

Institut für Ethik und Geschichte der Medizin

**Do – it – yourself – Hirnstimulation:
eine medizinethische Analyse von
transkranieller Gleichstromstimula-
tion in der Selbstanwendung**

**Inaugural – Dissertation zur Erlangung des
Doktorgrades der Zahnmedizin**

der Medizinischen Fakultät der
Eberhard – Karls – Universität zu Tübingen

vorgelegt von
Schnurrer, Camilla Rebecca

2025

Dekan: Professor Dr. Bernd Pichler

1.Berichterstatter: Professor Dr. J. Clausen

2.Berichterstatter: Professor Dr. M. Synofzik

Tag der Disputation: 27.01.2025

Inhalt

1. Einleitung	6
1.1 Aktualität von Enhancement in der gegenwärtigen Leistungsgesellschaft	7
1.2 Fragestellung	16
1.3 Aufbau der Arbeit	19
2. Material und Methoden	21
3. Was ist Neuroenhancement?.....	25
3.1 Unterscheidung Therapie und Enhancement.....	26
3.2 Unterscheidung Krankheit und Gesundheit.....	33
3.3 Neuroenhancement.....	43
4. Methode der transkraniellen Gleichstromstimulation	45
4.1 Einsatz von Neurostimulation in der Medizingeschichte.....	45
4.2 Technischer Aufbau, Wirkungsweise und Nebenwirkungen	48
4.3 Medizinische Forschungsgebiete	55
4.4 Erfahrung mit tDCS, medizinische Aspekte und Studien	56

5.	Do – it – Yourself Enhancement mit tDCS	70
5.1	Technische Vorrichtung, Bauanleitung, Internetpräsenz und Diskussionsforen.....	70
5.2	Erfahrungsberichte und Anwendungsgebiete im Hausgebrauch.....	76
6.	Ethische und gesellschaftliche Aspekte .	91
6.1	Sicherheitsbedenken, Neben- und Wechselwirkungen und Suchtpotential	94
6.1.1	Allgemeine Sicherheitsbedenken	94
6.1.2	Neben- und Wechselwirkungen	100
6.1.3	Abhängigkeit und Suchtpotential von tDCS	109
6.2	Sozialer Druck und Zwang	113
6.3	Enhancement von Kindern und damit verbundene Problematiken	122
6.4	Authentizität, Autonomie und Selbstbestimmung.....	138
6.5	Fairness der Anwendung, Verteilungsgerechtigkeit.....	158

6.6	Regulatorische Problematiken, Konzepte und Forderungen	168
6.7	Macht DIY – tDCS glücklich?	181
7.	Ethische Beurteilung von DIY-tDCS anhand von verschiedenen Nutzen – Risiko – Profilen	199
7.1	Ethische Beurteilung von DIY – tDCS nach aktuellem Stand der Wissenschaft .	200
7.2	Ethische Beurteilung von DIY – tDCS unter der Annahme potentieller Forschungsergebnisse	205
7.2.1	Niedriger Nutzen	207
7.2.2	Mittlerer Nutzen	211
7.2.3	Hoher Nutzen.....	228
8.	Fazit	255
9.	Zusammenfassung	281
10.	Literaturverzeichnis.....	285
11.	Erklärung zum Eigenanteil	311
12.	Danksagung.....	313

1. Einleitung

1.1 Aktualität von Enhancement in der gegenwärtigen Leistungsgesellschaft

Schon vor seiner Geburt beginnt der Mensch eine lange Reihe von Entwicklungen, genauer gesagt Weiterentwicklungen seiner Wesenszüge – im Laufe der Embryonalentwicklung der physischen, später im Leben auch der psychischen. Eine Weiterentwicklung von Merkmalen und Eigenschaften könnte demnach auch als fester Bestandteil, ja gar Grundstein des menschlichen Lebens angesehen werden und beinhaltet natürlich auch das Erlernen und Verbessern von Fähigkeiten, sei es nun das Laufen, Sprechen oder höhere Mathematik und viele andere kognitive oder körperliche Fähigkeiten. Um eben solche Fähigkeiten auszubauen oder zu steigern, war sich immer schon

verschiedenster Methoden bedient worden, abgesehen vom einfachen Erlernen dieser. Die moderne Wissenschaft und sowohl pharmazeutische, beziehungsweise medizinische als auch technische Errungenschaften ermöglichen es heutzutage, diesen Prozess zu unterstützen, zu vereinfachen oder gar zu beschleunigen. Mittel und Techniken, die möglicherweise ursprünglich zur Therapie pathologischer Zustände entwickelt wurden, finden vermehrt Einsatz zur Steigerung von körperlichen (zum Beispiel Amphetamine) oder geistigen (beispielsweise Ritalin oder Beta – Blocker) Fähigkeiten (Galert et al. 2009).

Die Methode der transkraniellen Gleichstromstimulation (im Folgenden tDCS – transcranial direct current stimulation genannt) wird derzeit als Therapiemethode neurologischer Erkrankungen erforscht und hat bereits seinen Weg in den Bereich der kognitiven

Leistungssteigerung gefunden. Die vielversprechenden wissenschaftlichen Ergebnisse der sowohl kognitiven Beeinflussung als auch der therapeutischen Erfolge durch Verwendung von tDCS, veranlassten viele Privatpersonen dazu, sich selbst sowohl mit dem Ziel der geistigen Leistungssteigerung als auch der Behandlung von neuropathologischen Zuständen mit Gleichstrom zu stimulieren. Dabei bildete sich in den letzten Jahren eine immer größer werdende Do – it – yourself (im Folgenden DIY genannt) Bewegung, viele Anwender stellen die Geräte zur Stimulation selbst zusammen, gebrauchsfertige Vorrichtungen sind mittlerweile jedoch auch käuflich erwerbbar. Über das Internet findet ein reger Erfahrungsaustausch der Anwender statt, sowie Information über Aufbau und angestrebter Wirkung der Vorrichtung zum Eigenbau.

Dieses DIY - Enhancement trifft den Trend der Zeit, in der die breite Gesellschaft vermehrt bestrebt ist sich sowohl körperlich als auch geistig weiterzuentwickeln, zu verbessern und über physische und psychische Grenzen hinaus zu wachsen – in teilweise sehr uniform wirkenden Bewegungen. Es reicht nicht mehr aus, technische Erfolge zu erzielen, die vor etwa dreißig Jahren noch völlig undenkbar gewesen wären – die Rechenleistung eines Computers, der vormals einen ganzen Raum ausgefüllt hatte, in ein tragbares Telefon zu verpacken beispielsweise, oder architektonische Meisterleistungen wie der Burj Khalifa – mit seinen 828m Höhe das derzeit höchste Gebäude der Welt. Vielmehr bestrebt der Mensch nun nach Weiterentwicklung seines Selbst, Sprengen seiner eigenen Grenzen, selbst der berufliche und damit verbundene finanzielle Erfolg wird weiter gesteigert. Immer mehr Schulkinder besuchen

nach der Grundschule ein Gymnasium, viel mehr Abiturienten beginnen ein Studium, immer neue Studienfächer werden geschaffen, was einmal ein Ausbildungsberuf war, kann nun studiert werden und der Absolvent erhält nicht mehr nur ein Zeugnis einer Berufsschule, es wird mindestens ein akademischer Grad als Bachelor oder besser noch Master angestrebt. Auch im privaten Bereich wird dieses Streben nach herausragenden Leistungen deutlich, so ist man mittlerweile viel mehr auf sein körperliches Wohl bedacht und übt sich in sportlicher Tätigkeit. Was vormals der Gesundheit diente, kann jetzt auch als ein Weg zum Mithalten in der Leistungsgesellschaft angesehen werden, in der ein gesundes – in diesem Beispiel sportliches Aussehen von Erfolg und Glück spricht. Fitnessstudios gibt es wie Sand am Meer, Fitness Apps, Coaches und andere Programme überfluten den Markt. Ebenso der Trend der

veganen Ernährung, der jetzt in die Haushalte der Welt Einzug hält und immer mehr Anhänger in seinen Bann zieht. Noch nie war körperliche Fitness, Ernährung, Bildung und beruflicher Erfolg (und damit verbunden finanzieller Erfolg und gesellschaftliches Ansehen) so ein Trend wie in der heutigen Gesellschaft.

Ein Werkzeug wie tDCS, das sowohl zur Behandlung neurologischer Defizite eingesetzt wird als auch kognitive Leistungen steigern kann, trifft so absolut den Trend der Zeit und könnte – ebenso wie jetzt Fitnessstudios, zum neuen Must – Have des 21. Jahrhunderts werden.

In ihrer ursprünglichen Form sind viele Maßnahmen, die nun zum Zweck des Enhancements genutzt werden, entwickelt worden, um Menschen mit kognitiven Schwächen zu fördern, oder neurologisch – pathologische Zustände wie beispielsweise

Depression, Schizophrenie oder neuropathische Schmerzen zu therapieren (Hamilton et al. 2011). Es konnte bereits gezeigt werden, dass nicht-invasive Hirnstimulation von Gesunden zu einer Verbesserung von motorischen und sensomotorischen Fähigkeiten, einem verbesserten Sehvermögen, gesteigerten mathematischen Fähigkeiten, verbesserter Entscheidungsfindung und Problemlösung beitragen kann (Cohen Kadosh et al. 2012). Forscher, die eine Vielzahl an Studien durchgeführt haben, zeigen eine vorsichtige Einschätzung der Effektivität von tDCS als Mittel zum Enhancement. Die Wirksamkeit von Stimulation mit tDCS können sie weder als ineffektiv noch als absolut effektiv beurteilen. Derzeit sind der Beurteilung über die Effektivität der Technologie durch mangelnde Erkenntnisse über Langzeitauswirkungen und

wenige Erfahrungen vom Einsatz der Technologie im Alltag Grenzen gesetzt (Riggall et al. 2015). In Laborversuchen können zwar bereits gesteigerte Leistungen des Arbeitsgedächtnisses verzeichnet werden, diese werden aber unter klinischen – beziehungsweise unter Laborbedingungen erzielt, was nicht auf eine Anwendung im Alltag übertragen werden kann und sollte (Voarino et al. 2016). Aufgrund dieser vielversprechenden Ergebnisse, seiner einfachen Anwendung und günstiger Vorrichtung, erfreut sich tDCS indes großer Beliebtheit sowohl zur Therapie als auch zum Enhancement durch private Anwender. Dieser Hausgebrauch findet häufig mit selbst gebauten Vorrichtungen, oder mittlerweile auch käuflich erwerbbaaren, bereits vorgefertigten Geräten statt. Bei der Internetrecherche stößt man auf vielfältige Erfahrungsberichte von privaten Anwendern in Form von Videoblogs,

Tutorials mit Bauanleitungen, privaten Blogs und Diskussionsforen zum Austausch von Informationen und Erfahrungen. Private Nutzung von tDCS erfolgt jedoch nicht nur zum Zweck der Leistungssteigerung, viele Anwender berichten zum Beispiel auch von ihrer eigenständig durchgeführten Therapie von chronisch – pathologischen Zuständen – wie zum Beispiel bipolarer Störung, Depression oder chronischen Schmerzen, wenn mit der herkömmlichen Standardtherapie keine Erfolge erzielt werden konnten. Diese neue Technologie stellt sowohl Medizin und Ethik und damit natürlich auch die allgemeine Gesellschaft vor neue Herausforderungen.

Ziel dieser Arbeit soll es sein, den derzeitigen Stand der medizinischen Forschung darzustellen und offene Fragen und klärungsbedürftige Thematiken im Hinblick auf medizinische, gesellschaftliche und ethische Problematiken zu

erörtern. Es soll der aktuelle medizinische Wissensstand anhand bereits erfolgter Studien dargestellt und weiterer Forschungsbedarf aufgezeigt werden, bereits in der Diskussion befindliche ethische, rechtliche und gesellschaftliche Bedenken angesprochen und diskutiert werden und in der Schlussfolgerung ein Ausblick auf mögliche, noch entstehende Problematiken, offene Fragen und eine Bewertung der Technologie erfolgen. Ebenso soll die Technologie in das Bild der Leistungsgesellschaft eingeordnet und analysiert werden, ob sie dem Gesellschaftstrend zuträglich ist, welche Problematiken sich aus einem Hausgebrauch von tDCS ergeben und ob diese Form der Leistungssteigerung tatsächlich notwendig ist, um ein glückliches Leben zu erreichen.

1.2 Fragestellung

Die übergeordnete Fragestellung dieser Arbeit ist:

Wie ist DIY – tDCS aus medizinethischer Sicht zu bewerten? Um diese Frage beantworten zu können, müssen zuerst noch einige Fragen geklärt werden. Dazu wird die Arbeit in zwei Teile gegliedert. Der erste Teil beschäftigt sich mit dem Neuroenhancement und erörtert folgende Fragen:

1.1 Wie wird Neuroenhancement definiert?

1.2 Wie funktioniert transkranielle Gleichstromstimulation? Welche medizinische Anwendung findet tDCS?

1.3 Wie funktioniert Neuroenhancement im Hausgebrauch und welche Erfahrungsberichte gibt es?

Der zweite Teil der Arbeit befasst sich mit den medizinethischen Problematiken des DIY – tDCS und folgenden Fragen:

2.1 Welche ethischen und gesellschaftlichen Aspekte zum Hausgebrauch von tDCS gibt es?

2.2 Welche ethische Beurteilung kann nach aktuellem Stand der Wissenschaft gezogen werden und welche Problematiken ergeben sich unter Annahme von verschiedenen Zukunftsszenarien?

Im Zuge dieser Arbeit soll die Frage geklärt werden, ob die Nutzung von DIY – Neuroenhancement – in diesem Fall mithilfe von transkranieller Gleichstromstimulation – ethische Problematiken aufwirft. Welche Möglichkeiten bieten sich mit Enhancement derzeit, oder in Zukunft und welche ethischen und sozialen Problematiken können daraus entstehen? Ist eine derartige Manipulation von geistigen Fähigkeiten

sinnvoll, nötig und dem glücklichen Leben zuträglich?

1.3 Aufbau der Arbeit

Entsprechend der Fragestellung ist diese Arbeit in zwei Teile gegliedert. Im ersten Teil der Arbeit soll ein grober Überblick über bereits stattgefundenen wissenschaftlichen Auseinandersetzungen mit der Technik geschaffen werden und der bereits stattfindende Einsatz von tDCS im medizinischen und privaten Bereich aufgezeigt werden, um den derzeitigen Wissensstand und damit verbundene offene Fragen und Problematiken aufzuzeigen.

Nach dieser theoretischen Auseinandersetzung mit der Technologie und deren Anwendung, erfolgt im zweiten Teil eine Beleuchtung der ethischen und gesellschaftlichen

Problematiken und deren anschließende kritische Erörterung.

2. Material und Methoden

Um eine Einordnung der Auswirkungen von Neuroenhancement mit tDCS in die Gesellschaft und einen Ausblick auf gesellschaftliche, wissenschaftliche und ethische Problematiken geben zu können, werden im Rahmen dieser Arbeit sowohl medizinische und wissenschaftliche Studien zur tDCS ausgewertet um einen Einblick in Technik, Methode und Wirkungsweise zu geben, sowie aufzuzeigen welche Ergebnisse damit bereits erzielt werden und vielmehr noch erwartet werden können. Des Weiteren werden Berichte zum DIY Enhancement aufgezeigt und Erfahrungen der Anwender dargestellt, sowie ethische Fragestellungen und Diskussionen zum Neuroenhancement und im speziellen zum häuslich angewandten technischen Neuroenhancement gesucht und deren Fazit aufgezeigt und in die Diskussion mit

einbezogen. Diese Suche fand unter Zuhilfenahme von PubMed, Science und aktueller Literatur statt, wobei sowohl auf wissenschaftliche Zeitungs- und Internetartikel, Dissertationschriften, Präsentationen und – im Falle der häuslich angewandten tDCS – Blogbeiträge und Youtube Videos zurückgegriffen wurde.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im Folgenden auf die Unterscheidung zwischen verschiedenen Geschlechtern verzichtet und ausschließlich die männliche Form verwendet. Andere Geschlechter sind hierbei selbstverständlich immer mit einbezogen.

TEIL 1

**Neuroenhancement: Definition,
Technologie der tDCS, Wissen-
schaftliche Studien und Berichte
aus der privaten Anwendung**

3. Was ist Neuroenhancement?

Schon immer strebte der Mensch nach Verbesserung seiner Fähigkeiten, dies nicht nur durch Lernen und Üben, sondern auch durch Zuhilfenahme bzw. Unterstützung von Mitteln aus der Natur und Technik.

Schon vor 5000 Jahren soll demnach in China schon einen Tee konsumiert worden sein, der den Wirkstoff Ephedrin enthielt, was eine stimulierende und dabei appetitzügelnde Wirkung hatte (van den Daele et al. 2009). Um das in dieser Arbeit zugrunde gelegte Verständnis von Neuroenhancement zu klären, sollen zunächst die Unterscheidungen von Therapie und Enhancement (siehe 3.1) und Krankheit und Gesundheit (siehe 3.2) bearbeitet werden.

3.1 Unterscheidung Therapie und Enhancement

Um mögliche medizinethische Aspekte beurteilen zu können, und sich mit möglichen Problematiken auseinandersetzen zu können ist zuallererst notwendig – wie bereits angesprochen – eine klare Grenze und Definition von Enhancement und Therapie zu ziehen, was sich durchaus als eine schwierige Herausforderung erweist (Stefan 2015; Hövel 2011). Alle verschiedenen Techniken des technischen Neuroenhancements – ja sogar des pharmakologischen – sind zum ursprünglichen Zweck der Therapie von neurologischen Krankheiten oder kognitiven Defiziten entwickelt worden. Die Erörterung einer klaren Definition von Enhancement und einer dadurch klaren Abgrenzung zur Therapie scheint die Grundlage zu sein, um überhaupt eine Diskussion über etwaige medizinischen oder ethisch/moralischen Problematiken führen zu können.

Enhancement, bedeutet in der wörtlichen Übersetzung „Verbesserung, Steigerung, Vergrößerung“ (dict.cc Wörterbuch :: enhancement :: Deutsch-Englisch-Übersetzung), es kann also jegliche Form der Verbesserung des menschlichen Lebens unter Enhancement zusammen gefasst werden, Neuroenhancement kann folglich als eine Verbesserung oder Steigerung von neurologischen, also kognitiven, neuronalen Fähigkeiten von gesunden Personen verstanden werden (Wikipedia 2016). Enhancement – also die Verbesserung eines aktuellen Zustandes, würde nach dieser Definition auch jegliche Form der Therapie mit einbeziehen. Dies ist allerdings ein sehr weites Verständnis von Enhancement. In dieser Arbeit soll Enhancement aber außerhalb des therapeutischen Bereichs angesiedelt sein. Um eine Abgrenzung von Therapie zum Enhancement zu formulieren, bedarf es also einer etwas genaueren Definition

der Rahmenbedingungen, um Maßnahmen entweder der Therapie oder dem Enhancement zuordnen zu können.

