

Heinz Schirp

Wie „lernt“ unser Gehirn?

Fünf neurobiologische Modellvorstellungen zur Arbeitsweise unseres Gehirns

Wie lernt und arbeitet unser Gehirn? Was passiert in den unterschiedlichen neuronalen Netzwerken, wenn wir lernen? Was sind die neuronalen Korrelate und Bedingungen für Verstehen, für Denken, Urteilen, Fühlen und Handeln – letztlich für unser Bewusstsein?

Diese Frage kann man zu beantworten versuchen, indem man auf die unglaublich komplizierten neurophysiologischen Prozesse eingeht, die sich in Bruchteilen von Millisekunden in einigen der 100 Milliarden Neuronen unseres Gehirns abspielen. Man landet dann bei chemischen und physiologischen Funktionsabläufen und ihren jeweiligen Bedingungen, bei Ladungspotentialen, Neurotransmittern, hormonellen Botenstoffen und einer unglaublichen Menge biophysischer Bedingungen, die notwendig sind, damit unser Gehirn funktioniert. Am Ende wird einem klar, warum unser Gehirn als die komplexeste Struktur im uns bekannten Universum bezeichnet wird.

Ich denke, dass Sie einen solchen neurophysiologischen Vortrag von mir nicht erwarten. Das wäre auch eher etwas für einen Neurobiologen. Als Erziehungswissenschaftler interessiert mich – und vermutlich auch Sie – mehr, welche Konsequenzen sich aus neurobiologischen Forschungsergebnissen z.B. für gehirnfrendliches Lehren und Lernen herleiten lassen. Ich werde versuchen, diesen Zusammenhang dadurch herzustellen, dass ich Ihnen im ersten Teil fünf basale Modellvorstellungen skizziere, die die grundlegenden Arbeitsweisen unseres Gehirns verdeutlichen helfen. In einem zweiten Teil möchte ich in Referenz zu diesen Modellvorstellungen mit einer kurzen Zusammenfassung einige Konsequenzen für Lehren und Lernen aber auch für bildungspolitische Konzepte verdeutlichen.

Dies alles in ca. 40 Minuten zu verarbeiten, wird für uns alle eine neuronale Herausforderung sein, für mich, weil es mir schwerfällt, so viele interessante neurobiologische Befunde einfach wegzulassen,

für Sie, weil Ihr Gehirn doch eine Menge zu tun bekommen wird – und das zu einer Zeit in der es – nach des Tages Müh und Last – biorhythmisch eher darauf eingestellt ist, sich ein bisschen auszuruhen. Insofern ist ein solcher Vortrag zu dieser Stunde, zu diesem Thema mit dieser Zeitvorgabe und als Vortrag angelegt eigentlich auch nicht besonders „gehirnfreundlich“.

Zu den folgenden fünf Modellvorstellungen werde ich Ihnen jeweils einige Bilder und Skizzen präsentieren, weil wir von unserer neurobiologischen Ausstattung her „Augentiere“ sind. Unser visueller Cortex z.B. ist ein paar tausendmal besser mit entsprechenden Rezeptoren ausgestattet als etwa unser Hörzentrum.

Damit sind wir schon bei der ersten Modellvorstellung.

1. Neuronale Selbstorganisation

Unser Gehirn kann als ein weitgehend sich selbst steuerndes, mit sich selbst neuronal kommunizierendes und interagierendes System verstanden werden. Dabei ist unser Gehirn sozusagen zweigeteilt. Grundstrukturen und -verbindungen sind zwar genetisch weitgehend festgelegt, ihre Entwicklung und volle Funktionsfähigkeit aber sind abhängig von Umwelt- und Sinnesreizen. Die häufige Nutzung der bestehenden Verbindungen und deren Aktivierung durch Sinnesreize führen nämlich erst dazu, dass immer mehr und immer stabilere Verknüpfungen entstehen. Wolf Singer weist darauf hin, dass wir gut daran tun, „uns das Gehirn als distributiv organisiertes, hoch dynamisches System vorzustellen, das sich selbst organisiert, anstatt seine Funktionen einer zentralistischen Bewertungs- und Entscheidungsinstanz unterzuordnen; ...das ... auf der Basis seines Vorwissens unentwegt Hypothesen über die es umgebende Welt formuliert, also die Initiative hat, anstatt lediglich auf Reize zu reagieren. Insoweit entspricht die neue Sicht, mit der unser Gehirn seinesgleichen beurteilt, durchaus einer konstruktivistischen Position.“ (Singer 2002: S. 111) In der Diskussion um die Beziehungen zwischen erkenntnisphilosophischen, neurobiologischen und neurodidaktischen Zugängen vermag auch die Position von Gerhard Roth zu vermitteln. Er verweist darauf, „dass eine philosophische Erkenntnistheorie nicht ohne empirische Basis auskommen kann, genauso wenig wie empirisches Forschen ohne erkenntnistheoretische Grundlage möglich ist. Beide Bereiche bedingen sich gegenseitig, und keiner ist dem anderen vorgeordnet.“ (Roth 2001: S. 24) Das gilt auch für das Verhältnis von Neurobiologie und Didaktik. Wir lernen mit Hilfe neurobiologischer Forschungsergebnisse besser zu verstehen, wie unser Gehirn arbeitet und wie wir die Entwicklungsprozesse unserer Kinder und Jugendlichen unterstützen können.

Die neuronalen Strukturen und Funktionen, die sich im Laufe der Evolution herausgebildet haben, haben letztlich nur eine Funktion, uns am Leben zu erhalten. Diese Strukturen funktionieren weitgehend selbstorganisiert.

Der **Hippocampus** etwa „entscheidet“ darüber, was wir an Informationen wahrnehmen und was **Cortex** und **Neocortex** verarbeiten. Dieser wieder arbeitet weitgehend unabhängig das auf, was er schon kennt, stellt Verbindungen zu bereits bekannten Sachverhalten her und speichert es in diversen Gedächtnisstrukturen ab. Es ist z.B. nachts besonders aktiv. Das **Limbische System** – eine evolutionsgeschichtlich sehr alte Hirnregion- ist das Zentrum für Emotionen und Gefühle, für entschlossenen Handeln, für basale Motivationen. Es steuert unser Verhalten, unsere Handlungskonzepte, kontrolliert und zensiert Außenreize nach dem Motto: „So wenig wie möglich so viel wie notwendig!“ Von allen Außenreizen und Informationen werden am Ende etwa nur ein Prozent in unseren Gedächtnissen gespeichert.

