systeme durchaus in der Lage ist, aus einem Lernangebot sich dasjenige „Material“ auszuwählen, welches zu seiner weiteren Entwicklung beiträgt. So trauen wir Babys wohl zu, ihre Muttersprache in ihrer ganzen Komplexität zu erlernen, aber ordnen systematisch den Lernweg von 26 Buchstaben. Einschränkend muss allerdings dennoch erwähnt werden, dass nicht alle Lerngruppen in der Lage sind, die Komplexität und Diffusität eines offenen Lernangebots konstruktiv zu handhaben. So kommt EWALD TERHART in der Bewertung der „Münchener Studie“ zu dem Ergebnis, dass eine Gleichschaltung des Lernens Schüler nützt, die nicht gelernt haben sich selbst zu organisieren und jene im Lernen behindert, die sich vorzugsweise gleichsam autodidaktisch verhalten (1997, 95)

### **Übungen können Alternativen enthalten**

Wenn alternative und selbstgesteuerte Übungs- und Lernwege zugelassen werden, bedeutet dies, den eigenen Horizont zu erweitern und sich von der Idee zu verabschieden, Lehrer könnten wissen, welcher nächstliegende Lernschritt für jeden einzelnen Schüler ansteht. Vielmehr gilt es, unterschiedliche Handlungs- und Denkwege aufzuzeigen, aus welchen sich die Kinder diejenigen aussuchen, die sie für ihre momentane Verfasstheit und ihr Bedürfnis, sich die Welt zu eigen zu machen, benötigen. Lehrer könnten damit zu einer Einstellung gelangen, dass sie eher Lernhelfer sind als Be-lehrer, die Kinder in ihren Lernbedürfnissen unterstützen.

Beispielsweise beim Einüben in das Philosophieren. Auch Grundschul Kinder setzen sich bereits aktiv mit dem geboren werden und dem Sterben auseinander. Ich möchte diese Fragen als „unentscheidbarer Fragen“ bezeichnen, weil zwar eine ganze Reihe

<sup>7</sup> Autopoiesis wird durchaus unterschiedlich definiert. HORST SIEBERT spricht von Selbststeuerung (2005, S.32), NIKLAS LUHMANN von Selbstproduktion (2006, S.28), ANTJE TSCHIRA von Aufrechterhaltung (2005, S.126) und KERSTEN REICH von Selbsterzeugung (2006)

unterschiedlicher Konzepte aus Religion und Wissenschaft vorliegen, allerdings jeder Mensch für sich selbst klären muss, welchem Konzept er glauben schenken möchte. D.h., jeder Mensch muss solcherart Fragen für sich selbst beantworten. Und doch erwartet jeder zugleich hilfreiche Antwortangebote von außen. Er stellt die Fragen an die Sozietät, die Eltern, die Freunde, den Lehrer, die auch diese Fragen haben. Der Lehrer kann entweder so tun, als wären die Angebote eindeutig oder aber zeigt verschiedene Lösungsmöglichkeiten und Alternativen auf. Die Schüler üben sich in das Nachdenken ein und suchen sich „ihre“ Lösung aus, zunächst eine vorläufige Antwort, die sie für den Moment befriedigend finden, mit welcher sie nicht verzagen müssen. Hier hat der Lehrer auch (s)eine Meinung, aber diese ist nur eine unter anderen.

Beispiel: Im Religionsunterricht einer dritten Klasse denken die Kinder über den Tod nach. Der Lehrer erzählt den Kindern, welche Vorstellungen sich Menschen über den Tod machen. Er betont, dass kein Mensch wieder von den Toten zurückgekommen ist. Aufgabe der Schüler sei es, die Vorstellungen herauszusuchen, die ihnen am meisten zusagen und ihnen als hilfreiches Konzept erscheint, wenn die Oma oder nur das geliebte Kaninchen stirbt. Der Lehrer erzählt von den Vorstellungen des christlichen Glaubens, des Islams, des Hinduismus, der Reinkarnation. Die Kinder suchen sich etwas aus, malen dies und erzählen von ihren Vorstellungen. Ein Mädchen, das Tiere besonders liebt, wäre gern ein Hund. Ein anderes Kind, welches sich in einer schwierigen Situation befindet, wäre gerne im Nirwana. Ein drittes möchte gerne mit Jesus ins Paradies. Die Kinder gehen in Gedanken verschiedene Denkmodelle durch und üben sich dabei in das Argumentieren und Aushalten von widersprechenden Meinungen ein. Auf diesem Weg erleben sie Meinungsvielfalt und die Not, unterschiedlichste Stellungnahmen als gleichwertig zu tolerieren.

### **Selbständigkeit zulassen**

Didaktische Arrangements, die ein hohes Maß an Selbständigkeit ermöglichen, fördern die Individualität und das sich Arrangieren müssen in der Gruppe. Die Kinder, welche selbständig ihre Übungen durchführen, können sich besser auf ihre Fähigkeiten konzentrieren und für sich selbst klären, wo und in welcher Weise Defizite bearbeitet werden müssen. Je nach der kognitiven oder handwerklichen Leistungsfähigkeit der Einzelnen entstehen entsprechend unterschiedliche Ergebnisse. Eventuell kann der Lehrer schon während der Arbeit Bearbeitungsschwierigkeiten beobachten. Indem er diese benennt und eine unmittelbare Reflexion bei seinen Schülern ermöglicht, trägt er zur Korrektur der Ergebnisse bei.

### **Tätiges Aneignen und eigenes Nachdenken**

Wie bereits oben beschrieben, verändern sich Synapsen je nach Aktivität. Besonders aussichtsreich gehen Remodulierungsvorgänge bei hoher *Eigenaktivität* vonstatten. Diese ist immer dann gegeben, wenn nicht an der Person gehandelt wird oder diese belehrt wird, sondern wenn an einem Sachverhalt selbst gehandelt wird. Für didaktische Prozesse gilt deshalb das Prinzip, möglichst viele Teile der Übung so zu arrangieren, dass diese durch selbsttätiges Aneignen des Schülers erworben werden können.

Ein Beispiel aus dem Bereich Autofahren, an welchem dies besonders deutlich wird: Um ein Auto fahren zu können, müssen bestimmte motorische, sensorische und kognitive Vorerfahrungen vorhanden sein. Als Beifahrer besteht zwar die Option, gewisse Verkehrssituationen kennen zu lernen, und man weiß auch theoretisch, wie ein Auto bedient wird. Solange aber ein Fahrzeug nicht selbst gesteuert wird, kann man es nicht fahren lernen. In der ersten Fahrstunde erklärt der Fahrlehrer, wie geschaltet, gekuppelt, geblinkt und gelenkt wird. Die Erklärungen aber sind für die Praxis nur von geringer Bedeutung. Es muss selber gefahren werden. Die Augen- Handkoordination, Augen- Fußkoordination muss selbst hergestellt werden. Für schulisches Lernen gilt im übertragenen Sinne das gleiche wie für das Erwerben des Führerscheins. Auch hier wird dort am intensivsten gelernt, wo der Schüler sich einen Inhalt tätig und reflektierend aneignet.

Hierzu ein Beispiel aus dem Physikunterricht. In Klasse „A“ baut der Lehrer einen Versuch zur Fallgeschwindigkeit auf. Mit Hilfe einer Vorrichtung wird dieser Versuch mehrmals frontal durchgeführt. Das Ergebnis wird an der Tafel festgehalten und am Ende der Versuchsreihe das Durchschnittsergebnis mit der exakten Zahl aus dem Physikbuch verglichen und diskutiert. In Klasse „B“ bringt der Lehrer etliche Bausätze dieser Versuchsanordnung in die Klasse mit. In Gruppen wird der Versuch aufgebaut. Die Schüler führen eigene Versuchsreihen durch, notieren sich ihre Ergebnisse und vergleichen diese dann mit den anderen Gruppen und dem Physikbuch. Klasse „A“ lernt, dass man physikalische Ergebnisse beweisen kann, Klasse „B“ dagegen darf Fehler und unterschiedliche Erfahrungen machen, also selbst forschen, und damit quasi wissenschaftlich arbeiten. Die handelnde Auseinandersetzung, die Überwindung von Schwierigkeiten, das Aushandeln in der Gruppe haben zwar nicht direkt zum Lerninhalt beigetragen. Allerdings konnten sie sich eigenständig und aktiv mit dem Gegenstand auseinandersetzen.

Das *eigene Nachdenken* wird da angeregt, wo ein neues Problem den gegenwärtigen Wissenszustand irritiert. In der Pädagogik nennt man diesen provokativen Zustand „kognitive Dissonanz“. Nachdenken gelingt auch in der Schule, wenn der Lehrer den Schülern das Problem und dessen individuelle Lösung überlässt, die Schüler sich selbst auf den Weg machen müssen, ihr Probierverhalten aktivieren und zwischen Alternativen auswählen müssen. Dabei sind die Schüler gezwungen, sich mit ihren gegenwärtigen Vorstellungen und Konstruktionen auseinander zu setzen und sie gegebenenfalls zugunsten neuer Einsichten zu verändern. ((aktuelle Mathedidaktik SINUS; Intenet))

Schüler, die bei der Suche nach einer Antwort selbst nachgedacht haben, stellen fest, dass sie bereits diverse Kompetenzen besitzen, die aktiviert und remoduliert werden müssen, um dem neuen Sachgegenstand gerecht zu werden.

### **Fazit**

Im Hinblick auf die zweite Lernform erscheint ein Unterricht als an der Neurophysiologie orientiert, wenn dieser sich durch folgende Methoden auszeichnet:

Inhalte werden wiederholt.

Es gibt klar erkennbare Trainingsziele.

Die einzelnen Einheiten werden in „sinnvollen“ Einheiten präsentiert.

Der Inhalt wird so elementarisiert, damit er geübt werden kann.

Die Korrektur erfolgt im besten Falle direkt und bietet die Chance zur Optimierung.

Wahlmöglichkeiten und Alternativen werden zugelassen.

Selbständiges Tun wird arrangiert und kognitive Dissonanz ausgehalten.

In der schulpädagogischen Literatur lassen sich hierzu diverse Programme finden. So bietet der Projektunterricht, die Gruppenarbeit, das Gruppenpuzzle, der offene Unterricht, die Arbeit im Wochenplan viele Optionen, diese Vorschläge umzusetzen.

## 4. Lernen durch Erinnern

Nach meiner persönlichen Wahrnehmung hat sich in den letzten Jahren die Verabschiedungsformel zwischen Kindern und ihren Eltern verändert. Früher haben die Eltern ihren Nachwuchs mit einem einfachen „Tschüß“ oder „Mach’s gut“ oder auch „Sei anständig“ an der eigenen Haustür verabschiedet. Mittlerweile hat sich dagegen eine andere Formel durchgesetzt. Eltern wünschen ihren Kinder: „Viel Spaß!“, wenn sie diese zur Schule gefahren haben. Dabei stellt sich nur das Problem, dass das Lernen mitunter gar keinen Spaß macht. Selbst wenn mich ein Gegenstand interessiert, kann die Beschäftigung damit anstrengend und ermüdend sein. Genau so schwerwiegend wie das Problem, dass das Lernen nur in wenigen einzelnen Fällen „Spaß“ macht, ist die Tatsache, dass wir einmal Gekanntes und Gelerntes auch wieder vergessen.

In diesem Sinne erscheint die Überschrift über dieses Kapitel einigermaßen paradox. Denn eigentlich, so würde man denken, muss nur das erlernt werden, was noch nicht gewusst, oder aber bereits vergessen wurde. Außerdem gehört, wie bereits weiter oben dargestellt, Vergessen zum Lernen dazu! In diesem Kapitel möchte ich aber die Sichtweise, wie in der Überschrift angedeutet, einmal umkehren.

Lernen, so die Intention, ereignet sich neuronal dort, wo bereits ähnliche Kenntnisse vorhanden sind. Dort wo ähnliche Inhalte an vorliegende Strukturen anknüpfen. Neurobiologen bezeichnen Lernvorgänge auch unter dem Aspekt des Bildens von Assoziationen. Dieses assoziative Interagieren kann neurobiologisch am anschaulichsten an der *Modul- Modul Interaktion* nachvollzogen werden.

Zuvor ein Gedankenexperiment: Stellen Sie sich vor, sie befinden sich in einer Einkaufspassage. Viele Menschen laufen kreuz und quer umher. Die Kaufhäuser sind voller Angebote und unzähliger Signale. Das bunte Treiben erzeugt u.a. die verschiedensten visuellen und auditiven Eindrücke. Viele Farben, Formen und Bewegungen treffen auf die Retina. Würde aber jede dieser Informationen bestehend aus Stimmen, Musik und Klingeltönen vom Kortex vollkommene Aufmerksamkeit verlangen, würde also ein einzelnes spezifisches Signal von einer Fülle zusätzlicher, unspezifischer Informationen ungehemmt begleitet, dann wäre eine Bewertung subjektiv interessanter Informationen zur Steuerung unseres Verhalten erschwert, beziehungsweise undurchführbar (SPITZER M. 1996). Damit dies nicht geschieht, nehmen wir einen Großteil unserer sinnhaften Umgebung als unbedeutendes Rauschen wahr. Trotz eines ungeheuren Angebotes an visuellen Signalen sind wir in der Lage, uns

auf einige wenige Informationen zu konzentrieren. In diesem Stimmgewirr hören wir unseren Namen oder einen unter Freunden vereinbarten Pfiff heraus, obgleich dieses Geräusch sich von anderen akustischen Signalen in der messbaren Lautstärke nicht unterscheidet.

Diese Form der fokussierten Aufmerksamkeit, sei sie nun visuell, akustisch oder in einer anderen Form sensorisch, wird „selektive Wahrnehmung“ (Party-Effekt) genannt. Sie dient der individuell gesteuerten Konzentration auf den subjektiv bedeutsamen Impuls, der alle anderen „individuell uninteressanten“ Signale unterdrückt. In diesem Kapitel wollen wir uns damit auseinandersetzen, was diese selektive Wahrnehmung mit dem Vergessen zu tun hat.

Im Gehirn wird die selektive Wahrnehmung durch das Erregungs-Hemmungsgleichgewicht zwischen einzelnen Neuronen und ihren synaptischen Anbindungen ermöglicht. Diese dafür notwendige kleinste neuronale Einheit wird Modul genannt. Im **neurobiologischen Abschnitt** wird zunächst einmal die Funktionsweise der Modul-Modul-Interaktion beschrieben. Dabei wird insbesondere die laterale Hemmung erörtert. An ihr wird gezeigt, wie auf Grund der selektiven Wahrnehmung neue unbekannte Signale unbeachtet bleiben. Assoziationen dagegen ereignen sich und werden entsprechend verstärkt, wo bereits ähnliche Daten vorliegen. Im **didaktischen Abschnitt** wird reflektiert, wie es gelingt, neue Informationen über didaktisch gesteuerte Assoziationen anzubinden, damit sie nicht der selektiven Wahrnehmung zum Opfer fallen. Diese Überlegungen führen zum dritten didaktischen Prinzip, dem gesteuerten assoziativen Lernen.

### ***Kleinere neuronale Einheiten: Die Module***

In den Kapiteln zwei und drei wurden die Funktion von einzelnen Neuronen und deren Anbindung an andere Neuronen geklärt. Nun wird die nächst größere neuronale Einheit, das Modul beschrieben.

Zunächst einige neurophysiologische Daten und Begriffe: Dazu wähle ich das Modul im Sehsystem des Gehirns, da ich mich bereits vorher schon mit der optischen Verarbeitung beschäftigt habe. Zur Verarbeitung von Sehinformationen arbeitet der primäre visuelle Kortex mit drei Komponenten: den Orientierungssäulen, den Blobs und den Augendominanzsäulen.

Bei einer physiologischen Betrachtung unter dem Elektronen- Mikroskop ist zu erkennen, dass einzelne Neuronen in schmale Säulen angeordnet sind. Diese *Orientierungssäulen* sind so verschaltet, dass sie auf einzelne optische Reize reagieren können, sowie auf die Lage, die Bewegung oder die Form eines Gegenstandes. Zwischen diesen Orientierungssäulen befinden sich sogenannte *Blobs*, einzelne Neuronen, welche für die Farbanalyse zuständig sind. Dazwischen befinden sich noch Augendominanzsäulen, die eine entscheidende Rolle bei der Tiefenwahrnehmung spielen. Ein Set aus diesen drei Komponenten bildet auf einer Fläche von ca.  $1\text{mm}^2$  ein vollständiges Modul aus und bewerkstelligt beispielsweise im Bereich des primären visuellen Kortex die Zerlegung der optischen Welt in Liniensegmente, Farbsequenzen und Tiefenwahrnehmung. ERIC R. KANDEL (1996) meint, dass ein einzelnes Modul einem Punkt auf der Retina entspricht.

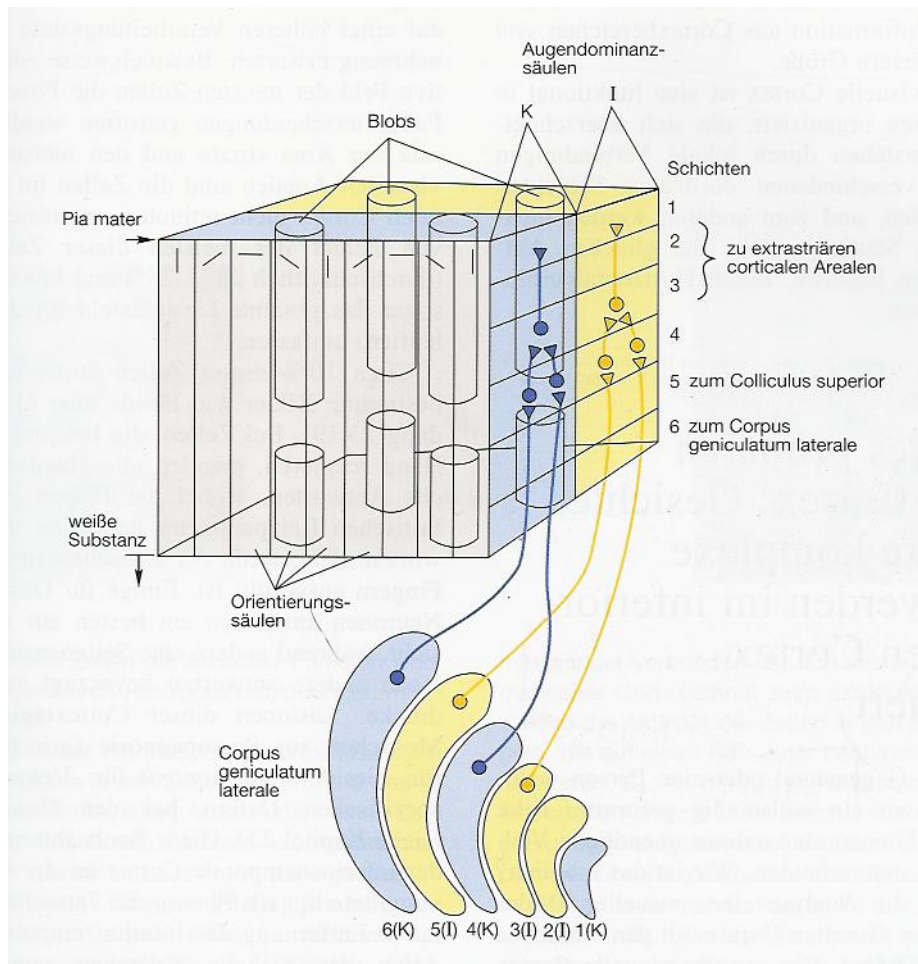


Abb.: Ein Modul aus unterschiedlichen funktionellen Kolumnen im visuellen Kortex.

Aus: KANDEL U.A. 1996; S. 449

In den beschriebenen Modulen kommt die **selektive Wahrnehmung** durch die Verrechnung von erregenden als auch hemmenden Potentialen zustande. Sie wird

dadurch ermöglicht, dass Reize voneinander unterschieden werden können. Signale, auf die die Aufmerksamkeit focussiert werden soll, die von Interesse sind und zu welchen sensomotorische Erfahrungen oder kognitive Assoziationen vorhanden sind, werden bevorzugt und entsprechend verstärkt. D.h., dass bereits Gedächtnisinhalte vorliegen müssen, damit an diese neuen Signale assoziiert werden können. Zugleich sind die Module so verschaltet, dass unerwünschte Signale inhibiert, also gehemmt bzw. abgeschwächt werden. Dadurch wird der Kontrast der Reizmerkmale erhöht und das gewünschte Signal kann weiterverarbeitet werden.

Damit dies gelingt, werden die unerwünschten Signale durch die *synaptische Hemmung* unterdrückt. Hier werden an Stelle der Kationenkanäle ( $Cl_2^+$ ) negativ geladene Anionenkanäle ( $Cl^-$ ) geöffnet. Die Folge ist, dass das negative Potential der Zelle weit unter das Ruhepotential sinkt. Dies führt zu einem nach außen gerichteten hyperpolarisierenden Strom (Hyperpolarisation). Die Erregbarkeit der Zelle wird verringert.

Treffen nun also zwei verschiedene Potentiale, ein erregendes postsynaptisches Potential (EPSP) und ein hemmendes „inhibierendes“ postsynaptisches Potential (IPSP) im synaptischen Spalt aufeinander, gibt es einen neuronalen "Kurzschluss". Das IPSP hemmt das EPSP, so dass die Sequenz des Aktionspotentials verändert wird. Hierbei lassen sich zwei Arten der Hemmung unterscheiden: die *Feedback-* und die *Feedforward Hemmung*.

Bei der **Feedback Hemmung** werden unterschiedlich starke Signale miteinander verrechnet. Ein ankommender Reiz erzeugt von sich aus kein eindeutiges Reizzentrum. Vielmehr gibt es ein eher unspezifisches Set an Reizen und darüber hinaus noch eine Reihe von zusätzlichen Signalen. Würden nun alle Reize weiterverarbeitet und weitergeleitet werden, würde eine scharfe Abgrenzung zwischen einzelnen Reizen verloren gehen. Im Ergebnis würden keine eindeutigen Signale differenziert werden können, sondern durch ein undefinierbares "Rauschen" überdeckt. Da aber das Zentrum des rezeptiven Feldes für hemmende Einflüsse weniger empfindlich ist und die weniger aktiven benachbarten Neuronengruppen gehemmt werden können, kommt es zu einer focussierten Reizverarbeitung.

Bei der **Feedforward Hemmung** werden benachbarten Neuronengruppe, die für die Übertragung ebenfalls störend wären, gehemmt. Die Verstärkung der aktiven Bahnen wird dabei durch hemmende "Interneuronen" erreicht.

Verblüffende Beispiele bieten hier „optische Täuschungen“, bei welchen Farb- oder Formkontraste gesteigert werden, die auf der Abbildung tatsächlich nicht vorhanden sind. Würde eine reale Abbildung aus der retinalen Information ohne Verstärkung und ohne Hemmung erfolgen, wäre beispielsweise der Dalmatiner auf der Abbildung (s.u.) nicht ausfindig zu machen.



Bild: Dalmatiner aus: SPITZER 1996, S. 138

Durch die *selektive Wahrnehmung* können Gegenstände erkannt und/ oder vom Hintergrund unterschieden werden. Wir interpretieren auf der Grundlage eines bereits vorhandenen Konzeptes von einem Dalmatiner mit Hilfe der selektiven Wahrnehmung ein paar schwarze Punkte auf weißem Grund. Ein Mensch, der keine innere Vorstellung von einem Dalmatiner hat, sieht vermutlich auch keinen.

### ***Didaktischer Teil***

Anhand der Ergebnisse der Neurobiologie dürfte deutlich geworden sein, dass wir Dinge nur dann erkennen, wahrnehmen und weiterverarbeiten können, wenn wir eine innere Vorstellung, eine Assoziation dazu haben. Oder um es kurz zu fassen: Was ich kenne, sehe ich und was ich sehe, kenne ich.

Mit Hilfe der selektiven Wahrnehmung wurde subjektiv Unbekanntes und Unwichtiges zurückgedrängt, subjektiv Bekanntes und Wichtiges bevorzugt. Das Dilemma,

Unbekanntem nicht die gleiche Bedeutung zukommen zu lassen, wie Bekanntem, löst das Gehirn durch die Fähigkeit der Assoziation.

**Assoziatives Lernen** bedeutet dann, dass jedes Signal mit bereits neuronal integrierten Informationen im Gedächtnis abgeglichen, besser noch in einen Zusammenhang gebracht werden muss. Bestehende Anbindungen an bereits vorhandene Wissensinhalte werden im Rahmen von Assoziationen genutzt, um neue Daten zu integrieren. Diese neu integrierten Informationen stehen dann für zukünftige Handlungen wiederum zur Verfügung (KANDEL 1992). Neue Inhalte müssen demnach entgegen dem biblischen Sprichwort nicht wie neuer Wein in neue Schläuche, sondern in "alte Schläuche" gefüllt werden. Konstruktivisten nennen diesen Vorgang auch „Strukturelle Koppelung“

Beispiel: Ich besuche einen "mittelalterlichen" Markt. Dort wird mein Blick auf einen Stand mit handgefertigten Lederwaren gelenkt. An diesem Stand finde ich einen Umhang, der wie ein zu kurz geratener Poncho aussieht. Ich habe solche „Ponchos“ schon in Robin Hood Filmen gesehen. Auf die Frage, wie das Kleidungsstück heißt, antwortet der Verkäufer: „*Das ist ein Gugel ... wie Gugelhupf.*“. Einen Gugelhupf kenne ich. Sofort kann ich mir diesen Namen merken. Die "Eselsbrücke" Gugel - Gugelhupf hat funktioniert, weil das Wort Gugelhupf als Information vorliegt. Der Begriff "Gugel" wird an diesen angehängt.

