

Heiner Böttger

Neurodidaktik des frühen Sprachenlernens

Wo die Sprache zuhause ist

2. Auflage



Eine Arbeitsgemeinschaft der Verlage

Brill | Schöningh – Fink · Paderborn

Brill | Vandenhoeck & Ruprecht · Göttingen – Böhlau · Wien · Köln

Verlag Barbara Budrich · Opladen · Toronto

facultas · Wien

Haupt Verlag · Bern

Verlag Julius Klinkhardt · Bad Heilbrunn

Mohr Siebeck · Tübingen

Narr Francke Attempto Verlag – expert verlag · Tübingen

Psychiatrie Verlag · Köln

Ernst Reinhardt Verlag · München

transcript Verlag · Bielefeld

Verlag Eugen Ulmer · Stuttgart

UVK Verlag · München

Waxmann · Münster · New York

wbv Publikation · Bielefeld

Wochenschau Verlag · Frankfurt am Main

Heiner Böttger, Prof. Dr., geb. 1961, Professur für die Didaktik der englischen Sprache und Literatur in der Sprach- und literaturwissenschaftlichen Fakultät an der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt.

Heiner Böttger

Neurodidaktik des frühen Sprachenlernens

Wo die Sprache zuhause ist

2., aktualisierte Auflage

Verlag Julius Klinkhardt
Bad Heilbrunn • 2023

Online-Angebote oder elektronische Ausgaben zu diesem Buch
sind erhältlich unter utb.de und elibrary.utb.de

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

2023.ig. © by Julius Klinkhardt.

Das Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung
des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen,
Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Umschlagbild: © Sergey Nivens / Shutterstock.

Einbandgestaltung: Agentur Siegel, Stuttgart.

Satz: Kay Fretwurst, Spreeau.

Druck und Bindung: Bookstation, Anzing.

Printed in Germany 2023.

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem alterungsbeständigem Papier.

utb-Band-Nr.: 4654

ISBN 978-3-8385-6122-6 digital

ISBN 978-3-8252-6122-1 print

Inhalt

Vorwort	9
Einleitung	11
1 Was kann eine Neuro-Sprachendidaktik?	17
1.1 Von der Neurodidaktik zum gehirngerechten Sprachenlernen	19
1.2 Prinzipien der Neuro-Sprachendidaktik	21
Pretest	24
2 Tiefe Einblicke ins Hirn	25
2.1 Bildgebende Verfahren	26
2.1.1 Funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT)	27
2.1.2 Magnetenzephalographie (MEG)	32
2.1.1 Elektroenzephalographie (EEG)	34
2.2 Sprachenbezogene fMRT-Forschung	36
2.2.1 Forschungsfeld <i>covert speech</i>	37
2.2.2 Forschungsfeld Lateralisierung	37
2.2.3 Forschungsfeld Sprechgeschwindigkeit	38
3 Wo die Sprache zuhause ist: Sprachenrelevante Hirnbereiche	39
3.1 Großhirn (auch: Cerebrum, Telencephalon, Endhirn)	44
3.1.1 Stirn-/Frontallappen	46
3.1.2 Scheitellappen	51
3.1.3 Schläfenlappen	52
3.1.4 Hinterhauptlappen	53
3.2 Limbisches System	54
3.2.1 Hippocampus	55
3.2.2 Amygdala	56
3.3 Dopamin aus dem Mittelhirn	56
Test 1: Kapitel 2 und 3	58

4 Evolution und Revolution im Kopf:	
Frühe Hirn- und Sprachentwicklung	59
4.1 Hirnentwicklung	59
4.1.1 Pränatale Entwicklung	60
4.1.2 Postnatale Entwicklung	62
4.1.3 Kindergartenalter	64
4.1.4 Schulkindalter	66
4.2 Sprachentwicklung	68
4.2.1 Erste Monate	69
4.2.2 Erste Jahre	72
4.2.3 Kindergartenalter	75
4.2.4 Schulkindalter	77
5 Differenzierung: Gender	79
5.1 Genderforschung evidenzbasiert und cross-sciences	80
5.2 Genderspezifische Befunde der klassischen Spracherwerbsforschung	81
5.3 Forschungsansätze der Neurowissenschaften	82
5.3.1 Zerebrale Größenunterschiede	83
5.3.2 Lateralisierung	85
5.3.3 Neokortex und die Sprachzentren	88
5.3.4 Limbisches System	90
5.3.5 Myelinisierung	91
5.3.6 Hormone	94
5.4 Bedeutung der Befunde – mögliche neurodidaktische Schlussfolgerungen	96
5.4.1 Voraussetzungen schaffen	96
5.4.2 Strategische Kompetenzen	97
5.4.3 Sprachliche Fertigkeiten	99
6 Hirngerecht Sprachen lernen und lehren	105
6.1 Bedingungen neuronalen Lernens	107
6.1.1 Motivation und Emotion	110
6.1.2 Motorik – Bewegung und Stoffwechsel	115
6.1.3 Multisensorik – mit allen Sinnen lernen	117
6.1.4 Implizite Informationsaufnahme	120
6.2 Hören lernen	122
6.2.1 Physiologische Grundlagen des Hörens	123
6.2.2 Hören und Verstehen früh systematisch üben	129

6.3	Sprechen lernen	133
6.3.1	Unterschiede zum Muttersprachenerwerb	134
6.3.2	Grundlagen des Sprechens.....	134
6.3.3	Sprechkompetenzen gezielt aufbauen	138
6.3.4	Vom reproduzierenden zum produktiven Sprechen	139
6.4	Schreiben und lesen lernen	141
6.4.1	Was das Hirn leisten muss.....	142
6.4.2	Lesen und Schreiben systematisch üben	145
6.5	Wichtigste Prinzipien	152
6.5.1	Neugier wecken.....	152
6.5.2	Relevanz herstellen	152
6.5.3	Restriktionsfrei lehren	153
6.5.4	Individualität fördern	153
6.5.5	Bereichernde Aufgabenformate vorhalten	154
6.5.6	Wiederholen und üben integrieren.....	155
6.5.7	Bilder sprechen lassen	155
6.5.8	Soziales Sprachenlernen organisieren	156
7	Kulturtechnik Behalten: Gedächtnis	159
7.1	Gedächtnisarten	159
7.1.1	Dauer der Gedächtnisleistung	160
7.1.2	Funktionale Aspekte der Gedächtnisleistung.....	163
7.2	Grundlagen des Memorierens von Sprache	166
7.2.1	Von der Informationsaufnahme zum Abruf.....	167
7.2.2	Grundlage von Mnemotechniken.....	170
7.2.3	Systematisch Sprache behalten lernen.....	171
7.3	Im Schlaf Sprachen lernen?	173
7.3.1	Schlafphasen	173
7.3.2	Replay und tiefe Verarbeitung	174
7.3.3	Schlaf und Gedächtnisleistungen.....	176
7.4	Vergessen	177
8	Mehr als eine Sprache sprechen	181
8.1	Frühe bilinguale Anlagen	181
8.1.1	Vorsprachliche Prädispositionen	182
8.1.2	Das dritte und vierte Lebensjahr	183
8.1.3	Im Schulkindalter	184
8.1.4	Die dritte Sprache bei Bilingualen.....	185

