

## Übersichtsarbeit

# Die neuronale Basis von Meditation und Achtsamkeit

Tobias Esch<sup>1,2,3</sup><sup>1</sup>Bereich Gesunde Hochschule, Integrative Gesundheitsförderung, Hochschule Coburg<sup>2</sup>Neuroscience Research Institute, State University of New York, College at Old Westbury, NY<sup>3</sup>Beth Israel Deaconess Medical Center, Department of Medicine, Harvard Medical School, Boston, MA

**Zusammenfassung:** *Fragestellung:* Beschreibung neurobiologischer Effekte und Wirkmechanismen der Achtsamkeit bzw. Achtsamkeitsmeditation (current state). *Methodik:* Umfassende, selektive Literaturrecherche in internationalen und nationalen Datenbanken. *Ergebnisse:* Neurobiologische Effekte von Meditation und Achtsamkeit lassen sich im Gehirn im Bereich funktioneller, aber auch struktureller Veränderungen von grauer und weißer Substanz nachweisen, insbesondere in Arealen, die mit Aufmerksamkeit und Gedächtnis, Interozeption und sensorischer Verarbeitung sowie mit der Selbst- und Autoregulation (inkl. der Kontrolle von Stress und Emotionen) zusammenhängen. Die neuronalen Wirkmechanismen der Achtsamkeit lassen sich systematisch daher in vier Bereiche einteilen: Aufmerksamkeitsregulation, Körpergewahrsein, Emotionsregulation und Selbstwahrnehmung. Auf neuroendokriner Ebene ist eine Beteiligung von Dopamin und Melatonin (Erhöhung), Serotonin (Modulation) sowie von Cortisol und Norepinephrin (Erniedrigung) nachgewiesen. *Schlussfolgerungen:* Die Befunde sind für die Medizin und das Gesundheitswesen interessant, auch vor dem Hintergrund von therapeutischen Verhaltens- und Lebensstilmodifikationen, im Stressmanagement und insbesondere in der Suchtbehandlung.

**Schlüsselwörter:** Meditation, Achtsamkeit, Stress, Motivation, Gehirn, Selbstregulation, Plastizität, Neurobiologie

## The Neuronal Foundations of Meditation and Mindfulness

**Abstract:** *Aim:* Describing neurobiological effects and mechanisms of mindfulness and meditation (current state). *Methods:* Comprehensive, selective literature search in international and national databases. *Results:* Neurobiological effects of meditation and mindfulness can be detected throughout the brain by functional changes, but also via analysis of structural alterations in gray and white matter. These changes have been demonstrated particularly in areas and networks that are linked to attention and memory, interception and sensory processing, as well as self- and auto-regulation (including control of stress and emotions). Neuronal mechanisms of mindfulness can thus be divided, systemically into four areas: attention regulation, body awareness, emotion regulation, and self-awareness. On the neuroendocrine level, involvement of dopamine and melatonin (increase), serotonin (modulation) and cortisol, norepinephrine (decrease) have been shown. *Conclusions:* Results are interesting for medicine and health care, particularly against the background of therapeutic behavior and life-style modifications, in stress management, and, especially, in the treatment of addiction.

**Keywords:** meditation, mindfulness, stress, motivation, brain, self-regulation, plasticity, neurobiology

## Einleitung

Im Zentrum achtsamkeitsbasierter Ansätze steht die konzentrierte Ausrichtung der Aufmerksamkeit auf die im gegenwärtigen Moment wahrnehmbaren Empfindungen. Dieses Beibehalten der Aufmerksamkeit, mit gerichteter Intentionalität, wurde in der Psychologie schon lange als Ausdruck des „freien Willens“ beschrieben (vgl. William James – Shook, 2011). Neben vornehmlich psychologischen Deutungen werden heute auch physiologische und neurowissenschaftliche Auswirkungen und Wirkmechanismen von Meditation und Achtsamkeit untersucht.

## Neurowissenschaft der Achtsamkeit

### Allgemeine Befunde

Studien konnten bei Meditierenden eine regionale Zunahme der Aktivität in zahlreichen spezifischen Hirnarealen, wie z.B. in Motivations- und Belohnungsarealen sowie Regionen zur Steuerung von Aufmerksamkeit, Interozeption und autonomen Funktionen (inkl. Emotionskontrolle), nachweisen (Critchley et al., 2001; Davidson, 1998; Esch, Guarna, Bianchi & Stefano, 2004; Hölzel et al., 2007; Hölzel, Carmody et al., 2011; Kang et al., 2012; Lazar et al., 2005; Newberg et al., 2001; Newberg & Iversen, 2003; Vesterg-

aard-Poulsen et al., 2009). Dabei scheint die globale Hirnaktivität abzunehmen (Lazar et al., 2000). Man könnte auch von einer „Effizienzsteigerung“ sprechen (Esch & Stefano, 2010). Creswell et al. (2007) stellten fest, dass Achtsamkeit eine verstärkte präfrontale Kortexaktivierung sowie eine Deaktivierung der Amygdala beim Benennen von Emotionen bewirkt. Aktuelle Studien bestätigen diesen Befund und korrelieren ihn mit strukturellen Anpassungseffekten im Bereich der Amygdala („Schrumpfen“) im Rahmen eines Achtsamkeitstrainings (Hölzel et al., 2010). Gleichzeitig besteht eine Korrelation zwischen den objektiven Hirnveränderungen und der subjektiven Stressperzeption: Stress wird weniger empfunden (Hölzel et al., 2010).