Solcher Art Aufbau von Assoziationen gelingt unterschiedlich gut und kann im normalen Sprachgebrauch auch als Merkfähigkeit beschrieben werden. Der russische Neurologe A. LURIA (1995) fand beispielsweise bei der Untersuchung von Superhirnen heraus, dass das Supergedächtnis mit einer geradezu zwanghaften Verknüpfung von Sinnesmodalitäten und bildhaften Vorstellungen einhergeht. Das heißt, dass sich Superhirne durch besondere Assoziationsfähigkeit - besondere Gedächtnisleistungen - auszeichnen. Ein Proband verknüpfte Worte mit anschaulichen Bildern, die er an einer bekannte Wegstrecke "verteilt" und durch mentales Ablaufen dieser Wegstrecke wieder fand (DUDEL 1996, S.549). Ohne Anstrengung konnte der Kandidat Eselsbrücken bauen und von Vorstellungsbild zu Vorstellungsbild laufen. Das bedeutet, dass neben der puren Information für die Erinnerung zusätzliche Informationen als Assoziationen von Vorteil sind.

Die Anbindungen oder Assoziationen funktionieren dabei sogar ohne direkte inhaltliche Verknüpfung. Ein berühmtes Beispiel ist hierfür der Knoten im Taschentuch. Die gewünschte neue Information wird dabei an einen ganz anderen alltäglichen

Gegenstand ge"knüpft". Wiederum aber gilt, dass die neue Information um eine Tätigkeit erweitert wird und sich quasi im Knoten materialisiert.

### **Lernen ohne Assoziationen: Erfahrungslernen**

Das bisher Formulierte würde im Umkehrschluss bedeuten, dass eine kognitive Assoziation durch entsprechend fehlende kognitive Gedächtnisinhalte nicht möglich ist, wie das besonders bei kleinen Kindern aber natürlich auch im erwachsenen Alter vorkommt. Vollkommen Neues, zu dem noch keine assoziativen Vorkenntnisse vorhanden sind, kann nur „gelernt“ werden, wenn hierzu sensomotorische Erfahrungen möglich sind, und um damit entsprechende Assoziationen aufzubauen. D.h.: Fehlen abstrakte Assoziationen müssen Körpererfahrungen ermöglicht werden.

Hierzu zählt das klassische Beispiel der heißen Herdplatte. Ein Kind möchte eine heiße Herdplatte anfassen. Der sprachlich - kognitive Hinweis der Eltern, dass der Gegenstand "heiß" sei, bleibt ohne Wirkung. Das Kind kann mit dem Begriff „heiß“ nichts anfangen. Es kennt dessen Bedeutung nicht. Hitze kann außer über die eigene körperliche Erfahrung hinaus nicht visuell oder akustisch wahrgenommen werden. Zum Begriff "heiß" besteht noch keine entsprechende Assoziation. Das Kind möchte dennoch die Herdplatte anfassen. Was machen die Eltern? Muss man das Kind gegen seinen Willen von der Herdplatte weghalten? Kann man es schützen? Kann man auf vergleichbare Situationen aufmerksam machen? Im Rahmen dieser neurodidaktischen Überlegungen fällt die Antwort zwar nicht leicht, aber eindeutig aus: Erst wenn das Kind zum Begriff "heiß" eine taktile Erfahrung gemacht, sich die Hand verbrannt hat, der Schmerz als sensomotorische Erfahrung in Bezug auf die heiße Herdplatte gemacht wurde und die Warnung der Eltern und damit das neue Vokabular erworben wurde, besteht die Aussicht, dass sich das Kind so schnell nicht mehr verbrennt. Das Kind hat erfahren, dass Verbrennungsschmerzen in enger Verbindung zur Herdplatte stehen und dass der Schmerz direkt im Anschluss an das Berühren der heißen Fläche erfolgt ist.

Fassen wir zusammen:

- Es kann selektiv wahrgenommen werden, wovon bereits ein Konzept im Gedächtnis, eine Erinnerung vorliegt.
- Inhalte können an bestehende „Erinnerungen“ angeknüpft werden. Lernen funktioniert auf der Grundlage bereits vorhandener Wissensbestände. In diesem Sinne ist Lernen auch als fortlaufendes Erweitern von bereits vorliegenden Daten zu verstehen.

- Informationen, zu welchen keine Assoziationen vorhanden sind, werden wegen der selektiven Wahrnehmung nicht unmittelbar in die Wahrnehmung mit einbezogen.
- Neue Inhalte können über reflektierte Tätigkeit (DEWEY 1993), also über eigene sensomotorische Erfahrungen aufgebaut werden.

In den nun folgenden methodischen Überlegungen habe ich versucht, Hilfen aufzuzeigen, die es dem Schüler ermöglichen, sich einerseits auf einen Inhalt gezielt zu konzentrieren oder sich andererseits mit Hilfe von Assoziationen mit neuen Inhalten auseinanderzusetzen.

### **Assoziationen aktivieren**

Durch die neurobiologischen Befunde dürfte deutlich geworden sein, das Lernen zunächst nur gelingt, wenn bereits bestehende Vorstellungsbilder assoziiert werden können. D.h., wenn entsprechende Eingangserregungen aktiviert werden, die auf innere Konzepte treffen.

Der Aufwand "Assoziationen" (Eselsbrücken) herzustellen, kann dabei einerseits dem Schüler überlassen werden, da nur er weiß, welche Erinnerungen er zu dem neuen Gegenstand hat. Andererseits kann es eine gezielte Hilfe des Lehrers für seine Schüler sein, wenn er Angebote macht. In einer ersten Klasse wird der Buchstabe "G" eine Woche lang intensiv behandelt. Das "G" wird phonemisch und graphemisch geübt. Den Kindern wird die Geschichte von einer Gans erzählt, damit sie eine Assoziation entwickeln können. Am Ende der Woche sagt ein Mädchen zu mir: „Für mich ist der Buchstabe ganz leicht zu lernen, mein Onkel heißt Günther.“ Der Versuch, den Kindern Assoziationsmöglichkeiten zu bieten, war didaktisch bestimmt in Ordnung. Das Kind hat aber eine ganz persönliche Assoziation zu einem ihm vertrauten Inhalt aufgebaut. "G" gehört zu „Günther“. Das Kind brauchte das schulische Assoziationsangebot nicht.

### **Lernen und konkret- operationale Erfahrungen**

Ein Gebiet, in welchem Grundschulkindern keine oder nur rudimentäre Vorstellungen und Assoziationen besitzen, ist die Welt der Zahlen, die ein abstraktes Vorstellungsvermögen voraussetzen. In der konkret operationale Phase, also im Grundschulalter, kann der Zahlenraum bis fünf gut überschaut werden. Um nun bei größeren Mengen den Überblick zu bekommen und dann auch zu behalten, ist es notwendig, Mengen durch abstrakte Symbole nämlich „Ziffern“ darzustellen. Insofern dienen die Zahlen der Abbildung einer konkreten Wirklichkeit, die selbst abstrakt

bleibt. Doch der Zugang zu diesen abstrakten Zahlen ist ab einer Menge über fünf nicht mehr erfassbar. Entsprechend misslingt es, Assoziationen zu aktivieren. Aus diesem Grund benötigen die Kinder entsprechendes Material mit welchem sie einen sensomotorischen Zugang zu der Welt der Zahlen finden.

Die deutsche Mathematikdidaktik kennt dabei drei unterschiedliche Methoden, um den Mengenbegriff konkret operationalisierbar zu machen.

- In den meisten Schulen finden sich Materialien, wie Rechenschieber, Perlen, Klötzchen, Plättchen, oder Steckwürfel. Das Prinzip des Materials ist immer das gleiche. Mit Hilfe der Materialien lassen sich beliebige Zahlenmengen darstellen. Entsprechend kann mit der bereitgestellten Zahlenmenge operiert werden, d.h. Mengen subtrahiert oder addiert werden. Am Ende der Handlung liegt das Ergebnis zwar vor, die ursprüngliche Operation lässt sich aber nur schlecht oder gar nicht mehr erkennen. Ergebnis: Das Material hilft Zahlenwerte "abzuzählen". Das Material bietet zwar die Möglichkeit konkret handelnde Erfahrungen zu machen, allerdings werden die vollzogenen Operationen nicht weiter repräsentiert. Assoziationen an bestimmten Zahlenwerten und deren Verrechnung mit anderen, lassen sich nur schlecht herstellen, da sich die gesamte Operation, nach dem das Ergebnis einmal vorliegt, nicht „auf einen Blick“ nachvollziehen lässt.

- Das Rechnen mit Fingern gilt in der deutschen Mathematikdidaktik als verwerflich. Angeblich finde keine Operationalisierung statt. Allerdings gibt es im asiatischen Raum eine lange Tradition des "mit den Fingernrechnens", die dem entgegensteht. Hier gibt es in Anlehnung an den Abakus ein ausgefeiltes System, um "mit den Fingern" zu rechnen. Möglicherweise sind Asiaten in Mathematikwettbewerben weltweit überlegen, weil sie mit Hilfe von Fingern Rechnen gelernt haben. Im Prinzip lassen sich jedem Finger, oder jedem einzelnen Knochenabschnitt Zahlenwerte zuordnen, zu denen dann die entsprechenden Assoziationen hergestellt werden könnten.

- Als Alternative zum Rechnen mit Fingern oder Plättchen, stelle ich deshalb die in Vergessenheit geratenen „Cuisenaire Stäbe“ vor. Dieses auch als "Farbige Stäbe" bekannte Material erfüllt die Ansprüche eines Rechenmaterials, welches einen sensomotorischen Zugang und im weiteren Verlauf Assoziationen ermöglicht. Bei den "Farbigen Stäben" wird jede Zahl durch zwei konkrete Modi repräsentiert. Jeder Zahl wird eine Länge und eine Farbe zugeordnet. Beispielsweise ist die „eins“ einen Zentimeter lang und weiß. Die „zwei“ ist zwei Zentimeter lang und rot. Die „zehn“ ist zehn Zentimeter lang und orange. Das besondere an diesem Material ist, dass die

Rechenoperationen sich konkret handelnd durchführen lassen. Die verwendeten Stäbchen bleiben während des gesamten Rechenvorgangs als konkret nachvollziehbares Ganzes präsent. Damit bleibt die Rechenoperation auch nach dem Erarbeiten nachvollziehbar.

Zum Beispiel soll fünf plus fünf gerechnet werden. Beim Cuisenaire- Material werden hierzu zwei gelbe fünf cm lange Holzstäbe auf den Tisch gelegt. Nun ist ein Stab zu wählen, der deckungsgleich dazu passt. Also „gleich“ lang ist, wie die beiden einzelnen Fünfer. Am Ende der Operation liegt der komplette Rechen- und Denkweg vor mir auf dem Tisch. Ich sehe zwei zusammengeschobene 5cm- Stäbe und darunter einen einzelnen 10cm - Stab. Der Vorteil dieses Material ist, dass sich zu den abstrakten Zahlen Assoziationen durch die Länge und die Farbe des Stäbchens ergeben. So kann einerseits eine einzelne Zahl schnell und sicher erfasst werden. Andererseits lassen sich Aufgabentypen bildhaft im visuellen Kortex ablegen. Im Laufe der Zeit lernen die Kinder die Farb- und Längenzuordnung so perfekt zu beherrschen, dass es genügt, die Stäbchen nur anzuschauen und die Operation selbst abstrakt durchzuführen. Schließlich verinnerlichen sich Länge und Farbe der Stäbchen. Der Schüler operiert mit den Zahlen im Gedächtnis (FRICKE A BESUDEN H, 1977).

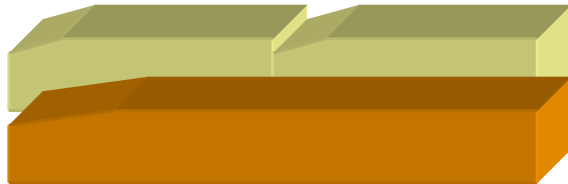


Abb.: Aufgabe:  $5 + 5 = 10$

Die ursprüngliche Aufgabe bleibt erhalten. Der Rechenweg kann überprüft werden.

### **Sensomotorische Erfahrungen bereitstellen**

Schulisches Lernen zeichnet sich u.a. dadurch aus, dass es viele neue, meist abstrakte Inhalte bereithält, die nicht unmittelbar der Lebenswelt der Kinder entstammen. Entsprechend schwer fällt es den Kindern, Assoziationen an die bisherige eigene konkret- anschauliche Lebenswelt zu knüpfen. Aufgabe einer neurobiologisch orientierten Didaktik ist es, zu den entsprechenden Inhalten geeignete Erfahrungen zu ermöglichen. Diese hilfreichen Erlebnisse müssen dabei in Anlehnung an die Welt der Kinder erfolgen.

Das bedeutet: Werden in der Schule Inhalte präsentiert, die sich in der kognitiven Repräsentanz des Kindes nicht wiederfinden, müssen diese Inhalte so aufbereitet

werden, dass sie sensomotorisch erfahrbar werden. In diesem Sinne ist das Sprichwort: *"Wer nicht (durch) Hören (allein lernen) kann, muss Fühlen (dürfen)!"* ein wichtiges didaktisches Element. Dies meint, dass Kinder, deren Vorstellungskraft endlich ist und denen der Zugang zu Lerninhalten, die ausschließlich akustisch oder optisch präsentiert werden, nicht gelingt, müssen mit Hilfe von sensomotorischem Material arbeiten dürfen.

Hierzu wiederum einige praktische Beispiele:

### **Beispiel: "abstrakte Begriffe lernen"**

Für die Kinder ist der Begriff „Arbeit“ nur schwer fassbar. So fragte mich einmal eine Schülerin, was ich den arbeite. Als ich antwortete, dass ich als Lehrer hier an der Schule tätig sei, konnte sie damit nichts anfangen. Als ich zum Spaß sagte, dass ich nachmittags Taxi fahren würde (was nicht stimmt), glaubte sie es mir sofort. Im Lehrplan von Baden- Württemberg ist deshalb sinnvollerweise vorgesehen, dass sich die Schüler in der vierten Klasse mit dem Thema "Arbeit" beschäftigen. Die Kinder sollen sich damit auseinandersetzen, um Einblicke in die Erwachsenenwelt zu erhalten. Sie wissen zwar von manchen Berufen und haben auch eine Idee, welche Aufgaben zu erfüllen sind, erleben auch, dass die Eltern viele Stunden mit ihrer Arbeit beschäftigt sind, ihnen fehlen aber differenzierte Vorstellungen. Um den Kindern einen kleinen Einblick in die Fabrikarbeit zu geben, baute ich im Rahmen dieser Unterrichtseinheit eine kleine Origami- Manufaktur auf. Aufgabe war es, eine unkomplizierte Faltarbeit herzustellen. Anstatt dass nun jedes Kind die Faltarbeit von Anfang bis Ende selbst durchführte, wurden die einzelnen Teilschritte auf spezielle Handgriffe verteilt. Jedes Kind lernte nur einen Falz. Die Schüler waren begeistert. In kürzester Zeit hatten sie das Prinzip verstanden und mit Freude falteten sie. In der sich anschließenden Schlussbesprechung sollten die Schüler reflektieren, dass die Tätigkeit für wenige Minuten Spaß macht, dass man sich aber nicht vorstellen kann, dies nun jeden Tag acht Stunden zu tun. Sie sollten die Entfremdung der Fabrikarbeit reflektieren und sich dadurch diesem abstraktem Begriff nähern. Allerdings widersprachen die Kinder mir mit dem Argument, dass dies doch Spaß gemacht hätte. Doch die fertiggestellten Arbeiten blieben im Klassenzimmer liegen. Nach zwei Wochen befanden sich die Faltarbeiten immer noch unangetastet im Klassenraum. Kein Kind interessierte sich dafür. Hätten sie ihre eigene Arbeit gefaltet, hätten sie diese selbstverständlich mit nach Hause nehmen wollen. Hier aber fehlt ihnen der Bezug. Sie waren in gewisser Weise

von ihrer selbsttätig durchgeführten Arbeit entfremdet. Dies allerdings zu reflektieren, gelang ihnen nicht.

### **Beispiel: Zeitbegriff bilden**

Im Rahmen des Themas "Der Ort, an dem wir leben", werden Kinder auch mit Geschichte konfrontiert. Aufgabe der Grundschule kann es sein, ein erstes historisches Verständnis anzubahnen. Die Schüler haben aber noch kein richtiges Zeitgefühl, um lange Zeiträume einschätzen zu können. Bei der Betrachtung des Stadtplans finden die Kinder heraus, dass der Name ihres Ortes mit dem Bau einer Kapelle zusammenhängt. Diese Kapelle, so erfahren sie dann, wurde vor ca. 1200 Jahren gebaut. Doch die Kinder haben keine Vorstellung wie lange das her ist. Allerdings wissen sie wie lange es dauert, um 10 Jahre alt zu werden, da sie nun selbst bald das 10. Lebensjahr erreicht haben. Auf dem Schulhof wird nun eine Linie gezogen. Eine Fußlänge sei dabei 10 Jahre. Ihre Eltern sind demnach drei oder vier Fußlängen „alt“. Ihre Großeltern sieben oder acht. Die Kinder tippeln weiter, und nach 120 Fußlängen erreichen sie den Punkt, an welchem auf der Linie der Bau der Kapelle angesetzt werden muss. Die Kinder staunen, wie weit das von ihrem ersten Fußtipp weg ist. Sie können die Entfernung sehen. Sie haben die Strecke selbst zurückgelegt. Auch hier bleibt die Vorstellung bruchstückhaft, aber ein Anfang ist gemacht.

### **Beispiel: Rechtschreibung**

Im Kapitel 2 wurde bereits über Methoden nachgedacht, wie die Rechtschreibung methodisch günstig aufbereitet werden kann. Ich will dies nun etwas weiterführen:

In einem erfahrungsorientierten Rechtschreibernngang müssten Worte auch körperlich erfahrbar gemacht werden. Dies ist F. FREINET mit seiner Schuldruckerei im besonderen Maße gelungen, weshalb ich die Arbeitsweise kurz schildern möchte:

FREINET entwickelte die Schuldruckerei, in der Kinder Texte mit Hilfe von Setzbuchstaben einer Druckerei selbst setzen. Die Kinder können sich dabei ganz auf das Erstellen der Worte und Sätze konzentrieren. Schreibmotorische Probleme entfallen. Allerdings besteht ein Hindernis. Die einzelnen Bleibuchstaben müssen im Setzkasten gefunden werden, die Bleilettern werden dann zu Wörtern und Sätzen zusammengesetzt und wieder in den Setzkasten zurückgesetzt. Jeder "Buchstabe" wird angefasst und jedes "Wort" hat quasi eine dreidimensionale Gestalt (DETTINGER E 1975).

Wie anhand dieser Beispiele gezeigt werden konnte, bestehen dort Schwierigkeiten und Grenzen, wo sich Inhalte nicht konkret methodisch- didaktisch arrangieren lassen. Darüber hinaus gibt es auch Probleme, wo eine Didaktisierung moralisch nicht vertretbar ist. Hier müssen alternative sensorische Erfahrungen oder daran anknüpfende Assoziationen gefunden werden.

So erscheinen beispielsweise die Bereiche Verkehrserziehung, Umgang mit Drogen und Konfliktmanagement nur begrenzt durch unmittelbar anschauliche Assoziationen didaktisierbar. Allerdings lassen sich durchaus entsprechende Kompetenzen entwickeln, welche zur Bewältigung dieser Problemfelder hilfreich sein könnten.

So kann im Bereich Verkehrserziehung die Schule nicht erlauben, Kinder in reale Unfälle zu verwickeln. Aber es können auf Verkehrsübungsplätzen und Parcours geschützte Situationen arrangiert werden, bei welchen Kinder Gleichgewichts- und andere Körpererfahrungen machen.

Die Schule kann keine Drogen verteilen, um deren Wirkung am eigenen Leib spüren zu lassen. Videos mit abstoßenden Bildern können Gefühle der Abwehr aber auch der Neugier wecken, die Täuschung der Werbung kann reflektiert werden, aber es kann passieren, dass die Kinder dies nicht durchschauen. Ob es hilft, wenn der Lehrer als positives Vorbild dient, der keine Drogen zu sich nimmt? Möglicherweise ist es deshalb Lehrern an hessischen Schulen verboten zu rauchen. In der aktuellen Drogenpräventionspädagogik wird auf eine sogenannte Aufklärung wenig Wert gelegt. Vielmehr sollen die Schüler durch gruppenspezifische Trainings und sportliche Herausforderungen erleben, dass Spaß und das Erleben des eigenen Körpers auch drogenfrei erlebt werden kann.

Im Bereich Friedenserziehung kann die Schule nicht zulassen, Konflikte körperlich austragen zu lassen. Über Rollenspiele, sportlichen Wettkampf und Gespräche können Konflikte emotional bearbeitet und sensomotorische Kompetenz geschult werden.

Insgesamt führen diese Überlegungen zu einem weiteren, bereits sehr alten didaktischen Prinzip, nämlich zur Projektarbeit oder zum projektorientierten Arbeiten. Hier steht in den Erziehungswissenschaften reichlich Literatur zur Verfügung, die hier nicht extra aufgeführt werden muss. Die unterrichtswirksame Formel eines projektorientierten Unterrichts nach JOHN DEWEY, sei hier wegen seiner Klarheit und anthropologisch wertvollen Einsicht kurz referiert:

DEWEY meint, dass sich der Lernprozess an Hindernissen abarbeiten muss, die von persönlichem Interesse sind. Treten in der Auseinandersetzung mit einem Gegenstand

Schwierigkeiten auf, müssen entsprechende Lösungen gesucht, erprobt und verifiziert werden (*Trial and Error*). Schließlich hat ein Lerngegenstand dann bildende Wirkung, wenn er in seiner Komplexität reflektiert und aus dem Kontext heraus abstrahiert wird. Besonders gelungen erscheint danach ein Projekt, das es dem Schüler ermöglicht eine „*test- and- see- for- yourself- Haltung*“ zu erschaffen (HEINZ- ELMAR TENORTH 2003). Um es formelhaft auszudrücken: Erfahrungen entwickeln sich durch reflektierte Tätigkeiten.

Ein Beispiel: In der Klasse wird darüber diskutiert, wieso Feuerwehrmänner einen besonderen Schutzanzug benötigen, um gegen einen Brand vorzugehen. Die Kinder wissen, wie heiß eine Kerzenflamme ist und dass man sich am Herd leicht verbrennen kann. Aber einen richtigen Brand haben nur wenige Kinder erlebt. Auf Nachfrage kann jemand einen Handschuh eines Feuerwehrmanns besorgen. Dieser besteht aus Kevlar, einer hitzebeständigen und stark isolierenden Faser. Ein Vater entzündet ein Feuer mit entsprechender Grillkohle. Die Kinder ziehen den Handschuh an und bekommen ein Stück Grillkohle auf die ausgestreckte, aber gut geschützte Hand gelegt. Zuerst spüren sie wenig, mit der Hitze wird dann die Hand doch warm. Zwei Erfahrungen werden formuliert: Die Kinder hätten zum einen nicht gedacht, dass es ein Material gibt, das so gut vor Hitze schützt, zum anderen, dass man aber dennoch die Hitze spürt und die Arbeit als Feuerwehrmann deshalb gefährlich bleibt.

### **Zusammenfassung**

Bei der Betrachtung der neurobiologischen Daten konnte gezeigt werden, dass es mit Hilfe des Erregungs- Hemmungsgleichgewichts gelingt, die Umgebung selektiv wahrzunehmen. Dadurch wird das Gehirn in die Lage versetzt, die Aufmerksamkeit auf bestimmte Aufgaben zu fokussieren und andere zu hemmen. Die Fokussierung geschieht dabei nicht willkürlich, sondern dort, wo Erinnerungen vorhanden sind. Pointiert könnte man sagen: wir nehmen wahr, was bekannt ist und was bekannt ist, nehmen wir wahr. Unbekannte, neue Inhalte können nur mit Hilfe von Assoziation strukturell angekoppelt werden.

Im Rahmen schulischen Lernens erscheinen auf der methodisch- didaktischen Ebene zwei Vorgehensweisen als hilfreich: Entweder orientieren sich Lehrkräfte an bereits bestehenden kognitiven oder sensomotorischen Vorerfahrungen. Oder aber es müssen an Tätigkeiten geknüpfte Erfahrungen ermöglicht werden. Die didaktischen Reflektionen zum Stichwort „Sensomotorische Erfahrungen“ führen letztlich zum Projektunterricht.

