

Heiner Böttger / Michaela Sambanis

Sprachen lernen in der Pubertät

2., überarbeitete und aktualisierte Auflage

narr STUDIENBÜCHER

narr\f
ranck
elatte
mpto



Univ.-Prof. Dr. Heiner Böttger ist Professor für die Didaktik der englischen Sprache und Literatur an der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt. Sein aktuelles Forschungsinteresse konzentriert sich auf sprachrelevante neurodidaktische Aspekte des Erwerbs kommunikativer Kompetenzen sowie die Bedingungen, die der mehrsprachlichen Entwicklung zugrunde liegen.



Univ.-Prof. Dr. Michaela Sambanis ist Lehrstuhlinhaberin für die Didaktik des Englischen an der Freien Universität Berlin. Zuvor war sie als Projektleiterin am TransferZentrum für Neurowissenschaften und Lernen (ZNL) der Universität Ulm tätig. Schwerpunkte ihrer Arbeit bilden das Verknüpfen von Didaktik und Neurowissenschaften sowie das Aufschlüsseln von Wissensbeständen für die Praxis des Lehrens und Lernens von Sprachen.

Michaela Sambanis und Heiner Böttger verorten sich wissenschaftlich sowohl genuin in der englischen Fachdidaktik als auch als Bindeglied zwischen Fremdsprachendidaktik und Neurowissenschaften. Dies dokumentieren sie insbesondere auch in den Bänden bei NARR zu den internationalen Konferenzen in Eichstätt 2015, Berlin 2017 und Griechenland 2019:
Focus on Evidence I – Fremdsprachendidaktik trifft Neurowissenschaften
Focus on Evidence II – Netzwerke zwischen Fremdsprachendidaktik und Neurowissenschaften
Focus on Evidence III – Fremdsprachendidaktik trifft Neurowissenschaften

Heiner Böttger / Michaela Sambanis

Sprachen lernen in der Pubertät

2., überarbeitete und aktualisierte Auflage

narr\f
ranck
e\atte
mpto

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

Univ.-Prof. Dr. Michaela Sambanis, Didaktik des Englischen
Freie Universität Berlin, Institut für Englische Philologie, FB Philosophie und Geisteswissenschaften,
Habelschwerdter Allee 45, 14195 Berlin

Univ.-Prof. Dr. Heiner Böttger, Didaktik der englischen Sprache und Literatur
Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt, Sprach- und Literaturwissenschaftliche Fakultät,
Universitätsallee 1, 85072 Eichstätt

2., überarbeitete und aktualisierte Auflage 2021

1. Auflage 2017

© 2021 • Narr Francke Attempto Verlag GmbH + Co. KG
Dischingerweg 5 • D-72070 Tübingen

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist 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.

Satz: pagina GmbH, Tübingen
Internet: www.narr.de
E-Mail: info@narr.de

CPI books GmbH, Leck

ISSN 0941-8105

ISBN 978-3-8233-8426-7 (Print)

ISBN 978-3-8233-9426-6 (ePDF)

ISBN 978-3-8233-0276-6 (ePub)



Inhalt

0. Ein Wort zuvor	9
1. Sprachrelevante neurobiologische Grundlagen	11
1.1 Alles auf Start	12
1.2 Qualitative Änderungen in den Hirnregionen	13
1.2.1 Pruning – gezielte Optimierung	15
1.2.2 Myelinisierung der Großhirnrinde	16
1.2.3 Limbisches System	18
1.2.4 Weitere relevante Veränderungen	19
1.3 Genderunterschiede	20
1.4 Verändertes Schlafverhalten	21
1.5 Zwischenfazit	24
2. Kommunikation	25
2.1 Ansprechpartner	25
2.1.1 Eltern und Erziehungsberechtigte	25
2.1.2 Lehrkräfte	27
2.1.3 Peergroup	28
2.1.4 Zwischenfazit	29
2.2 Kommunikation im Jugendalter	30
2.2.1 Funktionen und Merkmale von Jugendsprache(n)	31
2.2.2 Rituelle Beschimpfung und Kurzdeutsch	32
2.2.3 Parasoziale Interaktionen	34
2.2.4 Kommunikation und Mediennutzung	35
2.2.5 Zwischenfazit	37
2.3 Schweigen und Verweigerung: Innere Emigration	38
2.3.1 Sprachlicher Rückzug	39
2.3.2 Gelungene Kommunikation	39
2.3.3 Zurück vom Rückzug	40
2.3.4 Zwischenfazit	40