Zusammenfassend für den Bereich der *strukturellen* Auswirkungen von Meditation auf das Gehirn kann man feststellen, dass die Dicke verschiedener Kortexareale bei regelmäßig Meditierenden potenziell zunimmt – und zwar in solchen Arealen, die mit Aufmerksamkeit und Gedächtnis, Interzeption und sensorischer Verarbeitung sowie mit der Selbst- und Autoregulation zusammenhängen (u. a. Hölzel et al., 2008; Hölzel, Carmody et al., 2011; Kang et al., 2012; Lazar et al., 2005; Newberg et al., 2010; Wang et al., 2011). In Bezug auf *funktionelle* Veränderungen der Hirnaktivität konnten Lutz et al. (2004) zeigen, dass langjähriges Meditieren zu einem verstärkten Auftreten hochfrequenter Gamma-Wellen im EEG führt. Cahn et al. (2010) konnten diese Beobachtungen bestätigen. Dabei zeigt offenbar gerade die Gamma-Aktivierung die „Meditationsgüte“ an, d. h. die Erfahrung des Praktizierenden. Relevante EEG-Veränderungen können aber auch schon nach kurzer Übezeit beobachtet werden, wobei Veränderungen im Alpha-, Beta- und insbesondere im Theta-Spektrum auftreten (Aftanas & Golocheikine, 2002; Aftanas & Golocheikine, 2010; Bajjal & Srinivasan, 2010; Cahn, Delorme & Polich, 2013; Hinterberger, Kamei & Walach, 2011; Jacobs, Benson & Friedman, 1996; Kerr et al., 2011; Kjaer et al., 2002; Kubota et al., 2001; Lagopoulos et al., 2009; Yu et al., 2011). Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass zwischen Langzeit- und Kurzzeit-Meditierenden wesentliche hirnphysiologische/-elektrografische Unterschiede bestehen, d. h., dass sowohl die Erfahrung, individuelle Übedauer etc. wie auch persönliche Merkmale und Unterschiede in den angewandten Meditationsverfahren zu berücksichtigen sind (vgl. u. a. Brefczynski-Lewis, Lutz, Schaefer, Levinson & Davidson, 2007; Farb et al., 2007). Zur Abschätzung der Meditationsgüte können aus dem EEG das Theta-Spektrum (frontal, eher mittelliniennah) für die Tiefe oder Entspannung („innere Einkehr“, „Versenkung“) oder der Gamma-Bereich (parietal bzw. parieto-okzipital, temporal, d. h. eher lateral) für die Entgrenzung oder Transzendenz bzw. die „Mitgeföhlsqualität“ (inkl. Einheits- und Kohärenzerleben) herangezogen werden.

Je nach Ausgangslage können mit der Meditation unterschiedliche „Glückszustände“ einhergehen (vgl. Davidson et al., 2003; Esch & Stefano, 2004; Esch & Stefano, 2005; Esch, 2011; Jung et al., 2010; Yu et al., 2011). Auch können sich synchrone Gamma-Oszillationen mit hohen Amplituden über das „ganze“ Gehirn ausbreiten, was

subjektiv einem „Einheitserleben“ entsprechen kann und dann als *Global Binding* bezeichnet wird (Lutz et al., 2004; Ott, 2010). In solchen Momenten wird auch die räumliche Repräsentation des „Ichs“ und der propriozeptive Input aus dem Körper modifiziert. Obwohl jene Zustände an sich nur bei Langzeit-Meditierenden beobachtet werden, können Analogien evtl. auch bei medikamentösen Therapien („Nebenwirkungen“), Drogenkonsum oder als Psychopathologien (vgl. produktive Symptome – Esch, 2011) auftreten, deren Konsequenzen als unerwünschte Effekte oder Kontraindikationen – oder gewollte Aspekte – eines Meditationsprozesses kontrovers diskutiert werden (vgl. u. a. Lustyk, Chawla, Nolan & Marlatt, 2009).

## Systematik der Wirkmechanismen

Britta Hölzel und Ulrich Ott schlagen folgende Systematik für die Einteilung von neuronalen Wirkmechanismen der Achtsamkeit vor (vgl. Hölzel, Lazar et al., 2011).

### Aufmerksamkeitsregulation

Achtsamkeitstechniken können helfen, die Aufmerksamkeit besser zu kontrollieren. Durch das Training fällt es einerseits leichter, die Aufmerksamkeit auf ein Objekt zu fokussieren und zu halten sowie schneller zu bemerken, wenn Gedanken abdriften, auch effektiver mit Störungen umzugehen, sie auszublenden oder zu akzeptieren. Andererseits gelingt es besser, die Aufmerksamkeit zu verteilen bzw. den „Taschenlampenkegel des Bewusstseins“ (Esch, 2011) zu weiten, d. h. das Gegenwartsfenster auszudehnen und dadurch mehr „mit zu bekommen“. Das lässt sich experimentell bestätigen (z. B. van Leeuwen, Müller & Melloni, 2009), kann aber schon im Alltag bei der achtsamen Wahrnehmung von Atemempfindungen und einer geringeren Tendenz zur Ablenkung festgestellt werden. Im Gehirn sind hieran u. a. der präfrontale Kortex (PFC) und anteriore cinguläre Kortex (ACC) beteiligt. Gemäß dem Motto *Use it or loose it* führt das Aufmerksamkeitsstraining offenbar über die Zeit auch zu einer langsameren Alterung der Hirnsubstanz, wohinter letztlich die funktionell und strukturell ausdifferenzierten Netzwerke in den beschriebenen Hirnregionen stehen, was nicht nur eine Verdichtung/Größenzunahme der grauen, sondern auch der weißen Substanz anzeigt (vgl. u. a. Esch & Stefano, 2010; Kang et al., 2012; Ott, 2010). Spekulativ könnte so das Kultivieren eines in der Gegenwart verweilenden „Anfängergeistes“ (d. h. einer nicht-wertenden Offenheit/unvoreingenommenen und zugewandten Grundhaltung bzw. einer „naiven“ oder „unentschiedenen Präsenz“) zu einer verlangsamtten Alterung des Gehirns führen. Sicher ist jedoch, dass im Kontext der verbesserten Aufmerksamkeit das Gedächtnis generell „gestärkt“ wird, d. h. die Funktionen (Aktivität) im Arbeitsgedächtnis (PFC bzw. DLPFC) sowie im deklarativen Gedächtnis (Hippokampus), inkl. allgemeiner Lern- und Merkfähigkeit, werden verbessert

(vgl. u. a. Hölzel et al., 2010; Hölzel, Carmody et al., 2011; Mohan, Sharma & Bijlani, 2011; Zeidan, Johnson, Diamond, David & Goolkasian, 2010).

### Körpergewahrsein

Achtsamkeit erhöht die Aktivität im somatosensorischen und im insulären Kortex. Man kann so davon ausgehen, dass Meditation über die Zeit die Fähigkeit zur Intero- und Exterozeption verbessert (Esch, 2011), wobei insbesondere ein verfeinertes Körpergespür durch eine Ausdifferenzierung der „inneren Landkarten“ (Ott, 2010) entsteht. Hieran ist auch das Cingulum beteiligt: Relevantes und Fehler werden schneller herausgefiltert, man „fühlt sich gut“ (ist im engen Kontakt mit den eigenen Empfindungen), es entstehen eine erhöhte Intuitivität und ein „Bauchgefühl“, das tatsächlich mit einer verstärkten Repräsentation der Gefühle aus dem Körperinneren einhergeht. Auch das Bewegungs- und Fertigkeitengedächtnis bzw. die entsprechenden Areale im dorsalen Striatum werden gestärkt (vgl. Newberg et al., 2010). Die verbesserte Fähigkeit zur Einstimmung ist wohl nicht nur nützlich, um schneller zu erkennen, was im *eigenen* Körper gerade vor sich geht und ob z. B. Stress gerade moduliert werden muss (oder was die momentan gefragten Reaktionen und Handlungen sind – vgl. u. a. Esch & Stefano, 2010), sondern auch, um in einen engeren Kontakt mit dem Gegenüber zu geraten: Achtsamkeit und die dadurch aktivierten Areale für das „Körpergespür“ schließen auch solche Bereiche und Modalitäten ein, die für die Resonanz mit *anderen* gebraucht werden (vgl. u. a. Siegel, 2007). Neben den klassischen Spiegelneuronen-Arealen im PFC sind hier auch die assoziierten Regionen im Temporallappen sowie im Bereich der temporoparietalen Junktion zu nennen (Hölzel, Carmody et al., 2011; Kang et al., 2012). Empathie- und Mitgefühlsmöglichkeit, d. h. das emotionale Einfühlungsvermögen, aber auch die kognitive Fähigkeit, die Perspektive eines anderen einzunehmen (vgl. *Theory of Mind*), werden mutmaßlich gestärkt (Esch & Stefano, 2011).

