



National Library of Medicine

Original: [Achtsamkeitspraxis führt zu einer Zunahme der regionalen Grauen Materiedichte - PMC](#)
hier die Google Übersetzung:

Als Bibliothek bietet NLM Zugang zu wissenschaftlicher Literatur. Die Aufnahme in eine NLM-Datenbank bedeutet keine Billigung oder Zustimmung mit die Inhalte von NLM oder den National Institutes of Health.

[Psychiatrie Res.](#) Autormanuskript; in PMC 2012 30. Januar.

Veröffentlicht in finaler bearbeiteter Form als:

[Psychiatrie Res. 2011 Jan 30; 191\(1\): 36–43.](#)

Veröffentlicht online 2010 Nov 10.

PMCID:

NIHMSID:

PMID: [21071182](#)

Achtsamkeit führt zu einer Zunahme der Dichte der grauen Substanz im Gehirn

[Britta K. Hölzel](#),^{*,a,b} [James Carmody](#),^{Mark} [Vangel](#),^a [Christina Congleton](#),^a [Sita M. Yerramsetti](#),^a [Tim Gard](#),^{a,b} und [Sara W. Lazar](#)

[Autorinformationen](#) [Copyright und Lizenzinformationen](#) [PMC Disclaimer](#)

Die letzte bearbeitete Version dieses Artikels des Herausgebers ist bei [Psychiatry Res](#) verfügbar

Überblick:

Die Längsschnittstudie untersuchte Veränderungen in der Konzentration der grauen Substanz im Gehirn vor und nach der Teilnahme an einem MBSR-Programm – eines der am weitesten verbreiteten Achtsamkeitsprogramme. Anatomische Magnetresonanzbilder (MRT) von 16 gesunden, meditationsunerfahrenen Teilnehmern wurden vor und nach der Teilnahme an dem 8-wöchigen Programm aufgenommen. Die Veränderungen in der Konzentration der grauen Substanz wurden mit Hilfe der voxelbasierten Morphometrie (tomographische Bildgebung) untersucht und mit einer Kontrollgruppe von 17 Personen verglichen. Das Forschungsteam konnte zeigen, dass bereits nach acht Wochen Training, mit täglich 45 Minuten Übungsdauer, eine signifikante Verdichtung der grauen Substanz im Hippocampus zu beobachten ist – eine Struktur, die umgekehrt bei Dauerstress durch einen hohen Cortisolspiegel im Blut geschädigt werden kann. Die Abnahme der subjektiven Stressbelastung war zudem mit einer Abnahme der Dichte der grauen Substanz in der Amygdala verbunden, die unter anderem eine wichtige Rolle bei der Auslösung von Angstreaktionen spielt. Ganzhirn-Analysen ergaben, dass der hintere cinguläre Kortex, die temporo-parietale Verbindung und das Kleinhirn in der MBSR-Gruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe zunahm. Die Ergebnisse der Studie deuten darauf hin, dass die Teilnahme an dem MBSR-Programm mit Veränderungen in der Konzentration der grauen Substanz in Gehirnregionen verbunden ist, welche an Lern- und Gedächtnisprozessen, der Emotionsregulation, der selbstreferentiellen Verarbeitung und der Perspektivenübernahme beteiligt sind.

1. Einführung

Es wurde berichtet, dass Achtsamkeitsmeditation positive Auswirkungen auf das psychische Wohlbefinden hervorbringt, die über die Zeit hinausgehen, in der das Individuum formell meditiert. In den letzten drei Jahrzehnten wurden Achtsamkeitsmeditationspraktiken zunehmend in psychotherapeutische Programme integriert, um diese Vorteile zu nutzen (vgl., [Baer, 2003](#) ; [Grossman et al., 2004](#)). Eine große Anzahl von Forschungen hat die Wirksamkeit dieser auf Achtsamkeit basierenden Interventionen bei der Reduzierung der Symptome einer Reihe von Störungen, einschließlich Angstzuständen ([Roemer et al., 2008](#)), Depressionen ([Teasdale et al., 2000](#)), Drogenmissbrauch ([Bowen et al., 2006](#)), Essstörungen ([Tapper et al., 2009](#)) und chronischer Schmerzen des Lebens (z.B. [Carmody und Baer, 2008](#)). Achtsamkeitsmeditation beinhaltet die Entwicklung des Bewusstseins für gegenwärtige Moment-Erfahrung mit einer mitfühlenden, nicht wertenden Haltung ([Kabat-Zinn, 1990](#)). Es wurde vermutet, dass dieser Prozess mit einer Wahrnehmungsverschiebung verbunden ist ([Carmody, 2009](#)), in der man als Ereignisse im breiteren Bewusstseinsfeld erkannt wird.

Neuroimaging-Studien haben begonnen, die neuronalen Mechanismen zu erforschen, die der Achtsamkeitsmeditationspraxis mit Techniken wie EEG ([Davidson et al., 2003](#) ; [Slagter et al., 2007](#)) und funktionellen MRT ([Farb et al., 2007](#); [Lutz et al., 2008](#); [Farb et al., 2010](#); [Goldin und Gross, 2010](#)). Kürzlich haben mehrere Querschnitts-Akologische MRT-Studien gezeigt, dass erfahrene Meditatoren eine andere Graukörpermorphometrie in mehreren Gehirnregionen aufweisen, im Vergleich zu nicht-meditierenden Personen ([Lazar et al., 2005](#) ; [Pagnoni und Cekic, 2007](#) ; [Hölzel et al., 2008](#); [Luders et al., 2009](#) ; [Vestergaard Grant et al., 2010](#)). Während die meisten der identifizierten Gehirnregionen nur in einer dieser Studien gemeldet wurden, sind die unterschiedlichen Ergebnisse wahrscheinlich auf Unterschiede in den Teilnehmermerkmalen, der Art der Meditation und der Datenanalysemethoden zurückzuführen (siehe [Tabelle 1](#)). Gruppenunterschiede im Hippocampus und der rechten vorderen Insula wurden jedoch jeweils in mindestens zwei der Studien identifiziert. Darüber hinaus wurde in beiden Regionen die Aktivierung in den meditativen Zuständen (Hippocampus ([Lazar et al., 2000](#) ; [Hölzel et al., 2007](#)); insula ([Farb et al., 2007](#) ; [Lutz et al., 2008](#))) gemeldet). Der Hippocampus ist bekannter dafür, kritisch am Lernen und Gedächtnis beteiligt zu sein ([Squire, 1992](#)) und an der Modulation der emotionalen Kontrolle ([Corcoran et al., 2005](#) ; [Milad et al., 2007](#)), während die Insulanen postuliert wurde, um eine Schlüsselrolle im Bewusstseinsprozess zu spielen ([Craig, 2009](#)) - Funktionen, die sich als wichtiger Prozess erwiesen haben ([hapiro et al., 2006](#) ; [Ortner u.a., 2007](#)).

Tabelle 1

morphometrische Meditationsstudien im Überblick

Studie	Meditation Tradition	N Meditatoren/ Steuerung	Morphologie Maßnahmen	Regionen stärker identifiziert in Meditatoren als Kontrollen
Lazar et al. (2005)	Einsicht	20 / 15	Korsisch Dicke	Rechte Außensulci und rechte Mitte und überlegen frontal sulci
Pagnoni & Cekic (2007)	Zen	13 / 13	Graue Materie Volumen (VBM in SPM5)	Meditatoren zeigten kein Alter - Zusammenhang Rückgang links Putamen im Vergleich zu

Studie	Meditation Tradition	N Meditatoren/ Steuerung	Morphologie Maßnahmen	Regionen stärker identifiziert in Meditatoren als Kontrollen Steuerung
Hölzel et al. (2008)	Einsicht	20 / 20	Graue Materie Dichte (VBM in SPM2)	Linker minderwertiger Schläfenlappen, rechts und rechts Hippocampus
Vestergaard-Poulsen et al., (2009)	Tibet Buddhist	10 / 10	Graue Materie Dichte & Volumen (VBM in SPM5)	Medulla oblongata, links superior und minderwertig Gyri, Vorderlappen cerebellum und linke fusiform Gyrus
Luders et al. (2009)	Zazen Vipassana Samatha & andere	22 / 22	Graue Materie Volumen (VBM in SPM5)	Rechts orbito-frontaler Cortex, r. thalamus links minderwertig Tempallappen, rechts Hippocampus
Grant et al. (2010) Öffnen Sie in einem separaten Fenster	Zen	19/20	Korsisch Dicke	Rechtes Innere cingul cortex, sekundär

VBM: voxelbasierte Morphometrie (Gaser), SPM: Statistische parametrische Mapping (Wellcome Department of Cognitive Neurology, London)

Eine wachsende Literatur hat gezeigt, dass neuronale Systeme modifizierbare Netzwerke sind und Veränderungen in der neuronalen Struktur bei Erwachsenen als Ergebnis der Ausbildung auftreten können. Zum Beispiel haben Längsschnittstudien aufgabenspezifische Steigerungen der grauen Hirns als Effekt des Erwerbs abstrakter Informationen ([Draganski et al., 2006](#)), motorische Fähigkeiten ([Draganski et al., 2004](#)), aerobe Ausbildung ([Colcombe et al., 2006](#)) und kognitive Fähigkeiten ([Ilg et al., 2008](#)) gezeigt. Querschnittsstudien haben ergeben, dass Unterschiede in der regionalen Grausubstanz mit Leistungsfähigkeiten verbunden sind ([Mechelli et al., 2004](#); [Milad et al., 2005](#)), was darauf hindeutet, dass eine Zunahme der grauen Materie dem verbesserten Funktionieren im jeweiligen Bereich entspricht. Studien erfahrener Meditatoren haben auch die Möglichkeit struktureller Plastizität nahelegen, aber ihre Querschnittsdesigns schlossen die Möglichkeit bereits bestehender Gruppenunterschiede nicht aus, was kausale Schlussfolgerungen ausschließt. Hier berichten wir von einer Längsschnittstudie über Veränderungen der grauen Materie, die mit einer Achtsamkeits-basierten Intervention verbunden sind. Im Fokus der Studie standen die Identifizierung von Hirnregionen, die sich mit der Teilnahme an einem achtwöchigen Mindfulness-Based Stress Reduction Kurs (MBSR; [Kabat-Zinn, 1990](#)) veränderten. Dieses Gruppenprogramm zielt darauf ab, die Achtsamkeit und das Wohlbefinden der Teilnehmer zu verbessern und ihren wahrgenommenen Stress zu reduzieren. Die Studie war ein Versuch, objektiv

messbare neurologische Veränderungen zu finden, die den Merkmalswechselln im Zusammenhang mit der Achtsamkeitspraxis zugrunde liegen könnten. Veränderungen der Konzentration der grauen Materie wurden mittels voxelbasierter Morphometrie untersucht. Als vordefinierte Interessensgebiete wurden für den Hippocampus und die Insula fokussierte Analysen durchgeführt. Sondierungsanalysen wurden dann im gesamten Gehirn durchgeführt und mit einer Kontrollgruppe verglichen.