In dem Band „Neuroenhancement – Ethik vor neuen Herausforderungen“ von Bettina Schöne – Seifert et.al. versuchen sich Nagel und Stephan an einer Definition von Therapie und Enhancement, um eine klarere Grenze zu ziehen. Als Maßnahmen zur Therapie werden von ihnen all diejenigen verstanden, die zur Behandlung von Krankheit und zur Wiederherstellung eines als gesund empfundenen Zustands zum Einsatz kommen, also auch die Wiederherstellung von Fähigkeiten. Sie sehen eine Überschneidung von Enhancement und Therapie, die eine Bereitstellung von Fähigkeiten umfasst, wie zum Beispiel der Einsatz von Hörgeräten oder Cochlea Implantaten zur Verbesserung oder Wiederherstellung des Hörvermögens, oder Psychopharmaka, die eine Teilhabe

am alltäglichen Leben möglich machen.¹ Beim Enhancement unterscheiden sie zwischen dem kompensatorischen und dem progredienten Enhancement. Das kompensatorische Enhancement ermöglicht es, Fähigkeiten oder Eigenschaften zu erhalten, die im Laufe des Lebens rückläufig sind, wie es zum Beispiel mit Anti-Aging Produkten geschieht, die Zeichen der Hautalterung reduzieren sollen oder Hörgeräte, die die verminderte Hörfähigkeit im Altern ausgleichen sollen. Hierbei werden also keine neuen Eigenschaften geschaffen, es werden lediglich bereits bestehende erhalten. Anders verhält es sich beim progredientem

¹ Ob Gehörlosigkeit hier eine Krankheit darstellt, oder nicht hängt ab von der Bewertung des Einzelnen. So sieht nicht jeder Gehörlose für sich eine Einschränkung seines Alltags. Anders ist es etwa bei der Anorexie. Hier kann nicht behauptet werden, dass es sich dabei um keine Krankheit handelt, nur weil der Betroffene dies nicht als krankhaft empfindet. Es bedarf also – wie im Folgenden noch angesprochen – einer Unterscheidung von Krankheit und Gesundheit.

Enhancement, das eine Verbesserung eines gesunden Ausgangszustandes umfasst, also eine Steigerung von körperlichen oder geistigen Fähigkeiten (Nagel und Stephan 2009). Christian Lenk argumentiert, dass für eine Definition und Abgrenzung von Therapie und Enhancement eine noch klarere Definition von Krankheit und Gesundheit vonnöten ist. Er unternimmt eine Definition von körperlicher Gesundheit als eine normale Funktion der Organe eines Körpers, die effektiv und zeitlich korrekt, die für den Menschen typischen Aufgaben erfüllen. Krankheit ist demzufolge eine mangelhafte Funktion oder zeitliche Abweichungen dieser Funktionen (Lenk 2009). Therapie umfasst demnach alle Maßnahmen zur Wiederherstellung einer regelrechten Funktion der Organe, Enhancement würde die anvisierte Funktion über das Normalmaß hinaus steigern. Eine solche Unterscheidung von Krankheit und

Gesundheit kann jedoch nicht immer so klar getroffen werden, selbst im Rahmen der medizinischen Versorgung existieren zu viele Bereiche, die auf den ersten Blick keiner direkten Wiederherstellung einer normalen Organfunktion dienen, also nicht der Therapie zugeordnet werden können – als Beispiel seien nur Präventions- und Prophylaxemaßnahmen genannt. Betrachtet man die Umstände jedoch genauer, existieren viele Maßnahmen der Medizin, die sowohl dem Enhancement als auch der Therapie zugeordnet werden können. In seiner Dissertation von 2002 erörtert Lenk Unterscheidungsmöglichkeiten von Therapie und Enhancement. Er führt das Lexikon der Bioethik an, dass Enhancement als Maßnahme definiert, die keine medizinische Notwendigkeit voraussetzt. Für ihn gilt es zuerst zu klären, was als therapiebedürftig – also krank – und was als gesund bezeichnet werden kann (Lenk 2002).

Synofzik hingegen sieht die Therapie auch als eine Maßnahme zur Verbesserung, weshalb er fordert, Enhancement nicht nur als reine Maßnahme zur Verbesserung zu definieren, sondern als eine Maßnahme zu Verbesserung eines Zustands (sei es nun mental oder körperlich), der vom Einzelnen nicht als krankhaft empfunden wird. Eine Grenze beziehungsweise eine klare Definition von Krankheit sieht Synofzik als schwierig an, zu vielfältig sind die individuellen Normvorstellungen des subjektiv als krank empfundenen Zustandes. Für ihn ist eine Definition von Krankheit in der ethischen Diskussion um Enhancement nicht nötig. Für die ethische Bewertung ist für ihn vielmehr der Nutzen, der sich dem Anwender durch die genutzte Maßnahme bietet, ausschlaggebend (Synofzik 2009).

Um eine Abgrenzung von Therapie und Enhancement ziehen zu können, und festzulegen

welche Maßnahmen durch das Gesundheitssystem zugelassen und von diesem getragen werden sollten – also zum ärztlichen Handeln zählen – sowie für die Diskussion der ethischen Problematiken und Fragestellung dieser Arbeit, halte ich es für durchaus sinnvoll eine derartige Unterscheidung von Krankheit und Gesundheit zu treffen, so schwierig diese scheinen mag.

3.2 Unterscheidung Krankheit und Gesundheit

Nach der WHO ist die Definition von Gesundheit folgende: *„Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity.“* (Constitution of the World Health Organization 2023). Gesundheit stellt also eine Form von Wohlbefinden dar, nicht allein die Abwesenheit von Unwohlsein. Dies lässt wiederum

Spielraum für individuelle Definition, so empfindet nicht jeder ein Wohlbefinden, wenn er sich beispielweise, die Zahl Pi bis zur zehnten Stelle merken kann, ein anderer fühlt sich jedoch sehr unwohl ohne diese Fähigkeit. Wie ist Gesundheit und damit auch Krankheit zu definieren, damit daraus folgend eine Definition für Enhancement und Therapie festgelegt werden kann? Die Definition der WHO stellt sich für Christian Lenk insofern als schwierig dar, dass diese maximalistische Definition einen Idealzustand des Menschen bedeutet, wonach jeder Zustand, der nicht diesem Idealzustand entspricht als krank angesehen werden kann und demnach auch alle Maßnahmen, um diesen zu erreichen einen therapeutischen Zweck erfüllen würden (Lenk 2002). Diese Definition allein ist demnach nicht ausreichend für eine Definitionsgrundlage für Enhancement und Therapie.

Krankheit (und analog dazu Gesundheit) kann naturalistisch als eine fehlerhafte Funktion von Organen eines Lebewesens definiert werden, die ein Überleben oder die Reproduktion gefährden. Normativistisch wird Krankheit als ein Zustand des Organismus definiert, der ein ethisches Übel für diesen bedeutet, den der Mensch zu vermeiden versucht (vergleiche dazu zum Beispiel Christian Lenk). Viele Stimmen behaupten auch, dass eine Definition von Krankheit nicht möglich ist. So ist der empirische Ansatz, dass ein allgemeiner Krankheitsbegriff für die Medizin nicht nötig ist. Einige Vertreter der Medizinethik argumentieren, dass eine allgemeine Definition von Krankheit in Konflikt zur Autonomie und Wünschen des Patienten stehen mag und deswegen angezweifelt werden sollte. Medizinhistorisch kann argumentiert werden, dass durch die massive Entwicklung der Medizin und die vielfältigen neuen

Möglichkeiten, ein Krankheitsbegriff nicht nötig und gar überholt erscheint (Hucklenbroich 2012).

In dem Buch „Menschenwürde in der Medizin: Quo vadis?“ aus dem Jahr 2012 beschäftigt sich Peter Hucklenbroich ausführlich mit dem Krankheitsbegriff und seiner vielen Definitionsansätze (Hucklenbroich 2012). Hucklenbroich hält fest, dass bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein sollten, um das Krankheitskriterium zu erfüllen. So listet er das Leiden als subjektiv empfundenen Zustand des Einzelnen auf, beispielsweise Lebensgefährdung, Infertilität (was für viele eine starke psychische Belastung bis hin zur Depression verursachen kann), Unvermögen sich sozial zu interagieren (was ein Teilhaben am alltäglichen Leben schwierig macht), oder körperlich oder geistige Behinderung. Eine subjektive Definition von Gesundheit und Krankheit ist immer abhängig vom individuellen

Verständnis. Dieses steht häufig in Relation zu Gesellschaft und Kultur, in der sich der Einzelne befindet. Wenn nun ein selbst gesetztes Ziel einer Person in einem wirtschaftlich benachteiligten Land im Widerspruch zu den äußeren Lebensumständen und Möglichkeiten steht, die dieser Person zugänglich sind, so würde dies bedeuten, gesetzte Ziele könnten nicht erreicht werden und dies würde wiederum eine Krankheit dieser Person bedeuten (Lenk 2002).

Alternativ wurden Referenzklassen erstellt, um eine Differenzierung von Krankheit und Normalzustand einfacher ziehen zu können. Diese Referenzklassen orientieren sich an einem für ein gewisses Alter und Geschlecht ermittelten Mittelwert für die Funktionen der Physiologie und Psychologie. Krankheit wäre demzufolge etwas, das aus dieser Norm herausfällt. Dabei erweist es sich jedoch als schwierig einen

derartigen Mittelwert zu ermitteln, da keine wirkliche empirische Einschätzung der Normalfunktion eines Menschen möglich ist (Hucklenbroich 2012). Andere Stimmen definieren Krankheit als das Resultat von Übel (ähnlich der WHO-Definition von Gesundheit), welches ein Mensch erleidet, was eine zu grobe Definition darstellt, da unter diese auch der natürliche Tod fallen könnte, der Verlust von Freiheit – beispielsweise durch eine Gefängnisstrafe nach Begehen einer Straftat – oder der Verlust durch Chancen im Leben, was keinen Krankheitswert besitzt. Wiederum kann man eine Person dann als gesund (oder im gegenteiligen Fall als krank) bezeichnen, wenn sie unter Normalbedingungen seiner Umwelt sein persönliches minimales Glück erreichen kann (im Fall der Krankheit dieses minimale Glück nicht erreicht werden kann). Schwierig wird hierbei zu definieren sein, was der Maßstab des Glücks

sein soll, da dieses individuell und schwer zu fassen ist und die Umwelt dabei einen entscheidenden Faktor spielt.

Zu einem vereinfachten Konzept zur Entscheidung, ob Krankheit oder Gesundheit vorliegt, kommt Christian Lenk, nach Diskussion verschiedenster Theorien. Er definiert drei Aspekte, nach denen entschieden werden kann. Erstens, eine eingeschränkte Funktion auf organischer Ebene, was wohl auf den ersten Blick ein klares Kriterium für Krankheit darstellen mag. Zweitens definiert Lenk als Voraussetzung für Krankheit ein eingeschränktes, subjektives Wohlbefinden (ähnlich Hucklenbroich weiter oben) und drittens die eingeschränkte Ausübung von alltäglichen Aufgaben. Sind alle drei Aspekte erfüllt, kann ganz klar von Krankheit gesprochen werden. Sind nur zwei Aspekte erfüllt – besteht beispielsweise keine Einschränkung der alltäglichen Aufgaben – so kann

ebenfalls von Krankheit gesprochen werden. Ist keine klare organische Einschränkung ersichtlich, das Wohlbefinden und das Teilhaben am Alltag sind jedoch eingeschränkt, ist durchaus auch an eine Erkrankung – unter Umständen eher psychischer als physischer Natur – zu denken. Ist hingegen nur ein Aspekt gegeben, kann schwer von Krankheit gesprochen werden, Lenk bezeichnet dies vielmehr als eine Abweichung von einem Normalzustand (Lenk S. 227-231).

Eine klare Definition von Krankheit und Gesundheit ist also schwierig festzulegen, weshalb es umso schwerer fällt, eine klare Abgrenzung von Enhancement zur Therapie zu ziehen. Was für den einen eine Maßnahme zum Enhancement darstellen mag, kann für jemand anderen eine durchaus als therapeutische Maßnahme angesehen werden ohne die ein gesundes, gutes Leben nicht möglich erscheint.

Jan-Christoph Heiliger sieht dies ebenso und formuliert darum folgendermaßen: „*Vielmehr könnte sich Therapie als eine Teilmenge möglicher Enhancements erweisen, wobei eine eindeutige Bestimmung häufig nicht möglich sein wird*“ ((Heilinger 2010, S. 70). Für ihn bedeutet Enhancement des Menschen einen Eingriff in Körper oder Geist, mit dem Ziel der Veränderung von menschlichen Eigenschaften. Dadurch würde der Begriff des Enhancements zu einem weiter umfassenden Begriff, der dann selbst alltägliche Maßnahmen wie Sport, Kaffee oder Konzentrationstraining, aber eben auch Therapie mit einbezieht - alles Maßnahmen mit dem Ergebnis eines subjektiv wahrnehmbaren besseren Wohlbefindens des Anwenders (Bayertz et al.).

Dagmar Borchers versucht in ihrem Paper in der Zeitschrift „Information Philosophie“ einen Versuch der Definition des Enhancements, als

alle Maßnahmen, die körperliche oder mentale Fähigkeiten über das normale Maß hinaus erweitern (Borchers 2015). Die Therapie wird von Hamilton et.al. als eine Behandlung von pathologischen – im Fall von Neuroenhancement – vorwiegend neurologischen Zuständen definiert (Hamilton et al. 2011). Prophylaxemaßnahmen könnten als Enhancement angesehen werden, zielen sie doch auf Personen ab, die gesund sind, was nach fast allen Definitionsansätzen Enhancement entsprechen würde. Dem kann man jedoch gegenüberstellen, dass diese Maßnahmen darauf abzielen, Gesundheit zu erhalten und Krankheit zu vermeiden, was Enhancement wiederum nicht tut. Auch Maßnahmen wie Impfungen zählen hier zu Therapie, durch sie wird dem Körper zwar eine Eigenschaft hinzugefügt – was im ersten Moment wie Enhancement scheinen mag – diese zielt

jedoch darauf ab Krankheiten oder Folgen von Krankheiten zu vermeiden (Lenk 2002).

3.3 Neuroenhancement

Für diese Arbeit soll Therapie als eine Maßnahme angesehen werden, mit deren Hilfe man einen vormals bestehenden, als gesund empfundenen Zustand wiederherzustellen versucht. Angelehnt an Christian Lenk soll für Krankheit mindestens zwei seiner Aspekte, wenn nicht gar drei erfüllt sein, um eine Maßnahme zur Behandlung als Therapie gelten zu lassen, das eigene Unwohlsein reicht in diesem Fall nicht aus um das Vorliegen einer Krankheit zu erfüllen. Es bedarf also einer physiologischen Abweichung der biologischen Norm, ein von der Person subjektiv empfundener Zustand des Unwohlseins oder/und einer

erschweren oder gar unmöglichen Teilhabe am alltäglichen Leben. Würde der rein subjektiv krank oder schlecht empfundene Zustand beispielsweise ausreichen um als Krankheit zu gelten, so würde jede Maßnahme unter Therapie fallen, was die Diskussion um Unterschiede und Problematiken von Enhancement und Therapie überflüssig macht.

Enhancement hingegen soll für diese Arbeit demnach medizinische Maßnahmen umfassen, die über eine medizinische Indikation hinaus gehen und eine Verbesserung über diesen gesunden Ausgangszustand hinaus bedeuten oder Maßnahmen, die von Personen ergriffen werden, die nach Lenk nur einen der drei Aspekte zur Definition von Krankheit erfüllen, also beispielsweise mit der Maßnahme einen von ihnen als suboptimal empfundenen Zustand (Konzentrationsfähigkeit, Hörverstehen oder ähnliches) zu ändern versuchen.

Neuroenhancement wird – angelehnt an den Enhancement Begriff dieser Arbeit – also definiert als eine Beeinflussung des Nervensystems, um neuronale oder kognitive Fähigkeiten von gesunden Personen über eine medizinische Indikation hinaus zu beeinflussen. Damit ist die Forschungsfrage 1.1 (Was ist Neuroenhancement?) beantwortet.

4. Methode der transkraniellen Gleichstromstimulation

4.1 Einsatz von Neurostimulation in der Medizingeschichte

Als Ausgangspunkt der Technologie des Enhancements waren zuallererst Versuche unternommen worden, pathologische Zustände zu

verbessern, ehe man sich der Technik auch anderweitig bediente.

Im ersten Jahrhundert behandelte ein römischer Arzt langanhaltende Kopfschmerzen seiner Patienten mit dem elektrischen Schock eines Stachelrochens (Hacking your brain 2015). Um 1800 startete der Wissenschaftler Jean Aldini den Versuch, an Leichen, durch Applikation von Gleichstrom, Bewegungen hervorzurufen. Später hatte er angeblich mit Gleichstrom zwei Patienten von der Melancholie geheilt. Bis in die 1940er wurden Patienten mit Depressionen mittels Elektrokonvulsionstherapie behandelt. Dabei wurde der Patient unter Narkose für wenige Sekunden Stromimpulsen ausgesetzt (Wikipedia 2018). Diese Form der Therapie war jedoch oft zu stark und resultierte in einer hohen Gefahr von epileptischen Anfällen der behandelten Patienten nach erfolgter Therapie. Seitdem war versucht worden,

Therapiemöglichkeiten zu finden, bei denen die Patienten mit wesentlich schwächeren Impulsen doch effizient behandelt werden sollten. Im Jahr 1964 startete der Psychiater Joe Redflam einen Versuch der Stimulation an Menschen mit 50 – 250 Mikroampere, und konnte dabei feststellen, dass die Versuchsteilnehmer je nach Flussrichtung des Stromes aufgedrehter und gesprächiger oder verschlossener wurden. Er behandelte mit dieser Methode 29 depressive Patienten, wobei angeblich bei der Hälfte eine Verbesserung ihres Zustandes verzeichnet werden konnte. D.J. Albert veröffentlichte im Jahr 1966 zwei Paper, in denen er die Wirkung von niedriger elektrischer Stimulation auf das Gedächtnis beschrieb (Halo Neuroscience Team). Zeitweilig geriet die Methode der tDCS wegen ihrer zu widersprüchlichen Ergebnisse bei Versuchen am Menschen – Parametern wie Elektrodengröße, Spannung oder Dauer der

Stimulation geschuldet – wieder in Vergessenheit (Zhao et al. 2017). 1981 verzeichnete Niels Birbaumer, ein Neurowissenschaftler der Universität Tübingen, eine schnellere Reaktionszeit seiner Probanden während einer Stimulation mit extrem niedrigen Spannungen (Hurley 2013). Trotz dieser Erkenntnisse und den Vorteilen der Methode des tDCS lag die Forschung auf diesem Gebiet viele Jahre brach, bis diese Thematik erst vor kurzem wieder das Interesse der Wissenschaftler wecken konnte (Halo Neuroscience Team).

4.2 Technischer Aufbau, Wirkungsweise und Nebenwirkungen

Vereinfacht erläutert kann die Methode der transkraniellen Stimulation (tDCS) als die gezielte Applikation von schwachen Stromstößen auf den Kopf bzw. den Schädel über zwei

Elektroden beschrieben werden (Woods et al. 2016). Im Folgenden soll nun die Forschungsfrage 1.2, wie die tDCS funktioniert, genauer beantwortet werden.

Die wichtigsten Komponenten des technischen Aufbaus sind die Elektroden, die wichtigsten technischen Parameter deren Positionierung, die angelegte Spannung, die Richtung des Stromflusses und die Dauer der Einwirkung.

