

Transferzentrum für Neurowissenschaften und Lernen (ZNL) – seine Methodik und Forschung

Katrin Hille

Das ZNL im Überblick:

Zeitablauf:

gegründet April 2004

Laufzeit: bis März 2009

Gesamtleitung:

Prof. Dr. Dr. Manfred Spitzer (Psychologe, Philosoph, Mediziner)

Forschungsleitung: Dr. Katrin Hille (Psychologin)

Geschäftsführung: Michael Fritz, (GHS Lehrer und ehemaliger Schulleiter)

Mitarbeiter:

Drei Fachfrauen, die das ZNL administrativ zusammenhalten,

14 Psychologen, 2 Erziehungswissenschaftler, 2 Lehrer (teilweise vom Unterricht freigestellt), 1 Sozialpädagogin, 1 Ärztin, 1 Biochemikerin, 1 Medienpädagogin und eine Schar unverzichtbarer studentischer Mitarbeiter und hilfreicher Praktikanten aller Couleurs.

Finanzierung:

5 Personalstellen aus der Zukunftsoffensive der Landesstiftung Baden-Württemberg

2 Personalstellen aus Mitteln des Freistaats Bayern

Eingeworbene projektgebundene Drittmittel

Rechtliche Anbindung:

Drittmittelprojekt der Psychiatrischen Universitätsklinik Ulm

Auftrag:

Klären, ob die Ergebnisse der Hirnforschung einen Beitrag leisten können für die Bildung und das Lernen, wie es in der Schule und in anderen Bildungseinrichtungen stattfindet.

Das Vorgehen des Zentrums

- a) kognitiv-neurowissenschaftliche Grundlagenforschung von Lernprozessen und
- b) neurowissenschaftlich motivierte anwendungsorientierte Forschung an Bildungseinrichtungen

Das Transferzentrum hat sich bewährt, um den Austausch der an den Lernprozessen beteiligten Professionen (Biologen - Mediziner - Psychologen - Pädagogen - Lehrer) zu intensivieren und zu beschleunigen. Wie geschieht dies in der Praxis?

Themenschwerpunkt: Lese-Rechtschreibstörung

Ungefähr bis Weihnachten kann eine erfahrene Erstklasslehrerin einschätzen, welcher ihrer Schützlinge vielleicht eine LRS (Lese-Rechtschreibstörung) hat, weil er überhaupt nicht mit dem Lesen- und Schreibenlernen zu Recht kommt. Im Durchschnitt dürfte es ungefähr ein Kind pro Klasse sein.

Was steckt hinter einer LRS? Lesen, Schreiben, Sprechen und Sprachverstehen erfordern vom menschlichen Gehirn Höchstleistungen. Es geht um Dinge, die kaum auf der Tagesordnung standen, während sich seit einer Million Jahren das menschliche Gehirn entwickelt hat. Sprachverstehen zum Beispiel ist ein Prozess, der enorme Schnelligkeit und höchste Präzision erfordert. Der Unterschied der Laute /b/ und /p/, /g/ und /k/ sowie /d/ und /t/ muss innerhalb von 20 Millisekunden erfasst werden. Dieser Unterschied ist anscheinend zu kurz für manche Gehirne. Wohl gemerkt: hier geht es nicht um eine Schwäche des Ohres, sondern um eine, wie der Fachmann sagt, „zentrale Störung“ (= im Gehirn) der Hörverarbeitung.

Moment mal! Wer nicht richtig lesen kann, hat Probleme mit dem Hören? So seltsam das klingen mag: ja, das ist eine Möglichkeit. Wer Sprache nicht klar „hört“ sondern wie aus einem alten Lautsprecher, bekommt auch Schwierigkeiten, die einzelnen Worte und Wortbestandteile auseinander zu dröseln. Dieses Auseinanderdröseln, die Fähigkeit, auch schnell wechselnde sprachliche Reize problemlos zu verarbeiten und so die Sprachlaute eindeutig wahrzunehmen, ist ein Fundament für das reibungslose Erlernen des Lesens und Schreibens. Ist dieses Fundament wackelig oder brüchig, so fällt es schwer, alle weiteren Fertigkeiten, die fürs Lesen und Schreiben gebraucht werden, darauf aufzubauen.

