

**Ringvorlesung Angewandte
Kindheitswissenschaften**

WS 06/07

**Frühkindliche Hirnentwicklung und Folgen
von Hirnschädigungen**

Dr. Claudia Wendel

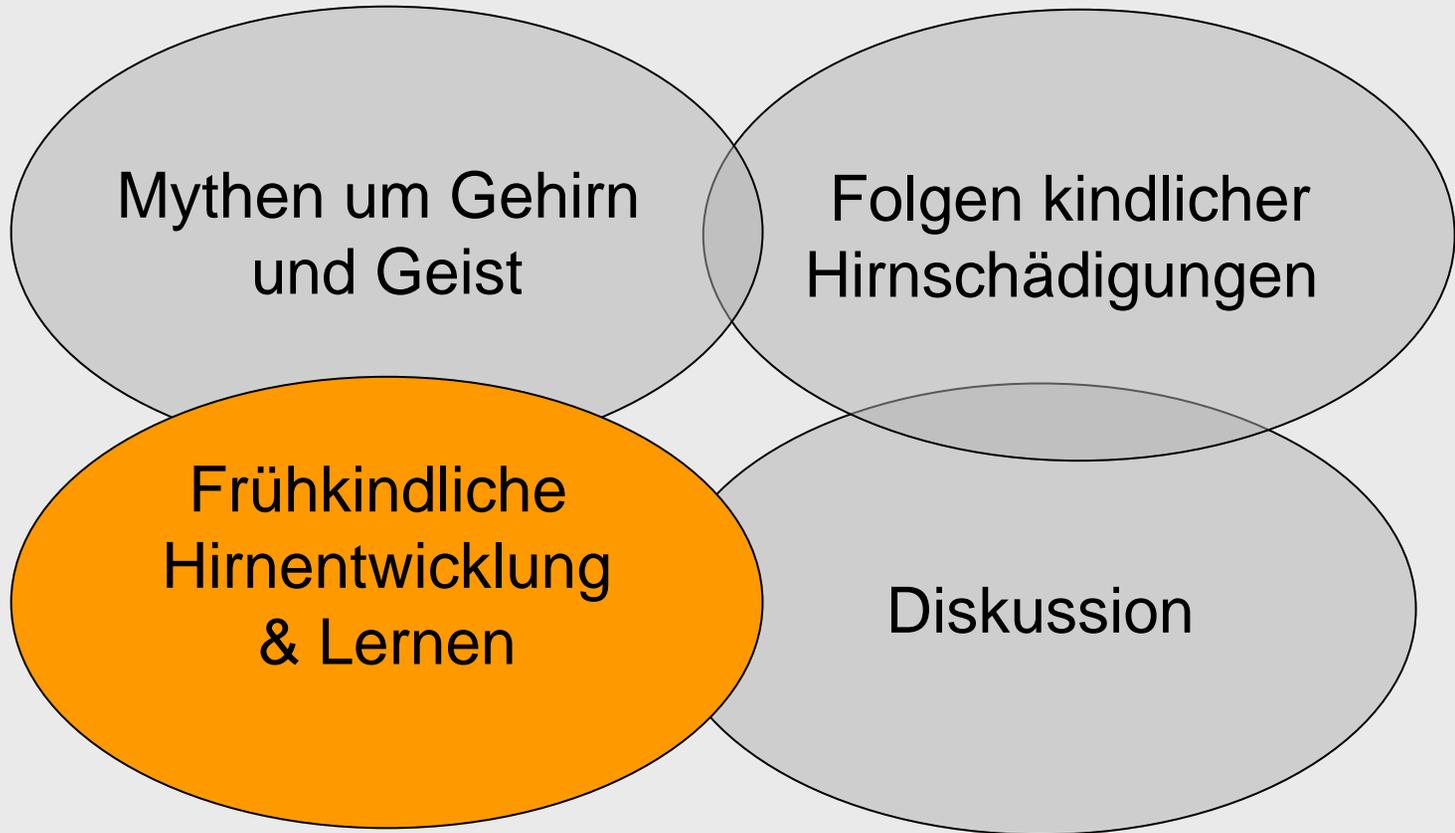
**Professur Klinische Neuropsychologie, Hochschule Magdeburg-
Stendal (FH), Studiengang Rehabilitationspsychologie**

Mythen um Gehirn
und Geist

Folgen kindlicher
Hirnschädigungen

Frühkindliche
Hirnentwicklung
& Lernen

Diskussion



- Ist neurowissenschaftliches Wissen stets auch pädagogisch relevantes Wissen?