## 5. Lernen durch Irritation

*Der Nürnberger Trichter ist wenig sinnvoll. Vielmehr wisse das sich entwickelnde Gehirn „sehr genau“, welche Informationen es braucht, um seine Fähigkeiten richtig auszubilden. Es fragt seine Umwelt ganz gezielt danach.  
(SINGER, W. 1999)<sup>8</sup>*

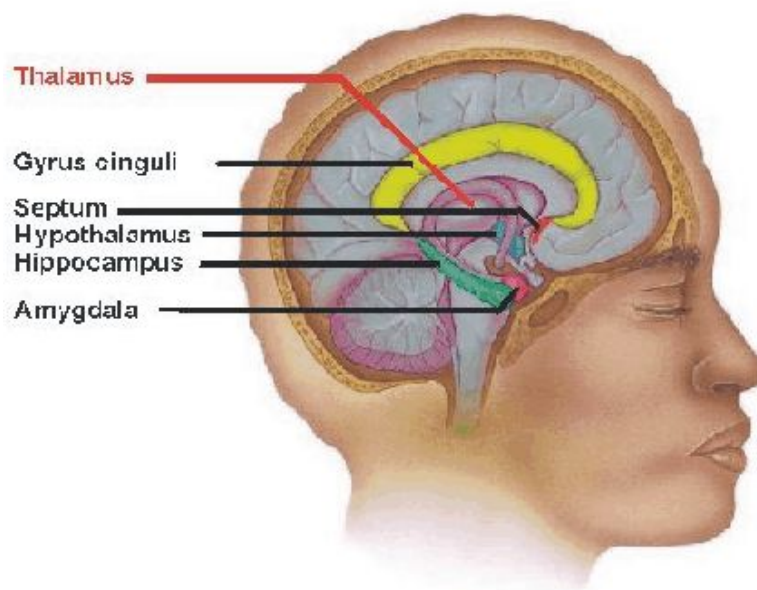
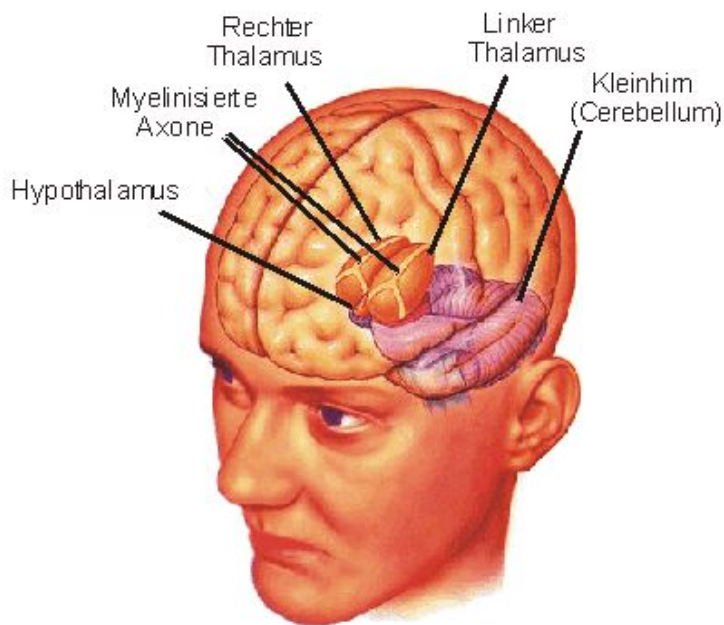
Hatten wir im letzten Kapitel die Funktion der Module erörtert, folgt nun die nächst größere Einheit, entsprechend der Logik des Buches. Hierbei erscheint es nun als konsequent, sich mit einem größeren Areal innerhalb des Gehirns zu beschäftigen. Das neuronale System mit der herausragendsten Dynamik ist hierbei das limbische System. Die Plastizität und der innere Antrieb des Systems lassen darauf schließen, dass Lernen und Gedächtnisbildung dort in besonderer Weise für Lehr- und Lernprozeduren zum Tragen kommen. Deshalb soll gerade dieses Areal genauer betrachtet werden.

Das limbische System lässt sich in eine Reihe von Subsystemen mit unterschiedlichen Funktionen untergliedern. Aus diesem Grund wird das bisherige Schema durchbrochen und nach einer allgemeinen Einführung jedes einzelne Untersystem gesondert vorgestellt. Direkt im Anschluss daran erfolgt eine eigenständige didaktische Auseinandersetzung.

Bei einer ersten Betrachtung des Komplexes lassen sich zunächst drei Gründe für die Dynamik dieses neuronalen Systems erschließen: Da ist zunächst seine zentrale Lage, dann die komplexe Architektur, und schließlich die lebenslang anhaltende Mitoserate.

Zur Lage: Das Limbische System befindet sich quasi im Schnittpunkt denkbarer neuronaler Bahnen, also im Zentrum des Gehirns. Es erhält allein schon wegen dieser architektonisch zentralen Lage eine wichtige Bedeutung im Bezug auf den Informationsfluss. Jedes neuronale Signal, sei dies von außen nach innen (afferent) gerichtet oder von innen nach außen (efferent) sowie auch interne Signale werden hier weitergeleitet. Durch diese Konzentration findet eine intensive Verrechnung aller ankommenden Signale statt. Dabei treffen quasi sensorische, kognitive und emotionale Daten aufeinander und beeinflussen sich wechselseitig. Das Limbische System arrangiert quasi die ganzheitliche Verarbeitung jedes internen als auch externen Datentransfers.

<sup>8</sup> Zitiert nach Bachmann, K. (1999) Lernprozesse. In: GEO Wissen 1/1999.



- Neben der zentralen Lage ist das limbische System durch auffällige Subsysteme zu identifizieren. Diesen Subsystemen lassen sich bestimmte Funktionen in Bezug auf die Gedächtnisspeicherung zuordnen. Wie auf der Abbildung zu sehen ist, können Bereiche unterschieden werden, denen man wegen ihrer Form und funktionellen Eigenständigkeit folgende Namen zugeordnet hat: Hippocampus, Dentatus, Fornix mit dem Corpus mamillare, Gyrus cinguli, Area entorhinalis, Area septalis, Indusium griseum und präfrontale Kortexabschnitte. Alle diese einzelnen Subsysteme oder Formationen sind durch starke Faserverbindungen miteinander verknüpft, wobei die Projektionen überwiegend unidirektional, z.T. aber auch bidirektional verlaufen.

Im Folgenden werden die einzelnen Subsysteme dargestellt werden und entsprechende didaktische Reflexionen angeschlossen.

### ***Regio entorhinalis***

Die Region im limbischen System, welche als *regio entorhinalis* bezeichnet wird, enthält aus allen kortikalen Assoziationsgebieten Afferenzen (ankommende Signale), weshalb dieses auch als *kortikales Tor* bezeichnet wird. Die erste Besonderheit ist, dass hier olfaktorische, somatosensorische, visuelle, auditorische, motorische und emotionale Projektionen zusammenfließen (AMARAL 1995). Die zweite Besonderheit der *regio entorhinalis* ist, dass alle diese Afferenzen parallel geschaltet sind. Dadurch sind wir in der Lage, uns und unsere Umwelt ganzheitlich zu erfassen, obgleich sich unsere Wahrnehmung durch die verschiedenen Eingangskanäle aus vielen verschiedenen Teilwahrnehmungen zusammensetzt.

Wenn das Gehirn dies nicht könnte, würden wir die Welt vielleicht so erleben, wie den Nachrichtenkorrespondenten aus Übersee, dessen Worte uns zeitverzögert zu den Bildern erreichen.

### **Didaktische Überlegungen: mehrkanaliges Lernen**

Im Rückblick auf das assoziative Lernen wissen wir, dass die Erinnerung unproblematischer funktioniert, wenn sich verschiedene Assoziationen zum Gedächtnisinhalt finden. Darüber hinaus erscheint es angesichts der *regio entorhinalis* ein Lern- und Erinnerungsvorteil zu sein, wenn viele Teilbereiche des Gehirns beim Lernvorgang, also der Gedächtnisspeicherung involviert sind. Dieser Ansatz wird in der Schulpädagogik als "mehrkanaliges" Lernen bezeichnet, d.h., dass Lerninhalte, im Sinne des mehrkanaligen Lernens, didaktisch klug aufbereitet sind, wenn sie den Lernenden nicht nur auf einem „Kanal“ erreichen. Inhalte werden besser „eingebunden“, wenn sie auf mehreren, also auf dem „kognitiven“, „sensomotorischen“ und „emotionalen“ Kanal, also auf verschiedenen Wahrnehmungsebenen, repräsentiert werden.

Obgleich dies schon seit langem bekannt ist, wird in der allgemeinbildenden Schule meist nur der kognitive Kanal angesprochen. Der sensomotorische und der emotionale bleiben vielfach ohne Aufforderung. Der Nachteil dieser allein auf die Kognition fokussierte und reduzierte Didaktik ist, dass alle anderen Kanäle nicht beansprucht und damit für andere Interaktionen offen sind. Da diese allerdings auch an einem Interaktionsangebot „interessiert“ sind, werden sie durch Aktionen angesprochen, die

eventuell die Konzentration vom kognitiven Bereich abziehen. Um dies an einem szenischen Beispiel zu verdeutlichen, stelle ich mir eine Lehrerin vor, die einer Klasse etwas erklärt, wie es jeden Schultag tausendfach passiert. Die Kinder werden dabei nur über den auditiven Kanal angesprochen. Während dieses Lehrervortrags geht ein Mitschüler zufällig zum Papierkorb. Eigentlich nichts Besonderes. Aber je nach dem, wie gelungen die Ansprache der Lehrerin ist, werden die Schüler mit ihren Blicken dem Kind hinterher gehen. Eigentlich ist die Papierkorbaktion nicht weiter interessant, aber die Bewegung des Kindes schafft Informationen für die visuelle Wahrnehmung. Dem nächsten Kind wird es langweilig, und es beginnt mit einem Radiergummi zu spielen. Die haptischen Bedürfnisse werden hierbei abregiert. Ein drittes Kind fängt an, der Nachbarin etwas vom Wochenende zu erzählen. Da dies emotional spannender ist als der Lehrervortrag, hört die Nachbarin hier gerne zu. Irgendwann hat die Lehrerin das Gefühl, dass keiner mehr zuhört. Nur über drastische Maßnahmen, Androhung von negativen Sanktionen und konkreten Strafen bekommt sie die Klasse wieder zur Ruhe. Das Bedürfnis der Kinder auf allen „Kanälen“ angesprochen zu werden, bleibt unerfüllt. Bei nächster Gelegenheit werden die Kinder sich wieder darum „kümmern“, dass alle Eingangskanäle aktiviert werden. Problematisch wird dies möglicherweise dann, wenn emotional negative Assoziationen den Lernvorgang begleiten. Bei rein kognitiven, abstrakten Lernvorgängen, bei denen auf die ganzheitliche Befindlichkeit der Schüler keine Rücksicht genommen wird, können negative Stimmungen (z.B.: Langeweile) das Lernverhalten sehr beeinträchtigen. Berücksichtigt der Lehrer schon in der Planung die emotionalen Anteile seines Unterrichts, können diese den Lernvorgang begünstigen.

Die Alternative wäre, dass sich die Schüler stattdessen mittels allen Sinnen mit einem Gegenstand auseinandersetzen. Dann können sie sich nicht nur besser darauf konzentrieren und es sich anschließend besser merken, sie sind auch weniger durch unwichtige Nebenschauplätze abgelenkt. Hierzu ein praktisches Beispiel: Im Sachunterricht wird das Thema: "Lebensraum Hecke" durchgenommen. In diesem Lebensraum wohnen besonders gut angepasste Tiere wie die Schnecke. Um den Kindern ein mehrkanaliges Erlebnis zu ermöglichen, wird im Klassenzimmer ein Terrarium aufgestellt, in welchem für einige Tage Weinbergschnecken gehalten werden. Es lassen sich ein paar interessante Versuche durchführen. Die Schnecken werden angefasst und abgemalt. Die Kinder müssen die Tiere während dieser Tage versorgen

und schließlich werden die Tiere wieder in ihrem ursprünglichen Lebensraum ausgesetzt.

Der kognitive Inhalt "Weinbergschnecke im angepassten Lebensraum Hecke" wird durch sensorische, motorische und emotionale dazugehörige Afferenzen begleitet. Mehrkanaliges Lernen versucht ein ganzheitlicheres Lernerlebnis herzustellen, was sehr viel leichter entstehen kann, wenn der Unterricht *projekt-* und *handlungsorientiert* organisiert ist (s.o.). Zugleich ist der Lernvorgang weniger störungsanfällig.

### ***Hippocampus***

Der eigentliche Motor des limbischen Systems und damit letztlich des gesamten Gehirns ist der Hippocampus (SWANSON 1983). Der Hippocampus zeichnet sich im Gegensatz zum übrigen ZNS durch eine sich *selbstorganisierende*, anhaltend hohe Dynamik aus. Diese schafft die wesentliche und zentrale Voraussetzung, mit der Umwelt zu interagieren (TEUCHERT- NOODT 1996, DAWIRS 1993). Die als Hippocampus bezeichnete neuronale Region ist dabei so konstruiert, dass neue Informationen vorübergehend für einige Wochen oder Monate verarbeitet und gespeichert werden können. Es wird dabei eine *Erinnerungsspur* erstellt, die die Aufgabe eines Zwischenlagers oder Arbeitsspeichers für Informationen erfüllt, welche langfristig im Kortex abgespeichert werden. So gesehen ist die Region des Hippocampus entscheidend am Lernprozess im Rahmen des Kurzzeitgedächtnisses beteiligt.

Um sich von der Arbeitsweise ein Bild zu machen, sei eine vereinfachte Darstellung erlaubt: Jede den Hippocampus erreichende Information fließt über die gesamte limbische Schleife und "bietet" sich dem Kortex an. Der Hippocampus fungiert dabei als „Trainer“ des Kortex. Kann der Kortex Assoziationen herstellen, besteht Aussicht auf Gedächtnisspeicherung. Qualitätssichernd ist dabei die Nachhaltigkeit des Erlebnisses. Um so tiefgreifender ein Erlebnis war und je mehr Kanäle genutzt werden konnten, um so häufiger wird die Information die limbische Schleife durchlaufen und dem Kortex wiederholt präsentiert.

Allerdings ist die Speicherkapazität dieses Zwischenspeichers im Gegensatz zum Kortex begrenzt. Sollen Informationen längerfristig gespeichert werden, ist es notwendig, sich "aktiv" länger und wiederholt mit einer Sache zu beschäftigen. Neue Daten können durch Wiederholung integriert werden. Bei gelungener Repetition kann der gegenüber dem Hippocampus schwerfälliger lernende aber dafür auch langsamer vergessende Kortex diese Informationen aufnehmen (s.o.).

Dennoch funktioniert die „Erinnerung“ manchmal besser, manchmal schlechter. Die Ursache für diese unterschiedliche Merkfähigkeit, lässt sich an vier Bereichen innerhalb des Hippocampus erklären. Diese sind der Dentatus, das Septum, die CA3 Region und die CA1 Region. Da diese für das Lernen und damit für didaktisches Handeln von besonderer Bedeutung sind, sollen sie nun im Einzelnen vorgestellt werden.

### **Dentatus**

Die vom entorhinalen Kortex ankommenden Afferenzen (Eingangsbahnen) erreichen als erste Station im Hippocampus die Körnerzellen des Dentatus. Von dort laufen die Impulse weiter zur Area CA3 (AMARAL 1995).

Die für unser Anliegen spektakulärste Entdeckung der Neurobiologie ist hierbei eine lebenslang anhaltende Mitoserate von Körnerzellen. Das heißt, dass ständig neue Neuronen und damit neuronale Speicherplätze bereitgestellt werden. Die Körnerzellbildung findet in einem Subsystem des limbischen Systems, dem Dentatus statt (HILDEBRANDT 1996).

Der Dentatus kann damit als „Ort unseres Verlangens nach Information“ und damit als Sitz der *intrinsischen Motivation* bezeichnet werden, denn der Dentatus ist hochgradig reaktions- und adaptionsfähig. Im Gegensatz zum Resthirn, verläuft hier in bestimmten Intervallen die Bildung neuer Körnerzellen (s.o.), die sich für die Aufnahme von Informationen anbieten (AMARAL 1995). Die Präsenz dieser ständig nachwachsenden Neuronen gilt als Kennzeichen oder besser als Voraussetzung dafür, dass das Individuum sich für seine Umwelt interessiert, mit ihr interagiert und sich auseinandersetzt.

Beispiel (s.o): Das Kind verbrennt sich an der heißen Herdplatte und weint. Die Mutter hatte vorher mit dem Begriff „heiß“ gewarnt. Durch das sensomotorische Erlebnis hat es erfahren, dass Herdplatten heiß sein können und bei falscher Handhabung Schmerzen verursachen. Die dazugehörige akustische Warnung der Mutter: „Vorsicht heiß!“ wird der sensorischen Erfahrung beigefügt. Die semantische Karte "heiß" wird mit Hilfe dieser neuen Erfahrung erweitert. Aber auch ein offenes Feuer, ein Ofen und eine Suppe können heiß sein. Die Grundbedeutung: "Vorsicht, schmerzliche Verbrennungsgefahr" wird integriert (DAWIRS 1993).

Der Dentatus agiert dabei nicht reaktiv, sondern selbstreferentiell (selbstgesteuert und auf sich selbst bezogen). Die ständig nachwachsenden neugebildeten Körnerzellen bieten sich - von sich aus - an, neue umweltige Informationen zu verarbeiten. Von ihnen geht die intrinsische Motivation aus, sich mit der Welt auseinander zu setzen. SINGER

(1994) schreibt deshalb dieser dynamischen Region die Fähigkeit zur Selbstorganisation zu. Gerade diese anhaltend hohe Dynamik ist dafür verantwortlich, dass der Organismus die Fähigkeit besitzt, an und von seiner Umwelt zu lernen und sich anzupassen. Wie sich intrinsische Motivation zeigt, fand ich durch den folgenden Ausspruch einer Erstklässlerin bestätigt. Die Kinder hatten schon eine Zeit lang an verschiedenen Stationen aktiv gearbeitet und wirkten zunehmend erschöpft. Irgendwann sagte das Mädchen: *„Ich habe keine Lust mehr... aber ich mache trotzdem weiter“*. Trotz der Erschöpfung ließ ihr das vorhandene Angebot keine Ruhe. Sie hörte erst auf zu arbeiten, als sie alle Aufgaben erledigt hatte. Vielleicht ist dieser Ausspruch eine Ausnahme, aber immerhin zeigt er, welcher Wille zur Exploration vorhanden ist.

### **Didaktische Überlegung: Intrinsische Motivation**

Das Fazit des neuronalen Befundes lautet: Der Mensch ist neugierig, für Neues aufgeschlossen und an sich und seiner Umgebung interessiert. Er will sich seine Welt erschließen, sie aktiv konstruieren, Ordnung herstellen. Im Grunde müssten auf Grund dieses Befunde alle Menschen, Schulkinder eingeschlossen, lernwillig und interaktionsbereit sein.

Die Ursache für Lustlosigkeit, Unmotiviertheit und Interesselosigkeit, die gerade in der schulischen Situation vorgefunden wird, muss daher nach diesem Befund nicht primär bei den Schülern gesucht werden. Zu fragen wäre, inwieweit das soziale Umfeld (Schule, Elternhaus, Peer group, Verein usw.) die Neugierde fördert (Fragen der Kinder aufgreift, Lernarrangements bereithält, Ausprobieren und Tätigsein unterstützt) oder vernachlässigt. Kritisch formuliert könnte man auch sagen, dass Kinder durch ihr soziokulturelles Umfeld „behindert“ gemacht werden. Die Schule kann sich diesem Vorwurf nicht entziehen. An einer Szene, die ich miterlebt habe, möchte ich dies verdeutlichen: In einer zweiten Klasse erhalten die Kinder zu Beginn der Stunde ein Übungsblatt. Alle Kinder sind lerneifrig dabei. Nach 10 Minuten sind die ersten Schüler fertig. Ein zweiter Schwung Kinder hat es im Prinzip nach der Hälfte der Zeit geschafft. Ein letztes Drittel sitzt noch am Ende der Stunde über den ersten Aufgaben. Zunächst fällt auf, dass diese Kinder mit der Aufgabe überfordert waren. Die Frage, die sich stellt ist eher rhetorischer Natur: Wie lange werden diese Kinder mit Freude in die Schule kommen, wenn sie in gleichmäßigen Abständen durch die missglückten didaktischen Arrangements die Rückmeldung erhalten, dass sie den geforderten Aufgabenstellungen nicht gewachsen sind. Es ist zu befürchten, dass das negative Erleben des Nichtgenügens dazu führen wird, dass die Kinder langfristig entweder ein negatives und in die

Persönlichkeit tief verankertes Selbstbild, des „Ich bin zu dumm!“ oder ein nach außen hin abgrenzendes: „Schule ist blöd!“ entwickeln. Dieses durch die Rückmeldung aus den misslungenen Lernerfahrungen verursachte Label nach innen oder außen durch entsprechende aufwändige therapeutische Settings wieder zu entfernen, erscheint mir schwieriger zu sein, als gelingende Lernprozesse von Anfang an zu gestalten.

Aufgabe einer jeden Bildungseinrichtung müsste es demnach sein, die vorhandene Motivation der Kinder, ihr Wunsch sich mit Welt auseinanderzusetzen, sie zu verstehen und an ihr teilzuhaben, aufzugreifen und im Interesse der Gesellschaft zu steuern und nutzbar zu machen. Wie allerdings die PISA- Studie zeigt, kann die intrinsische Motivation von Schülern durch das bisherige deutsche Schulsystem nur bedingt mobilisiert werden.

Eine detaillierte Ursachenanalyse über die Missstände und Behinderungen im Schulsystem, die mit dem Begriff „heimlicher Lehrplan“ beschrieben werden, wäre zwar interessant, kann aber nicht die Aufgabe dieser Arbeit sein. Aus diesem Grund werde ich dagegen einige abstrakte, aber positive Visionen formulieren:

- Eine dem Menschen wohlwollende Didaktik orientiert sich an den Fähigkeiten und Fertigkeiten des Menschen und versucht, Methoden zu wählen, die dem geistigen, körperlichen und emotionalen Zustand entsprechen.
- Die intrinsische Motivation eines Menschen ist vielfach von der Aussicht auf Erfolg abhängig. Dabei werden die Fähigkeiten weiterentwickelt, die wiederum am meisten Erfolg versprechen. Schule kann sich an den vorhandenen Ressourcen des Einzelnen orientieren, diese unterstützen und fördern.
- Eine wohlwollende Didaktik versucht, Menschen für die in der Gesellschaft anstehenden Aufgaben vorzubereiten.
- Schule ist eine Institution, die die ihnen anvertrauten Personen in die Lage versetzen soll, zukünftige Aufgaben selbstbewusst und kreativ anzugehen.
- Im Unterricht sind Inhalte zu behandeln, für die sich die Kinder interessieren und die ihnen helfen, sich sicher innerhalb der Gesellschaft „einzuhausen“.

Nach Befragungen von Grundschulern decken sich dabei ihre Wünsche von Sachthemen interessanterweise zum Teil mit den Themen, die im Rahmen eines Curriculums vorgesehen werden. HERMANN LAUX (2002, 138) hat entsprechende Ergebnisse zu Themenvorschlägen von Klassen und Lehrplaninhalten veröffentlicht. Danach hat der Bereich „Natur“ sowohl in Lehrplänen (19,2%) als auch den Schüler/innen (40,7%) deutliche Priorität, wobei Kinder diesen Themenbereich stärker

gewichten. Der Bereich „Physik/Technik“ wird ebenfalls als zentral angesehen und steht bei Kindern (26,2%) wie in Lehrplänen (13,8%) auf Rang 2. Die Bereiche „Gesundheit“ (13,3%) und Verkehr (9,8%) werden in Lehrplänen stark gewichtet, tauchen bei Schülervorschlägen dagegen nicht auf.

Um Schülerwünschen gerecht zu werden, ist deshalb durchaus folgendes Verfahren möglich: Die Kinder nennen alle Dinge, die sie zu einem (vorgegebenen) Thema interessiert. Nachdem eine Liste von Themen an der Tafel entstanden ist, dürfen die Kinder darüber abstimmen, was sie davon am meisten interessiert. Die demokratisch abgestimmte Liste wird zum Inhaltsverzeichnis für die anstehende Lerneinheit. Durch die Möglichkeit der Einflussnahme und Mitbestimmung treffen die Inhalte vermehrt die Interessenlage der Kinder.

Es kann schlicht davon ausgegangen werden, dass Kinder an praktischen Versuchen und Experimenten, sowie an einer konkret- anschaulichen und handlungsorientierten Bearbeitung interessiert sind. Allerdings darf eine kognitiv- analytische Durchdringung nicht zugunsten von purem Aktivismus vernachlässigt oder darauf verkürzt werden. Die methodische Forderung bleibt, nach welcher erst der *„Einsatz des Denkens, (...) die Tätigkeit zur Handlung macht“* (JOACHIM KAHLERT 2002 S.105).

## **Septum**

Die septalen Afferenzen (Verbindungsbahnen) verbinden den Dentatus mit der Area CA3. Diese Afferenzen werden im Septum frequentiert, was bedeutet, dass der afferente (hinführende) Reiz in eine rhythmisch gegliederte Aktivität transformiert wird. D.h., es findet eine Konsolidierung in sich wiederholenden rhythmischen Einheiten statt. Offenbar spielt dies eine wichtige Rolle in der Bildung des Langzeitgedächtnisses. Ein phänomenologischer Nachweis dafür ist durch die subjektive Erfahrung erbracht, dass sich *rhythmisierte* Lernsequenzen einfacher „behalten“, d.h. integrieren lassen, als andere (SINZ 1979).

## **Didaktische Überlegung: Rhythmisierung**

„Rhythmisierung“ als Memotechnik ist eine seit alters her bekannte Hilfsttechnik, sich einen Inhalt über einen längeren Zeitraum im Gedächtnis zu behalten. Besonders eindrucksvoll ist, wie diese Techniken von illiteraten Gesellschaften benutzt wurden, um Traditionen und Erzählungen an nachfolgende Generationen fast verlustfrei weiterzugeben. Beispielsweise werden Märchen meist in eine Dreier- Erzählstruktur

gegossen. Oder lange Texte, wie der biblische Psalm 119 mit seinen 176 Versen werden mit Hilfe des jüdischen Alphabets strukturiert.

Bei der Rhythmisierung wird der betreffende Inhalt in ein sich wiederholendes gleichförmiges Gerüst eingefügt. Dabei kann die Rhythmisierung den Inhalt oder die Form betreffen.

#### *Rhythmisierung von Inhalten*

Bei der inhaltlichen Rhythmisierung erhält der Inhalt selbst eine rhythmische Struktur. Beispielsweise basieren Memotechniken wie *Superlearning* auf der Rhythmisierung des Inhaltes. Der Inhalt wird entweder in Reimen, Gedichten und Merkversen ausgedrückt, oder er wird durch rhythmisches Sprechen, Gehen oder mit begleitender Musik unterstützt. Auch bei der Weitergabe von psychologisch- lebensstärkenden Informationen, wie man sie im Märchen findet, hilft die sich gleichförmig wiederholende Erzählstruktur der „Erinnerung“.