2. Methode

2.1 Teilnehmer

MBSR-Teilnehmer wurden unter Personen rekrutiert, die an vier MBSR-Kursen am Center for Mindfulness an der University of Massachusetts Medical School teilnahmen. Zu den Kursen gehörten ärztlich- und selbstverzogene Personen aus ganz Neuengland, die Stressabbau suchten. Einzelpersonen wurden in die Studie einbezogen, wenn sie sich selbst als körperlich und psychisch gesund und keine Medikamente einnehmen. Weitere Aufnahmekriterien waren: keine Meditationskurse in den letzten sechs Monaten, nicht mehr als vier Klassen in den letzten fünf Jahren oder zehn Klassen in ihrem Leben; 25 bis 55 Jahre; keine Kontraindikationen für MRT-Untersuchungen (d. h. metallische Implantate, Klaustrophobie); Verpflichtung, alle acht Klassen zu besuchen und täglich zu Hause zu verordnen. Achtzehn gesunde, rechtshändige Personen wurden in die Studie aufgenommen, 8 männlich und 10 weiblich, mit einem Durchschnittsalter von: 37,89 Jahren (SD: 4,04 Jahre). Aufgrund von Beschwerden während der ersten MRT-Scan-Sitzung kehrten zwei Teilnehmer für die zweite Sitzung nicht zurück. Die resultierende Stichprobe bestand aus 6 männlichen und 10 weiblichen Teilnehmern mit einem Durchschnittsalter von 38,0 Jahren (SD: 4,1 Jahre). Ethnizitäten waren: 13 Kaukasier, ein Asiatisch, ein Afroamerikaner und ein Multiethnisch. Die Teilnehmer hatten durchschnittlich 17,7 Jahre Bildung (SD: 1,9 Jahre). Die Erstattung der Studienteilnahme war eine ermäßigte MBSR-Kursgebühr.

Die Kontrollprobe bestand aus 17 Teilnehmern (11 männlich und 6 weiblich) mit einem Durchschnittsalter von 39,0 Jahren (SD: 9,2 Jahre) und durchschnittlich 17,3 Jahren Ausbildung (SD: 1,8 Jahre). Ethnien waren: 13 Kaukasier, zwei Asiaten, zwei Afroamerikaner und ein Hispanoamerikaner. Die Gruppen unterschieden sich nicht im Alter ($t(22.3) = .56; p = .58$) oder Bildung ($t(30) = 56, p = .58$). Das Studienprotokoll wurde vom IRBs des Massachusetts General Hospital und der University of Massachusetts Medical School genehmigt, und eine schriftliche, informierte Zustimmung wurde von allen Teilnehmern erhalten. Eine frühere Veröffentlichung, die neuronale korrelenrelatieren der Veränderungen des wahrgenommenen Stresses ([Hölzel et al., 2009](#)) untersuchte, enthielt Daten aus dieser Stichprobe.

2.2 Intervention

Das MBSR-Programm wurde an anderer Stelle ausführlich beschrieben ([Kabat-Zinn, 1990](#)). Kurz gesagt, es besteht aus acht wöchentlichen Gruppensitzungen, die jeweils zweieinhalb Stunden dauern, plus einen ganzen Tag (6,5 Stunden) in der sechsten Woche des Kurses. Formale Achtsamkeitsübungen zielen darauf ab, die Fähigkeit zur Achtsamkeit (Bewusstsein von Moment-Erfahrungen mit einer mitfühlenden, nicht wertenden Haltung) zu entwickeln und einen Körperscan, achtsames Yoga und die Sitzungsmeditation einzuschließen. Während des Körpers wird die Aufmerksamkeit sequentiell durch den ganzen Körper geführt, wobei die Empfindungen in jeder Region mit urteilslosem Bewusstsein beobachtet werden und mit einem Bewusstsein des Körpers „als Ganzes“ endet. Das achtsame Yoga enthält typischerweise sanfte Dehnungsübungen und langsame Bewegungen, die oft mit dem Atem koordiniert werden, wobei der Schwerpunkt darauf liegt, das volle Bewusstsein für die Moment-zu-Moment-Erfahrung und eine nicht schädliche Einstellung zum Körper zu vermitteln. Die Teilnehmer werden ermutigt, zu untersuchen,

was sich für sich selbst angemessen anfühlt und die Grenzen ihres Körpers zu respektieren. Sitzmeditationspraktiken beginnen in der Regel mit dem Bewusstsein für die Empfindungen des Atmens und entwickeln sich dann zu Bewusstsein für verschiedene Modalitäten (wie Geräusche, Anblick, Geschmack, andere Körperempfindungen, Gedanken und Emotionen). Später wird der Schwerpunkt darauf gelegt, die Bewusstseinsmeditation zu öffnen, wo das Bewusstseinsfeld erweitert wird, um alles zu umfassen, was im Bewusstsein erscheint, oder ein einfaches Gewahrsein der eigenen Präsenz im Hier und Jetzt.

Die Teilnehmer erhielten Audioaufnahmen mit 45-minütigen geführten Achtsamkeitsübungen (Körperscan, Yoga und Sitzmeditation), die sie angewiesen wurden, täglich zu Hause zu üben. Um die Integration von Achtsamkeit in den Alltag zu erleichtern, wurde ihnen auch beigebracht, Achtsamkeit in alltäglichen Aktivitäten wie Essen, Gehen, Geschirrwaschen, Duschen usw. informell zu üben. Während des Unterrichts wurden die formalen Achtsamkeitsübungen geübt, Fragen zur Praxis der Achtsamkeit im Alltag geklärt und didaktische Anweisungen zur Verwendung von Achtsamkeit für die Bewältigung von Stress im Alltag gegeben. In der Vergangenheit haben MBSR-Teilnehmer eine breite Palette von Heimpraxis-Compliance berichtet, und aus diesem Grund haben die Studienteilnehmer die Zeit aufgezeichnet, die sie jeden Tag mit Achtsamkeitsübungen verbracht haben.

2.3 Fünf Facet Achtsamkeitsfragebogen

Der Fünf-Facet-Minderheitsfragebogen (FFMQ; [Baer et al., 2006](#)) ist eine 39-teilige Skala zur Messung von fünf Faktoren der Achtsamkeit: Beobachten (Betreuung oder Notierung von inneren und äußeren Reizen, wie Empfindungen, Emotionen, Wahrnehmungen, Anblicken, Geräusche und Gerüchen), Beschreibung (bemerksensiert oder geistig benennen) Automatisch oder geistesabwesend) nicht urteilen, inneren Erfahrungen (von der Bewertung der eigenen Empfindungen, Wahrnehmungen und Emotionen absehen) und Nicht-Reaktivität zur inneren Erfahrung (die es Gedanken und Gefühlen kommen und gehen lässt, ohne dass die Aufmerksamkeit in ihnen gefangen wird). Die Antworten auf die Gegenstände sind auf einer 5-Punkt-ähnlichen Skala (1 - nie oder sehr selten wahr, 5 - sehr oft oder immer wahr). Die fünf Unterwaagen haben sich als gute innere Konsistenz ausgewirkt ([Baer et al., 2006](#)). Von 14 MBSR- und 14 Kontrollteilnehmern wurden nutzungsfähige Daten aus beiden Zeitpunkten gewonnen.

2.4 MRT Datenerhebung und -analyse

Alle Teilnehmer wurden im Martinos Center for Biomedical Imaging in Charlestown, MA, gescannt. MBSR-Teilnehmer wurden in den 2 Wochen vor (Pre) und nach (Post) Teilnahme am Programm gescannt. Die Kontrollteilnehmer wurden ebenfalls zweimal gescannt, etwa zwei Monate auseinander. Es gab eine durchschnittliche Zeit von 56,25 Tagen (SD: 4,5 Tage) zwischen den Scansitzungen für die MBSR-Gruppe und 65,67 Tage (SD: 11,22 Tage) für die Kontrollgruppe. Hochauflösende MRT-Daten wurden mit einem Siemens Magnetom Avanto 1.5 T Scanner mit Standardkopfspule aufgenommen. Datensätze des gesamten Gehirns wurden mit einer T1-Geschmackseinheit gesammelt, bestehend aus 128 sagittalen Scheiben (1,0 x 1,0 x 1,3 mm, TI - 1000 ms; TE 3,39 ms; TR 2730 ms). Die Bildanalyse wurde mit voxelbasierten Morphometrie (VBM)-Tools innerhalb der statistischen Software SPM5 neuroimaging (Wellcome Department of Cognitive Neurology, London, www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/software/spm5/) mit Sitz in MATLAB 7.1, release 14 (Mathworks Inc., Natick, MA, USA) durchgeführt, sofern nicht anders angegeben. VBM erlaubt einen automatisierten Voxel-weisen statistischen Ganzhirnvergleich des MRT-Scans ([Ashburner und Friston, 2000](#)). Die Bilder wurden manuell auf die vordere Differenz ausgerichtet, die dann in graue und weiße Materie im heimischen Raum segmentiert wurde (d. h. vor der Normalisierung, mit der in SPM5) implementierten Segmentierungsoption "Native Space". Für jeden Einzelnen wurden die (unmodulierten) Grauenxsegmentierungen der Pre- und Postbilder räumlich mitregistriert. Die Normalisierungsparameter wurden für den Pre-Scan berechnet und auf

beide Zeitpunkte (seltene Interpolation, 2 x 2 x 2 mm) angewendet, um sicherzustellen, dass regionale Unterschiede zwischen den Bildern nicht durch scanspezifische räumliche Normalisierung entfernt wurden ([Driemeyer et al., 2008](#) ; [Ilg et al., 2008](#)). Die Bilder wurden mit einer 8 mm vollen Breite bei halb maximalen schnorischem Gaußkern geglättet.

Wir berechneten explorative Ganzhirnanalysen sowie ROI-Analysen. Der ROI enthielt die bilaterale Hippocampi und die bilaterale Insel und wurde mit der WFU Pickatlas Software ([Maldjian et al., 2003](#)) erstellt und auf der Parzellierung von Tzourio-Mazoyer et al. ([Tzourio-Mazoyer u.a., 2002](#)). In SPM5 wurde ein gepaarter T-Test innerhalb der MBSR-Gruppe uraufgezählt, um diese Gehirnregionen mit deutlich erhöhter Konzentration auf graue Substanz nach Beteiligung am MBSR-Programm zu identifizieren. Da unsere ROI-Analyse räumlich fokussiert war, haben wir uns entschieden, mehrere Vergleiche innerhalb des ROI (bilateral hippocampi und insulae) mit der in SPM5 implementierten voksischen Methode zu korrigieren. Angesichts der sehr großen Anzahl von Voxeln in der gesamten Gehirnanalyse schien eine voxelweise Methode zur Vorbeugung falscher Positives zu konservativ und führt zu einem erheblichen Verlust statistischer Machtverlust ([Forman et al., 1995](#); [Friston et al., 1996](#)). Wir haben uns daher dafür entschieden, eine clusterweise Methode für die explorative Ganzhirnanalyse zu verwenden und für mehrere Vergleiche im gesamten Gehirn mit der in SPM5 implementierten Methode ([Friston et al., 1994](#)) korrigiert. Um die Schwelle von $p < .05$ zu überschreiten, mussten die Cluster eine Größe von 250 Voxeln überschreiten. Statistische parametrische Karten wurden zunächst mit $p < .01$ unkorrigiert abgesteuert. P-Werte $.05$, korrigiert für mehrere Vergleiche wurden sowohl für die explorative gesamte Gehirnanalyse als auch für die ROI-Analyse als signifikant angesehen.

Nach dem gepaarten T-Test innerhalb der MBSR-Gruppe wurden dann Nachuntersuchungen in den identifizierten Regionen durchgeführt, um im Vergleich zur Kontrollgruppe auf Bedeutung zu testen. Die Werte der identifizierten Cluster wurden für jede Person und jeden Zeitpunkt mit der Marsbar-Werkzeugkiste ([Brett et al., 2002](#)) extrahiert. Für jeden Cluster wurde dann ANOVA für jeden Cluster in SPSS durchgeführt, wobei die Gruppe (MBSR und Kontrollgruppe) zwischen Fächernfaktor und Zeitpunkt (Pre und Post) als Faktor für die Themen im Zwischenfaktor durchgeführt wurde. Da Gruppen in Alter und Geschlecht nicht identisch waren, wurden diese Variablen kontrolliert, indem sie als lästliche Variablen eingegeben wurden.