Stellenwert neurowissenschaftlicher Befunde für pädagogische Theorie und Praxis

- Neurowissenschaften (Neurobiologie) beansprucht, mentale, kulturelle und soziale Phänomene zu erklären
- Gegenstandsbereiche der Geistes-, Sozial-, und Kulturwissenschaften (humanities) werden verstärkt von den Naturwissenschaften (sciences) untersucht: Projekt der „Naturalisierung des Geistigen“: Erforschung neuronaler Korrelate kognitiver Fähigkeiten
- Gemeinsamer Gegenstand: Lernen

» Müller (2006)

Stellenwert neurowissenschaftlicher Befunde für pädagogische Theorie und Praxis

- Verstärkte Aufmerksamkeit gegenüber Hirnforschung durch starke Medienresonanz und geschickte Popularisierung neurowissenschaftlicher Erkenntnisse
- Neurowissenschaftliche Erkenntnisse als „Schlüssel zum Lernen“?
- Fragliche pädagogische Relevanz?

» Müller (2006)

Stellenwert neurowissenschaftlicher Befunde für pädagogische Theorie und Praxis

- „Lernen ist Gegenstand der Gehirnforschung; daher wird ein Lehrer, der weiß, wie das Gehirn funktioniert, besser lehren können.“
» Spitzer (2003)
- Das schlechte Abschneiden deutscher SchülerInnen bei PISA als Resultat einer Pädagogik, die gegenüber den neurowissenschaftlichen Erkenntnissen über Lernvorgänge blind sei.
» Becker (2006)
- Wer von der Arbeitsweise des Gehirns nichts verstehe, hätte keine Ahnung davon, wie Kinder am besten lernen.
» Scheich (2003)

Stellenwert neurowissenschaftlicher Befunde für pädagogische Theorie und Praxis

- Verwissenschaftlichung von Binsenweisheiten?? (Didaktik)
 - Kinder lernen bestimmte Sachverhalte schneller als Erwachsene
 - Existenz von sensiblen Phasen des Lernens
 - Angstfreies Lernklima führt zu besseren Lernergebnissen

» Müller (2006)

Stellenwert neurowissenschaftlicher Befunde für pädagogische Theorie und Praxis

- Radikaler Bruch mit pädagogischen Gewissheiten? Erziehung zielt traditionell auf die Entwicklung moralischen Bewusstseins, auf die moralisch verantwortliche „mündige“ Person – was aber, wenn die Verantwortung einer Person lediglich Selbsttäuschung ist (Freiheitsdebatte: Menschliches Handeln gehe nicht auf Intentionen eines Subjekts zurück sondern werde vom Gehirn gesteuert)

» Müller (2006)

Stellenwert neurowissenschaftlicher Befunde für pädagogische Theorie und Praxis

- Verschiedene Rezeptionsmuster in den Erziehungswissenschaften:
 - Direkte Aufnahmen: Setzen auf unvermittelten Import nw Erkenntnisse
[\[http://www.neuropaedagogik.de/\]](http://www.neuropaedagogik.de/)
 - Kritische Begrenzungen: Erörtern die Defizite zeitgenössischer Hirnforschung
 - Kritische Übersetzungen: Formulieren erziehungswissenschaftliche Rückfragen an nw Forschung

» Müller (2006)

Stellenwert neurowissenschaftlicher Befunde für pädagogische Theorie und Praxis

- Wichtige Fragen:
 - Stellt der Gehirn-Primat der Neurowissenschaften eine Vereinseitigung und Verkürzung dar?
Unterschätzt die gehirn-zentrierte Sicht die Relevanz des Körpers in toto?
 - Berücksichtigt eine neurowissenschaftliche Beschreibung des Lernens Spezifika pädagogischer Prozesse hinreichend? Pädagogik und Didaktik fokussieren auf die Möglichkeiten des Lehrens unter den Bedingungen des Lernens, der interaktive und intersubjektive Charakter pädagogischer Prozesse wird betont

» Müller (2006)

Stellenwert neurowissenschaftlicher Befunde für pädagogische Theorie und Praxis

- Themenfelder der erziehungswissenschaftlichen Rezeption
 - Neuronale Plastizität: Abhängigkeit der Hirnentwicklung von Umwelteinflüssen
 - Forschungen zu Lernen und Gedächtnis, Bedeutung von Emotionen
 - Befunde und Deutungen zum Thema Willensfreiheit

» Müller (2006)

Neuronale Plastizität:
Abhängigkeit der
Hirnentwicklung von
Umwelteinflüssen

Synaptische Plastizität

Synaptische Plastizität: Fähigkeit von Nervenzellen, während der Entwicklung und Regeneration des ZNS neue Synapsen auszubilden oder die synaptische Funktion dem jeweiligen Bedarf anzupassen

Drei Hauptformen:

- Entwicklungsplastizität
- Übungsinduzierte Plastizität und Lernen erwachsenen Gehirn
- Läsionsinduzierte Plastizität (Regeneration nach Verletzungen des ZNS)

Phasen der Neuralentwicklung

Induktion der Neuralplatte

Neurale Proliferation

Neurale Proliferation

Axonales Wachstum und Synapsenbildung

Synaptische Reorganisation

- Die synaptische Reorganisation ist während der Entwicklung – in den sog. kritischen Perioden – am flexibelsten, wenn aus einem genetisch angelegten Überschuss von Synapsen die korrekten Verbindungen selektiert und ausgebildet werden.