3. Zugänge und Entwicklungspotenziale	41
3.1 Musik	41
3.1.1 Musikgeschmack, Musik und Emotionen	41
3.1.2 Sprach- und Musikverarbeitung im Gehirn	45
3.1.3 Transfereffekte auf sprachliche Leistungen	46
3.1.4 Effekte von Musik auf die Intelligenz	48
3.1.5 Musik im Fremdsprachenunterricht	50
3.1.6 Musik als Hintergrundreiz	54
3.1.7 Zwischenfazit	56
3.2 Motorik	56
3.2.1 Wachstumsspurt, körperdysmorphe Störung und motorische Entwicklung	56
3.2.2 Bewegungsfreude und Bewegungslernen	60
3.2.3 Sprechmotorik	64
3.2.4 Zwischenfazit	67
3.3 Emotionen	68
3.3.1 Bedarfe und Wünsche Jugendlicher – aktuelle Tendenzen	68
3.3.2 Zwei Systeme und Emotionen im Gehirn	71
3.3.3 Exekutive Funktionen	74
3.3.4 Risikobereitschaft, Selbststeuerung und der Einfluss von Gleichaltrigen	79
3.3.5 Emotionen deuten, Vulnerabilität und Ängste	83
3.3.6 Zwischenfazit	89
3.4 Kognition	90
3.4.1 Beginn der Selbststeuerung	91
3.4.2 Unterstützen der kognitiven Kontrolle	92
3.4.3 Bewusstes Sprachenlernen organisieren	93
3.4.4 Zwischenfazit	93
3.5 Konzentration	94
3.5.1 Arten von Aufmerksamkeit	94
3.5.2 Neurobiologische Aspekte der Aufmerksamkeit	95
3.5.3 Potenziale	96
3.5.4 Aufmerksamkeitsstörungen	96
3.5.5 Didaktische Interventionsmöglichkeiten	97
3.5.6 Zwischenfazit	98
3.6 Kreativität	98
3.6.1 Kreativität unterbinden – ein Gedankenexperiment	100
3.6.2 Kreativität in Gefahr?	103
3.6.3 Academic confidence	104
3.6.4 Jugendliche Lerner stärken	105
3.6.5 Kreativität im Fremdsprachenunterricht fördern	108
3.6.6 Zwischenfazit	110

4. Individuelle Förderung und Unterstützung	111
4.1 Differenzierung und Individualisierung	111
4.2 Korrektur und Rolle des Fehlers	113
4.3 Feedback	115
4.3.1 Teacher feedback	116
4.3.2 Peer feedback	117
4.3.3 Just culture	117
4.4 Zwischenfazit	118
5. Fundus Unterrichtspraxis – kommunikative Formate	119
5.1 Spielerische Aufgabenformate: Gamification	120
5.1.1 Elections: Klassensprecherwahl – Mein persönlicher Wahlkampf ...	120
5.1.2 Newspaper: Ein englischsprachiges Schülermagazin gestalten	124
5.1.3 Role Play: Traveling from King’s Cross London	126
5.1.4 Decision Game: Das Wüstenspiel	132
5.1.5 Decision Game: Lost at Sea	138
5.1.6 Trial: Eine Gerichtsverhandlung nachstellen	139
5.1.7 Exhibition: Eine Kunstausstellung organisieren	142
5.1.8 Radio Play: Das Klassenradio	143
5.2 Musikbasierte Unterrichtsaktivitäten	144
5.2.1 Lieder malen	146
5.2.2 Lieder zu Lebensereignissen	146
5.2.3 Musikbilder erzählen Geschichten	147
5.3 Berücksichtigung motorischer Aspekte	148
5.3.1 Moleküle	149
5.3.2 Bewegungsmemory	150
5.3.3 Zungenbrecher knacken	150
5.4 Emotionen und exekutive Funktionen	151
5.4.1 Ein guter Tag!	152
5.4.2 I’m happy to be in this class with you because	152
5.4.3 Yes, let’s!	153
5.4.4 Conscience Alley	154
5.5 Kreativität	155
5.5.1 1000 Arten eine Socke zu benutzen	155
5.5.2 Sales pitch	156
5.6 Mindful exercises	157
5.6.1 Einstiegsübung: Atmen lernen	159
5.6.2 Gemeinsame Übung in der Klasse: Bodyscan	160
5.6.3 Kurze Einzelübung: Notizen machen	161

Literaturverzeichnis	163
Abbildungsverzeichnis	177
Stichwortverzeichnis	178

0. Ein Wort zuvor

Sie ist Anlass für Missverständnisse, Konflikte, Stigmatisierungen, enttäuschte Erwartungen und veritable Beziehungskrisen. Gleichzeitig ist sie eine wahre Brutstätte von Kreativität und Genialität, von inneren wie äußeren Veränderungen und Neuschöpfungen. Sie ist Evolution und Revolution in einem.

Die Rede ist von der Pubertät sowie der Adoleszenz, der Grauzone zwischen Jugend und Erwachsensein. Sie bilden einen eigentlich beeindruckenden Entwicklungszeitraum, der aber, anders als z. B. die frühkindliche Entwicklung als ebenfalls beeindruckende Phase, nicht unbedingt für freudiges Staunen sorgt, sondern für Irritationen, Ratlosigkeit und mitunter auch Sprachlosigkeit.

Vor dem Hintergrund wissenschaftlicher Erkenntnisse und Theoriebildung, vielfältiger Beobachtungs- und Befragungserfahrungen, empirischer Untersuchungen, insbesondere der Fremdsprachendidaktik und der Erziehungswissenschaften, sowie unter Bezugnahme auf neurowissenschaftliche und ausgewählte psychologische Befunde entstand dieses Buch. Es erhebt in aller Bescheidenheit den Anspruch, zu einem besseren Verständnis dieses einzigartigen Entwicklungszeitraums beizutragen und auf dieser Grundlage den sonst oftmals eher intuitiven Handlungshinweisen für den Fremdsprachenunterricht sich auf Wissensbestände stützende zur Seite zu stellen.