### Emotionsregulation

Wir unterscheiden heute funktionell drei Ebenen des limbischen Systems bzw. der limbischen Autoregulation, d. h. der endogenen Emotions- und Motivationssteuerung (siehe auch Esch, 2011). Dabei sind die unteren und mittleren Ebenen, die sich mit der Erzeugung und unbewussten „Bewertung“ von Affekten und Emotionen beschäftigen (z. B. Amygdala), i. d. R. kaum zu kontrollieren. Die obere limbische Ebene, die manchmal auch als paralimbisch bezeichnet oder in Teilen dem Präfrontalkortex zugeordnet wird (neben dem ACC gehören auch der orbitofrontale Kortex und, je nach Autor, Teile der Insula dazu; Esch, 2011), ist in der Lage, einen emotionsregulierenden Einfluss auszuüben. Dieser Bereich der Selbstregulation, der

auch als „Brücke“ zwischen Kortex und limbischem System bzw. zwischen Ratio und Kognition einerseits und den Affekten bzw. Emotionen andererseits gedeutet wird, wird durch die Achtsamkeitspraxis gestärkt (Creswell et al., 2007; Esch & Stefano, 2010; Hölzel et al., 2010; Hölzel, Carmody et al., 2011; Wang et al., 2011). Mit anderen Worten: Eine Technik, die jene Regionen aktiviert, übt zugleich einen Integrationseinfluss aus, d. h. sie verbindet Psyche, Affekt, Ratio, Geist und Soma, die *Mind-Body Connection* wird erfah- und messbar. Durch Training kommt es zu einer systematischen Desensibilisierung gegenüber negativen Affekten und Emotionen und zu einer Zunahme von Mitgefühl, Offenheit und Gleichmut, bei der neben den inhibitorischen Einflüssen auf die Amygdala auch der Hippokampus gestärkt wird sowie der temporoparietale Übergang (vgl. *Embodiment, Perspective Taking*) und der posteriore cinguläre Kortex (PCC) aktiviert werden, was u. a. das Erkennen von vermeintlich Wichtigem fördert (vgl. u. a. Hölzel et al., 2011; Ott, 2010). Befunde zum PCC sind allerdings inkonsistent (Kang et al., 2012). Wir sehen, dass affektive Schaltkreise formbar sind, vergleichbar der Aufmerksamkeit (Newberg et al., 2010). Dadurch werden neue Verhaltensweisen vorstellbar, auch solche, die zur einer Abnahme des Stresserlebens führen. Auch Schmerz kann so womöglich besser reguliert werden (vgl. u. a. Gard et al., 2012; Schmidt et al., 2011).

### Selbstwahrnehmung

Studien konnten zeigen, dass die Achtsamkeit potenziell zu einer differenzierteren Selbstwahrnehmung führen kann, d. h. Vorstellungen vom Selbst (Ego, Selbstbild) und tatsächliches Selbsterleben können besser auseinander gehalten werden (siehe z. B. Farb et al., 2007). Etwas Ähnliches wurde schon im Kontext der Schmerzmodulation beobachtet: Der Praktizierende lernt, sich *nicht* mit Gedanken, Empfindungen und Gefühlen zu identifizieren („Ich bin nicht der Schmerz“, „Schmerz und Leid sind nicht eins“). Diese Haltung wird auch als *Decentering* oder *Disidentification* bezeichnet und kann evtl. durch den achtsameren und distanzierteren Umgang mit belastenden Gedanken, Emotionen, psychosozialen bzw. mentalem Stress oder „Ich-Überidentifikationen“ (negativen Ich-Überzeugungen) trainiert werden (Ernst, Esch, S. M. & Esch, T., 2009; Linden, 2000; Plews-Ogan, Owens, Goodman, Wolfe & Schorling, 2005; Schmidt et al., 2011; Teasdale, Segal & Williams, 1995; Teasdale et al., 2002; Walach et al., 2007; Williams, Teasdale, Segal & Soulsby, 2000). Das wäre dann, im wahrsten Wortsinn, eine „Selbstwirksamkeits-Erfahrung“ bzw. ein Erleben von authentischer internaler Kontrolle (vgl. z. B. Sonntag et al., 2010). Neurobiologisch scheint es sich dabei weniger um einen kognitiven Prozess bzw. eine primär kognitive Kontrolle zu handeln („Ich will keinen Schmerz mehr haben“, „Ich halte das schon aus“), sondern tatsächlich um eine veränderte Schmerzverarbeitung (Gard et al., 2012; „Ich empfinde weniger Schmerz“). Die Achtsamkeit scheint ein Mittel, um unter Einbezie-

hung der sensorischen und interozeptiven Areale das Selbst- und Schmerzerleben (bzw. die Schmerzerwartung: körperlich, aber auch in Bezug auf mentalen Schmerz) zu modulieren. Solche positiven Kontrollerfahrungen können die Übernahme von Eigenverantwortung für die Gesundheit stärken (Esch, 2002; Esch, 2003; Sonntag et al., 2010). Manche Autoren sprechen davon, dass das Konstrukt des „Ichs“ bzw. das Ego auf der einen und das Selbst auf der anderen Seite deutlicher als getrennt voneinander erlebt werden, wenn z.B. mit Hilfe des Achtsamkeitstrainings innere Bewertungen insgesamt abnehmen und stattdessen Autonomie („Selbst-Bewusstsein“), Authentizität und Integrität erlebt werden sowie *gleichzeitig* Gefühle von Kohärenz, Verbundenheit und Konsistenz entstehen (Esch, 2011; Ott, 2010). Dabei ist wichtig festzuhalten, dass das Selbst in der einschlägigen Literatur sowohl den Aspekt der Selbstzuschreibung beinhaltet (vgl. Selbstreferenz, Ich-Zuschreibungen, Image: Bewertungsstrukturen), also die egozentrische Perspektive, neuronal eher den Mittellinienstrukturen im Gehirn zugeschrieben, als auch das nichtwertende Fokussieren auf das gegenwärtige Erleben, wozu eher laterale Strukturen aktiviert werden (Farb et al., 2007; Lazar, 2011). Zuweilen wird im Kontext jener Lateralisierung bzw. der Aktivierung der lateralen Netzwerke auch von der „allozentrischen Perspektive“ gesprochen (vgl. Hanson, 2009).