Im ZNL werden Studien durchgeführt, die diese zentrale Störung der Hörverarbeitung mittels Elektroenzephalographie (EEG) messen. Der Vorteil dieser Methode liegt darin, dass Kinder nicht gefragt werden müssen, ob sich /ba/ und /pa/ für sie ähnlich anhören, sondern es kann direkt von der Reaktion des Gehirns abgelesen werden.

Zurück zur Lehrerin der Grundschulklasse: So richtig sicher kann sie sich natürlich nicht sein, ob der Schüler, der vor ihr sitzt, an LRS leidet. Nicht jeder, der Probleme beim Lesen- und Schreibenlernen hat, muss gleich eine LRS haben. Und nicht jeder, der sich einigermaßen tapfer auf dem Feld der Buchstaben

schlägt, ist zwangsläufig gänzlich frei davon. Um eine LRS festzustellen, braucht es eine fachgerechte Diagnose.

Fachgerechte Diagnosen bedürfen normierter Lese- und Rechtschreibtests. Aber selbst wenn sich bei diesen Tests herausstellt, dass die Lese- und Schreibfertigkeiten eines Kindes im Vergleich zu denen der Klassenkameraden deutlich schlechter sind, heißt die Diagnose noch nicht zwangsläufig LRS. Es könnte ja sein, dass das Kind generell Probleme beim Lernen hat, vielleicht kann es auch nicht richtig sehen oder es ist schwerhörig. All das muss ausgeschlossen werden, um die Diagnose LRS stellen zu können.

LRS ist eine stetig verlaufende Krankheit – im Unterschied zu sagen wir mal Kopfschmerzen. Wer am Abend Kopfschmerzen hat, muss nicht auch am nächsten Morgen noch Kopfschmerzen haben. Aber wer am Abend LRS hat, hat sie auch noch nächsten Vormittag, wahrscheinlich sogar sein ganzes Leben lang. Im günstigsten Falle lernt der Betroffene mit seiner LRS umzugehen, und die Symptome können gemildert werden.

Nehmen wir einmal an, die umsichtige Lehrerin hat das richtige Gespür und das arme Kind tatsächlich eine LRS. Was dann passiert, ist von Schule zu Schule und von Bundesland zu Bundesland verschieden. Während man, egal in welcher Schule und in welchem Bundesland man Kopfschmerzen hat, jeweils die gleichen effektiven Heilverfahren zur Verfügung gestellt bekommt, gilt das selbe nicht für LRS. Es gibt eine große Anzahl von LRS-Therapien, doch leider keine „Stiftung Warentest“ dafür. Selbst der engagiertesten Beratungslehrerin, von Eltern ganz zu schweigen, fällt es schwer, den Überblick zu behalten und die Spreu vom Weizen zu trennen. Welche Therapie ist wirksam und welche verschwendet Geld, Zeit und Vertrauen?

In dieser Situation hat sich das Transferzentrum das Ziel gesetzt, Therapien und Frühförderprogramme, aber auch Verfahren zur Reihenuntersuchung auf ihre Wirksamkeit und Wirkungsbedingungen hin zu untersuchen. Solche Ziele sind nicht neu. Daran arbeiten Mediziner, Psychologen und Pädagogen, seit die LRS vor 75 Jahren als Problem definiert worden ist. Was das Transferzentrum in die Arbeit mit einbringt, sind wiederum die neurowissenschaftlichen Methoden: zum Beispiel die Magnetresonanztomographie, die im Transferzentrum eingesetzt wird, um der LRS auf die Schliche zu kommen. Weiterhin werden mit Hilfe des oben erwähnten EEGs Verfahren zur Reihenuntersuchung (Screening), die eine der Ursachen einer später auftretenden LRS abbilden wollen, untersucht. Mit guten Screeningverfahren können Kinder frühzeitig entdeckt werden, die andernfalls erst später, nach vielen frustrierenden Monaten erfolglosen Lesen-und-Schreibenlernens von ihrer Grundschullehrerin bemerkt werden.

