



fMRT TESTUNG

der audiovisuellen Wahrnehmungsförderung (AVWF)

Projektleitung: DI Jürgen Wieser , Sandra Wengg (Limbio Business OG)

Wissenschaftliche Leitung: Dr. Martin Kronbichler (Christian Doppler Klinik/ Universität Salzburg, PMU)

Dezember 2011



Funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT)

Mit Hilfe der funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRT) werden Aktivitäten im Gehirn über Veränderungen im Stoffwechsel gemessen. Das Grundprinzip baut auf Phänomenen im Magnetfeld auf. Wenn eine Gehirnregion stark arbeitet, verbraucht sie Energie, das heißt, es muss frischer Sauerstoff mit Hilfe des Blutes in diese Regionen transportiert werden. Diese Veränderung wird gemessen. Dieses Signal wird BOLD-Effekt (blood-oxygen-level-dependent) genannt. Dieser Kontrast ist vom Sauerstoffgehalt in den roten Blutkörperchen abhängig. Rote Blutkörperchen, die ihren Sauerstoff abgegeben haben, fungieren wie kleine Eisenmoleküle, also kleine Magneten, die das Magnetfeld stören. Das Magnetresonanzsignal misst in diesem Bereich ein schwächeres Signal. Diese Methode beruht primär auf der Frage-

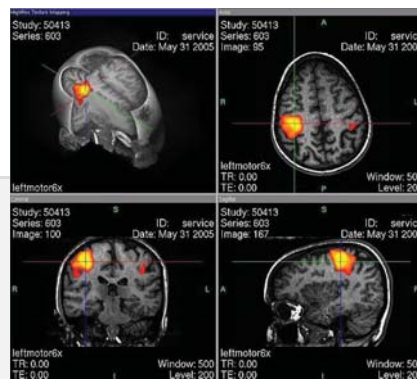
stellung, welche Gehirnregionen an bestimmten Prozessen stärker oder schwächer beteiligt sind, bzw. wo im Gehirn etwas passiert. Der große Vorteil liegt darin, dass Gehirnaktivitäten sehr genau lokalisiert werden können. Eine fMRT-Untersuchung läuft in der Regel in drei Phasen ab:

Prescan: ein kurzer, gering auflösender Scan, hiermit kann die korrekte Lagerung des Probanden geprüft werden.

Anatomischer MRT-Scan: ein räumlich hoch auflösender Scan, um die Anatomie des zu untersuchenden Bereichs via Bildfusion detailgetreu darstellen zu können.

Der eigentliche fMRT-Scan: ein schneller Scan, der durch Anwendung des BOLD-Kontrasts Durchblutungsunterschiede im untersuchten Gewebe darstellt.

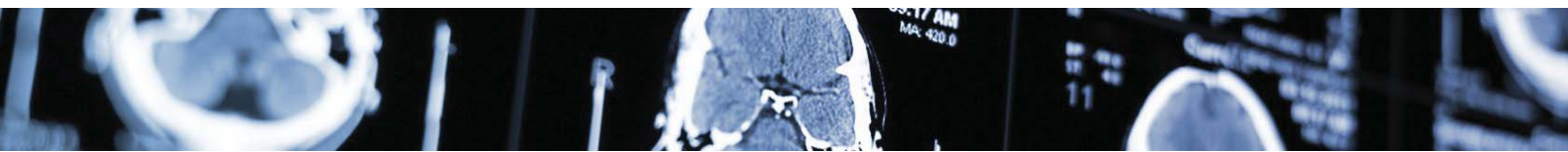
Übersicht der verschiedenen Beobachtungsebenen einer fMRT-Aufnahme nach linksseitigem „Finger-Tapping“. Die farbig dargestellten Bereiche symbolisieren einen erhöhten Stoffwechsel und somit eine Hirnaktivität. Je weiter die Farbe ins Gelbliche abweicht, desto wahrscheinlicher ist Aktivität. Die Darstellung der Hirnaktivität erfolgt über die BOLD-Antwort der Hirnregionen .



Im Rahmen der AVWF-Testung wurden die neuronalen Wirkungsmechanismen schallmodulierter Musik gemessen und analysiert. Aus diesen Ergebnissen wird ersichtlich, welche Unterschiede in individuellen Gehirnregionen erkennbare neuronale Differenzen aufweisen.



Die MRT Kopfspule (siehe Bild) ist notwendig, um das fMRT-Signal mit ausreichender Empfindlichkeit erkennen zu können.