Obwohl Achtsamkeit wohl tendenziell das „Selbst“ (im Gegensatz zum Ego) stärkt und das Bewerten abnimmt, scheint doch im Kontext dieser verschiedenen Aspekte v. a. der *flexible* und *differenzierte* Umgang sowie das Erkennen des jeweiligen Modus (und die Möglichkeit des „Hin- und Herspringens“) trainiert zu werden (Farb et al., 2007; Ott, 2010). Zu diesem autoregulativen Ansatz passt auch, dass das mittelliniennahe *Default Mode* oder *Resting State Network*, das mit „Muße“ und innerer Einkehr (auch mit Stressresilienz, Demenzprophylaxe etc.), aber auch mit selbstbezogener „Tagträumerei“ assoziiert wird, durch Meditation moduliert wird (Lazar, 2011; McAvoy et al., 2008; Ott, 2010; Pizoli et al., 2011; Schnabel, 2010). Einerseits wird behauptet, Achtsamkeit sei das, was entsteht oder „übrig“ bleibe, wenn wir nichts denken oder tun (d. h. der „natürliche Zustand unseres Geistes“, Walach, 2010 – vgl. *Resting State*), andererseits scheint Achtsamkeit gerade auch die Aktivität im *Default Mode Network* inhibieren zu können, d. h. das Tagträumen zu unterbinden (Ott, 2010). Fragen bleiben, aber wir können festhalten, dass Achtsamkeit die Fähigkeit zur Selbstwahrnehmung und zur Regulation der Hirnaktivität (Selbst-/Autoregulation) scheinbar verbessert und damit Freiheitsgrade der Verhaltenssteuerung erhöht. Das wäre für das Gesundheitswesen und insbesondere für medizinische Lebensstilmodifikationen und die Suchttherapie von großer Bedeutung. Hinzu kommt, dass Achtsamkeit positiv auf die hirneigenen Resonanzschaltkreise (Einstimmungs- und Einfühlungsvermögen, „Schwingungsfähigkeit“) wirkt.

Die oben vorgestellte Systematik kann auch im Sinne eines Praxis- oder Erfahrungskontinuums verstanden

werden. So ist die Aufmerksamkeitsregulation z.B. eine Voraussetzung für die weiteren Übungen und „Stufen“. Das Körpergewahrsein wiederum und die damit verbundene Akzeptanz, infolge derer der Körper nicht mehr als „Feind“ erlebt wird, kann Basis eines integralen Heilungsprozesses sein. Dazu gehört auch, gerade im Bereich eines vertiefenden psychotherapeutischen Ansatzes, die Emotionsregulation, wo es u. a. um Verhaltensalternativen und den Umgang mit Schmerz, Leid, Stress, Angst, Depression, Sucht, Craving etc. geht, d. h. um das Durchbrechen von negativen Teufelskreisen und die Selbstregulation.

Es ist wohl nicht überraschend, dass z. B. im Bereich der Suchtbehandlung unlängst gezeigt werden konnte, dass Meditation bzw. Achtsamkeitstraining sowohl den Substanzgebrauch potenziell mindert als auch bei der Rückfallprophylaxe hilfreich sein kann (vgl. z.B. Bowen et al., 2006; Bowen et al., 2009). Interessanterweise wird hier als Mechanismus wiederum die Abnahme dysregulierten Verhaltens diskutiert (d. h. die Zunahme von Kontrolle und Selbstregulation; Wupperman et al. 2012), andererseits aber auch eine Zunahme von Akzeptanz (im Gegensatz zur Abwehr oder Unterdrückung, auch von ungewollten Gedanken oder „Suchtgedanken“; Bowen, Witkiewitz, Dillworth & Marlatt, 2007; Bowen et al., 2009). Auch beobachtet man eine gleichzeitige Besserung bei Depressivität und Suchterkrankungen unter Achtsamkeitstherapie, weswegen, wie schon beschrieben, auf der Ebene der Mechanismen gemeinsame neurobiologische Prozesse und Signalwege (neben den verhaltensbezogenen Gemeinsamkeiten) angenommen werden (Brewer, Bowen, Smith, Marlatt & Potenza, 2010).

Schließlich kann es im Prozess, gewissermaßen auf „höchster Stufe“ bzw. im Fortschritt des Trainings bedeutsam werden, die eigenen Ich-Überzeugungen zu hinterfragen (nicht zwingend in Frage zu stellen, aber sie zu kennen), um Potenziale zu aktivieren, die ggf. durch ungünstige Zuschreibungen blockiert wurden. So kann es letztlich vielleicht gelingen, das Subjekt aus einem Modus des Aufruhrs und der Disharmonie, d. h. aus dem *Reactive Mode*, wieder in einen *Resting* oder *Responsive Mode* zu überführen (vgl. Hanson, 2009).

## Neuromolekularer Exkurs zur Meditation

Seit Jahren bemüht man sich, jenseits der makroskopischen bzw. morphologischen Veränderungen in Funktion und Struktur der „Hardware“ (d. h. des Gehirns) auch diejenigen Veränderungen und Mechanismen aufzudecken, die auf molekularer Ebene den geschilderten Beobachtungen im Kontext der Meditationspraxis entsprechen. Man ist jedoch aufgrund der Schwierigkeit, das menschliche Gehirn in Echtzeit während der Meditation zu untersuchen und dabei gleichzeitig valide, reliable (und gleichzeitig doch eingreifende) Messungen vorzunehmen, noch nicht



sehr weit gekommen. Darüber hinaus befinden sich viele Methoden noch im Stadium der Erprobung. So behilft man sich mit relativ schlüssigen Modellen, die Befunde aus unterschiedlichen Bereichen zu einem Gesamtbild zusammenfügen (z. B. Esch & Stefano, 2010).