Die **Amygdala** ist das Zentrum, das uns warnt, zu Vorsicht mahnt und uns Risikogefühle vermittelt. Im Mandelkern sind etwa emotionale Erfahrungen von Furcht und Angst gespeichert.

All diese und viele weitere neuronale Strukturen arbeiten selbstorganisiert und entziehen sich im Alltag weitgehend unserer direkten willentlichen Einflussnahme.

Auch wie wir etwas verarbeiten (expanding, tuning, re-organising), geschieht weitgehend nach gehirnternen festgelegten neuronalen Strategien.

Die neuronale Selbstorganisiertheit unseres Gehirns verweist darauf, dass „Wissen“ nicht einfach von den Lehrenden in die Köpfe ihrer Schülerinnen und Schüler transferiert werden kann. Das Diktum von der „Nutzlosigkeit von Belehrungen und Bekehrungen“ findet seine Begründung darin, dass Lernen ein konstruierender, selbstständiger Prozess ist, der von den bereits vorhandenen Lernerfahrungen, Verarbeitungs- und Verstehensmustern abhängt. Die Unterrichtsplanung kann dies etwa dadurch berücksichtigen, dass offene Lernsituationen hergestellt werden, in denen eigene Lernstrategien entwickelt und genutzt werden. Lernstrategien können sich dabei auf das Erlernen und Behalten von Vokabeln ebenso beziehen wie auf die systematische Bearbeitung eines Textes, die Erarbeitung eines Sachproblems oder die Gestaltung von Teamarbeit. Man muss unterschiedliche Angebote erproben können um herauszufinden, mit welchem Verfahren man selbst am besten zurechtkommt.

2. Neuronale Plastizität und Periodizität

Unter neuronaler **Plastizität** versteht man die Fähigkeit des zentralen Nervensystems, sich durch interne Veränderungsprozesse und auf

Grund externer Bedingungen strukturell und funktionell auf veränderte Anforderungen einzustellen und sich dabei spezifisch zu verändern. Unsere Wahrnehmungsfähigkeit, unsere Aufnahmefähigkeit, unser Sprach- und Sprechvermögen werden etwa im Laufe der kindlichen Entwicklung immer differenzierter und umfangreicher.

Unter **Periodizität** wird die Abfolge von Phasen verstanden, die für neuronale Entwicklungsprozesse bedeutsam sind. Im Kontext von Lernen wird z. B. erkennbar, dass es „neuronale Fenster“, also lernsensible Phasen gibt, in denen Kinder z. B. besonders schnell und nachhaltig etwas lernen, weil bestimmte Hirnareale durch Reifungs- und Differenzierungsprozesse ausgebaut werden. In solchen lernsensiblen Phasen entstehen neue Verbindungen besonders rasch. Da sich solche „windows of opportunity“ entwicklungsbedingt auch wieder schließen können, ist es wichtig, bestehende Entwicklungschancen zu kennen und zu nutzen.

Es vergrößert sich dabei in den ersten Lebensjahren nicht unbedingt die Anzahl der Neuronen, es wächst vielmehr die Synapsendichte. Aber auch ganze neuronale Bündel und Verbindungen werden teilweise neu strukturiert und konturiert. Nicht umsonst spricht man z. B. davon, dass etwa in der Phase der Pubertät unser Gehirn eine Art „neuronale Baustelle“ ist.

Veränderungsprozesse geschehen zum einen dadurch, dass die neuronalen Strukturen und Verbindungen durch entwicklungsabhängige neuro-chemische Prozesse (Myelinisierung) selbst immer „feiner“ werden. Damit im Zusammenhang stehen die jeweiligen Lebenssituationen und Herausforderungen, die selbst wieder die Entwicklung und Anpassung neuronaler Strukturen evozieren. Inzwischen wird zunehmend deutlich, dass nicht nur einzelne Nervenzellen sich in Abhängigkeit von neuen Gebrauchsmustern verändern können (synaptische Plastizität), sondern dass auch ganze Hirnareale sich neuen Herausforderungen anpassen können (kortikale Plastizität).

Neuronale Plastizität lässt sich mit der Anfertigung eines indianischen Totempfahles vergleichen. In einen dicken Baumstamm werden über die Jahre hinweg immer neue Linien, Figuren und figurale Muster eingeschnitzt. Dabei fällt natürlich viel unbenötigtes Material weg. Am Ende des gesamten Bearbeitungsprozesses ist dann ein hochkomplexer, konturierter, mit zahlreichen Linien und Mustern übersäter, aber im Vergleich zum unbehauenen Stamm viel kleinerer Pfahl entstanden (vgl. Calvin 1995: S. 165 ff). Wie bei der Erstellung eines Totempfahles erhält unser Gehirn seine Konturen dadurch, dass wegfällt, was nicht gebraucht wird und nur das übrig bleibt, was an Nervenzellen und -verbindungen tatsächlich genutzt wird.

Bei besonders tief eingeritzten Linien im Totempfahl wird es schwierig, sie mit neuen Linien zu überdecken. Das wäre etwa eine Metapher für

„Umlernen“, was unserem Gehirn ungewöhnlich schwer fällt. Aus eigener Erfahrung wissen wir, wie mühsam und langwierig es ist, Routinen, liebgeordnete Gewohnheiten, Vorurteile und feste Meinungen zu ändern und zu revidieren.