Angaben des Herstellers

Mit der vom Lerntherapeuten Ulrich Conrady entwickelten AVWF-Methode werden Schallwellen in einem Musikstück verändert und via Kopfhörer zugespielt. Nach Angaben des Entwicklers wird dabei das autonome Nervensystem stimuliert und wieder in Balance gebracht. Durch diese Stimulation, insbesondere des Nervus Vagus, soll das harmonische Gleichgewicht zwischen Sympathicus (Teil des autonomen Nervensystems, der unter anderem für die Beschleunigung des Herzschlags als Reaktion auf bestimmte Reize zuständig ist) und Parasympathicus (Teil des autonomen Nervensystems, der die Energie des Körpers erhält, indem er für Ruhe und Regeneration sorgt) wieder herge-

stellt werden. Erfahrungsberichten zufolge habe die Methode z.B. positive Auswirkungen auf Grob- und Feinmotorik oder Körperkoordinationen. Im Fokus der Untersuchungen steht daher der Vergleich zwischen schallmodulierter Musik und nicht schallmodulierter Musik.



Erfinder Ulrich Conrady bei der fMRT Messung.



Probanden

♂ 7 ♀ 6

Insgesamt nahmen 13 Probanden an der Untersuchung teil. 6 Frauen und 7 Männer im Alter von 15 bis 61 Jahren wurden mittels fMRT getestet. Ziel war es, den Männer- und Frauenanteil gleichmäßig zu verteilen und die Altersgruppen gemischt zu halten.

Die Probanden mussten vor der Untersuchung eine Einverständniserklärung abgeben, anhand derer auch medizinische Ausschlusskriterien wie Schwangerschaft, Metallteile im Körper/Implantate, Herzoperationen oder Zahnspannenträger abgefragt wurden. Die Freigabe dieser Untersuchung durch die Ethikkommission erfolgte direkt durch die Christian Doppler Klinik.

Es wurden dabei auch drei Sportler aus dem Österreichischen Schiverband (ÖSV) getestet. Diese drei Sportler wenden die AVWF-Methode in der Vorbereitung und auch in den Phasen des Wettkampfes an: David Zauner, Michael Hayböck (Schisprung) und Bernhard Gruber (Nordische Kombination). Es gab keine sonstigen zielgruppenspezifischen Vorgaben.



ÖSV-Schispringer David Zauner bei der post-fMRT Befragung.

Durchführung

Insgesamt wurden 10 Musikstücke unterschiedlicher Musikrichtungen mit einer Länge von jeweils 30 Sekunden eingesetzt. Jedes Musikstück wurde einmal schallmoduliert und einmal nicht schallmoduliert nach dem Zufallsprinzip einge-

spielt. Den Probanden war es bewusst nicht möglich die beiden Varianten auditiv zu unterscheiden. Dies bestätigte sich auch in der anschließenden Befragung.



Hypothesen der Untersuchung

Im Vorfeld wurden von Limbio Business in Abstimmung mit dem Neuropsychologen Dr. Martin Kronbichler von der Christian Doppler Klinik/Universität Salzburg, Hypothesen aufgestellt. Man ging davon aus, dass, wenn die AVWF-Methode die angegebenen positiven Effekte in der Praxis zeigt, muss es auch dementsprechend Gehirnregionen geben, die eine Veränderung in der neuronalen Aktivität beweisen. Ein detaillierter, qualitativer Zusammenhang zwischen Stimulus und Reaktionen kann mit dieser Methode und der Versuchsdurchführung nicht abgeleitet werden. Dazu bedarf es weiterer konkreter Untersuchungen mit geänderten Aufgabenstellungen.

Da die detaillierte Technik der AVWF-Methode und keine neuronalen Wirkungen aus bildgebenden Verfahren vorab bekannt waren, wurde im durchgeführten Versuch das gesamte Gehirn der Probanden in Bezug auf seine neuronalen Aktivierungen untersucht. Es lagen im Vorfeld keine Informationen über die technische Apparatur und die genaue Funktionsweise vor.

Hypothese I:

Es gibt mindestens eine Gehirnregion, die signifikant Unterschiede in der neuronalen Aktivierung zeigt.

Hypothese II:

Schallmodulierte Musik zeigt in definierbaren spezifischen Gehirnarealen höhere Aktivitäten im Vergleich zur nicht schallmodulierten Musik.

Hypothese III:

Schallmodulierte Musik zeigt in definierbaren spezifischen Gehirnarealen geringere Aktivitäten im Vergleich zur nicht schallmodulierten Musik.