3. Ergebnisse

3.1 Menge Achtsamkeitspraxis

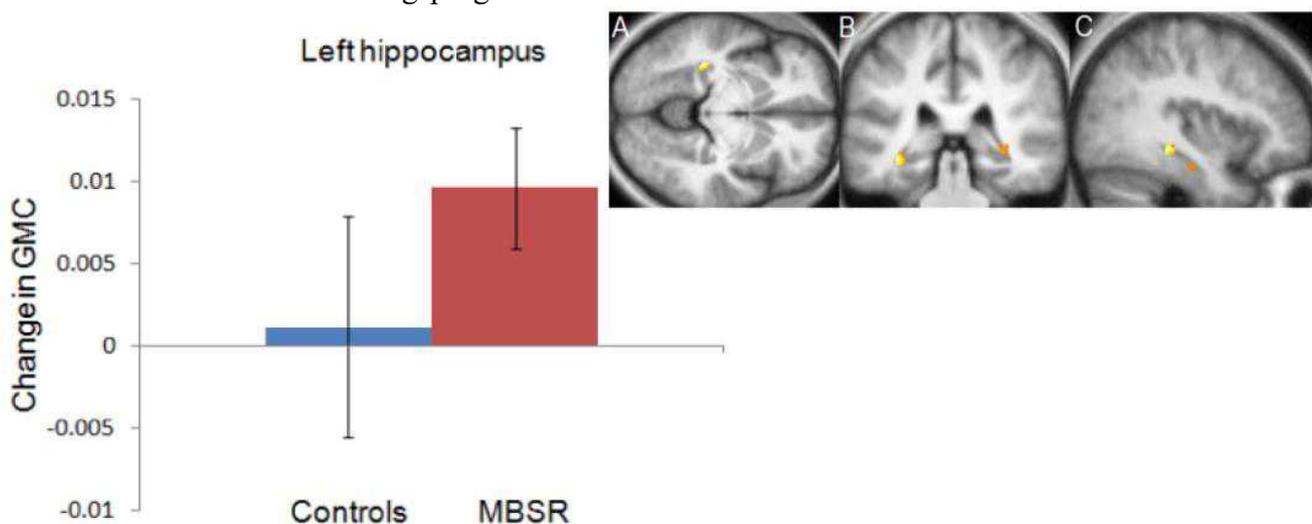
Die MBSR-Teilnehmer berichteten, dass sie durchschnittlich 22,6 Stunden (SD: 6,3 Stunden) mit formellen Hausaufgabenübungen über den 8-Wochen-Kurs verbrachten (durchschnittlich 27 Minuten pro Tag). Im Detail reichte die Menge der Körperscan-Übung zwischen 335 und 1002 Minuten (mittel: 699 min, SD: 217 min), Yoga zwischen 103 und 775 Minuten (mittel: 327 min, SD: 194 min) und Sitzmeditation zwischen 0 und 755 Minuten (mittel: 332 min, SD: 211 min). Die drei Maßnahmen waren nicht signifikant miteinander korreliert: Körperscan und Yoga: $r > 0,042$, $P < 0,87$; Body-Scan und Sitzen: $r = 0,26$, $P = 0,33$; Yoga und Sitzen: $r =$

3.2 Verbesserung der Achtsamkeit

Wiederholte Maßnahmen ANOVAs bestätigte signifikante Gruppen-für-Zeit-Interaktionen für drei der fünf Achtsamkeits-Teilskalen (mit Bewusstsein: $F(1,26) > 16,87$, $P < 0,001$; beobachten: $F(1,26) = 7,09$, $P = 0,013$; Nicht-Richtung: $F(1,26) = 4,61$, $P = 0,041$; Beschreibung: $F(1,26) = 2,79$, $P > 0,107$). Gepaarte T-Tests bestätigten deutliche Zunahmen in der MBSR-Gruppe (mit Bewusstsein: $t(13) > 3,665$, $P < 0,003$; Beobachtung: $t(13) = 4,218$, $P < 0,001$; Nicht-Richtung: $t(13) = 1,678$, $P = 0,107$; Nicht-Richtung: $t(13) > 0,657$, $P = 0,523$; Zwei-Tailed). Das heißt, die MBSR-Teilnehmer haben ihre Achtsamkeitswerte auf diesen drei Skalen deutlich erhöht.

3.3 Graue Materie ändert sich in a priori Region von Interesse

Der gepaarte T-Test innerhalb der MBSR-Gruppe identifizierte einen kleinen Cluster im linken Hippocampus mit erhöhter Konzentration auf graue Materie (Peak voxel MNI coordinates x, y, z: 36, 34, Nr. 34, Nr. 5 (15) bis 6,89; Voxel-Niveau $P = 0,014$, korrigiert für mehrere Vergleiche mit FWE-Korrektur; Clustergröße [Figure 1](#)). Die durchschnittliche Konzentration der grauen Materie innerhalb dieses Clusters wurde dann für jeden Einzelnen mit dem Marsbar-Werkzeugkasten extrahiert und weitere Analysen in SPSS durchgeführt. Eine wiederholte Maßnahme ANOVA (2 Gruppen x 2 Zeitpunkte; Alter und Geschlecht als lästige Variablen) zeigte eine signifikante Gruppen-X-Zeitinteraktion ($F(1,29) = 4,92$; $P = .035$). Es gab keinen Unterschied in der Konzentration der grauen Materie innerhalb dieses Clusters zwischen den beiden Gruppen am Pre-Zeitpunkt (2-Proben-t-Test für gleiche Abweichungen; $t(31) = .06$; $P = .956$) und die Kontrollgruppe zeigte keine Änderung der Konzentration der grauen Materie von der Pre- bis Post-Zeitpunkt (erwartungstest; $T(16)P$ Vor der Post waren Änderungen in den anderen Interessengebieten nicht signifikant, und auch die Veränderung in den a priori-Regionen korrelierte nicht mit der Menge an Achtsamkeits-Heimaufgabenpraxis oder mit Änderungen im FFMQ. Darüber hinaus führten wir einen gepaarten T-Test innerhalb der Kontrollgruppe in SPM5 durch und wendeten die gleichen Schwellen an. Es wurden keine signifikanten Voxel identifiziert, die die Konzentration der grauen Materie von Pre zu Post in der Kontrollgruppe erhöhen oder abnimmt. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Analysen der Konzentrationsänderungen der Grauen in den Interessengebieten die signifikante Zunahme des linken Hippocampus in der MBSR-Gruppe unterstützten und bestätigten, dass strukturelle Veränderungen in dieser Region innerhalb von acht Wochen nach der Teilnahme an diesem Achtsamkeits-Trainingsprogramm nachweisbar sind.



Region of interest analysis identified Gray Matter concentration increases in the left hippocampus (MNI coordinates x = 36 (A), y = 34 (B), z = 8 (C)) in the MBSR group. Voxel (outlined in red at $P = 0,01$ and masked for the regions of interest) is overlaid on the group mean brain. 1D: Change in Gray Matter Concentration (GMC) within the cluster in the left hippocampus from Pre to the Post time point in MBSR and the control group; error bars show 95% confidence interval.

3.4 Ganzhirnanalyse

The exploratory analysis of the whole brain (generated T-Test in SPM5) yielded four clusters with significantly greater concentration of gray matter at Post compared to Pre time point in the MBSR group ([Table 2](#)). One cluster was located in the posterior cingulate cortex (PCC; [Figure 2A, 2A, 3A](#)), one in the left temporoparietal junction (TPJ;

Abbildung [figur2B,2B, 3,B,3B](#)) und zwei Cluster befanden sich im Kleinhirn (Abbildungen [2A und C, 3 C und D](#)). Einer der beiden Cluster, die im Kleinhirn identifiziert wurden, war im Vermis zentriert und in das Hirnstamm hineingedehnt, der mehrere Pontinkern im Hirnstamm umfasste. Der zweite Kleinhirnhaufen befand sich eher seitlich, einschließlich Teilen der linken Lobel X und VIII, d.h. seitliche Teile des hinteren und schusprenförmigen Lappen. Keine Regionen zeigten nach dem MBSR-Eingriff einen signifikanten Rückgang der Grauen Materie.