In jedem Fall ist eine Beteiligung zentraler limbischer und mesolimbischer bzw. mesostriataler Mechanismen anzunehmen, d. h. die hirneigenen Motivations- und Belohnungssysteme – mit Dopamin als führendem Botenstoff – sind involviert (Übersichten u. a. Esch & Stefano, 2004; Esch, Guarna, Bianchi, Zhu & Stefano, 2004). So überrascht es nicht, dass man Dopamin im Kontext der Meditation direkt nachweisen konnte, sowohl im Gehirn als auch im Plasma (z. B. Jung et al., 2010; Kjaer et al., 2002). Es wird auch eine Beteiligung von Enzymen für die Produktion von Noradrenalin (NA) und Adrenalin (A) berichtet und somit ein direkter Bezug zur Stressphysiologie (und zur Modulation von Stress auf molekularer Ebene) hergestellt (z. B. Jung et al., 2012). Infante et al. (2001) fanden niedrigere Werte für Plasma-NA bei Meditierenden im Vergleich zu Kontrollpersonen. Die gleichen Enzymsysteme sind auch im Dopamin- und Morphin-Stoffwechsel involviert, wobei eine Echtzeit-Abbildung von endogen gebildeten Morphinen unter Meditation bisher noch nicht gelungen ist (siehe u. a. Mantione et al., 2008; Mantione, Zhu, Kream, Esch & Stefano, 2010; Mantione, Kream & Stefano, 2010). Auch in Bezug auf Serotonin herrscht noch etwas Unklarheit. Es sieht so aus, als wenn Meditation einen Einfluss auf den Serotonin-Metabolismus hat, mit der Tendenz zu erhöhten Werten (peripher wie zentral), aber Ergebnisse hier sind nicht konsistent (Bujatti & Riederer, 1976; Liou et al., 2010; Solberg et al., 2004; Walton, Pugh, Gelderloos & Macrae, 1995; Yu et al., 2011).

Relativ gut untersucht und einheitlich in der Darstellung sind Effekte von Meditation auf periphere Melatonin (Erhöhung – u. a. Liou et al., 2010; Solberg et al., 2004) und Cortisolspiegel (Erniedrigung – u. a. Brand, Holsboer-Trachsler, Naranjo & Schmidt, 2012; Esch, Duckstein, Welke & Braun, 2007; Walton et al., 1995). Gleichzeitig zeigt sich, dass eine sympathische Reaktivität (Empfindlichkeit) abgebaut wird (z. B. Hoffman et al., 1982), zugunsten des Parasympathikus (Bujatti & Riederer, 1976). Interessanterweise ist in diesem Kontext seit langem bekannt, dass chronischer Stress die Acetylcholin-Konzentrationen senkt, indem es u. a. die Aktivität der Acetylcholinesterase bzw. die Aktivierung der entsprechenden Gene verstärkt (Evron, Moyal-Segal, Lamm, Geffen & Soreq, 2005), woraus abermals der Stress-/Anti-Stress-Regulationsmechanismus auf molekularer Ebene ersichtlich wird. Sowohl Acetylcholin als auch Morphin erhöhen die Aktivität der konstitutiven Stickstoffmonoxid-Synthasen (Übersicht z. B. Stefano & Esch, 2005), was mutmaßlich ein Grund dafür sein dürfte, warum bei Meditierenden erhöhte Stickstoffmonoxid-Konzentrationen gefunden werden (z. B. Dusek et al., 2006; Mantione, Esch & Stefano, 2007).

## Schlussfolgerungen und Ausblick

Meditative Erfahrungen haben Entsprechungen im Gehirn in Arealen und Netzwerken, die mit Aufmerksamkeit und Gedächtnis, Interozeption und sensorischer Verarbeitung sowie mit Selbst- und Autoregulation zusammenhängen. Dazu gehören auch die Kontrolle von Emotionen und Stress sowie endogene Belohnungsmechanismen.

Auf der Ebene der molekularen Steuerung ist eine Beteiligung von Dopamin und Melatonin (Erhöhung) sowie von Cortisol und Noradrenalin (Erniedrigung) nachgewiesen. Spekulativ dagegen sind noch Erhöhungen von Serotonin, Stickstoffmonoxid, Acetylcholin und endogenen Morphinen, was nicht zuletzt mit der komplexen Messmethodik (vgl. Echtzeit-Messungen) zusammenhängt. Hier müssen noch weitere Forschungen erfolgen. In jedem Fall aber sind die Befunde schon jetzt für die Medizin interessant, gerade vor dem Hintergrund therapeutischer Verhaltens- und Lebensstilmodifikationen sowie in der Suchtbehandlung (inkl. Rückfallprävention). Auch zur Beurteilung von „Risiken und Nebenwirkungen“ der Meditation können sie herangezogen werden.

Achtsamkeit führt, im übertragenen Sinn, zu einer Zunahme von Freiheitsgraden, d. h. es werden Flexibilität, „Realismus“, Kontrollerleben, Selbstwirksamkeit und -management gestärkt. Neurobiologisch drückt sich das im Gehirn auch in einer Zunahme von Asymmetrien im Bereich der EEG- und fMRI-Befunde (etc.) aus, d. h. man sieht in der neurologischen Bildgebung asymmetrische Verschiebungen und Lateralisationen (tendenziell auch eine „Anteriorisierung“). V. a. aber sieht man die Aktivierung von relevanten Netzwerken: Dahinter stecken letztlich Potenziale – sowohl zu Wachstum, aber auch zu Akzeptanz, Verbundenheit und Glück bzw. zu tiefer innerer Zufriedenheit.

## Deklaration konkurrierender Interessen

Es bestehen keinerlei Interessenkonflikte im Zusammenhang mit der Erstellung dieser Publikation.

## Literatur

- Aftanas, L. I. & Golocheikine, S. A. (2002). Non-linear dynamic complexity of the human EEG during meditation. *Neuroscience Letters*, 330, 143–146.
- Aftanas, L. I. & Golocheikine, S. A. (2010). Human anterior and frontal midline theta and lower alpha reflect emotionally positive state and internalized attention: High-resolution EEG investigation of meditation. *Neuroscience Letters*, 310, 57–60.
- Baijal, S. & Srinivasan, N. (2010). Theta activity and meditative states: Spectral changes during concentrative meditation. *Cognitive Processing*, 11, 31–38.
- Bowen, S., Chawla, N., Collins, S., Witkiewitz, K., Hsu, S., Grow, J. et al. (2009). Mindfulness-based relapse prevention for sub-