Das Buch setzt bei einer Auseinandersetzung mit Wissensbeständen an, schlägt Brücken zur Praxis des Fremdsprachenunterrichts und geht dabei zahlreichen Fragen nach: Welche Prozesse laufen im Gehirn von Teenagern ab? Wie gelingt die Kommunikation mit Jugendlichen trotz scheinbarer Abgrenzung? Was bedeutet Sprache für Jugendliche und ihre Identitätsentwicklung? Welchen Einfluss haben *Peers* auf den sprachlichen Lernprozess? Welche Inhalte sind für Heranwachsende relevant und damit memorierbar? Welche Rolle spielen Emotionen, Kreativität und Strategien? Welche Rolle spielt Musik im Leben von Jugendlichen und welches Potenzial besitzt sie fürs Sprachenlernen? Wie sieht letztlich ein altersgerechter Fremdsprachenunterricht aus, welchen Prinzipien folgt er?

Diesen und weiteren Fragen stellen wir uns – und wir stellen uns ihnen ausgesprochen gerne. Denn eine gesicherte Vorinformation ist diese: Die Pubertät ist eine der Lebensphasen mit dem größten Entwicklungspotenzial.

Das starke Motiv für uns beide als ehemalige Lehrkräfte und jetzige Lehrkräftebildner, als Autoren und Wissenschaftler, uns um diese spracherwerbssensible Phase zu kümmern, deren Potenzial wider besseren Wissens unterschätzt wird, ist die Sackgasse, in der vor allem die schulische Sekundarstufe steckt. Entwicklungspsychologisch, neurowissenschaftlich und auch fachdidaktisch zielgruppenorientiertes Fremdsprachenlehren und -lernen zu erforschen und zu organisieren ist immer noch eine Sisyphosaufgabe.

Wir gehen holistisch heran, wollen Grundlagen legen, dazu Zugänge und Entwicklungspotenziale aufzeigen, für das Sprachenlernen relevante Besonderheiten dieser einzigartigen Entwicklungsphase beleuchten und diese erklären. Wir möchten einerseits dafür sensibilisieren, dass manche pubertären Verhaltensweisen der Hirnentwicklung zuträglich sind, dass

aber andererseits auch nicht alles durch Umbauarbeiten im Gehirn zu entschuldigen ist: In manchen Fällen spiegeln z. B. die Streitbarkeit und Grenzüberschreitungen von Jugendlichen einfach nur die Erwartungen oder Befürchtungen von Erwachsenen, die es mit Pubertierenden zu tun haben.

Letztlich berühren wir im Zuge unserer Auseinandersetzung auch die methodische Ebene, wollen Aufgabenformate anbieten, die den gesicherten Befunden entsprechen und Lehrkräften, Referendaren, Studierenden, Personen in der Lehrkräfteausbildung sowie Leiterinnen und Leitern von Sprachkursen für Jugendliche Anstöße geben, um das Potenzial dieser besonderen Entwicklungsphase (neu) zu entdecken, es im Fremdsprachenunterricht zu entfalten, Freude, Gemeinschafts- und Erfolgserlebnisse im Unterricht zu ermöglichen.

Gegen Ermüdung, Entmutigung und manchmal sogar Verzweiflung der Fremdsprachenlehrkräfte zu wirken, ist lohnend. Über demokratische Unterrichtsstrukturen, Kollaboration, Kooperation und Partizipation sind Verständnis, Toleranz und Vertrauen gegenüber den sprachenlernenden Jugendlichen zu erreichen, und sie ermöglichen einen einfachen Haltungswechsel. Dieser wiederum bildet den Ansatzpunkt, den wir nach eingehender Auseinandersetzung mit dem Kenntnisstand und als langjährige Praktiker empfehlen. Das vorliegende Buch möchte, über den Weg des erweiterten Verständnisses für das, was in dieser besonderen Entwicklungsphase vor sich geht, dazu ermutigen, von einer mehr oder weniger resignierten oder auch defizitorientierten Sichtweise von Pubertät und Adoleszenz Abstand zu gewinnen und sie durch eine stärkenorientierte Sichtweise zu ersetzen.

Das „Wort zuvor“ möchten wir mit einem Wort des Dankes abschließen: Wir danken all jenen, die uns in Lehrveranstaltungen an der Universität, bei Unterrichtsbesuchen, Vorträgen, Kongressen usw. durch ihr Interesse, ihre Fragen und Erfahrungen immer wieder neu zum Nachdenken und zum Nachforschen bringen. Die Tatsache, dass dieser Band nun in einer zweiten Auflage erscheint, zeigt, wie viele engagierte Menschen es gibt, die sich für die Stärken und Potenziale des Jugendalters fürs Sprachenlernen interessieren. Das freut und beeindruckt uns zugleich.