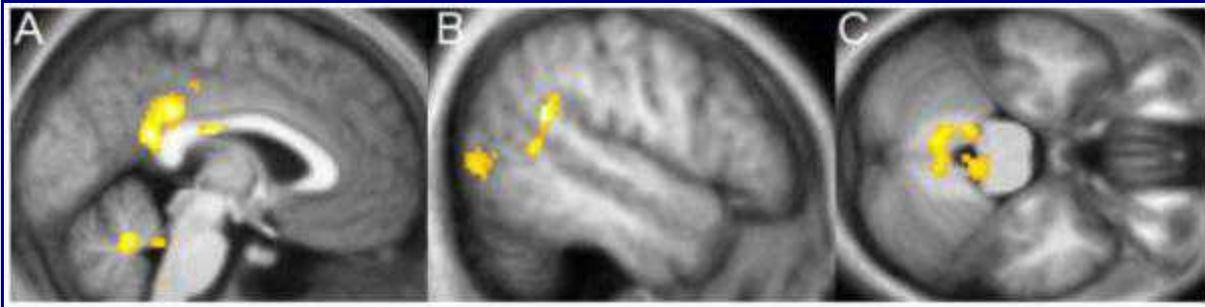
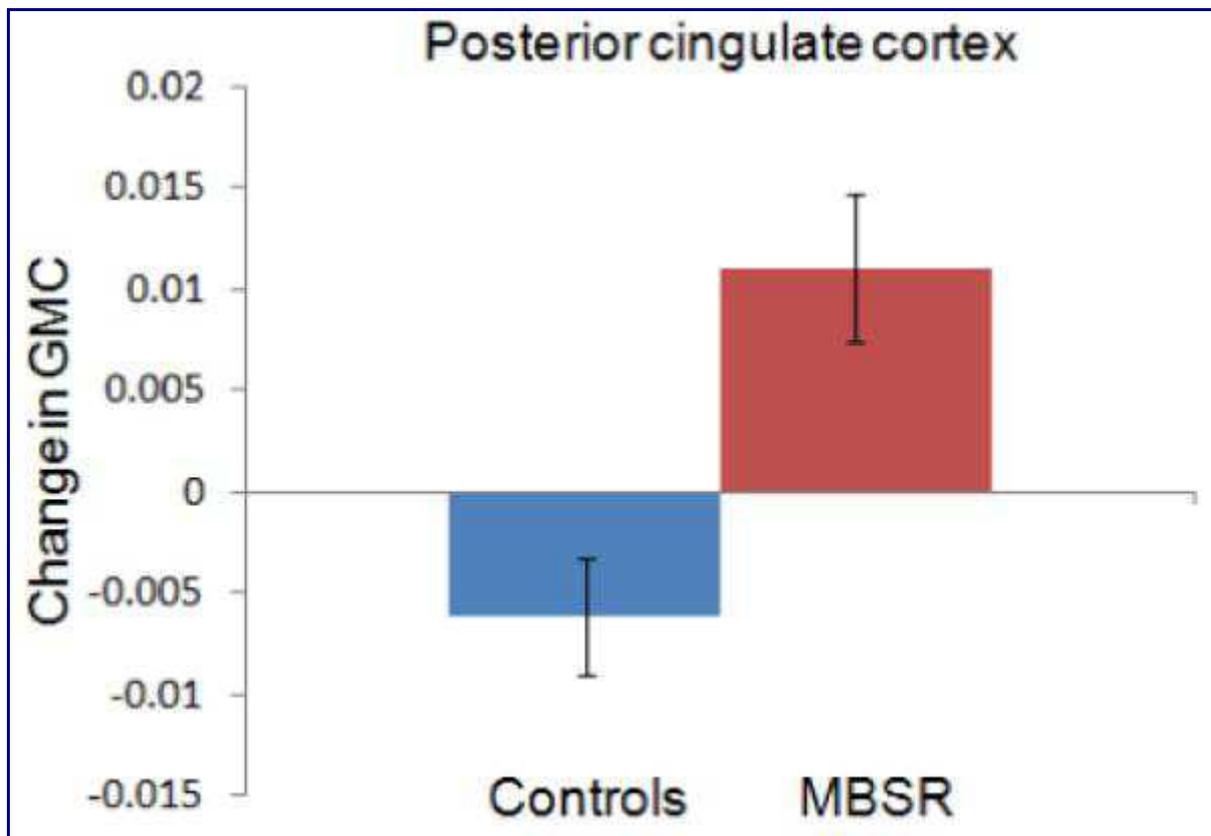
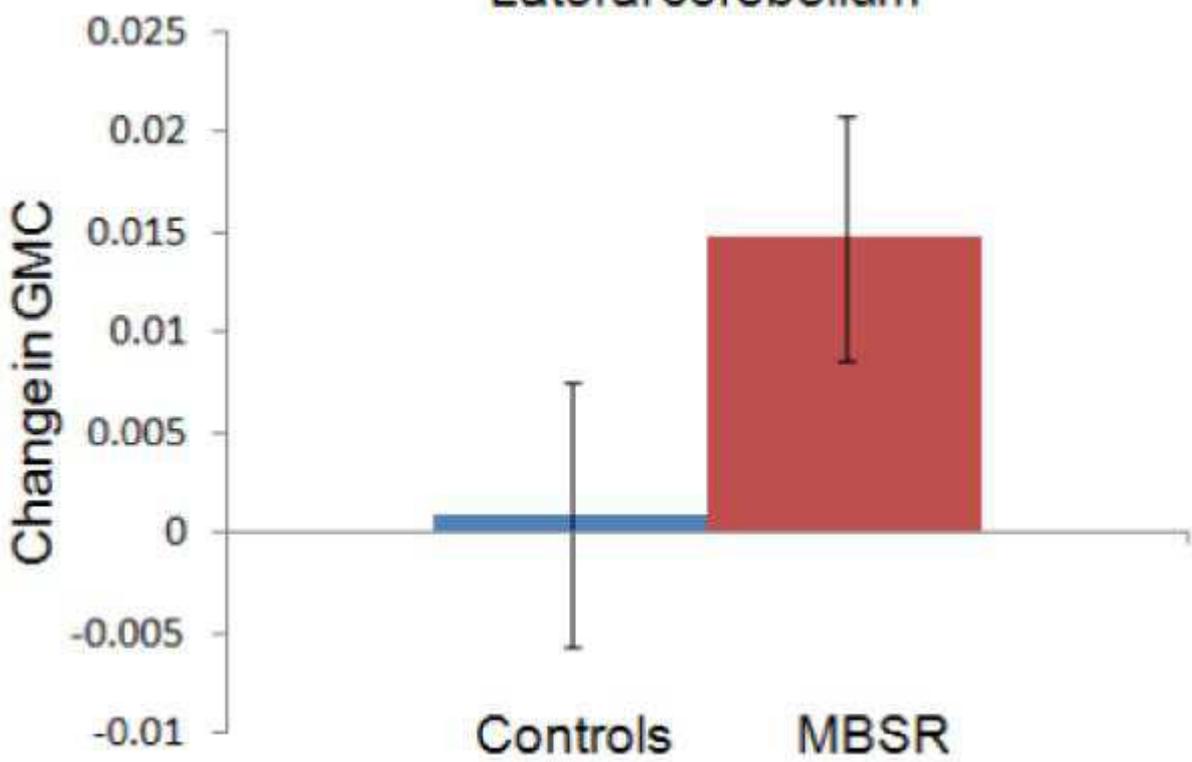
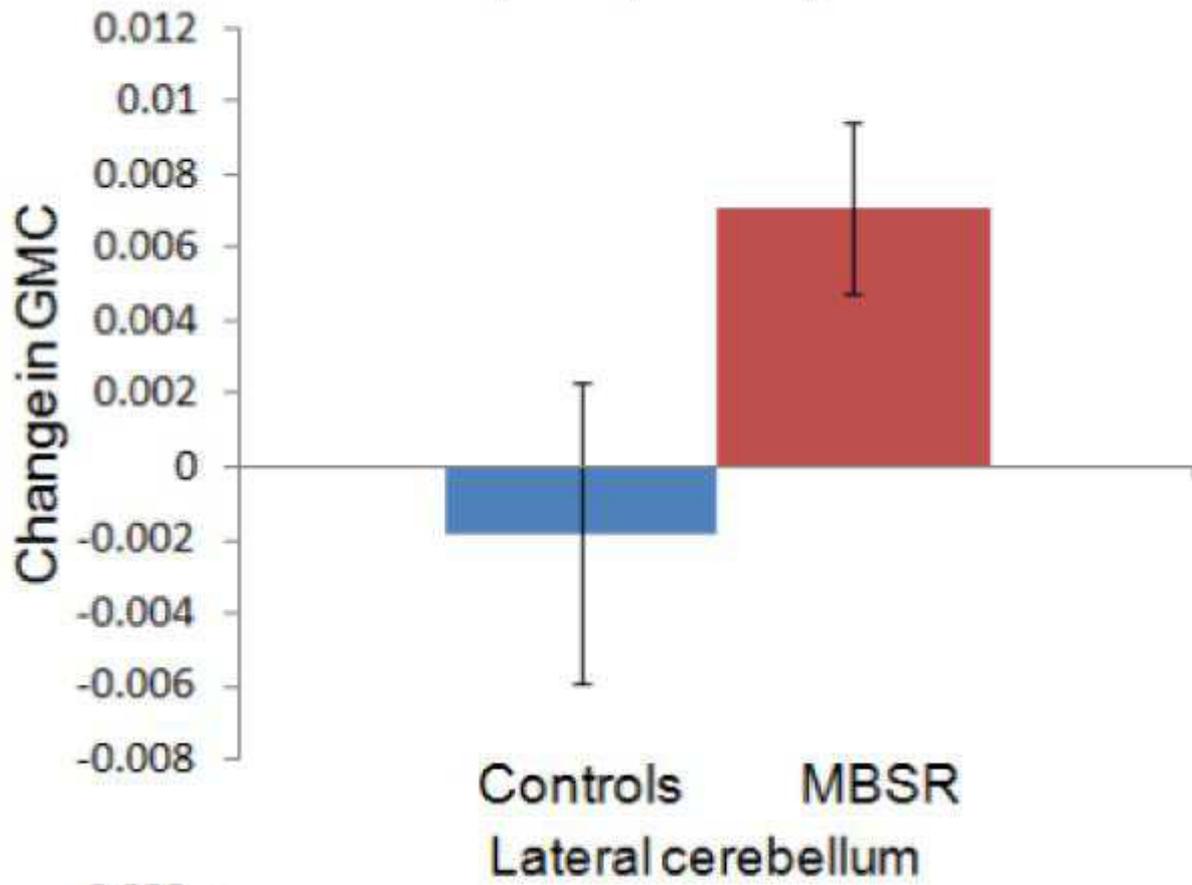


Bild 2

Erhöhung der Konzentration der grauen Materie in der MBSR-Gruppe von Vor- zur Postintervention in der exploratorischen Ganzhirnanalyse. A: Cluster im hinteren cingulären Kortex und Kleinhirn (Sagittal-Scheibe bei $x > 2$); B: Cluster in der linken temporo-parietalen Kreuzung (Speere in der mittleren temporalen Gyrus; sagittale Scheibe bei $x 52$); C: Cluster im Kleinhirn und Hirnstamm (Axial-Slice bei z). Signifikante Cluster innerhalb des gesamten Gehirns (Cluster mit $P < 0,05$, korrigiert für mehrere Vergleiche im gesamten Gehirn, die erste Voxel-Ebenenschwelle von $P < 0,01$) sind über das durchschnittliche normalisierte strukturelle MPRAGE-Bild der Gruppe überlagert.



Temporo-parietal junction



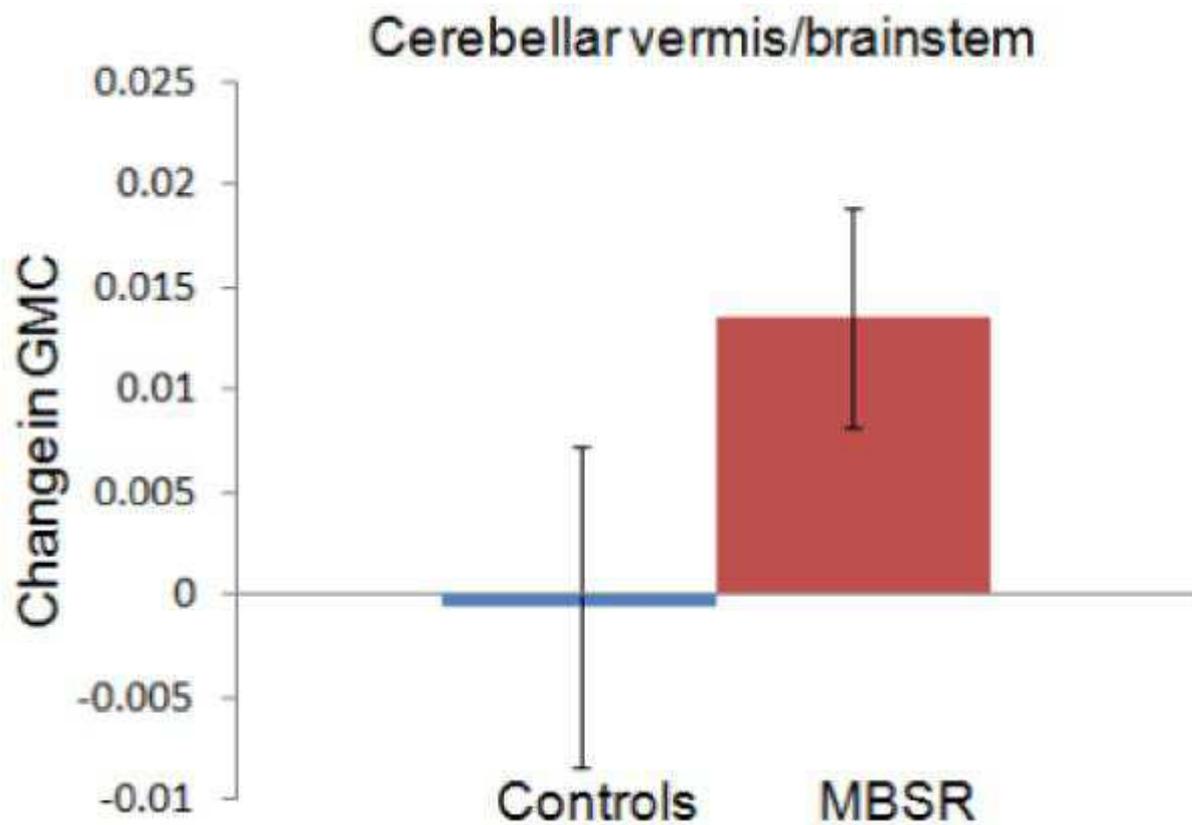


Abbildung 3

Veränderung der Grauzenkonzentration (GMC) innerhalb der Cluster im hinteren cingulären Cortex (3A), der temporo-parietalen Kreuzung (3B), dem Quer-Querebellum (3C) und dem Kleinhirn vermis/brainstem (3D) in der MBSR- und Kontrollgruppe. Fehlerbarn zeigen 95% Vertrauensintervall.