Die Elektrode setzt sich zusammen aus einer Metall- oder Gummielektrode, einem Kontaktmedium auf Elektrolytbasis und eventuell einem Elektrodenschwämmchen. Bei der Verwendung des Kontaktmediums sollte dabei eine richtige Dosierung beachtet werden. Wird zu viel des Kontaktmediums verwendet, kann ein Teil der elektrischen Spannung und somit der Wirkung verloren gehen, zum Beispiel, wenn sich das Gel auf einem größeren Gebiet als der Fläche der Elektrode verteilt. Dieses

Gebiet wird nun auch stimuliert, dabei geht jedoch im Areal direkt unter der Elektrode Spannung verloren, die Stimulation an dieser Stelle fällt also geringer aus (Woods et al. 2016).

Die Positionierung der Elektroden über bestimmten Regionen des Gehirns bestimmt die Wirkung der Stimulation auf das Gehirn. In einer Power Point Präsentation an der Harvard Medical School beschreibt David Fischer die unterschiedlichen Bereiche des Gehirns und die Auswirkungen von transkranieller Gleichstromstimulation auf die Leistung dieser Areale. So kann man erkennen, dass laut Fischer nun eine Stimulation des linken präfrontalen Kortex die motorischen Fähigkeiten steigert (Fischer).

Cognitive Enhancement with tDCS: Stimulation Sites

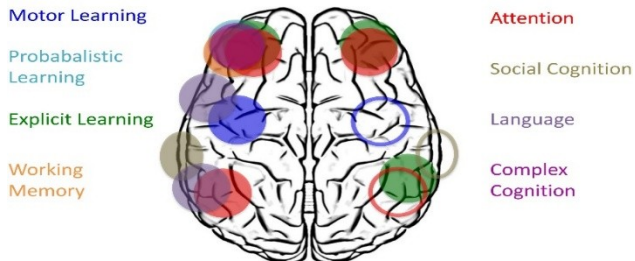


Abbildung 1: Gehirnnareale und Stimulation (Fischer)

Die aus der Stimulation resultierenden Langzeiteffekte von bis zu zwölf Monaten stellen eine, die eigentliche Stimulation überdauernde Wirkungsdauer dar. Dabei beruht diese Langzeitwirkung biochemisch auf der Veränderung von interzellulären Molekülen wie z.B. cAMP, einem Molekül das als Second Messenger der Signalübertragung dient (DocCheck Medical Services GmbH 2018). Neben diesen Veränderungen beschreiben Cohen Kadoshi, Levy et.al. zudem eine Veränderung der Proteinsynthese (Cohen Kadosh et al. 2012).

Die Platzierung der Elektroden kann sowohl bi-cephal oder mono-cephal stattfinden, also entweder werden sowohl Anode als auch Kathode auf dem Schädel platziert, oder die zweite Elektrode wird z.B. auf der Schulter, dem Nacken oder dem Oberarm angebracht (Zhao et al. 2017).

Die angelegte schwache Spannung wird meist mit 1-2 Milliampere (mA) beschrieben (Schmicker et al. 2011), wobei die Art der Stimulation von der Platzierung der Elektrode abhängt: bei der anodalen Stimulation fließt der Strom von Anode zu Kathode, wobei sich die Anode über dem zu stimulierenden Areal befindet, die betreffende Region wird dabei zu vermehrter Aktivität angeregt. Bei kathodaler Stimulation, anders als bei anodaler Stimulation, befindet sich die Kathode über dem zu stimulierenden Areal, im betroffenen Gebiet des Gehirns kann nun eine verringerte Aktivität und Erregbarkeit

festgestellt werden (Sanders et al. 2014; Bell und DeWall 2018). Die Wirkung beruht dabei, so nimmt man an, auf einer Verschiebung des Ruhemembranpotentials der Neuronen im stimulierten Gebiet. Die Ionenverteilung inner- und außerhalb der Zellen verändert sich je nach Art der Stimulation – also anodal oder kathodal – wodurch es entweder zu De- oder Hyperpolarisation des Neurons kommt. Im Zuge dessen verändert sich dann die Empfindlichkeit der Neuronen, was in einer erhöhten oder verringerten Erregbarkeit des Neurons, und somit des stimulierten Gebietes resultiert (Schmicker et al. 2011). Eine weitere Theorie zur Wirkung von tDCS im Gehirn ist, dass durch Stimulation nicht nur Membranpotentiale verändert werden, sondern sich Synapsen so verändern, dass eine Signalübertragung an selbigen verstärkt oder verringert wird (Zhao et al. 2017). Beide Theorien stellen momentan nur Modelle dar, da

die genaue Wirkungsweise der Stimulation und die nachhaltig andauernde Wirkung derzeit noch nicht eindeutig erforscht ist.

Bei anodaler Stimulation verschiebt sich das Membranpotential des Neurons in Richtung Depolarisation, das Neuron reagiert daraufhin sensibler auf eine nachfolgende Erregung. Kathodale Stimulation hat eine Hyperpolarisation der Membran des Neurons zur Folge, das Neuron wird dadurch unempfindlicher für nachfolgende Erregungen (Fox 2011).

In einer Gebrauchsanleitung der TCT Research Gruppe zum tDCS-Stimulator werden neben der korrekten Handhabung die häufigsten Nebenwirkungen und Risiken für den Nutzer aufgelistet. Dazu zählen ein Kribbeln am Ort der Elektroden, Müdigkeit, Kopfschmerzen, Stimmungsschwankungen und Übelkeit – die auch eine Forschergruppe nachweisen konnte, die die Auswirkungen der Stimulation auf ein

ruhendes Gehirn analysierte – sogar bis hin zu Schlaganfällen (Mangia et al. 2014). Es wird von einer Stimulation mit tDCS abgeraten, wenn metallische Implantate wie zum Beispiel Cochlea Implantate oder Herzschrittmacher in den Körper eingesetzt sind, sowie von einer Stimulation von Kindern, da es noch keine Studien über Langzeiteffekte der Stimulation vom wachsenden Gehirn gibt (TCT Research).

4.3 Medizinische Forschungsgebiete

Die tDCS kann und wird in der heutigen Zeit vielfältig zur Behandlung von verschiedensten neurologischen und psychischen Krankheiten erprobt.

So werden zum Beispiel Therapiemethoden von Autismus, Schizophrenie, Depressionen oder Angstzustände erforscht (Brain power 2016), neben der Therapie von neurologischen

und psychischen Störungen wird tDCS unter anderem auch zur Therapie von Schädel – Hirn – Traumata zum Einsatz gebracht (Dahlem 2014). Bei der Suchttherapie kann mithilfe von tDCS das Verlangen nach z.B. Zigaretten, Alkohol oder Süßigkeiten gemindert werden (Fox 2011). Motorische Fähigkeiten, die Fähigkeit zur Entscheidungsfindung, das Arbeitsgedächtnis, Aufmerksamkeit und z.B. Wortassoziationsfindung können mithilfe der transkraniellen Stimulation ebenfalls positiv beeinflusst werden (Cohen Kadosh et al. 2012; Fox 2011).

4.4 Erfahrung mit tDCS, medizinische Aspekte und Studien

Wie bereits erwähnt, erlebt die Methode der non-invasiven Stimulation und somit auch der tDCS seit einigen Jahren eine Renaissance, Studien werden vermehrt und in den

verschiedensten Bereichen durchgeführt. So berichten Lapenta et.al. im Jahr 2014, dass im Jahr 2000 gerade einmal 2 Paper zur Technik der transkraniellen Gleichstromstimulation veröffentlicht worden waren, während es im Jahr 2013 auf der SCOPUS Datenbank schon über 1000 Studien zur tDCS zu verzeichnen gab (Sanders et al. 2014).

Bruoni et al. verglichen in einer Studie im Jahr 2013 die medikamentöse Therapie von Depressionen mit Sertraline, mit einer Kombination aus Sertraline und aktivem tDCS und einer Kontrollgruppe mit Placebo - Therapie. Sie fanden heraus, dass die alleinige Therapie mit tDCS den Ergebnissen der Kontrollgruppe überlegen war, die alleinige Therapie mit Sertraline jedoch nicht. Desweiteren fanden sie heraus, dass eine Kombination der beiden Therapieverfahren einen erhöhten Erfolg verzeichneten, wobei die Wirksamkeit und Sicherheit

der beiden Verfahren sich im Einzelnen nicht groß unterschieden (Brunoni et al. 2013; Brunoni et al. 2017).

Mithilfe von tDCS konnte in einer weiteren Studie das Arbeitsgedächtnis von an Depression leidenden Patienten angeregt werden, was zur Folge hatte, dass die Probanden während der Stimulation weniger von ihrer emotionalen Befangenheit abgelenkt wurden und das Arbeitsgedächtnis reibungsloser funktionierte. Für die Forschungsgruppe ergab sich daraus eine gute Möglichkeit, eine medikamentöse Therapie der Depression zu unterstützen (Wolkenstein und Plewnia 2013).

Bei dem Versuch kognitive Defizite von Schizophrenie – Patienten mit tDCS zu behandeln gab es bezüglich dem Arbeitsgedächtnis im Vergleich zur Kontrollgruppe keine merklichen Unterschiede, jedoch konnte festgestellt werden, dass negative Symptome der Erkrankung

deutlich vermindert werden konnten, was zu einer Verbesserung der Lebensqualität der Patienten führte (Gomes et al. 2018).

Vincent Clark, Neurowissenschaftler der Universität von Albuquerque, führte einen Versuch durch, in dem zivile Probanden „DARWARS! Ambush“ – ein Trainingsprogramm für das US-Militär – spielten, mit dem Ziel, die Lernfähigkeit der Probanden mit Hilfe von tDCS zu verbessern. Dabei stellte er fest, dass bei einer Stimulation mit 2 mA stärkere Verbesserungen zu verzeichnen waren, als bei einer Stimulation mit 100 mA (Fox 2011).

Im Jahr 2006 erhoben Fregni et al. eine Studie zur Therapie von Parkinson mit tDCS. Dabei stimulierten sie zum einen den motorischen Kortex, sowie den dorsolateralen Kortex sowohl kathodal als auch anodal. Ihr Ergebnis zeigte, dass die anodale Stimulation des primären Motorkortex, die motorischen Fähigkeiten der

Parkinson – Patienten deutlich verbesserte. Sie konnten außerdem zeigen, dass die Effektivität der Stimulation abhängig von der Polarität des Stromflusses und des Ortes der Stimulation war. Die Stimulation des primären Motorkortex stellte sich dabei bei der Behandlung von Parkinson als eine wirkungsvolle Methode dar. Zwar konnte eine kleine Verbesserung der Motorik nach anodaler Stimulation des dorsolateralen prefrontalen Kortex verzeichnet werden, dies führte die Forschungsgruppe aber darauf zurück, dass der Effekt von tDCS nicht lokal begrenzt war, da im Versuch relativ große Elektroden verwendet, und die Spannung und somit die Wirkung oberflächlich weitläufiger verteilt wurde (Fregni et al. 2006).

Die Forschungsgruppe um Koji Ishikuro unternahm ebenfalls den Versuch die motorischen Fähigkeiten von Parkinson – Patienten mittels tDCS zu verbessern. Sie stimulierten dabei die

frontale polare Region des Gehirns, mit dem Ergebnis, dass sich durch anodale Stimulation der Region die motorischen Fähigkeiten der Patienten verbesserten (Ishikuro et al. 2018). tDCS verspricht also eine wirkungsvolle Methode zur Verbesserung der motorischen Fähigkeiten zu sein. Daher untersuchte eine Forschungsgruppe im März 2018 laparoskopisch geführte Operationen unter dem Einfluss von tDCS. Dabei fanden sie heraus, dass eine Stimulation durchaus zu einer Verbesserung der manuellen Fähigkeiten während der einmaligen Sitzung führte. Im Jahr 2019 wurde diese Studie erneut mit einem ähnlichen Versuchsaufbau durchgeführt. Das Ergebnis war ebenso vielversprechend, wie in der vorangegangenen Studie. Weitere Studien zur Steigerung von motorischen Fähigkeiten im medizinisch-chirurgischen Bereich sollten weiterhin durchgeführt

werden (Ciechanski et al. 2018; Ciechanski et al. 2019).

Die Therapie von Schmerzzuständen wurde von Bae et al. in einer Studie untersucht, bei der Patienten mit neuropathischen Schmerzen nach vorausgegangenem Schlaganfall mit tDCS behandelt wurden. Diese spontan auftretenden und unterschiedlich stark ausgeprägten Schmerzen waren ursprünglich mit Antidepressiva und Antikonvulsiva behandelt worden, oder mithilfe einer invasiven elektrischen Stimulation des Spinalnervenstrangs. Die Studie konnte zeigen, dass tDCS einen messbaren analgesierenden Effekt auf diese Patienten hatte (Bae et al. 2014). Ebenfalls mit der Therapie von Schmerzen beschäftigten sich 2008 Boggio et al. im Zuge einer Studie, bei der die Effekte transkranieller Stimulation auf die Schmerzwahrnehmung an gesunden Versuchsteilnehmern untersucht wurde. Dabei

wurden unter anodaler Stimulation zweier Regionen (primärer Motorkortex und dorsolateraler präfrontaler Kortex) die Wahrnehmung von Schmerz und die Schmerzgrenze der Versuchspersonen gemessen. Die Forschungsgruppe kam zu dem Ergebnis, dass eine Stimulation des primären Motorkortex eine veränderte Wahrnehmung des Schmerzreizes, sowie eine gesteigerte Schmerzgrenze – also eine höhere Schmerztoleranz der Probanden – zur Folge hatte. Eine Stimulation des dorsolateralen präfrontalen Kortex führte bei den Teilnehmern der Studie lediglich zu einer erhöhten Schmerztoleranzgrenze. Die Forscher kamen danach zu dem Schluss, dass tDCS nicht nur beim Kranken wirksam ist, sondern auch Wirkung auf die Hirnfunktion von Gesunden zeigt. Diese Ergebnisse eröffnen der Forschung neue Wege für weitere Studien zur Behandlung von chronischen Schmerzen (Boggio et al. 2008).

Eine weitere Studie zur Therapie von Schmerzen mittels tDCS beschäftigte sich im Jahr 2010 mit der Behandlung von neuropathischen Schmerzen im Zusammenhang mit Multipler Sklerose. Eine bisher unbefriedigend angewandte Therapie umfasste unter anderem Epilepsie – Medikamente oder Antidepressiva. Im Verlauf der Studie kam es zu einer Verringerung der neuropathischen Schmerzen nach Stimulation mit tDCS für 20 Minuten an fünf aufeinanderfolgenden Tagen (Mori et al. 2010).

Die Therapie von Drogenabhängigkeit mittels Enhancement untersuchte eine Forschungsgruppe im International Journal of Neuropsychopharmacology im Jahr 2015. Dabei wurden Crack – Kokain abhängige über einen Zeitraum von vier Wochen untersucht, während sie fünf Sitzungen mit jeweils 20minütiger tDCS – Stimulation des dorsolateralen präfrontalen Kortex erhielten. Ergebnis der Studie war ein

verringertes Verlangen der Teilnehmer nach der Droge, sowie eine verbesserte Wahrnehmung und Sichtweise auf Lebensqualität und Gesundheit. Die Probanden zeigten zudem ein gesteigertes Selbstwertgefühl (Batista et al. 2015). Es wird inzwischen sogar versucht, das Rauchen mit Hilfe von non - invasiver Hirnstimulation zu therapieren. Eine Studie kam zu dem Ergebnis, dass aktive, anodale Stimulation des dorsolateralen – präfrontalen Kortex über der linken Gehirnhälfte bei den Probanden eine gesteigerte Fähigkeit dem Rauchen zu widerstehen induzierte. Die Versuchspersonen konnten dem Verlangen zu Rauchen circa neun Minuten länger widerstehen als die Kontrollgruppe. Dieses Ergebnis eröffnet die Möglichkeit für Nikotinabhängige, mittels tDCS ihrem akuten Verlangen zu widerstehen und dadurch weniger zu Rauchen oder als unterstützende Maßnahme nur das Aufhören zu

erleichtern (Falcone et al. 2015). tDCS konnte in einer Studie vom Jahr 2013 sogar das Verlangen nach Alkohol und depressive Verstimmungen der alkoholabhängigen Probanden verringern, wobei sich allerdings die Rückfallquote erhöhte (Da Silva et al. 2013).

Mit der Möglichkeit die Leistung des Gedächtnisses mittels tDCS zu verbessern, setzte sich 2017 eine Forschungsgruppe um Professor Christian Plewnia (Universität Tübingen) auseinander. Dabei wurde die Leistung des Arbeitsgedächtnisses von gesunden Probanden unter Stimulation mit tDCS untersucht. Ergebnis der Studie war eine effektive Leistungssteigerung des Arbeitsgedächtnisses nach anodaler Stimulation über einem bestimmten Gebiet des dorsolateralen präfrontalen Kortex. Diese Lern-erfolge hielten dabei im Anschluss an die Studie für circa neun Monate an. Außerdem wurden die Auswirkungen der Stimulation auf

untrainierte Bereiche übertragen. Die Gruppe kam zudem zu der Erkenntnis, dass eine niedrigere Leistung vor dem Training einen höheren Nutzen der Stimulation versprachen (Ruf et al. 2017). Selbst die Empfindung von thermischen als auch mechanischen Reizen kann durch eine Stimulation mit tDCS moduliert werden, so geschehen in einer Studie von Bachmann et. al., die nach kathodaler Stimulation von einer kurzzeitig verringerten Empfindsamkeit ihrer Probanden berichteten (Bachmann et al. 2010). In einer weiteren Studie wurden die Auswirkungen von tDCS auf spontane kortikale Aktivitäten im ruhenden Gehirn untersucht. Das Resultat der Studie war der Nachweis, dass anodale Stimulation die Erregbarkeit des Motorkortex messbar steigert, wobei dagegen kathodale Stimulation diese hemmt. Zudem konnte gezeigt werden, dass der Langzeiteffekt von der Dauer

und Intensität der Stimulation abhängig ist (Mangia et al. 2014).

Als Zusammenfassung der Studien lässt sich sagen, dass diese zu dem Ergebnis kamen, dass motorische und kognitive Fähigkeiten durch die Stimulation mit Gleichstrom verbessert werden können, diese Ergebnisse aber abhängig sind von der Polarität des Stromflusses, sowie der Region des stimulierten Gehirnareals ebenso wie der Dauer der Stimulation.

Derzeit erforschte Einsatzgebiete von tDCS unter medizinischen und therapeutischen Aspekten sind demnach vor allem neurologisch bedingte Erkrankungen, mit dem Ziel durch Stimulation die diesen Erkrankungen zugrunde liegenden neurologischen Defizite oder Defekte auszugleichen und so zu einer Verbesserung oder sogar Heilung zu gelangen, wenn nötig auch unter zusätzlichem Einsatz neurologisch

aktiv wirksamer Medikamente, wie zum Beispiel bei der Therapie von Depression geschehen (Brunoni et al. 2013). Unter kontrollierten Bedingungen der Studien konnten dabei vielversprechende Erfolge erzielt werden, Langzeitauswirkungen dieser Therapiemethoden, also auch langfristig anhaltender Therapieerfolg, bedürfen weiterer Forschung.

Bei der Stimulation von neurologisch gesunden Probanden konnten die anhaltend hohen Lernerfolge nach bis zu 9 Monaten aufgezeichnet werden, was für Anwender der tDCS zur kognitiven Leistungssteigerung eine vielversprechende Erkenntnis darstellt (Ruf et al. 2017). Obwohl die Studien sehr vielversprechend sind, so sind sie doch nicht aussagekräftig genug, dass tDCS als Therapeutikum zum Einsatz kommt.

