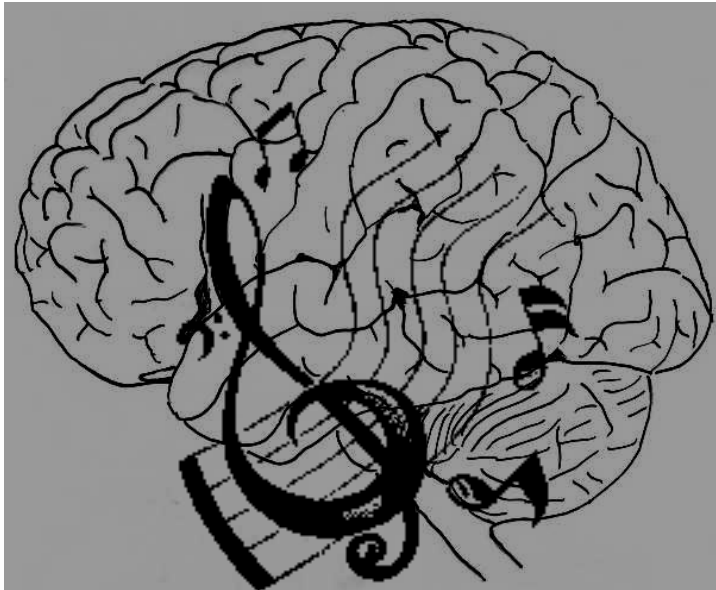


Pädagogisch... Neurologisch – Logisch?

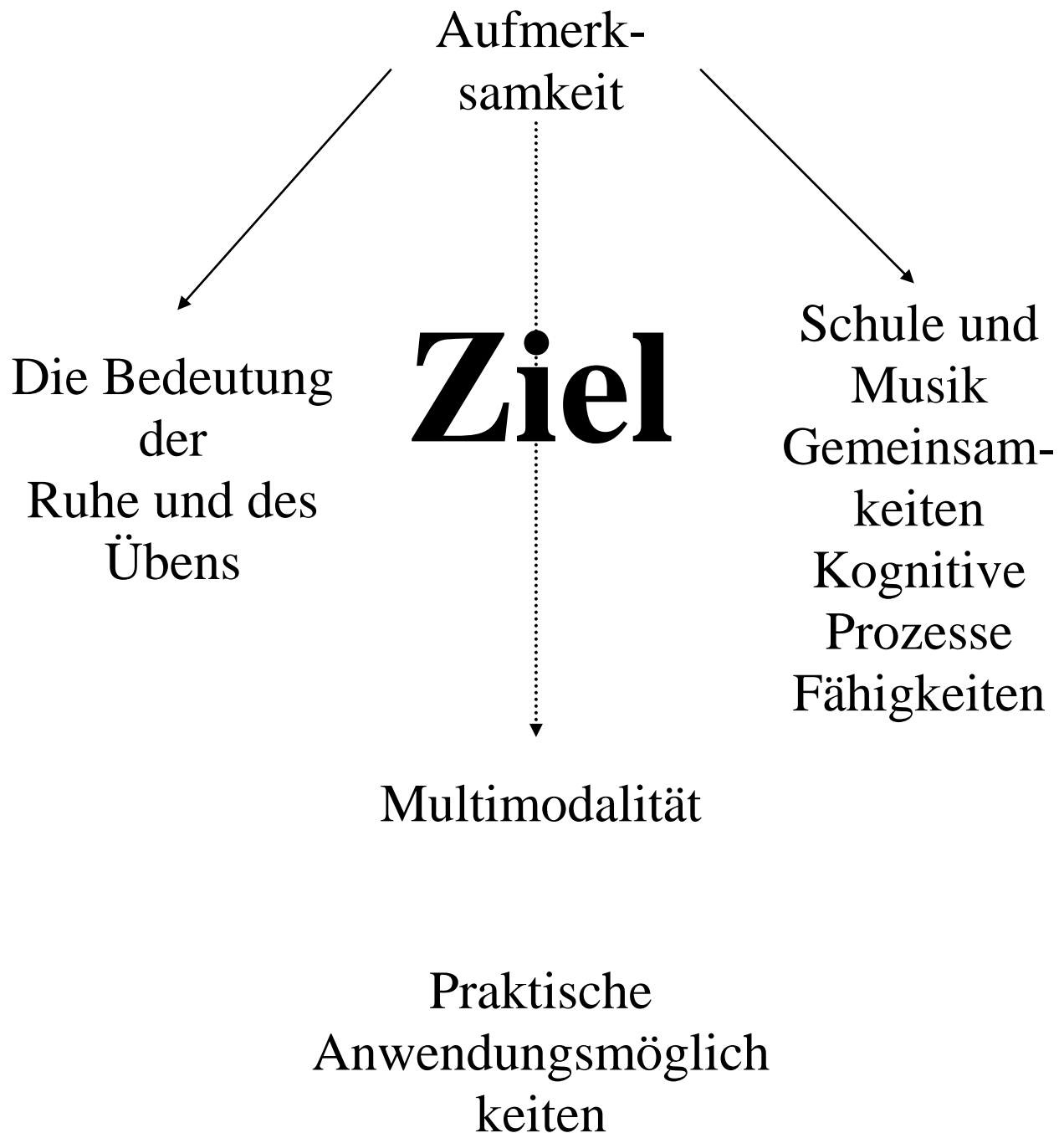
Eine Tagung zu Hirnentwicklung & Lernen
Herbst 2012