Entwicklungsplastizität

- dafür verantwortlich, dass sich die motorischen, sensorischen, kognitiven und sprachlichen Leistungen bzw. ihre neuronalen Korrelate im ZNS entwickeln
- Gemessen an funktionellen Gesichtspunkten ermöglichen die zum Zeitpunkt der Geburt bestehenden neuronalen Netze lediglich rudimentäre Gehirnleistungen, z.B. Massenbewegungen des Säuglings
- Synaptische Plastizität während der ZNS-Entwicklung: Effizienz der synaptischen Übertragung zu verstärken oder auszusprossen und an ihr Zielneuron korrekt anzukoppeln. Plastizität impliziert auch Lösung von bereits etablierten Verbindungen (falls ineffizient oder fehlerhaft).

Neuronentod und Synapsenneuanordnung

- Werden Umweltreize während der kritischen Periode unterbunden, so bedingt dies eine fehlerhafte synaptische Vernetzung, die nach Ablauf der kritischen Periode irreversibel wird

Auswirkungen von Erfahrung auf die neuronale Entwicklung

Übungsinduzierte Plastizität im erwachsenen ZNS

- Bestimmte Bezirke im ZNS behalten stete Formbarkeit der Synapsen: Hirnstrukturen, die Schlüsselposition bei Lernvorgängen und Gedächtnisbildung einnehmen
- Diese Formen der Plastizität im adulten Gehirn erfordern repetitiven Gebrauch bestimmter Synapsen
- Körperrepräsentation auf kortikaler Ebene nicht statisch festgelegt, passt sich spezifischen Erfordernissen an (Beispiel: Repräsentation des Lesefingers von Blinden, die Brailleschrift lesen, ist vergrößert)

Stellenwert neurowissenschaftlicher Befunde für pädagogische Theorie und Praxis

- Themenfelder der erziehungswissenschaftlichen Rezeption
 - Neuronale Plastizität: Abhängigkeit der Hirnentwicklung von Umwelteinflüssen
 - Forschungen zu Lernen und Gedächtnis, Bedeutung von Emotionen
 - Befunde und Deutungen zum Thema Willensfreiheit

» Müller (2006)

Forschungen zu Lernen und Gedächtnis, Bedeutung von Emotionen

Relevante neuronale Strukturen

	Episodisches Gedächtnis	Semantisches Gedächtnis	Prozedurales Gedächtnis	Priming
Enkodierung	limbisches System	limbisches System, cerebraler Cortex	Basalganglien Kleinhirn	cerebraler Cortex
Behalten	cerebraler Cortex (v.a. Assoziationsgebiete)	cerebraler Cortex (v.a. Assoziationsgebiete)	Basalganglien Kleinhirn	cerebraler Cortex (primäre sensor. Felder)
Abruf	temporo-frontaler Cortex (rechts)	temporo-frontaler Cortex (links)	Basalganglien Kleinhirn	cerebraler Cortex

Informationsspeicherung

- Information erreicht unser Gehirn über Sinnessysteme oder wird intern generiert
- Es erfolgt eine kurzfristige Speicherung (eine Art online-Halten der Information) in Strukturen des Parietal- und Frontallappens
- weitere Bewertungen erfolgen in Strukturen des Limbischen Systems, wo Bindungs- und Assoziationsprozesse vorgenommen werden

Zwei Schaltkreise (miteinander verbunden, interagieren während Einspeicherprozess):

- * Papez'scher Schaltkreis analysiert primär kognitive Anteile der Information
- * Basolateraler limbischer Kreis analysiert emotionale Anteile

Limbisches System

Hippocampus

LTP beim Lernen und Gedächtnis nach Hebb

- Ausbildung der synaptischen Bahnen ist grundlegender Mechanismus von Lernen und Gedächtnis
- Jede Erfahrung erzeugt unverwechselbares Muster neuronaler Aktivität
 - ➔ Grundlage des Kurzzeitgedächtnisses
- Veränderung der Eigenschaften der Synapsen
- Erleichterung der synaptischen Übertragung
 - ➔ Grundlage des Langzeitgedächtnisses

LTP

Eine Erfahrung
aktiviert
sensorische
Bahnen, die
neuronale
Impulse zum ZNS
leiten.

Langzeitgedächtnis: zirkulierende
Aktivität erzeugt strukturelle
Veränderungen in den Synapsen →
fördern später folgende Übertragungen
über die gleichen Bahnen

Emotionales Lernen: Bedeutung des internen Belohnungssystems

Internes Belohnungssystem

- Studien von Scheich mit Wüstenmäusen:
 - Erfolgreiche Bewältigung eines Problems bewirkt in den Mäusegehirnen Ausschüttung von Dopamin – Dopamin erzeuge Glücksgefühle und führe zu einem langfristigen Abspeichern des Lösungsweges
 - Übertragung auf schulischen Kontext: auch Menschen reagieren auf Lernerfolge mit Begeisterung, ein Kind lerne am besten, wenn es eine Aufgabe selbständig löst; da Lustgefühl, das damit einhergehe, sei nachhaltiger als jede Belohnung von außen – anders, als viele ErziehungswissenschaftlerInnen meinten
 - » Scheich (2003)
 - » Becker (2003)

