

# Lehr-Lern-Forschung aus neurowissenschaftlicher Perspektive

# Ist Schule hirngerecht?

## Jahre, seitdem .....

- 40.000: menschliches Genom und damit auch die Funktionsweise des Gehirns unverändert
- 5.000: Schrift in Gebrauch
- 3.000: mathematische Symbolsysteme in Gebrauch
- 2.200: Konzept der Dichte (Archimedes)
- 800: Arabisches Zahlensystem in Europa gängig
- 400: Analytische Geometrie entwickelt (Descartes)
- 300: Mechanik (Newton)
- 50: Struktur der DNA bekannt

# Ist Schule hirngerecht?

- Das menschliche Gehirn bringt Basisressourcen mit, die die Grundlage für kulturelles Wissen bilden (Re-Präsentation und Kooptation)

Ist es sinnvoll, von hirngerechtem  
Lernen zu sprechen?

Nein!!

Lernen kann mehr oder weniger  
**anforderungsgerecht** sein

# Lernen als aktiver Konstruktionsprozess

- Comenius: Lernen heißt, ein Licht anzuzünden statt Fässer zu füllen
- Chinesisches Sprichwort: Ich höre und vergesse. Ich sehe und erinnere. Ich handle und verstehe.
- Pestalozzi: Lernen mit allen Sinnen

# Warum führten diese lange bekannten Prinzipien nicht zum Erfolg?

- Weil Dopamin, Amygdala und Hippocampus noch nicht bekannt waren?
- Weil die Prinzipien so allgemein sind, dass sie in der konkreten Unterrichtssituation nicht weiter helfen

# Ergebnisse der Unterrichtsforschung

- DIE gute Methode gibt es nicht.
- Gute Lehrer nutzen Vielfalt an Methoden.
- Lehrerzentrierter Frontalunterricht KANN für manche Schüler unter manchen Voraussetzungen die effizienteste Methode sein.
- Selbstgesteuertes entdeckendes Lernen KANN für einige Schüler suboptimal und für andere völlig nutzlos sein, weil sie das Lernziel nicht erkennen.
- Methoden müssen auf das Vorwissen der Schüler und den Inhalt abgestimmt werden.
- Für jeden Inhaltsbereich muss erarbeitet werden, wie Eigenaktivitäten der Schüler und Strukturierung durch den Lehrer optimal zusammengeführt werden.



# **Fachspezifisches pädagogisches Wissen**

**Fachspezifisches pädagogisches Wissen ist “die Zusammenführung von Inhalt und Pädagogik zu einem Verständnis dessen, wie bestimmte Themen, Probleme oder Fragen strukturiert, dargestellt und an die Interessen und Fähigkeiten der Lernenden angepaßt und für den Unterricht aufbereitet werden sollten” (Shulman, 1987)**

# Zusammenarbeit zwischen Hirnforschern und Lernforschern

1. Wo in Kürze anwendbare Ergebnisse zu erwarten sind
2. Wo der Blick in das Gehirn hilft, Lernprozesse zu verstehen
3. Wo wir uns vor überzogenen Erwartungen hüten müssen
4. Wo Lernforscher und Hirnforscher profitieren, wenn sie im Gespräch bleiben
5. Wo es grundlegende Kontroversen zwischen Hirn- und Lernforschern gibt, die sich nur langfristig klären lassen

# 1) Wo in Kürze anwendbare Ergebnisse zu erwarten sind: Warum lernen manche Menschen suboptimal? Bessere Diagnose von Dysfunktion durch Blick ins Gehirn

- Dyslexie: Usha Goswami
- Dyskalkulie: Stanislaus Dehaene
- Hyperaktivität (ADHS): Russel Barkley

2) Wo der Blick in das Gehirn hilft,  
Lernprozesse zu verstehen:  
Auch wenn uns die Hirnforschung nicht  
sagen kann, wie gute Lerngelegenheiten  
aussehen, können wir mit Hilfe der  
Methoden der Hirnforschung vielleicht  
erkennen, ob und wie der Lerninput beim  
Schüler ankommt und wie er genutzt  
wird.

Handicap der Lehr-Lern-Forschung:  
Lernen ist ein konstruktivistischer  
Prozess, deshalb zeitliche Diskrepanz  
zwischen Lerninput (Erklärung, Übung)  
und Kompetenz.

Was suchen Lernforscher im Gehirn, was sie mit psychologischen Methoden nicht finden können?

- Verhaltensbeobachtung Befragung (z.B. nach Strategien)
- Physiologische Messungen (z.B. Augenbewegungen)
- Leistungsmessung (Fehler, Zeit)
- Gedächtnisabruf (z.B. Priming)

# Bei welchen Fragen greifen die Methoden zu kurz?

- Wie sieht das Wissen aus, das hinter einer Antwort steht?
- Geht ein Fehler aus Unachtsamkeit zurück oder auf ein profundes Missverständnis?
- Übergang vom impliziten zum expliziten Wissen (Explikation)
- Übergang vom deklarativen zum prozeduralen Wissen (Prozeduralisierung bzw. Automatisierung)

# Schriftsprache

- Mangelnde Automatisierung:  
Worterkennung funktioniert nicht automatisch
- Keine adaptiven Strategien
- Frage: kann man BEIM Textlesen mit den Methoden der Hirnforschung erkennen, ob jemand bei der Sache ist oder nicht?