Schlichte Beispiele für die Rhythmisierung des Inhaltes sind: „753 - Rom kroch aus dem Ei“; „333 - bei Issos Keilerei“; „Wer nämlich mit „H“ schreibt, ist dämlich“.

Rhythmisierung gelingt also entweder durch eine entsprechende Satzstruktur oder auch durch eine musikalische Begleitung. Wenn Sie die nachfolgenden Sätze lesen und aus der Werbung kennen sollten, werden sie feststellen, dass diese Sätze durch eine "innere Musik" begleitet werden, die den Text zur Memorierung aufbereiten: „Rama - macht das Frühstück gut“; „Komm` doch mit auf den Underberg“.

Rhythmisierung von Formen geschieht durch sich wiederholende und gleichbleibende Lerneinheiten, bei denen Pausen bewusst eingesetzt werden. So wissen Lernforscher, dass es besser ist, einen Inhalt (Text oder musikalisches Übungsstück) sechsmal zehn Minuten auf den ganzen Tag verteilt zu üben, als sechs kleine Portionen direkt hintereinander in einer Stunde.

Aber auch Unterricht lässt sich rhythmisieren und wird so für die Kinder besser einordenbar:

- Eine Unterrichtsstunde könnte beispielsweise dadurch rhythmisiert werden, dass der Inhalt zwar gleich bleibt, aber durch unterschiedliche Medien repräsentiert wird. Ein Beispiel aus dem Rechenunterricht der ersten Klasse: Die Unterrichtsstunde heißt: Halbieren und Verdoppeln. Die Stunde hat drei verschiedene Teile, bei welchen verschiedene Operationen mit unterschiedlicher kognitiver Beanspruchung durchgeführt werden. Der Inhalt bleibt dabei in jedem Teil erhalten: Zuerst bekommen zwei Kinder einen Apfel und müssen diesen halbieren. Dann bekommt

jedes Kind einen Papierapfel und teilt ihn in zwei Teile und im letzten Teil der Stunde werden abstrakte gerade Zahlen in zwei Teile geteilt.

- Ein Unterrichtstag kann durch das Beibehalten immer gleicher Formen rhythmisiert werden. Beispielsweise kann der Tag immer mit einem gemeinsamen Lied begonnen werden. Die Kinder treffen sich im Sitzkreis und erzählen, was sie am vorherigen Tag erlebt haben. Danach wird geschrieben und geforscht, am Ende des Schultages gerechnet. Dazwischen liegen Pausen in gleich bleibenden Abständen.
- Eine Unterrichtswoche ist meist schon -in sich- durch den Stundenplan rhythmisiert, wobei darüber nachzudenken ist, mit welchen Inhalten die Woche begonnen und beendet werden sollte. In der Grundschule hat sich beispielsweise der Montagmorgen- Erzählkreis eingebürgert und viele Lehrer legen künstlerische Aktivitäten gerne gegen Ende der Woche. Allerdings sind solche Freiräume der Rhythmisierung nur im Klassenlehrerprinzip verwirklicht. Das Fachlehrerprinzip der weiterführenden Schulen erlaubt diese Gestaltung in der Regel nicht.

Mittlerweile gilt es jedenfalls als gesichert, dass sich rhythmisch wiederholende Tagesabläufe (Frühstück, gemeinsames Mittagessen, nach dem Abendessen eine Vorlesestunde usw.) günstig auf die emotionale Stabilität als auch auf die kognitiven Leistungen auswirken (hierzu noch mehr im Kapitel 6). Durch die Rhythmisierung und ihre Verlässlichkeit wird der Alltag der Schüler strukturiert. Genau darin liegt eine der Stärken der Schule. Wie nämlich aus der Resilienzforschung zu benachteiligten Kindern bekannt, kann die Schule der Ort zu sein, an dem Schüler es mit verlässlichen Menschen zu tun haben. Die Personen (Lehrer und Mitschüler) stehen für einen klar begrenzten Zeitraum zur Verfügung und haben eine ihre Persönlichkeit stabilisierende Funktion. Im Zusammenhang mit der Fragestellung bestätigt beispielsweise die Resilienzforschung die positiven Auswirkungen der Schule als den Ort, an dem Selbstwirksamkeitsüberzeugung, Selbstachtung und Selbstvertrauen, besonders durch frühe, gelingende Bindungserfahrungen aufgebaut werden können (G. OPP 1999, S.234).

### **CA3 Region**

Besitzt ein Inhalt Neuheitswert und birgt er eine gewisse Dissonanz zu unserer bisherigen Erfahrung, hat aber zugleich bekannte Anteile, so dass dieser nicht völlig

fremd und diffus bleibt, können Assoziationen gebildet werden (s.o.). Können Erfahrungen aber nicht vollständig und ohne Aufwand integriert werden, ereignen sich Störungen (Perturbation). Die Perturbation des bisher Gewussten erhält nun unsere besondere Aufmerksamkeit.

Sehr nachhaltige Erinnerungsspuren hinterlassen einmalige, herausragende und emotional nachhaltige Ereignisse. So wissen die meisten Menschen etwas über ihren ersten Schultag, die erste Strafarbeit, die erste Wahl zum Klassensprecher, der erste Schullandheimaufenthalt, den ersten Kuss ... Auch die meisten Erwachsenen in Deutschland werden wissen, wo sie am 11.09.2001 waren, als sie von der schrecklichen Nachricht erfahren haben, dass Passierflugzeuge in die Twin Towers von New York geflogen sind. Solcher Art Ereignisse sind uns sehr viel besser in Erinnerung als beliebige alltägliche Vorkommnisse. Sie waren mit einem besonderen Einschnitt in unseren täglichen Alltag verbunden und haben unser Leben und Denken bisweilen radikal verändert.

Störungen können aber auch für Lernumgebungen genutzt werden und durch didaktisch- methodische Arrangements erzeugt werden. Im Idealfall würde nämlich ein neuer Sachverhalt eine Perturbation auslösen, die als interessant und anziehend erlebt werden kann. Entsprechend werden Informationen mit hohem Neuheitswert, die auf der Basis des vorhandenen Wissens verarbeitet werden können, nachhaltig integriert.

Ein Beispiel aus dem Sachunterricht der dritten Klasse, soll dies verdeutlichen: Das Thema ist „Schwimmen und Sinken“. Die Schülerinnen und Schüler gehen zunächst davon aus, dass alles schwimmt, was eine geringere Masse als Wasser hat. Deshalb schwimmt Styropor und Holz. Nun legt die Lehrerin eine Büroklammer auf die Wasseroberfläche. Diese wird wegen der Oberflächenspannung auf dem Wasser gehalten. Die Kinder probieren es auch. Da es den Kindern nicht gelingt, die Büroklammer auf der Wasseroberfläche abzulegen, stehen mit einem Mal Fragen im Raum, ohne dass die Lehrerin etwas gesagt hat.

Wird allerdings ein Inhalt des Öfteren wiederholt und damit häufiger erlebt, ist er redundant. Hat Integration in die bestehende Struktur stattgefunden, findet also keine Störung mehr statt. Dann setzt Langeweile, Müdigkeit und Aufmerksamkeitsverlust ein. Die Ursache für dieses Phänomen lässt sich neurophysiologisch mit den Ergebnissen erklären, die man über die CA3 Region gefunden hat. Vom Dentatus über das Septum projizieren neuronale Afferenzen zu den Pyramidenzellen der CA3 Region des Hippocampus. Untersuchungen der CA3 Region haben ergeben, dass die Region wie ein

Filter wirkt. Sie reagiert auf jeden beliebigen Reiz, das Aktionspotential wird aber reduziert und verschwindet, wenn die Reize sich mehrmals wiederholen. Das bedeutet, dass in der CA3 Region jede Information auf ihren Neuheitswert hin untersucht wird. Inhalte mit einem hohen Neuheitswert werden weitergeleitet. Bekannte Informationen, Wiederholungen, Redundanz werden nicht weitergeleitet. Die CA3 Region erfüllt dabei die Funktion eines Komperators, der eine vollwertige Analyse aller ihn erreichenden Signale durchführt und neue Informationen zur Weiterverarbeitung an den Kortex auswählt.

Eine Illustration soll dies veranschaulichen: Durch den täglichen Gebrauch meiner Armbanduhr habe ich schon so oft auf das Ziffernblatt geschaut, dass es mir schwer fällt, dieses exakt zu beschreiben. Ein Neuheitswert ist durch den häufigen Gebrauch nicht vorhanden. Dagegen fällt mir sofort auf, wenn jemand an meinem Schreibtisch, und ist er noch so überladen, etwas verändert hat und sich eine neue Anordnung der Teile ergibt.

### **Didaktische Überlegung: Dissonanz**

Entsprechend dieser neurobiologischen Daten, sind drei didaktische Überlegungen anzustellen:

- Welche Chancen und Schwierigkeiten stecken in der Vermittlung von Inhalten, die für die Schüler weitgehend fremd sind?
- Wie können alte „scheinbar bekannte“ Inhalte didaktisch so aufbereitet werden, dass sie neuwertig erscheinen?
- Wie gelingt es, neues Wissen zu vermitteln, wenn dieses einem bereits bekannten Inhalt ähnelt und dadurch ein Aufmerksamkeitsverlust drohen könnte?

Wie oben hergeleitet, werden in der CA3 Region neue interessante Informationen ausgewählt und bekannte als langweilig eliminiert, bevor sie in den Kortex projiziert werden. Diese besondere "Gunst der Erstbegegnung" birgt allerdings ein Problem in sich. Alle sensomotorischen aber auch emotionalen und kognitiven Erfahrungen, die in dieser Erstbegegnung erworben werden, fließen in alle weiteren ähnlichen Situationen mit ein.

Wiederum sollen Beispiele aus der Praxis dies veranschaulichen:

Die Kinder einer ersten Klasse werden in der ersten Schulwoche nicht dazu angeleitet, ihre Schultaschen an den Haken zu hängen, der am Tisch dafür vorgesehen ist. Erst nach Wochen fängt der Lehrer an, die Kinder durch Ermahnungen und Erklärungen dazu zu bewegen, ihr Verhalten zu verändern. Doch die Ranzen bleiben weiterhin auf

dem Boden verstreut liegen. Die Anekdote zeigt, dass die Ersterfahrung (Der Ranzen kann auch auf dem Boden liegen bleiben) mehr Beachtung geschenkt wird, als verspätete Korrekturversuche. Aus diesem Grund sollten „Anfänge“, wie der erste Schultag, besonders gut durchdacht sein. Auf der einen Seite müssen wichtige Regeln, die für die Gestaltung des Schultags von Bedeutung sind, von Anfang an als verbindlich eingeführt werden. Regeln die nachgereicht werden, finden oft nicht die Beachtung, weil sie im alltäglichen Geschehen untergehen, außer sie hängen selbst mit einem eindrücklichen Erlebnis zusammen. Auf der anderen Seite sollen Kinder den neuen Ort als einen Raum erleben, zu dem sie gerne hinkommen und an welchem sie sich gerne aufhalten. Es müssen dementsprechend Hilfen zu einem guten Übergang gefunden werden. Hilfestellungen sind sowohl für den Übergang vom Kindergarten in die Grundschule, als auch für den Übergang von der Grundschule in die weiterführende Schule notwendig. Auf Grund des neurobiologischen Sachverhaltes ist zu vermuten, dass sich spätere Misserfolge und Schwierigkeiten besser kompensiert werden, wenn zu Beginn positive Erlebnisse vorherrschend waren.

Um den Übergang von der Grundschule in die weiterführende Schule zu erleichtern, sind beispielsweise einzelne Schulen dazu übergegangen, die erste Schulwoche ganz im Zeichen des Schulanfangs als "Zeit des Übergangs" zu gestalten. Es findet ein Geländespiele oder ein Schulquiz statt. Die Schüler haben die Gelegenheit, alle für sie wichtigen Personen kennenzulernen. Der Hausmeister und die Sekretärin sind da genauso von Bedeutung wie ein Fachlehrer. Etwas gemeinsam erleben, Freude miteinander im Spiel und in der Begegnung haben. Dadurch können längerfristige Einstellungen wesentlich geprägt und vorbereitet werden.

Neben diesen besonderen Ereignissen wirkt schulisches Lernen eher blass. Dabei beinhaltet der Unterricht je nach Klassenstufe unterschiedlich viele Anteile, in denen permanent neue Fakten in den Unterricht einfließen. Meist wird aus Gründen der begrenzten Merkfähigkeit richtigerweise vieles wiederholt, das aber dann redundant und damit langweilig ist. Im Hinblick auf die CA3 Region, die reagiert, wenn Inhalte einen hohen Neuheitswert haben, müssen bekannte Inhalte entsprechend verfremdet werden, um wieder überraschende Momente zu haben.

Beispiel: In einer zweiten Klasse wird das Einmaleins geübt. Da der Lehrer aus Versehen ein Übungsblatt in der doppelten Menge kopiert hat, legt er dieses den Kindern anderen Tags noch einmal vor. Die Übungen sind sowieso auf einen minimalen Übungsbereich beschränkt sind und Wiederholung erscheint angebracht. Doch die

Kinder weigern sich, dieses Arbeitsblatt noch einmal zu machen. Das Argument der Kinder lautet: „Das hatten wir schon!“ Als der Lehrer bei einem anderen Blatt die gleichen Rechenaufgaben in einer anderen grafischen Darstellung ausgibt, werden diese Aufgaben dagegen freudig entgegengenommen. Die grafische Veränderung brachte genügend Neuheitswert, damit die Neugier geweckt war. Zugleich war der Inhalt hinreichend bekannt, dass die Aufgabe sicher und ohne Frustrationserlebnisse bewältigt werden konnten.

Im Gegensatz zur im Beispiel erwähnten Verfremdung, bei welcher ein alter Inhalt didaktisch gelungen als neuwertig verpackt wird, steht das Problem der Interferenz, d.h. das Problem, dass Gegenstände ähnliche Inhalte haben und eine Differenzierung erschwert ist. Zu Interferenzstörungen kommt es, wenn entsprechend neue Informationen innerhalb einer bekannten Struktur nicht diskriminiert werden können und der „scheinbare“ Bekanntheitswert den Neuheitswert des Inhaltes überdeckt. Die CA3 Region wird nicht aktiviert und die neue Information nicht an den Kortex weitergeleitet. Dies verhindert die Anbindung des neuen Begriffs in die vorhandenen Assoziationsplätze.

Zwei Beispiele: In einer 10. Klasse wird in Biologie Genetik behandelt. Die Lehrerin erklärt die Begriffe der Meiose und der Mitose. Doch in der Klausur verwechseln etliche Schüler die Begrifflichkeit. Ursache für die vorliegende Interferenz ist die Ähnlichkeit der Phonemik und der Semantik.

Aus diesem Grund ist es neurodidaktisch gesehen klüger, Ähnlichkeiten, die interferente Verwechslungen ermöglichen, nicht in unmittelbarer zeitlicher Nähe zu unterrichten. Zuerst hätte die Mitose und mit einem gewissen zeitlichen Abstand die Meiose unterrichtet werden müssen.

Das gleiche gilt für die Einführung der Buchstaben während des Leselernprozesses. Hier haben Erstleser oft Probleme *b*, *p*, *d* und *q* zu differenzieren, da sich diese Buchstaben nur in der Lage aber nicht in der Form unterscheiden. Sie sind offenbar nicht sofort imstande, den Buchstaben mit seinen zwei Ausprägungen "Form und Lage" vollständig zu erfassen und zu diskriminieren. Allgemeine Beobachtungen zeigen, dass Erstleser der Form mehr Beachtung schenken und die Lage erst auf einen zweiten Blick erfassen können. Deshalb ist darauf zu achten, dass entsprechende Buchstaben nicht miteinander, sondern immer wieder andere klar abgrenzbare Grapheme dazwischen unterrichtet werden.

Die Interferenzproblematik stellt sich auch bei Wörtern mit ähnlichem Klang aber unterschiedlicher Schreibweise. Wörter mit „ei“ wie "Leiter", "fein" und "mein" sollten nicht vor oder nach den Wörtern mit „ai“ wie "Kaiser" oder "Maier" eingeführt werden, da sich "ei" und "ai" akustisch nur schlecht differenzieren lassen und entsprechend Interferenz auftreten kann.

### **CA1 Region**

Die CA1 Region enthält ihre ankommenden Impulse (Efferenzen) zum einen aus der CA3 Region, zum anderen besteht ein direkter neuronaler Anschluss an die regio entorhinalis (AMARAL 1995). Die CA1 Region erreichen hierdurch Daten mit und ohne vorherigen Qualitäts- oder Aktivierungsverlust. Allerdings antworten die Neuronen innerhalb der Area CA1 erst nach wiederholtem Impuls. Ganz im Gegensatz zur Area CA3 ist hier Redundanz für die Aktivierung nötig. Diese Verzögerung verhindert ähnlich wie auf der Modulebene, dass zufällige und unzusammenhängende Signale als relevante Informationen an den Kortex weitergereicht werden. Einsame Einzelaktionen werden so effektiv selektiert.

### **Didaktische Überlegungen: Kongruenz**

Es wurde bereits betont, dass sich langzeitige Erinnerung durch Wiederholung konsolidiert. Für die CA1 Region trifft dies in besonderem Maße zu. Dabei ergibt sich gerade in Abgrenzung zur CA3 Region ein interessanter Hinweis. Aus den neurologischen Befunden ist zu entnehmen, dass die Area CA1 für die Aktivierung auf Übung und Wiederholung, aber nicht auf spektakuläre, Neugierde weckende Ereignisse reagiert. Zugleich darf entsprechend angenommen werden, dass Trainingseinheiten sich dadurch auszeichnen, dass sie ohne extravaganten Aufwand auskommen. Stehen Übungen an, bedarf es keiner „fetzig“ Arrangements mit extraordinärem Überraschungsmoment.

Günstiger erscheinen klare Trainingsvorgaben mit erreichbarem Trainingszielen, Erläuterungen über den Sinn der Übung und Kontrollmöglichkeiten zur Ergebnissicherung (s.o.).

Auch hierzu eine Anekdote, die den Sachverhalt erläutern soll: Ein Bekannter erzählte mir von seinen Trainingserfahrungen in einer asiatischen Kampfsportart. Dabei habe er erst einen Trainer gehabt, welcher das Können gelobt und ihn zu weiterem Training ermutigt habe. Er selber hatte aber das Gefühl sich in drei Jahren wöchentlichen Trainings nicht weiterentwickelt zu haben. Schließlich habe er sich dazu entschlossen,

den Trainer zu wechseln. Sein neuer Trainer habe sich die Bewegungskoordination angesehen und ihm detaillierte Hinweise gegeben, wie er seine Körperkoordination verändern müsse, um sich weiterzuentwickeln. Dies, so mein Bekannter, habe ihm geholfen, seine Körperkoordination weiterzuentwickeln.

### **Zusammenfassung**

Neurodidaktisch arrangierter Unterricht zeichnet sich durch "mehrkanales" Lernen, hohe Schüleraktivität und Rhythmisierung aus. Dabei ist Interferenz zu vermeiden. Bei Einführungsstunden mit hohem Neuheitswert ist dies genauso wichtig, wie bei Übungsstunden mit starkem Wiederholungscharakter. Allerdings sollte bedacht werden, dass die Inhalte so aufbereitet sind, dass ein hohes Maß an Durchsichtigkeit betreffs des Sinn und Zwecks der Übung besteht. Zugleich kann es nötig sein, Inhalte, die durch wiederholtes Training gesichert werden müssen, durch den Einsatz vielfältiger Materialien und abwechslungsreicher Methoden zu verfremden.

## 6. Lernen in günstigen Bedingungen

Der Systematik des Buches folgend, soll nun betrachtet werden, welche Leistungen sich aus der Verknüpfung mehrerer Hirnareale ergibt. Wie unschwer nachzuvollziehen ist, sind alle Gehirnareale (Kleinhirn, limbischer Kortex, Neokortex und PFC) direkt oder indirekt miteinander verbunden. Entsprechend finden zwischen allen Arealen Interaktionen statt.

In der Betrachtung des Gehirns unter zur Hilfenahme entsprechender bildgebender Verfahren, wie zum Beispiel der Computertomographie, können auf der einen Seite verschiedenen Aktivitäten abgrenzbaren Areale zugeordnet werden. Automatisierte Bewegungen können beispielsweise im Kleinhirn festgestellt werden, optische Eindrücke dem visuellen Kortex zugeordnet werden. Zugleich kann beobachtet werden, dass verschiedene Areale trotz isolierter Sinneseindrücke „mitschwingen“, was eine eindeutige Zuordnung erschwert. Dies ist insofern leicht nachzuvollziehen, als das wir unsere Umwelt auch nicht isoliert wahrnehmen. Wenn wir Musik hören, tauchen unter Umständen Bilder auf und umgekehrt. Bei einem dramatisch geladenen Film spüren wir einen Schauer über den Rücken laufen und selbst das Lösen von abstrakten Rechenaufgaben findet nicht ohne neuronale Nebenschauplätze, wie Emotionen, Vorstellungsbildern oder Bewegung statt.

Das übergeordnete Kontrollzentrum für alle diese unsere Aktivitäten, quasi das für die Bewußtseins- und Gewissensbildung bedeutende Areal ist das *Stirnhirn*. Nach Auffassung der Neurobiologie ist das Stirnhirn oder der präfrontale Kortex (PFC), wie er auch genannt wird, das neuronale Areal, welches sich direkt hinter der Stirn befindet, dafür zuständig, das Verständnis von Denken, Lernen und Bewerten, jegliches intellektuelles, soziales, emotionales und motorisches Verhalten mit bereits vorliegenden Ereignissen zu vergleichen. SIGMUND FREUD hätte das PFC vielleicht „Sitz des Über- Ichs“ genannt, also den Ort der Bewertung von Ereignissen und Handlungen.

Der präfrontale Kortex ist damit das am komplexesten verschaltete Assoziationszentrum des Säugetiers und zugleich der neuronale Ort, an welchem die zeitlich- räumliche Strukturierung von Sinneswahrnehmungen stattfindet. Beim Menschen schließt dies die Kontrolle von planvollen und kontextgerechten Handlungen, die Einschätzung von Sprechakten, sowie Bewertung von Verhalten als auch die Fähigkeit, den *sozial-kommunikativen Kontext* einer Situation zu erfassen, z.B. die Bedeutung von

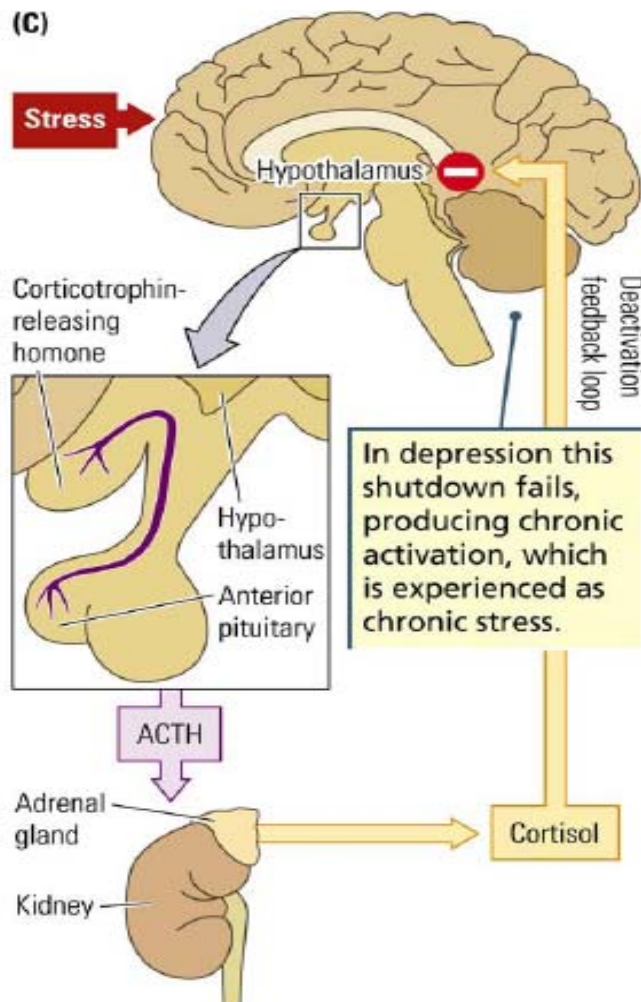
Szenendarstellungen oder die Mimik von Gesichtern, ein. Neurobiologen konnten nachweisen, dass der präfrontale Kortex aktiv ist, wenn der Mensch Probleme löst, Handlungen im Nachhinein bewertet und mit vergangenen Situationen vergleicht. Das PFC überwacht quasi die normative Seite all unseres Denkens und Tuns, was erfolgreich- glückliches genauso wie fehlerhaft- schmerzliches Handeln einschließt (KANDEL 1995, DUDEL 1996). Weiter wird in diesem Areal Vergangenes bei der Planung von zukünftigem Handeln einbezogen, um gegebenenfalls Vermeidungsstrategien aufzubauen oder Wiederholung herbeiführen zu können.

Alle Informationen, die zuvor das limbische System erreicht haben, werden entsprechend an das Stirnhirn „weitergegeben“ und mit vorliegenden Bewertungsmaßstäben aus vergangenen Erfahrungen verglichen. Diese Rückkoppelung zwischen dem limbischen System und dem PFC ermöglicht dadurch eine Kontrolle der jeweiligen aktuellen Stimulanzen (neuronalen Reizen), wobei die Entwicklung und Beeinflussung des Stirnhirns selbst wiederum in Interaktion mit der Komplexität und den Anforderungen der Umwelt ausdifferenziert wird.