Kursleitung:
Dr. phil.
Astrid von Büren Jarchow
Schmiedgasse 34
6370 Stans

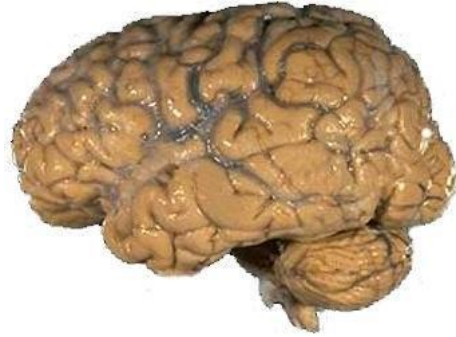
Musik lernen / Sprache

-



Unser Gehirn ein Wunder der Natur

Zusammenfassung des Aufbaus des menschlichen Gehirns
Man unterscheidet vereinfacht **vier Hauptbereiche**:

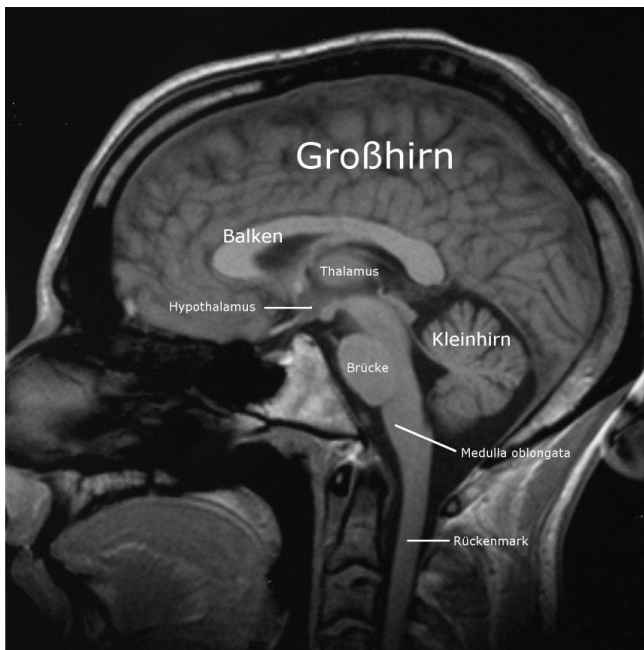


a) Das Großhirn ist in der Mitte durch einen Einschnitt in zwei Halbkugeln (=Hemisphären) geteilt. Diese sind stark gefaltet oder auch gefurcht. Es besteht eine breite Verbindung zwischen den Hemisphären, welche auch Balken genannt wird - es handelt sich dabei um einen dicken Nervenstrang. Außerdem existieren noch weitere kleinere Verbindungen.

Die 2-4mm dicke Oberfläche wird **Großhirnrinde** genannt. Sie enthält ca. 14 Mrd. Somata von Nervenzellen. Dadurch erscheint sie grau und wird demzufolge auch graue Substanz genannt. Auf ihr lassen sich die so genannten **Rindenfelder** lokalisieren. Man unterscheidet zwischen **primären Feldern und Assoziationsfeldern**. Erstere verarbeiten ausschließlich Informationen einer Qualität. Diese sind entweder Information über Wahrnehmungen (Empfindung, z. B. Sehen, Riechen, Berührung, etc.) oder über Bewegungen (einfache Bewegungen). Letztere stimmen verschiedene Funktionen aufeinander ab. Wichtig zu beachten ist, dass ein einzelnes Rindenfeld nicht alleine für eine Funktion zuständig ist, sondern dass das korrekte Zusammenspiel in einem Netzwerk aus verschiedenen Nerven, die aus verschiedenen Feldern stammen, erst eine vollständige Funktion ermöglicht.

Zu den primären Feldern rechnet man beispielsweise den **visuellen Cortex**, auf dem die Projektionen der Sehbahn münden. Er liegt am hinteren Pol des Gehirns. Ein anderes Beispiel ist der **auditorische Cortex**, der der Verarbeitung von akustischen Reizen dient und sich seitlich im Schläfenlappen befindet. Assoziative Felder findet man zum Beispiel im vorderen Teil des Gehirns. Diesen kommen Aufgaben wie Gedächtnis und höhere Denkvorgänge zu.

Die Position der Rindenfelder wurde durch Ausfälle (wie z.B. nach Schlaganfällen), Untersuchungen mit elektrischer Stimulation, mikroskopische und andere Techniken bestimmt.



Im Inneren des Großhirns befindet sich die **weiße Substanz**. In dieser verlaufen Axone, welche die einzelnen Teile des Großhirns mit anderen Teilen des Nervensystems verbindet.

b) Am Kleinhirn lassen sich ebenfalls zwei Hemisphären unterscheiden. Zusätzlich grenzt man noch weitere Teile ab. Es ist z.B. für **Gleichgewicht, Bewegungen und deren Koordination** verantwortlich. Bei Tieren ist das Kleinhirn oft relativ zum Großhirn stärker ausgeprägt als beim Menschen, insbesondere bei Tieren mit Flugvermögen oder bei schnellen Räubern.

Neben den automatisierten Bewegungsabläufen wird dem Kleinhirn auch eine Funktion beim **unbewussten Lernen** zugeschrieben. Neuere Forschungen (2005) lassen darauf schließen,

dass es auch einen Anteil am Spracherwerb und dem sozialen Lernen hat.

c) Zum Zwischenhirn rechnet man 4 Teile:

Thalamus (oberer Teil) Hypothalamus, der mit der Hypophyse (Hirnanhangdrüse) verbunden ist.