Berlin/ Eichstätt, im Sommer 2020

Heiner Böttger
Michaela Sambanis

1. Sprachrelevante neurobiologische Grundlagen

Die Veränderung der jugendlichen Psyche in der Pubertät ist für Außenstehende, insbesondere für Eltern und Lehrkräfte, kaum nachvollziehbar, da sich einerseits die Motivlagen der Jugendlichen nicht rational erklären lassen und da andererseits die individuelle Entwicklungsgeschwindigkeit des jugendlichen Gehirns nicht konstant und in allen Arealen gleichmäßig verläuft. Es ist eine programmierte Metamorphose vom Kind zum Erwachsenen mit massiven Umbauprozessen im adoleszenten Gehirn.

Adoleszenz definiert in etwa den Lebensabschnitt zwischen der späten Kindheit und dem Erwachsenenalter. Sie ist vom Geschlecht, der Kultur, der Ernährung und anderen Faktoren abhängig. Sie umfasst ganzheitlich die physische und mentale Entwicklung zum selbstständigen, verantwortungsbewussten Erwachsenen.

Umso wichtiger ist es, dass sich alle für die sprachliche Bildung dieser Altersgruppe Verantwortlichen um ein Basiswissen aus vielerlei Perspektiven bemühen, also holistische Kompetenzen aufbauen. Dazu gehören neben Erkenntnissen der Sprachendidaktik die der Sprachenneurodidaktik, der Neurowissenschaften sowie der Spracherwerbswissenschaft und der Entwicklungspsychologie. So entsteht eine Grundlage für begründetes, durchdachtes, professionelles sprachunterrichtliches Handeln basierend auf klaren Beweisen, nicht auf Vorurteilen, Mythen und unreflektierten Präferenzen.

Sichtbar, somit beobachtbar und spürbar, sind Veränderungen in der Psyche der sich wandelnden und entwickelnden Kinder. Diese völlige gedankliche Neuorientierung der heranwachsenden Jugendlichen hängt mit einem biologischen Erdbeben in deren Gehirn zusammen, einer grundlegenden Reorganisation (Giedd et al. 1999: 861 ff.; vgl. auch Giedd 2004: 77 ff.). In dieser Zeit ermöglicht es die große Plastizität, also die Anpassungsfähigkeit und Veränderbarkeit des adoleszenten Gehirns, dass sich Einflüsse von außen in besonderer Weise prägend auf kortikale Schaltkreise auswirken können. Die Anpassungsfähigkeit ist in der Tat enorm: Ein Verlust von Synapsen durch Verletzungen kann mit dem bestehenden Netzwerk ausgeglichen werden. Auch Sprachlernerfekte sind zu beobachten – der Mutterspracherwerb ist abhängig von einer umfassenden Synaptogenese, die später durch die Reduktion gestärkt, stabilisiert und effizient gemacht wird. Dieses Netzwerk bildet dann die Grundlage für das weitere Fremdsprachenlernen unter institutionalisierten Bedingungen nach dem Alter von etwa vier bis fünf Jahren, wenn die Entwicklung der Muttersprache bezüglich Grammatik und Wortschatz im Großen und Ganzen abgeschlossen ist (vgl. Böttger 2016: 76).

Es entstehen somit sowohl ganz erhebliche Chancen für jede Art von Bildung, insbesondere sprachliche Bildung und Erziehung (vgl. Konrad et al. 2013: 425), jedoch auch hohe Anforderungen an das weitverbreitete geringe Verständnis der Verantwortlichen für diesen Aspekt von Pubertät. Einfache Erklärungen bilden nicht annähernd die Komplexität dieses zerebralen Umbruchs ab.

Alles im pubertierenden Gehirn entwickelt sich hormonell bedingt unterschiedlich stark und schnell, passt nicht mehr in das weitgehend vorhersehbare, berechenbare, ausgeglichene und harmonische Gleichgewicht der Kindergedankenwelt. Geschlechtshormone sind ab

etwa dem zehnten bis zwölften Lebensjahr die Verursacher des scheinbaren Gefühls- und Gedankenchaos. Sie leiten die körperliche Reifung bis hin zur Geschlechtsreife ein. Wie genau der Umbau- und Reorganisationsprozess abläuft, ist nicht abschließend geklärt. Für das Sprachenlernen relevante, bereits gesicherte Erkenntnisse und Aspekte werden im Folgenden geklärt. Diese umfassen auch den sprachlichen Beziehungsaufbau, die Identitätsentwicklung im kommunikativen Kontext, das Sprachselbstbewusstsein, die Kontrolle sprachlicher Produktion sowie kommunikativ-soziale Kompetenzen.

1.1 Alles auf Start

Zu einem nicht exakt vorhersehbaren Zeitpunkt beginnt die Wandlung vom Kind zum Jugendlichen (vgl. Harley 2018: 109ff.). Das Hirn weist generell eine hohe Dichte an Rezeptoren für Sexualhormone auf, die so auch während der Adoleszenz dort neuronale Areale beeinflussen, zumal sie in dieser Zeit ansteigend aktiviert werden.