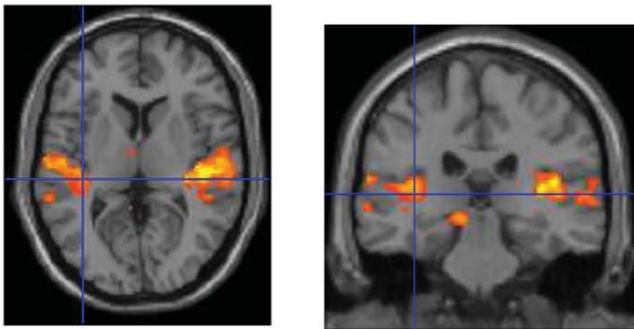


Insgesamt wurden 10 Musikstücke mit einer Länge von 30 Sekunden eingesetzt. Jedes Musikstück wurde einmal schallmoduliert und einmal nicht schallmoduliert nach dem Zufallsprinzip eingespielt.

Die Auswertung der fMRT Signale zeigt erstaunlich robuste Ergebnisse. Insgesamt konnten in drei Regionen signifikante Unterschiede gemessen werden. Diese Befunde gelten für folgende Regionen:

1. Auditiver Cortex

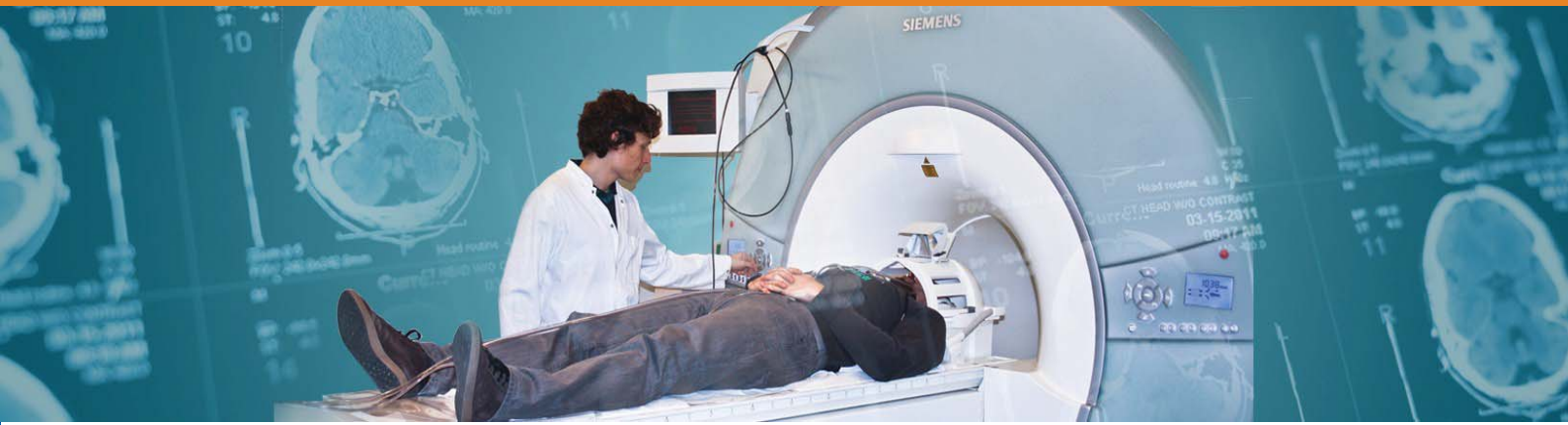
Die schallmodulierte Musik führt zu nachweislich mehr neuronaler Aktivitäten in auditiven Gehirnregionen. Dies sind Areale, die für das Empfangen und Verarbeiten von Geräuschinformationen zuständig sind. Diese Regionen im Temporallappen, auch primärer auditiver Cortex genannt, verarbeiten die schallmodulierte Musik anders. Es konnte nachgewiesen werden, dass diese Effekte bilateral auftreten.



Darstellung der höheren Aktivierung der schallmodulierten Musik in den Gehirnregionen des auditiven Cortex.

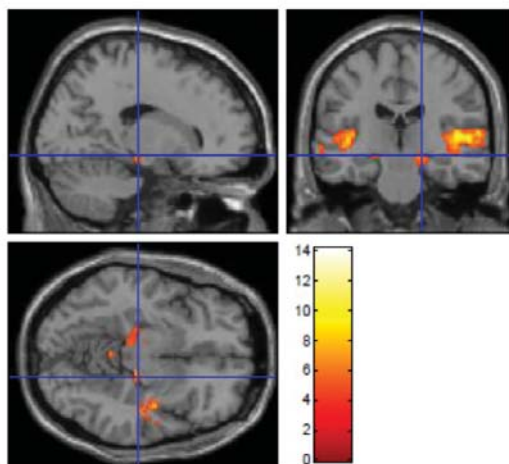
Der auditive Cortex – INFOBOX

Akustische Informationen in Form elektrischer Impulse gelangen vom Ohr über den Hörnerv zum auditiven (oder auditorischen) Cortex (Hörrinde) im Temporallappen und werden dort verarbeitet. In einer von dessen drei Arealen, der primären Hörrinde, reagieren verschiedene auditorische Neuronen auf spezifische Tonfrequenzen. Einige reagieren zudem eher auf die Intensität eines Tons als auf dessen Frequenz, wieder andere auf komplexe Geräusche wie Klicken, Tierlaute oder plötzlichen Lärm. Die sekundäre Hörrinde ist wahrscheinlich an der Verarbeitung von Harmonien, Rhythmen und Melodien beteiligt, der tertiäre dagegen integriert die Geräuschvielfalt zu einem Gesamteindruck.