Der Thalamus ist der Mittler von sensiblen und motorischen Signalen zum und vom Großhirn. Bei ihm laufen alle Informationen der Sinnesorgane zusammen, und werden weiter vermittelt. Hauptsächlich besteht der Thalamus aus grauer Substanz. Der Hypothalamus steuert zahlreiche körperliche und psychische Lebensvorgänge und wird selbst teils neural über das vegetative Nervensystem und teils hormonell über den Blutweg gesteuert. Hypothalamus und Hypophyse (wichtige Hormondrüse des Körpers, die über den Hypophysenstiel mit dem Hypothalamus verbunden ist) sind das zentrale Bindeglied zwischen dem Hormonsystem und dem Nervensystem. Das Zwischenhirn ist unter anderem verantwortlich für die Schlaf-Wach-Steuerung, Schmerzempfindung und Temperaturregulation.

d) **Der Hirnstamm** ist der stammesgeschichtlich älteste Bereich des Gehirns. Er bildet den untersten Gehirnabschnitt und besteht aus auf- und absteigenden Nervenfasern (Weiße Substanz) und aus Ansammlungen von Neuronen bzw. von Somata (Graue Substanz). Es besteht aus dem Mittelhirn, der Brücke (Pons) sowie dem Nachhirn (auch verlängertes Mark = Medulla oblongata genannt, da es sich zwischen Brücke (Pons) und Rückenmark befindet). Der Hirnstamm verschaltet und verarbeitet eingehende Sinneseindrücke und ausgehende motorische Informationen und ist zudem für elementare und reflexartige Steuermechanismen zuständig.

Im Nachhirn kreuzen sich die Nervenbahnen der beiden Körperhälften. Außerdem werden hier viele automatisch ablaufende Vorgänge wie Herzschlag, Atmung oder Stoffwechsel gesteuert. Ebenso befinden sich hier wichtige Reflexzentren, so dass z.B. Lidschluss-, Schluck-, Husten- und andere Reflexe ausgelöst werden. Das untere Ende des Nachhirns schließt an das Rückenmark an.

Gehirne von Männern und Frauen

Durchschnittlich wiegt das Gehirn einer erwachsenen Frau 1245 g und das eines erwachsenen Mannes 1375 g. Man nimmt an, dass dieser Gewichtsunterschied durch eine höhere Zahl von Windungen und Furchen im Gehirn von Frauen ausgeglichen wird, wodurch sich die Gesamtoberfläche des Hirns erhöht. Zudem liegen die Nervenzellen im Hirn bei Frauen dichter zusammen. Hinsichtlich der Intelligenz sind zwischen Mann und Frau keine signifikanten Unterschiede festzustellen. Grundsätzlich gibt es viele Unterschiede im Aufbau und Funktionsweise des Gehirns zwischen Männern und Frauen. Geschlechtshormone wie die Östrogene und Testosteron wirken nicht nur auf die Keimdrüsen, sondern auf vielfältige Weise auf das Nervensystem als Ganzes und Nervenzellen, Synapsen, Genexpression etc. im Einzelnen sowohl während der Embryonalentwicklung, als auch während Kindheit und Pubertät sowie im Erwachsenenalter. Beispiele dafür sind die im Vergleich zu Frauen bei jungen Männern vergrößerte Regio praeoptica im Hypothalamus. Vor kurzem wurde mit modernen bildgebenden Verfahren gemessen, dass beim vorgestellten Drehen von dreidimensionalen Objekten bei Männern eine Gehirnregion erhöhte Aktivität zeigt, bei Frauen zwei.



Leistung des Gehirns

Das Gehirn ist ein sehr aktives Organ und hat einen enormen **Sauerstoff- und Energiebedarf**. Es macht etwa 2 % der Körpermasse aus, aber dennoch müssen etwa 20 % des Bluts (Herzminutenvolumen) vom Herzen ins Gehirn gepumpt werden. Da das Gehirn nur äußerst **geringe Speicherkapazitäten** für Sauerstoff und Energie besitzt, führt bereits ein kurzzeitiger Ausfall der Blutversorgung zu Hirnschäden.

Oft werden Vergleiche zwischen der Leistungsfähigkeit eines Computers und der des menschlichen Gehirns angestellt. Seit das Gehirn als Sitz kognitiver Leistung erkannt wurde, wurde es in der Literatur immer mit dem komplexesten verfügbaren technischen Apparat verglichen (Dampfmaschine, Telegraph).

So versuchte man auch, aus der Funktionsweise von Computern auf die Funktionsweise des Gehirns zu schließen. Heute dagegen versucht man in der Neuroinformatik, die Funktionsweise des Gehirns teilweise auf Computern nachzubilden bzw. durch diese auf neue Ideen zur "intelligenten" Informationsverarbeitung zu kommen. Als Struktur für Denk- und Wissensproduktion liefert das Gehirn eine Architektur, die sich zur Nachahmung empfiehlt. Künstliche neuronale Netzwerke haben sich bereits bei der Organisation künstlicher Intelligenzprozesse etabliert.

Konnektivität

Das menschliche Gehirn besitzt Schätzungen zu Folge ca. 100 Milliarden Nervenzellen, welche durch ca. 100 Billionen Synapsen eng miteinander verbunden sind. Ein Grundprinzip der Organisation des Gehirns ist die topologische Abbildung (z.B. Retinotopie), d.h. was nebeneinander auf dem Körper liegt, wird im Gehirn in den zuständigen Arealen auch nebeneinander verarbeitet.