8.2	Spätere Bilingualität	185
8.3	Aspekte eines privilegierten Spracherwerbskonzepts	187
8.4	Konsequenzen	189
	Test 2: Wahr oder falsch?	192
9	Exkurs: Gehirngerechte Ernährung	193
9.1	Botenstoffe	194
9.2	Nährstoffe	196
9.2.1	Kohlenhydrate	196
9.2.2	Eiweiße	196
9.2.3	Fette.....	197
9.2.4	Vitamine und Mineralstoffe	198
9.3	Kontraproduktive Stoffe – zwei Beispiele	199
9.3.1	Koffein.....	199
9.3.2	Schokolade.....	200
9.4	Tagesziel: Stabilisierung des Blutzuckerspiegels	201
10	Ausblick: Evolution von Sprachlernprozessen	203
10.1	Prädisposition Haltung	203
10.2	Handlungsfelder	205
10.3	Roter Faden	208
	Verzeichnisse	211
	Literaturverzeichnis	211
	Abbildungsverzeichnis	236
	Tabellenverzeichnis	238
	Stichwortverzeichnis	239
	Glossar	243
	Exkurs: Wider das Vergessen	256
	Anhang	257

Vorwort

Das Streben danach, die Dinge zu klären, ihnen auf den Grund zu gehen, an ihnen zu zweifeln, Beweise zu suchen und selbst diese wieder in Frage zu stellen, ist uralte, sogar biblisch und besteht wohl seit Menschengedenken.

Der Zweifel ist eine starke Triebfeder für die Suche nach Beweisen. Einen Beweis als fehlerfrei allgemein anerkannte Herleitung der Richtigkeit bzw. der Unrichtigkeit eines Sachverhalts oder einer Aussage zu definieren, ist erfahrungsgemäß in anderen wissenschaftlichen Gebieten die Suche nach dem heiligen Gral.

Mir erscheint die Annäherung – eine ganz langsame, zögerliche, manchmal zu teilweisen Rückschritten gezwungene – an das, was unter Wahrheit zu verstehen ist, der plausibelste Weg zum fachlichen Erkenntnis. Nie jedoch mit dem Anspruch, sie auch wirklich abschließend erreichen zu können. Eine Reihe von logischen und als wahr angenommene Schlussfolgerungen bilden ein fragiles Gerüst, das es zu verstärken gilt. Kreativität, Kooperation und Kollaboration sowie Flexibilität spielen in diesem Prozess eine wichtige Rolle. Und Mut. Mut, sich gegen die unsäglich eingeschränkte Haltung zu stellen, dass etwas gut und richtig ist, nur, weil es schon immer so war. Aus ihr entstehen sich fossilisierende Mythen und falsche Annahmen, die sich über Generationen halten, nicht selten wider besseren Wissens und mit Verweis auf strukturelle und organisatorische Bedingungen. Das ist mitnichten befriedigend für Forscherinnen und Forscher.

Beweise zu suchen und selbst zu erarbeiten für die Verarbeitung von Sprache bei Kindern und Jugendlichen habe ich mir zur Aufgabe gemacht. Die Suche ist keine einfache, aber das Bild wird schärfer. Dazu sind viele Mosaiksteine notwendig, wie die umfangreiche Bibliografie zeigt. Noch ist es das Zusammenbinden scheinbar loser Enden, aber die Bereitschaft zur Zusammenarbeit vieler fachlicher Forschungsansätze steigt stetig. Einen weiteren wichtigen Beitrag zum evidenzbasierten wissenschaftlichen Netzwerk leisten die *Educational neurosciences*, die neue Einblicke in den frühen Sprachlernprozess bieten. Sie schließen die Neurodidaktik mit ein, die einen Schwerpunkt auf das Lehren und Lernen setzen. Das selbst Erarbeiten durch Forschung ist eine noch größere Herausforderung, die neben empirischen Methoden die Erhebung von Daten bildgebender Verfahren miteinschließt. Das ist aufwändig, teuer – aber letztlich lohnend. Dabei ist für mich einzig die wissenschaftsübergreifende, interdisziplinäre Zusammenarbeit der Schlüssel zum wirklichen Erkenntnis.

Dieses Buch, jetzt in der zweiten Auflage, entsteht in einer Zwischenphase auf dem langen Weg zu möglicherweise endgültigen Beweisen, als Dokumentation des aktu-

ellen Erkenntnisstandes. Viele Aspekte daraus werden sich als nachhaltig richtig erweisen, einige werden im Lauf der Zeit und weiteren Erfahrungen präzisiert werden müssen. Sie sollen in jedem Fall möglichst schnell allen an frühen Spracherwerbsprozessen verantwortlich Beteiligten helfen können, professionell, auf der Basis sich verdichtender Beweislagen didaktische und methodische Entscheidungen zu treffen. Allein dies zu versuchen, würde bedeuten, mutig Paradigmen zu wechseln. Die jungen Sprachenlernenden sollen ebenfalls möglichst viel über die Prozesse erfahren und so eigene wirksame Strategien entwickeln können. Beide Beweggründe bilden den eigentlichen Anspruch des Bandes.

Ich gebe zu, dass die innere Organisation des vorliegenden Bandes es nicht leicht macht, mit ihm umzugehen. Einer sprachenrelevanten Neurodidaktik müssen Informationen zugrunde gelegt werden, die die Umsetzung in sprachenunterrichtliche methodische Verfahren erst ermöglichen. Im Band sind dies vor allem neurowissenschaftliche Befunde, nicht jedoch z. B. linguistische Forschungen zur individuellen und sozialen Konstruktion von Kommunikation und Sprache. Mit der Konzentration auf neurowissenschaftliche Forschungen entsteht eine hierarchische, möglichst systematische und harmonische Reihung sprachenrelevanter Themengebiete. Dies bleibt der aktuelle und zukünftige Anspruch an diesen Band in erster Überarbeitung und weiterer, neuer Auflagen.