Das EEG hilft auch festzustellen, inwieweit eine Therapie eine der LRS zugrunde liegende zentrale Hörverarbeitungsstörung lindern konnte. Wenn Eltern und Lehrer hören, dass LRS ein Gehirnproblem ist, dann resignieren sie oft. „Ja, was soll man da machen?!“ Diese Resignation ist jedoch ungerechtfertigt. Wie es im Kopf aussieht, ist zwar zum Zeitpunkt der Geburt größtenteils Sache der Gene, doch danach entscheidet die Umwelt ganz wesentlich mit. Das Gehirn entwickelt sich durch die Umwelt und ihre Anforderungen. Sieht das Gehirn viele ähnliche Gesichter, so lernt es leichter, sie unterscheiden. Hört es gezielt

viele ähnlich klingende Laute, so kann auch die Hörverarbeitung verbessert werden.

Um sowohl der Grundschullehrerin das Raten, wie auch ihren Schützlingen die Frustration zu ersparen, entwickelt das ZNL ein webbasiertes Verfahren zur Reihenuntersuchung und Frühförderung im Kindergartenalter. Schon in diesem Alter ist feststellbar, ob ein Kind Probleme bei der Hörverarbeitung hat. Schon im Kindergarten kann trainiert werden, ähnlich klingende Laute auseinander zu halten.

Dieses webbasierte Verfahren werden die Forscher im ZNL mit Hilfe von neurowissenschaftlichen Methoden in seiner Aussagekraft überprüfen können, aber es sind nicht nur diese Methoden, die dieses Instrument auszeichnen soll. Wichtig ist die Interdisziplinarität der Herangehensweise bei der Entstehung dieses Instruments. An diesem Projekt arbeiten eine Sprachentwicklungspsychologin und eine Medienpsychologin zusammen mit Medizinern und Medizinstudenten, da sind eine Beratungslehrerin und eine Grundschullehrerin, die neben einem Lehrauftrag zum Schriftspracherwerb an der pädagogischen Hochschule noch im ZNL forscht. Da gibt es eine Kooperation mit der Fakultät für Informatik an der Fachhochschule, die das Webportal programmiert. Da sind Multimedia-Studenten, die im Rahmen einer Semesterarbeit Spieloberflächen für dieses Instrument entwerfen. Da gibt es Lehrerkollegen, die mit Kindern arbeiten, die eine LRS haben und Ulmer Kindergärten, in denen die Forscher das Instrument erproben dürfen.

Literatur für einen Überblick zum Stand der Forschung

Schulte-Körne, G. (Hrsg.): Legasthenie. Zum aktuellen Stand der Ursachenforschung, der diagnostischen Methoden und der Förderkonzepte. 2002, Bochum: Verlag Dr. Winkler.
Schulte-Körne G, Remschmidt H. Legasthenie – Symptomatik, Diagnostik, Ursachen, Verlauf und Behandlung. Deutsches Ärzteblatt. 2003; 100: 396-406

Weiterführende Literatur

Demonet JF, Taylor MJ, Chaix Y. Developmental dyslexia. *Lancet*. 2004 May 1; 363 (9419):1451-60.
Noble KG, McCandliss BD. Reading development and impairment: behavioral, social, and neurobiological factors. *J Dev Behav Pediatr*. 2005 Oct; 26(5): 370-8.
Vellutino FR, Fletcher JM, Snowling MJ, Scanlon DM. Specific reading disability (dyslexia): what have we learned in the past four decades? *J Child Psychol Psychiatry*. 2004 Jan; 45(1): 2-40.

Themenschwerpunkt: Bewegung

Manche der engagierten Lehrer, die das Lernen in ihren Schulklassen effektiver gestalten wollen, haben die „Bewegung“ für sich und ihre Schüler entdeckt. In vielen Klassenzimmern gibt es Sitzbälle und andere mobile Sitzmöbel. Es werden aktive Entlastungsbewegungen oder passive Entlastungshaltungen in den Schulalltag mit eingebaut oder der Unterricht wird mit kurzen Bewegungspha-

sen aufgelockert. Für die Pausen werden den Schülern z.B. Tischtennisplatten oder Kletterwände zur Verfügung gestellt.