Literatur

Günter Gassen, Sabine Minol: Unbekanntes Wesen Gehirn. Darmstadt: Media Team Verlag, 2004. ISBN 3-932845-71-4
Eccles, John C.: Wie das Selbst sein Gehirn steuert. Berlin / Heidelberg: Springer, 1994
Michael Hagner: Geniale Gehirne. Zur Geschichte der Elitegehirnforschung. Göttingen: Wallstein, 2004. ISBN 3-8924-4649-0
Sabine Perl, Verena Weimer, Hans Günter Gassen: Das Gehirn: Zwischen Perfektion und Katastrophe. Biologie in unserer Zeit 33(1), S. 36–44 (2003), ISSN 0045-205X
John von Neumann: Computer and the Brain. Yale University Press, 2000. ISBN 0300084730
Richard F. Thompson: Das Gehirn : von der Nervenzelle zur Verhaltenssteuerung. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 2001 (3. Aufl.) ISBN 3-8274-1080-0
Gerhard Roth: Aus Sicht des Gehirns. Suhrkamp Verlag, September 2003. ISBN 3518583832

Weblinks

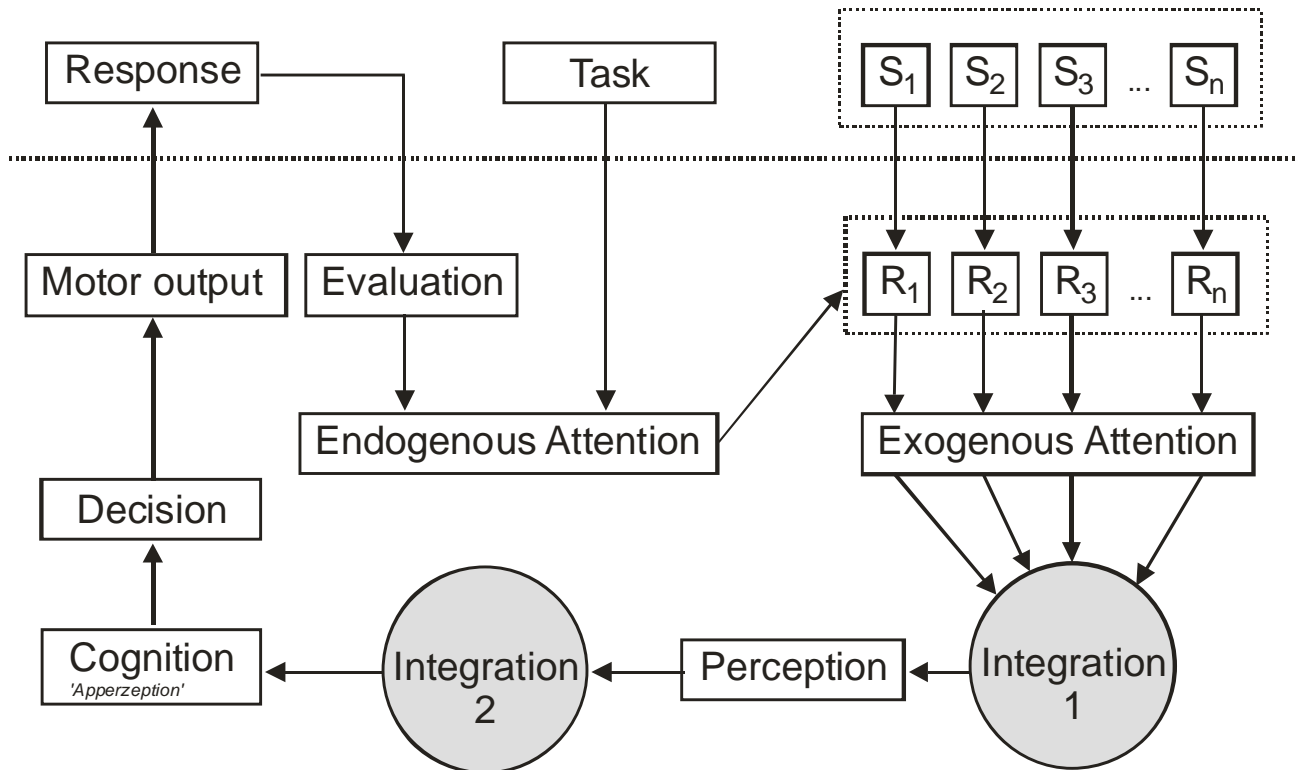
<http://de.wikipedia.org/wiki/Gehirn>

Übersetzungen

Brain Explorer - Beschreibung des Gehirns, seiner Teile, Krankheiten und Funktionsstörungen mit vielen Abbildungen
Das Gehirn aus psychologischer Perspektive aus Werner Stangls Arbeitsblättern
Einfache Einführung in Bau und Funktion des Gehirnes mit vielen Bildern
Über Gegenwart und Zukunft der Hirnforschung (Zeitschrift Gehirn & Geist)
Der Mensch und die "Künstliche Intelligenz" - Philosophische Dissertation, die u. a. auf die Gehirn/Geist-Probleme eingeht
Wissenschaft.de: Extrem mutationsfreudige Gene ermöglichten nur beim Menschen eine extrem schnelle Entwicklung des Gehirns
Wissenschaft.de: Dynamik der Hirnentwicklung wichtiger für die Intelligenz als Hirnvolumen
Allen Brain Atlas (engl.) Online Resource unterstützt durch eine 100 Millionen \$ Stiftung des Philanthropen Paul Allen
The whole Brain Atlas Gehirnatlas mit CT-, MRT- und SPECT/PET-Aufnahmen von Patienten mit verschiedenen Gehirnerkrankungen



Modell der multimodalen Rhythmusverarbeitung



von Büren A., 2007

Das Modell zur multimodalen Rhythmusverarbeitung.