Internes Belohnungssystem

- Pädagogische Konsequenz:
 - Erfolgreiches Lernen solle und könne nur bei bester Laune erfolgen
 - » Spitzer (2003)
 - Auch ohne pseudowissenschaftlichen neurodidaktischen Überbau wissen LehrerInnen, dass Angst ein schlechter Schulmeister sei
 - » Stern (2003)

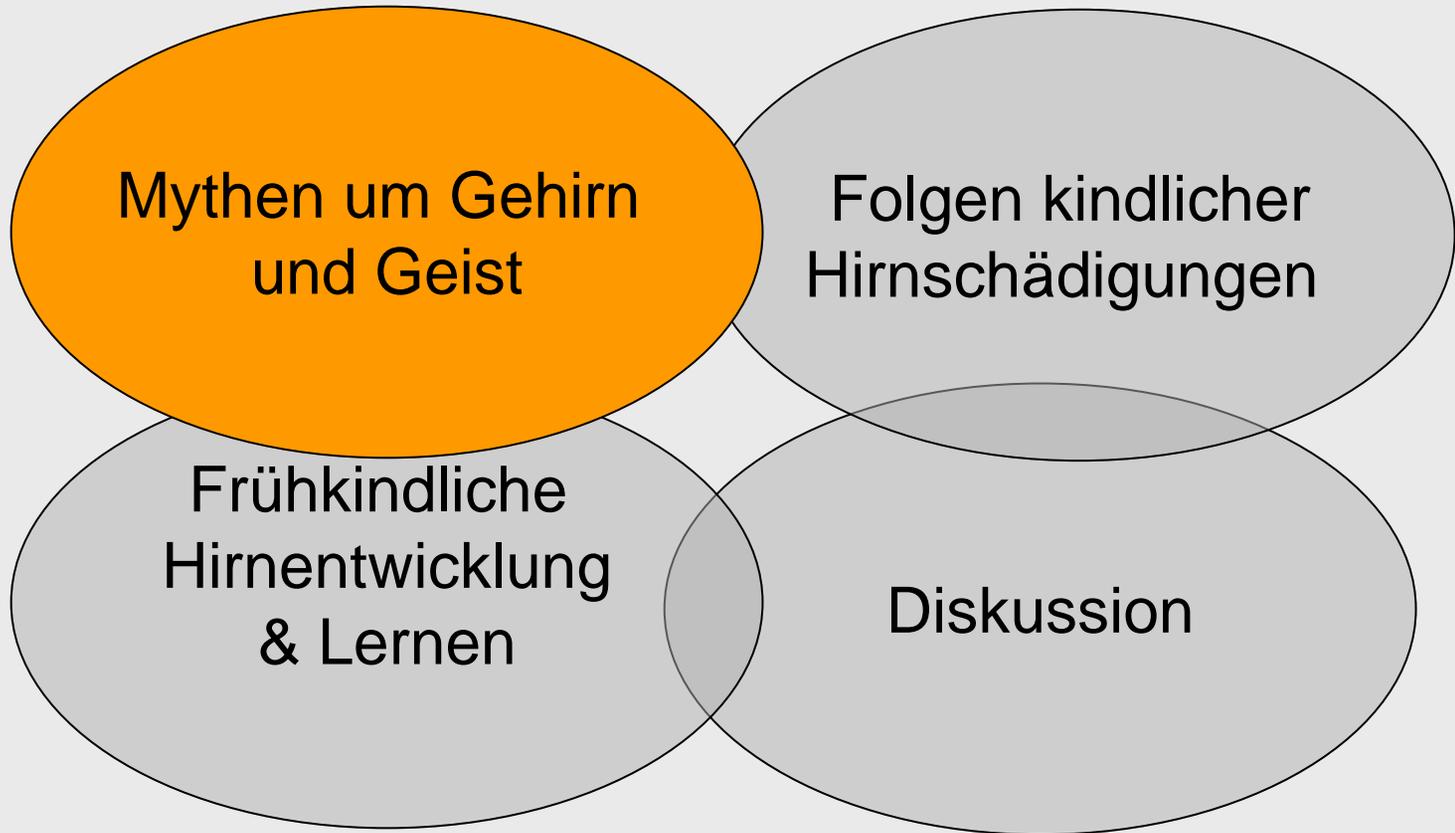
Hirnforschung (Prof. Spitzer) im Gespräch mit Lernforschung (Prof. Stern):

[...]