Verantwortlich ist dafür in erster Linie der Hypothalamus, der das Ausschütten der Hormone initiiert (vgl. Sambanis 2013: 69). Er ist der kleinere Teil des Zwischenhirns und steuert

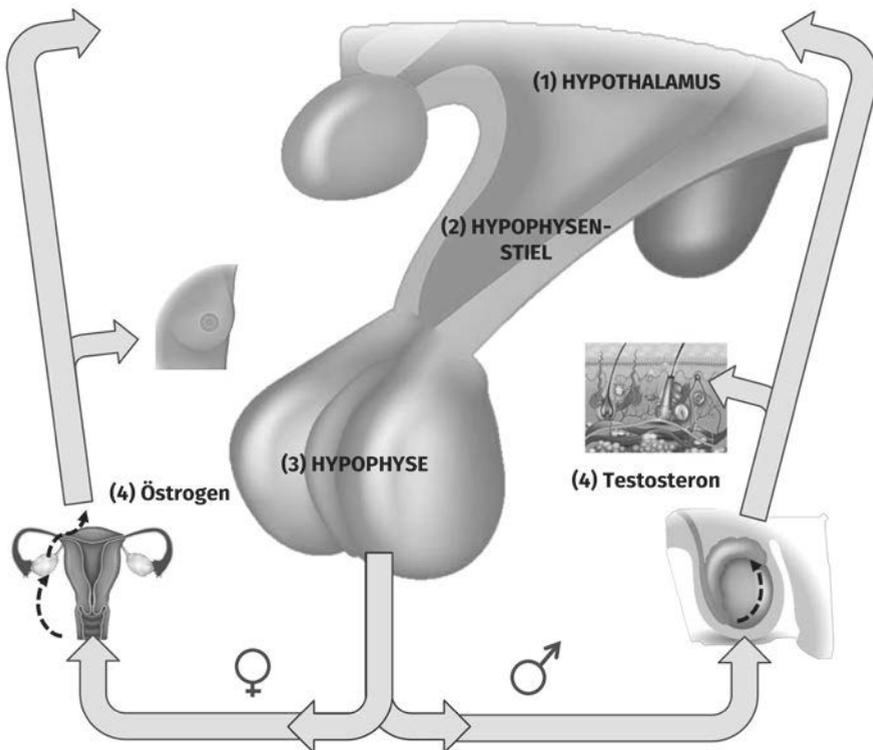


Abb. 1 Hormonausschüttung

die biologischen Grundfunktionen des Körpers (vgl. Böttger 2016: 94): Atmung, Nahrungsaufnahme, Blutkreislauf. Zu Beginn der Pubertät sendet der Hypothalamus chemische Signale an die Drüse Hypophyse, damit diese Botenstoffe ausschüttet, die wiederum u. a. die Produktion der Sexualhormone Östrogen und Testosteron bei Mädchen bzw. Jungen beeinflussen. Der genaue Zeitpunkt ist individuell unterschiedlich und abhängig von weiteren Faktoren, beispielsweise den vorhandenen Fettreserven bei Mädchen.

Der Hypothalamus (1) befindet sich im Bereich der Sehnervenkreuzung. Er ist ein wichtiges Bindeglied zwischen Nervensystem und Hormonsystem, erreicht die Größe eines Fünf-Cent-Stücks und wiegt ca. 15 Gramm. Durch den Hypophysenstiel (2) (Infundibulum) besteht eine Verbindung mit der Hypophyse (3) (Hirnanhangdrüse), die wie ein Tropfen hängt. Die Hormonausschüttung verläuft ab dort als Kettenreaktion wie folgt: Spezielle Hormone aktivieren in den Eierstöcken bzw. Hoden die Produktion von Östrogen und Testosteron, zwei Sexualhormonen (4). Diese wirken erneut auf den Hypothalamus und beeinflussen den Sexualtrieb.

1.2 Qualitative Änderungen in den Hirnregionen

In der Adoleszenz entsteht durch die Reorganisationsprozesse bis etwa zum 30. Lebensjahr ein Ungleichgewicht zwischen reiferen subkortikalen und unreiferen präfrontalen Hirnstrukturen. Dies betrifft insbesondere das früher reifende limbische System, das auch das Belohnungssystem beinhaltet, und das im Stirnlappen sitzende Kontrollsystem (siehe Abb. 2). Dies ist mit tiefgreifenden emotionalen und kognitiven Veränderungen verbunden. Letztere umfassen auch die exekutiven Funktionen (vgl. 3.3.3), die Denken und Handeln kontrollie-