S_1 bis S_n sind Stimuli, die in unimodaler, bimodaler oder trimodaler Form präsentiert werden. Die Rezeptoren (R_1 bis R_n) werden von zwei verschiedenen Quellen beeinflusst: einerseits von der willentlich gesteuerten Aufmerksamkeit, und andererseits von der Anzahl und der Art der Stimuli (S_1 bis S_n). Die beiden Aufmerksamkeitsstypen (endogenous and exogenous attention) können unterschiedliche Werte annehmen: sind beide Werte positiv, dann tragen sie zu einer Optimierung des Rhythmusverarbeitungsprozesses bei, sind beide negativ dann behindern sie den Verarbeitungsprozess, liegt einer der beiden im positiven und der andere im negativen so können sich die Werte gegenseitig aufheben oder aber mit einem vermindert positiven oder negativen Wert am Prozess Einfluss nehmen. Der Task (Wissen um die Anzahl der Modalitäten; welche Art von Antwortverhalten gefragt ist) kann zusätzlich positiv oder negativ auf die „endogenous attention“ wirken. Je mehr über den Task bekannt ist und je besser er bereits geübt wurde (Vertrautheit mit dem Task, mit dem Taskinhalt, hier im Speziellen mit dem Rhythmus), desto positiver wird der Wert. Ist der Task unbekannt und neu für die Versuchsperson wird der Wert weniger positiv ausfallen. Der Task, die endogenous attention und die von Stimuli und Rezeptoren beeinflusste „exogenous attention“ werden in einer ersten Integration verarbeitet und führen zu einer Wahrnehmung (perception). In der Integration 2 werden alle höheren kognitiven Prozesse einbezogen, die zur Ausführung des gefragten Antwortverhaltens benötigt werden. Dies führt zur eigentlichen Kognition und macht eine Entscheidung möglich. Die Entscheidung löst den „motorischen output“, die Antwort aus. Diese wird danach einer Evaluation (Evaluation) unterzogen und kann damit im Sinne einer „Motivation“ im nächsten Durchgang auf die endogenous attention Einfluss nehmen.

Das Konstrukt der Aufmerksamkeit

„Jeder weiss, was Aufmerksamkeit ist. Es ist die klare und lebhaft Inbesitznahme des Verstandes von einem Objekt oder Gedanken aus einer Menge anderer gleichzeitig möglicher Objekte und Gedanken. Ausrichtung und Konzentration des Bewusstseins sind ihr Wesen. Es beinhaltet die Abwendung von einer Sache, um sich effektiv mit einer anderen auseinanderzusetzen“ (JAMES, 1890, S. 247, übersetzt)

„Eine einheitliche Definition dieses hypothetischen Konstrukts liegt nicht vor. Der Gegenstand der experimentellen Erforschung der Aufmerksamkeit umfasst mindestens drei unterschiedliche Themenbereiche.“ (GALL et al., 2002)

Was ist Aufmerksamkeit

James, (1890) unterschied noch keine Aufmerksamkeitskomponenten. Heute wird Aufmerksamkeit nicht mehr als ganzheitliches Konstrukt angesehen, sondern in diverse Subkomponenten aufgeteilt und von verschiedenen Ansatzpunkten betrachtet.

Aufmerksamkeit (oder verschiedene Aufmerksamkeitsprozesse) steuert (steuern) Hirnprozesse und verbessert (verbessern) somit die Informationsaufnahme in den verschiedenen Modalitäten wie auch die Aufrechterhaltung, Weiterführung und Beendigung kognitiver Prozesse.

- **Der Zustand der Wachheit:**

Voraussetzung für die Aufmerksamkeit
diverse Stadien zwischen schläfrig und wach (alert)

- **Die Aufmerksamkeitssteuerung**

Die Aufmerksamkeitssteuerung beschreibt **Prozesse zur Lenkung und Steuerung der Aufmerksamkeit**. Bei der Beschreibung solcher Prozesse tritt eine andere Dimension der Aufmerksamkeit in den Vordergrund: Wohin und wodurch wird unsere Aufmerksamkeit gelenkt?

Ein Ziel eines Aufmerksamkeitsprozesses kann beispielsweise eine bestimmte Modalität sein. Um eine optimale Aufnahme eines gustatorischen (taktilen, visuellen, olfaktorischen oder auditiven) Stimulus zu gewährleisten, werden selektive Aufmerksamkeitsprozesse eingesetzt. Sitzen wir beispielsweise abends in einem Restaurant und kosten eine delikate wunderbare Sauce, entschliessen wir uns dazu, das Rezept zu entschlüsseln. Dabei gelingt es uns willentlich, die Aufmerksamkeit zu bündeln, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen - hier, die Zutaten der wunderbaren Sauce herauszufiltern.

Neben dieser willentlichen Konzentrationsbündelung auf eine spezifische Modalität hin gibt es auch **automatische Aufmerksamkeitsverschiebungen**. Diese Verschiebung geschieht in Situationen, wo „neue, potentiell gefährliche, relevante oder schmerzhaft“ Stimuli auftreten. *Erleben können wir diese plötzliche Verschiebung der Aufmerksamkeit, wenn wir mit nackten Füßen durch eine weiche Wiese schlendern und plötzlich auf*

einen spitzen Stein treten.

Auch interne „kognitive“ Prozesse können das Ziel einer Aufmerksamkeitsfokussierung sein: Die gedankliche Beschäftigung mit einem Konflikt, mit einer bevorstehenden Arbeit oder mit einem geliebten Menschen, wie auch das Meditieren, das Beten oder die mentale Vorbereitung auf einen wichtigen Auftritt sind einige Beispiele für eine Fokussierung dieser Art.

•

Die Objekt- und Ortsbasiertheit

Zuwendung der Aufmerksamkeit entweder durch einen Ort definiert oder durch die Anwesenheit eines Objektes begrenzt.

- räumliche Zuwendung kann den ganzen Körper oder nur die Augenbewegung betreffen (Sprechen mit einem kleinen Kind)
- rein innerliche (verdeckte) Aufmerksamkeit sein (Beobachten eines scheuen Wildtieres)
- Belauschen wir im Zug ein fremdes Gespräch, so verschieben wir unsere Aufmerksamkeit verdeckt, wobei die Augen beispielsweise auf der eigenen (nicht beachteten) Zeitung ruhen.

Räumliche Koordinaten, die unsere Aufmerksamkeit bündeln, können ausserhalb oder innerhalb des Körpers liegen.