Stern: So versteht man nicht, warum man sich manchmal etwas merken kann und manchmal nicht

Spitzer: Das liegt an der Beteiligung der Emotionen

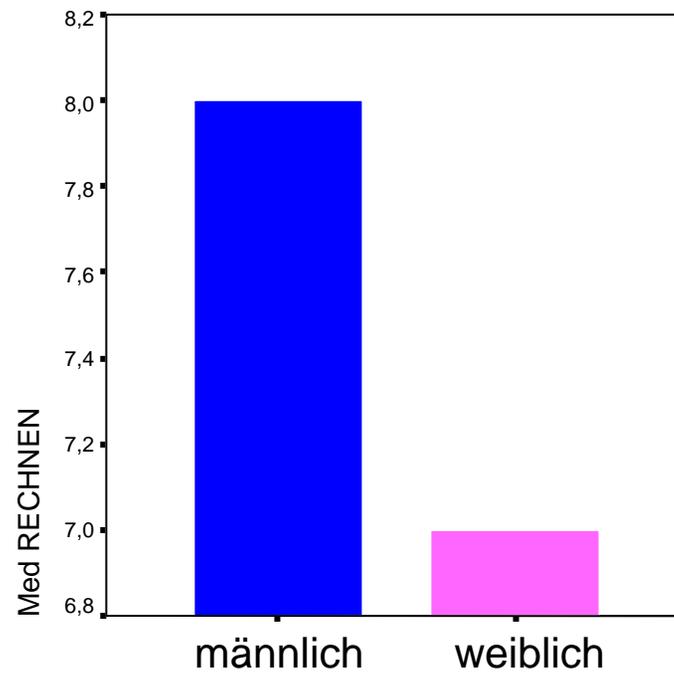
Stern: Nein, wir wissen inzwischen, dass die Gedächtnisleistung davon abhängt, wie das bereits verfügbare Wissen organisiert ist.



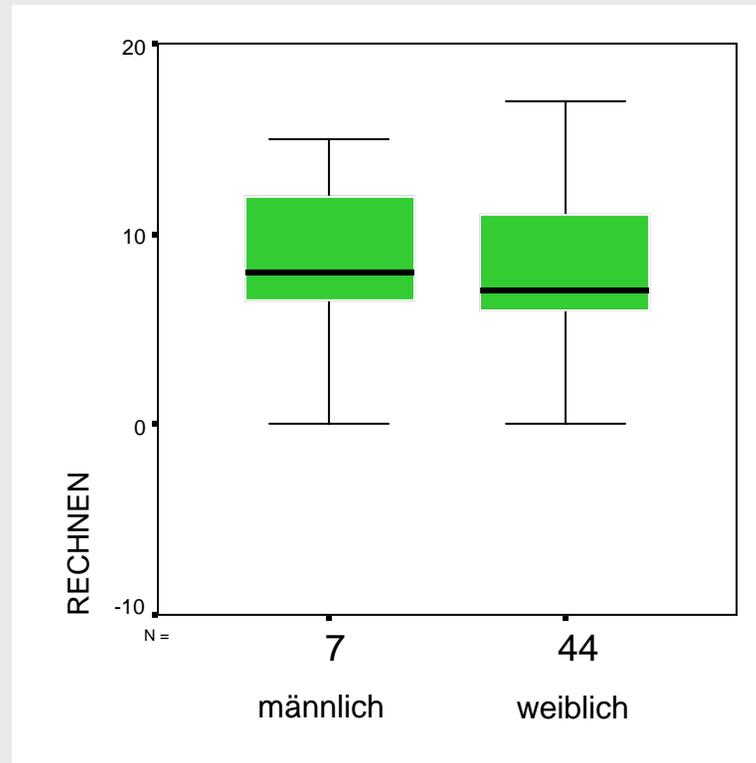
Männerhirne - Frauenhirne

Glaube keiner Statistik, die Du nicht selbst gefälscht hast....