5. Do – it – Yourself Enhancement mit tDCS

Nachdem nun die derzeitigen Forschungsansätze für einen möglichen medizinischen Gebrauch beleuchtet wurden, soll nun auf den privaten Gebrauch durch Anwender eingegangen werden, die die Technik der tDCS nicht ausschließlich zu therapeutischem Zweck – sondern auch mit der Absicht kognitive Fähigkeiten damit zu beeinflussen – und ohne Aufsicht durch medizinisches Personal selbst anwenden.

5.1 Technische Vorrichtung, Bauanleitung, Internetpräsenz und Diskussionsforen

Die Möglichkeiten für private Anwender an die Geräte zu kommen sind vielfältig. So findet man nicht nur gebrauchsfertige Geräte, sondern auch Bauanleitungen, um selbst ein solches

Gerät zusammen zu bauen. Die Internetpräsenz der Thematik DIY – tDCS ist ebenfalls groß, so finden sich neben Bauanleitungen, Anleitungen zur Anwendung und Erfahrungsberichten auch Diskussionsforen, wo ein reger Austausch stattfindet.

In einem Artikel für die National Post aus dem Jahr 2013 beschreibt Tom Blackwell die Geräte als einfach und weitestgehend sicher, die käuflich zu erwerbenden Geräte zudem noch günstig. Shirley Fecteau von der Laval Universität Quebec, bezeichnet die Methode in ihrem Artikel so einfach, dass ein Kind die Vorrichtung aus einer 9 Volt Batterie und Elektroden selbst basteln könnte (Blackwell 2013). In der Tat lässt sich ein Apparat für tDCS mit Teilen für wenig Geld, einigen Werkzeugen und ein wenig Erfahrung beim Löten leicht selbst bauen. So macht Yamada Kannon auf der Website makeuseof.com eine genaue Bauanleitung

zugänglich, die von einem User eines tDCS - Forums geschrieben wurde, wie in unten gezeigter Abbildung sichtbar (Yamada 2014).

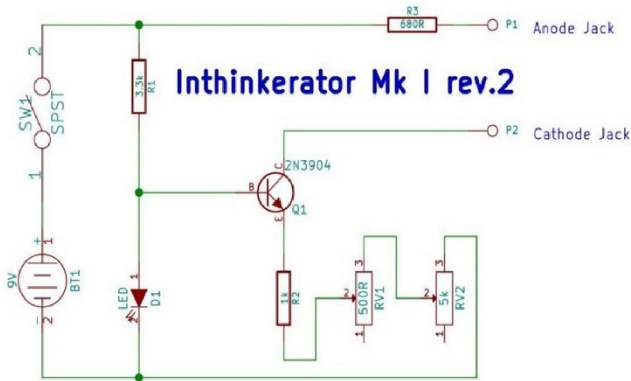


Abbildung 2: Inthinkerator MK. I (Yamada 2014)

Zu dem Bauplan des „Inthinkerator MK. I“ (Yamada 2014) bekommt man eine Schritt – für – Schritt Anleitung für den Zusammenbau, sowie eine Liste der benötigten Bauteile. Neben einem Kippschalter, verschiedenen Widerständen, LED - Lämpchen, einem Transistor, Bananensteckern, Kabeln und einem Potentiometer benötigt man als Energiequelle lediglich

eine 9 Volt Batterie, sowie einen Clip um sie anzuschließen. Gemäß dieser Anleitung werden die Teile nun auf einem Steckbrett platziert und angeschlossen, die Vorrichtung wird in ein Gehäuse gesetzt, das Potentiometer, sowie der Kippschalter angeschlossen und die LED Lampe angebracht. Abschließend werden Anode und Kathode angeschlossen, wonach das Gerät praktisch gebrauchsfertig ist (Yamada 2014). Alternativ zu einem selbst gebauten Gerät, können Vorrichtungen zur Stimulation mittlerweile auch bei verschiedensten Anbietern online erworben werden, wie zum Beispiel das Headset der Firma Foc.us, welches Gründer Michael Oxley nach einem Selbstversuch für den Verkauf produzierte (Smith).



Abbildung 3: Foc.us Headset (Yamada)

Da nicht nur die korrekte Bauweise für den Erfolg der Stimulation wichtig ist, sondern auch die Platzierung der Elektroden maßgeblich dafür sorgt, dass die gewünschte Wirkung eintritt, also das gewünschte Areal des Gehirns stimuliert wird, gibt es für die Platzierung der Elektroden ebenfalls Anleitungen. Diese Anleitungen finden sich ebenfalls im Internet, so zum Beispiel auf der Seite tdcsplacements.com, auf der der gewünschte Effekt, sowie die Platzierung der Elektroden anhand von Schaubildern erklärt wird (Home - tDCS Placements). Die Seite

trans-cranial.com bietet ebenso Anleitungen zur Positionierung der Elektroden, zur Therapie von Schmerz oder Depression (Trans Cranial Technologies).

Abbildung 4: Stimulation für Depression (Trans Cranial Technologies, S. 3)

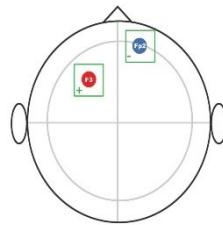
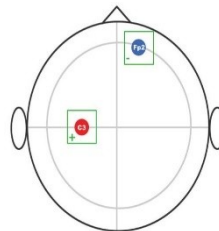


Abbildung 5: Stimulation für Schmerz (Trans Cranial Technologies, S. 5)



5.2 Erfahrungsberichte und Anwendungsgebiete im Hausgebrauch

Die Internetrecherche nach tDCS und Do-it-yourself Anleitungen zur Stimulation liefert zahlreiche Artikel, Blogs, Foren und Videos zum Thema Hirnstimulation von sowohl kranken als auch gesunden Menschen, sei es zur selbstständigen Therapie einer Krankheit oder zum Versuch die kognitive Leistung zu steigern. Es wird dabei unterschieden zwischen “At-home” tDCS und “DIY”. Ersteres umfasst von Forschern durchgeführte klinische Studien, an chronisch erkrankten Patienten. Die entsprechende Therapie wird vom Patienten zuhause durchgeführt, unter Aufsicht und Anleitung des medizinischen Personals (so beispielsweise an chronisch kranken Patienten im Jahr 2018 geschehen (Riggs et al. 2018)). Unter Do-it-yourself wird der Gebrauch der Technologie von

Laien zur Steigerung von bestimmten Fähigkeiten verstanden, beides umfasst aber den Gebrauch der Vorrichtungen zuhause (Coravos 2017).

Das ‚Economist Technology Quarterly‘ berichtet in seiner ersten Ausgabe von 2015 von dem 36-jährigen Christopher Zobrist, der aufgrund eines erblich bedingten Fehlers des Sehnervs sehr schlecht sieht, wofür es keine Therapiemöglichkeit gibt. Er entdeckte bei einer Recherche jedoch tDCS und kombinierte diese Therapie für sich selbst mit einem Sehtraining, woraufhin sich - nach seinen eigenen Angaben – binnen eines halben Jahres sein Entfernungssehen und die Wahrnehmung von Kontrasten verbesserte (Hacking your brain 2015). In einem Selbsttest für den Schweizer Rundfunk unterzog sich Jürgen Tschirren einer Stimulation mit tDCS und untersuchte dabei seine Reaktionszeit, das Lernvermögen und seine

Denkfähigkeit. Die Auswirkungen von tDCS auf seine Reaktionszeit stellte er mithilfe eines Computerspiels auf die Probe, wobei er sich zwar besser konzentrieren und schneller reagieren, aber dies nicht genau der Wirkung der Stimulation zuschreiben konnte. Sein Lernvermögen testete er, indem er versuchte sich mehrere Stellen der Zahl Pi zu merken und diese nach einiger Zeit wieder abzurufen. Unter Stimulation war es ihm möglich sich mehr Stellen zu merken, das Abrufen der Zahlen nach längerer Zeit fiel ihm hingegen sowohl mit als auch ohne Stimulation schwer. Sein Denkvermögen testete er mit einem IQ – Test, der unter Stimulation schlechter ausfiel als ohne Stimulation. Für Tschirren war nicht klar erkennbar, ob die Ergebnisse einem Placebo – Effekt, oder tatsächlich der Stimulation zuzuordnen waren (Tschirren 2014).

Im Magazin ‚The Kernel‘ vom 7. September 2014 schreibt Autorin Marissa Fessenden von mehreren Personen, die sich selbst mit tDCS behandelten bzw. stimuliert hatten. So zum Beispiel Alex Mark: der 61 – jährige therapierte seine bipolare Störung sowie chronische Schmerzen erfolgreich mit tDCS, nachdem eine medikamentöse Therapie der Depressionen wegen Unverträglichkeit der Medikamente nicht möglich gewesen war. tDCS war Mark von seinem Psychiater empfohlen worden, der ebenfalls schon mit tDCS gearbeitet hatte (Fessenden 2014).

Sally Addee, eine Journalistin, unterzog sich bei einer Berichterstattung über die Forschung des U.S. Militärs zur tDCS ebenfalls einer Hirnstimulation, während sie mit einer M4 Kurzstreckenwaffe feuerte. Sie berichtete von einem sehr klaren Gefühl während der Stimulation, als

ob alle weiteren Gedanken ausgeschaltet gewesen wären.

Dieses klare und freie Gefühl des Geistes wiederum veranlasste Mario Abundis zum Kauf einer vorgefertigten tDCS-Vorrichtung. Er beschreibt seinen geistigen Zustand, während tDCS als einen sehr ruhigen; Informationen könnten laut ihm sofort abgerufen werden. Abundis war jedoch wieder von tDCS abgekommen, als er feststellte, dass ihm dieser klare – fokussierte Zustand des Geistes auch ohne die Vorrichtung gelang (Fessenden 2014).

In einem Selbstversuch testete tDCS-Nutzer Yamada Kannon die Vorrichtung von Foc.us auf ihre Wirksamkeit, indem er während Stimulation seine Reaktionszeit bestimmter Reflexe aufzeichnete. Vor Stimulation lag eben diese Reaktionszeit unter dem Durchschnitt, während der Stimulation stiegen sowohl Reaktionszeit,

als auch die Genauigkeit seiner Reaktionen extrem an (Yamada).

Keza MacDonald testete für die Zeitschrift „The Observer“ das Headset von Foc.us und versuchte damit ihre Fähigkeiten beim Spielen von Computerspielen zu verbessern. Dabei kam sie zu dem Schluss, dass die Stimulation bei ihr zu keinerlei Verbesserung ihrer Reaktionsfähigkeit oder Konzentration während des Spiels führte, sie jedoch ein wechselnd heißes und kaltes Gefühl an der Stirn verspürte (MacDonald 2014).

Der australische Psychologiestudent Leigh leidet an einer bipolaren Störung. Als Alternative zu Medikamenten, die für ihn zu viele Nebenwirkungen hatten, ließ er seine Erkrankung im Zuge einer Studie mit tDCS behandeln. Er war beeindruckt von der Technologie, kaufte sogar eine tDCS-Vorrichtung der Firma foc.us und benutzt diese auch zuhause.

Auch der Neurowissenschaftler Peter Simpson – Young verwendete tDCS um sich auf die verschiedensten Arten zu stimulieren, dies sogar im Zuge von Selbstversuchen, warnt jedoch andere Nutzer vor Experimenten mit der Technologie, sofern ihnen das nötige Hintergrundwissen zu richtigen Anwendung fehlte (Taylor 2015).

Laura Sanders berichtet in „Sciencenews“ vom 10. November 2015 von Nathan Withmore, einem Forscher am National Institute on Aging Neuroscience in Baltimore, der in seiner Freizeit Computerprogramme unter dem Einfluss von tDCS schreibt, und behauptet, sein Geist bekäme beim Programmieren unter Stimulation so viel Schwung, dass sich das Programm fast von selbst schreiben würde. Er verbessert mithilfe der Stimulation unter anderem auch seine mathematischen Fähigkeiten und könne nun vorher für ihn schwierige Probleme lösen.

Sanders berichtet von einem weiteren Nutzer einer selbst gebauten Vorrichtung zur transkraniellen Stimulation, Brent Williams, der eine Website über tDCS betreibt und selbst seine Kreativität und sein Gedächtnis mithilfe der Stimulation verbesserte. Über diese Plattform und über Emails, gibt er Informationen und Hilfestellungen für teilweise verzweifelte Menschen, die keinen Zugriff auf ausreichende medizinische Versorgung haben, und ihre Depressionen oder chronische Schmerzen nun mit tDCS selbst behandeln wollten (Sanders 2014).

Nachdem er im Radio einen Bericht über eine Technologie zur kognitiven Leistungssteigerung gehört hatte, und nach eigener Recherche, begann Matt Herich sich mit einer einfachen Apparatur zu stimulieren, was seine Produktivität beim Lernen stark verbessert (Beggin 2017).

Tom Blackwell schreibt für die National Post im Jahr 2013 über Dave Sevier, der seine musikalischen Fähigkeiten, vor allem das klare Hören von Klängen, mithilfe einer tDCS Gerät verbessern konnte, ebenso wie seine chronische Depression erfolgreich therapierte. Sevier selbst betreibt eine Firma, die tDCS Vorrichtungen verkauft, vornehmlich an Psychologen und Psychiater, so Sevier, aber eben auch an Privatpersonen (Blackwell 2013).

Dan Hurley, Autor für das New York Times Magazine, ließ sich selbst für einen Artikel mit der Methode der tDCS im Labor für Neuromodulation der Universität Harvard stimulieren. Er berichtet von keiner, für ihn merklichen Veränderung während seiner ersten Stimulation. In weiteren Sitzungen vollzog er Tests, die seine Aufmerksamkeit und Reaktionszeit testen sollten. Ergebnis war eine gesteigerte Reaktionszeit

und eine Fehlerquote von 0% während der Tests (Hurley 2013).

Ein Artikel in der Zeitschrift „New Scientist“ veranlasste Michael Oxley dazu, sich sein eigenes tDCS-Gerät zu bauen, um damit die Energie seines Gehirns und seine Konzentrationsfähigkeit zu steigern. Im Jahr 2017, fünf Jahre später, hatte er mit seiner Firma foc.us bereits tausende vorgefertigte Geräte zur Stimulation des Gehirns verkauft (Smith). Im Jahr 2013 gegründet, war Foc.us einige Zeit Vorreiter der häuslich zu benutzenden Geräte für tDCS. Weitere Firmen stellten käuflich erwerbbar Geräte her, wie beispielsweise Capturon, die auch TMS Geräte und andere Vorrichtungen zur Neuro-modulation herstellen (Caputron 2023). Im Jahr 2016 wurde Flow Neuroscience gegründet, die damit werben, tDCS Headsets zur Behandlung von Depressionen im eigenen Heim herzustellen. Diese Vorrichtungen sind in der EU und

Großbritannien sogar als Medizinprodukt (Klasse 2a) zugelassen, sowie von der FDA als Vorrichtung zur Behandlung von Depression zuhause (Ergebnisse - Flow Neuroscience 2023).

Zusammenfassend lässt sich, um die Forschungsfrage 1.3 (Wie funktioniert Neuroenhancement im Hausgebrauch und welche Erfahrungsberichte gibt es?) zu beantworten, feststellen, dass die privaten Anwender größtenteils von klareren Gedanken und verbesserten Fähigkeiten durch die Stimulation mit Gleichstrom berichteten, sei es durch selbst gebaute Vorrichtungen oder vorgefertigte, käuflich erwerbbar Geräte. Die privaten Anwender bringen tDCS nicht nur zur Steigerung von Konzentration oder geistigen Fähigkeiten zum Einsatz, sondern setzen die Methode auch zur Selbsttherapie von Krankheiten ein. Die

Verbreitung und Beliebtheit der Methode zeigt sich anhand der vielen Anwendungen und Erfahrungen von privaten Personen, Internet- oder Zeitungsartikeln und der hohen Verkaufszahlen von Oxleys Geräten bei foc.us. Gleichzeitig sind sich die meisten Anwender jedoch der möglichen Sicherheitsrisiken und Alternativen von tDCS bewusst und verwenden Geräte nur kontrolliert und nach ausreichender Recherche. Diese Erfahrungsberichte zeigen zwar positive Ergebnisse der Anwendung von tDCS, sind aber immer nur anekdotische Berichte von medizinischen Laien und haben so nicht die empirische Evidenz, wie sie im medizinischen Kontext gefordert wird. Die Ergebnisse sind nicht auf die Allgemeinheit übertragbar.

TEIL 2

Medizinethische Problematiken und Erörterung anhand unter- schiedlicher Risiko – Nutzen – Profile

6. Ethische und gesellschaftliche Aspekte

In diesem Teil der Arbeit soll nun eine ethische Betrachtung von Neuroenhancement mithilfe von tDCS stattfinden und die Forschungsfrage 2.1 (Welche ethischen und gesellschaftlichen Aspekte zum Hausgebrauch von tDCS gibt es?) beantwortet werden. Markus Christen nennt die Neuroethik einen Teilbereich der Philosophie, der sich mit den moralischen Aspekten von Therapie und Förderung der menschlichen Gehirnleistung beschäftigt.

Der Deutsche Ethikrat beschäftigte sich 2009 bei seiner Jahrestagung bereits ausführlich mit dem Thema Neuroenhancement und wies auf die mangelnden Erkenntnisse über Nutzen und Risiken hin, ebenso wie Markus Christen (Universität Zürich), der unter anderem noch unzulängliche Erkenntnisse über Nebenwirkungen und Sicherheit der Enhancement –

Maßnahmen als problematisch darstellt. Ebenso sprechen sie das Thema der Gerechtigkeit an, und damit die Frage, ob ein Zugang zu Enhancement für die breite Masse zu neuen sozialen Problematiken, gar zu der Ausbildung eines sozialen Drucks führen kann und ob die Anwendung von Enhancement im Alltag – sei es nun Schule, Beruf oder zum privaten Nutzen – eine Form des Betrugs darstellen könnte. Christen hinterfragt zudem, ob das vormals Natürliche – also das nicht beeinflusste Verhalten – einen besonderen moralischen Status innehaben sollte, und ob das menschliche Verhalten durch Enhancement nicht uniform würde. Das Selbstbestimmungsrecht und dessen mögliche Verletzung durch eine illegale Anwendung von Enhancement ist ebenso Diskussionsgegenstand des Ethikrates. Aus diesen Bedenken und offenen Fragen ergeben sich die Forderungen nach Klärung eben dieser, durch weitere

Forschung und Auseinandersetzung mit den vielfältigen Möglichkeiten und dem gesteigerten Interesse und Verbreitung der Technologie (van den Daele et al. 2009). Im Folgenden sollen nun eben diese Themen der Sicherheit, Gerechtigkeit und Selbstbestimmung erörtert werden.

In diesem Teil der Arbeit werden nun Themen der Sicherheit, Neben – und Wechselwirkungen und möglichen Abhängigkeiten aus ethischer Sicht betrachtet. Ebenso das Enhancement von Kindern, soziale und gesellschaftliche Auswirkungen auf den Einzelnen und dessen Persönlichkeit, sowie Fairness der Anwendung, regulatorischer Umgang mit der Technologie und abschließend ein Ausblick auf Auswirkungen von Neuroenhancement auf das Menschenbild und die Selbstformung des Einzelnen.