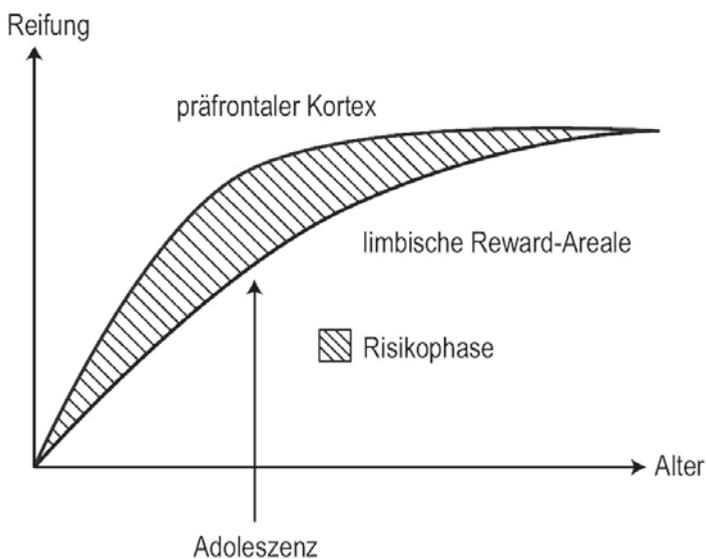


Abb. 2 Nichtlineare Reifungsprozesse von subkortikalen und präfrontalen Hirnarealen

ren, und so erst auch z. B. eine flexible Anpassung an neue sprachliche Herausforderungen in neuen sprachlichen Kontexten ermöglichen (vgl. Casey et al. 2010).

Die, an der gesamten körperlichen Entwicklung gemessenen, immer noch unreifen synaptischen Netzwerke im jungen Gehirn verantworten so die verminderte kognitive und emotionale Selbstregulation und damit auch einen zeitweisen Kontrollverlust, auch in sprachlicher Hinsicht.

Das Spannungsfeld Kognition – Emotion ist für die Pubertät konstituierend: Das Denken Pubertätender ist durch die sich erst entwickelnde neuronale Verbindung und Integration von limbischem System und präfrontalem Kortex geprägt. Ist wenig Erregung vorhanden, werden die Denkprozesse über den Stirnlappen gesteuert (= kalte Kognition), bei starken Emotionen werden Entscheidungen über das limbische System gesteuert (= heiße Kognition).

Besonderes Augenmerk verdient, auch in sprachbezogener Hinsicht, die emotionale Entwicklung (vgl. 3.3). Natürliche Stressoren führen zu positiven Auswirkungen auf Anforderungen und Lernprozesse, jenseits einer gesunden Grenze verändern sie jedoch neuronale Strukturen, beispielsweise durch intensive Angst, exzessiven Stress, soziale Be- bzw. Verurteilung. Ab dem frühen Sprachenlernen bis zum Ende der Pubertät führen positives Feedback und Erfolge zur gesunden Selbsteinschätzung und Selbstregulierung.

Die Reifung des Gehirns von der Kindheit bis in die Adoleszenz ist ein höchst dynamischer Gesamtprozess (vgl. Abb. 3) als Resultat vieler unterschiedlicher Einzelprozesse. Um zu ver-

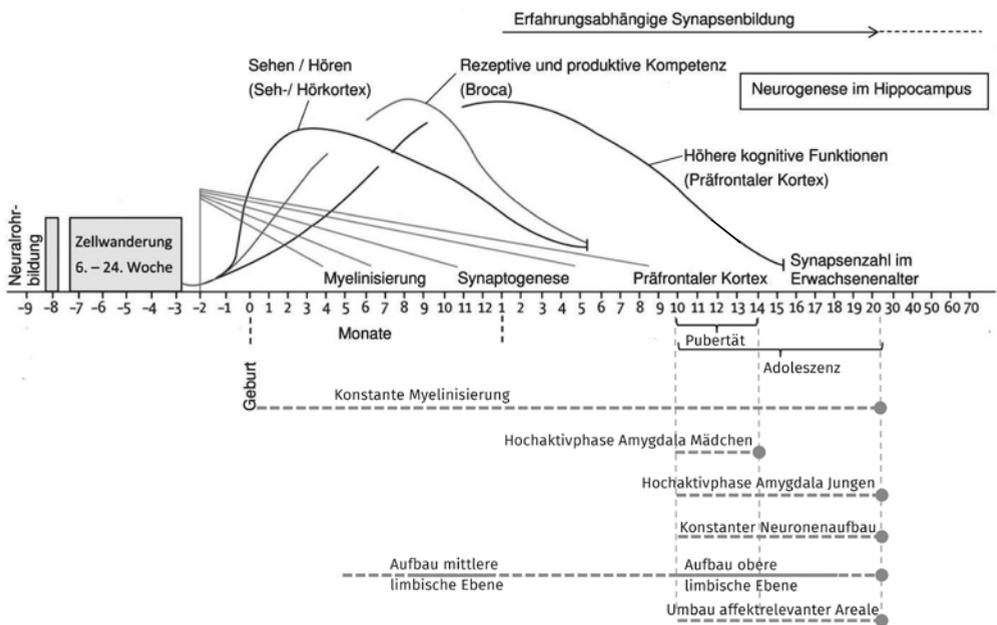


Abb. 3 Entwicklungsphasen

stehen, was diesbezüglich in der Pubertät vor sich geht, ist zunächst ein Blick zurück in die Entwicklung des kindlichen Denkkorgans bis zum Eintritt in die Pubertät notwendig.