Damit es allerdings zu einer funktionstüchtigen Genese (Entwicklung) der Stirnhirn-relevanten Funktionen und Verhaltensmuster kommt, sind nach Auffassung der Neurobiologen, „ungestörte“ präfrontale Dopamin (DA) – Projektionen notwendig. Deren Aufgabe sei es, den Zugriff zu assoziativen Netzwerken mit hoher Aufmerksamkeit zu ermöglichen (SPITZER 1996). Befindet sich also ein junger Mensch, in einer für ihn angenehmen Situation, fühlt sich sicher und geborgen, gelingt es ihm, dauerhafte Kontakte zur Außenwelt herzustellen, neue Erfahrungen mit bisherigen zu vergleichen und sie für die persönliche Entwicklung und den Aufbau eines stabilen Selbst zu nutzen. Unter Disstress allerdings wird das Dopamin- System nur selektiv aktiviert. Oder anders formuliert: Anhaltender Disstress erschöpft den Dopaminpool nachhaltig (TEUCHERT- NOODT 1996).

Die Dopaminausschüttung wird vor allem durch ungewohnte und chaotische Situationen ausgelöst. Dauerhaft soziale Isolation, unzuverlässige und missverständliche Botschaften, wie Ironie oder Sarkasmus aber auch liebloses und distanziertes Verhalten führen zu Störungen der kognitiven, emotionalen und psychosomatischen Funktionen.

Da gerade bei Grundschulkindern die neuronale Ausgestaltung und besonders des Stirnhirns sich in einer aktiven aber zugleich instabilen Ausdifferenzierungsphase befindet, kann die Dopaminprojektion empfindlich und nachhaltig gestört werden.



Aus: BRYAN KOLB, IAN Q. WHISHAW: Introduction to Brain and Behavior (2005)

Unter besonderen ungünstigen sozialen Bedingungen, also bei starker Beanspruchung und anhaltenden Konflikten zwischen Außenwelt ereignissen und Innenweltbedürfnissen, wie frühzeitigem Alkoholkonsum, sexuellem Missbrauch, naturbedingten Katastrophen oder kriegerische Auseinandersetzungen, Ablehnung von nahe- stehenden Verwandten, wie der eigenen Mutter, langanhaltender Armut und schmerzhaftem Hunger, kann es zu "irreversiblen" Schäden kommen. Auf der physiologischen Ebene werden dann, wie nachgewiesen werden konnte, einzelne neuronale Einheiten entkoppelt und reagieren im weiteren Verlauf dysfunktional. Diese Dysfunktionalität findet in unterschiedlicher Weise Ausdruck. So kann drastische

Hyperaktivität, Furchtlosigkeit, Hemmungslosigkeit, Mangel an Initiative und Antrieb, unverantwortliches Handeln und Verhalten, Gleichgültigkeit und Desinteresse ein Symptom dafür sein (THOMPSON 1994, DARWIS 1993, TEUCHERT 1996, SPITZER 1996). Selbstverständlich reagiert jeder Mensch individuell auf Krisen, widrige Umstände und Risiken, mit denen er im Leben konfrontiert wird. Dass nicht jede soziale oder körperliche Schädigung nachhaltig negativen Einfluss auf die weitere Entwicklung des Menschen hat, konnte hier die Resilienzforschung<sup>9</sup> beobachten. Forschungen auf den unterschiedlichsten Gebieten wie zum Beispiel Studien an Kindern aus Scheidungsfamilien (vgl. HETHERINGTON 1989), aus Familien in denen chronische Vernachlässigung und Misshandlung herrschen (vgl. CICHETTI ET AL. 1986), oder auch an Kindern, die in Gegenden mit hohem Gewaltpotential aufwachsen (vgl. RICHTERS & MARTINEZ 1993), haben in ihren Ergebnissen substantielle Überschneidungen hinsichtlich der Faktoren ergeben, welche die Resilienz, also die Widerstandskraft, die psychische Gesundheit erhalten und fördern. Als sogenannte „Schutzfaktoren“ erwiesen sich ganz unterschiedliche Faktoren, wie eine als durchschnittlich zu bewertende Intelligenz, stabile Gefühlsbindungen zu Grosseltern oder Geschwistern, emotionaler aber auch Werte unterstützender Support durch die Kirche, einer Jugendgruppe oder auch durch die Schule (REGULA SCHRÄDER-NAEF 1997, S.32).

### ***Didaktischer Teil***

Die durch naturwissenschaftliche Methoden gefundenen neurophysiologischen Daten lassen bereits in Ansätzen erkennen, welche Lebens- und Lernumgebungen sich als günstig im Sinne des präfrontalen Kortex erweisen und welche sich als ungünstig für den Aufbau von Normen und Werten und damit für ein gesellschaftszuträgliches Verhalten zeigen. Wie in der Resilienzforschung erarbeitet, hat die Schule aber nicht nur die Aufgabe, sich gegenüber den Kindern so zu verhalten, dass deren präfrontaler Kortex sich optimal entwickeln kann. Es wird sogar vermutet, dass der Lebensraum Schule ungünstige und benachteiligende Lebensumstände der Kinder bis zu einem gewissen Grad kompensieren kann. Allein die Tatsache, dass den Kindern in der Schule Erwachsene für die klar umrissene Dauer eines Tages verlässlich zur Verfügung stehen, von welchen sie keine körperliche Züchtigung erwarten müssen, die sie stattdessen als

<sup>9</sup> Der Begriff Resilienz beschreibt die Fähigkeit eines Menschen, widerstandsfähig sein zu können, bestehen zu können gegenüber Risiken und störenden Einflüssen. Er stellt damit einen positiven Gegenbegriff zur Vulnerabilität (Verletzlichkeit, Verwundbarkeit) dar.

eigenständige Person ernst nehmen, mag für entsprechende Kinder von persönlichkeitsstützender Bedeutung sein.

In diesem Sinne schließt die fünfte Lernform eine *psychosoziale* Komponente des Lernens mit ein. Der Begriff des „psychosozialen“ deutet dabei auf die unauflösbare Dualität des Mensch als des in sich selbst abgeschlossenen (Autopoiesis) und zugleich in die Gesellschaft eingebundenen (Interaktion) hin. Der Mensch sieht sich nämlich zeitlebens damit konfrontiert, dass er als Individuum operational geschlossen ist. Seine Wahrnehmung wird sich nie vollständig mit der eines anderen Menschen decken. Und trotz möglicher hoher emotionaler Nähe und blindem Vertrauens zwischen eineiigen Zwillingen oder einem liebenden Paar, bleiben zwei Menschen biologisch immer unterscheidbar. Zugleich sind wir Teil einer Sozietät, einer gesellschaftlich definierten Gruppe, die Regeln nach innen und Abgrenzungsbemühungen nach außen erkennen lässt. Beispielsweise ist jeder Mensch aus der Verbindung von Mann und Frau hervorgegangen und ist oder war damit Teil einer Familie. Selbst wenn diese kein gemeinsames Familienleben bestritt, lässt sich immerhin anhand des genetischen Codes die Zugehörigkeit bestimmen oder ausschließen. Darüber hinaus sind wir in vielerlei weitere Systeme inkludiert. Durch die Schulpflicht gehörten wir alle zum Erziehungssystem, dadurch dass der Austausch von Waren im wesentlichen durch Geld vollzogen wird, sind wir Teil des Wirtschaftssystem und die meisten sind seit ihrer Geburt im Krankenhaus oder der Einschulungsuntersuchung beim Amtsarzt Teil des Gesundheitssystems. Aus dieser Polarität des „Daseins“, des „Dazugehörens“ und des „Für- sich- seins“ ergeben sich zwei Fragestellungen: Welche Bedingungen sind für meine Selbstentfaltung, meine Selbstwahrnehmung vorteilhaft? Und welche sozialen Bedingungen sind für meine Integrationsfähigkeit notwendig?

DARWIS und TEUCHERT- NOODT konnten in zahlreichen Untersuchungen zum präfrontalen Kortex wesentliche Bedingungen verifizieren, die für die aktuelle Verarbeitung einströmender Informationen vorteilhaft sind und Dis- Stress vermeiden. Nach ihrer Meinung entwickelt sich der präfrontale Kortex, also das Normen austarierende Gebiet des Gehirns, gleichsam optimal in einer reizreichen, inhaltlich- strukturierten, stabile und sozial- ausgeglichenen, unterstützend- und wohlwollenden und authentischen Umgebung. Zugleich sollte die Mitwelt dazu verhelfen, dass sich besonders der Heranwachsende im Spannungsfeld zwischen individueller Entfaltung und sozialer Enkulturation orientieren kann (DARWIS 1993, TEUCHERT 1996). Diese

durch naturwissenschaftliche Forschung erfundenen Bedingungen bilden die Grundlage der nachfolgenden didaktischen Überlegungen.

### **Reizreiche, inhaltlich strukturierte Bedingungen**

Vorab ein Beispiel: In der ersten Phase des Jugoslawienkriegs (1991- 1994) wurden viele, der nach Deutschland geflüchteten Menschen, in großen Massenquartieren untergebracht. Den Flüchtlingskindern, welche in Baden- Württemberg aufgenommen wurden, wurde freigestellt, die Schule in speziell eingerichteten Sprachklassen zu besuchen, oder zu Hause zu bleiben. Im Gespräch mit den für Betreuung verantwortlichen Sozialpädagogen wurde nach einiger Zeit festgestellt, dass die Kinder welche die Schule besuchten, einen insgesamt wacheren, aufgeräumteren und aktiveren Eindruck machten, als die Kinder, welche lieber zu Hause blieben, ausschliefen und den ganzen Tag auf dem Gelände verbrachten. Möglicherweise kamen nur diese Kinder zur Schule, die von sich aus wacher und aktiver waren, dennoch war der Unterschied frappierend. Nach Auskunft der Pädagogen, wirkten die schulischen Reize und die Erlebnisse während der Pausen und auf dem Heimweg bis in den schulfreien Nachmittag hinein. Das Beispiel zeigt, dass die *Schule* ein Ort sein kann, an dem die Kinder gerne verweilen, wo sie Angebote und Herausforderungen zur positiven Konfrontation und zur selbständigen Auseinandersetzung bereitwillig annehmen. Darüber zeichnet sich die herkömmliche Schule gerade durch je inhaltlich strukturierte Bedingungen aus. Der Schüler beschäftigt sich über einen längeren Zeitraum mit einem Inhalt, der einer curricularen Ordnung folgt. Schule bietet vielfältige Formen der Interaktion. Diese kann durch geeignete Medien unterstützt werden. Solche interaktiven Medien können nach haptischen, optischen und akustischen Medien klassifiziert werden.

### **Haptische Medien**

Medien, an welchen sich konkret handelnde Operationen durchführen lassen, werden nachfolgend als „haptische Medien“ bezeichnet. Es ist hierbei an Medien gedacht, die körperliche Handlungen, handwerklichen oder künstlerischen Tätigkeiten verlangen. Diese schließen Tätigkeiten ein, bei welchen konkrete stoffliche Materialien, wie Papier, Holz, Ton, Metall, Farbe usw. verwendet werden.

Das Material, das Werkzeug, das Instrument erlaubt, dass ich mich mit ihm auseinandersetze, mich mit seiner speziellen Eigenschaft beschäftige, aktiv probiere und solange übe, bis das Ergebnis meiner Vorstellung entspricht. Dabei enthält jede

Handlung ein Gestaltungselement, das bewusst und kontrolliert gehandhabt werden kann. Nichts geschieht "zufällig" und von selbst. Es entsteht eine originäre Auseinandersetzung mit dem Gegenstand. Die Art und Weise wie ich an einen Stoff mit seinen innewohnenden Eigenschaften herangehe, verlangt eine Auseinandersetzung mit meinen Fertigkeiten. Dadurch erlebe ich mich selbst, meine Schwächen und Stärken, ein Prozess kommt in Gang (BRATER 1989).

„Haptische Erfahrungen“ gehören hierbei zu den grundlegendsten Erfahrungen. Die individuelle Aktion wird konkret und sichtbar angezeigt. Kommt es zu einem Fehler oder missfällt das Ergebnis, kann der Schüler die Tätigkeit variieren, bis ihm das Ergebnis zusagt. BRATER (1989) ist der Auffassung, dass mit Hilfe kunsthandwerklicher Tätigkeiten die Handlungsfähigkeit, Selbstbestimmung, Eigenständigkeit, Konzentriertheit und Gedankenstrukturierung zustande kommt. Er folgt dabei der Vorstellung von T. LITT (1965), der den Respekt von der Eigenständigkeit des Schülers hervorhob. Solcher Art Pädagogik verbietet sich, Kinder und Jugendliche über Defizite zu definieren, sondern vielmehr ihre Persönlichkeit zu wahren. Detaillierte Aufgabenstellungen können bei den entsprechenden Fachdidaktiken eingesehen werden. Im Fach Kunst beispielsweise bei BRATER (1989), für Sport bei FURTH (1973), FURTH/ WACHS (1978) und BANNMÜLLER/ GIEL (1987) oder im Fach Musik bei TOMATIS (1990) oder KÖSTER (1997).

### **Optische Medien**

Tafelbilder, Fotografien, Poster, Zeichnungen, Filme, Video usw. sind optische Medien (s.o.). Mit ihnen lassen sich sehr unterschiedlich Manipulations- und Feed-back-Erlebnisse realisieren. Die Schule kann der Ort sein, wo das „Gespräch“ über den abgebildeten Gegenstand fehlende Interaktion herstellt. Hierbei erfüllen optische Medien wichtige Funktionen:

Optische Medien zeigen, was konkret nicht zur Verfügung steht oder als solches nicht real existierend vorhanden ist. Sie entfremden die realen Bezüge und stellen die Dinge aus einer veränderten Perspektive dar. Sie zeigen andere Welten und entführen in diese, lösen quasi heraus aus den gegenwärtigen Bezügen und schaffen neue. Optische Medien interagieren mit den in uns vorhandenen Vorstellungen. Sie bestätigen, verändern oder manipulieren Kenntnisse oder Haltungen.

Die Geschichtslehrerin, die ihren Schülern die Schrecken des Krieges per Video veranschaulicht, schafft nachhaltigere Erlebnisse, als wenn sie nur das Buch aufschlagen lässt. Der Sachunterrichtslehrer kann seinen Schülern den eigenen Wohnort

per Luftbild aus der Vogelperspektive zeigen. Spannend wird es, wenn die Schule mit Internetzugang ausgerüstet, sich google-earth downloaded und alle Kinder selbstständig ihren Lebensraum absuchen. Der Englischlehrer kann Dias von seinem Amerika Aufenthalt präsentieren und so Anreize zum Sprachenlernen schaffen.

### **Akustische Medien**

Mit Hilfe akustischer Medien lässt sich über Dinge berichten, die außerhalb des konkreten Zugriffs stehen. Im Gegensatz zu den optischen, regen akustischen Medien unsere eigene, inhärente Vorstellungskraft um ein Vielfaches mehr an. Der Rahmen der Akustik ist nur durch unsere eigene Vorstellung begrenzt. Die Vorstellungskraft des Zuhörers wird nicht überfordert und trifft damit auf sein individuelles Niveau. Zugleich schwingen mit dem Hören auch Gefühle mit. Beispielsweise wäre eine spannende Szene in einem Film ohne aufregende oder bedrohlich wirkende Musik langweilig. Der Einzug eines Brautpaares ohne Hochzeitsmarsch seltsam und die Hintergrundmusik im Kaufhaus vielleicht weniger konsumfördernd. Hierzu eine Szene aus der Schule. Viele Lehrerinnen sind in der Grundschule dazu übergegangen, die Kinder morgens in den Stuhlkreis zu holen. Als ein besonders gelungenes Beispiel erlebte ich es, als statt Glöckchen oder optische Zeichen der Lehrkraft, eine meditative Musik von einer CD eingespielt wurde. Die Kinder fanden sich von der Musik an die Hand genommen und kamen ohne Aufregung und Rempelen in den Stuhlkreis.

### **Stabile, ausgeglichene soziale Rahmenbedingungen**

Erzieherische Prozesse, in denen Menschen zu bestimmten Leistungen motiviert werden sollen, sind meist hierarchisch und selten symmetrisch und ausgeglichen strukturiert. Aus diesem Grund setzt NIKLAS LUHMANN den Begriff der „Erziehung“ auch mit „Zumutung“ (1997, S.7) gleich. Der Leitgedanke der Erziehung geht davon aus, dass ein reifer, erfahrener Mensch jemand Unerfahrenen in die jeweilige Gesellschaft, Kultur oder Gruppe einführt. Dies setzt voraus, dass einer führt und „besser weiß“, der andere geführt wird und schlechter oder „gar nichts weiß“. Erziehung ist gleichsam ein gewolltes Missverhältnis, das sich mit Hilfe desselben ausgleicht.

Aus diesen Vorüberlegungen ergibt sich, dass auch das Schulsystem ein hierarchisches System ist. Ausgeglichene soziale Bedingungen könnten nachhaltig verändert werden, wenn das Verhältnis zwischen Lehrer und Schüler demokratisiert wird:

- Alle an der Kommunikation Beteiligten dürfen ihre Wünsche, Bedürfnisse, Probleme formulieren.

- Alle Beteiligten nehmen Einfluss auf die Inhalte, auf die methodische Vermittlung, auf die Dauer und Intensität, mit welcher ein Thema behandelt wird.
- Alle streben nach einer sozialen und menschenfreundlichen Schule.

Die BILDUNGSKOMMISSION NRW (1995) denkt sich Schule als einen Ort,...

...an dem alle willkommen sind und in ihrer Individualität angenommen werden,

... an dem Zeit gegeben wird zum Wachsen, gegenseitige Rücksichtnahme und Respekt voreinander gepflegt werden,

... dessen Räume einladen zum Verweilen, dessen Angebote und Herausforderungen zur positiven Konfrontation, zur selbständigen Auseinandersetzung locken,

... an dem Umwege und Fehler erlaubt sind und Bewertungen als Feedback hilfreiche Orientierung geben,

... wo intensiv gearbeitet wird und die Freude am eigenen Glaubensleben wachsen kann,

... an dem Lernen ansteckend wirkt (zitiert nach SMOLKA 1996).

In dem Moment, wo Schule dazu beiträgt, dass jeder seine eigenen Vorstellungen, Gedanken, Kommunikationsformen entwickeln lernt, ist jeder für sein eigenes Tun verantwortlich. Niemand kann sich darauf berufen, dass jemand anderes dies oder das mit einem unternommen hätte und deshalb habe man selber jenes getan oder nicht lassen können (VON FOERSTER 1998).

Zugleich sollte Schule ein Ort sein, der sich als zuverlässig, dauerhaft, beständig und strapazierfähig erweist.

Solche stabilen Bedingungen herzustellen, ist eine der Stärken des gegenwärtigen Schulsystems mit ihrer funktionalen Organisation. Gelernt wird nach einem festen Stundenplan mit gleich bleibenden Zeitstrukturen. Im Rahmen der neurobiologischen Ergebnisse ist der 45-Minuten-Takt, die Pausenglocke, die klare Grenze des Stundenanfangs und des Stundenendes ein nicht zu unterschätzender Resilienzfaktor. Sicher gäbe es auch andere Optionen, Rhythmisierung herzustellen. Beispielsweise empfiehlt MOZER einen gleitenden Schulanfang, um einen entspannten Tagesanfang zu erreichen. Die Kinder können, bis der offizielle Unterricht beginnt, in einem Zeitintervall von etwa zwanzig Minuten vorher ins Klassenzimmer kommen (in: LEHMANN B 1990). Daneben wird aber von Lehrerinnen berichtet, die dies praktiziert haben, dass die Kinder, welchen häuslich stabilisierende Faktoren (regelmäßige Mahlzeiten, stabile Partnerbeziehungen, Körperpflege usw.) fehlen, dieses Angebot kaum nützen und erst zu Unterrichtsbeginn erscheinen. Das Beispiel zeigt, dass Schule

ihre zeit- stabilisierenden Faktoren beibehalten sollte. Im Kontext dieser Überlegungen kann ich die Diskussion um das Abschaffen der Pausenglocke nicht ganz nachvollziehen. Die Pausenklingel, vielleicht ein Relikt aus der Industrieschule, schafft klare von außen festgesetzte Zeitgrenzen. In einer gesellschaftlichen Epoche, in der durch die erhöhte Wahrnehmung des Individuums jegliche Wahlmöglichkeiten miteinander ausgehandelt werden, schafft die antiquierte Pausenklingel klare Zeitrahmen. Fallen diese weg, bleiben eigentlich nur zwei Optionen: die Lehrkraft selbst steht für das Einhalten der Zeitstruktur und muss diese gegen die Gruppe durchsetzen, oder die Kinder verhandeln täglich neu, wann sie dazu bereit sind, den Spielplatz zu verlassen, um etwas zu lernen. Selbstverständlich kann man die Schule so öffnen, dass die Kinder sich ihre Lern- und Spielzeiten selbst aussuchen. ELISABETH GRÜNDLER (2003) berichtet von einem entsprechenden Schulexperiment mit dem Titel „PESTA“ in Südamerika. Hier dürfen die Kinder sich den ganzen Tag auf dem Schulgelände frei bewegen. Die Erfahrung ist, dass die Kinder dabei auch zum Lernen kommen. Ich habe aber den Eindruck, dass uns in Deutschland hierzu der nötige Mut und auch die entsprechende Schulkultur fehlen.

Das zweite stabilisierende Standbein der Schule ist die feste personale Vorgabe. Um stabile Mensch zu Menschbeziehungen aufbauen zu können, ist es notwendig, dass die Kinder und ihr Lehrer Zeit zusammen verbringen. Aus diesem Grund muss dem fachpropädeutischen Unterricht zugunsten des Klassenlehrerprinzips eine klare Absage erteilt werden. Das Klassenlehrerprinzip enthält die Option, ein Gefühl der Sicherheit herzustellen. Es kann sich ein persönliches, dauerhaftes Verhältnis zwischen den Gesprächsteilnehmern entwickeln, was eine notwendige Voraussetzung für erfolgreiches Lernen ist (STRUCK 1996, SCHWEER 1997).

Der Klassenverband als Gruppe kann dem Einzelnen, neben aller Konkurrenz untereinander dem Lehrer und dem System Schule gegenüber Sicherheit und Stärke bieten. Der Einzelne kann in der Gruppe untertauchen und ist so dem Anspruch oder der Aggression des Lehrers mitunter besser gewachsen. Zugleich können in der Schule Freundschaften entstehen, die eine stabilisierende Funktion erfüllen.

## Unterstützend- wohlwollende Bedingungen

*„Nur wenn der Organismus frei von negativen Impulsen ist, etwa der Angst vor Versagen, kann sich ein Kind konzentrieren.“ BECKMANN<sup>10</sup>*

Unterstützend- wohlwollende Bedingungen anerkennen biographisch gemachte Vorerfahrungen, sie sind entgegenkommend, freundlich und von guter Gesinnung. Doch die hier verwendeten Adjektive decken sich meist nicht mit den Erfahrungen, von denen Schüler berichten. Auf die Frage: „Wie gefällt es dir in der Schule?“ antworteten in einer umfangreichen Querschnittsuntersuchung (n= 1305) die Kinder der ersten Klasse zu fast 55% mit „sehr gut“, der Rest mit gut, und nur 3% mit einigermaßen. Umso länger die Kinder in der Schule sind, um so weniger antworten sie mit „sehr gut“. Stattdessen antworteten immer mehr Schüler mit „schlecht“! In der zehnten Klasse gibt es dann keinen Schüler mehr, der die gestellte Frage mit „sehr gut“ beantwortet. 70 % aller Schüler dieser Altersstufe antworten mit „einigermaßen“, 25 % mit „schlecht“ und nur noch 5 % mit „gut“ (RHODE 1999).

Das Ergebnis überrascht zunächst nicht, dass Schule gerade bei Pubertierenden ein schlechtes Image genießt. Aus vielen Einzelgesprächen mit Studierenden habe ich allerdings doch heraus hören können, dass vielen die Schule gut gefallen habe. Allerdings muss die objektive und repräsentative Studie ernst genommen werden und entsprechend ist das Resultat enttäuschend. Die Ursachen dafür können vielfältig sein. Zum einen, wie MARCUS HASSELHORN (2005) meint, liege dies am Überoptimismus der Grundschüler, vor allem in den ersten beiden Schuljahren. Sie glauben, dass alles lernbar sei und dass sie zu den guten Schülern in der Klasse gehörten. Erst im weiteren Verlauf der Schulzeit erfahren sie herbe Rückschläge. Andere sind besser, lernen leichter, erfahren von zu Hause mehr Unterstützung. Eine demotivierende Mischung aus sozialer und leistungsabhängiger Selektion setzt ein und verstärkt sich unter Umständen selbstständig.