6.1 Sicherheitsbedenken, Neben- und Wechselwirkungen und Suchtpotential

6.1.1 Allgemeine Sicherheitsbedenken

Beim Neuroenhancement mittels tDCS ist, wie bereits dargelegt, mit geringen, sich körperlich auswirkenden Nebenwirkungen zu rechnen. Die häufigsten Nebenwirkungen, nämlich Kopfschmerzen, Brennen oder Kribbeln im Bereich der Elektroden, Jucken oder ein Unwohlsein, treten in ungefährlichen Ausprägungen auf. Allerdings sind diese nur im Zusammenhang mit kurzzeitiger Anwendung verzeichnet worden, über die Langzeiteffekte einer wiederholten und lang andauernden Verwendung der Stimulation gibt es derzeit keine Informationen.

Bei der Verwendung von gebrauchsfertigen, käuflich erwerbbaaren Vorrichtungen ergeben

sich zusätzliche Herausforderungen und Bedenken in Bezug auf die Sicherheit der Anwender. Um verlässliche Effekte durch die Stimulation zu erzielen, müssen die Elektroden korrekt platziert werden, was die Hersteller von Neuroenhancement – Geräten vor die Herausforderung stellt, exakte Anleitungen für die Anwender zu formulieren. Die Anwender stehen ebenfalls vor der Aufgabe, diese Anleitung genau und gewissenhaft zu verfolgen und durchzuführen. So muss zum Beispiel der andersartige Aufbau des Gehirns eines Linkshänders mitberücksichtigt werden, um ungewollte Wirkungen des Enhancements bei diesem zu vermeiden. Bei diesem befindet sich nämlich das Gehirnareal zur Bewegungssteuerung, also das für Schreiben und alle anderen Bewegungen in der rechten Hirnhälfte, welches bei Rechtshändern in der linken liegt, um die rechte Hand beim Schreiben

zu steuern. Um also beispielsweise die Koordination der rechten Hand eines Linkshänders zu beeinflussen, muss die Anode über dem entsprechenden Areal in der rechten Hemisphäre platziert werden, anders als beim Rechtshänder, wo die Anode über der linken Hemisphäre platziert werden muss. Geräte, die die Möglichkeit bieten die Polarität des Stromflusses zu verändern, stellen ebenso ein Risiko dar, da ein solcher veränderter Stromfluss zu unerwünschten Auswirkungen, etwa der Stimulation des falschen Areals, oder Hemmung des eigentlich zu stimulierenden Areals führen kann. Da bisher nur kurzzeitige Anwendungen des Enhancements mit geringen Stromstärken durchgeführt worden sind, stellen eine hohe Stärke oder lange Dauer der Anwendung von Enhancement – wie bereits erwähnt - ebenso ein mögliches

Sicherheitsrisiko mit bisher unbekanntem Ausmaß für den Anwender dar.

Laut Maslen et. al. besitzt das Gehirn nur eine bestimmte Kapazität, weshalb ein Zugewinn an Gedächtnisleistung, wie durch Stimulation mit tDCS erreicht, also für einen nicht stimulierten Bereich des Gehirns einen Verlust an Leistung bedeutet. Dies würde bedeuten, dass durch Enhancement keine neue Kapazität geschaffen, sondern nur neu umverteilt würde, immer mit der Folge einer Schwächung einer anderen Gehirnleistung (Maslen et al. 2014c). Für eine weitere Diskussion dieser Behauptung und Berücksichtigung dieses Arguments in der sowohl ethischen als auch medizinischen Debatte müsste sich dieser Sachverhalt erst wissenschaftlich beweisen lassen. Diese Behauptung würde wohl zutreffen, würde der Mensch auch 100% seines Gehirns tatsächlich benutzen, weitere Kapazität darüber hinaus

kann nicht geschaffen werden, so müsste erst wieder etwas vergessen – und somit Kapazität geschaffen werden – um etwas neues zu erlernen.

Dies ist aber nicht überzeugend, denn eine solche Entwicklung beim Lernen würde bedeuten, dass man, wenn im Erwachsenenalter die maximale Kapazität der Hirnleistung erreicht ist, im Zuge des Erlernens neuer Fähigkeiten eine andere verloren ginge. Das würde jedoch bedeuten, dass die Kapazität des Gehirns begrenzt ist, was so noch nicht erwiesen ist. Allerdings ist mittlerweile bekannt, dass der Mensch das Gehirn nicht nur – wie lange weit verbreitete Meinung – zu zehn Prozent benutzt, sondern je nach Tätigkeit verschiedene Areale des Gehirns aktiv sind (Paál 2024). Der Prozess des Lernens beginnt bereits nach der Geburt, so erlernt man grundlegende Fähigkeiten wie Gehen oder

Sprechen. Im Lauf des Lebens kommen weitere Fähigkeiten hinzu, sei es Lesen, Schreiben, das Einmaleins oder höhere Mathematik. Fähigkeiten, die nach dem anfänglichen Lernprozess nicht mehr benutzt werden, geraten in Vergessenheit, sie werden nicht verlernt, müssen aber aufgefrischt werden (Paál 2024). Das Argument des Verlusts einer Leistung durch das Erlernen oder Steigern eine neuen, bzw. einer vorhandenen Fähigkeit, als Argument gegen das Neuroenhancement mithilfe von tDCS ist nicht überzeugend.

Durch die fehlenden Langzeitforschungen sind ungewollte oder langanhaltende Effekte, die erst nach längerem, regelmäßigem Gebrauch von Neuroenhancement auftreten können, derzeit so gut wie unbekannt, stellen aber durchaus ein Risiko dar, das es auch in diesem Zusammenhang mit zu berücksichtigen gilt. Ein weiteres Sicherheitsrisiko stellen suboptimale

Geräte oder deren fälschliche Anwendung dar, die das Risiko von unerwünschten Auswirkungen auf das Gehirn steigern und, wenn eingetreten, womöglich schwierig rückgängig zu machen sind. Selbst bei korrekter Anwendung besteht immer die Möglichkeit von unvorhergesehenen und ungewollten Auswirkungen.

6.1.2 Neben- und Wechselwirkungen

Es sind im Zuge von Studien Nebenwirkungen bekannt, diese treten aber – im Rahmen der Forschung – in einem kontrollierten Umfeld auf, diese können also, wenn nötig, abgebrochen werden um eine Gefährdung so gering wie möglich zu halten. So besteht beim Gebrauch außerhalb des Labors ebenfalls erneut Gefahr von unerwünschten – noch unbekanntem -

Nebenwirkungen, die ohne Kontrolle möglicherweise nicht vermieden werden und schwere Folgen für den Patienten oder Anwender bedeuten können, da ein Eingreifen durch Fachpersonal unter diesen Umständen nicht möglich ist (Hövel 2011; Voarino et al. 2016; Sanders 2014; Sanders et al. 2014). Wegen den unsicheren Ergebnissen zu Nebenwirkungen und Langzeiteffekten von Neuroenhancement ist es sinnvoll regulatorische Maßnahmen, oder sogar Gesetze für den Umgang mit solchen Technologien zu verfolgen (Voarino et al. 2016).

Bei der Auseinandersetzung mit der Sicherheit von Neuroenhancement, muss man nicht nur an Sicherheit und Nebenwirkungen denken, sondern ebenso an mögliche Wechselwirkungen mit pharmakologischen Mitteln, oder anderweitigem technischem

Enhancement oder Therapie. Diese Wechselwirkungen können zum einen in Kombination mit verschreibungspflichtigen Medikamenten oder neuro – psychiatrischen Krankheiten auftreten, da das Gehirn von Menschen unter deren Einfluss eine andere Erregbarkeit aufweist als das von Gesunden ohne entsprechende Medikation oder pathologischen Veränderungen. Zudem können ebenso unvorhergesehene Wirkungen in Abhängigkeit von Alter, Geschlecht und Rechts- oder Linkshändigkeit auftreten, genauso müssen genetische Prädispositionen mitberücksichtigt werden. Grundsätzlich ist die neuronale Erregbarkeit von Mensch zu Mensch unterschiedlich, nicht nur im Vergleich von Erwachsenen und Kindern. In Bezug auf solche Wechselwirkungen gibt es derzeit wenig Erfahrungen oder Studien, und die Gefahr eines Auftretens solcher unkontrollierten

Wechselwirkungen wird durch frei verkäufliche Geräte, die im privaten, nicht überwachten Raum angewendet werden, noch vergrößert. Es kann also nicht davon ausgegangen werden, dass eine Vorrichtung zum Enhancement in jedem Individuum den gleichen Effekt erzielt, trotz gleicher Einstellungen des Geräts. Es wird deshalb auch gefordert zu erforschen, wie mit diesen individuellen Unterschieden in Bezug auf Formbarkeit und Toleranz des Gehirns umgegangen werden soll (Voarino et al. 2016; Maslen et al. 2014a). Ebenso wichtig wie die Erforschung von Neben- oder Wechselwirkungen im therapeutischen Zusammenhang ist, den Fokus auf Auswirkungen von Enhancement beim gesunden Probanden zu setzen, da tDCS als Mittel zur Therapie bereits erforscht wird, diese Technik aber immer mehr zu dem nicht

medizinischen Zweck der Leistungssteigerung von Gesunden verwendet wird, mögliche Risiken hierbei aber auch ausgeschlossen werden sollten (Hövel 2011).

Um eine Einsicht zu erlangen in die sowohl langfristigen als auch kurzfristigen Auswirkungen, Effekte und Nebenwirkungen der Anwendung von Enhancement im Alltag, sollte also eine intensive Forschung sowohl mit medizinisch – therapeutischer Zielsetzung, als auch nicht medizinischer Anwendungen erfolgen, um mehr Informationen über Langzeitauswirkungen auf die Neurobiologie zu erlangen (Lapenta et al. 2014; Voarino et al. 2016; Riggall et al. 2015). Um ein größtmögliches Maß an Sicherheit zu bieten, gibt es beispielsweise die Möglichkeit, am Computermodell die Beschaffenheit des Kopfes einer Person – also damit die verschiedenen Schichten des Kopfes mit

Schädelkalotte, Hirnhäuten und Liquor – zu bestimmen und anhand dieser Parameter die Ausbreitung der Spannung über den Kopf vorherzusagen und damit eine Hilfe bei der korrekten Platzierung der Elektroden zu bieten. Diese Technologie ist jedoch weniger im Privatgebrauch als im klinischen Umfeld gebräuchlich, weshalb klinische Ergebnisse, die unter optimalen Voraussetzungen erzielt wurden, weniger auf den Hausgebrauch von tDCS übertragbar sind. Dieses Verfahren ist derzeit jedoch noch sehr aufwendig und kostenintensiv, weswegen alternativ ein standardisierter Kopf verwendet wird. Allerdings gibt es für jeden Menschen individuelle Unterschiede des Schädels, ebenso wie bereits angesprochen unterschiedliche Beschaffenheiten im kindlichen Schädel, beim Jugendlichen, oder bei Personen mit einem sehr geringen

Körperfettanteil (vergleiche dazu 6.3 Enhancement von Kindern und damit verbundene Problematiken) (Widdows und Davis). Dies stellt den Anwender zwar vor mögliche gesundheitliche Risiken, der aufgeklärte Nutzer kann diese Risiken jedoch sehr geringhalten, weshalb es wiederum sehr wichtig ist, die Sicherheit der Technologie zu erforschen und die Ergebnisse weiter zu verbreiten, um den Nutzern Zugriff zu diesen Informationen zu bieten und diesen dadurch eine sichere Anwendung zu ermöglichen.

Zusätzlich zu den möglichen Neben- oder Wechselwirkungen, oder sogar entstehender Abhängigkeit (vgl. 6.1.3) kann der Gebrauch von käuflich erwerbbaaren Geräten durch den Laien riskant sein, da diese möglicherweise nicht korrekt benutzt werden, selbst wenn genaue Anleitungen dem Gerät beiliegen, oder auf eines der vielzähligen Tutorials im Internet

zurückgegriffen wird, die auch keine Garantie einer sicheren Anwendung bieten. Die Expertise der Nutzer wird hierbei infrage gestellt, gleichzeitig wird die Forderung nach offiziellen Richtlinien zum Gebrauch von Enhancement lauter. Die derzeitige Nutzer-Gemeinde ist sich trotz allem aber der allgemeinen Sicherheitsbestimmungen bewusst, zeigt sich auch selbst besorgt über mögliche Risiken, weshalb sich Nutzer deshalb selbst an der Zusammenstellung von Informationen über mögliche Risiken und die richtige Anwendung beteiligen und über Foren und Plattformen veröffentlichen und austauschen (Voarino et al. 2016).

Es ist also wichtig, eben diese Plattformen oder Möglichkeiten für einen Informationsaustausch zu bieten, wenn möglich sogar unter Anleitung geschulten Personals – wie beispielsweise auf der Website der Firma Foc.us geschehen –

ähnlich den Anleitungen zur Gymnastik durch den Physiotherapeuten, um Übungen zuhause durchzuführen (Mike 2020). Im Hinblick auf vorgefertigte Geräte - wie zum Beispiel von Foc.us – kann von einem relativ hohen Maß an Sicherheit für den Anwender ausgegangen werden, die Bereitstellung und Vermittlung detaillierter Anwendungsempfehlungen und Anleitung zur Benutzung, sowie Sicherheitshinweise sind aber unerlässlich. Der rege Austausch innerhalb der Nutzergemeinde ist in dieser Hinsicht positiv zu bewerten. Man erlangt den Eindruck, dass – was das Sicherheitsbewusstsein angeht – bereits ein vernünftiger und vorsichtiger Umgang mit der Technologie besteht, der dennoch durch weitere Forschung erweitert werden könnte.

6.1.3 Abhängigkeit und Suchtpotential von tDCS

Beschäftigt man sich mit der Beeinflussung der menschlichen Fähigkeiten, des Körpers oder des Geistes, so stellt sich immer die Frage einer möglichen Abhängigkeit von dem Mittel oder der Maßnahme, die verwendet wird. Roland Kipke schreibt über das Thema der Abhängigkeit von Neuroenhancement in seinem Artikel im deutschen Ärzteblatt aus dem Jahr 2010 (Kipke et al. 2010). Körperliche Abhängigkeit, wie sie von manchen Rauschmitteln bekannt ist, setzt – so Kipke – eine neurologische Veränderung im System der inhibitorischen Botenstoffe voraus, durch die beim Wegfall der Substanz vegetative Symptomatiken, wie z.B. Krampfanfälle, Nervosität oder ähnliche Entzugserscheinungen auftreten können. Dem gegenüber stellt er die psychische Abhängigkeit, die sich mitunter weniger körperlich, als eher

mit irrationalem Begehren äußert. Eine sich körperlich äußernde Abhängigkeit, die auf Kosten der körperlichen und geistigen Gesundheit entsteht, wäre ein durchaus gewichtiger Grund gegen die Nutzung von Neuroenhancern. Bei der psychischen Abhängigkeit kann argumentiert werden, dass milde Formen dieser Abhängigkeit innerhalb der Gesellschaft existieren und akzeptiert sind. Schwere Formen der psychischen Abhängigkeit, die es dem Betroffenen schwierig machen am Leben teilzuhaben wären ebenfalls ein klarer Grund gegen die Verwendung von tDCS (eine Diskussion verschiedener Formen von körperlichen oder psychischen Abhängigkeiten und deren Bedeutung für die Nutzung von tDCS wird unter 7. vorgenommen).

Eine alltäglich verwendete Substanz zur Leistungssteigerung ist das Koffein, das in der Wirkung an dopaminergen Rezeptoren ähnlich

reagiert wie Drogen², im Gegensatz dazu aber nicht zu moralisch bedenklichen Drogen gezählt wird, das aber auch keine massive körperliche Abhängigkeit erzeugt, wie es bisher von tDCS ebenfalls nicht bekannt ist (Kipke et al. 2010). Nun muss die Frage gestellt werden, ob zukünftige Neuronenher ein Suchtpotenzial bergen, und wenn ja, wie damit umgegangen werden sollte. Es ist derzeit unklar auf welche Art und Weise sich eine solche Abhängigkeit äußern könnte, geschweige denn ab wann von Abhängigkeit zu sprechen ist. Es wird diskutiert, ob technische Neuroenhancer – zu dem Zweck verwendet kognitive Leistung zu erhöhen – eine Abhängigkeit hervorrufen können, mit dem Hintergrund, dass das Lernen durch das Belohnungssystem beeinflusst wird, ja sogar davon abhängig ist. Eine Beeinflussung des

² Beispielsweise Amphetamine, bewirken eine verlängerte Verweildauer von Dopamin im synaptischen Spalt (DocCheck 2023).

Belohnungssystems geht demnach immer mit der Möglichkeit einer – wenn auch nur psychischen – Suchtentwicklung einher (Kipke et al. 2010; Galert et al. 2009). Zuerst gilt es die Frage zu beantworten, welches Ausmaß eine solche Abhängigkeit annehmen würde und ob und inwieweit diese für das Individuum und die Gesellschaft zum Nachteil oder zur Bedrohung werden könnte. Auch wenn eine körperliche Abhängigkeit wissenschaftlich noch nicht belegt wurde, kann eine psychische Abhängigkeit von tDCS, das zum effektiveren Lernen verwendet wird, durchaus entstehen, da Lernen ein Vorgang ist, der wie zuvor erörtert durch das Belohnungssystem beeinflusst wird. Es wäre außerdem denkbar, dass unter Stimulation durch tDCS gelernte Inhalte nach Wegfall der Stimulation nicht so effizient abgerufen werden könnten, wie unter Einfluss von tDCS. Dafür bedarf es weiterer Forschung, die dann

auch eine Beurteilung eines etwaigen Suchtpotentials erlaubt und eine entsprechende Regulierung des Umgangs festzulegen, um die Abhängigkeit für den Einzelnen und die Gesellschaft möglichst minimal zu halten. Der Schwerpunkt für zukünftige Forschungen, sollte also auf Nebenwirkungen, Langzeitwirkungen und mögliche Ausbildungen von Abhängigkeiten – seien es nun körperliche oder psychische – gelegt werden, um dem Anwender sowohl im klinischen als auch privaten Gebrauch ein hohes Maß an Sicherheit zu gewährleisten.

6.2 Sozialer Druck und Zwang

In der gegenwärtigen, vom Leistungsgedanken geprägten Gesellschaft wird jeder Einzelne in seinem Alltag stark gefordert. Wie in der

Einleitung schon dargelegt, steigen in beruflichen, schulischen, ja sogar privaten Bereichen die Anforderungen immer mehr, wodurch der Wunsch nach Verbesserung der eigenen Fähigkeiten um im Wettbewerb mithalten und im Alltag bestehen zu können, als Konsequenz immer größer wird. Nicht nur Politik, Mode oder soziale Medien üben einen gewissen Druck zum Mithalten aus, gerade an Schulen und Universitäten war und ist dieser Druck zur Leistungssteigerung allgegenwärtig. Fraglich ist, ob ein solcher Zwang, oder sozialer Druck aus ethischer Sicht, mit Blick auf die Gesellschaft, in die Selbstbestimmung des Menschen eingreift und ob dies für die Gesellschaft förderlich und für den Einzelnen wünschenswert ist (Sanders et al. 2014; Hamilton et al. 2011).