- stance use disorders: A pilot efficacy trial. *Substance Abuse*, 30, 295–305.
- Bowen, S., Witkiewitz, K., Dillworth, T. M., Chawla, N., Simpson, T. L., Ostafin, B. et al. (2006). Mindfulness meditation and substance use in an incarcerated population. *Psychology of Addictive Behaviors*, 20, 343–347.
- Bowen, S., Witkiewitz, K., Dillworth, T. M. & Marlatt, G. A. (2007). The role of thought suppression in the relationship between mindfulness meditation and alcohol use. *Addictive Behaviors*, 32, 2324–2348.
- Brand S., Holsboer-Trachsler E., Naranjo J. R. & Schmidt S. (2012). Influence of mindfulness practice on cortisol and sleep in long-term and short-term meditators. *Neuropsychobiology*, 65, 109–118.
- Brefczynski-Lewis, J. A., Lutz, A., Schaefer, H. S., Levinson, D. B. & Davidson, R. J. (2007). Neural correlates of attentional expertise in long-term meditation practitioners. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 104, 11483–11488.
- Brewer, J. A., Bowen, S., Smith, J. T., Marlatt, G. A. & Potenza, M. N. (2010). Mindfulness-based treatments for co-occurring depression and substance use disorders: what can we learn from the brain? *Addiction*, 105, 1698–1706.
- Bujatti, M. & Riederer, P. (1976). Serotonin, noradrenaline, dopamine metabolites in transcendental meditation-technique. *Journal of Neural Transmission*, 39, 257–267.
- Cahn, B. R., Delorme, A. & Polich, J. (2010). Occipital gamma activation during Vipassana meditation. *Cognitive Processing*, 11, 39–56.
- Cahn, B. R., Delorme, A. & Polich, J. (2013). Event-related delta, theta, alpha, and gamma correlates to auditory oddball processing during Vipassana meditation. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 8(1), 100–111.
- Creswell, J. D., Way, B. M., Eisenberger, N. I. & Lieberman, M. D. (2007). Neural correlates of dispositional mindfulness during affect labeling. *Psychosomatic Medicine*, 69, 560–565.
- Critchley, H. D., Melmed, R. N., Featherstone, E., Mathias, C. J. & Dolan, R. J. (2001). Brain activity during biofeedback relaxation: a functional neuroimaging investigation. *Brain*, 124, 1003–1012.
- Davidson, R. J. (1998). Anterior electrophysiological asymmetries, emotion, and depression: Conceptual and methodological conundrums. *Psychophysiology*, 35, 607–614.
- Davidson, R. J., Kabat-Zinn, J., Schumacher, J., Rosenkranz, M., Muller, D., Santorelli, S. F. et al. (2003). Alterations in brain and immune function produced by mindfulness meditation. *Psychosomatic Medicine*, 65, 564–570.
- Dusek, J. A., Chang, B. H., Zaki, J., Lazar, S., Deykin, A., Stefano, G. B. et al. (2006). Association between oxygen consumption and nitric oxide production during the relaxation response. *Medical Science Monitor*, 12, CR1–10.
- Ernst, S., Esch, S. M. & Esch, T. (2009). Die Bedeutung achtsamkeitsbasierter Interventionen in der medizinischen und psychotherapeutischen Versorgung. *Forschende Komplementärmedizin*, 16, 296–303.
- Esch, T. (2002). Gesund im Stress: Der Wandel des Stresskonzeptes und seine Bedeutung für Prävention, Gesundheit und Lebensstil. *Gesundheitswesen*, 64, 73–81.
- Esch, T. (2003). Stress, Anpassung und Selbstorganisation: Gleichgewichtsprozesse sichern Gesundheit und Überleben. *Forschende Komplementärmedizin*, 10, 330–341.
- Esch, T. (2011). *Die Neurobiologie des Glücks. Wie die Positive Psychologie die Medizin verändert*. Stuttgart: Thieme.
- Esch, T., Duckstein, J., Welke, J. & Braun, V. (2007). Mind/body techniques for physiological and psychological stress reduction: Stress management via Tai Chi training – a pilot study. *Medical Science Monitor*, 13, CR488–497.
- Esch, T., Guarna, M., Bianchi, E. & Stefano, G. B. (2004). Meditation and Limbic Processes. *Biofeedback*, 32, 22–32.
- Esch, T., Guarna, M., Bianchi, E., Zhu, W. & Stefano, G. B. (2004). Commonalities in the central nervous system's involvement with complementary medical therapies: Limbic morphinergic processes. *Medical Science Monitor*, 10, MS6–MS17.
- Esch, T. & Stefano, G. B. (2004). The neurobiology of pleasure, reward processes, addiction and their health implications. *Neuroendocrinological Letters*, 25, 235–251.
- Esch, T. & Stefano, G. B. (2005). The neurobiology of love. *Neuroendocrinological Letters*, 26, 175–192.
- Esch, T. & Stefano, G. B. (2010). The neurobiology of stress management. *Neuroendocrinological Letters*, 31, 19–39.
- Esch, T. & Stefano, G. B. (2011). The neurobiological link between compassion and love. *Medical Science Monitor*, 17, RA65–75.
- Evron, T., Moyal-Segal, L. B., Lamm, N., Geffen, A. & Soreq, H. (2005). RNA-targeted suppression of stress-induced allostasis in primate spinal cord neurons. *Neurodegenerative Diseases*, 2, 16–27.
- Farb, N. A. S., Segal, Z. V., Mayberg, H., Bean, J., McKeon, D., Fatima, Z. et al. (2007). Attending to the present: Mindfulness meditation reveals distinct neural modes of self-reference. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 2, 313–322.
- Gard, T., Hölzel, B. K., Sack, A. T., Hempel, H., Lazar, S. W., Vaitl, D. et al. (2012). Pain attenuation through mindfulness is associated with decreased cognitive control and increased sensory processing in the brain. *Cerebral Cortex*, 22, 2692–2702.
- Hanson, R. (2009). *Buddha's Brain. The Practical Neuroscience of Happiness, Love and Wisdom*. Oakland: New Harbinger
- Hinterberger, T., Kamei, T. & Walach, H. (2011). Psychophysiological classification and staging of mental states during meditative practice. *Journal of Biomedical Engineering and Technology*, 56, 341–350.
- Hoffman, J. W., Benson, H., Arns, P. A., Stainbrook, G.L., Landsberg, G.L., Young, J.B. et al. (1982). Reduced sympathetic nervous system responsivity associated with the relaxation response. *Science*, 215, 190–192.
- Hölzel, B. K., Carmody, J., Evans, K. C., Hoge, E.A., Dusek, J.A., Morgan, L. et al. (2010). Stress reduction correlates with structural changes in the amygdala. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 5, 11–17.
- Hölzel, B. K., Carmody, J., Vangel, M., Congleton, C., Yerramsetti, S.M., Gard, T. et al. (2011). Mindfulness practice leads to increases in regional brain gray matter density. *Psychiatry Research*, 191, 36–43.
- Hölzel, B. K., Ott, U., Gard, T., Hempel, H., Weygand, M., Morgen, K. et al. (2008). Investigation of mindfulness meditation practitioners with voxel-based morphometry. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 3, 55–61.
- Hölzel, B. K., Ott, U., Hempel, H., Hackl, A., Wolf, K., Stark, R. et al. (2007). Differential engagement of anterior cingulate and adjacent medial frontal cortex in adept meditators and non-meditators. *Neuroscience Letters*, 421, 16–21.
- Hölzel, B.K., Lazar, S.W., Gard, T., Schuman-Olivier, Z., Vago, D.R. & Ott, U. (2011). How does mindfulness meditation