2. Thalamus

In Regionen im Thalamus (Hirnstamm), vermutlich auch verstärkt in Regionen, die zur auditiven Verarbeitung zählen, wurde eine sehr starke und veränderte Aktivität für die schallmodulierte Musik festgestellt. Diese Effekte treten auch bilateral auf, d.h. die schallmodulierte Musik verstärkt diesen Effekt. Es gibt weiters Hinweise darauf, dass es sich hier auch um die Aktivierung des sogenannten Nucleus Geniculatus Medialis (NGM) handeln könnte. Dieser akustische Kern überträgt Erregungen in die primäre Hörrinde. Dieses Ergebnis ist allerdings nicht so robust bzw. signifikant wie der Befund des auditiven Cortex.



Darstellung der höheren Aktivierung der schallmodulierten Musik in den Gehirnregionen des Thalamus /Hirnstamm.

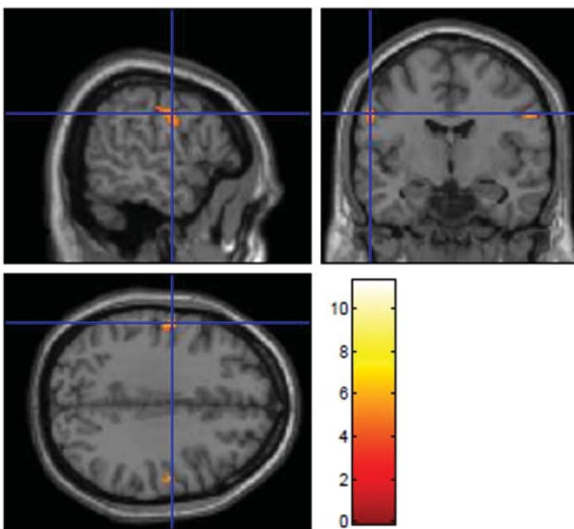
Thalamus– INFOBOX

Ein aus vielen Kernen bestehender Teil des Zwischenhirns, der zwischen Hirnstamm und Cerebrum liegt. Er ist die wichtigste Schaltstelle für eingehende sensorische Informationen. Zuführende Nervenzellen leiten Informationen aus dem Körper und der Sinnesorgane an den Thalamus, wo sie jeweils auf eine nachfolgende Nervenzelle umgeschaltet werden die zur Großhirnrinde führt. Diese synaptische Umschaltung ermöglicht eine primitive Informationsverarbeitung, indem der Thalamus als Filter fungiert, und entscheidet welche Informationen für den Organismus im Moment so wichtig sind, dass sie an die Großhirnrinde weitergeleitet werden müssen. Aus diesem Grund wird der Thalamus auch oft als das „Tor zum Bewusstsein“ bezeichnet.

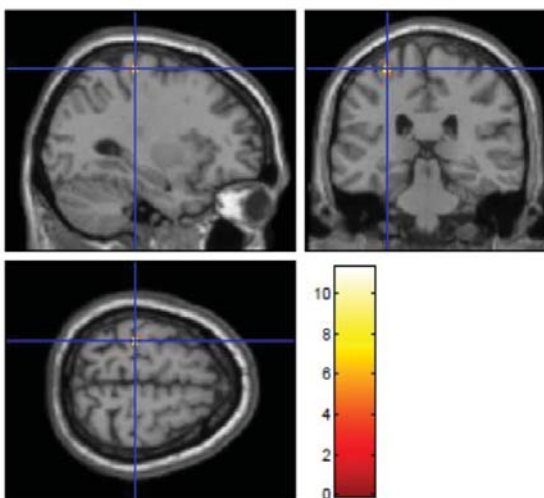
3. Prämotorischer und motorischer Cortex

Interessant scheint auch der Befund in spezifischen motorischen Gehirnarealen zu sein. Hier zeigt sich ein konträrer Befund. In diesen Regionen zeigt die schallmodulierte Musik erstmals **geringere Aktivität** als die nicht schallmodulierte Musik.