- Verstauchen des Fusses beim Joggen (automatische Aufmerksamkeitszuwendung auf einen Ort innerhalb des Körpers)
- Untersuchen der Qualität eines Rosenstocks vor dem Kauf

Die **Intensität**, mit welcher wir uns dieser räumlichen Zuwendung hingeben, kann zusätzlich variieren. Der Fokus kann sehr breit und oberflächlich sein (im Zug Landschaftsbetrachtung, oberflächlich), oder ganz eng, detailliert und intensiv (Bildbetrachtung im Kunstmuseum, Weidegustation).

Subtypen der Aufmerksamkeit

Das Konstrukt der „Aufmerksamkeit“ kann durch die folgenden Subtypen (Komponenten) erfasst werden:

- *Alertness* (Aufmerksamkeitsaktivierung)
- *Selective Attention* (Selektive Aufmerksamkeit)
- *Divided Attention* (geteilte Aufmerksamkeit)
- *Sustained Attention / Vigilanz* (Daueraufmerksamkeit).

Musiker und kognitive Fähigkeiten

Normalerweise integriert unser Gehirn im Alltag Informationen von verschiedenen Hirngebieten und Modalitäten, ohne dass wir uns dieses Prozesses bewusst sind. Geräusche im Verkehr werden mit Augenbewegungen koordiniert und je nach Situation wird in den meisten Fällen eine adäquate motorische Reaktion ausgeführt. Beim Musizieren findet auch ein multimodaler Integrationsprozess statt. Während jedoch in vielen „multimodalen“ Alltagssituationen auf einen unerwarteten exogenen Stimulus reagiert werden muss, gilt dies für die meisten musikalischen Handlungen nicht. Eine Ausnahme hierfür bildet das Improvisieren in einer Gruppe von Musikern.

Ansonsten werden willentlich verschiedene Sinnessysteme sehr kontrolliert gesteuert. Das auditive, visuelle und taktile System sind parallel aktiv und werden mit neuen (oder bereits geübten) motorischen Mustern verbunden. Allein die Synchronisation, der Augenbewegungen mit der Notenschrift stellt eine hohe Koordinationsleistung dar. Mit Hilfe des motorischen und dem taktilen Systems setzen die Finger oder Hände (mit oder ohne Schlägel, Klöppeln oder Plektrum) auf Fellen, Tasten, Saiten, Klappen oder Griffflächen das eben Gesehene motorisch um. Gleichzeitig wird versucht, mit den Augen sowohl das Instrument, die Notenblätter und allenfalls noch andere Mitspieler und/oder den Dirigenten im Blickfeld zu haben. Das Gehör überprüft parallel den Klang und ob das Gespielte mit der Notation übereinstimmt, und gleichzeitig wird das Stück weiter gespielt. Damit sind gleichzeitig drei sensorische Systeme aktiv: das auditive, visuelle und taktile System. Diese multisensorische Integration und das Zusammenspiel mit der Motorik könnten für die unterschiedlichen Gehirne von Musikern und Nicht-Musikern mit verantwortlich sein. Neurowissenschaftliche Methoden (EEG, fMRT) an Gesunden zeigen funktionelle und strukturelle Hirn-Unterschiede durch musikalisches Training (Foxton et al., 2004; Brashears et al., 2003; Gaser & Schlaug, 2003a; Gaser, & Schlaug, 2003b; Wilson et al. 2002; Schlaug, 2001; Schlaug et al., 1995). Für Musiker bestehen Vorteile im mentalen Vorstellen und sie weisen schnellere Reaktionszeiten in intellektuellen Leistungen auf (Brochard et al., 2004). Vermutet wird, dass durch musikalisches Praktizieren eine bessere sensomotorische Integration gelingt.

Das Musizieren in einer Gruppe oder einem Orchester stellt zusätzliche Anforderungen. Es gibt wichtige Informationen, die eine Musikerin oder ein Musiker unbedingt mitbekommen muss (der Klang des eigenen Instruments, den Dirigenten und die Mitspieler, die Notation usw.), während andere Einflüsse ignoriert werden müssen. Durch das Musizieren wird damit nicht nur die Verbindung der sensorischen Information zwischen den Sinnesmodalitäten und der Motorik ständig trainiert. Das musikalische Praktizieren trainiert auch andere kognitive Fähigkeiten. Diese Fähigkeiten können mit psychologisch-kognitiven Konstrukten wie selektive und geteilte Aufmerksamkeit, Arbeits-, Kurz- und Langzeitgedächtnis und Exekutivfunktionen umschrieben werden.

Im Schulalltag werden ähnliche Anforderungen an die Kinder gestellt. Die Konzentration soll auf die gerade gestellten Aufgaben fokussiert sein, Nebengeräusche müssen ignoriert werden. Beim Schreiben beispielsweise setzt die Motorik Gesehenes, Gehörtes oder Vorgestelltes in Schrift um. Hier korrigiert jedoch im Vergleich zum Musizieren das visuelle System das Schriftbild.

Musikstücke werden oft memorisiert und auswendig gespielt. Dies erfordert eine gute Gedächtnistraining-Strategie, welche sich durchaus für Schulleistungen positiv auswirken kann. Insbesondere wenn es darum geht, neue Inhalten aufzunehmen, Vokabeln zu lernen oder für eine Prüfung zu lernen. Natürlich gilt auch hier die Voraussetzung, dass gewisse Transfereffekte von einer Domäne in die andere möglich sind.

Die Bedeutung des Rhythmus für die kindliche Entwicklung

Im Alltag lässt sich beobachten, wie sich schon kleine Kinder von einem „rassigen“ Rhythmus mitreißen lassen. Bevor sie laufen, schwanken und tanzen sie sitzend oder wackelig stehend zu den gehörten Rhythmen oder synchronisieren ihre Bewegungen zum Takt. Allerdings können sehr kleine Kinder ihre Bewegungen noch nicht zu gehörten Taktstimuli koordinieren. Diese Entwicklung muss jedoch nicht zwingend an der Unfähigkeit der Wahrnehmung liegen, sondern kann vermutlich der noch fehlenden motorischen Kontrolle zugeordnet werden.