Er wäre nicht entstanden, wenn ich keine Unterstützung gehabt hätte. Sie kam vor allem von meiner Familie und von konstruktiven Kolleginnen und Kollegen. Ihnen allen danke ich von Herzen.

Besonders will ich mich aber auch bei Dr. Julia Weltgen für ihre konstruktive fachliche Kritik sowie meinen beiden wissenschaftlichen Hilfskräften Nena Bracher und Leon Krafczyk für ihre akribische Mitarbeit an dieser Auflage herzlich bedanken. Inspiration war ebenfalls nötig: Sie kam von den Kindern in den Kitas, Kindergärten und Grundschulen bzw. aus der Anfangsphase der Sekundarstufe, deren unglaubliches Potenzial eine zweite Triebfeder für meine Arbeit bildete und auch weiter bilden wird.

Heiner Böttger
Eichstätt, im Frühjahr 2023

Einleitung

Die Resultate neuerer neurowissenschaftlicher Forschungen sind eigentlich eine Herausforderung für jeden Erziehungs- und Sprachwissenschaftler. Ihre Befunde mit denen des von außen beobachteten, sozialen Gehirns zu vereinen, sie genau zu interpretieren und in eine lernenden- und gehirngerechte Lehr- und Lernpraxis zu übertragen, ist die eigentliche Herausforderung des 21. Jahrhunderts. Die Bildung hat somit die große Aufgabe die neurowissenschaftlichen Neuerungen bzw. ihr Veränderungspotenzial für das Lernen allgemein in innovative, gehirngerechte und damit in wirklich an Lernenden orientierte Lernkonzepte zu übersetzen (vgl. Böttger & Sambanis 2016).

Noch fehlt der gleichberechtigte Wissenschaftsdialog, noch sind Bedenken gegen eine scheinbare Vermessung des Lernens und seine ebenso scheinbare Unterordnung in zerebrale Kategorien laut, noch sind vereinzelte ideologische Grabenkämpfe zu verzeichnen.

Dass dieser kritische Diskurs auch emotional geführt wird, ist verständlich und zu seiner Weiterentwicklung auch notwendig:

Bekannt ist, dass Emotionen die Schleuse für den Weg von Wissen ins Gehirn sind und Kognition erst bedingen. Kognition bezeichnet dabei alle mentalen Vorgänge, durch die Eindrücke, hier sprachliche, verarbeitet werden. Voraussetzung dazu ist jedoch wissenschaftliche Offenheit und die Bereitschaft, über den Tellerrand hinausschauen zu wollen. Erst dann weichen gedankliche, fachfokussierte Blockaden und können sich gegenseitige Erkenntnisse stützen bzw. zu weiterer, zielgerichteter Forschung führen.

Aus der bereits lange bestehenden Forderung nicht nur der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung OECD (Burns & Schuller 2007), Sprach- und Erziehungswissenschaften sollten ihre didaktischen und methodischen Erkenntnisse vermehrt beweisbasiert über naturwissenschaftlich und empirisch relevante Befunde kontrastieren und absichern, entsteht ein neurodidaktischer Ansatz. Er kann Potenzial zur objektiven und gesicherten Sicht auf das Lernen allgemein, wie auch das Sprachenlernen im Speziellen, haben: Die Fähigkeit des Lernens korreliert mit der Fähigkeit des Hirns, sich ein ganzes Menschenleben lang fortzuentwickeln – beide beziehen sich aufeinander.

Die neuronale Plastizität, lebenslang gegeben und nutzungsabhängig, ergibt sich ganz natürlich als individuelle genetische Ausstattung, *nature*, wie auch als Reaktion auf die Interaktion mit der Umwelt, *nurture*. Es ist die Kommunikation, die einem Kommunikationssystem wie dem Gehirn, die Fortentwicklung, das Lernen, ermöglicht.

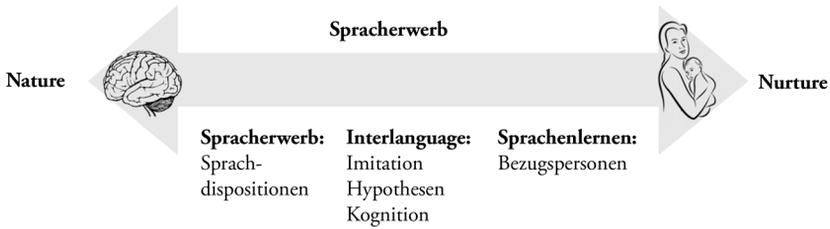


Abb. 1: Nurture and Nature beim Spracherwerb

Es geht um nicht mehr oder weniger als darum, verstehen zu lernen, wie sich dabei – in der Kommunikation zwischen nature und nurture – Kindern und in Folge Jugendlichen und Erwachsenen, quasi Zeitfenster als sensible Möglichkeiten des beispielsweise sehr frühen phonetischen Lernens öffnen.

Auch geht es um professionelle Begründungen für funktionierende oder eben nicht funktionierende Lernprozesse.

Es mögen auf den ersten Blick nur elementare Vermittlungsprozesse und deren Optimierung sein, im Zusammenspiel jedoch sind im wissenschaftsübergreifenden, interdisziplinären Diskurs von u. a. Medizin, Pädagogik, Spracherwerbsforschung, Verhaltensforschung und Neurowissenschaften große Schritte in unserem Verständnis von unserem Gehirn als das des Lernprozesse steuernden, zentralen und permanent kommunizierenden Organs zu schaffen.

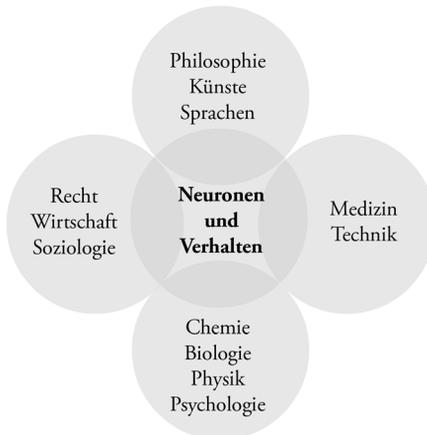


Abb. 2: Pluriangulation – Gehirn und Geist

Was das kindliche Sprachenlernen angeht, und darauf fokussiert sich die vorliegende Neuro-Sprachdidaktik, ist der mögliche Handlungsbedarf längst erkannt.