- work? Proposing mechanisms of action from a conceptual and neural perspective. *Perspectives on Psychological Science*, 6, 537–559.
- Infante, J. R., Torres-Avisbal, M., Pinel, P., Vallejo, J.A., Peran, F., Gonzalez, F. et al. (2001). Catecholamine levels in practitioners of the transcendental meditation technique. *Physiology & Behavior*, 72, 141–146.
- Jacobs, G. D., Benson, H. & Friedman, R. (1996). Topographic EEG mapping of the relaxation response. *Biofeedback & Self-Regulation*, 21, 121–129.
- Jung, Y. H., Kang, D. H., Byun, M. S., Shim, G., Kwon, S.J., Jang, G.E. et al. (2012). Influence of brain-derived neurotrophic factor and catechol O-methyl transferase polymorphisms on effects of meditation on plasma catecholamines and stress. *Stress*, 15, 97–104.
- Jung, Y. H., Kang, D. H., Jang, J. H., Park, H.Y., Byun, M.S., Kwon, S.J. et al. (2010). The effects of mind-body training on stress reduction, positive affect, and plasma catecholamines. *Neuroscience Letters*, 479, 138–142.
- Kang, D. H., Jo, H. J., Jung, W. H., Kim, S.H., Jung Y.-H., Choi, C.-H. et al. (2012). The effect of meditation on brain structure: cortical thickness mapping and diffusion tensor imaging. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 8(1):27–33
- Kerr, C. E., Jones, S. R., Wan, Q., Pritchett, D. L., Wasserman, R. H., Wexler, A. et al. (2011). Effects of mindfulness meditation training on anticipatory alpha modulation in primary somatosensory cortex. *Brain Research Bulletin*, 85, 96–103.
- Kjaer, T. W., Bertelsen, C., Piccini, P., Brooks, D., Alving, J. & Lou, H. C. (2002). Increased dopamine tone during meditation-induced change of consciousness. *Brain Research. Cognitive Brain Research*, 13, 255–259.
- Kubota, Y., Sato, W., Toichi, M., Murai, T., Okada, T., Hayashi, A. et al. (2001). Frontal midline theta rhythm is correlated with cardiac autonomic activities during the performance of an attention demanding meditation procedure. *Brain Research. Cognitive Brain Research*, 11, 281–287.
- Lagopoulos, J., Xu, J., Rasmussen, I., Vik, A., Malhi, G. S., Eliassen, C. F. et al. (2009). Increased theta and alpha EEG activity during nondirective meditation. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 15, 1187–1192.
- Lazar, S.W. (2011, Oktober). *The meditating brain*. Vorgetragen am 4. Europäischen Kongress für Integrative Medizin, Berlin.
- Lazar, S. W., Bush, G., Gollub, R. L., Friccione, G. L., Khalsa, G. & Benson, H. (2000). Functional brain mapping of the relaxation response and meditation. *Neuroreport*, 11, 1581–1585.
- Lazar, S. W., Kerr, C. E., Wasserman, R. H., Gray, J.R., Greve, D., Treadway, M.D. et al. (2005). Meditation experience is associated with increased cortical thickness. *Neuroreport*, 16, 1893–1897.
- van Leeuwen, S., Müller, N. G. & Melloni, L. (2009). Age effects on attentional blink performance in meditation. *Consciousness and Cognition*, 18, 593–599.
- Linden, W. (2000). Meditation. In D. Vaitl & F. Petermann (Hrsg.), *Grundlagen und Methoden* (Handbuch der Entspannungsverfahren, Bd. 1, S. 256–268). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Liou, C. H., Hsieh, C. W., Hsieh, C. H., Chen, D.-Y., Wang, C.-H., Chen, J.-H. et al. (2010). Detection of nighttime melatonin level in chinese original quiet sitting. *Journal of the Formosan Medical Association*, 109, 694–701.
- Lustyk, M. K., Chawla, N., Nolan, R. S. & Marlatt, G. A. (2009). Mindfulness meditation research: issues of participant screening, safety procedures, and researcher training. *Advances in Mind-Body Medicine*, 24, 20–30.
- Lutz, A., Greischar, L. L., Rawlings, N. B., Ricard, M. & Davidson, R.J. (2004). Long-term meditators self-induce high-amplitude gamma synchrony during mental practice. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 101, 16369–16373.
- Mantione, K. J., Cadet, P., Zhu, W., Kream, R. M., Sheehan, M., Fricchione, G. L. et al. (2008). Endogenous morphine signaling via nitric oxide regulates the expression of CYP2D6 and COMT: Autocrine/paracrine feedback inhibition. *Addiction Biology*, 13, 118–123.
- Mantione, K. J., Esch, T. & Stefano, G. B. (2007). Detection of nitric oxide in exhaled human breath: Exercise and resting determinations. *Medical Science Monitor*, 13, MT1–5.
- Mantione, K. J., Kream, R. M. & Stefano, G. B. (2010). Variations in critical morphine biosynthesis genes and their potential to influence human health. *Neuroendocrinological Letter*, 31, 11–18.
- Mantione, K. J., Zhu, W., Kream, R. M., Esch, T. & Stefano, G. B. (2010). Regulation of the transcription of the Catechol-O-Methyltransferase Gene by morphine and epinephrine. *Acta Nervosa Superior Rediviva*, 52, 51–56.
- McAvoy, M., Larson-Prior, L., Nolan, T. S., Vaishnavi, S. N., Raichle, M. E. & d'Avossa, G. (2008). Resting states affect spontaneous BOLD oscillations in sensory and paralimbic cortex. *Journal of Neurophysiology*, 100, 922–931.
- Mohan, A., Sharma, R. & Bijlani, R. L. (2011). Effect of meditation on stress-induced changes in cognitive functions. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 17, 207–212.
- Newberg, A., Alavi, A., Baime, M., Pourdenhad, V., Santanna, J. & D'Aquilli, E. (2001). The measurement of regional cerebral blood flow during the complex cognitive task of meditation: a preliminary SPECT study. *Psychiatry Research*, 106, 113–122.
- Newberg, A. B. & Iversen, J. (2003). The neural basis of the complex mental task of meditation: neurotransmitter and neurochemical considerations. *Medical Hypotheses*, 61, 282–291.
- Newberg, A. B., Wintering, N., Waldman, M. R., Amen, D., Khalsa, D. S. & Alavi, A. (2010). Cerebral blood flow differences between long-term meditators and non-meditators. *Consciousness and Cognition*, 19, 899–905.
- Ott, U. (2010). *Meditation für Skeptiker*. München: O. W. Barth.
- Pizoli, C. E., Shah, M. N., Snyder, A. Z., Shimony, J. S., Limbrick, D. D., Raichle, M. E. et al. (2011). Resting-state activity in development and maintenance of normal brain function. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 108, 11638–11643.
- Plews-Ogan, M., Owens, J. E., Goodman, M., Wolfe, P. & Schorling, J. (2005). Brief report: A pilot study evaluating mindfulness-based stress reduction and massage for the management of chronic pain. *Journal of General Internal Medicine*, 20, 1136–1138.
- Schmidt, S., Grossman, P., Schwarzer, B., Jena, S., Naumann, J. & Walach, H. (2011). Treating fibromyalgia with mindfulness-based stress reduction: Results from a 3-armed randomized controlled trial. *Pain*, 152, 361–369.
- Schnabel, U. (2010). *Muße – Vom Glück des Nichtstuns*. München: Blessing
- Shook, J. R. (2011). *The essential William James*. Amherst: Prometheus.
- Siegel, D. J. (2007). *The mindful brain*. New York: Norton.