Rechnen



Rechnen



Sprache

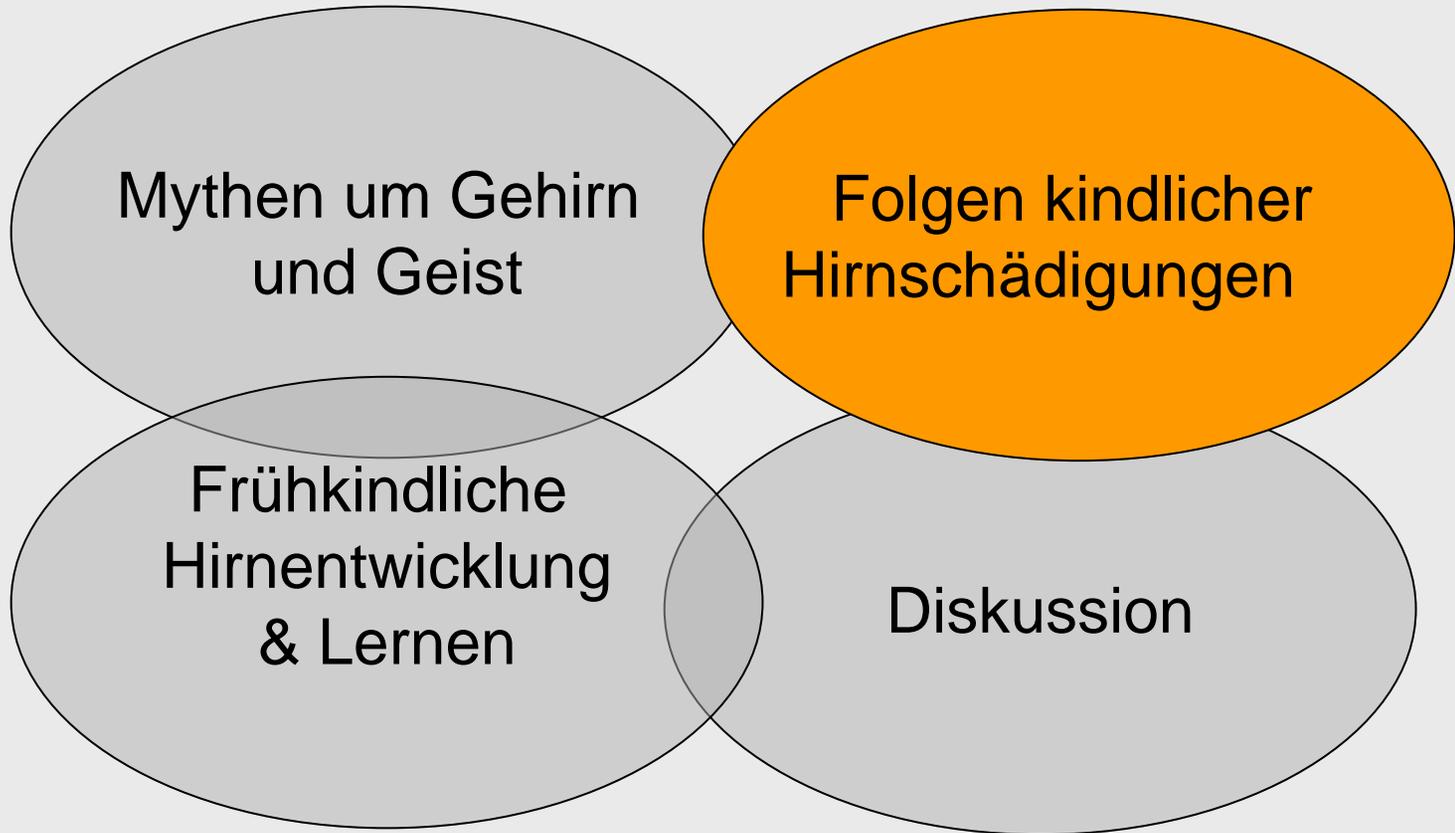
[...] To test whether language representation is indeed more bilateral in the female than in the male brain, a meta-analysis was performed on studies that assessed language activity with functional imaging in healthy men and women. [...] Fourteen studies were included, providing data on 377 men and 442 women. Meta-analysis [...] indicating no significant difference in language lateralization between men and women. It is therefore not likely that differences in language lateralization underlie the general sex differences in cognitive performance, and the neuronal basis for these cognitive sex differences remains elusive.

Brain, Vol. 127, No. 8, 1845-1852, August 2004

Do women really have more bilateral language representation than men? A meta-analysis of functional imaging studies
Iris E. C. Sommer¹, André Aleman¹, Anke Bouma² and René S. Kahn¹

Linkes Hirn – Rechtes Hirn

Assoziationsbahnen in den Hemisphären



Kernfrage der Neuropädagogik

Wie kann bei einem hirngeschädigten Menschen Entwicklung und Erholung mit pädagogischen Mitteln soweit angebahnt und erreicht werden, dass der betroffene Mensch so weit wie möglich (wieder) selbständig in der Gesellschaft leben und an ihr teilhaben kann?

Dr. Zieger

Ursachen von Hirnfunktionsstörungen im Kindesalter: Prä-, peri- und postnatale Hirnschädigungen

Pränatale Hirnschädigungen

- Genetische Syndrome
- Embryopathien nach Substanzmissbrauch und Intoxikationen
- Metabolische Veränderungen
- Fehlbildungen des ZNS

Perinatale Hirnschädigungen

- Frühgeburten
- Perinatale Komplikationen anderer Genese

Frühgeburten

Zwei Gruppen:

- Frühgeburt: Schwangerschaftsdauer < 37 Wochen, Neugeborene haben angemessenes Geburtsgewicht, liegt meist unter 2500 g
- Zu geringes Geburtsgewicht: Kinder unterschreiten das für ihr Gestationsalter erwartbare Gewicht

Durch Fortschritte der Intensiv-Neonatalogie überleben auch Frühgeborene mit extrem geringem Geburtsgewicht; diese Kinder haben in den nachfolgenden Jahren ein erhöhtes Risiko, unter kognitiven, psychosozialen oder verhaltensbezogenen Problemen zu leiden: RISIKOKINDER

Unreife des kindlichen Organismus bei Frühgeburten

- Unzureichende Blutgerinnungsfähigkeit, führt bei bis zu 50% zu prä- oder perinatalen Hirnblutungen
- Eingeschränkte Funktionsfähigkeit des bronchopulmonalen Systems (macht künstliche Beatmung notwendig)