Aus neurowissenschaftlichen Grundlagenforschungen aber einfache didaktische Empfehlungen oder Gesetzmäßigkeiten von Sprachunterricht ableiten zu wollen, ist nur bedingt möglich: Die Neurowissenschaften beschreiben Phänomene und erklären sie, normative Fragen sind nur selten Ziele experimentell-empirischer Forschungen. Begründungen für sprachunterrichtliche Aspekte lassen sich nicht automatisch ableiten, dies wäre eine ebenso automatische naturalistische Fehleinschätzung.

Poeppel (2005) weist auf fehlende hypothetische Verlinkungen zwischen Elementarkonzepten der Sprach- und Kulturwissenschaften und den neurobiologischen Elementarfunktionen als Basis von Sprache hin. Er empfiehlt, über formelle Modelle die Diskussion auf einer höheren Abstraktionsebene zu führen sowie zu versuchen, Sprache und Hirnfunktion aufeinander abbildbar zu machen. Dies gilt als schwierige Aufgabe für die nahe und weitere Zukunft.

Aktuell darf kein weiteres Potenzial mehr vergeudet werden. Schon im Elementarbereich werden Grundlagen gelegt, die die spätere Entwicklung vorbereiten. Die Verantwortlichen dort benötigen durch Beweise, nicht Verallgemeinerungen und Mythen überzeugende Sprachdidaktiken. Solche Transferbemühungen nehmen die gewaltige Sprechlernfähigkeit von Kindern und Jugendlichen in den Blick und lassen sich in konkrete unterrichtliche Handlungen umsetzen.

Für den Bereich des Spracherwerbs soll die vorliegende Neurodidaktik des Sprachenlernens, vor allem des Fremdsprachenlernens, diese Anforderung erfüllen.

Um den Erwartungen aber dennoch einen realistischen Rahmen zu geben: Ein gehirngerechtes Sprachcurriculum lässt sich aus allen Befunden derzeit nicht ableiten, denn Experimente und Studien im Labor allein ergeben schließlich noch keine didaktischen Handlungsanweisungen.

Genauso wenig aber gehorcht ein Gehirn allein der Schule und seinen Repräsentanten, ein direkter willentlicher Einfluss auf den Lernerfolg ist auch von dieser institutionalisierten Seite nicht möglich. Im Zusammenspiel neuerer Untersuchungs- und Analysemöglichkeiten, insbesondere von Stoffwechselprozessen und Wirkungsweisen von Botenstoffen sowie bildgebender Verfahren der Radiologie und den vielfältigen Erfahrungen aller weiteren an Lehr- und Lernprozessen beteiligter Wissenschaften und Institutionen, lässt sich das Verständnis von Gehirnfunktionen grundlegend verändern.

Daraus wiederum zeichnen sich inzwischen deutliche Wege eines kind- und gehirngerechten Sprachenlernens ab, die im vorliegenden Band erhellt werden sollen. Der Autor trägt bereits vorliegende Informationen und Befunde zusammen und ergänzt sie mit eigenen Forschungsergebnissen. Der Fokus liegt auf dem frühen Sprachenlernen bzw. Spracherwerb, viele Aspekte sind jedoch Altersstufen übergreifend und gelten lebenslang.

Hier soll der Mehrwert für die Fachdidaktik liegen: die Neurodidaktik als zusätzliches Begründungsmuster für professionelles, unterrichtliches Handeln kennenzu-

lernen und in ihrer Verbindung mit dem Sprachenlernen Sprachunterricht weiterentwickeln.

Ein Überblick über die Kapitel des Buches und ihre Inhalte zeigt die dazu entwickelte Systematik:

1. Was kann eine Neuro-Sprachendidaktik?

Der neue Zugang zum Sprachenlernen über die Hirnforschung wird kurz vorgestellt, um den Mehrwert zu verdeutlichen – auf Sprache bezogen.

Neuro-language didactics: overview and benefits

This chapter provides a brief overview of valuable brain research that affords new access to understanding language learning.

2. Tiefe Einblicke ins Hirn

Welche Technologien können jetzt verwendet werden, wie wirken sie, welcher Nutzen für die sprachliche Bildung kann daraus gezogen werden? Genannt werden beispielhaft nur die für die Spracherwerbsforschung bedeutendsten.

Deep insights into the brain

This chapter outlines the most significant neuro-technologies that can be used to understand language acquisition, as well as evaluates their benefits and effects for language education.

3. Wo die Sprache zuhause ist: Sprachenrelevante Hirnbereiche

Die sprachenrelevanten Hirnbereiche und ihre Anatomie bzw. Funktionalität werden präsentiert, dazu auch die interessanten Wege der Verarbeitung beim Lesen und Schreiben sowie beim Hören und Sprechen in den Blick genommen. Dazu kommen kognitive und affektive Zentren, die über ihre gegenseitige Beziehung kommunikative Aktivitäten erst ermöglichen.

Where language is at home: language-relevant brain areas

The anatomy and function of language-relevant brain areas will be presented, as well as the interesting ways of processing while reading, writing, speaking, or listening. Finally, the cognitive and affective centers of the brain will be explored to illustrate how, through their interaction, the communicative actions listed above are possible.

4. Evolution und Revolution im Kopf: Frühe Hirn- und Sprachentwicklung

Die schier unglaublichen Entwicklungsschübe im Kinderhirn werden von der Geburt bis zum 8. Lebensjahr dargestellt, um einen biologischen und spracherwerbsrelevanten Status quo zu identifizieren. Auf seiner Basis kann dann Förderpotenzial sowie auch die Gefahr der Überforderung erst beweisbasiert definiert werden – immer auf die sprachliche Entwicklung bezogen.

Die wichtigsten neuen, wenngleich auch meist noch nicht immer beachteten Ergebnisse der hirnbasierten Spracherwerbsforschung werden vorgestellt. Sie ergänzen das bereits vorhandene Wissen und ordnen sich in ihm ein. Daraus entsteht ein genauer Gesamtüberblick über das Spektrum des frühen Sprachenlernens.

Evolution and revolution inside the head: early brain and language development

This chapter chronicles the remarkable development of a child's brain from birth until age 8 and how that physical development relates to language acquisition capacity. Combining foundational and recent research, this background will provide a greater appreciation for the new and still emerging, albeit sometimes still not recognized, results of brain-based evidence on language-acquisition research. Such evidence illustrates potential support for research in language development, as well as the risks of over-stating the research.

5. Differenzierung: Gender

Diversität ist in vielerlei Hinsicht im Gehirn repräsentiert. Am Beispiel der geschlechtsspezifischen kindlichen Gehirnentwicklung wird gezeigt, wie die Neurowissenschaften zu einem balancierten und fairen, weil differenzierten und individualisierten Sprachunterricht beitragen können.