Lehrer berichten von den Erfolgen dieser „Bewegten Schule“. Es wird eine verbesserte Lern- und Arbeitsatmosphäre geschildert, weniger Gewaltbereitschaft, höhere Aufmerksamkeit und Konzentration. Schlichtweg: es wird besseres Lernen beschrieben.

Gibt es neben diesen Erfahrungsberichten auch „harte Daten“ aus der Forschung? Sportwissenschaftler sind dieser Frage auf der Spur und konnten bereits korrelative Zusammenhänge zwischen Bewegungskoordination und Konzentration nachweisen. Ob es sich dabei aber um einen ursächlichen Zusammenhang handelt (weil man die bessere Bewegungskoordination hat, kann man sich besser konzentrieren) oder auch nicht (Alternativen: weil man sich besser konzentrieren kann, gelangt man zu einer besseren Bewegungskoordination, oder weil man „gute Gene“ hat, kann man sich besser konzentrieren und hat die bessere Bewegungskoordination) bleibt vorerst noch abzuwarten.

Aus der neurowissenschaftlichen Perspektive ist ein ursächlicher Zusammenhang zwischen Bewegung und Konzentration sowie Aufmerksamkeit durchaus nachvollziehbar. Selbst bei einer moderaten Belastung, einer leichten Bewegung auf dem Fahrradergometer kommt es zu einer Zunahme der regionalen Hirndurchblutung um 20%. Bei stärkerer Belastung sogar um 30%. Wie sich diese Durchblutungszunahme und die dadurch verbesserte Sauerstoffversorgung auf Denk- und Lernleistung auswirken, ist bislang noch nicht zufriedenstellend geklärt. Es scheint jedoch, dass Bewegung einen positiven Einfluss auf die Neurotransmitter im Gehirn hat. Laborexperimente vor allem auch an Tieren, denen man einfacher ins Gehirn schauen kann, liefern dazu erste Hinweise. Bei Menschen gibt es jedoch auch schon viel versprechende Experimente, die kognitive Leistungen in Abhängigkeit von Bewegung untersuchen. Studien mit depressiven Patienten zeigten, dass sich eine halbe Stunde Fahrradfahren positiv auf die Stimmung und auch auf höhere kognitive Leistungen, wie zum Beispiel Aufmerksamkeitsfokussierung auswirkte.

Für den Schulalltag sind diese Befunde vor allem dann relevant, wenn gezeigt wird, dass sie auch für Schüler gelten. Hier setzt der Themenschwerpunkt „Bewegung und Lernen“ im ZNL an. Ein interdisziplinäres Team von Psychologen, Medizinern und Pädagogen arbeitet an verschiedenen Studien, die den Einfluss von Bewegung auf Lernen beleuchten sollen. Von der Seite der Hirnforschung (mit Experimenten, die Neurotransmitterabbau und Leistungsdaten im Labor erheben) über Anwendungsforschung (was passiert, wenn Berufsschüler zusätzlich zu ihrem achtstündigen Lerntag drei mal wöchentlich joggen) bis hin zur Evaluation von Varianten der „Bewegten Schule“ werden Daten erhoben und Befunde gesammelt. Diese Vorgehensweise soll den raschen Transfer neurowissenschaftlicher Ergebnisse aus den Labors der Neurobiologen bis hin in die Klassenzimmer von Schulen ermöglichen.

Weiterführende Literatur:

- Harada T., Okagawa S., Kubota K. Jogging improved performance of a behavioral branching task: implications for prefrontal activation. *Neurosci Res*, 2004 49: 325-337.
- Kramer AF, Colcombe SJ, McAuley E, Scalf PE, Erickson KI. Fitness, aging and neurocognitive function. *Neurobiol Aging*, 2005 26: Suppl 1, 124-127.
- Laurin D, Verreault R, Lindsay J, MacPherson K, Rockwood K. Physical activity and risk of cognitive impairment and dementia in elderly persons. *Arch Neurol*, 2001 58(3): 498-504.
- van Praag H, Christie B, Sejnowski T, Gage F. Running enhances neurogenesis, learning and long-term potentiation in mice. *PNAS*, 1999, 96(23): 13427-13431.