„Bonner Längsschnittstudie“ (Sticker et al., 1998)

- 108 Frühgeborene, regelmäßig untersucht bis ins Erwachsenenalter
- Zweites Lebensjahr: besonders kritische Phase: Funktionsstörungen in einzelnen Bereichen können sich gegenseitig verstärken: Ungünstige Kombination von mangelnden Aufmerksamkeitsfunktionen, eingeschränktem Sprachverständnis und Defiziten im sinnvollen Umgang mit Spielzeug beeinflusst die weitere Entwicklung negativ
- Diskussion bzgl. Entwicklung: Verzögerungs-Theorie vs. Defizit-Theorie

Untersuchung von Miller et al. (1995)

- Frühgeborene vs. zeitgerecht geborene Kinder
- Drei Zeitpunkte: 6,12,24 Monate nach der Geburt
- Generell schlechterer Entwicklungsverlauf bei Frühgeborenen, Geburtskomplikationen als zentraler Prädiktor
- Motorische Defizite eher aufholbar als kognitive
- Frühgeborene Hochrisikokinder können vor allem sprachliche und kognitive Beeinträchtigungen in den ersten Lebensjahren nicht kompensieren

Fazit aus diversen Untersuchungen:

- Bei Frühgeborenen ist grundsätzlich mit späteren Hirnfunktionsstörungen zu rechnen
- Eine Beurteilung ausschließlich auf Grundlage motorischer und grobneurologischer Parameter erlaubt keine sichere Prognose über die langfristige neuropsychologische Entwicklung
- Kognitive Funktionsstörungen steigen mit zunehmendem Alter überproportional an (Müller, 1998): (9-11 Jahre: Frühgeborene 56%, Sehr früh Geborene 66%)
- Geburtsgewicht als geeigneter Prädiktor für Wahrscheinlichkeit späterer Entwicklungsstörungen

Neuropsychologische Beeinträchtigungen nach Frühgeburt

- Veränderungen der sensorischen Reizschwellen: hyper- oder hyposensible Reaktionen (Berührungsreize, Geräusche)
- Aufmerksamkeitsstörungen: insbesondere Daueraufmerksamkeit; damit verbundene Probleme: Benennungsgeschwindigkeit, Umstellungsfähigkeit, visuomotorisches Scanning

Perinatale Komplikationen anderer Genese

- Sauerstoffmangel-Syndrome (diverse Ätiologien) und perinatale Hirnblutungen können das gesamte Kontinuum von der infantilen Cerebralparese (schwere Lähmungserscheinung und mentale Retardierung), über hemiparetische Zustände, diskrete psychomotorische Koordinationsstörungen und minimale Reflexanomalien oder andere neurologische „soft signs“ bis hin zu völliger Folgenlosigkeit abdecken.

Perinatale Komplikationen anderer Genese: Verlauf

- Verlauf der np Funktionsfähigkeit hängt primär von der Schwere der initialen neurologischen Komplikationen ab
- Vor allem ist mit visuell-analytischen und räumlich-konstruktiven Störungen sowie mit einer Verzögerung der kognitiven Leistungsgeschwindigkeit zu rechnen

Langfristige Entwicklung prä- und perinatal beeinträchtigter Kinder

- Hängt entscheidend von frühzeitigen gezielten Interventionsmaßnahmen und begleitender Elternberatung ab
- Regelmäßige entwicklungsneurologische Untersuchungen (vor allem in vulnerablen Phasen) können zukünftige Entwicklungsrisiken zuverlässig identifizieren und hierdurch auch minimieren

Postnatale Hirnschädigungen

- Epilepsie
- Schädel-Hirn-Traumen
- Neurologische Erkrankungen
- Psychische Krankheiten unter neuropsychologischer Perspektive
- Lern- und (Teil-)Leistungsstörungen

Risiko

- Bei Kindern und Jugendlichen ist mit einer hohen Inzidenz neurogener Noxen und daraus resultierender neuropsychologischer Störungen unterschiedlicher Genese zu rechnen. Ca.185 pro 100000 Kinder haben „erworbene“ neurologische Behinderungen.

SHT: Langfristiger Verlauf

- „Heute muss man realistisch davon ausgehen, dass der Plastizität des Gehirns nach früh erworbenen Hirnschädigungen doch engere Grenzen gesetzt sind als dies lange Zeit angenommen wurde.“
- Gravierende Spätfolgen häufig auch nach leichtem SHT

SHT: Langfristiger Verlauf

- Zeitverzögertes Auftreten von Verhaltensstörungen
- Häufig erhöhte Anstrengung zur Kompensation, dadurch gesteigerte Stressreagibilität
- Stagnierendes Leistungsniveau = relative Verschlechterung