Eine zentrale Funktion der Schule ist der systemimmanente Code der Selektion: „bestanden - nicht bestanden“, welcher zugleich die Ursache für dieses negative Image sein könnte. Reduziert man Schule auf diesen Code würden nur "gute Leistungen" zählen. Sicher hat Leistung etwas mit Fleiß, Ehrgeiz und Gehorsam zu tun. Chaotisches, kreatives, innovatives, subversives und passives Verhalten wird in der Schule vielfach geahndet. In vielen Teilen ist unser Schulsystem so organisiert, dass nach Abschluss

<sup>10</sup> in: THADDEN, E (1999) Die Kunst des Nervenbündelns. In: GEO Wissen 1/1999.

einer erfolgreichen Teilnahme, funktionstüchtige Leistungsträger der Gesellschaft zur Verfügung stehen sollen. Das Problem ist, dass gerade für das deutsche Schulsystem die soziokulturelle Herkunft und die Fähigkeit, sich in die normativen Vorgaben (Still sein, brav am Platz sitzen, nur antworten, wenn man gefragt ist) einzufügen, einen enormen Einfluss auf die Schulkarriere hat. So werden Kinder mit entsprechender sozialer Rückdeckung regelrecht durch das Gymnasium geschleust. Hierzu ein Originalzitat eines wohlhabenden Geschäftsmannes, dessen Sohn nachgewiesener Maßen einen unterdurchschnittlichen IQ hat, aber dennoch aufs Gymnasium muss: *„Der wird gecoacht!“* Dort, wo die soziale Herkunft den Aufstieg durch Schule verachtet, verbleiben die Kinder in der Hauptschule und reproduzieren die Herkunftsfamilien. KLAUS DIENELT (2006) resümiert entsprechend: *„Das deutsche Schulsystem versagt bei der Förderung von Zuwanderer-Kindern. Zu diesem Schluss kommt eine aktuelle OECD-Studie. Dort heißt es, dass sich in fast allen anderen Industrie-Staaten die Schulleistungen dieser Kinder mit der Aufenthaltsdauer ihrer Familien verbesserten. In Deutschland hingegen würden die Schulleistungen deutlich schlechter. Migrantenkinder haben in Deutschland damit nicht nur deutlich schlechtere Bildungschancen als ihre deutschen Klassenkameraden, sondern auch als Migrantenkinder in anderen europäischen Ländern. Basis für die Studie sind Daten aus dem weltweiten PISA-Schultest.“*

Es gibt zwei radikale und vielleicht etwas utopische Optionen, diese apodiktische Trennung aufzuheben. Zum einen müsste die Leistungsbeurteilung in ihrer bisherigen Form radikal überdacht werden, zum anderen auch andere Kompetenzen, wie beispielsweise Kreativität, Beachtung finden. Durch den Wegfall von Noten würde der Leistungsdruck um ein vielfaches gemindert. Die negative Spirale Leistungsdruck-Versagen- Angst vor Misserfolg - Verweigerung würde durchbrochen. Wie in manchen Privatschulen (Waldorfschule, Odenwaldschule, Bielefelder Laborschule, Helene-Lange Schule) erprobt, werden trotz fehlender Notengebung Lernmotive hergestellt, Leistung erbracht und Beurteilungen ermöglicht, die sich dann an Qualifikation von Fähigkeiten, Fertigkeiten und Einstellungen orientieren. Solcher Art erbrachte Leistungen, die den persönlichen Erfolg unterstützen, schaffen Selbstvertrauen und spornen zu weiteren Leistungen an. Und obgleich RENATE VALTIN (2002) nachweisen konnte, dass die gängige Notengebung, bei allen Versagensängsten, die durch diese ausgelöst werden, allenfalls eine extrinsische Motivation stärkt, wollen die für sie

verantwortlichen Eltern und Lehrerinnen nicht darauf verzichten. Schule müsste aber kreativ- innovativ als auch chaotische Formen zulassen, wenn sie kreative Menschen für die postindustrialisierte und komplexe Gesellschaft vorbereiten möchte.

THOMAS RIECKE- BAULECKE, der versucht hat ein Managementmodell für wirksame Qualitätsentwicklung an Schulen zu entwickeln, würde weniger radikal vorgehen. Zwei Resultate seiner Unterrichtsforschung, die unabhängig von Bildungspolitik und Systemzwängen dennoch notwendigerweise umzusetzen seien (2004 S.10) sind zum einen das effektive Nutzen der Unterrichtszeit, zum anderen die Möglichkeit, sich Inhalte eigenständig und aktiv zu erarbeiten, unabhängig von dem Bedürfnis Unterricht weniger oder mehr zu kontrollieren oder Inhalte vorzugeben.

„Erfolgreicher“ als Regelschule hinsichtlich dieser Kriterien scheinen Nachhilfeschoolen zu sein. Nach offiziellen Verlautbarungen gab es in der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 1996 1000 gewerblich organisierte Nachhilfeschoolen, und jedes Jahr kommen etwa 100 Einrichtungen dazu, wodurch sich die Zahl bis ins Jahr 2007 verdoppelt haben dürfte. Die Gründe dafür mögen vielschichtig sein, interessant ist aber, dass Nachhilfe, so scheinen die Wachstumszahlen der Branche zu bestätigen, Erfolg hat. Offenbar ist "Nachhilfeunterricht" so organisiert, dass sie verbessertes unterstützendes Lernen anbietet. Um ein unterstützendes Schulsystem beschreiben zu können, erscheint es als hilfreich, die Strukturen der Nachhilfe im Hinblick auf diese Funktion zu analysieren. In kleinen Gruppen oder im Einzelunterricht entwickelt sich ein persönliches Verhältnis zwischen Lehrendem und Lernendem. Wo man sich kennt, sind Ängste minimalisiert. Ursache dafür ist ein reduzierter Stressfaktor: weniger Kinder in der Klasse, bedeutet weniger Disziplinschwierigkeiten, geringere Lärmstörungen, bessere Übersicht, weniger "Lampenfieber", weniger Organisatorisches, größere Bekanntheit aller Sorgen und Probleme der einzelnen Schüler. Insgesamt gibt es eine größere Nähe zu den Kindern und so mitunter weniger Verständnisschwierigkeiten. Die Ängste, sich in der Gruppe mitzuteilen, sind reduziert. Sie "trauen" sich eher zu sagen, was sie wissen, was sie interessiert, was sie bewegt und wo sie noch Fragen haben. Durch die Reduzierung der genannten Lernhindernisse wird die Unterrichtszeit besser genutzt. Bei der Nachhilfe sind Lehrer und Schüler in der Lernmethode eher gleichberechtigt. Die Schüler können sagen, was sie lernen wollen, was sie können müssen. Sie können sagen, durch welche Methode sie etwas gut gelernt haben und geben eher ein Feed- back. Da der Nachhilfelehrer die Selektionsfunktion der Schule nicht direkt berücksichtigen muss, ist er allein auf den konkreten Lernzuwachs seines Zöglings konzentriert. Der Unterricht

orientiert sich dadurch stärker an seiner Qualifikationsfunktion, also daran, was der Schüler tatsächlich an Fertigkeiten und Kenntnissen besitzt. Zugleich ist das Lernen so individualisiert, dass der Schüler im positiven Sinne einem konzentrierten Lernprozess nicht entgehen kann. An dieser Stelle kann ich mir eine gewissen Polemik nicht verkneifen: Wie die Nachhilfeschulen zeigen, wird durchaus erfolgreich in Deutschland gelernt, nur leider nicht oft genug in der Regelschule. Wäre die staatliche Schule ein Wirtschaftsunternehmen auf dem freien Markt, wäre es vielleicht längst erfolgreichen Modellen zum Opfer gefallen.

### **Authentische Bedingungen**

Von ihrem eigenem Anspruch her, hält Schule eine aufklärerische Funktion inne (BÖHM 1988, BLANKERTZ 1982, WEIMER 1992) Dieser Anspruch, nicht ideologisch sein zu wollen und aufklärerische Funktion zu erfüllen, ist allerdings von außerschulischen, vielfach politischen Einflüssen abhängig. Da Schule nicht im gesellschaftlich freien Raum existiert (man lese nur einmal aufmerksam einen beliebigen Lehrplan), sondern vielfach in politische Bezüge eingebunden und an politische Weisungen gebunden ist, ist die hier eingeforderte Authentizität des Schulsystems eine relative. Dass Schule systemimmanent nicht authentisch ist, zeigen beispielsweise die Berichte aus der ehemaligen DDR. Hier versuchte die Politik, die Jugend durch den Druck der Schule zu systemtreuen Bürgern zu erziehen. Je nach politischer Couleur besteht nun die Tragik oder der Trost gerade darin, dass der Einfluss der Schule in der ehemaligen DDR auf die politische Bildung des Einzelnen geringer war als erwünscht. Dass die schulpolitischen Versuche gescheitert sind, lag gerade in der mangelnden Authentizität zwischen politischem Anspruch und sozialer Wirklichkeit. Dieser Mangel an gesamtgesellschaftlicher Authentizität bot den Jugendlichen keine Entscheidungshilfe und verhinderte die eigentlich gewünschte Veränderung von Einstellungen. Neueren Befunden zufolge kann das Gehirn angeblich sehr genau zwischen tatsächlich vorhandenen und erdachten Daten unterscheiden und befindet sich zeitlebens dabei auf der Suche nach Verlässlichkeit. Die Ursache für diese Fähigkeit liegt in der Tatsache begründet, dass der Mensch nicht instinktgesteuert ist, sondern sich ständig für ein selbst gewähltes Verhalten entscheiden muss. Dabei ist die normative Bewertung vom Impetus zu Überleben, also der Autopoiesis abhängig. So ließe sich auch formulieren: der Mensch sucht sich die Inhalte aus, die sein Überleben sichern. Entsprechend gilt, dass Bedingungen hergestellt werden müssen, in welchen Reden und Handeln, Denken und Fühlen sich konfliktfrei ergänzen und langfristig zu ausgeglichenen sozialen

Rahmenbedingungen führen. Das dies mittlerweile auch politisch Verantwortliche erkannt haben, zeigt der Satz von ANNETTE SCHAVAN: *„Zustimmung und Begeisterung stellen sich bei (Jugendlichen)... am ehesten ein, wo sie den Eindruck gewinnen, dass sie ernst genommen werden als selbständige und selbst verantwortlich Lernende.“* (1998) Allerdings habe ich den Eindruck, dass der Transfer dieser Einsicht in konkrete pädagogische und politisch wirksame Handlungen eine noch zu lösende Aufgabe darstellt.

## 7. Lernen zwischen Beziehung und Inhalt

*"Die Welt des Menschen, die in die bildende Begegnung  
eingeht, ist vorwiegend Sprachwelt und als solche im  
lebendigen Wandel"*

*(Roth, F. 1967, 69)*

In den vorangegangenen Kapiteln wurde auf fünf Ebenen gezeigt, in welcher Art und Weise Signale im Gehirn verarbeitet werden. In diesem Kapitel soll skizziert werden, wie operational geschlossene, hochkomplexe psychische Systeme, also Personen interagieren. Dabei sollen wiederum die neuronale Zusammenhänge kurz dargestellt und analoge Überlegungen zur Kommunikation und Didaktik angestellt werden.

Die Grundlage der bisherigen Betrachtung ging von zwei Prämissen aus: Alle menschlichen Gehirne sind erstens aus den gleichen neuropsychologischen Bausteinen aufgebaut (CHANGEUX 1984) wobei sich zweitens durch selektive Stabilisierung, also durch das neuronale Angebot und die umweltige Nachfrage, die Ausgestaltung des Gehirns jeweils individuell ausformt (KANDEL 1995).

Wenn alle menschlichen Gehirne neurophysiologisch zunächst als gleich zu betrachten sind, so könnte man auf die Idee kommen, dass Menschen, die im gleichen Kulturraum und in ähnlichen sozialen Netzwerken leben, ähnliche Wahrnehmungen haben und sich entsprechend verständigen können müssten. Kurz gesagt: Menschen, die ähnliche Erfahrungen gemacht haben wie ich, müssten sich mit mir auch darüber austauschen können. Und tatsächlich erleben wir im Alltag durchaus eine Vielzahl von kommunikativen Aktionen, die im Wesentlichen konfliktfrei und ergebnissicher ablaufen.

Auf diesem Gedanken aufbauend, ging die Kulturkritik, die mit ROUSSEAU begann und über NIETZSCHE zum Behaviorismus von SKINNER führte, von der Annahme aus, dass alle Menschen, die in gleichbleibenden Bedingungen erzogen werden, optimal gebildet werden könnten. Im Laufe dieser „Bildungsoptimierung“ müsste die Welt immer friedlicher und die Kommunikation zunehmend besser gelingen. Selbst der Systemtheoretiker LUHMANN ist der Überzeugung, dass Bildung etwas „Entwaffnendes“ haben würde. Auch hierfür lassen sich durchaus Belege finden. So konnte der Amerikaner FRANCIS FUKUYAMA (2002 S.56) zeigen, dass die Tötungsrate im 18. und 19. Jahrhundert in der westlichen Welt sehr viel höher war, als sie heute ist. Seine These ist, dass mit der einsetzenden Industrialisierung, der Bedarf an gebildeten, verlässlichen

und vernünftigen Mitarbeitern, in sich immer weiter ausdifferenzierenden Berufen, auch die gewaltsamen Konflikte sanken. Und ohne hier tatsächlich eindeutige Indizienketten zu sehen, wäre es durchaus möglich, die Tatsache, dass es im westlichen Bündnis seit 1945 keinen Krieg mehr gegeben hat, als ein Ergebnis erfolgreicher Bildung in der westlichen Welt sehen.

Obgleich sich also Menschen nachweisbar gegenseitig weniger umbringen, verläuft die Kommunikation zwischen Menschen allerdings nicht ohne Störungen. Ein Ausdruck für misslungene Kommunikation ist sicher die zunehmende Zahl der Streitfälle, bei welchen Gerichte zur Schlichtung herangezogen werden. Und auch die weiter steigende Scheidungsrate in der westlichen Welt (FUKUYAMA 2002, S. 383) zeigt, dass Harmonie und Liebe durch gestörte Kommunikation kaum überlebensfähig ist.

Ursache für dieses Misslingen muss nicht ein zuwenig an Bildung sein, sondern kann an einer Vielzahl von sozial- kulturellen Bedingungen geknüpft sein, die unter Umständen nichts mit Bildungserfolg, sondern vielleicht sogar mit dessen Gegenteil zu tun haben. Das soll aber hier nicht weiter verfolgt werden. Ob nun Kommunikation gelingt, oder nicht, liegt aber auf jeden Fall, wie bereits mehrfach betont, an der operationalen Geschlossenheit des psychischen Systems. Kein Gehirn lässt sich – bisher jedenfalls - digital an ein anderes Gehirn anschließen. Zugleich ermöglicht die menschliche neuronale Ausstattung eine Vielzahl von Handlungsmöglichkeiten. Diese Komplexität hat den Menschen zwar zum erfolgreichsten Säugetier auf diesem Planeten gemacht. Zugleich besteht aber bei jeglicher Kommunikation ein übergroßer Überschuss an Ausdrucks- und Antwortmöglichkeiten, was in der Systemtheorie auch als Kontingenz bezeichnet wird.

Eine zentrale Erklärung für die Kontingenz menschlicher Kommunikation ist dabei in der neuronalen Leistungsfähigkeit des Gehirns zu sehen. Unter Vorbehalt ließe sich die These formulieren, dass mit zunehmender neuronaler Ausstattung des Gehirns die Individualität steigt. Spannend finde ich in diesem Zusammenhang, dass bereits pränatale Erfahrungen jedes Gehirn individuell ausprägen. Schon im Mutterleib manipulieren externe, unkontrollierbare Signale wie die Sprache (TOMATIS 1995), oder der Stress der Mutter (GEORGESCU 1999; SUSANNE DONNER 2007) die Entwicklung. Zugleich kann davon ausgegangen werden, dass das komplexe neuronale Systeme "Gehirn" so viele Daten verarbeitet, dass eine einseitige Manipulation in eine ganz klar abgegrenzte Richtung nur mit extrem hohem Druck (wie in totalitären Gesellschaften) oder durch bewußtseinverändernde Techniken (wie in Jugendreligionen) gelingt.

Besteht für die freie Entfaltung des Individuums genügend soziokultureller Spielraum, hat das Individuum die Chance mit seiner je eigenen neuronalen Ausgestaltung seine Selbstentfaltung auf Grund seiner individuellen Erfahrungen voranzutreiben. Das psychische System bewegt sich damit in der lebenslang anhaltenden Dynamik zwischen Selbsterhalt und dem Versuch, die Welt mit den zur Verfügung stehenden Mitteln zu konstruieren (Autopoiesis), der Notwendigkeit, sich mit dem Gegenüber interaktiv auseinanderzusetzen und dabei zu erfahren, dass Kommunikation wegen der Komplexität der Handlungsmöglichkeiten misslingt, also Kontingenz zu erfahren (strukturelle Kopplung) und in seinen Konstruktionen dekonstruiert zu werden (Irritation).

PAUL WATZLAWICK (1969) hat eine schlichte und hilfreiche Systematik vorgelegt. Er unterscheidet in seiner Kommunikationstheorie den Inhaltsaspekte und den Beziehungsaspekte. Danach seien alle kommunikativen Akte in allein diese beiden Teile zu zerlegen. In der nachfolgenden Analyse sollen diese beiden Aspekte aus der Sicht des bisher Formulierten genutzt werden, um menschliche Kommunikation im Rahmen didaktischen Handelns im Groben fassen zu können.

### ***Beziehungsaspekt***

In den vorgegangenen Kapiteln hatte ich dargestellt und reflektiert, wie neuronale Kommunikation verläuft. Zentrale Erkenntnis war die relativ störungsfreie Kommunikation dank der chemischen und elektrischen Aktionspotentiale. Die Impulsübertragung erfolgt, wie beschrieben wurde, durch Neurotransmitter, die ihre Polarität in der Nervenzelle verändern und elektrische Impulsraten im Neuron auslösen (siehe Kap. 2). Hierdurch werden Informationen in oder von neuronalen Arealen transportiert und bewusste oder unbewusste Handlungen arrangiert. Zugleich ereignet sich die Datenübertragung nicht seriell, sondern parallel (siehe Kap. 3. u. 4.). Das bedeutet, dass simultan mehrere Informationen fließen und das Gehirn in der Lage ist, unterschiedlichste Informationen ganzheitlich zu verarbeiten. In der Regel läuft die Datenübertragung innerhalb des neuronalen Korrelates störungsfrei und unkompliziert ab. Dabei gehört auch die Hemmung von Daten zu einem geregelten Ablauf. Eine unkontrollierte Datenverarbeitung, in der das Gleichgewicht aus Aktivität und Hemmung gestört wäre, wie beispielsweise bei einem epileptischen Anfall, würde zu einem unkontrollierten Verhalten führen. In der Regel wäre dann auch kurzzeitig die Wahrnehmung der Umwelt gestört.

Die Daten innerhalb des Gehirns werden zugleich, wie oben dargestellt, verschiedenen Filtern unterzogen. Das Gehirn befindet sich dabei in einem dynamischen Gleichgewicht, welches darauf angelegt ist, externe Störungen zu integrieren und interne Dissonanz zu vermeiden.

Im Vergleich dazu gelingt die Übertragung von Daten zwischen zwei Gehirnen alles andere als störungsfrei. Im Gegensatz zu den Neuronen mit ihrem gleichsam verlustfreien Datentransfer, können Informationen zwischen zwei Gehirnen ausschließlich sensorisch stattfinden. D.h., dass alle Daten die zuvor „digital“ codiert waren, in sensorische Daten transformiert werden müssen. Damit Sie den vorliegenden Text lesen können, musste ich Wochen zuvor meine Gedanken mit Hilfe meiner Finger in den Computer eintippen. Das war ein mühsamer Prozess, da mir zwar meine Gedanken klar sind, aber diese in einen linearen Text zu gießen, doch einige Mühe bereitet hat. Dabei nehme ich zugleich einen erheblichen Datenverlust in Kauf. Zum einen, weil es mir nicht möglich ist, alle meine Gedanken vollständig und ausführlich nach außen hin preiszugeben, zum anderen weil ich von Ihnen verstanden werden möchte. Aus der Erfahrung wissen wir, das wir unserem Gegenüber nicht alle Daten auf einmal zumuten können. Sie dagegen benötigen wiederum ihre Sinne, um den hier vorliegenden Text zu erfassen und aus dem analogen Medium wiederum Daten zu formen, die das Gehirn codieren kann. Dabei werden Sie je nach inhaltlicher Vorerfahrung, persönlicher Tagesform und aktueller Motivation einen unterschiedlich großen Teil des hier Aufgeschriebenen verstehen, einordnen und behalten können.

Während also das Gehirn mit elektro- chemischen Impulsen arbeitet, funktioniert der Datentransfer zwischen Menschen analog auf der Grundlage von vereinbarten Zeichen (Mimik, Gestik, gesprochener oder geschriebener Sprache). D.h., die neuronalen Codes müssen in haptische, akustische, optische oder andere sensorisch wahrnehmbare Medien übertragen werden. Dabei erfolgt, wie ich versucht habe darzustellen, ein erheblicher Informationsverlust. Entsprechend sind bei der Transformation von neuronalen Daten in sensorische Medien eine Reihe gravierender Defizite zu erwarten, denen sich der Lehrer in der Vermittlung von bildungswerten Inhalten stellen muss.

### **Didaktischer Teil**

Betrachte ich den komplexen Kommunikationsbegriff einmal ausschließlich unter dem reduzierten Aspekt der „Datenübertragung“, müsste der Austausch oder die Vermittlung von Inhalten um so erfolgreicher sein, je unvermittelter und direkter die Interaktion verläuft. Die These ist, dass die Kommunikation um so besser gelingt, je weniger

Personen daran emotional authentisch beteiligt sind. Konsequenterweise müsste der Austausch zwischen wenigen Menschen besser gelingen, als zwischen mehr Menschen. Übertragen auf bildende Prozesse müsste Lernen in Kleingruppen eine direktere Ansprache ermöglichen als in einer Vorlesung mit 300 Personen.

Doch auch in einer normalen Klassengröße besteht der Alltag aus vielerlei kommunikativen Störungen, die landläufig als Disziplinschwierigkeiten bezeichnet werden. Betrachtet man die störungsanfälligen gruppenspezifischen Geschehnisse einer Klasse wegen der Größe der Gruppe unter dem Aspekt permanenter Missverständnisse, müssen Disziplinprobleme nicht länger als persönliche Zurechnung des Lehrers interpretiert werden, sondern leider als Regelfall. Allein die fehlende Rückkoppelung der Schüler an den Lehrer verhindert die Gewähr, genau erfasst und verstanden zu haben, welche Anforderungen nun gestellt, auf welche Art und Weise ein Gegenstand bearbeitet und wie das Gesagte gemeint gewesen ist.

Weil also Störungen als Teil des Gruppenunterrichts betrachtet werden müssen, dürfte ihr Vorhanden nicht irritieren. Vielmehr müsste man sich als Lehrer sorgen, wenn sich Schüler vollständig trivialisiert verhalten und genau das machen, was die Lehrerin von ihnen verlangt. Entsprechend würde ich also zunächst ein permissives Verhalten von Lehrerseite empfehlen, d.h. nicht jede Störung als negativ zu bewerten und zu ahnden. Daneben wäre zu fragen, in wieweit die Störungen selbst als hilfreiche Rückmeldung für weitere Optimierung didaktischer Arrangements gewertet werden können. Schließlich müssten Interventionen, Irritationen und Störungen als hilfreiche Perturbation dechiffriert werden, um veränderte Betrachtungsweisen in ein Handlungskonzept integrieren zu können. Daraus eröffnen sich in dessen Folge neue, veränderte Handlungsalternativen für ein professionelles Lehrerselbst. Ewald TERHART (1999) meint, dass sich gerade durch ein reflektiertes Auseinandersetzen mit Störungen im Unterricht ein professionelles Selbst entwickeln kann: *„Teacher development can and has to be initiated, fostered, and facilitated from outside - but in the end it is a process of self-development or profession-related self-cultivation.“*

Wenn aber kommunikative Störungen in größeren Gruppen nicht auszuschließen sind, müsste darüber nachgedacht werden, ob kleinere Lerngruppen, gemäß den vorherigen Überlegungen, nicht zu besseren Vermittlungs- und Lernergebnissen führen würde.

PER DALIN (1999 S.361) hat dahingehend 77 verschiedene Studien analysiert. Danach bestünde angeblich die optimale Klassengröße im Bezug auf den Lernerfolg der Schüler im Verhältnis zur Finanzierbarkeit des Schulsystems aus 20 Schülern. Weitere

signifikante Effekte zeigten sich dann erst wieder, wenn die Gruppengröße die Zahl 8 pro Klasse unterschreitet. Offenbar steigt die methodisch- didaktische Qualität des Unterrichts nicht parallel und automatisch mit der Verminderung von Kindern pro Klasse. Ansonsten müsste der Einzelunterricht im 1:1 Verhältnis als Kommunikationsoptimum gelten, wie er bei förderpädagogischen Fördermaßnahmen, beim Nachhilfeunterricht oder beim Musik- oder Sportunterricht (Bsp.: Tennis) vorkommt (s.o.). Hier hat allerdings der Schüler fast gar keine Möglichkeit, der Interaktion zwischen sich und dem Lehrer auszuweichen, was unter Umständen kein emotionaler und entsprechend kommunikativer Vorteil sein muss.

Kann die Klassengröße nicht reduziert werden, ist nun der Lehrer gefragt, durch innere Differenzierung Lernen zu optimieren. EWALD TERHART (1997, 96) hält es deshalb als ein Kennzeichen von „Optimalklassen“, in welchen die Schüler in kleinere Lerngruppen aufteilt werden, um Variationen unterschiedlichen Schwierigkeitsgrades und Bedürfnissen nach Herausforderungen gerecht zu werden und dadurch kommunikative Missverständnisse zu reduzieren.

Allerdings ist die Auswahl der Aufgaben, die in einer Partner- oder Gruppenarbeit erledigt werden kann, ein didaktisch- methodisch anspruchsvolles Problem. Nicht immer gelingt es dem Lehrer Aufgabenstellungen zu erfinden, die „nur“ in Zweier- oder Dreiergruppen gelöst werden können. Vielfach ist zu beobachten, dass einzelne proaktive Kinder sich durch die Aufgabe motivieren lassen, diese mehr oder weniger alleine erarbeiten und die übrigen Kinder die Zeit absitzen. Vielfach stellen sich Lehrer dieser Herausforderung nach geeigneten Aufgaben eher nicht. Stattdessen nutzen sie dann doch wieder scheinbar leichter handhabbare Methoden wie den Frontalunterricht, an denen sie aber auch Scheitern und langfristig ausbrennen, weil sie kommunikative Dynamik einer Schulklasse überschätzen (LILIAN FRIED 2002, S.173)

Ein Ausweg aus der Kommunikationsfalle ist der Gebrauch nicht personaler Medien mit hohem interaktivem "feed- back" Charakter. So wurden in den letzten Jahren an vielen Grundschulen gut ausgestattete Computerräume eingerichtet, die im Gegensatz zu den Sprachlaboren der 70er Jahre, rege beansprucht werden. Auch der Einsatz von allen Arten von Arbeitsmaterialien wie Arbeitsblätter und Frei- Arbeitsmaterial hat zugenommen, wobei manche Schule schon mehr Geld für Kopierkosten ausgeben, als für die Anschaffung anderer Lernmittel.