Der prämotorische Cortex ist für den Bewegungsplan zuständig, während der motorische Cortex eher die Steuerung übernimmt. Dies ist ein Hinweis auf einen beruhigenden Effekt der AVWF-Methode, der zur Entspannung beitragen könnte.



Darstellung der verminderten Aktivierung der schallmodulierten Musik in den Gehirnregionen des prämotorischen Cortex.



Darstellung der verminderten Aktivierung der schallmodulierten Musik in den Gehirnregionen des motorischen Cortex.

Motorische Areale– INFOBOX

Viele unserer Bewegungen erfolgen bewusst– etwa wenn wir beschließen, einen Gegenstand aufzuheben und dies dann auch tun. Viele Handlungen laufen jedoch unbewusst ab, wie das Blinzeln. Manchen unbewussten Handlungen werden direkt durch die Umwelt stimuliert– wenn wir etwa beim Anblick von Nahrung automatisch zugreifen. Ob eine komplexe Handlung bewusst oder unbewusst erfolgt, hängt vor allem davon ab, wie geübt das Individuum darin ist. An bewussten wie unbewussten Handlungen ist der primäre motorische Cortex beteiligt, der über Rückenmark und motorische Nerven das Signal zur Muskelkontraktion gibt. Unbewusste Bewegungen werden im Parietallappen (Scheitellappen) geplant, bewusste in „höheren“ frontalen Hirnarealen wie dem prämotorischen und dem supplementär– motorischen Areal. Zwar resultieren bewusste Handlungen vermeintlich aus Entscheidungen, doch tatsächlich planen und beginnen unbewusste Hirnareale schon Bewegungen, bevor wir uns bewusst dafür entscheiden. Die „Entscheidung“ ist vielleicht nur das bewusste Erkennen dessen, was der unbewusste Geist bereits geplant hat.

3.1 Ergänzung zu den Ergebnissen im Prämotorischen und motorischen Cortex

Zum Zeitpunkt der Testphase war der Studienleitung nicht bekannt, dass die AVWF-Methode mit der schallmodulierten Musik Areale im prämotorischen und motorischen Cortex sozusagen „dämpfen“ kann, also zu geringerer neuronaler Aktivität führt.

Daher wird an dieser Stelle noch ergänzend angeführt, dass diese Erkenntnis vermutlich bei der Betreuung von Menschen mit motorischer Unruhe bedeutend sein könnte.

Erwähnt sei an dieser Stelle die Erziehung und Therapie von Kindern mit schwierigen Temperamentsmerkmalen, die gegenwärtig zu den größten Herausforderungen für Bezugspersonen, PädagogInnen und anderen Fachleute zählt.

Dieser Effekt der Beruhigung könnte verstärkt für hyperaktive Kinder, die kaum durch Aufforderungen und Zurechtweisungen beeinflussbar sind, bedeutend sein, jedenfalls sind die Ergebnisse aus den gegenständlichen Gehirnschans der Magnetresonanztomographie ein starker Hinweis.

Diese Problematik der motorischen Unruhe weist große Häufigkeit auf und zeigt trotz verhaltenstherapeutischer Interventionen Stabilität in der Symptomatik. Der erhöhte Einsatz von Psychostimulanzien, der oftmals in der Behandlung der letzte Ausweg zu sein scheint, könnte mit der AVWF-Methode möglicherweise reduziert werden.