Differentiation: gender

Diversity is represented in the brain in many ways. Using the example of gender-based brain development in a child, this chapter will demonstrate how neuroscience can contribute to balanced and fair instruction using differentiated and individualized language teaching.

6. Hirngerecht Sprachen lernen und lehren

Dieser Teil knüpft an Kapitel 4 an, fokussiert aber bereits mögliche didaktische Maßnahmen. Sie werden für die einzelnen sprachlichen Fertigkeiten und Kompetenzen aufgezeigt und begründet. Es handelt sich dabei nicht um eine methodische Rezeptologie, sondern um eine didaktisch-methodische Grundstruktur und Basis des hirngerechten Sprachenlernens.

Dieser Abschnitt umfasst (fremd-)sprachunterrichtlichen Methodikverfahren, z. B. aufgabenorientierte Formate, dialogische Formen, *Gamification*, offene Sprachunterrichtsformen etc.

Learning and teaching languages: brain-appropriate methodologies

This chapter expands the research presented in Chapter 4 by highlighting brain-appropriate didactics for (foreign) language instruction. Rather than presenting a prescriptive approach, a variety of methods will be described (e. g., dialogue, gamification, task-oriented pedagogies, etc.) for each of the language skills and competencies.

7. „Kulturtechnik“ **Behalten: Gedächtnis**

Sprachenlernen ohne mentale Speicherung ist nicht möglich. In diesem Kapitel werden das Gedächtnis und seine Bestandteile, die bewussten und unbewussten Lernstrategien des Memorierens sowie methodische Möglichkeiten des sprachlernbezogenen Übens thematisiert.

The necessity of memorization: learning strategies for enhancing memory function

Without retention, language learning is impossible. This chapter presents the conscious and sub-conscious learning strategies related to memorization as well as addresses methodical possibilities for language-relevant practice.

8. **Mehr als eine Sprache sprechen**

Mehrsprachigkeit ist europäischer Wille (Sheils 2001) und gesellschaftliche Realität. Bilinguales Aufwachsen spielt eine überlegene Rolle auf dem Weg dazu. Welche Voraussetzungen nötig sind, welche Befunde es gibt, wie genau welche Konsequenzen daraus zu ziehen sind für das (Fremd-)Sprachenlernen, wird unter diesem Punkt aufgezeigt.

Speaking more than one language

Multilingualism is a European goal (Sheils 2001) and social reality. Growing up bilingual is advantageous for a number of reasons. This chapter will review the existing findings of bilingualism, including the necessary (foreign) language requirements, and consequences of not being bilingual.

9. **Exkurs: Gehirngerechte Ernährung**

Ernährung spielt eine wichtige, gleichwohl unterschätzte Rolle für die Funktionalität des Gehirns allgemein und beim Sprachenlernen im Speziellen. Welcher gesicherte Wissensstand verfügbar ist, soll hier vorgestellt werden.

Brainfood: nutrition during language learning

Nutrition plays a significant, and perhaps underestimated role for brain function in general, and for language learning in particular. Studies to support this fact will be introduced in this chapter.

10. **Evolution von Sprachlernprozessen**

Das letzte inhaltliche Kapitel wird in einer Zusammenschau sowohl die roten Fäden als Rahmenbedingungen eines neurodidaktisch fundierten, gehirnbasierten frühen Sprachenlernens herausstellen. Sie sollen als Planungsgrundlage individualisierter sprachlicher Lernprozesse dienen.

Brain-based neuro-didactics: Parameters for planning

This chapter synthesizes the brain-based early language learning research and then builds on the foundation of these empirical findings to create a planning guide for individualized language-learning strategies using neuro-didactics.

1 Was kann eine Neuro-Sprachendidaktik?

Bildgebende radiologische Verfahren ermöglichen neue Einblicke in das menschliche Gehirn.

Obwohl das menschliche Gehirn aus rund 86 Milliarden Nervenzellen (Neuronen) besteht, inklusive deren Fortsätze, die sich an bis zu einer Billiarde Synapsen verknüpfen, welche wiederum Aktionspotenziale in ausgedehnten Nervenetzen zu Gedanken, Erinnerungen und Gefühle repräsentierenden Aktivitätsmustern weiterleiten und ordnen, sind Neurowissenschaftler bei der Erforschung des wichtigsten Organs bereits weit gekommen. Ihr Geheimnis: Die komplexen Strukturen als Ganzes zu untersuchen, ist bislang aussichtslos, nur kleine Ausschnitte unter die Lupe zu nehmen dagegen nicht. Und so entsteht ein Puzzle, dessen Bild sehr langsam schärfer wird.

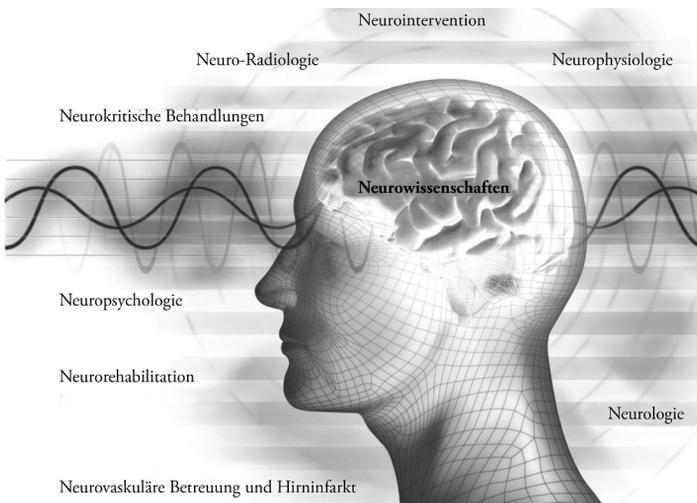


Abb. 3: Gebiete der Neurowissenschaften

Mit bildgebenden Verfahren können sie dem Hirn nun quasi schon beim Denken zusehen. Mit anderen Techniken zeigen sie, wie die Zellen verschaltet sind und miteinander kommunizieren. Dazu schneiden sie Hirngewebe in immer feinere Scheiben, um sie mikroskopisch zu analysieren. Selbst mit dem Gedankenlesen haben sie begonnen, können bestimmten Hirnstrommustern einzelne Worte zuordnen, und arbeiten bereits an der Entwicklung allein durch Gedankenkraft gesteuerter Geräte mit.