1.2.1 Pruning – gezielte Optimierung

Schon bald nach der Geburt ist die Höchstzahl der Nervenzellen im Gehirn erreicht (ca. 60 Milliarden). Es fehlen nun noch größtenteils die verbindenden Synapsen. Die Zahl der in den ersten Lebensjahren entstehenden Synapsen erreicht mehrere Billionen und bildet mit den Zellen ein dichtes Netzwerk (vgl. Böttger 2016: 63). Es repräsentiert anatomisch die ungeheure Lernfähigkeit dieser frühen Altersspanne, die die Aufnahme von unzähligen Eindrücken und Impulsen ermöglicht. Dies geht zu Lasten von Konzentrationsfähigkeit und präziser Handlungseffizienz, die erst mit der Entwicklung in der Pubertät erreicht werden können. Im Alter von etwa zehn Jahren wird die steile Synapsenentwicklung eingebremst. Die Atrophie ungenutzter Zellverbindungen, die gegenüber der bisherigen Entwicklung nicht auffallend war und jetzt ein Gleichgewicht erreicht hat, nimmt schlagartig zu: Die Dysbalance kehrt sich um, die Entwicklung schaltet nun von Quantität auf Qualität und zwar nutzungsabhängig.

Use it or lose it heißt das neue Prinzip der Hirnentwicklung, also Benützen oder Verlieren von neuronalen Verbindungen – Letzteres wird auch *Pruning* (engl., von Zurückschneiden, Stutzen) genannt. 30 000 Nervenverbindungen werden pro Sekunde während der Pubertät rückgebaut, umgerechnet also über 2,5 Milliarden täglich.

Dies geht einher mit einer Zunahme des Zellkörpervolumens. Bis zum Ende der Adoleszenz sind es 50 Prozent aller seit Erreichen des Maximums bestehenden Synapsen. Das bedeutet einen massiven Substanzverlust (vgl. Abb. 4), jedoch zu Gunsten qualitativer Verbindungen, die nutzungsabhängig bestehen bleiben.

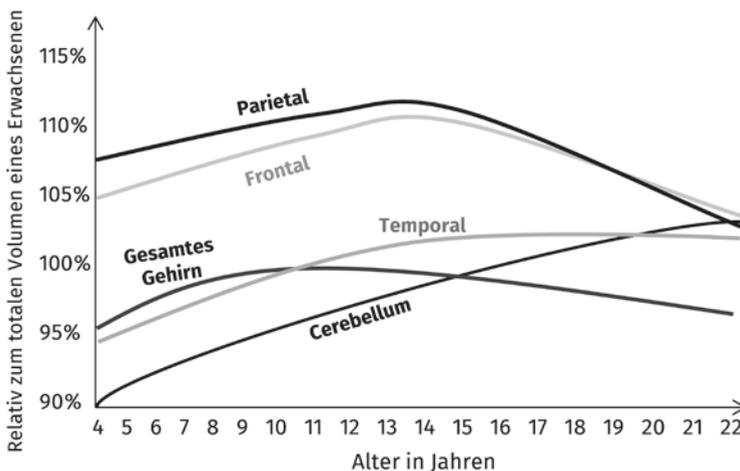


Abb. 4 Volumenänderung im Gehirn

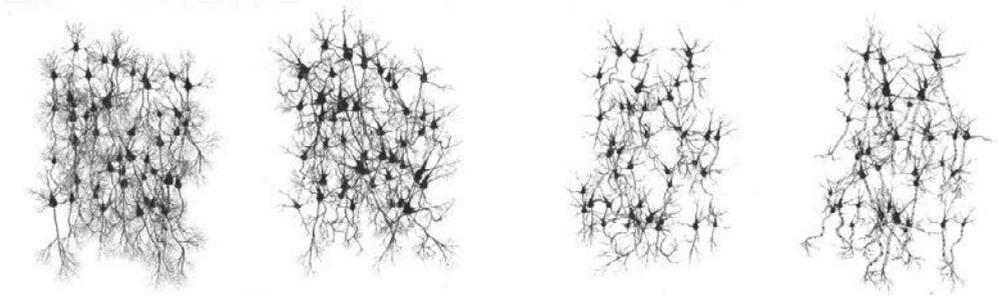


Abb. 5 Synaptische Verbindungen vom 10. Lebensjahr (links) bis zum Ende der Pubertät (rechts)

Wenngleich die Synapsendichte im Frontalhirn, dem Entscheidungszentrum hinter der Stirn (vgl. 1.2.2), nach der Pubertät abgenommen hat, ist das Volumen des Gehirngewebes jedoch gleich geblieben (Blakemore 2006: 163).

Der Optimierungsprozess war lange unbekannt, wurde noch länger unterschätzt und sogenannte „pubertäre“, nicht immer rational erklärable Verhaltensweisen Jugendlicher wurden ihm zugeordnet. Jedoch handelt es sich dabei um eine Erhöhung der Hirnleistungsfähigkeit durch die Entfernung überflüssiger und energieverbrauchender Leitungsmuster (vgl. Abb. 5). Parallel verstärken sich die synaptischen Verbindungen, über die häufig und intensiv elektrische Impulse übertragen werden.