# Fremdsprachen

- Muttersprachliche Elemente werden übernommen (When become I a Schnitzel?)
- Faktenwissen (Vokabeln, unregelmäßige Verben, Grammatikregeln) werden gekannt, werden aber bei der Satzproduktion nicht angewendet.
- Frage: Kann man den Grad der Prozeduralisierung erkennen?

# Mathematik

- Auf einfachem Niveau werden Aufgaben verstanden (natürliche Zahlen sind privilegiertes Wissen) ( $1/2+1/3=2/5$ )
- Frage: Gibt es einen Bias für natürliche Zahlen?
- Aufgrund ungünstiger Strategien stoßen Personen an ihre Grenzen
- Frage: Kann man Flexibilität der Wissensnutzung erkennen?

# Naturwissenschaften

- Erklärungen werden auf Oberflächenebene angewendet, können aber nicht umgesetzt werden
- Intuitive Erklärungen sind inkompatibel mit wissenschaftlichen Erklärungen
- Frage: Kann man die Tiefe des Verständnisses einer Erklärung erkennen?

# Wo könnte man was im Gehirn finden?

- Neurale Effizienz: Grad der Aktivierung (fokussierte vs. diffuse Aktivierung)
- Aktivierung vom Frontalhirn vs. posteriore Hirnareale: Lösen neuer Probleme vs. Wissensabruf
- Lokalisation unterschiedlicher Wissensmodalitäten: sprachlich, räumlich-visuell, motorisch

Kann der Blick ins Gehirn bei der Beantwortung der folgenden Fragen helfen?

- Konstruktive und nicht konstruktive Verarbeitung von Fehlern
- Stören sich Inhalte bei der Konsolidierung von Wissen? Kann man das im Gehirn beobachten?
- Werden nicht-sichtbare Strategien herangezogen? (Unbewusster Zugriff auf räumliche Verarbeitung)
- Warum trennen sich Lernwege, d.h. warum kommen manche Schüler nur bis zu einem bestimmten Niveau, während andere deutlich weiter kommen? (z.B. räumliche Strategien?)

# Was können wir erwarten?

- Vergleiche nur auf Mittelwertsebene, d.h. Mediansplit statt Regressionsanalyse
- Für individuelle Vorhersagen sind kortikale Messungen bei unausgelesenen Stichproben zu ungenau
- Starke unabhängige Variablen

### 3) Wo wir uns vor überzogenen Erwartungen hüten müssen

- Motivation und Emotion
- Hirnentwicklung im Kindesalter: Zeitfenster und sensitive Phasen

# Emotion und Motivation

- Lassen sich durch Angst verursachte Lernblockaden im Gehirn abbilden?
- Lassen sich ungünstige motivationale Orientierungen identifizieren?  
Erfolgsorientierung vs. Misserfolgsorientierung,  
Handlungs- vs. Lageorientierung
- Rolle der frühen (prägenden) Lernerfahrung:  
Verliert das Gehirn hinsichtlich der motivationalen Orientierung bereits früh an Plastizität?



# Frühförderung

- Problem: Verzögerte Effekte einer Frühförderung auf Leistung, Wirkungsmechanismen unklar, Längsschnittstudien aufwändig und mit unklarem Ergebnis
- Zeigt ein Blick ins Gehirn, ob die Frühförderung in die geplante Richtung geht? (z.B. phonologische Bewusstheit, numerische Kompetenzen)
  - Zeigen kleine Kinder als kurzfristige Folge einer Frühförderung eine vergleichbare Hirnaktivierung wie ältere Kinder oder Erwachsene?

4) Wo Lernforscher und  
Hirnforscher profitieren, wenn  
sie im Gespräch bleiben

Ergebnisse der Hirnforschung können bei der Interpretation psychologischer Befunde hilfreich sein

- Judy de Loache et al.: Scaling Error bei 1-2 jährigen
- Dorsaler und ventraler Pfad: Vision for action, Vision for description

# Wo können Lernforscher die Arbeiten der Hirnforscher anregen?

Ökologische Validierung der geistigen  
Anforderungen:

- Konsolidierung durch Schlaf: englische Vokabeln statt sinnlose Silben
- Variation der Rückmeldung
- unterschiedliche Kodierung von Information in multimedialen Lernumgebungen

5) Wo es grundlegende Kontroversen zwischen Hirn- und Lernforschern gibt, die sich nur langfristig klären lassen



- **Wer viel übt**, kann sich bald besser konzentrieren: Henning Scheich erforscht am Leibniz-Institut für Neurobiologie in Magdeburg, was sich dabei im Kopf abspielt

„Konzentration ist eine Art Filter. Was jeweils wichtig ist, dringt ins Bewusstsein durch, anderes wird ausgeblendet. Mit **Denksport** lässt sich das trainieren: Immer weniger Nervenzellen übernehmen dann die Arbeit, und wir haben das Gefühl, uns weniger anzustrengen“

**Henning Scheich**, Neurobiologe, Magdeburg

Können geistige Kompetenzen ausschließlich durch den Erwerb, die Vertiefung und die Umstrukturierung von Wissen verbessert werden, oder gibt es unspezifisches Training (z.B. Neurofeedback?)