Die Modellvorstellung einer lebenslangen neuronalen Plastizität unseres Gehirns verweist darauf, wie wichtig es für unterrichtliche Gestaltungsprozesse ist,

- variantenreiche, abwechslungsreiche Angebote an Lerninhalten und Arbeitsweisen zu machen (Variation),
- Prozesse der kognitiven und emotiven Auseinandersetzung zu initiieren, also etwa fachbezogene Problemkonstellationen herzustellen, die für die Schülerinnen und Schüler gleichzeitig „Aufforderungscharakter“ und „Widerstand“ besitzen (problemhaltige Lernarrangements),
- Schülerinnen und Schüler mit zunehmend komplexer werdenden Aufgabenstellungen, Anforderungen, Erklärungsmustern zu konfrontieren, um herauszufinden, ob und in welchem Maße sie komplexer werdende Zusammenhänge schon verstehen (Progression),
- den Schülerinnen und Schülern dabei zu helfen, eigene Lernfortschritte wahrzunehmen, zu präsentieren und zu dokumentieren, z. B. in Form von Portfolios, Lerntagebüchern, längerfristigen Ergebnisdokumentation (Ergebnispräsentation),
- den Schülerinnen und Schülern Lernvergleiche zu ermöglichen. „Was kann ich heute besser, mache ich anders ... als noch vor einem Jahr? Wie sehe ich das Problem nach der Unterrichtseinheit? Was hat sich an meiner Einstellung verändert? Welche neuen Begründungen, Kenntnisse, Wissensbestände, ... sind besonders wichtig?“ (Selbstevaluation)
- die vier **A** im Auge zu behalten: **A**nregungen, **A**nreize, **A**nforderungen und **A**ufgaben umreißen Möglichkeiten, Lernarrangements im Sinne einer inneren Differenzierung so zu gestalten, dass individuelle Lernentwicklungen erkennbar werden (Differenzierung).

Für einzelne Lernentwicklungen liegen zwar Phasen- und Stufenmodelle vor, die etwa verdeutlichen, wie sich Raumvorstellungen, sprachliche Differenzierung, motorische Fähigkeiten, mathematisch-operative Denkmuster oder moral-kognitive Urteils- und Begründungsstrukturen entwicklungsbezogen verändern. Aber solche Phasen- und Stufenmodelle verdeutlichen zwar empirisch begründete und verallgemeinerungsfähige Entwicklungsverläufe; sie sind aber häufig noch zu „grob“ und unspezifisch, um daraus etwa für die eigene Lerngruppe eindeutige methodische Instrumente zur individuellen Lernförderung entwickeln zu können. Hier sind vielmehr die Lehrerinnen und Lehrer mit ihren „diagnostischen“ Fähigkeiten gefragt. Unter Bezug auf solche Entwicklungsmodelle müssen sie selbst herausfinden, wo z. B. Schülerinnen und Schüler hinter alters-

gemäßen Kompetenzerwartungen zurückbleiben und woran das etwa liegen könnte. Für solche, auf die Wahrnehmung von Lernentwicklung zielende „diagnostische“ Prozesse, haben sich u. a. die folgenden unterrichtlichen Zugänge als erfolgreich erwiesen:

- *Angebote*: Stationenlernen und damit verbunden die Beobachtung, welche unterschiedlichen Lernzugänge von Schülerinnen und Schülern an den einzelnen Lernstationen besser oder schlechter wahrgenommen werden, was Schülerinnen und Schüler schon gut beherrschen und wo sie noch erkennbare Schwierigkeiten haben.
- *Benchmarks*: Welche Aufgaben sollten **alle** Schülerinnen und Schüler am Ende einer Unterrichtseinheit können? Wer erreicht sie nicht? Wer hat welche Schwierigkeiten damit?
- *Auswertung von Leistungsfeststellungen*: Aus den Ergebnisse von Lernstandserhebungen, Tests und Klassenarbeiten etwa lassen sich Hinweise entnehmen, warum einzelne Schüler bestimmte Aufgaben nicht richtig lösen konnten,
- *Transfer*: Können Schülerinnen und Schüler Ergebnisse auf eine neue Situation übertragen, anwenden, erweitern?
- *Präsentation*: Können Schülerinnen und Schüler mit eigenen Worten, mit eigenen Darstellungsformen, ... das, was sie verstanden haben, anderen mitteilen?

3. Muster und Mustererkennung

Mit jedem Wahrnehmungs- und Verarbeitungsvorgang entstehen in den jeweils beteiligten neuronalen Strukturen Ladungsprozesse. Gleiche Inputs und Verarbeitungsprozesse führen dazu, dass auch gleiche Zellverbände angesprochen und entwickelt werden. Die Nervenzellen stellen sich sozusagen immer besser auf bestimmte Inputsignale ein - sie „lernen“. Unser Gehirn wäre nun aber völlig überfordert, wenn es alles verarbeiten und speichern würde, was über die Sinne an „Inputs“ entsteht. Um nicht „im Chaos der Sinne“ unterzugehen, hat sich das Gehirn im Laufe der Evolution so organisiert, dass alles, was wahrgenommen wird, mit den jeweils schon bestehenden, bearbeiteten und gespeicherten Wahrnehmungen abgeglichen wird. Das bedeutet, dass dort eher etwas verarbeitet wird, wo es schon ähnliche Strukturen gibt. Auf diese Weise entstehen allmählich immer stabilere Muster und Verbindungen. Häufigere und ähnliche Inputs werden darüber hinaus auch auf einer größeren Fläche repräsentiert als etwa seltene Inputs. (vgl. Spitzer 2000: S. 95 ff) Je größer also die Zahl der Repräsentanzstellen bestimmter Muster und je stärker ausgeprägt ihr neuronales Potenzial, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass diese Muster auch wieder aktualisiert (erinnert) und für weitere Verarbeitungsprozesse genutzt werden können.

Die Leistungsfähigkeit unserer neuronalen Potenziale und Verbindungen hängt also u. a. davon ab, wie häufig wir sie benutzen und wie positiv die damit verbundenen Nutzungserfahrungen sind.

Weil sich kognitive, emotionale und fachspezifische Muster nur langsam entwickeln, und damit sie viabel“, d. h. gangbar, tragfähig, funktional werden, müssen sie häufig in Gebrauch genommen und genutzt werden. Sie sollten dazu z. B. begrifflich benannt und ggf. sogar symbolisch gekennzeichnet werden, damit sie als wichtige „Verarbeitungsroutinen“ bewusst gemacht werden können. Solche „Muster“ und die entsprechenden „Mustererkennungsprozesse“ lassen sich sowohl für sozialinteraktive Prozesse verdeutlichen als auch für fachlich-methodische Lernverfahren. Wie diskutieren wir miteinander? Welche Formen der Kooperation wollen wir einüben? Mit welchen Verfahren lassen sich Unterrichtsergebnisse besonders wirkungsvoll darstellen und präsentieren? Welche Vereinbarungen haben wir für bestimmte Arbeitsweisen festgelegt? Muster werden durch häufige Nutzung, durch Bewusstmachen und durch positive Rückmeldungen nachhaltig erlernbar.