1.2.2 Myelinisierung der Großhirnrinde

Die Pubertät setzt ein während eines bereits nach der Geburt begonnenen Reifungsprozesses, der parallel zum *Pruning* verläuft: die Myelinisierung. Die graue Substanz der Großhirnrinde, bestehend aus den Neuronen (Nervenzellen), reift bis zum Alter von 14 Jahren, dann fällt die Reifungskurve bereits ab. Ihre langen Nervenfortsätze bzw. -fasern, die Verbindungsleitungen, zwischen wenigen Millimetern und bis zu einem Meter lang, werden sukzessive mit einer eiweißhaltigen Fettschicht ummantelt, dem Myelin (vgl. Böttger 2016: 66; Konrad et al. 2013). Myelin ist hell, nahezu weiß, und wird deshalb auch als weiße Substanz bezeichnet. Wie die isolierende Ummantelung eines elektrischen Kabels sorgt die Myelinschicht einerseits für Schutz der Fortsätze (Axone), andererseits aber auch für eine höhere Leitungsgeschwindigkeit ohne Verlust der neuronalen Impulse. Diese kann bis über 400 km/h erreichen.

Anders als lange angenommen, ist die Zeit der Pubertät auch eine Zeit der sich schnell und steil entwickelnden Potenziale. Durch die Myelinisierung werden Verbindungen zwischen Hirnarealen, auch solchen, die weiter auseinanderliegen, effizient.

Die Myelinisierung verläuft zuerst über die primären sensorischen und motorischen Areale des Kortex, insbesondere solche für das Hören, Sehen und Fühlen, sowie Bewegungen. Erst in der Pubertät sind am Ende dieser Entwicklung alle Teile des präfrontalen Kortex mit den anderen Hirnarealen verbunden. (Böttger 2016: 91)

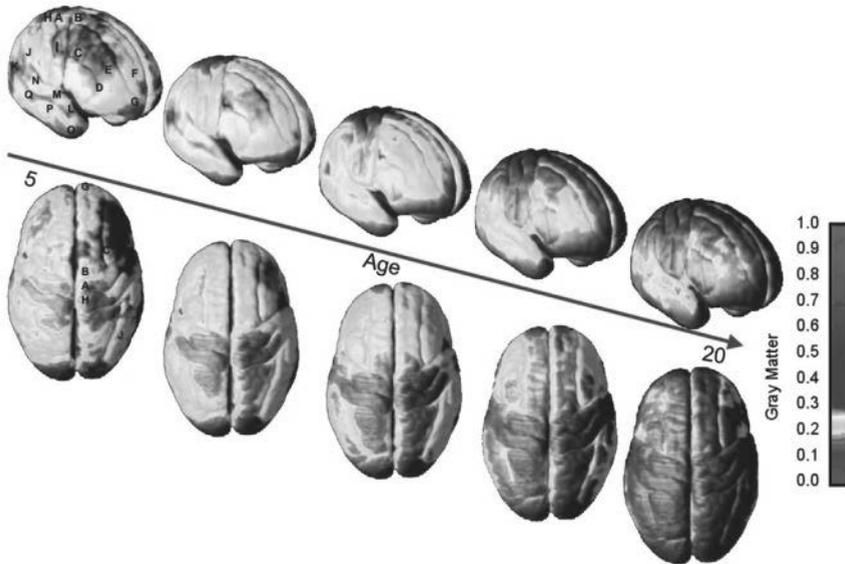


Abb. 6 Dynamischer Umbau der grauen Substanz durch Myelinisierung

Diese Entwicklung hat demnach eine festgelegte Richtung, von posterior nach anterior, von hinten nach vorne. Denken allgemein, kognitive Fähigkeiten, aber auch Sprachaufnahme, -verarbeitung und -produktion beschleunigen sich mit dieser Entwicklung. Insbesondere der präfrontale Kortex, der Stirnlappen, wird weitgehend neu organisiert (vgl. Abb. 6).

Der präfrontale Kortex, auch Stirnhirn genannt, operiert kognitiv, antizipativ, exekutiv und evaluativ: Wichtige, nicht nur für das Sprachenlernen relevante Entscheidungen werden hier getroffen. Der „CEO des Gehirns“ aktiviert beim Sprachenlernen neue Hirnareale, in denen nach

Übung und Wiederholung sprachliche Informationen gespeichert werden, Handlungsplanungen und Entscheidungen stattfinden sowie Antizipationen, das Vorhersehen von Handlungen, ablaufen. Übungen führen zu Automatisierung/Habitualisierung: Neue Verhaltensmuster aktivieren zu Lernbeginn größere Areale im Kortex. Je häufiger neue Muster wiederholt werden, desto stärker bildet sich der belegte Bereich im Kortex zurück, die neuen Erfahrungen werden in subcorticale Bereiche und damit in das Unbewusste verlagert. Der präfrontale Kortex entwickelt sich am langsamsten und erst zuletzt vollständig. (Böttger 2016: 46)

Wenn er dann vollständig entwickelt ist, die synaptischen Verschaltungen, die Kortexbereiche untereinander sowie die tieferen Bereiche des Gehirns zu einem Konnektom zusammenführen, dann sind auch die kognitiven Prozesse und Exekutivfunktionen im präfrontalen Kortex feinabgestimmt (vgl. Barkovich 2000; Benes et al. 1994).