Neuroenhancement und dabei auch tDCS erfreut sich immer größerer Beliebtheit zur

Stimulation von Gesunden und Steigerung von kognitiven Leistungen. Dabei stellt sich die Frage, ob sich aus den vielversprechenden Verbesserungen, die dieses Enhancement mit sich bringt, nicht zukünftig ein Zwang zur Nutzung solcher Maßnahmen entstehen könnte (Hamilton et al. 2011). Dabei unterscheiden zum Beispiel Voarino et. al. zwischen direktem und indirektem Zwang, wobei sich der indirekte Zwang im allgemein vorherrschenden sozialen Druck äußert, der direkte Zwang hingegen wird ausdrücklich durch eine höhere Stelle – wie etwa Eltern, Arbeitgeber, die Regierung oder eine Bildungseinrichtung – ausgeübt. Wenn die Mehrheit der Bevölkerung eine Technologie zur Verbesserung von mentalen und kognitiven Fähigkeiten benutzt, bedeutet dies zum einen, dass sich die Nutzer davon ein gewisses Maß an Effizienz und Sicherheit dieser Technologie

versprechen, zum anderen übt dies einen indirekten Zwang zum Nutzen der Technologie zum Bestehen in der Gesellschaft und im Wettbewerb aus. Wenn die Technologie andererseits von niemandem benutzt wird – etwa, weil sie nicht effizient genug oder nicht sicher ist – wird folglich auch kein sozialer Druck auf den Einzelnen ausgeübt.

Der direkte Zwang setzt die Annahme voraus, dass ein Enhancement mithilfe von tDCS in bestimmten Bereichen des Lebens benötigt wird, so zum Beispiel im Bereich der Erziehung und Bildung, in rechtlichen oder militärischen Bereichen oder einfach zur Förderung der Leistung am Arbeitsplatz, wobei die Aufforderung zur Anwendung im Falle eines direkten Zwangs eben meist gegen den Willen der Person durch eine höhere Stelle erfolgt (Voarino et al. 2016).

Bereiche in denen hoher Konkurrenzdruck herrscht, sind eher von einer Ausbildung eines indirekten Zwangs betroffen. Dabei ist – wie zuvor erwähnt - ein gesteigerter Nutzen von tDCS ein Indiz für Effektivität und Sicherheit der Vorrichtungen. Sind diese beiden Voraussetzungen nicht oder nur unzureichend erfüllt, würden Forderungen nach solchen Geräten laut Meinung von Voarino oder Lapenta et. al. nicht aufkommen (Voarino et al. 2016; Lapenta et al. 2014). Es ist unwahrscheinlich, dass eine weite Verbreitung und steigender Gebrauch einer Technologie eintreten, die letztendlich entweder keinen Nutzen hat, oder bei der die Risiken den Nutzen überstiegen. Sicher mag es trotz allem zu einem Gebrauch von tDCS unter diesen Voraussetzungen kommen, der Zwang für die Mitglieder einer Gesellschaft, sich ebenfalls dieser Technologie zu bedienen wäre

allerdings eher gering bis nicht existent. Schlussfolgend muss sich die Technologie der tDCS erst als wirksam und effektiv beweisen, um eine Entstehung eines Zwangs, ungeachtet welcher Art, erst nach sich zu ziehen.

Hat sich die Technologie bewährt, ist also nachweislich effektiv und findet weit verbreitet Anwendung, aber der Einzelne entscheidet sich gegen die Anwendung, kann für diesen durchaus ein Nachteil bestehen gegenüber denen, die DIY – tDCS für sich anwenden. Wird der soziale Druck jedoch zu hoch - und Neuroenhancement wird schließlich doch angewendet – ist wieder ein Zwang zum Nutzen der Maßnahmen entstanden, um im Alltag bestehen zu können. Der Einzelne setzt sich nun doch gegen seinen Willen beispielsweise dem Risiko der Entwicklung eines Suchtpotenzials aus, sofern diese Entwicklung einer Sucht erwiesenermaßen

besteht. Dem gegenüber muss man allerdings festhalten, dass in vielen Bereichen des Lebens bereits ein gewisser Druck zur Anpassung existiert und der Einzelne dadurch bereits Risiken ausgesetzt ist, als Beispiel kann man die Nutzung von Smartphones oder sozialen Netzwerken nennen. Im Unterschied dazu greift eine Maßnahme wie das Enhancement durch tDCS aber möglicherweise direkt in den Körper ein, eine mögliche und derzeit nicht auszuschließende körperliche Abhängigkeit oder Veränderung steht also der psychischen Abhängigkeit von Smartphones oder sozialen Medien gegenüber (Kipke et al. 2010). Allerdings stellt tDCS derzeit noch eine Maßnahme dar, ohne die zu leben ohne merkliche Einschränkungen möglich ist. Abhängig davon, wie die Technologie sich weiterentwickelt, muss nicht unweigerlich ein Nachteil für diejenigen entstehen, die diese

nicht anwenden, ähnlich einem Smartphone oder einem Smart Home System, ohne die derzeit noch kein wirklich spürbarer Nachteil im alltäglichen Leben besteht. Auch besteht derzeit noch kein Einblick in das Ausmaß der Wirkung von tDCS, weshalb noch nicht davon ausgegangen werden kann, dass die Anwendung einen direkten Eingriff in den Körper und somit die Biologie und Physiologie des Menschen ist, eine körperliche Abhängigkeit kann also nach derzeitigem Wissensstand ausgeschlossen werden.

Dem Einzelnen sollte überlassen bleiben, ob er sich für oder gegen biotechnisches Enhancement durch tDCS entscheidet. Forcierte Interventionen, also der direkte Zwang Enhancement zu nutzen sind dabei in einem demokratischen Rechtsstaat undenkbar (Heilingner 2016). Aus diesem Grund, und um einen Missbrauch zu unterbinden, werden

angemessene Gesetze gefordert, die eine gezwungene Anwendung verbieten, es sei denn diese zieht einen Zugewinn an Sicherheit nach sich (Greely et al. 2008).

Es sollte jedoch, um möglichen Zwang oder Missbrauch der Technologie schon im Vorfeld zu vermeiden, beziehungsweise den Verbraucher vor diesem zu schützen, eine angemessene Erforschung der Effektivität und der Auswirkungen erfolgen, um anschließend eine angemessene Sicherheitseinstufung und im Zuge dessen Regulierung der Verwendung von technischem Neuroenhancement zu ermöglichen, um einer späteren Entwicklung eines direkten Zwangs vorzugreifen. Einem möglichen indirekten Zwang wird man allerdings schwer vorgreifen können, da dieser aus der Gesellschaft heraus entsteht. Es kann und sollte versucht werden die Entstehung eines solchen nicht zu fördern oder

ezinzudammen, indem Mittel und Alternativen zum Neuroenhancement geboten werden, die dieses iberflussig machen, oder Werbung auf ein Minimum beschränkt werden, sodass das Interesse an der Technologie erst gar nicht verstärkt geweckt würde. Gerade Bildungseinrichtungen, in denen der Leistungsdruck immer höher wird, sollten Alternativen zu dieser künstlichen Leistungssteigerung bieten, oder gar das Bildungssystem so weit angepasst werden, dass etwaige Maßnahmen zur Leistungssteigerung redundant werden.

6.3 Enhancement von Kindern und damit verbundene Problematiken

Wenn sich nun Erwachsene tDCS zum Zweck des Enhancements bedienen, um damit

kognitive Fähigkeiten zu steigern oder Defizite auszugleichen, so wirft das die Frage auf, ob eben diese Technologie nicht auch an Kindern angewandt werden kann, darf und vor allem sollte.

Der Wunsch nach Förderung von Fähigkeiten eines Kindes geht oft von den Eltern aus, in seiner alltäglichen Form durch zum Beispiel musikalische Früherziehung, Nachhilfe, Sport oder andere Freizeitaktivitäten, mit dem Ziel ihre Kinder zu fördern und ihnen gute Zukunftschancen zu bieten. Solche Maßnahmen sind gesellschaftlich akzeptiert, und gehören bereits zum Alltag der meisten Kinder. Wie steht es nun mit der Verbesserung der Leistungsfähigkeit von Kindern und Jugendlichen durch Enhancement über diese Maßnahmen hinaus, sei es nun mit Hilfe von pharmazeutischen Mitteln oder durch technisches Enhancement?

Pharmakologisches Enhancement wird bei Kindern nicht angewandt, zu groß sind die negativen Auswirkungen auf Körper und Psyche des Kindes. Anders verhält es sich dabei jedoch derzeit mit dem Einsatz dieser pharmakologischen Mittel zur Therapie, da zum therapeutischen Zweck eine medizinische Indikation vorliegt und die Anwendung unter ärztlicher Aufsicht und Kontrolle stattfindet, um ein größtmögliches Maß an Sicherheit zu garantieren. Unerwünschte Arzneimittelwirkungen werden dabei zu Therapiezwecken in Kauf genommen. Beim Einsatz solcher Mittel – beispielsweise zur Therapie von ADHS – gibt es aber durchaus auch kritische Stimmen.

So von Ilina Singh, die ADHS, die Hintergründe und den Umgang mit der Erkrankung und deren Auswirkung auf Familie und Betroffene seit zwanzig Jahren erforscht. Sie betont, dass das

Umfeld, sowohl privat als auch – und vor allem – das Schulische Umfeld wichtig zur korrekten Diagnose und richtigem Umgang mit der Krankheit sind um weder den Betroffenen (oftmals Kinder), noch deren Umfeld Schaden zuzufügen. Nach fundierter Analyse von Betroffenen, deren Familiären und sozialen Umfeld, kann eine genaue Diagnose und dementsprechend Therapie ausgewählt werden, was nicht immer medikamentös ist. (Santos und Freitas 2016; Singh 2008; Quaine 2018). Sieht man sich die Meinungen der Kinder an, die Ritalin zur Therapie von ADHS einnehmen, so fällt auf, dass viele positiv ausfallen. Die Anwender fühlen sich durch das Mittel in ihrer Moral bestärkt. Singh fordert, dass die Meinungen und Erfahrungen der Kinder, die mit Ritalin behandelt werden, genauso in Studien mit einfließt wie andere Faktoren (Singh 2013).

Anders sieht es beispielsweise Francis Fukuyama, der in seinem Buch „Our posthuman future“, Ritalin als Mittel zur sozialen Kontrolle bezeichnet. Er negiert die Existenz von ADHS und nennt die auffälligen Verhaltensmuster normal bei jungen Menschen (Fukuyama 2003).

Nun gibt es schon derart unterschiedliche Stimmen zum therapeutischen Gebrauche von Pharmazeutika, dass ein Einsatz zum Enhancement noch problematischer erscheint, was durchaus Parallelen zum technischen Enhancement zeigt.

Das offensichtlichste Problem beim technischen Enhancement von Kindern allerdings spricht eine Gruppe von Forschern im Jahr 2009 in der Zeitschrift Gehirn & Geist an. Sie stellen fest, dass es zum derzeitigen Zeitpunkt nicht genug eindeutige wissenschaftliche Erkenntnisse zu den

Auswirkungen und Risiken bei der Stimulation eines sich noch in der Entwicklung befindlichen Gehirns durch technisches Enhancement gibt. Nach Ansicht der Autoren existierten derzeit nicht genug wissenschaftlich fundierte und eindeutige Erkenntnisse über die Auswirkungen und möglichen Risiken durch den Einsatz von tDCS – sei es nun für therapeutische Zwecke oder zum Enhancement – auf das sich entwickelnde Gehirn, das sich in seiner Beschaffenheit stark von dem eines Erwachsenen unterscheidet (Galert et al. 2009).

Zwar ist bekannt, dass kein menschlicher Schädel und kein Gehirn gleich dem anderen ist, der Schädel von Kindern und Jugendlichen zeigt jedoch zudem noch einige weitere individuelle Beschaffenheiten, auf die bei dem Versuch von technischem Enhancement oder aber auch der Therapie mittels technischer

Vorrichtungen, Rücksicht genommen werden müsste. Dies zeigt sich insbesondere an der qualitativ unterschiedlichen Beschaffenheit eines kindlichen Schädels. Dabei ist der Schädelknochen wesentlich dünner als der eines Erwachsenen, wodurch bei Stimulation mit tDCS die elektrische Spannung tiefer in den Schädel eindringen kann und es dadurch folglich auch zu einer verstärkten Wirkung der Stimulation auf das Gehirn kommt (Geddes 2015). Des Weiteren ist der Schädel eines Kindes kleiner als der eines Erwachsenen, wodurch sich eine angelegte Spannung effektiver bzw. breitflächiger über das Gehirn ausbreiten kann, also weiter entfernte Areale ebenso – möglicherweise unbeabsichtigt – stimuliert werden können. Einem weiteren Problem muss man sich bei Jugendlichen mit Essstörungen stellen, die eine teils große Gruppe ausmachen, vor allem diejenigen, die

beispielsweise an Anorexie oder Bulimie leiden. Bedingt durch den geringen Körperfettanteil befindet sich auch im Schädel, der ja zusätzlich kleiner als der von Erwachsenen ist, weniger Fett als bei normalgewichtigen Kindern, was dazu führt, dass sich elektrische Spannung schneller über den Schädel ausbreitet (Widdows und Davis). Roi Cohen Cadosh führte 2013 eine Studie an Kindern durch, bei der getestet werden sollte, ob gezielte Areale des Gehirns gefahrlos stimuliert werden können. Cadosh sieht in der sicheren Anwendung von Enhancement einen Grundbaustein für die Anwendung dieser neuen Technologie und äußert sich auch besorgt zum möglichen Missbrauch derselbigen, da bisher noch keine sichere Regelung zur Verwendung von Enhancement – speziell tDCS – existiert und keine strikten Sicherheitsanforderungen – weder für den

Gebrauch durch und für Erwachsene, noch für Kinder – an solche Vorrichtungen gestellt werden (Geddes 2015).

Die Entscheidung zur Anwendung von Enhancement bei Kindern wird oft durch die Eltern gefällt, die mit Sicherheit einen Vorteil für ihre Kinder in deren besserer Leistungsfähigkeit durch mentale Formung sehen und das Beste für ihr Kind im Sinn haben mögen. Moralisch bzw. ethisch kritisch zu betrachten ist die Frage, ob die Form des Enhancements im Sinn der Kinder ist und ob diese ab einem bestimmten Alter selbst über solche Maßnahmen entscheiden sollten, und wenn ja, ab welchem Alter dies erlaubt sein sollte.

Grundlegend ist davon auszugehen, dass Eltern natürlich ein gewisses Maß an Recht und sogar Pflicht zur Erziehung haben – natürlich immer zum Wohle des Kindes (Galert et al.

2009). Die Gefahr bei der Förderung von Leistungen des Kindes ist jedoch, dass der elterliche Ehrgeiz zu stark auf das Kind übertragen wird – sei es nun durch Förderung in der Schule, im Sport oder privat – wie es oft schon geschieht, oder eben durch Enhancement. Wird Enhancement jedoch als ein Eingriff in die körperliche Integrität des Kindes angesehen – wenn durch die Stimulation beispielsweise die Zellstruktur des Gehirns verändert wird – ist es wichtig abzuwägen, ob dies noch zum Wohl des Kindes geschieht. Wäre dies nicht der Fall, so meinen Galert et al., dass es dann abzuwägen gilt, ob nicht der Tatbestand der Körperverletzung vorliegt – ausgenommen natürlich, die Maßnahme würde vor dem Hintergrund einer medizinischen Indikation durchgeführt (Galert et al. 2009).

Wichtig im Umgang mit der Technologie des Enhancements ist also eine klare Differenzierung von Therapie und dem eigentlichen Enhancement. Bei der Therapie eines neurologischen Defekts oder einer Krankheit ist der Einsatz von zum Beispiel tDCS per Definition eine notwendige Maßnahme, ganz im Wohlergehen des Kindes, selbst wenn dadurch geringfügige Nebenwirkungen auftreten können. Für eine fundierte Abwägung der Vor- und Nachteile der nicht therapeutisch ausgelegten Verwendung von tDCS zum Zweck des Enhancements und der damit verbundenen Konsequenzen fehlt Kindern jedoch das Verständnis, weshalb sie über solch schwerwiegende, große Eingriffe nicht selbst entscheiden dürfen. Obwohl es fraglich ist, ob Eltern über Enhancement ihrer Kinder entscheiden sollten, und diesen dadurch die Entscheidung über mögliche

Veränderungen ihrer Fähigkeiten und möglicherweise sogar ihres Wesens abnehmen, argumentieren einige Forscher, dass gerade Enhancement Kindern ermöglicht, durch eben diese Wesensformung, andere und gezieltere Entscheidungen zu treffen, und ihnen ein breiteres Spektrum an Auswahlmöglichkeiten zu bieten (Maslen et al. 2014c). Da diese als kritisch zu betrachtende Veränderung der Persönlichkeit jedoch noch nicht wissenschaftlich bestätigt ist, also nicht davon ausgegangen werden kann, dass eine Anwendung von tDCS die Grundzüge des menschlichen Wesens grundlegend und dauerhaft verändert, bleibt die Frage um die Förderung einer Entscheidungsfindung von Kindern noch Spekulation (eine Diskussion möglicher Veränderungen der Persönlichkeit und deren Bedeutung für die Anwender findet unter 7. statt).

Ein weiteres Problem des Einsatzes von technischem Neuroenhancement zur Förderung oder Leistungssteigerung von Kindern, ist der mögliche Missbrauch der Technologie durch die Eltern, die ihre Kinder damit fördern oder deren Leistung noch weiter in die Höhe treiben wollen, diese dadurch jedoch großem Druck und möglicherweise gesundheitlichen Risiken aussetzen. Ob dieser projizierte Ehrgeiz der Eltern für das Kind schädlich oder förderlich ist, bedarf einer anderen Erörterung. Man kann jedoch feststellen, dass eine Förderung der Kinder durch die Eltern bereits in vielen Bereichen stattfindet, sei es Nachhilfe, eine Lernsoftware oder Unterricht an einer Privatschule, was als Maßnahmen zum Wohle des Kindes und zur Förderung oder Schaffung von guten Voraussetzungen für ein erfolgreiches Leben angesehen wird.

Fest steht, dass jede Maßnahme zur Förderung der kindlichen Erziehung und Bildung spätestens dann als kritisch zu betrachten ist, wenn zu erwarten ist, dass das Kind dabei einen psychischen und/oder körperlichen Schaden nimmt. Darum ist es nun wieder wichtig, die Auswirkungen von tDCS am Gesunden zu erforschen, um eine Bestimmung des Risikoprofils und eine Regulierung der Benutzung dieser Technologie möglich zu machen und so zumindest einen sicheren Gebrauch zu gewährleisten. Zuerst sollte diese Forschung am Erwachsenen stattfinden, um sämtliche Risiken abschätzen zu können. Wenn zu Risiken der Stimulation am erwachsenen Gehirn aussagekräftige Ergebnisse bestehen, kann eine Forschung an gesunden Kindern erfolgen, Schädigung des kindlichen Gehirns sollte aber ausgeschlossen werden können.

Die Frage ab wann es Kindern bzw. Jugendlichen erlaubt sein sollte, selbst über Enhancement – Maßnahmen zu entscheiden, sollte Teil der Debatte zur Regulierung von Enhancement sein, eine klare Richtlinie ist zum Schutz der Gesundheit der Kinder und Jugendlichen auf jeden Fall vonnöten.