Tabelle 2

Erhöhung der Konzentration der grauen Materie von Vor- auf Post-MBSR-Training in der exploratorischen Ganzhirnanalyse innerhalb der MBSR-Gruppe

Region (Höhren Cluster)	Cluster Größe k	Cluster- Ebene P - Wert	MNI Koordinaten Peak voxel (x, y, z)	T von Peak voxel
Posterior cingulier Gyus	418	0,004	4, 34, 32 €	5.07
Cerebellum Lobule 8 - L	329	0,018	Nr. 28, 38 Dollar, 48 Dollar	5.31
Cerebellum Vermis, Lobule 2	499	0,001	4, 40 Dollar, 24 Dollar	5.03
Temporo-parietal Anschluss (Spebung in	291	0,036	50 US-Dollar, 48 US-Dollar, 20 US-Dollar	5.08

Region (Höhren Cluster)	Cluster Größe k	Cluster- Ebene P - Wert	MNI Koordinaten Peak voxel (x, y, z)	T von Peak voxel
-------------------------	-----------------	-------------------------	--------------------------------------	------------------

mittlere Zeit gyus)

[Öffnen Sie in einem separaten Fenster](#)

P-Werte werden für mehrere Vergleiche für das ganze Gehirn korrigiert.

Für jeden der vier Cluster wurden die Durchschnittswerte dann für jeden Einzelnen extrahiert und jeder Zeitpunkt mit der Marsbar-Toolbox ([Brett et al., 2002](#)) und wiederholten Maßnahmen ANOVAs (2 Gruppen 2 Zeitpunkte) mit Alter und Geschlecht als Belästigungsvariablen eingegeben, wurden in SPSS durchgeführt. Gruppen- und Zeitinteraktionen waren für alle vier Regionen von Bedeutung, was darauf hindeutet, dass die Zunahme der Konzentration der grauen Materie im MBSR deutlich größer war als die Kontrollgruppe: PCC (F (1,29) - 50,1424; P .001), TPJ (F (1,29) x 11.456; P .002), Kleinregervermis/Gehirnen (1.2P)(1,29) - 9.806; P .004).

Die Veränderung der Konzentration der grauen Materie in der Kontrollgruppe war für die Cluster in der TPJ (t (16) .87; P .40), der Kleinhirn-Vermis (t (16) .15 Dollar nicht signifikant; P .88) oder das Quer-Querlum (t (16) .273; P .79; P . Unabhängige Proben-T-Tests (mit gleichen Abweichungen) am Vor-Zeitpunkt zeigten, dass sich die Gruppen nicht in der Konzentration der grauen Materie in der PCC (t (31) .24; P .81), TPJ (t (31) .85; P - .40) und dem Pseitlichen Kleinhirn (t (31) nicht unterscheiden.Cluster (t (31) - 2,84; P .008). Die Anzahl der Hausaufgaben und die Änderung der Achtsamkeitswerte (FFMQ) korrelierten nicht mit Änderungen in den identifizierten Clustern. Darüber hinaus führten wir einen gepaarten T-Test innerhalb der Kontrollgruppe in SPM5 durch und wendeten die gleichen Schwellen an. Es wurden keine signifikanten Cluster identifiziert, die die Konzentration der grauen Materie von Pre zu Post in der Kontrollgruppe erhöhen oder abnimmt. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Analyseanalysen eine Zunahme der Konzentration der Grauen in Regionen in den Regionen des PCC, TPJ und des Kleinhirns im MBSR identifizierten, aber nicht die Kontrollgruppe über den Zeitraum von 8 Wochen, was darauf hindeutet, dass die Teilnahme an einem MBSR-Kurs strukturelle Veränderungen in diesen Gehirnregionen verursacht.

4. Diskussion

Diese Studie zeigt Längsschnittänderungen der Gehirn-Gygrau-Angelegenheiten nach einem achtwöchigen Mindfulness-Based Stress Reduction Kurs im Vergleich zu einer Kontrollgruppe. Hypnotisierte Erhöhungen der Konzentration der grauen Materie im linken Hippocampus wurden bestätigt. Sondliche Analysen des gesamten Gehirns identifizierten signifikante Anstiege der Konzentration auf graue Materie in PCC, TPJ und dem Kleinhirn.

Der Hippocampus wurde veröffentlicht, um eine zentrale Rolle bei der Vermittlung einiger Vorteile der Meditation zu spielen, aufgrund seiner Beteiligung an der Modulation kortikaler Erregung und Reaktionsfähigkeit ([Newberg und Iversen, 2003](#)) und morphologische Unterschiede zwischen Mediatoren und Nicht-Medizinatoren im Hippocampus wurden zuvor berichtet ([Hölzel et al., 2008](#)[Luders et al., 2009](#)). Der Hippocampus trägt auch zur Regulation der Emotionen bei ([Corcoran und Maren, 2001](#) ; [Corcoran et al., 2005](#) ; [Milad et al., 2007](#)) und die strukturellen Veränderungen in diesem Bereich nach Achtsamkeitspraxis können eine verbesserte Funktion bei der Regulierung der emotionalen Reaktion widerspiegeln. Im Gegensatz zu diesen Zuwächsen sind mehrere pathologische Zustände (z.B. schwere Depression ([Sheline, 2000](#)), posttraumatische Belastungsstörung ([Kasai et al., 2008](#)) mit einer verminderten Dichte oder dem Volumen des Hippocampus verbunden. Und während die genauen Mechanismen des hippocampalen Volumens nicht bekannt sind, können eine Reihe von Faktoren wie neuronalen Verlust durch chronische Hyperkorsolämie, Gliazellenverlust, stressinduzierte Reduktion neurotropher Faktoren oder eine stressinduzierte Reduktion der Neurogenese dazu beitragen ([Sheline, 2000](#)). Darüber hinaus stellen

sich auch kleinere Hippocampi als Risikofaktor für die Entwicklung der stressbedingten Psychopathologie dar ([Gilbertson et al., 2002](#)). Der Hippocampus ist jedoch eine Region, die für ihre Fähigkeit bekannt ist, Synapsen umzugestalten und neue Neuronen zu erzeugen ([Gage, 2002](#)), und Volumenverlust in dieser Region scheint reversibel zu sein ([Gould et al., 2000](#); [Jacobs et al., 2000](#)). Zum Beispiel hat die Behandlung mit selektiven Serotonin-Wiederaufnahmehemmern - abgesehen von der Verbesserung der Stresseinstörungssymptome - zu einer Zunahme des Hippocampus-Volumens ([Vermetten et al., 2003](#)) geführt, und es wurde vermutet, dass einige der Verhaltenseffekte der Antidepressiva-Behandlung von der Neurogenese [2003](#) abhängen könnten. Zukünftige Forschungen werden erforderlich sein, um zu untersuchen, ob ähnliche neuronale Mechanismen nach einer medikamentenfreien Verhaltensintervention zur Verbesserung der psychischen Gesundheit beitragen. Wir berichteten bereits, dass Veränderungen des wahrgenommenen Stresses mit strukturellen Veränderungen in der Amygdala in einer Studie korrelierten, die die Probanden in der vorliegenden Studie einschloss, und Stressänderungen nicht mit Veränderungen im Hippocampus korrelierten ([Hölzel et al., 2009](#)). Die hier genannten strukturellen Veränderungen im Hippocampus könnten jedoch mit Verbesserungen in einer der anderen Wellness-Variablen zusammenhängen, die sich nach der Teilnahme an einem MBSR-Kurs verbessern sollen.

Es ist bekannt, dass die Insula in interozeptivem/viszeralem Bewusstsein ([Critchley et al., 2004](#)) sowie in empathischen Reaktionen beeinflusst wird ([Singer et al., 2004](#)). Allgemeiner gesagt, weist eine aktuelle Überprüfung auf die grundlegende Rolle der In- und Istalität des Menschen im menschlichen Bewusstsein oder Bewusstsein hin ([Craig, 2009](#)). Angesichts der Tatsache, dass Achtsamkeitsmeditation eine Ausbildung in Interoception und bewusstem Bewusstsein darstellt und auf den Ergebnissen früherer Studien basiert, die funktionale sowie morphologische Unterschiede in der Insel zwischen Meditator und Nicht-Meditierenden beschrieben haben ([Hölzel et al., 2008](#); [Lazar et al., 2005](#); [Lutz et al., 2008](#)) stellen wir die Hypothese auf, dass die Struktur in der Struktur. Der Pre-Post-Vergleich innerhalb der MBSR-Gruppe war jedoch nicht signifikant. Es ist möglich, dass größere Mengen an Übung erforderlich sind, um strukturelle Veränderungen in dieser Region zu bewirken. Es ist auch möglich, dass zuvor identifizierte Unterschiede zwischen Meditierenden und Nicht-Meditierenden nichts mit dem Meditationstraining zu tun hatten, sondern eher bereits vorhanden waren. Darüber hinaus ergab eine aktuelle Studie, dass Meditatoren keine überlegene Leistung bei einer interozeptiven Aufgabe zeigten ([Khalsa et al., 2008](#)), was die Annahme in Frage stellte, dass verbesserte kortikale Dicke und funktionelle Aktivierung in der Insel bei Meditieren mit einem besseren interozeptiven Bewusstsein zusammenhängen. Zukünftige Studien, die ein längeres Trainingsprogramm und die Bewertung des interozeptiven Bewusstseins Pre und Post-Interventionen beinhalten, könnten helfen, diese widersprüchlichen Ergebnisse zu beheben.

Es wurde vorgeschlagen, dass das TPJ eine entscheidende Struktur für die bewusste Erfahrung des Selbst ist, die die räumliche Einheit von Selbst und Körper vermittelt ([Blanke et al., 2005](#)) oder Verkörperung ([Arzy et al., 2006](#)), und beeinträchtigte Verarbeitung im TPJ kann zur pathologischen Erfahrung des Selbst führen, wie z. B. . Darüber hinaus ist das TPJ auch in die soziale Kognition involviert, d.h. die Fähigkeit, Zustände wie Wünsche, Absichten und Ziele anderer Menschen zu folgern ([Van Overwalle, 2009](#)) und es gibt Hinweise auf eine größere Aktivierung dieser Region bei Mitgeföhlgefühlen bei Meditierenden ([Lutz et al., 2008](#)). Achtsamkeitstraining beinhaltet sowohl die Etablierung eines Selbstbewusstseins als "vollständiges Ganzes" ([Kabat-Zinn, 1990](#)) als auch die Kultivierung von Mitgeföhl. Die morphologischen Veränderungen im TPJ könnten mit einer Zunahme des Mitgeföhl verbunden sein, die dem Meditationstraining zugeschrieben wird () und der Kultivierung eines verkörperten Selbst.

Dementsprechend deuten mehrere Studien darauf hin, dass sich das PCC bei der Beurteilung der Relevanz oder Bedeutung eines Reizes für sich selbst engagiert (Gusnard, 2001; [Schmitz and Johnson, 2007](#)) und es wurde vorgeschlagen, besonders wichtig für die Integration selbstreferentieller Impulse in den emotionalen und autobiografischen Kontext der eigenen Person zu sein ([Nord- und](#)

Bermp-Ben. Diese Funktionen sind auch eng mit Achtsamkeitspraxis verbunden, die die introspektive Beobachtung phänomenaler Erfahrungen beinhaltet, wie sie angetroffen werden (Kabat-Zinn, 1990). Strukturserhöhungen könnten mit der wiederholten Aktivierung dieser Region während dieses Prozesses zusammenhängen. Interessanterweise bilden der Hippocampus, TPJ und PCC (sowie Teile des medialen präfrontalen Kortex, die in der vorliegenden Studie nicht identifiziert wurden) ein Gehirnnetzwerk (Vincent et al., 2006), das verschiedene Formen der Selbstprojektion unterstützt (Buckner und Carroll, 2007), einschließlich der Erinnerung an die Vergangenheit, das Nachdenken über die Zukunft (Schinsal 2007) und das Denken über die Zukunft (Schsen- und "Sen"). Diese Fähigkeiten wurden vorgeschlagen, eine gemeinsame Reihe von Prozessen zu teilen, durch die autobiografische Informationen anpassungsfähig verwendet werden, um die Wahrnehmung alternativer Perspektiven zu ermöglichen (Buckner und Carroll, 2007). Die Literatur über die Mechanismen der Achtsamkeit schlägt vor, dass die positiven Vorteile der Praxis durch eine Wahrnehmungsverschiebung vermittelt werden könnten, die die interne Darstellung des Selbst moduliert (Shapiro et al., 2006;) und es ist möglich, dass strukturelle Veränderungen im Gehirnnetzwerk, die an der Projektion eines selbst beteiligt sind, in eine andere Perspektive stecken.