Themenschwerpunkt: Emotionen und Lernen

Positive Emotionen sind wichtig beim Lernen. Das ist eine Binsenweisheit, Allgemeinwissen, aber noch nicht „Allgemein-Tun“.

Es gibt auch anderes Allgemeinwissen: Lernen muss manchmal wehtun. Natürlich kann man sehr wohl auch mit Angst und Schmerz lernen. Einmal auf die heiße Herdplatte gefasst – für immer gelernt, dass man es nicht tun sollte.

So lassen sich Meinungen und Anekdoten pro und kontra „positive Emotionen“ auch in der Schule finden. Doch wenn man alle Meinungen und Anekdoten beiseite schiebt und Daten aus empirischen Studien betrachtet, dann zeigt sich das folgende Bild:

Was in einer positiven Stimmung gelernt wird, wird eher behalten, und was mit emotionaler Aktivierung gelernt wird auch. Was mit Angst gelernt wird, wird auch mit Angst wieder abgerufen. Hatten Sie schon einmal einen Verkehrsunfall? Was passierte in den Sekunden, die zum Unglück führten? Ist Ihnen danach einmal eine ähnliche Situation begegnet? Was dann normalerweise passiert, ist folgendes: a) man erinnert sich blitzschnell an den Unfall und b) die Angst und der erhöhte Herzschlag sind auch sofort wieder da.

Im Magnetresonanztomografen können Forscher beobachten, was passiert, wenn etwas entweder in positiver oder in negativer Stimmung gemerkt wird. Nicht nur wurde ein Unterschied gefunden, der belegt, dass man sich in positiver Stimmung mehr einprägt als im Vergleich zu negativer oder neutraler Stimmung. Auch konnte gezeigt werden, dass jeweils verschiedene Hirnregionen beteiligt waren. Was in negativer Stimmung gelernt wurde, aktivierte den Mandelkern (der analysiert, wie gefährlich ein Außenreiz ist). Was in positiver Stimmung gelernt wurde, aktivierte Strukturen rund um den Hippocampus (die „Eingangspforte“ in das Gedächtnis).

Das weiß man aus Studien im Labor, wo zu Studienzwecken eine Person ziemlich reglos für eine Stunde im Scanner liegt. Das ZNL führt diese Forschungen weiter, doch gleichzeitig fragt man sich: Wie sieht es mit den Emotionen in der Schule aus?

Wie der gesamte emotionale Tagesablauf eines Schülers aussieht, ist schwierig zu ermitteln. Im ZNL versuchen Mediziner und Psychologen, den Emotionen der Jugendlichen mit einem Langzeit-EKG auf die Spur zu kommen. Man weiß, dass der Herzschlag auf eine körperliche Aktivität reagiert. Wer die

Treppe hoch rennt, dessen Herz klopft schneller. Man weiß aber auch: Wenn das Herz auch ohne eine nennenswerte körperliche Aktivität schneller klopft, dann ist das auf etwas anderes zurückzuführen: auf emotionale Beanspruchung. Man ärgert sich vielleicht mächtig oder freut sich riesig.

Den Herzschlag und damit auch die Phasen emotionaler Beanspruchung nimmt das Langzeit-EKG eines Schülers über 24 Stunden hinweg auf. Nun können die emotionale Beanspruchung von Jugendlichen in der Schule im Vergleich zum Freizeitverhalten und im Hinblick auf verschiedenen Freizeitaktivitäten festgestellt werden. Es lassen sich altersbedingte Unterschiede und Veränderungen ablesen, die unterschiedliche Beanspruchung in der Schule und in der Freizeit in Abhängigkeit vom Schultyp, oder auch Verhaltens- und Beanspruchungsunterschiede zwischen Jungen und Mädchen.