- Solberg, E. E., Holen, A., Ekeberg, B., Østerud, R., Halvorsen & Sandvik, L. (2004). The effects of long meditation on plasma melatonin and blood serotonin. *Medical Science Monitor*, 10, CR96–101.
- Sonntag, U., Esch, T., von Hagen, L., Renneberg, B., Braun, V. & Heintze, C. (2010). Locus of control, self-efficacy and attribution tendencies in obese patients – implications for primary care consultations. *Medical Science Monitor*, 16, CR330–CR335.
- Stefano, G. B. & Esch, T. (2005). Integrative medical therapy: Examination of meditation's therapeutic and global medicinal outcomes via nitric oxide. *International Journal of Molecular Medicine*, 16, 621–630.
- Teasdale, J. D., Moore, R. G., Hayhurst, H., Pope, M., Williams, S. & Segal, Z. V. (2002). Metacognitive awareness and prevention of relapse in depression: Empirical evidence. *Journal of Consulting Clinical Psychology*, 70, 275–287.
- Teasdale, J. D., Segal, Z. V. & Williams, J. M. (1995). How does cognitive therapy prevent depressive relapse and why should attentional control (mindfulness training) help? *Behaviour Research and Therapy*, 33, 25–39.
- Vestergaard-Poulsen, P., van Beek, M., Skewes, J., Bjarkam, C. R., Stubberup, M., Bertelsen, J. et al. (2009). Long-term meditation is associated with increased gray matter density in the brain stem. *Neuroreport*, 20, 170–174.
- Walach, H. (2010). *Wie Achtsamkeit und Meditation unsere Arbeitskultur verändern können*. Berlin: Meditation und Wissenschaft.
- Walach, H., Nord, E., Zier, C., Dietz-Waschkowski, S.-D., Kersig, S. & Schupback, A. (2007). Mindfulness-based stress reduction as a method for personnel development: A pilot evaluation. *International Journal of Stress Management*, 14, 188–198.
- Walton, K. G., Pugh, N. D., Gelderloos, P. & Macrae, P. (1995). Stress reduction and preventing hypertension: preliminary support for a psychoneuroendocrine mechanism. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 1, 263–283.
- Wang, D. J., Korczykowski, M., Wintering, N., Pluta, J., Khalsa, D. S. & Newberg, A. (2011). Cerebral blood flow changes associated with different meditation practices and perceived depth of meditation. *Psychiatry Research*, 191, 60–67.
- Williams, J. M., Teasdale, J. D., Segal, Z. V. & Soulsby, J. (2000). Mindfulness-based cognitive therapy reduces overgeneral autobiographical memory in formerly depressed patients. *Journal of Abnormal Psychology*, 109, 150–155.
- Wupperman, P., Marlatt, G. A., Cunningham, A., Bowen, S., Berking, M., Mulvihill-Rivera, N. et al. (2012). Mindfulness and modification therapy for behavioral dysregulation: Results from a pilot study targeting alcohol use and aggression in women. *Journal of Clinical Psychology*, 68, 50–66.
- Yu, X., Fumoto, M., Nakatani, Y., Sekiyama, T., Kikuchi, H., Sato-Suzuki, I. et al. (2011). Activation of the anterior prefrontal cortex and serotonergic system is associated with improvements in mood and EEG changes induced by Zen meditation practices in novices. *International Journal of Psychophysiology*, 80, 103–111.
- Zeidan, F., Johnson, S. K., Diamond, B. J., David, Z. & Goolkasian, P. (2010). Mindfulness meditation improves cognition: Evidence of brief mental training. *Consciousness and Cognition*, 19, 597–605.

### Prof. Dr. med. Tobias Esch

Facharzt für Allgemeinmedizin, Gesundheitsforscher und Neurowissenschaftler.

Studium der Humanmedizin an der Universität Göttingen. Ärztliche Weiterbildungen u.a. in Allgemeinmedizin, Innerer Medizin, Neurologie und Chirurgie an den Universitäten Harvard (Harvard Medical School), Witten-Herdecke, Duisburg-Essen, Berlin (Charité – Universitätsmedizin Berlin). Professor für Intergrative Medizin / Integrative Gesundheitsförderung an der Hochschule Coburg (Freistaat Bayern). Aktuell: Visiting Professor of Medicine an der Harvard Medical School (Division of General Medicine and Primary Care, Beth Israel Deaconess Medical Center, Boston), Research Associate an der State University of New York (Neuroscience Research Institute, Old Westbury) und Harkness Fellow in Health Care Policy and Practice (The Commonwealth Fund, New York und Robert Bosch-Stiftung).

Prof. Dr. med. Tobias Esch, MD

Division of General Medicine and Primary Care  
Beth Israel Deaconess Medical Center  
Harvard Medical School  
CO-1309, 2nd Floor  
330 Brookline Ave  
Boston, MA 02215  
USA  
Tel.: +1 617-754-1468  
Fax: +1 617-754-1440  
tesch@bidmc.harvard.edu

Eingereicht: 28.08.2012

Angenommen nach Revision: 03.12.2013