## ***Inhaltsaspekt***

Im Folgenden habe ich einmal versucht, drei sprachliche Ebenen zu unterscheiden, welche auf der inhaltlichen Ebene zu unterschiedlicher Kontingenz und damit zu Kommunikationsstörungen führen können. Ziel ist es zu zeigen, dass je nach Abstraktions- und Komplexitätsgrad die Verständigung auf gemeinsame Erfahrungen und sprachliche Zuordnungen zwischen uns Menschen abnimmt und im Gegenzug Missverständnisse zunehmen.

Die erste Ebene sind **konkrete Begriffe**. Hierunter verstehe ich Begriffe, die wegen ihres geringen Abstraktionsgrades vermutlich ein hohes Maß an Übereinstimmung erlauben. Außerdem bestehen meist kaum Differenzen bezüglich ihrer Funktionalität. Vermutlich können alle Menschen dieser Erde sich darüber verständigen, dass ein Stuhl ein Gegenstand ist, dessen Hauptaufgabe darin besteht, dass man darauf sitzen kann. Die Definition, quasi die Theorie vom Stuhl, ist nicht zu komplex. Und obgleich es Tausende verschiedene Stühle gibt, man besuche nur einmal eine Möbelmesse, so ist die Funktion des darauf alleine angelehnt nicht allzu bequemen Sitzens entscheidend. Alles andere ist kein Stuhl. Ohne Lehne wäre es ein Hocker. Eine Sitzgelegenheit für zwei oder mehr Menschen ist eine Bank. Fällt der Gegenstand sehr bequem und gut gepolstert aus, ist es eher ein Sessel. Allerdings formuliere ich hier bereits meine subjektive Konstruktion, die mit anderen Personen nicht deckungsgleich sein muss.

Bei den **abstrakten Begriffen** möchte ich zwischen erster und zweiter Ordnung unterscheiden. Zu den Abstrakta erster Ordnung zähle ich Begriffe, wie Freiheit, Gleichberechtigung und Gesundheit. Also jene Begriffe, denen zwar eine konkrete Anschaulichkeit fehlt, die aber dennoch mit wissenschaftlichen Kriterien beobachtbar, beschreibbar und analysierbar sind. Auf der Grundlage von vorher vereinbarten Definitionen lässt sich der Sachverhalt kommunizieren. Unsere Vorstellung davon, was unter Gesundheit zu verstehen ist, lässt sich erarbeiten und im Kern lassen sich sicher ähnliche Definitionen finden. Bei der konkreten Umsetzung könnte es allerdings zu enormen Konflikten kommen. So fehlt selbst der WHO (Weltgesundheitsorganisation) eine letztgültige Definition. Und wer sich in Deutschland mit Attest krankschreiben lässt, ist in Asien möglicherweise voll arbeitsfähig.

Auch würde ich den Begriff „Schule“ zu den Abstrakta erster Ordnung zählen. Zunächst scheinen die zentralen Aufgaben der Schule klar. Die Schule hat erstens die Aufgabe Bildung zu vermitteln (Qualifikationsfunktion). Zweitens hat sie die Leistungsfähigkeit

der Kinder regelmäßig zu diagnostizieren und zu prüfen (Selektionsfunktion) Schließlich vergibt sie durch die entsprechenden Bildungsabschlüsse auch berufliche Chance (Allokation). Daneben gibt es eine Reihe gesellschaftlicher Probleme von denen nicht zweifelsfrei gesagt werden kann, ob diese durch die Schule als Organisation bearbeitet werden können. So würde man sich wünschen, dass Kinder und Jugendliche auch den Umgang mit Drogen, das sich Verhalten im Verkehr und eine gewaltfreie Konfliktfähigkeit entwickeln. Allerdings soll dessen Gelingen oder Misslingen nicht benotet werden. Folgen Ansprüche an die Schule, welche sich den Kernfunktionen entziehen, hat die Organisation Schwierigkeiten, diese eindeutig als Aufgabe zu identifizieren.

Schließlich finden sich abstrakte Begriffe zweiter Ordnung, die von Mensch zu Mensch so verschieden sind, dass eine Konsenskommunikation fast unmöglich erscheint. Ich nenne diese wiederum **„unentscheidbare Fragen“**. In Abgrenzung zu den abstrakten Begriffen erster Ordnung entziehen sie sich vollständig einer objektivierbaren wissenschaftlichen Beobachtung. Ich zähle hier einmal die Begriffe wie Liebe, Glaube und Hoffnung dazu. Begriffe, die viel stärker in der Phantasie, der Transzendenz und des Unfassbaren verankert sind. Und obgleich oder gerade deshalb weil ein kommunikativer Konsens unerreichbar ist, scheint für diese Begriffe auf allen gesellschaftlichen Ebenen ein großer Gesprächsbedarf zu herrschen. Nach meiner Beobachtung besteht gerade in der Auseinandersetzung mit Themen, die durch diese Begrifflichkeit geprägt sind, ein großes Bedürfnis nach Mitteilung und Austausch. Abendfüllende Talkshows, unzählbare Berichte in der Yellow- Press und ganze Kriege werden damit bestritten. Dies mag gerade daran liegen, dass jegliche Objektivierbarkeit fehlt, aber von den Teilnehmern innerhalb eines Diskurses erwartet wird, intersubjektive Objektivität durch gelingende Kommunikation herzustellen. Zugleich verursachen sie große Differenzen und verbale Konflikte. Der Wunsch, unentscheidbare Fragen beantwortet zu bekommen, führt dazu, dass Menschen in die Kirche, die Synagoge, den Tempel oder auf einen heiligen Berg gehen, um ihr Bedürfnis nach Spiritualität und Gottes Nähe zu leben. Anschließend haben sie oft nichts Besseres zu tun, als ihre Unzufriedenheit über die Predigt des Pfarrers, des Rabbis oder Erleuchteten auszudrücken. Die Religion war darüber hinaus vielfach der Grund aufs Schlachtfeld zu ziehen und Menschen zu erschlagen.

## Didaktischer Teil

Dort wo sich Erfahrungen individualisieren, an Abstraktion zunehmen und wegen der zunehmenden Komplexität des Gegenstandes sprachlich schwer erfassbar sind, ist kommunikativer Dissens zu erwarten. Ergebnis dieser Betrachtung könnte es also sein, dass je nach Abstraktionsgrad Erfahrungswelten auseinanderdriften.

Daneben ist Konsens möglich, wo mehrere Menschen zu gleichen, oder wenigstens ähnlichen Erfahrungen kommen, die in ihrer Komplexität überschaubar und relativ eindeutig benennbar sind.

Didaktiker haben nicht nur ein Interesse an gelingenden Lernprozessen. Sie wollen diese Lernprozesse auch mit bildungswerten Inhalten füllen. Und obgleich die Verständigung darüber, was Teil eines Lehrplans ist und was außen vor bleibt, schwierig ist, so besteht sicher ein Grundkonsens darin, dass Schülerinnen und Schüler sich für ihre gemeinsame Geschichte und Kultur, die politischen Grundwerte und zukünftigen Schlüsselaufgaben interessieren sollten. Entsprechend ist zu fragen, welche didaktischen Möglichkeiten bestehen, die Kommunikation von konkreten und abstrakten Begriffen zwischen Menschen so zu optimieren, dass kommunikativer Dissens minimiert werden und kulturelle und soziale Kompetenz gesteigert werden kann.

Der Erwerb **konkreter Begriffe** erscheint zunächst unkompliziert. Die Aufgabe ist es, den Schüler mit der konkret handhabbaren Sache zu konfrontieren. Im klassischen Pestalozzischen Sinne bedarf es eines operationalisierbaren "Anschauungsunterrichts", d.h., dass der Gegenstand vor Ort betrachtet wird und dass sich der Schüler mit ihm direkt handelnd auseinandersetzen muss. Dies kann Betrachten, Benutzen, selber Nachbauen, damit Arbeiten und Anwenden bedeuten. Das konkrete Objekt steht im Mittelpunkt. Der Schüler arbeitet an und mit dem Gegenstand. Er macht dabei ursprüngliche, eigene Erfahrungen, die sich durch den Vollzug direkt nachprüfen lassen. Im direkten Feedback zum Gegenstand hat der Schüler die Möglichkeit, den eigenen Lernfortschritt zu überprüfen. Kinder können Schnecken beobachten, aus Gipsklötzchen ein Haus bauen, Papier selber schöpfen und eine kleine Glühbirne unter Verwendung einer Batterie zum Leuchten bringen. Allerdings gibt es eine Reihe konkret definierbarer Begriffe, die nicht direkt ins Klassenzimmer gebracht werden können. So interessieren sich Kinder auch sehr für das Sonnensystem, den Klimawandel und die Funktionsweise von einem Atomkraftwerk, hier ist selbstverständlich eine Sachbegegnung nur mit abstraktem Anschauungsmaterial möglich.

Bei der Vermittlung von **abstrakten Begriffen** ist die Aufgabe des Lernhelfers diese erfahrbar zu machen komplizierter.

Bei den Abstrakta erster Ordnung geht es langfristig darum, Schülerinnen und Schüler in das wissenschaftliche Denken einzuführen. Die Schüler müssen sich mit Gesetzmäßigkeiten der Natur aber auch kulturellen Entwicklungen und gesellschaftlichen Herausforderungen auseinandersetzen. Die Grundschule kann dieses Denken anbahnen. Dabei ist es die vornehmste Aufgabe der Grundschullehrerin, den Kindern das Lesen und Schreiben beizubringen. Durch das Schreiben wird eine entscheidende Erweiterung des sprachlichen Horizontes angebahnt, durch das Lesen der Zugang zu einer neuen nicht unmittelbaren Welt ermöglicht.

Daneben ist zu lernen, dass es Grenzen der Kommunikation und der Verbindlichkeit gibt. Diese Grenzen sind dort gegeben, wo wissenschaftliche Exaktheit oder die individuelle Wahrnehmung begrenzt bleibt und Menschen mit Meinungen, Einsichten und Anschauungen versuchen sich die Welt zu erklären. Es sind Gedanken, die zum Austausch, Diskussion und Streit reizen, weil hier ein besonderer Wunsch nach Harmonie und zugleich ein unüberbrückbarer ideologischer, programmatischer oder politischer Dissens herrscht. Spannungen und Missverständnisse können durch Konflikte und Isolation entstehen und verstärkt werden. Toleranz, Akzeptanz und konstruktive Bearbeitung von Konfliktfeldern können zur gewaltfreien Lösung und permissiven Nebeneinander beitragen. Ein Student definierte Toleranz dabei einmal folgendermaßen: „Toleranz bedeutet, zu akzeptieren, dass der andere Recht haben könnte“. So verstandene Toleranz könnte als Grundlage des Lehrer- Schüler und Schüler- Schülerverhältnisses Konflikte beschreiben und lösen helfen. Ein Mehr an Toleranz könnte bewirken, dass sich meine Handlungsspielräume und die meines Gegenübers vergrößern. Wenn ich mir und dem anderen alternative Denkwege zugestehe und damit einen Spielraum „des auch immer auch anders und unvorhergesehenen Agierens“ schaffe, also einen Raum der Kontingenz, der die Wahlfreiheit des Handelns aushält, vielleicht auch unterstützt, dann besteht Aussicht darauf, dass Menschen miteinander und voneinander lernen.

## 8. Zusammenfassung

Lernen findet nicht gleichmäßig, zielgerichtet, ohne Umwege und ohne Störungen statt. Vielmehr bewegt sich die Verarbeitung von Eindrücken dynamisch zwischen scheinbar sich widersprechenden Polen hin und her. Bei der Reflexion der mir zur Verfügung stehenden neurophysiologischen Forschungsergebnisse und der didaktischen Reflexionen konnten bipolare Strukturen gefunden werden, die aufzeigen, dass Lehren und Lernen sich in einem permanenten Spannungsfeld bewegen. Dieses Netz bipolarer Strukturen wurden in der hier vorliegenden Arbeit durch die Begriffe Forcierung und Entlastung, Ziel- und Schülerorientierung, Erfahrung und Assoziation, Außenwelt und Innenwelt, Sozietät und Individuum, Kommunikation und Selbstreferenz eingegrenzt. Führe ich diese Begriffspaare auf zwei zentrale Grundgedanken zurück, so bewegt sich das Individuum letztlich, wie bereits mehrfach erwähnt, zwischen Autopoiesis und struktureller Koppelung. Mitten in diese Dynamik hinein, soll und will Schule erziehen und bilden. Abschließend sollen die hier angestellten Ergebnisse und Reflexionen anhand der beiden Begriffe „Autopoiesis“ und „Strukturelle Koppelung“ noch einmal zusammengefasst werden.

### ***Autopoiesis***

*„Ich bin der wichtigste Mensch  
in meinem Leben“. Ruth Chon*

Wiederholt wurde im Rahmen dieser Arbeit der Begriff der Autopoiesis genannt. Dabei hatte ich dem Leser eine ausführliche Erklärung vorenthalten und stattdessen eine vorläufige Übertragung des Begriffs, nämlich „Selbsterhaltung“ gebraucht. Auch wurde zunächst auf eine normative Beschreibung verzichtet, da der Begriff ganz unterschiedlich konotiert werden kann. So kann Selbsterhalt negativ als egoistische Selbstverwirklichung oder positiv als autonome Selbststeuerung verstanden werden. Entsprechend kann der Satz von RUTH CHON (s. o.) als selbstverliebt und ichbezogen oder selbstbewusst und selbstachtsam interpretiert werden, wobei dies auf die Perspektive und auf den sozialen Kontext ankommt. Dabei schließt die autopoietische Struktur des psychischen System Lernvorgänge nicht aus. Vielmehr kann der Erwerb von Kenntnissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten die Selbstorganisation stabilisieren, oder wie Antje Tschira schreibt: *„Wenn es das Ziel autopoietischer Systeme ist, ihre eigene zirkuläre Organisation aufrechtzuerhalten, und wenn sich dieses Ziel an den*

*Gegebenheiten der Umwelt orientiert, so kann man daraus schließen, dass Lernen der Aufrechterhaltung der eigenen Organisation förderlich ist“ (2005, S. 129).*

Entsprechend dieser Perspektive sollen nun alle didaktischen Reflexionen in gebotener Kürze noch einmal resümiert werden:

Danach hatte ich im ersten Kapitel herausgearbeitet, dass das Individuum im Spannungsfeld zwischen Informationsaufnahme als Reizforcierung und Reizentlastung als Entspannung steht. In einer medienpräsenten Welt, muss der Mensch wahrscheinlich eher lernen, sich hin und wieder zurückzuziehen und Phasen bewusst nutzen, in welchen er sich willkürlich aus dem Strom endlicher Informationen ausklammert. Nach Zeiten der Anspannung und Arbeit, des Verantwortungstragens für andere, braucht es Räume der Entspannung, des sich Zurücknehmens, der Pause. Als besonders erholsam erscheinen dabei die Phasen, in welchen das Individuum *selbstbestimmt* mit dem Zeit- und Raumrahmen umgehen gelernt hat. In welcher Weise das Heraustreten, das Verlassen des Raum- Zeitkontinuums gelingt, muss jeder für sich selbst entdecken. Für Grundschulkind ist es sicher das Spiel. Hier werden in besonderer Weise die Bezüge aufgelöst und das Kind kann in eine andersartige Welt eintauchen. Aber auch Rituale und Regeln entlasten den Menschen, weil sie helfen den Kontext der sozialen Interaktionen zu sichern. Soziale Bezüge müssen nicht anhaltend neu definiert werden, sondern bieten einen gesicherten Kontext, obgleich auch diese immer wieder hinterfragt und je nach Bezug auch gemeinsam und demokratisch erarbeitet werden muss.

Ein weiterer Schritt zu mehr Selbstbestimmung und Autonomie ist dort gegeben, wo der Einzelne gelernt hat, sich seiner Fähigkeit bewusst zu werden, aus dem inhaltlichen Angebot die für ihn notwendigen, hilfreichen und zukunftsichernden Informationen auszuwählen (Kap. 2). Dabei ist fortlaufend eine Vielzahl von Daten zu verarbeiten. Aus einem Überangebot an Inhalten müssen jene selektiert und ausgewählt werden, die in der aktuellen Situation interessieren und den individuellen Lernprozess unterstützen. Lehrer sollten vor allem ihre Aufgabe darin sehen, Schüler dabei zu fördern, sich einen Sachverhalt selbsttätig anzueignen. Grundschuldidaktische Entscheidungen sollten sich dabei besonders daran orientieren, Inhalte danach auszuwählen, ob diese den Kindern helfen, eigene individuelle sensomotorische Erfahrungen zu ermöglichen, oder auf bereits bestehende Erfahrungsressourcen zurückgreifen zu können.

Mit Hilfe unserer Sinne sehen, hören, schmecken, fühlen wir die Welt um uns herum. Die zufällig gemachten, aber intensiv erlebten oder didaktisch sorgfältig arrangierten Erfahrungen, erschaffen in uns unsere eigenen Konstruktionen (Kap. 3). Zugleich helfen diese Denkwelten uns zu orientieren. Sie schaffen die Voraussetzung auch abstrakte kognitive Informationen zu integrieren.

Denn wie erörtert, ist die wesentliche Erkenntnis der neurologischen Betrachtung die intrinsische Wissbegier. Der Mensch ist neuronal bedingt neugierig, offen und an Input interessiert (Kap. 4). Jeder Mensch möchte die Anforderungen und Aufgaben, die kleinen Probleme und großen Herausforderungen bewerkstelligen und in den Griff bekommen. Je mehr dies dem Einzelnen gelingt, um so mehr wird er sich als autonomes, sich seiner selbst bewusstes Ich wahrnehmen.

Dies kann um so mehr gelingen, wenn gerade in der Zeit höchster Lernbereitschaft, also im Kindes- und Jugendalter, die Lernumgebung das Bestreben nach Autonomie und den Prozess der Individualisierung wohlwollend unterstützt und dies authentisch, gleichsam ehrlich und glaubwürdig zum Ausdruck gebracht wird (Kap. 5). Eine Schule, die sich auf den Weg macht, Kinder zu autonomen Mitgliedern ihrer Gesellschaft zu erziehen, schafft die Voraussetzung für den Erhalt der Demokratie, der „besten aller schlechten Staatsformen“ (CICERO). Selbstbewusst erscheint mir dabei derjenige, der gelernt hat, sich auf sich selbst zu beziehen, und nicht permanent auf seine Außenwirksamkeit bedacht sein oder durch Außenkontrolle gelenkt werden muss. Er ist in der Lage, die Chancen und Herausforderungen, der von der Gesellschaft definierten Freiheit und deren Grenzen zu akzeptieren, konstruktiv zu hinterfragen und Verantwortung für das eigene Handeln zu übernehmen.

Durch die ausnehmend verunsichernde Erkenntnis, dass mir eine letzte objektive Wahrnehmung meiner Lebenswelt verwehrt bleibt, befinde ich mich dabei in einer permanenten Perturbation, dessen wesentliches Kennzeichen Lernbereitschaft ist. NIKLAS LUHMANN schreibt hierzu: *„Irritation ist danach ein Systemzustand, der zur Fortsetzung der autopoietischen Operationen des Systems anregt, dabei aber, als bloße Irritation, zunächst offen lässt, ob dazu Strukturen geändert werden müssen oder nicht, ob also über weitere Irritationen Lernprozesse eingeleitet werden oder ob das System sich darauf verlässt, dass die Irritation mit der Zeit von selbst verschwinden werde, weil*

*sie ein nur einmaliges Erlebnis war* „(1997, 790). D.h. ich muss lernen, mich anderen und mir selbst gegenüber permissiv verhalten, das bedeutet Verhaltensweisen hinnehmen, die sich möglicherweise als fehlerhaft erweisen und mein Denken, Fühlen und Handeln zur Disposition zu stellen (Kap. 6).

### **Strukturelle Koppelung**

Der Begriff der Strukturellen Koppelung gilt keinesfalls als Gegenbegriff zur Autopoiesis. Der „Selbsterhalt“ geht nicht ohne Bezug zu anderen, sondern schließt eine Wechselbeziehung zwischen aufeinander bezogenen Systemen also Personen ein. Damit ist die Strukturelle Koppelung durch einen Beziehungsaspekte geprägt, der von der Fähigkeit abhängt, Beziehungen zur Umgebung herzustellen. Diese notwendige Interaktion, also strukturelle Koppelung, bleibt in der Regel nicht ohne Folge, sondern irritiert vorhandene Strukturen und initiiert strukturelle Veränderung. Diese internen Lernvorgänge sind selbst wieder Voraussetzung für die Existenz des Systems, wirken also auf die Selbstorganisation zurück (MATURANA/ VALERA 1987 S.110, 188).

Im ersten Kapitel der Arbeit habe ich deshalb über Reizforcierung nachgedacht. Die Umwelt bietet viele natürliche, kulturelle und soziale Angebote, mit welchen sich Schüler auseinandersetzen können. Diese Auseinandersetzung gelingt auf der Grundlage der sensomotorischen und neuronalen Voraussetzungen, sowie spezifischen Vorerfahrungen.

Komplexe und unspezifische Situationen, die keinen Bezug zur lernenden Person haben werden kaum zur strukturellen Veränderung des lernenden Individuums führen. Die Schule ist der Ort, an welchem professionelle Lernhelfer zielgerichtete ausgewählte Inhalte aus dem Kontext des Allgemeinen und Unverbindlichen herauslösen und elementarisieren, also didaktisieren (Kap. 2) präsentieren. Durch das Aufheben der Komplexität des natürlichen Kontextes und durch die Methode der Elementarisierung und zielorientierten Optimierung wird die Auseinandersetzung mit dem Gegenstand erleichtert, die Aufmerksamkeit fokussiert und die Interaktion ermöglicht.

Dabei heißt Lernen, dass neue Inhalte, mit Hilfe von geeigneten Assoziationen an bereits bestehende Gedächtnisinhalte (Erinnerungen) geknüpft werden (Kap. 3). Um es noch einmal deutlich herauszuarbeiten: Neue, interessante Inhalte können nur in das

„Gedächtnis“ integriert werden, wenn sie entweder sensomotorisch erfahren werden oder an bestehendes Vorwissen anknüpfen.

Dabei ereignen sich alle Lernvorgänge immer ganzheitlich. Bei jeder Tätigkeit ist der ganze Mensch, ist das ganze Gehirn einbezogen (Kap. 4). Entsprechend nutzen didaktisch ausgereifte Lernwege günstiger Weise die gesamte Verarbeitungskapazität des Gehirns (mit Herz, Hand und Kopf).

Die lernende Interaktion kann dabei durch entsprechende sozial- unterstützende Rahmenbedingungen (Kap. 5) optimiert werden. Die Integration von neuen Inhalten ist, wie deutlich geworden sein dürfte, im Wesentlichen an die sozialen, institutionellen und personellen Rahmenbedingungen gebunden. Optimierte Bedingungen kennzeichnen sich dadurch, dass sie reizreich und inhaltlich strukturiert, stabil und ausgeglichen, unterstützend und wohlwollend, sowie authentisch sind.

Im Rahmen unserer demokratischen Gesellschaftsordnung ist insbesondere an Bedingungen gedacht, in welchen demokratisches und tolerantes Handeln kommunikativ (Kap. 6) eingeübt werden kann. Lehren und Lernen findet auf der Grundlage der sozio- kulturellen und damit auch politischen sowie bildungspolitischen Verhältnisse statt und ist gleichsam von ihnen abhängig. Fundament der deutschen Gesellschaftsordnung ist die Freiheitlich- demokratische Grundordnung (FDGO), die ihre Grundwerte in der Umsetzung von Demokratie auf der Grundlage der Menschenrechte, der Volkssouveränität, des Rechtsstaates und des Sozialstaates begründet sieht. Die wichtigsten Prinzipien hierbei sind Freiheit und Offenheit. Sie ermöglicht letztlich die Autonomie des Individuums.

Abschließend sei LILIAN FRIED zitiert, die anschaulich beschreibt, dass didaktisches Handeln stets dynamisch bleibt: *„Erziehung ist und bleibt ein „unmögliches“ Unterfangen, weil es „auf schwankendem Grund ruht“, denn es zielt auf autopoietische Systeme, die sämtlich intransparent und zufallsbestimmt sind und nur über lose strukturelle Koppelung miteinander in Verbindung stehen* (2002, 105).