Spezifische Studien zur Zeit- und Rhythmusverarbeitung bei Kleinkindern bestätigen die faszinierenden Alltagsbeobachtungen: schon Kleinkinder haben eine ausgeprägte Zeitverarbeitung, nehmen Rhythmen wahr und lassen sich davon zur Bewegung inspirieren. Einzig die Feinmotorik bildet sich später aus, so dass vor allem sehr schnelle Rhythmen nicht reproduziert werden können. Drake beschreibt jedoch eine rasante Entwicklung dieser motorischen Fähigkeiten.

Die Entwicklung der Musikverarbeitung beginnt sehr früh. Bereits Neugeborene unterscheiden verschiedene Rhythmuskategorien. In metrischen Rhythmusmustern können neun Monate alte Babys Rhythmusänderungen feststellen, nicht aber in non-metrischen Rhythmusmustern. Bereits im vorsprachlichen Alter besteht ein Rechts-Ohr-Vorteil für Sprachstimuli und ein Links-Ohr-Vorteil für rein rhythmische Stimuli.

Diese Ergebnisse lassen auf eine frühe Reifung dieser Fähigkeiten schliessen und auch vermuten, dass die zeitliche Verarbeitung von auditorischen Stimuli von grosser Bedeutung ist. Eventuell bilden sie für spätere kognitive Fähigkeiten eine Voraussetzung. Eine dieser kognitiven Fähigkeiten ist die Sprache. Diese ist darauf angewiesen, dass das Gehirn Sprachmelodie und sehr schnelle (im Millisekundenbereich liegende) auditorische Stimuli korrekt und effizient verarbeiten kann.

Rhythmus in Sprache und Musik

Sowohl in Sprache als auch in Musik werden zeitliche Abfolgen von auditorischen Stimuli wahrgenommen, verarbeitet und gespeichert. Möglicherweise folgt dieser Verarbeitung eine motorische Antwort. Während die Sprachverarbeitung in den Gehirnanaren klar links lateralisiert sind, gibt es für die Rhythmusverarbeitung noch keine klare Zuordnung. Lerdhal & Jackendoff (1983) schlagen eine Unterscheidung von Rhythmus und Takt vor. Die linke Hemisphäre soll dabei Rhythmus verarbeiten, während die rechte für den Takt zuständig ist. Andere hingegen diskutieren eine linkshemisphärische Verarbeitung von schnellen zeitlichen Stimuli. Die rechte Hirnhälfte verarbeitet nach ihnen vor allem spektrale Stimuli. Alcock et al. (2002) unterstreichen diese zeitliche Verarbeitungstheorie der linken Hirnhälfte. Sie untersuchten Patienten, die entweder auf der linken Hirnhälfte Verletzungen aufzeigten oder aber auf der rechten Hirnhälfte.

Linksseitige Hirnverletzungen führten zu Beeinträchtigungen in der Rhythmusreproduktion und Rhythmuswahrnehmung. Hingegen Patienten mit rechtseitigen Hirnverletzungen waren in der Tonhöhendiskriminierung und deren Reproduktion beeinträchtigt. Mit fMRI wurden die Strukturen, die für eine passive Rhythmuswahrnehmung zuständig sind untersucht. Unabhängig von der musikalischen Ausbildung waren dies beidseitig Areale im superioren Temporallappen, der linke inferiore Parietalcortex und das rechte Operculum frontale.

Die Klassifizierung der Sprachen wird von Linguisten anhand von Sprachrhythmen vorgenommen. Auch die Psycholinguisten übernahmen dieses Klassifikationssystem, gestützt durch die Tatsache, dass bereits Babys fähig sind, diese Rhythmusklassen zu diskriminieren (Ramus, 1999). Die Messungen der verschiedenen Rhythmen in verschiedenen Sprachen werden momentan von zwei Forschern erfolgreich durchgeführt. Ramus Messung basiert auf der künstlichen Reproduktion der Sprache in den Bereichen Phonotaktik und Prosodie, Prosodie, Rhythmus und reine Intonation. Er konnte zeigen, dass erwachsene Franzosen eine alleinige Präsentation des Sprach-Rhythmus genügte, um zwei Sprachen diskriminieren zu können. Zwar genügte auch die alleinige Präsentation von Intonation, doch mit dieser Information allein, war die Aufgabe bedeutend schwieriger zu bewältigen (Nazzi & Ramus, 2003).

Aniruddh Patel hingegen entwickelte den „normalized pair wise Variability Index“ (nPVI), der auf der von Linguisten entwickelten Dichotomisierung von „stress-timed languages“ versus „syllable-timed languages“ beruht. Mit der Entwicklung des nPVI gelang es erstmals, domänenübergreifend Musik und Sprache zu vergleichen. Beim Vergleich von Rhythmusmustern im Englischen und Französischen zeigten Patel und Daniele (2003), dass die von den Komponisten gesprochene Sprache sich auch auf ihre Musik, genauer auf ihre Kompositionen auswirkt. Unabhängig vom Takt zeigt sowohl englische Musik wie auch die englische Sprache durchschnittlich einen grösseren nPVI als die französische Sprache. Obwohl zwei unterschiedliche Verfahren verwendet wurden, deuten die Ergebnisse beider Forscher in dieselbe Richtung. Die gesprochene Sprache beeinflusst demnach den Rhythmus von Musikstücken. Dies ist ein weiterer Hinweis auf eine Gemeinsamkeit der Domänen Sprache und Musik und auch dafür, dass Rhythmen der einen Domäne auf eine andere Domäne Einfluss nehmen können.