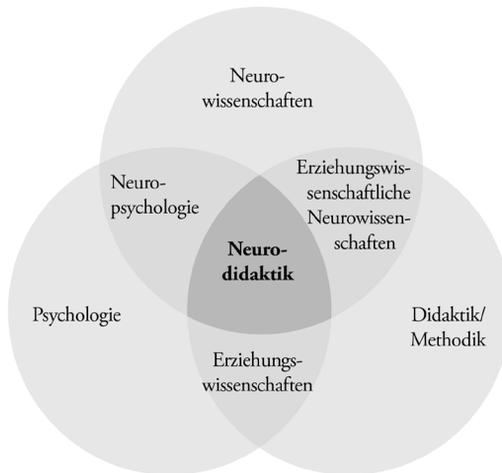


Abb. 4: Neurodidaktik

Die Neurodidaktik versucht, Erkenntnisse der Neurowissenschaften für das Sprachenlernen verfügbar zu machen.

Eine Art „Abfallprodukt“ ist die Analyse und Interpretation der neurowissenschaftlichen Befunde für Lernprozesse im Allgemeinen bzw. Sprachlernprozesse im Speziellen. Die junge Wissenschaft der Neurodidaktik versucht den schwierigen Schritt von der Beschreibung und Diskussion neurowissenschaftlicher Erkenntnisse zur didaktischen Konkretion über den didaktischen Transfer zu unterrichtlichen Handlungen. Sie wird dabei nicht flächendeckend uneingeschränkt willkommen geheißen, quasi als Heilsbringer für avantgardistische Lehr-/Lernprozesse, sondern durchaus kritisch eingeordnet (vgl. u. a. Herrmann 2009).

Die Hirnforschung hat mit ihrer rasanten Entwicklung den Blick auf das Lernen verändert, auf neuronale, lebenslang andauernde Prozesse. Das Gehirn lernt meist unbewusst, ungewollt, en passant, unvermeidbar durch unausbleibliche Wahrnehmungen (vgl. Kap. 6.1.5) Erfolge beim Lernen quasi vorprogrammiert, aber zudem auch progressiv und mit wirtschaftlicher Konnotation sogar effektiv und effizient (vgl. dazu Beck 2003).

Die Neurodidaktik als Transferwissenschaft betritt ein relativ junges Forschungsfeld, den Begriff selbst prägte 1988 Gerhard Preiß aus Freiburg (Preiß 1996), Spezialist für frühe mathematische Erziehung. Es deckt interdisziplinär Bereiche der Neurowissenschaften, der Didaktik, der Neurobiologie (vgl. dazu Poeppel et al. 2012), der Erziehungswissenschaften, der Psychologie sowie weiteren verwandten Wissenschaften ab, ohne den Anspruch zu haben, die Summe aller Erkenntnisse dieser Bereiche in sich zu vereinen.

Vermittlung und Transfer zwischen allen an der Spracherwerbsforschung beteiligten Wissenschaften ist eine übergeordnete Aufgabe der Neurodidaktik. Vielmehr will die Neurodidaktik zwischen parallelen Arbeits-, Forschungs- und Handlungsfeldern der Wissenschaften vermitteln (vgl. Abb. 4) und sich aufeinander beziehende Befunde moderieren – zum Vorteil jeder Einzelnen. In vielen englischen Publikationen als *neurodidactics* bezeichnet, steht sie nun auch für *educational neurosciences* oder *brain-based learning*. Bei letzterem Begriff handelt es sich um eine deutliche Redundanz, denn Lernen an sich ist originär gehirnbasiert.

Kritiker des Konzepts, respektive des Begriffs, konstatieren, dass neurodidaktische Überlegungen rein strategischer Natur sind: Alle möglichen Erkenntnisse verschiedener bildungs- bzw. sozialwissenschaftlicher Disziplinen würden vereint und als scheinbar neues, einheitliches und quasi widerspruchsfreies Konzept einer neuen Fachdisziplin vorgestellt, die durch die Berufung auf die Gehirnforschung unwiderlegbaren naturwissenschaftlichen Status bekäme. Dies ist mitnichten so, die Kritik aber ernst zu nehmen und eine Verpflichtung, alle Befunde genauestens auszuweisen. Die fachwissenschaftlichen Forschungserkenntnisse selbst, recherchiert und zusammengestellt, ergeben selbstverständlich noch keine Neurodidaktik. Wird ihre neurodidaktische Relevanz für den Sprachunterricht jedoch ausgewiesen, entsteht ein Mehrwert für einen sich eher auf hypothetischen Annahmen denn auf Beweisen gründenden Sprachunterricht.

Im Zentrum aller Forschungen der Neurodidaktik liegt das Gehirn. Es verstehen zu lernen, seine Funktionsweise und Potenziale kennen zu lernen, ist ihr Bestreben. Dennoch gilt aktuell, was Greg Hickok für Forschungen im sprachenrelevanten Broca-Areal konstatierte: „*Update on the function of Broca's area: we still don't know much*“ (Hickok & Poeppel 2009).

Wie das Gehirn lernt bzw. wie Lernen quasi „gehirngerecht“ erfolgen kann, erfordert ein multilaterales Zusammenspiel der darauf bezogenen Befunde der Wissenschaften, genauer (vgl. Herrmann 2009: 9f.)

- der Kenntnisse über biologisch-chemische Strukturveränderungen im Gehirn bei den Neurowissenschaften,
- der Kenntnisse über Denk- und Verstehensprozesse bei den Kognitionswissenschaften,
- der Kenntnisse über affektive und motivationale Lernvoraussetzungen bei der Psychologie,
- sowie den generellen Erkenntnissen der Erziehungswissenschaften über gehirngerechte Lehr-/Lerndesigns bzw. -arrangements.

1.1 Von der Neurodidaktik zum gehirngerechten Sprachenlernen

Für die Didaktiken allgemein hält die Neurodidaktik beweisbasierte Vorschläge für ein gehirngerechtes, ressourcenaktivierendes Lehren und Lernen vor.

Neuro-Sprachendidaktische Kenntnisse beeinflussen sprachliche Lernprozesse positiv.

Basierend auf insbesondere für die Spracherziehung relevanten und neuesten Befunden der Hirnforschung kann die sich gerade mit der stetig weiter verbesserten Technologie des Hirn-*Scanning* (MEG, fMRI, PET – vgl. Kap. 2) sowie neueren Forschungsmethoden und -designs entwickelnde Wissenschaft mittlerweile auch ganz spezielle spracherwerbsrelevante sowie (fremd-) sprachendidaktische Hinweise auf gehirngerechtes Sprachenlehren und Lernen geben.

Bislang ungeklärte Fragen der Sprachaufnahme, -verarbeitung, -speicherung und -performanz können mit der Hilfe der Neuro-Sprachendidaktik medizinisch geklärt, bewiesen oder beantwortet, bestehende Annahmen bestätigt und in Grundlagen für das Sprachenlernen umgesetzt werden.