Einer der beiden umfangreichen Cluster, die im Kleinhirn identifiziert wurden, befand sich in seitlichen Teilen des hinteren und lichtdurchfluteten Lappens und der andere befand sich im Vermis und erreichte das Hirnstamm. Neben der bekannten Funktion des Kleinhirns in die Integration von Sinneswahrnehmung, Koordination und Motorsteuerung (Marr, 1969) spielt diese Struktur auch eine entscheidende Rolle bei der Regulierung von Emotion und Kognition. Es wurde festgestellt, dass Lesions des Kleinhirns zu einer Konstellation kognitiver, affektiver und verhaltensmäßiger Anomalien führen, dem sogenannten „rebellären kognitiven affektiven Syndrom“ (Schmahmann et al., 2007). Es wurde vorgeschlagen, dass es in der gleichen Weise, wie das Kleinhirn die Geschwindigkeit, Kraft, Rhythmus und Genauigkeit der Bewegungen reguliert, auch die Geschwindigkeit, Kapazität, Konsistenz und Angemessenheit kognitiver und emotionaler Prozesse reguliert (Schmahmann, 2004), d.h. es moduliert das Verhalten automatisch um eine homöostatische Grundlinie. Angesichts der Bedeutung, dass die Regulierung von Emotionen und Kognition in einer gesunden psychologischen Funktion spielt, könnten die morphologischen Veränderungen in diesen Regionen zu den positiven Auswirkungen der Achtsamkeitsmeditation auf die heilsamen Veränderungen des Wohlbefindens beitragen.

In den Regionen des Hirnstamms stieg die Konzentration der grauen Materie in den acht Wochen. Diese Regionen scheinen den Bereich des Locus coeruleus, nucleus raphe pontis, pontine Tegmentum und den sensorischen Trigeminuskern (Naidlich et al., 2009) zu umfassen. Die Regionen der grauen Materie unterscheiden sich zwischen Mediatorinnen und Nicht-Mediaten im Kleinhirn und Hirnstamm, die Vestergaard-Poulsen et al. (Vestergaard-Poulsen et al., 2009) scheint sich nicht mit den hier identifizierten zu überschneiden. Der Locus coeruleus ist der Ort der Synthese und Freisetzung des Neurotransmitters Norepinephrin, während die Raphe-Kern Serotonin freisetzen. Die Modulation des Serotoninsystems war tiefgreifend wirksam bei der Behandlung einer Vielzahl von Stimmungs- und Angststörungen, wie der weit verbreitete Einsatz von SSRIs (Masand und Gupta, 1999) zeigt. Es wird angenommen, dass das Norepinephrin-System des locus coeruleus die Verhaltensleistung optimiert, indem es die Erregung moduliert und das Zusammenspiel zwischen fokussierten und flexibel auf Umwelthanforderungen reagiert, oder selektive vs. Scan-Aufwächse (Aston-Jones et al., 2000; Aston-Jones und Cohen, 2005). Es gibt beträchtliche Beweise dafür, dass die Neuronen dieses Systems in einer Vielzahl von kognitiven, affektiven und anderen Verhaltensfunktionen sowie assoziierten klinischen Dysfunktionen (z. B. Depression, Angst, Schlaf und z. Lebendianstörungen wichtig sind; zur Diskussion siehe (Aston-Jones, 2002). Es ist auch einer der Hauptstandorte für die Vermittlung der Stressreaktion sowie ein Aktionsort von Antidepressiva (Brady, 1994). Mehrere Studien haben die positiven Auswirkungen von Achtsamkeits-basierten Programmen auf Symptome von Angst und Depression dokumentiert (Baer, 2003; Kuyken et al., 2008; Roemer et al., 2008) sowie Verbesserungen bei den Schlafmustern (Carlson und Garland, 2005; Ong et al., 2009) und Aufmerksamkeit (Jha et al.). Die

hier berichteten morphologischen Veränderungen könnten zu einigen dieser Verbesserungen beitragen.

Während signifikante Vorpost-Änderungen in der TPJ, PCC und Kleinhirn in der vorliegenden Studie gefunden wurden, ist unklar, warum frühere Querschnittsstudien von Meditierenden keine Gruppenunterschiede in diesen Regionen identifiziert haben. Es ist möglich, dass kleine Unterschiede bestanden, aber aufgrund des Mangels an Macht in den vorherigen kleinen Querschnittsstudien nicht erkannt wurden, oder dass strukturelle Veränderungen vorübergehend sind und Veränderungen maximal sein könnten, wenn eine Fähigkeit neu erworben wird ([Driemeyer et al., 2008](#)).

Es sollte auch angemerkt werden, dass MBSR ein facettenreiches Gruppenprogramm ist und einige positive Effekte aus Komponenten resultieren können, die nicht spezifisch für Meditation oder Achtsamkeit sind, wie z. B. soziale Interaktion, Stressbildung oder sanfte Dehnungsübungen. Es ist bekannt, dass Bewegung die Neurogenese im Hippocampus erhöht ([van Praag et al., 1999](#)). Da es auch eine entscheidende Rolle bei der Konsolidierung und des Lernens des Langzeitgedächtniss spielt, könnten strukturelle Veränderungen mit dem allgemeinen Lernen zusammenhängen, das während des MBSR-Kurses analog zu denen in einer Studie von Medizinstudenten, die neue Informationen lernen ([Draganski et al., 2006](#)). Vergleicht man die Gehirn-Gerrechigkeitsänderungen in der MBSR-Gruppe mit denen einer Wartelisten-Kontrollgruppe, erlaubte die aktuelle Studie nicht, zwischen den Auswirkungen dieser verschiedenen Komponenten zu unterscheiden. In der Tat deutet das Fehlen einer positiven Korrelation zwischen der Veränderung der Konzentration der grauen Materie und der Anzahl der Hausaufgaben darauf hin, dass die Anzahl der Minuten der formellen Hausaufgaben nicht die primäre treibende Kraft hinter den Effekten ist, sondern dass das MBSR-Programm als Ganzes die morphologischen Veränderungen beeinflusst. Zukünftige Studien mit einer aktiven Kontrollbedingung, die die Achtsamkeits-unspezifischen Komponenten des Programms (z.B. [MacCoon et al., 2008](#)) umfasst, würden helfen, die spezifischen Auswirkungen der Meditation zu isolieren. Auch die aktuelle Studie untersuchte ärztlich- und selbstververständene Personen, die Stressabbau und Verallgemeinerungen anstreben, sollten sich daher auf diese Bevölkerung von Stresspersonen beschränken. Zukünftige Studien werden erforderlich sein, um zu testen, ob sich die Ergebnisse auf nicht belastete Personen sowie auf Personen erstrecken, die an psychischen Störungen leiden. Schließlich ist die aktuelle Studie mit einer eher geringen Stichprobengröße und Replikation notwendig.

Das erwachsene Nervensystem hat die Fähigkeit zur Plastizität, und die Struktur des Gehirns kann sich in der Reaktion auf das Training ändern ([Gage, 2002](#); [Draganski et al., 2004](#); [Colcombe et al., 2006](#); [Driemeyer et al., 2008](#)). Es wird allgemein angenommen, dass die vermehrte Grausubstanz aus der wiederholten Aktivierung einer Hirnregion resultiert ([May et al., 2007](#); [Ilg et al., 2008](#)) und frühere Studien haben die Aktivierung während der Meditation in den hier identifizierten Hirnregionen gezeigt ([Lou et al., 1999](#); [Lazar et al., 2000](#); [Newberg et al., 2001, 2006](#)[Hölzel et al., 2007](#)[Lutz et al., 2008](#)). Die zellulären Mechanismen, die der trainingsinduzierten neuroanatomischen Plastizität zugrunde liegen, sind jedoch noch nicht verstanden. Eine umfangreiche Forschung in den letzten zehn Jahren hat ergeben, dass MBSR zu Verbesserungen der psychischen Gesundheit und des Wohlbefindens führt ([Grossman et al., 2004](#); [Carmody et al., 2009](#)). Die hier vorgestellten Daten deuten auf einen plausiblen neuronalen Mechanismus hin, dass solche Zunahmen in der Gehirnstruktur dauerhafte Veränderungen in der Gehirnstruktur darstellen, die eine verbesserte geistige Funktion unterstützen könnten. Die Kenntnis der neurobiologischen Mechanismen von Verhaltensinterventionen ist für deren effektive und gezielte Nutzung unverzichtbar.

Anerkennung

Wir danken unseren Teilnehmern für ihre Zusammenarbeit und das Zentrum für Achtsamkeit für die Durchführung der auf Achterlichkeit basierenden Stressabbaukurse. Wir danken Daniel McCaffrey

und Nik Olendzki für die Unterstützung bei der Datenerhebung und Douglas Greve, Ulrich Ott und Julie Bates für hilfreiche Gespräche. Diese Forschung wurde von den National Institutes of Health-NCCAM (R21-AT003425-01A2), der British Broadcasting Company, und dem Mind and Life Institute (Varela Research Grant) finanziert. B.K.H. wurde von einem Marie Curie International Outgoing Fellowship im Rahmen des 7. Europäischen Rahmenprogramms der Europäischen Gemeinschaft unterstützt. S.W.L. wurde von National Institutes of Health unterstützt K01AT00694. Die Geldgeber spielten keine Rolle in der Studiengestaltung, Datenerhebung und -analyse, der Entscheidung, das Manuskript zu veröffentlichen oder vorzubereiten. Die Autoren erklären keine Interessenkonflikte.

Fußnoten

Haftungsausschluss des Verlags: Dies ist eine PDF-Datei eines unbearbeiteten Manuskripts, das zur Veröffentlichung angenommen wurde. Als Service für unsere Kunden bieten wir diese frühe Version des Manuskripts an. Das Manuskript wird der Kopierierung, der Satzung und der Überprüfung des resultierenden Beweises unterzogen, bevor es in seiner endgültigen editierbaren Form veröffentlicht wird. Bitte beachten Sie, dass während des Produktionsprozesses Fehler entdeckt werden können, die den Inhalt betreffen könnten, und alle rechtlichen Haftungsausschlüsse, die für die Zeitschrift gelten, betreffen.