Literatur für einen Überblick zum Stand der Forschung:

Jerusalem M, Pekrun R (Hrsg.). Emotion, Motivation und Leistung. 1999, Göttingen: Hogrefe

Weiterführende Literatur:

Erk S, Kiefer M, Grothe J, Wunderlich AP, Spitzer M, Walter H. Emotional context modulates subsequent memory effect. *Neuroimage*. 2003 Feb; 18(2): 439-47.

Erk S, Martin S, Walter H. Emotional context during encoding of neutral items modulates brain activation not only during encoding but also during recognition. *Neuroimage*. 2005 Jul 1; 26(3): 829-38.

Pekrun R. Schüleremotionen und ihre Förderung. Ein blinder Fleck der Unterrichtsforschung. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 1998, 44: 230-248.

Forschungsmethodik im ZNL

Neben den drei vorgestellten Forschungsschwerpunkten gibt es auch andere Studien im ZNL. Sie alle sollen letztendlich helfen, die Brücke von der Neurowissenschaft bis in die Bildungseinrichtungen zu schlagen. Das ist ein weiter Weg und er wurde von manchen als zu weit angesehen. Andere wiederum meinen, dass es gar kein Problem sei und verallgemeinern neurowissenschaftliche Forschungsergebnisse bis zur Unkenntlichkeit und kreieren damit Hirnmythen.

Wie gelingt es nun eine Brücke zu bauen, die die doch recht weite Kluft von den neurowissenschaftlichen Labors bis hinein in den Schulalltag überbrückt? Das ZNL versucht es mit 5 Brückenpfeilern.

(1) *Die praxisrelevante Fragestellung*. Fragestellungen findet jeder Forscher viele. Eine Studie wirft im Normalfall mehr Fragen auf als sie Antworten gibt. Doch um eine Frage von Praxisrelevanz zu stellen, muss man wissen, wie es in der Praxis zugeht. Deshalb werden unsere Fragestellungen zusammen mit Praktikern erarbeitet.

(2) *Die Grundlagenforschung*. Das ist einfach. Für die Rezeption und Erweiterung dieser Art von Forschung ist jeder Wissenschaftler bestens ausgebildet.

(3) *Die Anwendungsforschung*. Das ist schwieriger, denn hier müssen die Ansprüche der reinen Forschung oft denen der Praktikabilität weichen. Doch erst wenn sich die Theorien der Neurowissenschaftler und die Ergebnisse aus ihren Laboren unter lebensnäheren Bedingungen bewähren, kann man mit Hilfe von Pädagogen Schul- und Unterrichtskonzepte gestalten.

(4) *Die Evaluation im Schulalltag*. Das geschieht mit „normalen“ Lehrern, „richtigen“ Schülern und „echten“ Lerninhalten. Die Forscher beobachten, dokumentieren, befragen und messen mit Tests die Wirkung des Inputs, also des bestimmten Fördermaterials, der konkreten Lernmethode, der bewusst herbeigeführten Veränderung.

(5) *Die Multiplikation*. Was so erforscht, erprobt und evaluiert wurde, fließt in die Aus- und Fortbildung für Lehrer ein. Dazu werden vom ZNL u.a. besondere Pädagogische Berater geschult, die in Konferenzen, an Pädagogischen Tagen und in der Lehrerbildung die Erkenntnisse der angewandten Forschung verbreiten.

Lernen findet im Kopf statt – oder gar nicht. Will man Lernen effektiver gestalten, sollte man deshalb wissen, was im Kopf vor sich geht, wenn gelernt wird. Natürlich kann die Neurowissenschaft nicht sagen, wie in Klasse 7 der Kraftbegriff eingeführt werden soll. Aber gegen die neurowissenschaftlichen Grundgesetze sollte dabei möglichst nicht verstoßen werden. Sie bilden einen Rahmen für pädagogisches Handeln. Man kann natürlich auch in Unkenntnis dieser Gesetze lehren. Man kann auch Autos bauen, ohne die Gesetze der Physik zu beachten – aber keine von Weltklasse.