Sprachliche Lernprozesse wiederum verändern das Gehirn, die neurodidaktische Kenntnis über Zeitpunkt, Ausmaß und Grund dieser Änderung können dazu beitragen, sie zu optimieren.

So können neurophysiologische Untersuchungen Erklärungen und Beweise für Phänomene liefern, die auf kognitionswissenschaftlicher Ebene bereits lange bekannt sind, z. B. über die Lese-Rechtschreibschwäche LSR. Die testbare, verminderte phonologische Bewusstheit wird erkennbar durch offensichtliche Schwierigkeiten, zusammengesetzte Sprachlaute in Wörtern zu erkennen und zu erzeugen. Der neurologische Befund geringerer neuronaler Aktivitäten in Hirnarealen, die darüber mitentscheiden, ob sich Silben und Wörter reimen, lässt sich kontrastieren mit mehr Aktivität vor Ort bei besserer Lesefähigkeit.

Neurowissenschaftliche Befunde verstärken beweisbasiertes Lernen.

Basale Kenntnisse darüber sind für professionelle Begründungen sinnvoll.

Um als in Sprachlernprozesse involvierte Lehrkräfte, Lehrerbildner, Curriculum-Entwickler oder auch Sprachbildungsforscher mehr zu erfahren über die Struktur, die Entwicklung und die Funktionsweise des Gehirns, heißt auch, unter verschiedenen Umständen und in unterschiedlichen Situationen günstige Lernbedingungen und -einflüsse für diese menschliche Schaltzentrale zu identifizieren.

Eine solche Expertise zählt zu den obligatorischen Standard-Kompetenzen von Sprachlehrkräften (vgl. BIG 2007). Wenn sie im Unterricht mit entsprechenden Angeboten umgesetzt und berücksichtigt wird, kann sie sonst nicht direkt zugängliche Lernprozesse beeinflussen, z. B. das Behalten von Bestandteilen von Sprache. So können wiederum beispielsweise Lern- und Konzentrationsschwierigkeiten besser verstanden werden. Für die Planung, Durchführung und Reflexion inklusiver Lernprozesse ist solch ein Wissen unabdingbar.

1.2 Prinzipien einer Neuro-Sprachendidaktik

Neurodidaktische Prinzipien geben Aufschluss darüber, wie Sprachen individueller, balancierter, effektiver, effizienter und im Endeffekt besser gelernt werden können, als das bislang – zumindest im institutionalisierten Sprachlernkontexten, z. B. also der Schule – der Fall war. Sie entwickeln sich mit neuesten neuro- wie erziehungswissenschaftlichen Forschungsbefunden weiter, wenn diese von den Sprachendidaktiken in einem Transferprozess für das Sprachenlernen sozusagen „übersetzt“ werden.

Hypothetische, gleichwohl logische Ausgangspunkte für weitere neurodidaktische Überlegungen bilden zunächst folgende Prinzipien, die sich an natürlichem, demnach „gehirngerechtem“ Lernen orientieren:

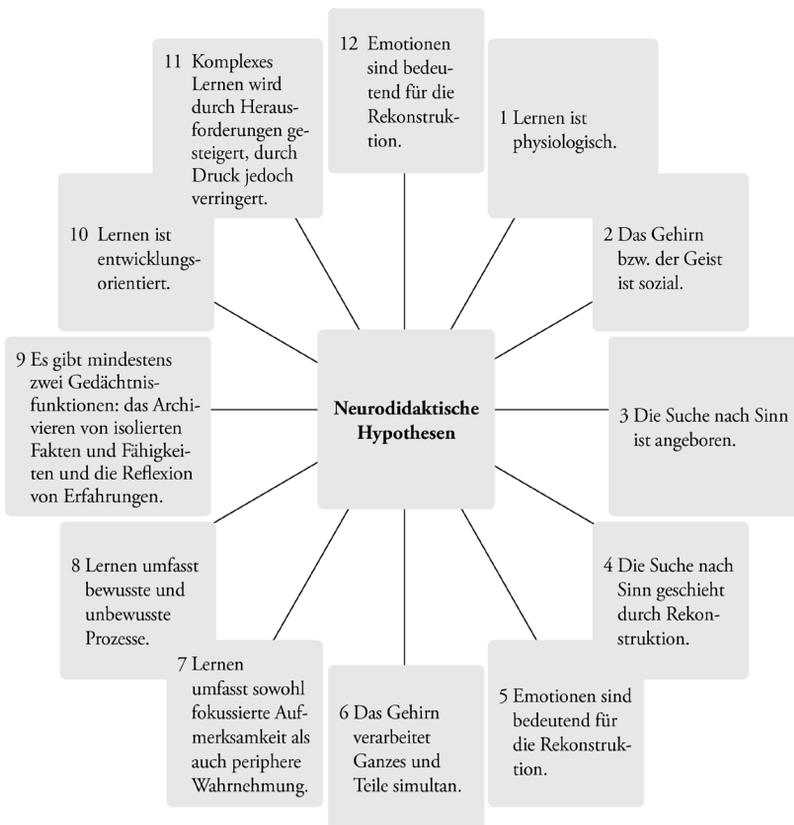


Abb. 5: Neurodidaktische Hypothesen

Die daraus resultierenden, speziell auf das Sprachenlernen bezogenen Prinzipien sind derzeit (vgl. dazu auch Caine & Caine 2000):

- 1) Das Gehirn verarbeitet Sprachenlernprozesse holistisch und selektiv, parallel und simultan.
- 2) Sprachenlernen findet in Beziehungen und Interaktionen statt.
- 3) Sprachenlernen erfordert fokussierte Aufmerksamkeit und periphere Empfangsbereitschaft.
- 4) Sprachenlernen beinhaltet kognitive wie intuitive Prozesse.
- 5) Sprachlernprozesse werden durch gezielte Förderung verstärkt, durch Bedrohung geschwächt.

Neurodidaktische Transfers sind sprachendidaktische Handlungsgerüste für Lernprozesse. Gehirngerechtes Sprachenlernen folgt klaren Voraussetzungen.

Folgt man diesen generellen Prinzipien, lassen sich daraus diverse sprachendidaktische Konsequenzen ziehen (vgl. Caine & Caine 2000; Brand und Markowitsch 2009; Kraus 2008).