Unser Gehirn verarbeitet aber nicht alle Sinnesreize zu Mustern. Es gewichtet sie und wählt die aus, die sich z. B. als bedeutsam, wichtig, neu oder sinnvoll identifizieren lassen; es sorgt so für den Aufbau „sinnvoller“ Wahrnehmungs- und Erinnerungsstrukturen, die zur Bewältigung von Lebenssituationen notwendig sind. Die zentrale Stelle, an der diese Gewichtung geschieht, ist der Hippocampus. In der englischsprachigen Fachliteratur wird seine Bedeutung mit „hub“, „Nabe, Radnabe“ treffend charakterisiert; damit wird verdeutlicht, dass sich alles, was mit neuronalen Lern- und Verarbeitungsprozessen zu tun hat, um diese Struktur dreht. Der Hippocampus ist zuerst einmal eine Art „Detektor von Neuigkeiten“ (Spitzer) und als solcher für die Unterscheidung von alt, bekannt, unwichtig, unbedeutend, uninteressant und neu, unbekannt, wichtig, bedeutsam, interessant etc. zuständig. Zum zweiten sorgt er aber auch dafür, dass Fakten, Ereignisse, Situationen und Neuigkeiten bewusst wahrgenommen und verarbeitet werden. Wenn der Hippocampus eine Sache als neu, als interessant, als bedeutsam und wichtig identifiziert und entsprechend gewichtet hat, bildet er „neuronale Repräsentationen“ aus, d. h. er macht sich daran, diese Zusammenhänge zu speichern.

Der Hippocampus sorgt darüber hinaus dafür, dass wichtige Ereignisse, Neuigkeiten und Zusammenhänge in langfristige Speicherstrukturen überführt werden. Diese letztgenannte Funktion vor allem macht ihn zum Dreh- und Angelpunkt unserer Speicher- und Erinnerungsprozesse. Im Gegensatz zu unserem Kortex, der Großhirnrinde, arbeitet und „lernt“ der Hippocampus nämlich zwar schnell, aber er verfügt nur über eine relativ geringe Speicherkapazität. Unsere Großhirnrinde hat dagegen eine schier unbegrenzte Speicherkapazität, aber sie „lernt“ nur sehr langsam

und eigentlich erst dadurch, dass bestimmte Informationen und Muster immer wieder, auch in neuen Zusammenhängen und unterschiedlichen Kontexten angeboten und verarbeitet werden. Genau diese Prozesse setzt der Hippocampus in Gang. Er leitet das an die deutlich größere Speichereinheit Kortex weiter, was er selbst als bedeutsam gewichtet und gespeichert hat. Hippocampus und Großhirnrinde arbeiten dabei gleichzeitig arbeitsteilig und synchron. Der Hippocampus fungiert gewissermaßen als „Trainer des Kortex“. „Immer dann, wenn der Hippocampus etwas (vorläufig) gelernt hat, wird nachfolgend „off-line“ das Gelernte zum Kortex übertragen und dort weiter verarbeitet. Dies geschieht übrigens auch z. B. im Schlaf. Auf diese Weise speichert der prinzipiell sehr langsam lernende Kortex im Laufe der Zeit alles Wichtige, was zuvor eben im Hippocampus gespeichert worden war.“ (Spitzer 2002: S. 22 ff, S. 125)

Regeln und Ordnungsstrukturen etwa werden nicht dadurch gelernt, dass man sie einmal auf- oder abschreibt oder sie auswendig lernt, sondern dadurch, dass sie sich in vielen ähnlichen Situationen als nützlich und hilfreich erweisen. Dazu bedarf es freilich entsprechend didaktisch und methodisch organisierter Lernsituationen.; diese müssen als „entgegenkommende Verhältnisse“ (Edelstein) so gestaltet sein, dass Schülerinnen und Schüler in ihnen Regeln und Ordnungsstrukturen, Heuristiken, Verfahrensschritte, Arbeitstechniken und Methoden erproben, anwenden sowie konkrete Erfahrungen damit machen. können.

Das, was für uns „Sinn macht“, wird besonders gut behalten. Sinngebung ist aber ein subjektiver Wahrnehmungsprozess. Schon deswegen ist es wichtig, im Unterricht die Schülerinnen und Schüler an einer solchen Sinnkonstruktion zu beteiligen. Das kann z. B. dadurch unterstützt werden, dass

- die Vorkenntnisse und Erfahrungen aktiviert und damit schon bekannte Zusammenhänge erinnert werden können,
- der „Neuigkeitswert“ des Lerngegenstands bewusst gemacht wird,
- Schülerinnen und Schüler eigene Ziele für die eigene Lernarbeit aufstellen,
- Unterrichtsinhalte in größere Zusammenhänge eingebettet werden und die Schülerinnen und Schüler so den kontextuellen Sinn des Unterrichtsstoffes besser wahrnehmen können. Lehrerinnen und Lehrer können dazu z. B. eine kurze, den Kern der Unterrichtsstunde verdeutlichende Zusammenfassung vorab geben („advance organiser“),
- ganz explizit die Bedeutung des Unterrichtsinhalts, seine Anwendungsmöglichkeiten, seine wissenschaftliche, kulturelle, gesellschaftliche, ... Relevanz verdeutlicht wird,
- die kontroversen Beurteilungen, das Problematische, ... zu einem Unterrichtsinhalt dargestellt werden.