Ich schließe diese neurodidaktischen Reflexionen in der Hoffnung, dass es mir gelungen ist, einen hilfreichen Einblick in das neuronale Denken und den sich daraus

erwachsenen didaktischen Konsequenzen zu geben. Ich wollte zeigen, dass es trotz oder gerade wegen aller struktureller, gruppodynamischer und personeller Lernhindernisse und – hemmnisse gelingen kann, reflektiert und intuitiv, engagiert und selbstachtsam Kinder auf ihrem Lernweg zu begleiten. Nichts anderes meint das Wort: „Pädagoge“

Eine kleine Metapher, die mich in meiner Arbeit als Lehrer nachhaltig begleitet hat, soll die Arbeit hier beschließen: *Eine Mutter kommt zu einem Gelehrten. Sie braucht einen Rat, wie sie ihre Kinder erziehen soll. Der Gelehrte überlegt. Dann sagt er: „Wenn dein Mann ein Haus bauen möchte. Wohin geht er, um sich Bäume zu holen? In den Wald, wo die große starken Bäume im Schutz der anderen Bäume gewachsen sind, oder auf den Berg, wo der kalte Wind die Bäume kleinwüchsig gehalten hat?“ Die Mutter antwortete: „In den Wald!“ „Dann“, so der Gelehrte, „gebe auch deinen Kindern den Raum, in welchem sie zu starken Menschen heranwachsen können!“<sup>11</sup>*

<sup>11</sup> Verfasser (mir) unbekannt

## 9. Literaturverzeichnis

- Adorno T (1971) Erziehung zur Mündigkeit. Frankfurt: Suhrkamp
- Aebli H (1985) Zwölf Grundformen des Lehrens. Stuttgart: Klett Cotta
- Affenmann R (1982) Auswirkungen Neuer Medien auf das Individuum und seine soziale Beziehungen. In: Furian: Television total? Heidelberg: Quelle & Meyer
- Amaral D, Witter MP (1995) Hippocampal Formation. In: Paxinos G.: The Rat Nervous System. Academic Press
- Anderson JR (1996) Kognitive Psychologie. Heidelberg: Spektrum
- Antos G (1988) Eigene Texte herstellen. In: Der Deutschunterricht 40; 3. S. 37-44
- Babchok DE u. Keepers TD (1988) Miteinander wachsen. TA für Eltern und Erzieher. München: Kaiser
- Bachmann (1996) Der Griff ins Menschenhirn. GEO Nr.9/ Sep
- Bannmüller E Giel K (1987) Bewegungserziehung und ästhetische Erfahrung. Tübingen: Diff
- Bastian J Gudjons H (1991) Das Projektbuch. Hamburg: Bergmann und Helbig
- Bauer KO (1997) Professionelles Handeln in pädagogischen Feldern. Ein Übungsbuch für Pädagogen, Andragogen und Bildungsmanager. Weinheim/ München (Juventa)
- Becker G (1999) Der lange Abschied von der großen Illusion. In: Grundschule, Januar 1
- Bildungskommission NRW (1995) Zukunft der Bildung- Schule der Zukunft. Denkschrift der Kommission beim Ministerpräsidenten des Landes NRW. Neuwied: Luchterhand
- Bildungsplan Grundschule Baden-Württemberg (1994) Villingen Schwennigen: Neckar- Verlag
- Blankertz H (1982) Die Geschichte der Pädagogik. Wetzlar: Büchse der Pandora
- Blöcher E (1983) Schwierigkeiten beim Schreibenlernen. Ulm: Armin Vaas Verlag
- Bloom B (1974) Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich. Weinheim: Beltz
- Böhm W (1988) Wörterbuch der Pädagogik. Stuttgart: Kröner
- Bohnenkamp A (1992) Computer im Grundschulunterricht? Erfahrungen aus einer Lernwerkstatt. In: DD. Heft 128. Frankfurt: Diesterweg
- Brater M u.a. (1989) Künstlerisch handeln. Die Förderung beruflicher Handlungsfähigkeit durch künstlerische Prozesse. Stuttgart: Freies Geistesleben
- Breitenbach E (1992) Unterricht in Diagnose und Förderklassen. Bad Heilbrunn: Klinkhardt
- Brügelmann H (1986) ABC und Schriftsprache: Rätsel für Kinder, Lehrer und Forscher. Konstanz: Faude

- Brügelmann H (1989) Die Schrift entdecken. Konstanz: Faude
- Brummack FW (1993) Lernen in dieser Zeit. Kiel: Schmidt
- Bürger T (2005) Selbstqualifizierung durch Scheitern. Stuttgart: OPUS (Online-Dissertation)
- Bürger T Teuchert-Noodt G (1997) Keine Macht den Drogen - ein didaktisches Konzept. In: Biologie in der Schule (3)
- Butscher R (1998) Delphi- Report. Was die Zukunft bringen soll. In: bild der wissenschaft, (3) S. 24 -30
- Changeux JP (1984) Der neuronale Mensch. Hamburg: Rowohlt
- Cicchetti et al. (1993). Editorial. Prospects and promises in the study of resilience. In: Development and Psychopathology 5, S.497-502.
- Cohn RC (1994) Von der Psychoanalyse zur themenzentrierten Interaktion. Stuttgart: Klett-Cotta
- Cramer- Bochow G (1997) Depressionen unbekannt? Wodurch Naturvölker besser gegen Depressionen geschützt sind als wir. In: PH, (5), S. 34ff.
- Dalin, Per: Theorie und Praxis der Schulentwicklung. Neuwied; Kriftel: Luchterhand (1999)
- Darwirs RR (1993) Spontan und experimentell induzierte Neuroplastizität: Ausdruck eines Prinzips adaptiver Entwicklungsstrategien des Nervensystems. Bielefeld: Habilitation.
- Darwis RR (1997) Pharmacologically induced neural plasticity in the prefrontal cortex of adult gerbils. In: European Journal of Pharmacology, 327 (117-123)
- Degen R (1996) Angststörungen: Spielen traumatische Erfahrungen keine Rolle? In: Psychologie heute Feb., 23. Jg. Heft 2, S.9-10
- Degen R (1996) Wie die Welt mit Gefühlen ausgestattet wird. In: PH, (4) S. 12/13
- Dennison PG (1987) Das Handbuch der EDU- Kinesetik für Eltern, Lehrer und Kinder. Freiburg: Verlag für Angewandte Kinesiologie
- Dettinger E (1975) Wir drucken unsere Fibel selbst. Stuttgart: Fachhochschule für Druck
- Deutscher Bildungsrat: Strukturplan für das Bildungswesen. Stuttgart: (Bundesdruckerei) 1970, 217- 220
- Dewey J (1993) Demokratie und Erziehung: eine Einleitung in die philosophische Pädagogik. Weinheim: Beltz
- Dienelt K (2006) OECD - PISA-Studie, Kinder mit Migrationshintergrund in Deutschland, Bildung. [HTTP://WWW.MIGRATIONSRECHT.NET/ nachrichten-wirtschaft-arbeit-und-soziales/ oecd-pisa- studie- kinder- mit-migrationshintergrund- in- deutschland- bildung.html](http://www.migrationsrecht.net/nachrichten-wirtschaft-arbeit-und-soziales/oecd-pisa-studie-kinder-mit-migrationshintergrund-in-deutschland-bildung.html)
- Dietrich K (1975) Fehlentwicklungen und Verhaltensauffälligkeiten. In: Mit der Schule leben. Ein Handbuch. Stuttgart: Klett
- Donner S (2007) Die Macht der Mütter. In: bild der wissenschaft 3 S.18- 23
- Dudel J (Hrsg.) (1996) Neurowissenschaften: vom Molekül zur Kognition. Berlin:

Springer

- Duus P (1990) Neurologisch- topische Diagnostik. Stuttgart: Thieme
- Eccles JC (1996) Wie das Selbst das Gehirn steuert. Heidelberg: Springer Verlag
- Erikson E (1991) Kindheit und Gesellschaft. Stuttgart: Klett-Cotta
- Faust- Siehl G u.a. (1993) Mit Kindern Stille entdecken. Frankfurt: Diesterweg
- Fels G (1988) Der Organismus. Stuttgart: Klett
- Feuerstein D (1998) Retinitis Pigmentosa. <http://www.fask.uni-mainz.de/user/feuerstein/rp/rp.html>
- Fischbach G.D (1992) Gehirn und Geist. In: Spektrum d. Wissenschaft, 11, S. 30-41
- Flitner A (1988) Das Kinderspiel. München: Serie Piper
- Foerster H Pörksen B (1998) Wahrheit ist die Erfindung eines Lügners. Gespräche für Skeptiker. Heidelberg: Carl-Auer-Systeme Verlag
- Fricke A, Besuden H (1977) Mathematik in der Grundschule. Stuttgart: Klett
- Fried, L (2002) Pädagogisches Professionswissen und Schulentwicklung. Weinheim/ München: Juventa
- Friedrich G (1993) Suggestive Lehr- und Lernverfahren unter neurodidaktischen Gesichtspunkten. In: Erziehung u. Unterricht, 143/ 5, S. 242-248
- Fries M (1992) Pädagogische Verbal- Suggestion; Ein Verfahren zur Steigerung der Konzentrationsleistung von Grundschulern. Pfaffenweiler: Centaurus
- Fukuyama F (2002) Der große Bruch. Wie unsere Gesellschaft eine neue Ordnung erfindet. München: dtv
- Furth H (1973) Piaget für Lehrer. Düsseldorf: Schwan.
- Furth H Wachs H (1978) Denken geht zur Schule. Weinheim: Beltz Verlag
- GEO Wissen (1999): Denken Lernen Schule. Nr.1
- Georgescu V (1999) Stress vor der Geburt. In: bild der wissenschaft 4, S.104
- Gordon T (1981) Lehrer- Schüler- Konferenz. Hamburg: Rowohlt
- Gründler EC (2003) Das Schulexperiment PESTA: Konkrete Utopie einer Schule von morgen? In: Pädagogik 5S. 38-41
- Gyseler D (2006) Problemfall Neuropädagogik. In: Zeitschrift für Pädagogik 52/4 S. 555-569
- Hasselhorn M (2005) Lernen im Altersbereich zwischen 4 und 8 Jahren: Individuelle Voraussetzungen, Entwicklung, Diagnostik und Förderung. In: Guldiman, T et al. (Hrsg.): Bildung, 4- bis 8-jähriger Kinder. Münster /New York/ München /Berlin: Waxmann S. 77-88
- Heinemann M (1997) "Sprich mit mir". In: Barmer (2, 32).
- Heitkämper P(1995) Mehr Lust auf Schule. Paderborn: Junfermann.
- Hentig H (1985) Den Menschen stärken, die Sachen klären. Stuttgart: Reclam
- Hentig H (1985) Die Bielefelder Laborschule. Aufgaben, Prinzipien und Einrichtungen. Manuskript
- Hentig H (1991): Sokratischer Eid. In: Praxis Deutsch 18, S. 4-5

- Herbert M Meiers K (1989) Typische Situationen im Anfangsunterricht. Stuttgart: Klett
- Hessisches Kultusministerium (1995) Rahmenplan Grundschule für Hessen. Frankfurt: Diesterweg
- Hetherington, E.M. (1989). Coping with family transitions. In: Winners, losers, and survivors. *Child Development* 60, S.1-14.
- Hildebrandt K (1996) Zur lebenslang anhaltenden Synaptogenese im Gyrus dentatus der mongolischen Wüstenrennmaus. Bielefeld: Diplomarbeit
- Hoffmann K (2003) Zur Auswirkung von Magnetfeldbehandlungen verschiedener Frequenzen auf die Mitoserate im hippokampalen Gyrus dentatus der Wüstenrennmaus (*Meriones unguiculatus*) eine quantitative Analyse Electromagnetic exposure effects the hippokampal dentate cell proliferation in gerbils (*Meriones unguiculatus*) <http://www.diss.fu-berlin.de/2003/127/index.html>
- Junqueira LC (1971) Histologie. New York: Springer.
- Kahlert J (2002) Der Sachunterricht und seine Didaktik. Bad Heilbrunn, Obb.: Klinkhardt
- Kaiser A u.a. (1987) Studienbuch Pädagogik. Frankfurt: Athenäum
- Kämpfe L (1987) Leitfaden der Anatomie der Wirbeltiere. Jena: VEB
- Kandel ER Hawkins DS (1992) Molekulare Grundlagen des Lernens. In: Spektrum der Wissenschaft. Nov. S. 66- 76
- Kandel ER (1995) Neurowissenschaften. Eine Einführung. Heidelberg: Spectrum
- Kant I (1984) Über Pädagogik. Bochum: Kamp
- Kempowski W (1979) Unser Herr Böckelmann. Hamburg: Albrecht Knaus
- Kiehl- Krau I (1991) Montags in meiner Klasse. Gedichte aus der Schule. Braunfels
- Kiss G (1990) Grundzüge und Entwicklung der Luhmannschen Systemtheorie. Stuttgart: Enke
- Klafki W (1959) Das pädagogische Problem des Elementaren und die Theorie der kategorialen Bildung
- Klafki W (1962) Didaktische Analyse der Unterrichtsvorbereitung. In: Roth H./ Blumenthal A.: Auswahl. Darmstadt: Schroedel
- Klafki W (2002) Schultheorie, Schulforschung und Schulentwicklung im politisch-gesellschaftlichen Kontext. In: Barbara Koch-Priewe, Heinz Stübiger, Wilfried Hendricks (Hg.), Ausgewählte Studien. Weinheim/Basel: Beltz Verlag
- Knodel H (1983) Linden Biologie. Stuttgart: Metzlersche Verlagsbuchhandlung
- Kolb B Whisaw IQ (2005) Introduction to brain and behaviour. Palgrave Macmillan
- König E Volmer, G (2005) Systemisch denken und handeln. Personale Systemtheorie in Erwachsenenbildung und Organisationsberatung. Unter Mitarbeit von Annette Bentler, Thorsten Bührmann, Katja Luchte und Florian Söll. Weinheim und Basel: Beltz Verlag
- Koring B (1992) Grundprobleme pädagogischer Berufstätigkeit. Eine Einführung für

Studierende. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt

- Köster W (1997) Was Worte nicht schaffen, erreicht der Klang. In: PH, 6
- Krichberger B (1996) Protein hilft bei Parkinson- Syndrom. In: kosmos, 3
- Kuroyanagi T (1994) Tutto chan. So wunderbar kann Schule sein. Frankfurt: Fischer
- Laux H (2002) Originäres Lernen. Selbstbestimmung für Grundschüler. Baltmsannsweiler: Schneider Verl.
- Lehmann B (1990) Kinder- Schule: Lehrer Schule. Langenau: Armin Vaas
- Lempp R (1978) Lernerfolg und Schulversagen. München: Kösel
- Litt T (1965) Führen und Wachsenlassen. Stuttgart: Klinkhardt
- Luhmann N (1987) Soziale Systeme. Frankfurt a. Main: Suhrkamp
- Luhmann N (1997) Die Gesellschaft der Gesellschaft. Frankfurt a. M.: Suhrkamp
- Luhmann N (2002) Das Erziehungssystem der Gesellschaft. Frankfurt a. M.: Suhrkamp
- Luhmann N (2002) Einführung in die Systemtheorie. Heidelberg (Carl-Auer-Systeme Verlag)
- Luhmann N (2006) Das Kind als Medium der Erziehung. Frankfurt am Main: Suhrkamp
- Luhmann N, Schnorr E (1982) Zwischen Technologie und Selbstreferenz. Frankfurt a. Main: Suhrkamp
- Luhmann N, Schorr KE (1992): Einleitung. In: ders.: Zwischen Absicht und Person. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Lurija AR (1995) Das Gehirn in Aktion: Einführung in die Neuropsychologie. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt
- Marotzki, Winfried (1993): Über einige Annahmen des Verständnisses menschlicher Lern- und Bildungsprozesse aus konstruktivistischer Sicht. In: Marotzki, W. / Sünker, H. (hg.) Kritische Erziehungswissenschaft - Moderne-Postmoderne. Bd. 2. Weinheim (S. 54-79).
- Maturana H Varela F (1984) Der Baum der Erkenntnis. Die biologischen Wurzeln des menschlichen Erkennens. München: Goldmann.
- Meiers K (1981) Erstlesen. Bad Heilbrunn: Klinkhardt
- Meyer H (1985) Leitfaden zur Unterrichtsvorbereitung. Frankfurt a. M.: Scriptor
- Meyer H (1987) Unterrichtsmethoden (2 Bd.) Frankfurt: Cornelsen
- Michelka M (1995) Kinesiologie und Wellness. In: Heitkämper. P.: Mehr Lust auf Schule. Paderborn: Junfermann.
- Miller R (1993) Lehrer lernen. Weinheim: Beltz
- Müller E (1997) Mit dem Mondlicht um die Wette. München: Kösel
- Noack K A u. a (1992) Gesundheitserziehung und Schule. Thema: Fernsehen. Köln: Klett
- Oelkers J Tenorth H (1987) Pädagogik, Erziehungswissenschaft und Systemtheorie. Beltz: Weinheim

- Opp G Fingerle M Freytag A (1999) Erziehung zwischen Risiko und Resilienz: Neue Perspektiven für die heilpädagogische Forschung und Praxis. In: ders. (Hrsg.), Was Kinder stärkt: Erziehung zwischen Risiko und Resilienz (S. 9-21). München: Ernst Reinhardt Verlag
- Osterkamp J (2003) Entkrampfende Verhaltenstherapie. Gezielte Fingerübungen verändern Hirnstrukturen und lösen Verkrampfungen [www.wissenschaft-online.de/artikel/618913 ] 20. Mai 2003
- Otto B (1995) Ist Bildung Schicksal? Gehirnforschung und Pädagogik Weinheim: Deutscher Studien Verlag
- Paulus J (2007) Vergiss nicht zu vergessen! In: bild der wissenschaft Heft 4; S.72-76
- Piaget J (1973) Das Erwachen der Intelligenz beim Kinde. Stuttgart: Klett
- Piaget J (1990) Nachahmung, Spiel und Traum. Stuttgart: Klett
- Piechorowski A (1980) Vielfältiger Erstleseunterricht. Ulm: Armin Vaas
- Postman N (1986) Das Verschwinden der Kindheit. Frankfurt: Fischer
- Postman N (1992) Das Technopol. Frankfurt: Fischer
- Prange O (1995) Neuronale Selbstorganisation im limbischen System der Wüstenrennmaus unter verschiedenen Umweltbedingungen. Kiel: Diplomarbeit
- Preiß G (1996) Neurodidaktik: theoretische und praktische Beiträge. Pfaffenweiler, Centaurus Verl.-Ges. (Schriftenreihe der Pädagogischen Hochschule Freiburg, Bd. 10
- Reich, K (2006) Konstruktivistische Didaktik. Lehr- und Studienbuch mit Methodenpool. 3. Auflage. Weinheim: Beltz
- Reich, K (Hg.): Methodenpool. In: url: <http://methodenpool.uni-koeln.de>, Stichwort: Autopoiese. Download: 02.03.2007 (<http://www.uni-koeln.de/ew-fak/konstrukt/didaktik/woerterbuch/autopoiese.html>);
- Richters, J.E., Martinez, P.E. (1993). Violent communities, family choices, and children's chances: An algorithm for improving the odds. In: Development and Psychopathology 5, S.609-627.
- Riecke- Baulecke, T (2004) SchulePlus. Managementmodell für wirksame Qualitätsentwicklung. Grundsätze, Verfahren, Instrumente. München: Oldenbourg
- Riegel E (2004) Schule kann gelingen. Frankfurt: Fischer
- Rohe C (1999) Gesundheit von Schulkindern. In: Grundschule, Mai 5, S. 12-13
- Roth F Maskus R (1967) Die Schulwirklichkeit als Studienfeld. Frankfurt a. M.: Diesterweg
- Roth G (1991) Neuronale Grundlagen des Lernens und des Gedächtnisses. In: Schmidt S.: Gedächtnis. Frankfurt: Suhrkamp
- Roth G (1998) Das Gehirn weiß wenig von der Wirklichkeit. In: bild der wissenschaft, H. 10, S. 71-73
- Sacks O (1994) Zeit des Erwachens. Hamburg: Reinbeck
- Schavan A (1998) Schule der Zukunft. Bildungsperspektiven für das 21.

Jahrhundert. Freiburg: Herder

Scheuerl H (1990) Das Spiel. (2 Bd.) Weinheim: Beltz

Schmid S (1991) Gedächtnisforschung: Positionen, Probleme, Perspektiven. In: Schmidt S: Gedächtnis. Frankfurt: Suhrkamp

Schneider D (2007) Onlinewelten. Zurück zur Realität. In: Zeit Wissen , Hamburg Heft Nr. 2/2007 (S. 82)

Schräder-Naef R (1997) Warum Erwachsene (nicht) lernen. Zum Lern- und Weiterbildungsverhalten Erwachsener in der Schweiz. Chur/ Zurich: Rüegger

Schreiber W (2005) Schulreform in Hessen zwischen 1967 und 1982. Die curriculare Reform der Sekundarstufe I. Schwerpunkt: Geschichte in der Gesellschaftslehre. Neuried: Ars una

Schröter G (1981) Psychologische Grundlagen der Didaktik. Düsseldorf: Schwann

Schweer M (1997) Was Vertrauen fördert. In: PH (6) S. 49

Sennlaub G (1980) Spaß beim Schreiben oder Aufsatzerziehung? Stuttgart: Kohlhammer

Sennlaub G (1984) Feuer und Flamme. 99 Vorschläge zu Arbeitsmitteln für Freiarbeit und Wochenplan. Heinsberg: Dieck

Siebert, H. (2002) Der Konstruktivismus als pädagogische Weltanschauung. Entwurf einer konstruktivistischen Didaktik. Frankfurt: VAS 2002

Siebert, Horst: Pädagogischer Konstruktivismus. Lernzentrierte Pädagogik in Schule und Erwachsenenbildung. 3. Auflage. Weinheim: Beltz, 2005.

Singer W (1994) Hirnentwicklung - neuronale Plastizität - Lernen. In: S. Silbernagl, R. Klinke (Hrsg.) Lehrbuch der Physiologie. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, pp. 725-737

Sinz R (1979) Neurobiologie und Gedächtnis. Stuttgart: Fischer.

Smolka D (1996) Haus des Lernens. In: PH (2) S. 65

Smolka D (1996) Zuviel Fernsehen macht Kinder "sprachlos" In: Psychologie heute, Feb., 23. Jg. Heft 2, S.17f.

Sommer K (1984) Der Mensch. Berlin: Volk und Wissen

Spitzer M (1996) Heidelberg: Geist im Netz. Modelle für Lernen Denken und Handeln. Spectrum Verlag

Spitzer M (2002) Lernen: Gehirnforschung und die Schule des Lebens. Darmstadt: Wiss. Buchges.

Stölting W (1980) Die Entwicklung der Zweisprachigkeit bei ausländischen Schülern. In: PD - Sonderheft.

Struck P Rehfus W (1996) Schule in der Krise? In: PH (1) S. 44ff.

Swanson LW u.a. (1983) Neuroendocrinology 36, 165–186

Tenorth HE (2003) Klassiker der Pädagogik. Zweiter Band. Von John Dewey bis Paulo Freire. München: C.H. Beck

Terhart E (1999) Developing a Professional Culture. In: Lang, Manfred, John Olson,

- Henning Hansen, Wolfgang Bänder (Hrsg.): Changing Schools/ Changing Practices: Perspectives on Educational Reform and Teacher Professionalism. Louvain (Garant), 23-39
- Terhart E: Lehr-Lern-Methoden. Eine Einführung in Probleme der methodischen Organisation von Lehren und Lernen. Weinheim: Juventa (1997)
- Teuchert- Noodt G (1996) Neuropsychologie von Labortieren: Funktionale und dysfunktionale Reorganisation im Kortex von Nagern nach sensorischer und haltungsbedingter Deprivation im Experiment. In: TU. 51, 162-171
- Thompson RF (1994) Das Gehirn. Von der Nervenzelle zur Verhaltenssteuerung. Heidelberg: Spectrum
- Todt E (1984) Selbstkonzept und Selbstkonzeptänderung als Mittler bei der Bewältigung von Anforderungen in der Adoleszenz. In: Olbrich E./ Todt E.: Probleme des Jugendalters. Berlin: Springer- Verlag
- Todzy S (1995) Drogenwirkung im ZNS am Beispiel von LSD, Kokain und Amphetamin mit Anregungen zur unterrichtlichen Umsetzung. In: Biologie in der Schule 6/69; 1/97; 2/97
- Tomatis A (1995) Der Klang des Lebens. Vorgeburtliche Kommunikation- die Anfänge der seelischen Entwicklung. Hamburg: rororo
- Tramitz C (1992) Du und kein anderer. Wie wir einander suchen und finden. Biologische Aspekte der Partnerwahl. Düsseldorf: ECON
- Tschira, A (2005) Wie Kinder lernen – und warum sie es manchmal nicht tun. Über die Spielregeln zwischen Mensch und Umwelt im Lernprozess. 2. Auflage. Heidelberg: Carl-Auer-Systeme
- Valtin, R (2002) Grundschule und Leistungsbeurteilung. Ergebnisse des Projektes NOVARA. In: Grundschule 5 / 34; S. 56-58
- Vester F (1975) Denken, Lernen, Vergessen. Stuttgart: DVG
- Vester F (1976) Phänomen Streß. Stuttgart: Deutsche Verlagsanstalt
- Wagenschein M (1968) Verstehen lehren. Weinheim: Beltz
- Wahl D (2005) Lernumgebungen erfolgreich gestalten. Vom trägen Wissen zum kompetenten Handeln. Bad Heilbrunn: Klinkhardt
- Warnken G (2001) Theorien zur Schulentwicklung- eine Landschaftsskizze. Oldenburg: Didaktisches Zentrum (DiZ)
- Watzlawick P u.a. (1969) Menschliche Kommunikation. Bern: Hans Huber
- Weimer J (1992<sup>19</sup>) Geschichte der Pädagogik. Berlin: Gruyter
- Wertheimer M (1964) Produktives Denken. Frankfurt/M.: Waldemar Kramer
- Wolff JR (1982) Morphogenetische Aspekte der Hirnentwicklung In: Immelmann I. Verhaltensentwicklung bei Mensch und Tier. Berlin: Paul Parey
- Wolff JR u. Wagner GP (1983) Self- organisation in synaptogenesis: Interaction between the formation of excitatory synapses. In: Basar F, Haken H, Mandell AJ (eds.) Synergetics of the brain. Berlin: Springer, S. 50-59
- Wygotski LS (1986) Denken und Sprechen. Frankfurt: Fischer
- Zimmermann RK (1999) „Ich konnte alles vergessen, wenn der Tag schlimm war“.

In: GS, Mai/5 S. 18- 20

Zullinger H (1970) Schwierige Kinder. Stuttgart: Huber