Referenzen

- Arzy S, Thut G, Mohr C, Michel CM, Blanke O. Neurale Grundlage der Ausführungsform: deutliche Beiträge der temporoparietalen Kreuzung und des außerstriaten-Körperbereichs. *Zeitschrift für Neurowissenschaften*. 2006; 26 :8074–8081. [[PMC freier Artikel](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Ashburner J, Friston KJ. Voxel-basierte Morphometrie - die Methoden. *Neubild*. 2000; 11(6, Pt 1):805–821. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Aston-Jones G. Norepinephrin. In: Davis KL, Charney D, Coyle JT, Nemeroff C, Redakteure. *Neuropsychopharmakologie: Die fünfte Generation des Fortschritts*. American College of Neuropsychopharmacology; 2002. 47–57. [[Google Scholar](#)]
- Aston-Jones G, Cohen JD. Eine integrative Theorie der locus coeruleus-norepinephrine Funktion: adaptiver Verstärkung und optimale Leistung. *Jährlicher Rückblick auf Neurowissenschaften*. 2005; 28 :403–450. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Aston-Jones G, Rajkowski J, Cohen J. Fokus Coeruleus und Regulierung der Verhaltensflexibilität und Aufmerksamkeit. *Fortschritt in der Hirnforschung*. 2000; 126 : 165–182 [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Baer RA. Achtsamkeitstraining als klinische Intervention: Eine konzeptuelle und empirische Überprüfung. *Klinische Psychologie: Wissenschaft & Praxis* 2003; 10 :125–143. [[Google Scholar](#)]
- Baer RA, Smith GT, Hopkins J, Krietemeyer J, Toney L. Verwenden von Selbstberichts-Bewertungsmethoden, um Facetten der Achtsamkeit zu erkunden. *Bewertung*. 2006; 13 :27–45. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Bischof SR, Lau M, Shapiro S, Carlson LE, Anderson ND, Carmody J, Segal ZV, Abbey S, Speca M, Velting D, Devins G. Achtsamkeit: Eine vorgeschlagene operative Definition. *Klinische Psychologie: Wissenschaft & Praxis* 2004; 11 :230–241. [[Google Scholar](#)]
- Blanke O, Mohr C, Michel CM, Pascual-Leone A, Brugger P, Seeck M, Landis T, Thut G. Verknüpfung von außerkörperlicher Erfahrung und Selbstverarbeitung mit mentalen Eigenkörperbildern an der temporoparietalen Kreuzung. *Zeitschrift für Neurowissenschaften*. 2005; 25 :550–557. [[PMC freier Artikel](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Bowen S, Witkiewitz K, Dillworth TM, Chawla N, Simpson TL, Ostafin BD, Larimer ME,

- Blume AW, Parks GA, Marlatt GA. Achtsamkeitsmeditation und Stoffgebrauch in einer inhaftierten Bevölkerung. *Psychologie des Addibives*. 2006; 20 :343–347. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Brady LS. Stress, Antidepressiva und der Ortscoeruleus. *Brain Research Bulletin*. 351994:545–556. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
 - Brett M, Anton J-L, Valabregue R, Poline J-B. Region of Interesse Analyse mit einer SPM-Toolbox [abstrakt]; 8. Internationale Konferenz zur funktionellen Kartierung des menschlichen Gehirnneubilds; Sendai, Japan. 2002. [[Google Scholar](#)]
 - Buckner RL, Carroll DC. Selbstprojektion und Gehirn. *Trends in Kognitionswissenschaften*. 2007; 11 :49–57. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
 - Carlson LE, Garland SN. Auswirkungen der auf Achtsamkeit basierenden Stressabbau (MBSR) auf Schlaf-, Stimmungs-, Stress- und Ermüdungssymptome bei krebsbedingten Patienten. *Internationaler Journal für Verhaltensmedizin*. 2005; 12 :278–285. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
 - Carmody J. Eingeladener Kommentar: Verwüsungskonzeptionen der Achtsamkeit in den klinischen Umgebungen. *Zeitschrift für kognitive Psychotherapie*. 2009; 23 :270–280. [[Google Scholar](#)]
 - Carmody J, Bär RA. Beziehungen zwischen Achtsamkeitspraxis und Achtsamkeitsniveau, medizinische und psychologische Symptome und Wohlbefinden in einem Achtsamkeits-basierten Stressabbauprogramm. *Zeitschrift für Verhaltensmedizin*. 2008; 31 :23–33. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
 - Carmody J, Baer RA, E LBL, Olendzki N. Eine empirische Studie der Mechanismen der Achtsamkeit in einem Achtsamkeits-basierten Stressabbauprogramm. *Zeitschrift für Klinische Psychologie*. 2009; 65 :613–626. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
 - Colcombe SJ, Erickson KI, Scalf PE, Kim JS, Prakash R, McAuley E, Elavsky S, Marquez DX, Hu L, Kramer AF. Aerobic-Übungen erhöhen das Gehirnvolumen beim alternden Menschen. *Zeitschriften der Gerontologie Serie A - Biologische Wissenschaften*. 2006; 61 : 1166–1170. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
 - Corcoran KA, Desmond TJ, Frey KA, Maren S. Hippocampalin-Inaktivierung stört den Erwerb und die kontextuelle Kodierung des Aussterbens. *Zeitschrift für Neurowissenschaften*. 2005; 25 :8978–8987. [[PMC freier Artikel](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
 - Corcoran KA, Maren S. Hippocampale Inaktivierung stört die kontextuelle Rückholung der Angstgedächtnis nach dem Aussterben. *Zeitschrift für Neurowissenschaften*. 2001; 21 : 1720-1726. [[PMC freier Artikel](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
 - Craig AD. Wie fühlen Sie sich - jetzt? Die vordere Insula und das menschliche Bewusstsein. *Naturberichte Neurowissenschaften*. 2009; 10 :59–70. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
 - Critchley HG, Wiens S, Rotshtein P, Ohman A, Dolan RJ. Neuralsysteme unterstützen interoceptive Sensibilisierung. *Natur Neurowissenschaft* 2004; 7 :189–195. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
 - Davidson RJ, Kabat-Zinn J, Schumacher J, Rosenkranz M, Muller D, Santorelli SF, Urbanowski F, Harrington A, Bonus K, Sheridan JF. Änderungen im Gehirn und im Immunsystem, die durch Achtsamkeitsmeditation entstehen. *Psychosomatische Medizin* 2003; 65 :564–570. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
 - Draganski B, Gaser C, Busch V, Schuierer G, Bogdahn U, Mai A. Änderungen in der grauen Materie durch Training. *Natur*. 2004; 427 :311–312. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
 - Draganski B, Gaser C, Kempermann G, Kuhn HG, Winkler J, Buchel C, May A. Die zeitlichen und räumlichen Dynamiken der Gehirnstruktur verändern sich beim ausgiebigen Lernen. *Zeitschrift für Neurowissenschaften*. 2006; 26 :6314–6317. [[PMC freier Artikel](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
 - Driemeyer J, Boyke J, Gaser C, Buchel C, Mai A. Veränderungen in der grauen Materie, die

- durch das Lernen induziert werden, besucht. PLoS ONE. 2008; 3 :e2669. [[PMC freier Artikel](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Farb NA, Anderson AK, Mayberg H, Bean J, McKeon D, Segal ZV. Sich auf seine Emotionen konzentrieren: Achtsamkeitstraining verändert den neuronalen Ausdruck von Traurigkeit. *Emotion*. 2010; 10 :25–33. [[PMC freier Artikel](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
 - Farb NAS, Segal ZV, Mayberg H, Bean J, McKeon D, Fatima Z, Anderson AK. Teilnahme an der Gegenwart: Achtsamkeitsmeditation offenbart unterschiedliche neuronale Formen der Selbstreferenz. *Soziale kognitive und affektive Neurowissenschaften*. 2007; 2 :313–322. [[PMC freier Artikel](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
 - Forman SD, Cohen JD, Fitzgerald M, Eddy WF, Mintun MA, Noll DC. Verbesserte Bewertung der signifikanten Aktivierung in der funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRT): Verwendung einer Cluster-Größenschwelle. *Magnetresonanz in der Medizin*. 1995; 33 :636–647. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
 - Friston KJ, Holmes A, Poline J-B, Price CJ, Frith CD. Aktivierungen in PET und fMRT erkennen: Ebenen der Inferenz und Leistung. *Neubild*. 1996; 40 :223–235. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
 - Friston KJ, Worsley KJ, Frackowiak RSJ, Mazziotta JC, Evans AC. Bewertung der Bedeutung von Fokusaktivierungen mit ihrem räumlichen Ausmaß. *Menschliches Gehirn Mapping*. 1994; 1 :210–220. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
 - Gage FH Neurogenese im erwachsenen Gehirn. *Zeitschrift für Neurowissenschaften*. 2002; 22 :612–613. [[PMC freier Artikel](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
 - Gilbertson MW, Shenton ME, Ciszewski A, Kasai K, Lasko NB, Orr SP, Pitman RK. Kleineres Hippocampus-Volumen sagt pathologische Verletzlichkeit für psychische Traumata voraus. *Natur Neurowissenschaft* 2002; 5 :1242–1247. [[PMC freier Artikel](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
 - Goldin PR, Gross JJ. Auswirkungen des auf Achtsamkeit basierenden Stressabbaus (MBSR) auf die Emotionsregulation bei sozialer Angststörung. *Emotion*. 2010; 10 :83–91. [[PMC freier Artikel](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
 - Gould E, Tanapat P, Rydel T, Hastings N. Regulierung der Hippocampus-Neurogenese im Erwachsenenalter. *Biologische Psychiatrie*. 2000; 48 :715–720. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
 - Grant JA, Courtemanche J, Duerden EG, Duncan GH, Rainville P. Cortische Dicke und Schmerzempfindlichkeit bei Zen-Meditatoren. *Emotion*. 2010; 10 :43–53. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
 - Grossman P, Niemann L, Schmidt S, Walach H. Achtsamkeits-basierte Stressabbau und gesundheitliche Vorteile. Eine Metaanalyse. *Zeitschrift Psychosomatic Research*. 2004; 57 : 35–43 [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
 - Grossman P, Tiefenthaler-Gilmer U, Raysz A, Kesper U. Achtsamkeitstraining als Intervention für Fibromyalgie: Nachweis von Nachinterventionen und 3-Jahres-Follow-up-Vorteile im Wohlbefinden. *Psychotherapie und Psychosomatik*. 2007; 76 :226–233. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
 - Gusnard DA, Akbudak E, Shulman GL, Raichle M. Medial prefrontaler Kortex und selbstreferentiell geistige Aktivität: Beziehung zu einem Standardmodus der Gehirnfunktion. *Verfahren der National Academy of Sciences of the United States of America*. 2001; 98 : 4259–4264. [[PMC freier Artikel](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
 - Hölzel BK, Carmody J, Evans KC, Hoge EA, Dusek JA, Morgan L, Pitman RK, Lazar SW. Die Stressreduktion korreliert mit strukturellen Veränderungen in der Amygdala. *Soziale kognitive und affektive Neurowissenschaften*. 2009 [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
 - Hölzel BK, Ott U, Gard T, Hempel H, Weygandt M, Morgen K, Vaitl D. Untersuchung von Achtsamkeitsmeditationspraktikern mit voxelbasierter Morphometrie. *Soziale kognitive und affektive Neurowissenschaften*. 2008; 3 :55–61. [[PMC freier Artikel](#)] [[PubMed](#)] [[Google](#)]

[Scholar](#)]