Vieles, was wir lernen, lernen wir ganz bewusst, vieles aber lernen wir auch eher unbewusst im Laufe unserer Entwicklung. Verhaltensweisen, Gewohnheiten, unsere Einstellungen etc. haben wir ja überwiegend nicht explizit gelernt, sondern implizit, unbewusst durch Imitation oder durch Orientierung an Modellen, die wir in Familie, Schule und Umfeld vorfinden. Solche impliziten Lernergebnisse sind gerade deswegen häufig so stabil, weil sie sich über längere Zeiträume ganz allmählich durch viele ähnliche Inputs entwickelt haben und somit eine extrem starke neuronale Repräsentanz aufweisen. Die jüngsten Forschungen zum Phänomen der „Spiegelneuronen“ zeigen, dass z. B. in sozialen Situationen beim Betrachter häufig die gleichen neuronalen Cluster und Verbindungen aktiviert werden wie bei der Person, deren Verhalten gerade beobachtet wird. Wahrnehmungen wie Mitgefühl oder Mitleid lassen sich z. B. als Ergebnisse der Wirkung von Spiegelneuronen verstehen. Das aber gilt nicht nur für soziale Prozesse, sondern für viele Formen von Vorbildern, an denen sich unser Handeln implizit orientiert.

Implizites Lernen benötigt Vor-Bilder, Vor-Machen, Vor-Leben. Wo sich solche „Vor-Gaben“ erkennbar bewähren, werden sie auch übernommen und in das eigene Repertoire überführt. Das didaktische Modell des Lernens durch Beobachtung, Nachahmung und ggf. Übernahme etwa im Sinne eines „Experten-Novize“ Schemas findet sich im Konzept „Cognitive Apprenticeship“ wieder:

- Lehrerinnen und Lehrer können und sollten bestimmte Verfahrensschritte „vor-machen“, sie genau beobachten und dann von den Schülerinnen und Schülern selbst nachvollziehen lassen.
- Gruppen oder einzelne Schülerinnen bzw. Schüler, die spezifische Kompetenzen bereits (erworben) haben, dienen als Beobachtungsobjekte für andere, die sich etwas „abschauen“ können.
- Nicht alles muss/kann/sollte dabei 1:1 übernommen werden; nachdem man sieht, wie andere die Sache angehen, sollten auch eigene Varianten dazu entwickelt werden können.
- Jüngere Schülerinnen und Schüler können dabei besonders gut von älteren lernen und sich an deren Verhaltens- und Arbeitsweisen orientieren.

4. Emotion und Kognition

Die neurobiologische Forschung der vergangenen Jahre hat auch zu einem neuen Verständnis vom Zusammenwirken kognitiver und emotiver Prozesse geführt. Es wird dabei zunehmend erkennbar, dass emotionale Zugänge für unsere Urteils-, Entscheidungs- und Handlungsprozesse viel bedeutsamer und im wörtlichen Sinne entscheidender sind als wir das bisher angenommen haben.

Gerade durch die Forschungsarbeiten zur Emotionalität ist zunehmend deutlich geworden, welche zentrale Rolle das limbische System für die Interaktion von Emotion und Kognition hat. Das limbische System ist z.B. Sitz ganz elementarer und vitaler Bedürfnisse und Handlungsmotivationen. Es operiert und steuert mit drei elementaren Leitideen, Megastrategien sozusagen.

- Die erste ist das Herstellen von Balance und Sicherheit,
- die zweite die Erweiterung von Dominanz, von Statusentwicklung und Durchsetzungsfähigkeit und
- die dritte schließlich die Suche nach Stimulanz, nach Reiz und Risiko.

Einige Neurobiologen benutzen das Bild des „Navigators“, um die überragende Rolle des limbischen System zu beschreiben. Es navigiert uns durch unseren Alltag, toleriert kleiner Abweichungen und Umwege, signalisiert uns aber permanent, welche Richtung wir eigentlich einschlagen haben. Vielleicht -so vermuten einige Neurobiologen- sind „Gewissenbisse“ so etwas wie das Bewusstsein, dass wir von dem Kurs abgekommen sind, den uns unser innerer Navigator eigentlich vorgegeben hat. Dabei kommuniziert das limbische System permanent mit unserem Cortex als eine Art rationale Beratungsstelle. Diese sorgt z.B. dafür, dass in Entscheidungssituationen eben auch pragmatische, zweckrationale und sachlogische Überlegungen einfließen.

Gefühle beeinflussen aber auch ganz direkt die Modalitäten unseres rationalen Vorgehens.

Negative Gefühle, Stress, Leistungs- und Prüfungsangst, z. B. verändern regelrecht unsere kognitiven Stile. Wir können dann zwar immer noch Aufgaben bewältigen, die einfache Lösungsroutinen erfordern, aber wir sind deutlich blockiert, wenn es um Aufgaben geht, deren Lösung Kreativität, Assoziativität und divergentes Denken erfordern. Das gilt auch und gerade für soziale Handlungskontexte. Wer unter Stress steht, der wird sich leicht in seiner Situation ‚festfahren‘, ‚verrennen‘, der ist ‚eingengt‘ und kommt ‚aus seinem gedanklichen Käfig nicht heraus‘. (Vgl. Spitzer 2002: S. 164 f)

Mit Hilfe unserer Emotionen können wir aber andererseits auch neue und tragfähige Zugänge zum Verstehen von Situationen herstellen und damit häufig schnelle und sinnvolle Verstehensprozesse organisieren. „Emotionen helfen uns beim Zurechtfinden in einer komplizierten und immer komplizierter werdenden Welt. Unser Körper signalisiert Freude oder Unbehagen lange bevor wir merken, warum.“ (Spitzer 2002: S. 171, vgl. auch Damasio 1995) In diesem Sinne gibt es eben nicht nur „emotionale Intelligenz“, es gibt auch „intelligente Emotionen“.