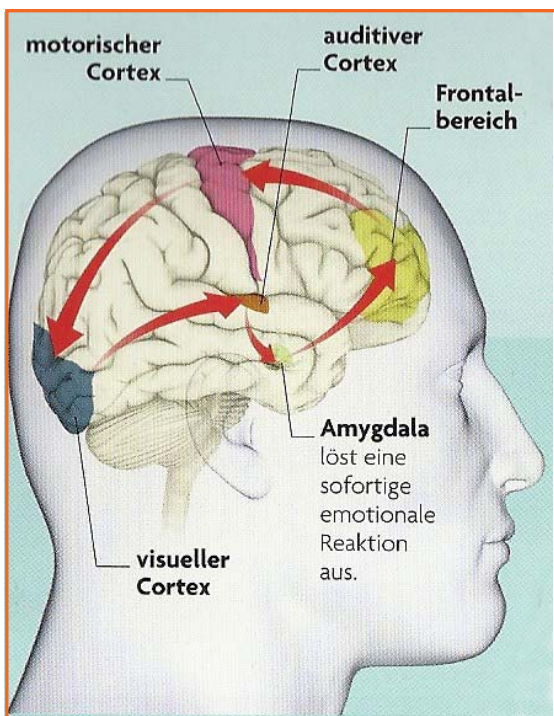
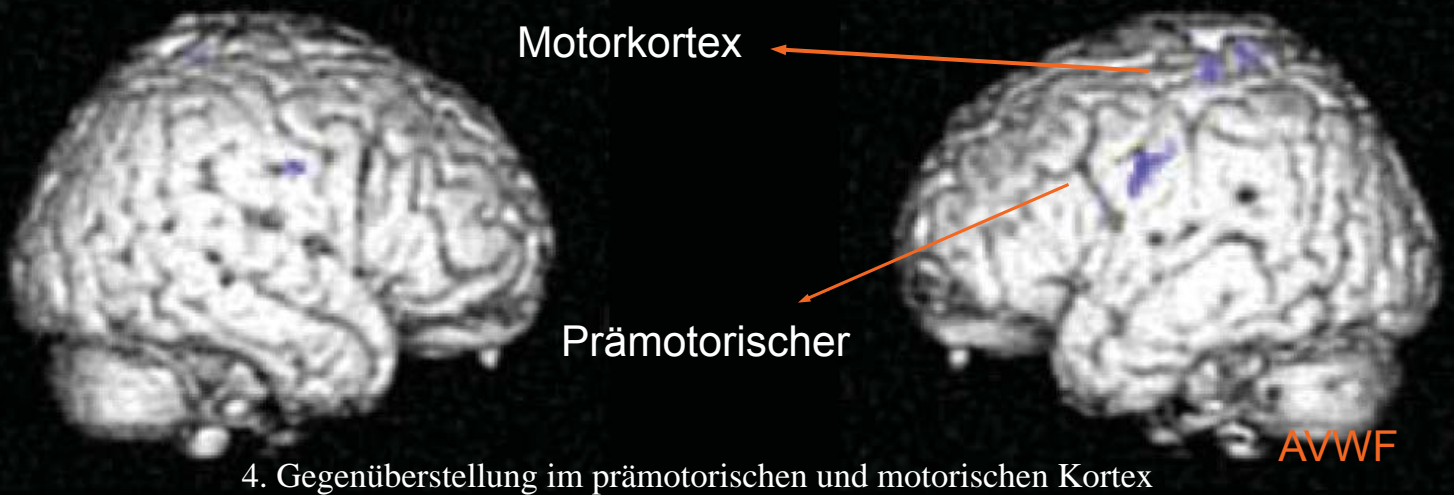
Die gemessenen neuronalen Aktivitäten im prämotorischen und im motorischen Cortex sind bei der schallmodulierten Musik vermindert, was zu erhöhter motorischer Ruhe beitragen könnte.

Motorische Unruhe– INFOBOX

Motorische Unruhe ist gekennzeichnet durch Rast- und Ruhelosigkeit, Umtriebigkeit und Bewegungsüberschwang und beobachtbar unter anderem bei:

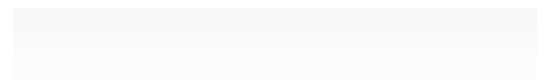
- ⇒ nervösen Beschwerdebildern, z.B. bei Überlastung bis hin zum Burnout
- ⇒ stereotypen und sich wiederholenden motorischen Manierismen, z.B. bei der tiefgreifenden Entwicklungsstörung im autistischen Formenspektrum
- ⇒ hyperkinetischen Verhaltensauffälligkeiten. Hyperaktivität ist gekennzeichnet durch exzessiven Bewegungsdrang, überschießende motorische Aktivität und mangelnde Eigenkontrolle. Der häufige Wechsel von einer Tätigkeit zur anderen und die große innere Unruhe führen zu Aufmerksamkeitsstörungen, mangelnder Impulskontrolle sowie Lernproblemen, die die Schulkarriere negativ beeinflussen können.

Hyperkinetische Erscheinungsbilder gehen mit Defiziten in der Vorbereitung, Planung und Ausführung motorischer Abläufe einher.

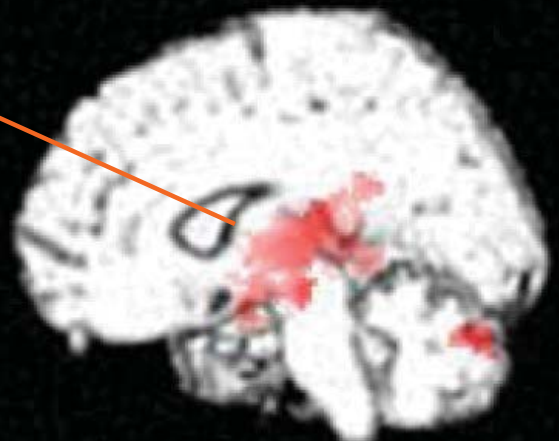
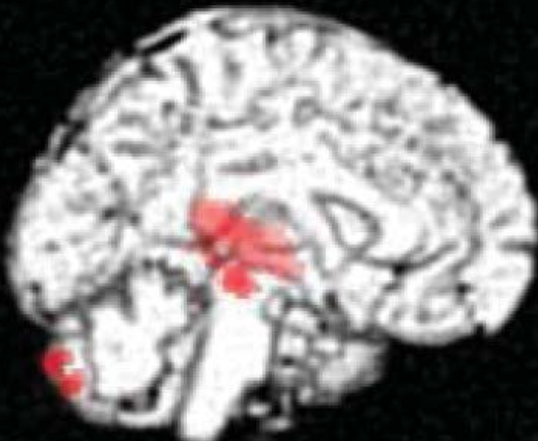