Schlaganfälle bei Kindern und Jugendlichen

- Schlaganfall/ Hirninfarkt/ apoplektischer Insult ist eine akute cerebrovaskuläre Erkrankung mit unterschiedlichen Ursachen und Erscheinungsformen; typische Krankheit des fortgeschrittenen Erwachsenenalters
- Jährliche Inzidenz im Kindesalter: 2.5/100000; im Unterschied zu Erwachsenen werden Schlaganfälle bei Kindern häufiger durch akute Hirnblutungen ausgelöst

Lern- und (Teil-)Leistungstörungen

- Etwa 10-15% aller Grundschul Kinder weisen schwerwiegende und behandlungsbedürftige Lernstörungen auf, von denen bei mindestens der Hälfte Hinweise auf neurogene Funktionsstörungen nachweisbar sind
- Lern- und Leistungsstörungen sollten nicht global als „Wahrnehmungsstörungen“ definiert werden, da ein unspezifisches „Wahrnehmungstraining“ als völlig unzureichend erscheint

Lern- und (Teil-)Leistungstörungen II

- Heterogenität der angewandten Klassifikations- und Diagnosekriterien!
- Gesundheitsökonomische Gesichtspunkte beeinträchtigen auch in DL die klassifikatorische Zuordnung umschriebener Entwicklungs- und Teilleistungsstörungen, zu diesen gehören:
 - Artikulationsstörung, expressive und rezeptive Sprachstörung, Rechenstörung, umschriebene Störung der motorischen Funktionen und umschriebene Störung des Lesens und Rechtschreibens

- Im Gegensatz zum Konzept der umschriebenen Entwicklungsstörungen in DL wurde in den USA bereits sehr früh eine explizit neuropsychologische Perspektive in die Definition der wesentlich weiter gefassten Lernstörungen eingenommen [Annahme einer Dysfunktion des ZNS]

Literatur

- Heubrock, D. & Petermann, F. (2000). Lehrbuch der Klinischen Kinderneuropsychologie: Grundlagen, Syndrome, Diagnostik und Intervention. Göttingen: Hogrefe.

Die **Klinische Neuropsychologie** ist eine wissenschaftliche Disziplin, die sich sowohl diagnostisch als auch therapeutisch mit Störungen spezifischer Hirnfunktionen beschäftigt.

Diagnostik

Detaillierte Erfassung kurz- und langfristiger Auswirkungen einer Erkrankung oder Verletzung des Gehirns

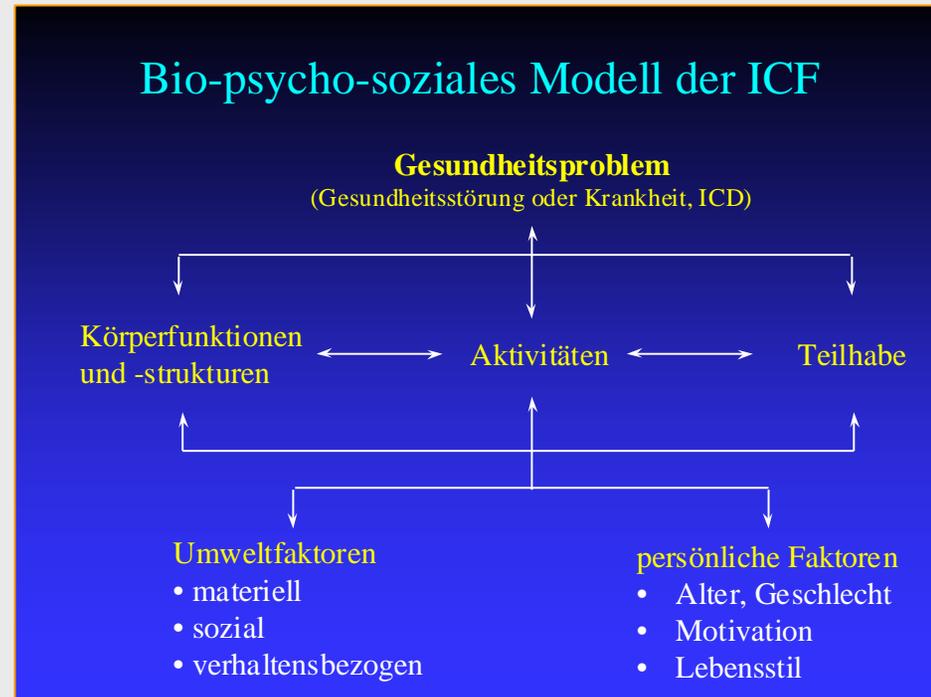
Therapie

Interventionsmethoden zur Behandlung motorischer, kognitiver, emotionaler und motivationaler Störungen

Rehabilitation nach Hirnschädigung als umfassender Prozess

Rehabilitation

- orientiert sich am biopsychosozialen Modell von Gesundheit und Krankheit der WHO (2001)
- fokussiert auf die individuellen und sozialen Auswirkungen von (chronischer) Krankheit



International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF)

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Mythen um Gehirn
und Geist

Folgen kindlicher
Hirnschädigungen

Frühkindliche
Hirnentwicklung
& Lernen

Diskussion