Nun sind Gefühle nicht nur auf Lerngegenstände bezogen, sondern auch auf Lernkontexte. Wir lernen immer und überall auch die jeweils bestehenden emotionalen Anteile einer Situation mit. Motivationale Antriebe,

Begeisterung, Unwohlsein, Lernfreude und Lernängste entstehen z. B. auch durch die, die mit uns in Lernsituationen agieren. Das gilt für die Lernenden ebenso wie für die Lehrenden. Deswegen muss sich bei der Entwicklung von Lernqualität das Augenmerk eben auch darauf richten, ob und in welchem Maße die Lernkontexte gehirn- und lernfreundlich sind

Und schließlich lässt sich das Verhältnis von Emotion und Kognition selbst als wichtiger Lernzusammenhang thematisieren. Unsere Gefühle können uns nämlich ebenso zu denken geben, wie umgekehrt unsere rationalen Entscheidungen und Begründungen bei uns oft auch ungute Gefühle hinterlassen können. „Bindungsgefühle“ wie Freundschaft und Solidarität sind überindividuell ausgeprägte „emotionale tools“, die z. B. die Stabilität von Gruppen sichern. „Ablösegefühle“ wie Freiheitsdrang, Suche nach Selbstständigkeit, die sich z. B. besonders stark in Pubertätsphasen artikulieren, sind wichtige emotionale Voraussetzungen für die Entwicklung eigener Formen der Lebensbewältigung. „Wertaffine Gefühle“ wie Scham, Empörung, Schadenfreude, ... verweisen darauf, dass wir häufig vor-rationalen Bewertungsmustern unterliegen. Dabei bewerten wir unsere Gefühle oft selbst wieder „gefühlsmäßig“; wir reagieren z. B. mit Schadenfreude auf den Patzer einer Person und schämen uns vielleicht kurz darauf, dass wir Schadenfreude empfunden haben (vgl. Schirp 2000: S. 177 ff.).

Da wir immer und überall emotionale Kontexte mitlernen und Gelerntes auch immer wieder mit den mitgelernten emotionalen Anteilen erinnern, ist es für die Unterrichtsgestaltung wichtig,

- den „Lernraum Klasse“ gehirn- und lernfreundlich zu gestalten; dazu gehören kommunikationsförderliche Sitzordnungen, Möglichkeiten zur Partner- und Gruppenarbeit, soziale Organisationsmodelle in der Klasse, in der Schule, soziale Rückmeldungen und kontinuierliche Formen von Wertschätzung und die Anerkennung erbrachter Leistungen,
- ein Unterrichtsklima und eine Schumatmosphäre herzustellen, in der Schülerinnen und Schüler nachvollziehbar wahrnehmen können, dass sie mit ihren Fähigkeiten, Voraussetzungen, Einstellungen, ... ernst genommen werden und dass Lehrerinnen und Lehrer an ihrer Lernentwicklung interessiert sind,
- Gefühle zur Sprache zu bringen; „Gefühle geben zu denken“, den Schülerinnen und Schülern ebenso wie den Lehrerinnen und Lehrern. Zu vielen Unterrichtsgegenständen bringen Schülerinnen und Schüler bewusst oder unbewusst emotional bestimmte Einstellungsmuster mit. Diese sollten ganz bewusst artikuliert werden können; das dient letztlich auch der sach- und fachspezifischen Klärung,

- den Schülerinnen und Schülern dabei zu helfen, mit Arbeitsstress, Leistungsdruck und Prüfungsangst umzugehen. Das reicht von Entspannungsübungen bis zum Aufzeigen von erfolgversprechenden Arbeits-, Übungs- und Behaltensstrategien,
- erfolgreiche Lernprozesse auch als solche zu bewerten und mit entsprechenden „emotionalen Markern“ zu versehen. Positive Rückmeldungen, das Verdeutlichen von Lern- und Kompetenzzuwächsen sind entscheidende Voraussetzungen für eine stabile Lernmotivation und für die Lust am Weiterlernen.

5 . Neuronale und soziale Interaktion

Unser Gehirn, unsere neuronalen Netzwerke, unsere kognitiven und emotiven Vernetzungen und Verbindungen werden besonders aktiv, wenn sie mit Situationen konfrontiert werden, zu denen es unterschiedliche Zugänge, Meinungen, Beobachtungen, Einschätzungen, Begründungen, Erfahrungen etc. gibt. In der Auseinandersetzung mit solchen anderen Perspektiven und neuen, ggf. auch kontroversen Wahrnehmungen werden wir gezwungen, alte Wissensbestände zu reaktivieren und zu überprüfen, eigene Beurteilungen neu zu durchdenken, sie zu begründen, zu verteidigen, sie ggf. aber auch - etwa im Lichte neuer Erkenntnisse - zu revidieren, also umzulernen, ein besonders schwieriger und anstrengender Prozess. In dem Maße, in dem wir etwa in Lernsituationen in Interaktions- und Kommunikationsprozesse mit unseren Mitschülern einbezogen sind und aktiv daran teilnehmen, fördern wir nicht nur soziale Interaktion in der Lerngruppe, sondern gleichzeitig auch neuronale Interaktions-, Kommunikations- und Vernetzungsprozesse in unserem Gehirn. Besonders wichtig dabei ist, dass wir mit Hilfe unserer Sprache uns und anderen über unsere Gedanken Klarheit verschaffen. Gleichzeitig geht es aber auch darum, die versprachlichten Gedanken anderer zu verstehen.

- Unser Gehirn ist ein soziales Gehirn. Soziale Interaktion und Kommunikation gehören zu den effektivsten Bestandteilen „gehirnfreundlicher“ Lernarrangements. Sie sind als überlebenswichtig feste Bestandteile der Strategien des limbischen Systems. Sozial-kommunikative Prozesse helfen nicht nur dabei, „Lerngemeinschaften“ zu etablieren, sie unterstützen und fördern gleichzeitig die eigene Wahrnehmungsfähigkeit, die Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand und den gesamten Prozess des Verstehens und Erinnerns.

Limbisch ist etwa die vitale Strategie gespeichert, dass der wahre Egoist kooperiert, dass wir also nur dann unsere eigenen Bedürfnisse und Interessen tragfähig realisieren können, wenn wir mit anderen kooperieren und wenn wir eigenen Interessen mit denen anderer Personen und Gruppen harmonisieren können.