Solche Hinweise auf mögliche Transfereffekte zwischen Musik und Sprache finden sich auch im klinischen Alltag. Overy et al. (2003) zeigen in „Musical Aptitude Tests“, dass Kinder mit Dyslexie in rhythmischen Tests wie auch in Test in denen eine schnelle zeitliche Verarbeitung gefragt ist, durchschnittlich schwächer abschneiden als ihre Kolleginnen und Kollegen aus der gesunden Kontrollgruppe. In Tonhöhendiskriminierungs-Tests waren sie jedoch der Kontrollgruppe überlegen. In einer Interventionsstudie trainierte Overy (2003) Kinder mit Dyslexie und konnte zeigen, dass sich bereits nach achtwöchigem Rhythustraining das Buchstabieren und die phonologischen Fähigkeiten der Kinder verbesserten. (Overy et al., 2003). Obwohl in ihrer Studie keine Kontrollgruppe erhoben wurde, gibt sie doch einen interessanten Hinweis auf mögliche Transfereffekte.

Ein weiterer interessanter Hinweis findet sich bei der Melodic intonation Therapy (MIT; Sparks et al., 1973). In der MIT wird der Effekt ausgenutzt, dass viele Aphasiker zwar nicht sprechen können, aber in der Lage sind beim Singen korrekte Wörter zu produzieren (siehe Kpt. 2.6).

Michael Corballis (1991, in Gazzaniga et al., 2002) sieht die Zusammenhänge zwischen Sprache, Musik und Motorik aus der Perspektive der Hemisphärenasymmetrie. Sprache wie auch andere sequentielle motorische Vorgänge wird hauptsächlich von der linken Hemisphäre verarbeitet. Dort, im Gyrus frontalis medius, befindet sich laut Corballis ein „generative assembly device“ (GAD), welches die operative Schnittstelle zwischen den Domänen wie auch den Zugang zu motorischen Aktionseinheiten und Wörtern darstellt.

A. von Büren. (2007). Multimodale Verarbeitung von Rhythmen bei Kindern. Zürich: Studentenverlag

Praktische Anwendungen

Rein rhythmische Übungen:

ohne Instrumente, für kurze oder längere Einsätze

- Hälfte der Lernende klatschen ganze Noten
die andere halbe Noten
 - Variation (rechte, linke Hand unabhängig voneinander brauchen)
 - Wechsel der Klassenhälften / Hände
 - Tempowechsel, eine Schülerin gibt Tempo neu... immer wieder zurück auf Ursprungstempo (ev. mit Metronom halten, kann als Distraktor gebraucht werden) oder immer weiter
 - Lernende erfinden Rhythmen (mit oder ohne Metronom)
 - eine Hälfte klatscht Metronom, die andere Hälfte improvisiert einzeln Rhythmen dazu, ohne dass der Takt unterbrochen wird
- Beine mit einbeziehen (im Sitzen und im Stehen)...
 - Beine machen Metronom, 1 Hand macht Rhythmen
 - Beine machen Metronom, beide Hände unabhängige Rhythmen

Mit Instrumenten

Schlaghölzer, Klangstäbe, Rasseln, Trommeln, Pauken, Kastagnette, Triangel, Gong,...

- die Übungen von oben lassen sich mit allen Orffinstrumenten durchführen. Falls Klangstäbe eingeführt werden, Tonarten beachten und mit Terzen, Quinten und Oktaven arbeiten
- Melodien einbeziehen, Grundtöne mit Akkorden ergänzen, nicht mehr rein rhythmisch arbeiten, auch melodios (Anforderung an Arbeitsgedächtnis wird so massiv erhöht)
- Zeitlich kleine Sequenzen einzeln üben und immer längere Stücke zusammenfügen
- Improvisieren mit den Tonarten, Rhythmus konstant halten oder auch öffnen

Rhythmische Übungen mit Sprache:

ohne Instrumente, für kurze oder längere Einsätze

- Hälfte / Drittel,...der Lernende klatschen ganze Noten die andere liest einen Text / Gedicht mit den Silben im Takt
- Lernende klatschen mit rechter und /oder linker Hand unabhängig Metronom und lesen dazu
- Lernende laufen zum Lesen im Takt des Textes
- eine Hälfte klatscht Metronom, die andere Hälfte liest den Text im richtigen Tempo, ohne dass der Takt unterbrochen wird
- Beine mit einbeziehen (im Sitzen und im Stehen)...
 - Beine machen Metronom, 1 Hand bewegt sich im Rhythmus des Textes, dazu lesen
 - Beine machen Metronom, 1 Hand macht Metronom mit, die andere doppelt so schnelle Rhythmen, dazu lesen
- Gedichte rhythmisch lesen lassen
- Rhythmus „zeichnen“ lassen, Teil der Schüler liest, die anderen malen den Rhythmus den sie hören.
- Lieder auswendig lernen!!!
- Rhythmen erfinden mit Karten, Länge der Karten zeigt Wert des Tons

Alle Übungen können mit Tempowechsel gemacht werden. Die Lehrperson erhöht oder verlangsamt das Tempo laufend, Lernende müssen sich anpassen.

Die Übungen können teilweise mit zusätzlicher visuellem Einbezug gemacht werden: in Zweiergruppen → das Klatschen wird auf die Hand der Partnerin gemacht (Hand-Auge-Koordination)

Mit Instrumenten

- Rhythmisches Lesen, Stimme konstant auf einem Ton
- Klasse aufteilen und in Terzen, Oktaven oder Quinten „sprechen“ lassen
- Begleitung des Sprechgesangs mit entsprechenden Klangstäben
- Dur oder Moll
- Gelernte Lieder rhythmisch und melodisch begleiten