Um eine solche sichere Struktur für technisches Enhancement im privaten Gebrauch zu schaffen, bedarf es nun jedoch weiterer Erforschung der Auswirkungen, die die Technologie auf ein sich entwickelndes Gehirn hat, um anschließend ein Konzept zur Regulierung zu entwerfen. Diese Forschung sollte nach ausreichender Erforschung von tDCS am Erwachsenen stattfinden, um das sich entwickelnde Gehirn möglich wenig Risiken auszusetzen. Es sollte also ein Weg gefunden werden, wie eine derartige Forschung unter möglichst sicheren Rahmenbedingungen

stattfinden kann, um ein größtmögliches Maß an Erkenntnis, ohne Gefährdung der Probanden zu liefern. Danach sollte festgelegt werden, ob und ab wann es Kindern bzw. Jugendlichen erlaubt sein darf, über die Verwendung einer solchen Maßnahme außerhalb einer medizinischen Notwendigkeit selbst zu entscheiden und bis zu welchem Alter es noch Sache der Eltern oder Erziehungsberechtigten ist, diese zu fällen, da die Verwendung von Neuroenhancement auch einen Eingriff in die Persönlichkeit darstellen kann (dies wird unter 7. weiter ausgeführt und diskutiert). Bei medizinischen Entscheidungen zählt im Moment die Volljährigkeit als Grenze, davor bedürfen jegliche Behandlungen der Zustimmung der Eltern oder Erziehungsberechtigten.

6.4 Authentizität, Autonomie und Selbstbestimmung

Neben Sicherheitsbedenken und regulatorischen Fragen beschäftigt sich die Ethik auch mit der Frage, welchen Einfluss Enhancement unter anderem auf das Menschenbild, die Authentizität, Autonomie, das Selbst und das Selbstbestimmungsrecht des Individuums hat. Enhancement ist in der Lage Funktionen des Gehirns zu verändern – dabei auch psychosoziale Fähigkeiten (Siehe unter 4.4, konnte schon emotionale Befangenheit von Patienten mit Depression verändert werden), was die Frage aufwirft, ob der Anwender dann noch authentisch und selbstbestimmt entscheidet und handelt, und ob sich durch etwaige Veränderungen bestimmter Hirnfunktionen das Sozialverhalten nicht nur positiv, sondern auch negativ

verändern kann (Schäfer und Groß 2008). Im Zusammenhang mit der Stimulation durch tDCS konnten bisher noch keine grundlegenden oder überdauernden Veränderungen der Persönlichkeit hervorgerufen werden, weshalb die Frage des Authentizitätsverlusts vorerst nebensächlich bleibt, sofern keine, auf eine Veränderung hindeutenden wissenschaftlichen Erkenntnisse erzielt werden.

Der Begriff der Authentizität wird vom griechischen „authentikós“ abgeleitet, was in seiner Übersetzung „echt“ bedeutet (Mauritz 2018). Ist Authentizität also nur eine Form der Echtheit des Einzelnen, und wenn ja, wie genau ist diese Echtheit definiert? Jon Leefmann unternimmt in seinem Buch „Zwischen Autonomie und Natürlichkeit“ den Versuch Authentizität zu definieren. Er beschreibt Authentizität als einen individuell empfundenen Zustand, der dann erlebt

wird, wenn man als Mensch so ist, wie man sich das vorstellt, also ein bestimmtes Bild des Selbst erfüllt. Dieses Selbstbild unterliegt natürlich Veränderungen, ist also ein temporäres Empfinden, das sich – ebenso wie in diesem Zusammenhang dann die Authentizität – im Laufe des Lebens verändern kann. Von Authentizität kann laut Leefmann dann gesprochen werden, wenn das Individuum dem an sich selbst gelegten Maßstab entspricht. Wird diese Voraussetzung nicht erfüllt, kann nicht von Authentizität gesprochen werden (Leefmann 2017, S. 20–22). Um für eine Persönlichkeit einen Maßstab anzulegen, müssen vorerst Kriterien definiert werden, die diese Person auch erfüllen kann. Dabei wird oftmals das Selbstbild zum Maßstab genommen, also das Abbild des Selbst, wie es vom Einzelnen selbst wahrgenommen wird und dieser sich als authentisch definiert und empfindet, aber auch

wie andere dieses Selbst definieren und dementsprechend den Maßstab anlegen, wobei sich diese jeweiligen Bilder stark unterscheiden können (Leefmann 2017, S. 138–139). Unter- nimmt man nun den Versuch eine andere Person als authentisch zu definieren, so wird ein persönlich definierter Maßstab in das Verhältnis einer mutmaßlichen Identität des anderen gesetzt, was nicht zwangsläufig der Definition von Authentizität entspricht, die diese Person für sich festgelegt hat. Authentizität kann also als eine „*subjektiv erlebte Vorstellung der eigenen Identität*“ angesehen werden (Leefmann 2017, S. 144). Im Grunde definiert er Authentizität als die Unabhängigkeit in Ausdruck, Formung und Auslebung des Selbst, wobei die Persönlichkeit des Einzelnen zum Ausdruck gebracht werden soll, und dabei aber mit den Prinzipien des Einzelnen übereinstimmen und reflektiert erfolgen muss, um Autonomie zu garantieren. Der

Begriff Autonomie wird abgeleitet vom griechischen autós – Selbst und nómos – Gesetz und kann gedeutet werden als Begriff der Selbstbestimmung (Autonomie – Staatslexikon 2023). Kann nun von einer realistischen Definition des Selbst und somit eines authentischen Individuums ausgegangen werden, so befähigt diese Authentizität nun dazu, Entscheidungen über das so definierte Selbst autonom, also selbstbestimmt zu treffen.

Die Frage, ob das ursprünglich Normale im Zusammenhang mit Neuroenhancement im Allgemeinen einen besonderen moralischen Status haben sollte, kann mit „ja“ beantwortet werden, da die grundlegenden Wesenszüge eines Menschen durch die Technologie nicht verändert werden sollten. Zwar ist eine Veränderung der Persönlichkeit, oder des Charakters im Laufe eines Lebens ein normaler Prozess, diese Veränderung stellt sich jedoch als nachteilig dar,

wenn sie sich unvermittelt, nicht kontrollierbar, oder gar zum Schaden für den Einzelnen erweist. Die Beeinflussung von sozialen Eigenschaften wurden bereits in diversen Studien erforscht, um eine Einschätzung der möglichen Veränderungen des menschlichen Sozialverhaltens abgeben zu können. So konnte in einer Metaanalyse im Jahre 2018 festgestellt werden, dass mit Hilfe von tDCS schlecht angepasste soziale Verhaltensmuster, wie zum Beispiel Befangenheit, verringert werden können, ebenso wie eine Minderung der Risikobereitschaft der Probanden (Bell und DeWall 2018). Durch tDCS werden nicht nur psychosoziale Eigenschaften, sondern auch mentale Fähigkeiten wie Gedächtnis oder Konzentration verändert, beziehungsweise gesteigert, was als akzeptable Auswirkung der Anwendung angesehen und toleriert wird. Kritisch betrachtet wird eine Veränderung der Persönlichkeit, wenn

dadurch die Identität so weit verändert wird, dass der Mensch quasi ein anderer wäre wie vor der Anwendung von Enhancement, möglicherweise sogar zu dessen eigenem oder zu gesellschaftlichem Nachteil (Hamilton et al. 2011). Es wäre daher meiner Meinung nach sinnvoll, eine Grenze festzulegen, bis zu der die Persönlichkeit verändert werden kann und sollte, ohne zu weit in die Identität des Menschen einzugreifen (Möglichkeiten, eine solche Grenze festzulegen werden unter 7. diskutiert).

Die Frage, was eine Persönlichkeit oder persönliche Identität als dieselbige definiert, kann beantwortet werden, mit mehreren Voraussetzungen, die eine Persönlichkeit als individuell empfunden werden lassen. Zum einen zählen dazu die eigenen, individuellen psychischen und physischen Merkmale, die Fähigkeit des Einzelnen sich an interne und externe Geschehnisse anzupassen und das eigene

Erleben des Selbst (Schneewind 2000). All das unterliegt im Laufe des Lebens Veränderungen, womit sich auch die Persönlichkeit mit der Zeit verändert, genauso wie die Authentizität und das Selbstbild ebenfalls diesem Wandel unterliegen. Die Persönlichkeitsentwicklung vollzieht sich durch aktive Prozesse, Interaktionen mit Personen, Objekten und der Umwelt. Zu Beginn unterliegt die Entwicklung noch der Aufsicht und erfolgt unter Anleitung erfahrenerer Personen – wie beispielsweise die Kindesentwicklung – nach dem Erlernen der Grundprozesse des Lebens, vollzieht sich diese Entwicklung weiter, nun jedoch durch Weiterentwicklung dieser Erfahrungen unter Eigenregie, also selbstbestimmt (Schneewind 2000).

Die Selbstbestimmung kann definiert werden, als die Freiheit, ohne Einschränkung und Beeinflussung von außen über das eigene Leben zu entscheiden (Mai 2021). Oftmals wird der

Begriff der Selbstbestimmung mit dem Begriff der Autonomie gleich gesetzt, was in der ethischen Definition eine Unabhängigkeit und Fähigkeit den eigenen, freien Willen zu äußern bedeutet (Stangl 2021). Das deutsche Referenzzentrum für Ethik in den Biowissenschaften (DRZE im Folgenden) unterstreicht dabei, dass eben diese Selbstbestimmungsfähigkeit einen Teil der Autonomie ausmacht, die die Fähigkeit beinhaltet Handlungen oder Aspekte der Persönlichkeit zu bewerten. Diese Autonomie kann dann erzielt werden, wenn der Einzelne in seinem Selbst ganz authentisch, also frei von Zweifel und seinem grundlegenden Wesen sicher und frei von Fremdbestimmung ist (DRZE 2022).

Um diese Selbstbestimmung zu bewahren und schwere, möglicherweise auch ungewollte Veränderungen des Selbst oder des Körpers zu vermeiden, wurde im medizinischen Bereich

der Begriff des „informed consent“ eingeführt, was gleichbedeutend der informierten Einwilligung des Patienten (oder Vormundes bzw. Elternteils) ist. Dieser informed consent soll sicherstellen, dass im Zuge einer medizinischen Intervention, der Patient über Vorgehen, Risiken und Nutzen der Behandlung, Folgen einer unterlassenen Behandlung und Alternativen zur Behandlung informiert wurde und daraufhin sein Einverständnis zum geplanten Eingriff gegeben hat. Dabei soll die Autonomie des Patienten gewahrt werden, es erfolgt also kein Eingriff in den freien Willen des Patienten (Hall et al. 2012).

Um im medizinischen Bereich, als auch in der Forschung den informed consent des Patienten, beziehungsweise Studienteilnehmers zu erlangen, müssen bestimmte Hauptkriterien erfüllt sein, damit der Eingriff oder die Behandlung durchgeführt werden darf. Diese Kriterien

beinhalten eine umfassende Erläuterung der medizinischen Fakten für den Patienten, des Vorgehens des Eingriffs, sowie die zu erwartenden Ergebnisse, ebenso wie die Folgen einer Unterlassung der Behandlung (Terry 2007, S. 564) . Dem Patienten müssen der Ablauf der Behandlung, der Zweck der Therapie, sowie Vor- und Nachteile und mögliche Risiken verständlich erklärt werden. Diese Fakten sollten dem Patienten zudem so erläutert werden, dass dieser diese Informationen verstehen, und auf deren Basis zu einer Entscheidung finden kann. Beim Prozess der Entscheidungsfindung darf es nicht zu einem Zwang oder Manipulation durch Dritte kommen, die Entscheidung soll selbstbestimmt fallen. Bei Patienten, die eben solche Entscheidungen nicht treffen können oder dürfen – beispielsweise Kinder, Personen mit geistiger Behinderung oder demente Patienten – übernimmt diese Aufgabe der

Erziehungsberechtigte oder Vormund, für den dann die Informationen entsprechend bereitgestellt werden müssen. Dieser ist dann dazu angehalten die Entscheidung zum Wohle und im Interesse der zu behandelnden Person zu treffen. Sind diese Voraussetzungen gänzlich erfüllt, kann eine Zustimmung zur Behandlung gegeben und diese durchgeführt werden (Pedroni und Pimple 2001).

Wird nun also tDCS mit dem Zweck der Therapie eingesetzt, ist nun dieser informed consent des Patienten eine Voraussetzung für die Durchführung dieser Therapie. Anders verhält es sich jedoch, wenn tDSC in Eigenregie zum Zweck des Enhancements eingesetzt wird, eine der Anwendung vorausgehende Weitergabe der wichtigsten Informationen von Fachpersonal oder Spezialisten zu der Technologie bleibt aus. Der Anwender kann sich diese Informationen aber selbst beschaffen, sei es aus Quellen

im Internet, oder einer Anleitung bei einem gekauften, vorgefertigten Gerät. Eine verpflichtende, der Anwendung vorausgehende Aufklärung der Anwendung ist – anders als bei der Therapie – jedoch nicht vorgeschrieben. Um es dem Nutzer zu ermöglichen, die Anwendung möglichst gut informiert und damit nicht zu seinem Nachteil durchzuführen, ist es unerlässlich, dass Anleitungen zum Gebrauch, sowie Hinweise zu Risiken und Nebenwirkungen leicht verständlich formuliert und einfach zugänglich sind. Da viele Anwender sich diese Geräte auch selbst bauen, ist eine kontrollierte und überwachte Verbreitung dieser zuvor genannten Informationen via Internet ebenso maßgeblich wichtig, um dem Anwender eine Entscheidung im Sinne eines informed consent zu ermöglichen. Ob die zur Verfügung gestellten Informationen dann im Rahmen von DIY – tDCS genutzt werden, ist dann Entscheidung

des Anwenders. Ist der informed consent gegeben, kann eine Entscheidung gefällt werden, die autonom, also selbstbestimmt getroffen wird.

Anders verhält es sich im Falle eines Zwangs, vor allem im Falle eines direkten Zwanges zur Nutzung von tDCS zum Enhancement. Hier kann behauptet werden, dass dies einen Eingriff in die Autonomie und Selbstbestimmung des Einzelnen bedeutet, dieser hätte gar nicht mehr die Möglichkeit der Maßnahme zuzustimmen oder sie abzulehnen, die Entscheidung über das Enhancement wird also nicht mehr selbstbestimmt, sondern fremdbestimmt gefällt. Beim indirekten Zwang verhält sich dies etwas anders, zwar wird durch den indirekt implizierten Zwang ein gewisser Druck zur Entscheidungsfindung aufgebaut, die Entscheidung wird möglicherweise sogar stark beeinflusst, die Entscheidung, ob diesem Zwang

nachgegeben wird, liegt aber immer noch in der Hand des Einzelnen und kann somit – zumindest teilweise – als selbstbestimmt angesehen werden. Wenn tDCS die Möglichkeit bieten würde, charakterliche Eigenschaften zu verändern, also Grundzüge des menschlichen Selbst zu verändern, so stellt sich die Frage, ob es möglich sein kann, mit einer derart veränderten Persönlichkeit noch selbstbestimmte Entscheidungen zu treffen, oder ob die Authentizität des Anwenders durch die Veränderung abgenommen hat, die Fähigkeit zur Selbstbestimmung und die Autonomie also verändert, und der Einzelne eher fremdbestimmt wird. Derzeit fehlen zu dieser Theorie wissenschaftliche Ergebnisse, es bleibt jedoch festzustellen, dass eine massive Veränderung der Persönlichkeit, hin zu einem Persönlichkeitsverlust, einen Verlust von Authentizität, Autonomie und

Selbstbestimmung nach sich ziehen kann, der für den Einzelnen zum Nachteil sein kann.

Prinzipiell würde DIY – tDCS also vorerst keinen Angriff auf die Autonomie des Menschen bedeuten – solange die Authentizität und das Wesen des Einzelnen nicht grundlegend verändert würden und dieser noch selbstbestimmt denken und handeln kann – es sei denn, es würde ein direkter Zwang ausgeübt, der dem Nutzer keine Wahl lässt.

Betrachtet man alle Vorzüge, die Neuroenhancement bietet oder zukünftig bieten kann, so stellt sich die Technik durchaus als eine Methode zur Unterstützung der Selbstformung dar, wobei die Sicherheit und Wirksamkeit noch nicht vollständig geklärt sind. Es ist jedoch fraglich, ob Selbstformung durch Enhancement den gleichen Wert hat wie eine eigenständige, aber möglicherweise mühsamere und langwierigere Selbstformung

ohne Hilfsmittel. Eine derartige, aus eigenem Antrieb und Mühen erreichte Selbstformung wird als Weg gesehen sich selbst kennen zu lernen und zu verstehen, wohingegen dies unter Verwendung von Neuroenhancement zwar vereinfacht wird, die Erfahrung und der dadurch entstandene Wert der Selbstformung unter Umständen aber nicht die gleiche Wertigkeit haben, da das Erleben des Formungsprozesses verkürzt wird, ja eventuell sogar ausbleibt (Hövel 2011). Ein normaler Lernprozess, beziehungsweise Veränderung der Persönlichkeit im Sinne der Selbstformung, vollzieht sich auf dem natürlichen Weg durch Anpassung und Arbeit an sich selbst. Dies beinhaltet zum Beispiel Konzentrationsübungen, Training oder Lernen. All das erfordert mentale oder körperliche Aktivität des Individuums, wobei die Veränderungen einen längeren Zeitraum

bedürfen, bis letztlich die erwünschten Ziele erreicht werden. Im Vergleich dazu könnte man meinen, dass es bei der Verwendung von tDCS weniger anstrengender mentaler Aktivität des Anwenders bedarf. Der Prozess der Selbstformung kann sich - verglichen mit denen erzielt durch herkömmliche Methoden – abrupt vollziehen und kann im Nachhinein eher als Fehlentscheidung angesehen werden, da die Entwicklung während dem Prozess schlechter lenkbar ist, als auf traditionelle Art und aus eigenem Antrieb (Galert et al. 2009; Kipke et al. 2010). Um Leistung und Produktivität zu steigern, scheint es einfacher zu sein, zu einem Mittel zu greifen, das das Erreichen dieses Zieles möglich macht, ohne viel Anstrengung und eigene Arbeit an sich selbst und den zu verbessernden Fähigkeiten, als den aufwendigeren und langwierigeren Weg der eigenständigen Selbstformung zu wählen

(Hamilton et al. 2011). Allerdings ist Vorsicht geboten bei der Veränderung von Fähigkeiten, da diese als Eingriff in den Menschen angesehen werden könnten. Leistungen, die durch Neuroenhancement erzielt werden, könnten oftmals nicht mehr als der eigene Verdienst angesehen werden. Inwieweit solche Erscheinungen auftreten, hängt unter anderem auch mit der geistigen Einstellung gegenüber Neuroenhancement und der jeweiligen Persönlichkeit des Individuums ab. Wichtig ist es, herauszufinden, welche psychologischen und soziologischen Auswirkungen eine weit verbreitete Anwendung von Neuroenhancement auf die Anwender haben und ob es tatsächlich zu Persönlichkeitsveränderungen kommen kann, die sich negativ auf den Einzelnen auswirken (Galert et al. 2009).