Gerade bei der Erforschung emotionaler Prozesse hat sich gezeigt, dass es so etwas gibt wie „Spiegelneuronen“, also Gehirnzellen, die zu arbeiten beginnen, wenn wir bei anderen etwas wahrnehmen. Spiegelneuronen sind der Grund dafür, dass wir so etwas haben wie **Mit**-gefühl und **Mit**-leid. In solchen Situationen sind in unserem Gehirn exakt die neuronalen Cluster aktiv, die auch im Gehirn unseres Gegenübers aktiv sind. Wir lernen gerade im sozial-emotionalen Bereich durch „Spiegelung“. Interessanterweise haben Soziobiologen in den letzten Jahren sehr deutlich belegt, dass auch schon Primaten die zentralen Bausteine sozialen Verhaltens und sozialer Interaktion entwickelt haben. Bei ihnen lassen sich z.B. beobachten:

- **Reziprozität** in Form der wechselseitigen Fürsorge;
- **Empathie** in Form des Mitfühlens und der Hilfe, wenn andere Stammesmitglieder in einer Notlage sich befinden;
- **Soziale Hierarchie** in Form fester sozialer Ordnungen, Zuständigkeiten und Rangordnungen;
- **Streitschlichtung** in Form von sozialen Interventionen, um den Frieden in der eigenen Gruppe wieder herzustellen.

Emotionale, sozialinteraktive und kooperative Beziehungen und die damit in Verbindung stehenden kognitiven Prozesse lassen sich in vielfältiger Weise im Unterricht und im Schulleben fördern.

- Unterrichtlich kann dies etwa dadurch geschehen, dass
 - in kurzen Abständen kleine kommunikative Vergewisserungsphasen eingebaut werden, z B. durch eine kurze Besprechung mit den Tischnachbarn, der Tischgruppe (think-pair-share),
 - ganz gezielt kontroverse Einschätzungen, Wahrnehmungen, Positionen, ... verdeutlicht werden,
 - Gruppen eigene Lösungswege „modellhaft“ erläutern und darstellen,
 - Gruppen von unterschiedlichen Perspektiven ein Problem angehen und die Gruppenergebnisse zirkulieren und ergänzt werden („place mat-Verfahren“),
 - Personen und Experten ihre eigenen Positionen, ggf. ganz neue Aspekte, kontroverse Einschätzungen etc. zur Sprache bringen,
 - unterschiedliche Ergebnisse zusammengeführt, Gemeinsamkeiten formuliert und konsensfähige Positionen entwickelt werden,
 - in Form von „Sandwich-Verfahren“ Instruktions- und Interaktionsphasen einander abwechseln.

Drei aktuelle bildungspolitische Entwicklungen aus neurodidaktischer Sicht

Neurobiologische und neurodidaktische Überlegungen lassen sich auch dazu nutzen, bildungspolitische Konzepte darauf zu befragen, ob und wie sie mit Vorstellungen einer gehirnfrendlichen Lerngestaltung und Schulentwicklung vereinbar sind. Dies möchte ich an drei bildungspolitischen Stichworten aufzeigen:

- an der Schulstrukturdebatte
- am Beispiel zentraler Tests und Leistungsvergleiche
- am Konzept der Kopfnoten

- **Zur Schulstrukturdebatte**

Die Ergebnisse internationaler Schulleistungsvergleiche zeigen, dass in Deutschland eine hohe Korrelation besteht zwischen sozioökonomischen Status der Eltern, dem Besuch weiterführender Schulen, dem darauf basierenden Schulerfolg und dem Zugang zu Hochschulen und Universitäten.

In einem demokratisch verfassten, zivilgesellschaftlichen Gemeinwesen wie Deutschland sollte nun aber gerade Bildung keine Ware sein! Unabhängig vom sozioökonomischen und ethnisch-kulturellen Hintergrund sollten allen Bürgerinnen und Bürgern die gleichen Zugänge zu Bildungseinrichtungen offen stehen. Die Trennung von Schulformen fördert dagegen auch bei Schülerinnen und Schülern implizit die Wahrnehmung von Ausschluss und Ausgrenzung. Da wir eben auch durch Spiegelung lernen, erfahren Kinder und Jugendliche über solche Ausgrenzungen und Aussortierungen implizit auch etwas über die sozialen Grundstrukturen unserer Gesellschaft.

In der Tat lässt sich eine Zunahme einer gefühlten sozialen, ökonomischen und politischen Exklusion registrieren. Notwendig wären dagegen Konzepte, die dazu beitragen,

- mit und an Heterogenität zu lernen,
- durch Kooperation und soziale Interaktion mentale und praktische Ausgrenzungen zu überwinden, und
- Lernsituationen herzustellen, in denen man in der Kooperation mit unterschiedlichen Lerngruppen weiterführende, inspirierende Mustererfahrungen erwerben kann.

- **Zentrale Leistungstests**

Leistungsüberprüfende Verfahren sind notwendig aber eben noch nicht hinreichend!

„Vom Wiegen allein wird die Kuh eben doch nicht fett!“ Wer glaubt, man könne ein Bildungssystem über „Messen, Wiegen und Zählen“, also über das Modell „Output-Orientierung“ verbessern, der müsste sich mindestens darüber im Klaren sein, dass Output-Orientierung ohne eine systematische Input-Orientierung auf die Dauer nicht funktioniert.

- Entsprechend müsste man z.B. dafür sorgen, dass die Lehrerinnen und Lehrer so qualifiziert und fortgebildet werden, dass sie die Rückmeldungen aus den zentralen Tests dazu zu nutzen können, die eigene Unterrichtsgestaltung zu verbessern.

- Die besten Voraussetzungen für erfolgreiches Lernen und für hohe Leistungsergebnisse ist nicht „teaching to the test“ (also gezielte Testvorbereitung), sondern ein breites, anregendes vielgestaltiges Lernangebot, bei dem die Schüler/-innen nicht für den nächsten Test lernen (und schnell wieder alles vergessen), sondern sich selbstständig mit Lerninhalten auseinandersetzen und diese nachhaltig verstehen.

- Andere Länder machen uns vor, wie es gehen könnte: Nicht Konkurrenz, Kontrolle und Ranking sollten Grundlage von Schulentwicklung sein, sondern Kooperation, Konsens und Wertschätzung, verbunden mit einer starken Beteiligung der Kommunen an der Schulentwicklung.