Gehirngerechtes Sprachenlernen

- berücksichtigt demnach Sprachlernerfahrungen,
- erfüllt Bedürfnisse nach Empathie, Achtsamkeit, sozialer Interaktion und kooperativen Beziehungen,
- vollzieht sich wertschätzend und respektvoll im Lehrkraft-Lernenden-Verhältnis,
- involviert Motive, Interessen Ziele und Ideen,
- lässt angeborene Kapazitäten zur Mustererkennung zu,
- wird begleitet durch positive Emotionen,
- ist holistisch und inhaltlich realitätsbezogen,
- erfordert eine hohe Aufmerksamkeitsspanne,
- wird durch vielschichtige Kontexte unterstützt,
- hält ausreichend Zeit für Reflexion vor,
- erfasst vielfache Wege und Strategien des Erinnerns,
- knüpft an Bekanntem an,
- berücksichtigt individuelle Unterschiede in Bezug auf Talente, Lernentwicklungen und Fähigkeiten,
- ist vornehmlich implizit statt explizit, selbst- statt fremdgesteuert, intrinsisch statt extrinsisch motiviert, konstruktiv statt instruktiv, selbst organisiert statt vorgegeben, aktiv statt passiv, bewegt und flexibel statt statisch, relevant statt unbedeutend,
- findet in einer unterstützenden, ermutigenden, anregenden, nicht-restriktiven und spielerisch-experimentellen Atmosphäre statt.

Neue Erkenntnisse mit bereits vorhandenen zu vergleichen bedeutet, dem optimalen Sprachlernprozess etwas näher zu kommen.

Viele dieser neuro-sprachendidaktischen Vorschläge sind nicht neu, sie wurden teils auch schon aus reformpädagogischen Bildungsansätzen von z. B. Montessori, Dalton oder Freinet abgeleitet.

Aber: Bereits bekannte, progressive Prinzipien lassen sich über neurophysiologische Untersuchungen zunehmend beweisen, bilden damit auch die Grundlage einer obligatorischen Umsetzung im Unterricht, die lange nicht flächendeckend vollzogen worden ist. Insbesondere theoretische Modelle von „Methoden“ des Sprachenlernens und -lehrens sind durch ihre Ausschließlichkeit weder geeignet, solche Prinzipien zu berücksichtigen, noch sie umzusetzen.

In den folgenden Kapiteln wird gezeigt, wie diese Beweisführung möglich wird und zu welchen Konsequenzen sie außerhalb der bisherigen Erkenntnisse führt.

Pre-Test

1. Wie nennt man die Nervenzellen im Gehirn?
 - a) Neutronen
 - b) Neuronen
 - c) Elektronen
2. Wie viele Nervenzellen gibt es im Gehirn?
 - a) Circa eine Million Nervenzellen
 - b) Circa 100 Millionen Nervenzellen
 - c) Circa 100 Milliarden Nervenzellen
3. Mit welcher Geschwindigkeit reisen die elektrischen Reize im Gehirn von Zelle zu Zelle?
 - a) Bis zu 200 Kilometer pro Stunde
 - b) Bis zu 400 Kilometer pro Stunde
 - c) Bis zu 500 Kilometer pro Stunde
4. Was sind Synapsen?
 - a) Verbindungsstellen zwischen zwei Nervenzellen
 - b) Drüsen im Gehirn, die Hormone produzieren
 - c) elektrische Signale, die im Gehirn hin- und herreisen
5. Wie viele Gehirnverbindungen werden pro Sekunde umgebaut?
 - a) 1000
 - b) 100.000
 - c) 1.000000
6. Welche sind die wichtigsten Regionen des Gehirns?
 - a) Großhirn, limbisches System, Kleinhirn
 - b) Großhirn, Hirnstamm, Kleinhirn
 - c) Frontallappen, Hypophyse, Großhirn
7. Welcher Gehirnteil ist verantwortlich für Furcht?
 - a) Amygdala, der Mandelkern
 - b) Präfrontaler Kortex im Frontallappen
 - c) Basalganglien
8. Mit welchem Bildgebungsverfahren kann man das Gehirn gut darstellen?
 - a) Elektroenzephalographie EEG
 - b) Magnetresonanztomographie MRT
 - c) Ultraschall
9. Was hilft dem Gehirn u. a., leistungsfähig zu bleiben?
 - a) Bewegung
 - b) Musik
 - c) Beides
10. Wie viel wiegt das menschliche Gehirn?
 - a) Zwischen 4 und 5 kg
 - b) Zwischen 3 und 4 kg
 - c) Zwischen 1 und 2 kg

2 Tiefe Einblicke ins Hirn

Non-invasive, völlig ungefährliche radiologische Verfahren ermöglichen die bildliche Darstellung neuronaler Vorgänge bei der Sprachverarbeitung.

Zu Beginn medizinischer Untersuchungen des menschlichen Hirns standen aufgrund fehlender technischer Voraussetzungen maximalinvasive Studien an geöffneten Schädeln lebender Patienten, Verstorbener oder an konservierten Gehirnen. Nur über das Sezieren ließen sich letztlich Erkenntnisse über das Innenleben gewinnen und mögliche Zusammenhänge retrospektiv analysieren.

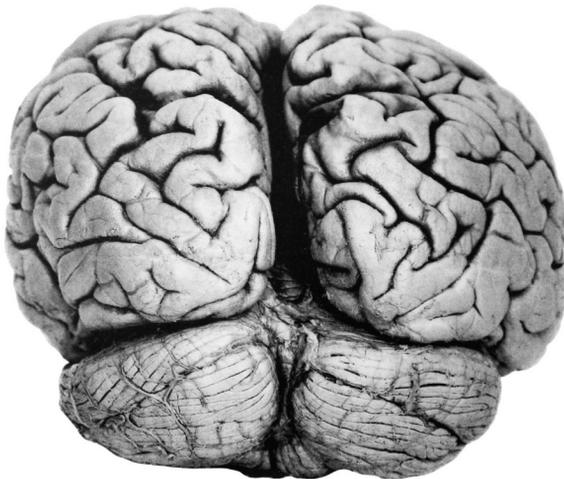


Abb. 6: Gehirn (Präparat – Ansicht okzipital)

Die Radiologie, im Zusammenspiel mit der Entwicklungen in der Physik, der Elektronik und der Computertechnik, ermöglichte erst die Entwicklung immer präziserer neurowissenschaftlicher Untersuchungen mit dem Einsatz moderner, höchstauflösender bildgebender Verfahren (*Neuroimaging*).

Gerade in den letzten beiden Jahrzehnten explodierte die Hirnforschung bezüglich Quantität und Qualität mittels sicherer, nicht-invasiver und strahlenfreier Messungen mit immer jüngeren Probanden (vgl. Kuhl 2010) geradezu und erreicht spracherwerbsrelevante Bezugswissenschaften wie Pädagogik, Linguistik und Didaktik.