Aus Rita Carter, Das Gehirn, DK 2009

AVWF- modulierte Musik führt zu geringerer Aktivität in Regionen des motorischen und prämotorischen Kortex



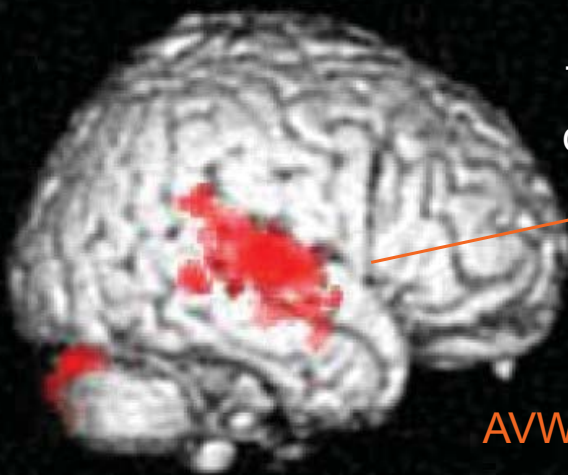
Auditiver Kortex



4.1. Gegenüberstellung im auditiven Kortex und in den Thalamus-Regionen des auditiven Kortex

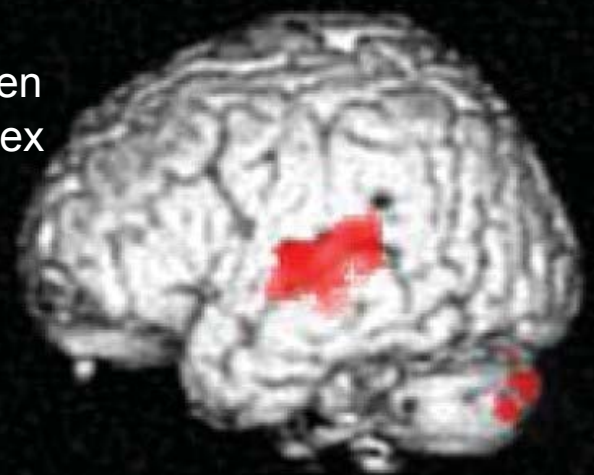
AVWF

AVWF- modulierte Musik führt zu erhöhter Aktivität in den Regionen des auditiven Kortex



Thalamus Regionen
des auditiven Kortex

AVWF



AVWF- modulierte Musik führt zu erhöhter Aktivität in Thalamus- Regionen des auditiven Kortex



Tiefe Einblicke

in neue Erkenntnisse der Gehirnforschung

Mittels funktioneller Magnetresonanztomographie (fMRT) ist es heute möglich, die neuronalen Wirkungsmechanismen bestimmter audiovisueller Reize zu analysieren. Noch nie standen Techniken und Methoden zur Verfügung, die es uns ermöglichen, treffsicher jene Schlüsselreize zu identifizieren, die im menschlichen Gehirn spezifische Reaktionen auslösen. Mit Hilfe dieser Techniken können wir heute auch unbewusste Gedankenprozesse transparent machen. Die neuronale Aktivierung bestimmter Gehirnareale ermöglicht mittels fMRT Rückschlüsse zum Beispiel auf die Verarbeitung bestimmter Reize und deren Wirkung.