- **Kopfnoten**

„Die Schule der Nation ist die Schule“. Kinder und Jugendliche brauchen Rückmeldungen, damit sie sozial verträgliche Orientierungsmuster entwickeln können. Damit diese in Schule und Unterricht entwickelt und gefördert werden können, benötigt man

- „entgegenkommende Verhältnisse“ (Wolfgang Edelstein), also eine Organisationsstruktur von Schule, die soziales Lernen, Mitbestimmung und entsprechende Handlungsfelder vorhält und damit die Entwicklung entsprechender Kompetenzen unterstützt;

- ein anregende, entwicklungsförderliches Lernklima und eine wertschätzende Schumatmosphäre;

- soziales Lernen geht eben stark auch über implizites Lernen. Schulen sind, wie die einzelnen Lehrerinnen und Lehrer auch Modelle. Solche Modelle – als Institution oder als Person – sind für die Ausprägung von Verhaltensweisen wirksamer als Belehrungen und Bekehrungen;

- Zensuren und Kopfnoten am Ende von Halbjahren sind vielleicht für Eltern, Arbeitgeber und für die Erteilung von Zertifikaten notwendig;

für die Entwicklung und die Nachhaltigkeit sozialer Orientierungen ist es wichtiger, dass Kinder und Jugendliche häufige, direkte und vor allem situationsbezogene Rückmeldungen bekommen und dies vor allem in Form von Wertschätzung und sozialer Zuwendung.

Soziale Lerntagebücher, Portfolios und regelmäßige Gesprächssituationen in der Klasse, als Rückmeldungen zu den Aktivitäten der Schüler bei der Gestaltung des Schullebens sind aus meiner Sicht deshalb auch wirksamer als eben „nur“ Kopfnoten.

Hinzu kommt, dass auch das schulische Umfeld, also Eltern und Einrichtungen der Kommune sich in einer Art „Bündnis für Erziehung“ an der Entwicklung sozialer Kompetenzen beteiligen müssen. Auch das machen uns andere Länder vor, in denen zivilgesellschaftliches Engagement, Service Learning, Kooperationen mit dem Gemeinwesen etc. feste Bestandteile des Schulprogramms sind.

Schon die Indianer wussten:

„It takes a whole village to raise a child“
Man braucht ein ganzes Dorf, um ein Kind zu erziehen!

Literatur

- Bauer**, J. (2005): Warum ich fühle, was du fühlst. Intuitive Kommunikation und das Geheimnis der Spiegelneurone. Hamburg: Hoffmann & Campe.
- Calvin**, W. H. (1995): Die Symphonie des Denkens. Wie Bewusstsein entsteht. München: dtv.
- Damasio**, A.R. (1995): Descartes' Irrtum. Fühlen, Denken und das menschliche Gehirn. München: List.
- Damasio**, A.R. (1999): Ich fühle, also bin ich. Die Entschlüsselung des Bewusstseins. München: List.
- Edelstein**, W./ Oser, F./ Schuster, P. (Hrsg.) (2002): Moralische Erziehung in der Schule. Entwicklungspsychologie und pädagogische Praxis. Weinheim/Basel: Beltz.
- Goleman**, D. (1996): Emotional Intelligence. Why it can matter more than IQ. New York: Bantam Books.
- Fletcher**, M. (2001): Teaching for Success. The Brain friendly Revolution in Action. Hythe, Kent: English Experience.
- Kohlberg**, L. (1986): Der „Just-Community-Ansatz“ der Moralerziehung in Theorie und Praxis. In: Oser, F./ Fatke, R./ Höffe, O. (Hrsg.): Transformation und Entwicklung, Frankfurt: Suhrkamp, S. 21-55.
- Metzinger**, T. (1995): Das Problem des Bewusstseins. In: Ders. (Hrsg.): Bewusstsein. Beiträge aus der Gegenwartsphilosophie. Paderborn usw.: Schöningh, S. 15-53.
- Oser**, F. (1988) : Die gerechte Gemeinschaft und die Demokratisierung der Schulfeld: Der Kohlberg-Ansatz, eine Herausforderung für die Erziehung. In: Vjschr. f. wiss. Päd., H. 1, S. 59-79

- Ratey, J. J.** (2001): Das menschliche Gehirn. Eine Gebrauchsanweisung. Düsseldorf/Zürich: Walter.
- Roth, G.** (2001): Das Gehirn und seine Wirklichkeit. Kognitive Neurobiologie und ihre philosophischen Konsequenzen. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Schirp, H.** (2000): Praktische Philosophie in Nordrhein-Westfalen. In: Schilmöller, R., u.a. (Hrsg.): Ethik als Unterrichtsfach. Münster: Aschendorff, S. 129-153
- Schirp, H.** (2001): Social Learning and Values Orientation. A Contribution to Quality Development and to a Democratic School Culture. In: Letschert, J. (Hrsg.): Turning the Perspective. New Outlooks for Education. Enschede: slo, S. 129-153.
- Schirp, H.** (2003a): Schülerdemokratie und Schulentwicklung: Konzeptuelle und organisatorische Ansätze zur Entwicklung einer demokratischen und sozialen Lernkultur. In: Palentien, Ch./ Hurrelmann, K. (Hrsg.): Schülerdemokratie. Mitbestimmung in der Schule. München: Luchterhand, S. 47-67.
- Schirp, H.** (2003b): Neurowissenschaften und Lernen. Was können neurobiologische Forschungsergebnisse zur Unterrichtsgestaltung beitragen? In: Die Deutsche Schule, H. 3, S. 304-316.
- Schirp, H.** (2004): Wie lernt unser Gehirn Wertorientierungen? In: Symposion „Erziehungskultur und soziales Lernen“. Bönen: Kettler, S. 8-22.
- Sennett, R.** (2002): Respekt im Zeitalter der Ungleichheit. Berlin: Berlin Verlag.
- Singer, W.** (2002): Der Beobachter im Gehirn. Essays zur Hirnforschung, Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Spitzer, M.** (2000): Geist im Netz. Modelle für Lernen, Denken und Handeln. Heidelberg/ Berlin: Spektrum.
- Spitzer, M.** (2002): Lernen. Gehirnforschung und die Schule des Lebens. Heidelberg/Berlin: Spektrum.
- Spitzer, M.** (2004): Selbstbestimmen. Gehirnforschung und die Frage: Was sollen wir tun? Heidelberg/Berlin: Spektrum.