- Hölzel BK, Ott U, Hempel H, Hackl A, Wolf K, Stark R, Vaitl D. Differenzielles Engagement von vorderen Cingula und benachbartem medialen frontalen Kortex in versierten Meditierenden und Nicht-Meditierenden. *Neurowissenschaftliche Briefe*. 2007; 421 : 16-21. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Ilg R, Wohlschläger AM, Gaser C, Liebau Y, Dauner R, Woller A, Zimmer C, Zihl J, Muhlau M. Die durch die Praxis induzierte Graue Erhöhung korreliert mit aufgabenspezifischer Aktivierung: Eine kombinierte funktionelle und morphometrische Magnetresonanztomographie-Studie. *Zeitschrift für Neurowissenschaften*. 2008; 28 :4210–4215. [[PMC freier Artikel](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Jacobs BL, Praag H, Gage FH. Neurogenese und Psychiatrie für Erwachsene im Gehirn: eine neue Theorie der Depression. *Molekulare Psychiatrie*. 2000; 5 :2621-269. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Jha AP, Krompinger J, Baime MJ. Achtsamkeitstraining verändert Subsysteme der Aufmerksamkeit. *Kognitive affektive und Verhaltensneurowissenschaften*. 2007; 7 109–119. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Kabat-Zinn J. *Vollkatastrophe leben*. Delta Publishing; New York: 1990. [[Google Scholar](#)]
- Kasai K, Yamasue H, Gilbertson MW, Shenton ME, Rauch SL, Pitman RK. Nachweis für den Erwerb des vorgeschalteten vorderen Cingulul-Geräusch-Gesprächsstoffverlusts durch eine Zwillingsstudie von kampfbedingten posttraumatischen Belastungsstörungen. *Biologische Psychiatrie*. 2008; 63 :550-56. [[PMC freier Artikel](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Khalsa SS, Rudrauf D, Damasio AR, Davidson RJ, Lutz A, Tranel D. Interozeptives Bewusstsein bei erfahrenen Meditierenden. *Psychophysiology* 2008; 45 :671–677. [[PMC freier Artikel](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Kuyken W, Byford S, Taylor RS, Watkins E, Holden E, White K, Barrett B, Byng R, Evans A, Mullan E, Teasdale JD. Achtsamkeitsbasierte kognitive Therapie, um Rückfälle bei wiederkehrenden Depressionen zu verhindern. *Zeitschrift für Beratung und Klinische Psychologie*. 2008; 76 :966–978. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Lazar SW, Bush G, Gollub RL, Fricchione GL, Khalsa G, Benson H. Funktionelles Gehirnbild der Entspannungsreaktion und Meditation. *Neuroreport*. 2000; 11 :1581–1585. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Lazar SW, Kerr CE, Wasserman RH, Gray JR, Greve DN, Treadway MT, McFarvey M, Quinn BT, Dusek JA, Benson H, Rauch SL, Moore CI, Fischl B. Meditationserfahrung ist mit einer erhöhten kortikalen Dicke verbunden. *Neuroreport*. 2005; 16 :1893–1897. [[PMC freier Artikel](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Lou HC, Kjaer TW, Friberg L, Wildschiodtz G, Holm S, Nowak M. Ein 15O-H2O PET-Studie über Meditation und den Ruhezustand des normalen Bewusstseins. *Menschliches Gehirn Mapping*. 1999; 7 :98–15 [[PMC freier Artikel](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Luders E, Toga AW, Lepore N, Gaser C. Die zugrunde liegenden anatomischen Zusammenhänge der Langzeitmeditation: größere hippocampale und frontale graue Mengen. *Neubild*. 2009; 45 :672–678. [[PMC freier Artikel](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Lutz A, Brefczynski-Lewis J, Johnstone T, Davidson RJ. Regulierung der neuronalen Schaltkreise der Emotion durch Mitgeföhlsmeditation: Auswirkungen von meditativer Expertise. *PLoS ONE*. 2008; 3 :e1897. [[PMC freier Artikel](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- MacCoon D, Sullivan J, Lutz A, Stoney CM, Johnson LL, Christmas P, Thurlow J, Davidson R. Richtlinien für das Gesundheitsverbesserungsprogramm (HEP). 2008 [[Google Scholar](#)]
- Maldjian JA, Laurienti PJ, Kraft RA, Burdette JH. Eine automatisierte Methode zur neuroanatomischen und cytoarchitektonischen Atlas-basierten Befragung von fMRT-Datensätzen. *Neubild*. 2003; 19 :1233–1239. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Marr D. Eine Theorie des Kehlrschenkortex. *Zeitschrift für Physiologie*. 1969; 202 :437–470. [[PMC freier Artikel](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

- Masand PS, Gupta S. Selektive Serotonin-Wiederaufnahmehemmer: ein Update. Harvard Review der Psychiatrie. 1999; 77:69–84. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- May A, Hajak G, Gaensbauer S, Steffens T, Langguth B, Kleinjung T, Eichhammer P. Strukturelle Gehirnveränderungen nach 5 Tagen Intervention: Dynamische Aspekte der Neuroplastizität. Hirn Cortex. 2007; 17 205–210. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Mechelli A, Crinion JT, Noppeney U, O’Doherty J, Ashburner J, Frackowiak RS, Preis CJ. Strukturige Plastizität im zweisprachigen Gehirn. Die Kenntnisse in der zweiten Sprache und dem Alter bei der Anschaffung wirken sich auf die Graukreisdichte aus. Natur. 2004; 431 :757. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Milad MR, Quinn BT, Pitman RK, Orr SP, Fischl B, Rauch SL. Die Dicke des ventromedialen präfrontalen Cortex beim Menschen ist mit dem Aussterbegefährdung korreliert. Verfahren der National Academy of Sciences of the United States of America. 2005; 102 :10706–10711. [[PMC freier Artikel](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Milad MR, Wright CI, Orr SP, Pitman RK, Quirk GJ, Rauch SL. Der Rückruf des Angststerbens beim Menschen aktiviert den ventromedialen präfrontalen Kortex und den Hippocampus. Biologische Psychiatrie. 2007; 62 :446–454 [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Naidlich TP, Duvernoy HM, Delman BN, Sorensen AG, Kollias SS, Haacke EM. Duvernoys Atlas des menschlichen Gehirns und des Cerebellums. Springer; Wien: 2009. [[Google Scholar](#)]
- Newberg A, Alavi A, Baime M, Pourdehnad M, Santanna J, d’Aquili E. Die Messung des regionalen zerebralen Blutflusses während der komplexen kognitiven Meditationsaufgabe: Eine vorläufige SPECT-Studie. Psychiatrieforschung 2001; 106 :113–122. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Newberg AB, Iversen J. Die neuronale Basis der komplexen mentalen Aufgabe der Meditation: Neurotransmitter und neurochemische Überlegungen. Medizinische Hypothesen. 2003; 61 :282–291. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Northoff G, Bermpohl F. Kortikale Mittellinienstrukturen und Selbst. Trends in Kognitionswissenschaften. 2004; 8 :102–107. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Ong JC, Shapiro SL, Manber R. Achtsamkeitsmeditation und kognitive Verhaltenstherapie bei Schlaflosigkeit: ein naturalistischer 12-monatiger Nachsorge. Erkunden (NY) 2009; 55:30–36. [[PMC freier Artikel](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Ortner CNM, Kilner SJ, Zelazo PD. Achtsamkeitsmeditation und reduzierte emotionale Eingriffe auf eine kognitive Aufgabe. Motivation und Emotion. 2007; 31 :271–283. [[Google Scholar](#)]
- Pagnoni G, Cekic M. Alterseffekte auf Grauen Materie Volumen und Aufmerksamkeitsleistung in der Zen-Meditation. Neurobiologie des Alterns. 2007; 28 : 1623–1627. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Roemer L, Orsillo SM, Salters-Pedneault K. Wirksamkeit einer Akzeptanz-basierten Verhaltenstherapie bei generalisierter Angststörung: Bewertung in einer randomisierten kontrollierten Studie. Zeitschrift für Beratung und Klinische Psychologie. 2008; 76 :1083–1089. [[PMC freier Artikel](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Santarelli L, Sachsen M, Gross C, Surget A, Battaglia F, Dulawa S, Weisstaub N, Lee J, Duman R, Arancio O, Belzung C, Hen R. Voraussetzung der hippocampalen Neurogenese für die Verhaltenseffekte von Antidepressiva. Wissenschaft. 2003; 301 :805–809. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Saxe R, Kanwisher N. Menschen, die darüber nachdenken, Menschen zu denken. Die Rolle der temporo-parietalen Kreuzung in „Theorie des Geistes“ Neuroimage. 2003; 19 :1835–1842. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Schacter DL, Addis DR, Buckner RL. Sich an die Vergangenheit erinnern, um sich die Zukunft vorzustellen: das zukünftige Gehirn. Naturberichte Neurowissenschaften. 2007; 8 : 657–661. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

- Schmahmann JD. Störungen des Kleinhirns: Ataxie, Dysmetrie des Denkens und das kroidemische kognitive affektive Syndrom. Zeitschrift für Neuropsychiatrie und Klinische Neurowissenschaften. 2004; 16 :367–378. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Schmahmann JD, Weilburg JB, Sherman JC. Die Neuropsychiatrie des Kleinhirns - Einblicke aus der Klinik. Cerebellum. 2007; 6 :254–267. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Schmitz TW, Johnson SC. Relevanz für sich selbst: Ein kurzer Überblick und Rahmen für neuronale Systeme, die der Bewertung zugrunde liegen. Neurowissenschaft und Bioverhaltensberichte. 2007; 31 :585–596. [[PMC freier Artikel](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Shapiro SL, Astin JA, Bischof SR, Cordova M. Achtsamkeits-basierte Stressabbau für medizinisches Fachpersonal: Ergebnisse einer randomisierten Studie. Internationaler Zeitschrift für Stressmanagement. 2005; 12 :164–176 [[Google Scholar](#)]
- Shapiro SL, Carlson LE, Astin JA, Freedman B. Mechanismen der Achtsamkeit. Zeitschrift für Klinische Psychologie. 2006; 62 :373–386. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Sheline YI. 3D-MRT-Studien über neuroanatomische Veränderungen bei unipolaren schweren Depressionen: die Rolle von Stress und medizinischer Komorbidität. Biologische Psychiatrie. 2000; 48 :791–800. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Sänger T, Seymour B, O’Doherty J, Kaube H, Dolan RJ, Frith CD. Die Empathie für Schmerzen beinhaltet die affektiven, aber nicht sensorischen Komponenten des Schmerzes. Wissenschaft. 2004; 303 :1157–1162. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Slagter HA, Lutz A, Greischar LL, Francis AD, Nieuwenhuis S, Davis JM, Davidson RJ. Psychisches Training wirkt sich auf die Verteilung begrenzter Gehirnressourcen aus. PLoS Biologie 2007; 5 :1228–1235. [[PMC freier Artikel](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Squire LR. Erinnerung und Hippocampus: eine Synthese aus Befunden mit Ratten, Affen und Menschen. Psychologische Kritik. 1992; 99 :195:231. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Tapper K, Shaw C, Ilesley J, Hill AJ, Bond FW, Moore L. Exploratory randomisiert kontrollierte Studie einer Achtsamkeits-basierten Gewichtsverlust-Intervention für Frauen. Appetit. 2009; 52 :396–404. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Teasdale JD, Segal ZV, Williams JM, Ridgeway VA, Soulsby JM, Lau MA. Prävention von Rückfall/Erleben bei schweren Depressionen durch Achtsamkeits-basierte kognitive Therapie. Zeitschrift für Beratung und Klinische Psychologie. 2000; 68 :615–623. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Tzourio-Mazoyer N, Landeau B, Papathanassiou D, Crivello F, Etard O, Delcroix N, Mazoyer B, Joliot M. Automatische anatomische Kennzeichnung von Aktivierungen in SPM mit einer makroskopischen anatomischen Parzellierung des MNI-MRT-Ein-Subjekt-Gehirns. Neubild. 2002; 15 :273–289. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Van Overwalle F. Soziale Kognition und Gehirn: eine Meta-Analyse. Menschliches Gehirn Mapping. 2009; 30 :829–858 [[PMC freier Artikel](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- van Praag H, Kempermann G, Gage FH. Der Betrieb erhöhet die Zellproliferation und Neurogenese in der erwachsenen Maus-Chirus. Natur Neurowissenschaft 1999; 2 :266–270. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Vermetten E, Vythilingam M, Southwick SM, Charney DS, Bremner JD. Die langfristige Behandlung mit Paroxetin erhöhet das verbale deklarative Gedächtnis und das Hippocampus-Volumen bei posttraumatischen Belastungsstörungen. Biologische Psychiatrie. 2003; 54 : 693–702 [[PMC freier Artikel](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Vestergaard-Poulsen P, van Beek M, Skewes J, Bjarkam CR, Stubberup M, Bertelsen J, Roepstorff A. Langfristige Meditation ist mit einer erhöheten Dichte der grauen Materie im Hirnstamm verbunden. Neuroreport. 2009; 20 :170–174. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Vincent JL, Snyder AZ, Fox MD, Shannon BJ, Andrews JR, Raichle ME, Buckner RL. Die kohärente spontane Aktivität identifiziert ein Hippocampus-Pararietal-Speichernetzwerk. Zeitschrift für Neurophysiologie. 2006; 96 :3517–3531. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]