Zeit und Ort der Durchführung

Die vorliegende Studie wurde von der Limbio Business OG an der Christian Doppler Klinik in Salzburg durchgeführt. Am 27. Oktober 2011 wurden insgesamt 13 Probanden (7 Männer und 6 Frauen) im Alter von 15 bis 61 Jahren getestet

*Universitätsklinikum der Paracelsus Medizinischen Privatuniversität
Christian-Doppler-Klinik/Neuroscience Institut
Ignaz-Harrer-Straße 79, 5020 Salzburg
Wissenschaftl. Versuchsleiter: Dr. Martin Kronbichler
Projektleitung: DI Jürgen Wieser, Limbio Business OG*

Wissenschaftliche Leitung:
Dr. Martin Kronbichler

Christian Doppler Klinik/ Universität Salzburg, PMU



Christian Doppler Klinik,
Salzburg

Technische Apparatur

Die vorliegenden fMRT Daten (T2* gewichtete GE-EPI Sequenz, TR 2250 ms, 3x3x3 mm Voxel) wurden mit einem Siemens TIM TRIO MRT mit einer 12 Kanal Kopfspule aufgenommen. Die Datenvorverarbeitung und statistische Analysen erfolgten mittels SPM8 (<http://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm>). Zur Vorverarbeitung wurden Kopfbewegungen korrigiert und die funktionellen Daten wurden in den MNI Standardraum normalisiert und räumlich geglättet (8 mm FWHM). Die statistische Analyse erfolgte mittels eines Allgemeinen Linearen Modells, für jeden Teilnehmer wurden Bilder der Kontraste für jeden Typ von Werbespot bzw. Werbesujet geschätzt und in einer Gruppenanalyse weiterverwendet. Als statistischer Schwellenwert wurde $p < .001$, unkorrigiert verwendet.

Gewährleistung der Datenqualität

Die Qualität und die Leistung des Scanners wird mindestens zweimal wöchentlich mit einem standardisierten Qualitätssicherungsprogramm an einem standardisierten Phantom nach dem FBIRN Protokoll erhoben. Die Präsenz von möglichen Artefakten durch Bewegung oder andere Störfaktoren wird bei jedem Datensatz mittels verschiedener Parameter (Scanvarianz, Slicevarianz usw, visuelle Inspektion von mittleren Bildern und Varianzbildern usw) überprüft, wenn diese Artefakte nicht minimiert werden können (zb durch das Herausrechnen einzelner Aufnahmen) und im Fall von schweren Artefakten werden solche Datensätze nicht in die Analyse einbezogen.

Auswertungssoftware

SPM8 (update rv4290) sowie im Bedarfsfall einzelne Funktionen aus FSL, AFNI oder hausgeschriebenen Routinen.

Datenkorrekturen

Zur Korrektur multipler Vergleiche, die normalerweise auf Ebene des gesamten Gehirns vorgenommen wird, kommen normalerweise mittels FDR oder FWE korrigierte p-werte auf Cluster-Ebene zum Einsatz (welches Verfahren und welcher Eingangsschwellenwert zur Anwendung kommt wird je nach Fragestellung vor der statistischen Gruppenanalyse entschieden). Bei anatomisch spezifisch definierten Fragestellungen können auch small-volume korrigierte Schwellenwerte zum Einsatz kommen. Bei einem normalen Preprocessing werden die Daten für Verzerrung mittels einer Fieldmap korrigiert, für Kopfbewegungen realigned und unwarped, ggf. wird eine slice-timing Korrektur durchgeführt, dann werden die funktionellen Daten auf den strukturellen Datensatz koregistriert, dieser wird in den MNI Standardraum normalisiert und die daraus resultierenden Parameter werden verwendet um die funktionellen Daten in den selben Standardraum zu bringen. Anschließend werden die Daten mittels einem 8mm FWHM gaussianischen Kernels räumlich geglättet. Sowohl vor als auch nach dem Preprocessing wird eine Analyse auf die Präsenz möglicher Probleme in den Daten durchgeführt um die Generierung von Artefakten durch das Preprocessing auszuschließen.

Die statistische Analyse wird zuerst für jeden Probanden einzeln mittels eines GLMs durchgeführt (first-level), anschließend werden die Kontrastbilder von Interesse im Rahmen einer random-effects Gruppenanalyse ausgewertet (second-level).



LIMBIO BUSINESS OG
Mariazeller Straße 1a, 8605 Kapfenberg



DI Jürgen Wieser
Geschäftsf. Gesellschafter

Mobil: 0043/664/ 39 23 511
wieser@limbio-business.at



Sandra Wengg
Geschäftsf. Gesellschafterin

Tel.: 0043/676/ 60 31 399
wengg@limbio-business.at

Urheberrechtshinweis

Sämtliche auf den Seiten dieses Berichts erschienenen Inhalte und Fotos sind urheberrechtlich geschützt. Das gilt auch für Kommentare, Fotos und Beiträge befragter Personen oder Kunden. Diese persönlichen Daten werden vertraulich behandelt und sind gegebenenfalls in diesem Bericht teilweise anonymisiert. Die Vervielfältigung, Abänderung, Übertragung oder Veröffentlichung der Inhalte oder Bilder dieses Berichts ist streng untersagt und bedarf einer schriftlichen Genehmigung durch die Limbio Business OG.