Weitere Erkenntnisse über mögliche langanhaltende Persönlichkeitsveränderungen sind jedoch nötig um die Problematik der Authentizität abschließend beurteilen zu können. Nach derzeitigem Wissensstand geht von der Methodik der tDCS keine Gefahr eines Verlusts der persönlichen Authentizität aus. Sollte sich jedoch abzeichnen, dass eine derartige Veränderung doch erzielt werden kann, entstehen weitere Problematiken. So könnte sich der Wunsch abzeichnen, ähnlich wie in der Gentechnologie, den Menschen so weit umzuformen, dass dieser die als ideal angesehene psychosozialen Eigenschaften aufweist. Dies wäre durchaus wünschenswert und wird derzeit auch erforscht, wenn es darum geht Patienten mit psychischen Störungen zu therapieren. Problematisch wäre jedoch eine von einer höheren Stelle angeordnete Veränderung psychosozialer Eigenschaften –

nicht unbedingt zum Zwecke der Heilung einer psychischen Erkrankung – die den Menschen uniform und durch eine höhere Stelle steuerbar werden lassen. Ähnlich einem Science – Fiction Film würde der Mensch dann uniform und steuerbar, was einen massiven Eingriff in die Freiheit und Selbstbestimmtheit des Menschen bedeuten würde und – wiederum sofern eine derartige Entwicklung durch den Nutzen von tDCS erreicht werden kann – eine durchaus ernstzunehmende Bedrohung der Individualität des Menschen und der Gesellschaft und eine Problematik auswirft, die es zu diskutieren gilt.

6.5 Fairness der Anwendung, Verteilungsgerechtigkeit

Ob man Enhancement nun einsetzt um den Anforderungen im Beruf, der Schule,

Universität oder einfach nur im Privaten gerecht zu werden, fraglich bleibt, ob ein solcher Einsatz dem Nutzer anderen gegenüber einen ungerechten Vorteil verschafft und ob es nicht sogar unmoralisch ist, sich einen solchen Vorteil gegenüber anderen zu verschaffen (Heilinger 2016).

Markus Christen spricht in einem Vortrag über die Ethik von Neuroenhancement an der Universität Zürich die Problematik der Fairness an, und stellt die Frage, ob Neuroenhancement gerecht ist – also jeder Zugang hat, jeder Enhancement verwenden darf und ob Enhancement vielleicht sogar ein Instrument darstellt, um die Fairness um ein gewisses Maß zu erhöhen (Christen). In dem Artikel „Das optimierte Gehirn“ des Magazins „Gehirn und Geist“, setzen sich Galert et.al. mit der Frage der Entstehung einer sozialen Ungerechtigkeit auseinander (Galert et al. 2009, 2009). Voarino et.al. setzen

sich ebenfalls mit der Frage der Verteilungsgerechtigkeit und Fairness in Bezug auf Neuroenhancement auseinander. Ihre Bedenken betreffen vor allem die gerechte bzw. gleichmäßige Verteilung von Mitteln zum Enhancement – wie zum Beispiel tDCS – im Hinblick auf soziale und finanzielle Unterschiede oder Grenzen in der Gesellschaft, vor allem die Bereiche Bildung und Beruf betreffend. Gerade in diesen konkurrenzbehafteten Bereichen sehen sie die Fairness durch Mittel zur Leistungssteigerung negativ beeinflusst (Voarino et al. 2016). Da gesellschaftlich für das Erreichen von Zielen eigentlich noch der Leitsatz gilt „no pain, no gain“ – kein Schmerz, kein Ergebnis – kann die Zuhilfenahme von tDCS als ein unfairer Vorteil oder sogar Betrug angesehen werden, da dies die Leistung ohne Anstrengung steigert. Zusätzlich besteht die Befürchtung, dass durch einen ungerechten Zugang zu Enhancement die

Lücke zwischen Arm und Reich weiter vergrößert, und soziale Unterschiede deutlicher abgegrenzt würden, was unter anderem zu Spannungen in der Gesellschaft führen kann – ja im äußersten Fall sogar zur Entstehung einer eigenen Klasse von „neuroenhanceden“ Personen. Zudem besteht die Frage, durch wen die Kosten von Enhancement gesunder Personen getragen werden. Da es dabei nicht um die Therapie eines pathologischen Zustandes geht, wird diese Maßnahme nicht vom Gesundheitssystem – und damit den Versicherungen – getragen, der Erwerb und Gebrauch wäre also nur denen vorbehalten, die die Kosten privat tragen können (Voarino et al. 2016).

Würde eine solche Verteilungsungerechtigkeit entstehen, so die Forschungsgruppe von Olivia Lapenta, wäre kognitives Enhancement von gesunden Personen in der Folge ein unfairer Vorteil im Wettbewerb (Sanders et al. 2014).

Dieser neu entstehenden Ungerechtigkeit kann man jedoch eine bereits bestehende, allgegenwärtige entgegensetzen. Nämlich bereits stattfindendes, nicht für jedermann gleichermaßen zugängliche Mittel zur Leistungssteigerung – im schulischen oder Beruflichen Bereich beispielsweise mit Hilfe von Nachhilfelehrern, die zum Zweck der Verbesserung schulischer Leistungen eingesetzt werden, Computer und Lernprogramme – ebenfalls zur Verbesserung schulischer oder gar beruflicher Leistungen, private Vorbereitungskurse für Prüfungen, selbst der Genuss von Kaffee führt in gewissem Maß zu einer gesteigerten Arbeitsleistung und ist nicht für jeden zugänglich (Greely et al. 2008; Sanders et al. 2014). Im Gegensatz zu Nachhilfelehrern, Fortbildungen oder ähnlichem, ist ein Gerät für tDCS nicht gerade sehr kostspielig, baut man sich dieses selbst zusammen wird es sogar verhältnismäßig günstig. Das Argument,

dass nur gewisse Gesellschaftsschichten wegen beschränkter finanzieller Mittel Zugriff auf tDCS hätten und damit eine soziale Ungerechtigkeit entsteht, kann hier also von der Hand gewiesen werden.

Es stellt sich die Frage, ob und inwiefern die Gesetzgebung beziehungsweise der Staat in diese Entwicklung eingreifen kann oder muss, da es die Aufgabe dieser Institutionen ist, einer Vergrößerung der sozioökonomischen Unterschiede entgegenzuwirken. Eine Idee, wie dies bewerkstelligt werden könnte, wäre eine Subventionierung von Enhancement – Maßnahmen für sozial Benachteiligte, um eine gerechte Verteilung zu erzielen (Galert et al. 2009; Greely et al. 2008). Ebenso könnte Enhancement dazu genutzt werden Menschen, die von Natur aus benachteiligt sind, dabei zu unterstützen ihre Fähigkeiten zu verbessern und dadurch vorher bestehende Ungerechtigkeiten

- z.B. im beruflichen Wettbewerb – zu minimieren (Heilinger 2016).

Die Frage, ob Leistungen, die unter Zuhilfenahme von tDCS erreicht wurden, einen Betrug darstellen, bleibt aber bestehen. Sollten Leistungen, die unter dem Einfluss von tDCS erreicht werden, anders bewertet werden als Leistungen, die z.B. nach dem Konsum von Koffein – der ebenso leistungssteigernd wirkt – oder etwa Guarana – oder Leistungen, die ohne jegliche Zuhilfenahme erbracht werden? Oder wäre die Wirkung jeweils gleichzusetzen und in diesem Falle tDCS keine Form des Betrugs, sondern lediglich eine Maßnahme zur kurzfristigen Steigerung von Aufmerksamkeit oder Konzentration? Der Effekt der Leistungssteigerung wäre dabei nicht überdauernd, würde den Zeitpunkt der Anwendung kaum überschreiten und somit wäre die Wirkung vergänglich, was keinen wirklichen Betrug darstellt, sonst müsste

der Genuss von Kaffee, der auch nur kurzweilig Aufmerksamkeit steigert nun auch als unfair und unrecht angesehen werden. Würde tDCS jedoch die Leistung weit über das als natürliche angesehenes Maß hinaus steigern, wie zum Beispiel in dem Spielfilm „Ohne Limit“ aus dem Jahr 2011 - in welchem eine einfache Tablette die Gehirnleistung des Anwenders um ein Vielfaches steigert – könnte dies dann als Betrug und ungerechter Vorteil angesehen werden, wenn diese übermäßig gesteigerte Leistung dann nach Wegfallen des Enhancements wieder auf das vorherige Niveau zurückfällt, also keine Leistungssteigerung die Stimulation überdauert? Wäre eine Leistung, die eine derartige Stimulation überdauernd würde, das Niveau also nicht abfallen würde, in dem Sinne also kein Betrug, da eine Leistung auch durch Training, Übung oder ähnliches dauerhaft gesteigert werden kann, was nicht als unfair

angesehen wird? Diese Problematik wird unter 7. ausführlich erörtert.

Es besteht die Möglichkeit – wiederum nach erwiesener Effektivität – Enhancement dazu zu verwenden, um soziale Ungerechtigkeiten auszugleichen, beispielsweise zur Unterstützung von Kindern mit Lernschwächen oder einfach zur unterstützenden Therapie beim Drogenentzug, wie es im Zuge von Studien bereits erfolgreich geschehen ist. Es bleibt nun auch bei der Abschätzung der Fairness von privatem Neuroenhancement zum Zweck der Leistungssteigerung zu sagen, dass eine weiter reichende Einschätzung erst gezogen werden kann, wenn Effektivität und Langzeitwirkung von tDCS nachgewiesen sind.

Zwischenzeitlich kann tDCS – das keine extrem weitreichenden Folgen hat – zur Leistungssteigerung mit unterstützenden Maßnahmen wie Nachhilfe, Gehirnjogging, Koffein oder

Traubenzucker gleichgesetzt werden, was per se keine Form des Leistungsbetrugs darstellt. Je nach Nutzung der Technologie wäre es auch möglich kleinere soziale Ungerechtigkeiten mit Hilfe von tDCS auszugleichen, etwa durch – wie bereits erwähnt – Förderung lernschwacher Kinder, um ihnen eine größtmögliche Förderung in ihrer schulischen Laufbahn, und damit verbunden eine bessere Bildung mit daraus resultierenden Berufschancen zu bieten (eine Diskussion von Fairness und Verteilungsgerechtigkeit unter Betrachtung verschiedener Nutzen- und Risikoprofile findet unter 7. statt)

Abschließend kann man das Argument der bedrohten Gerechtigkeit und der Fairness zwar nicht von der Hand weisen, eine Bedrohung existiert allerdings erst, wenn Neuroenhancement am Gesunden eine erwiesene Wirkung zeigt, und wenn nur bestimmte Teile der Bevölkerung auf die

Technologie Zugriff erhalten, wobei andere benachteiligt werden. Es ist also eine Effektivität, eine hohe Nachfrage aber begrenzter Zugang zu der Technologie nötig, um eine Ungerechtigkeit entstehen zu lassen. Allein diese Effektivität gilt derzeit noch als nicht wissenschaftlich erwiesen (Voarino et al. 2016).

6.6 Regulatorische Problematiken, Konzepte und Forderungen

Wendet man den Blick auf den rechtlichen Umgang und die Regulierung der Nutzung von technischen Vorrichtungen zur Stimulation des Gehirns, muss wieder einmal zuallererst eine klare Definition solcher Geräte erfolgen. Maslen et. al. beschäftigten sich im Jahr 2014 mit dem Thema dieser rechtlichen Regulierung und bezeichneten die Vorrichtungen als Instrumente – oder Apparate - verkauft zu dem Zweck,

Funktionen des Gehirns zu verbessern. Dabei unterscheiden sich diese Instrumente von Medizinprodukten, weil diese nicht zum Zweck der Therapie oder Prävention von Krankheiten, sondern zur Erweiterung von Fähigkeiten zum Einsatz kommen (Maslen et al. 2014a). Die Problematik einer fehlenden Regulierung von solchen Geräten ist – wie bereits mit Blick auf verschiedenste Bereiche erörtert – vor allem das Fehlen von Schutzmaßnahmen und der Gebrauch durch Laien, ohne jegliches Hintergrundwissen oder Schulung zum Umgang mit dieser Technologie, und die sich daraus ergebenden Gefahren für den Einzelnen und die Gesellschaft. Aus diesem Grund ist eine Regulierung des Umgangs mit kognitionssteigernden oder -verändernden Geräten vonnöten. Bisher umfasst die Regulierung von Neuroenhancern in der europäischen Gesetzgebung nur die allgemeine Produktsicherheit. Diese

stellt allerdings nur allgemeine Anforderungen an das Produkt, darunter fällt eine allgemeine Sicherheit, wenn Inbetriebnahme, Einrichtung und Verwendung keine Risiken mit sich bringen. Nach dieser Regelung sind Produkte dann als sicher einzustufen, wenn Sicherheit und Gesundheit des Anwenders gewährleistet sind, unter Berücksichtigung der Produkteigenschaften (Verpackung, Zusammensetzung, Anleitung zum Aufbau und Betrieb), Wirkung auf andere Produkte – auch wenn es zusammen mit diesen verwendet wird – Warnhinweise und Gebrauchsanleitung des Produkts, sowie Hinweise zur Entsorgung und Definition von Risikogruppen (Kinder/Ältere/Vorerkrankte). Sind diese Voraussetzungen erfüllt, ist ein Produkt nach allgemeinen Richtlinien als sicher zu betrachten. Im Unterschied dazu bedürfen Medizinprodukte vor Markteinführung einer strikten, klinischen Bewertung, die allgemeine

Sicherheit ist hier nicht ausreichend (Maslen et al. 2014a).

Ein Medizinprodukt ist per Definition eine Vorrichtung mit dem Zweck eines therapeutischen oder diagnostischen Einsatzes, mit der Eigenschaft, die Anatomie oder physiologische Prozesse im Körper zu modifizieren oder zu analysieren. Diese Definition trifft nicht auf Neuroenhancement zu, deswegen sind sich EU – Kommission, die Mitgliedsstaaten und Interessengruppen, die sich mit der Regulierung von Neuroenhancern beschäftigen, einig, dass das oberste Kriterium für ein Medizinprodukt der Zweck – in diesem Fall diagnostische oder therapeutische Verwendung – und das zweitrangige Kriterium die Veränderung physiologischer Gegebenheiten ist und Neuroenhancement deshalb anders reguliert werden muss (Maslen et al. 2014a).

Bisherige Vorschläge von diversen Arbeitsgruppen betrachten die ethischen und sozialen Auswirkungen der Anwendung solcher neuroaktiven Maßnahmen, trotzdem existieren derzeit nur spärliche Anleitungen für Gesetzgebung und Aufsichtsbehörden im Umgang mit der Regulierung von kognitivem Enhancement.

Die Arbeitsgruppe von Maslen et.al. hat mehrere Möglichkeiten zum regulatorischen Umgang mit Neuroenhancement vorgeschlagen.

Die erste wäre, den Status quo beizubehalten, was bedeuten würde, dass technisches Neuroenhancement vorerst weiterhin nur unter die Regulierung zur allgemeinen Produktsicherheit fallen würde. Dabei ist jedoch anzumerken, dass die derzeit frei käuflichen Geräte im klinischen Umfeld zum Zweck von Studien zum Einsatz kommen und in diesem Fall allerdings einer strengeren Kontrolle unterliegen als eben die Geräte zum privaten Gebrauch. Ein striktes

Verbot von technischem Neuroenhancement ist keine Option für die Arbeitsgruppe, da die Risiken der Anwendungen von Neuroenhancement nicht größer sind als bei anderen medizinischen Geräten, die als sicher genug für den Markt erachtet werden, lediglich sollte ein unerlaubter und unkontrollierter Gebrauch, der zu Schäden führen kann, vermieden werden (Maslen et al. 2014a). Eine Alternative sieht die Arbeitsgruppe in der Einrichtung einer neuen Behörde, die ausschließlich für Regulierung von technischem Neuroenhancement zuständig wäre, da diese Geräte nicht mit klassischen Medizinprodukten gleichzusetzen sind und somit einer eigenen, speziellen Aufsichtsbehörde bedürfen. Eine solche neue Behörde könnte nun niedrigere, gleiche oder höhere Standards an die Regulierung von technischem Neuroenhancement anlegen. Gegen die Einrichtung einer solchen Behörde spräche nur das

Argument, das dies eine arbeits-, kosten- und zeitintensive Maßnahme darstellen würde.

Die EU – Kommission sieht zwar einen Vorteil darin, Produkte mit medizinischem Hintergrund von denen ohne abzugrenzen, sieht eine einheitliche Definition und Bewertungsrahmen aber als sinnvoller. Würde nun technisches Neuroenhancement unter die gleiche Aufsicht wie die Medizinprodukte fallen, müsste die grundlegende Definition derselbigen überarbeitet werden. So müsste die Kerndefinition eines Medizinprodukts geändert werden, um – vor allem im Hinblick auf den Zweck des Geräts – auch Enhancement mit einzubeziehen.

Des Weiteren müsste eine ergänzende Liste für Neuroenhancement erstellt werden, die zu bereits bestehenden hinzugefügt würde. Das als kosmetisch angesehene Neuroenhancement von gesunden Personen würde dabei allerdings nicht mit abgedeckt.

Um also eine richtige Einordnung des technischen Neuroenhancements zu ermöglichen, müssen zuallererst noch konzeptionelle und praktische Fragen erörtert werden. Möchte man Neuroenhancement unter dem Medizinproduktegesetz regulieren, müsste zuallererst der Begriff des Medizinprodukts so geändert werden, dass Neuroenhancement von ihm auch abgedeckt würde, und einheitliche Richtlinien für diese Geräte angewandt werden könnten. Zum anderen müsste festgelegt werden, auf welche Geräte diese neue Definition zutrifft. Die vorhandene Definition legt das Augenmerk auf den Zweck der Vorrichtung, was kosmetisches Neuroenhancement wiederum ausschließen würde, weshalb eine Ausrichtung auf die Wirkungsweise der Vorrichtung sinnvoller erscheint. Maslen et. al. stellten fest, dass ungeachtet der Richtung, die die Regelung annimmt, eine zu pauschale Formulierung problematisch

wäre, da sonst auch einfache Dinge wie eine simple Lernsoftware unter Enhancement fallen würden. Änderungen an der Richtlinie für Medizinprodukte wären in vieler Hinsicht erleichternd für den Umgang mit denselben. So wäre es leicht, wenn Geräte zum Neuroenhancement nach ihrer Einwirkung auf den Körper eingeteilt würden. Auch sollte eine klare Nutzen – Risiko – Abwägung erfolgen, was sich im Falle des Neuroenhancements als schwierig darstellt, da die Effektivität und der Nutzen von Enhancement bisher eher eine subjektive Wahrnehmung des Anwenders ist. Das Ausmaß der Wirkung ist zwar messbar, nicht aber der eigentliche Wert derselben. Die Medizinproduktverordnung sollte eine klare Nutzen – Risiko – Abwägung ermöglichen. Je näher also der Zweck einer Technik dem Enhancement kommt, desto geringer sollte das Ausmaß der Risiken sein, die bei der Anwendung in Kauf

genommen werden müssen (die Risiken wurden in Kapitel 6.1 bereits angesprochen, eine Nutzen-Risiko Abwägung erfolgt im Folgenden unter 7.). Des Weiteren sollte ein Regulierungsstandard festgelegt werden, der zum Schutz des Anwenders genau wie bei medizinischen Interventionen essenziell wichtig ist. Dazu zählt eine gründliche Aufklärung über Nutzen und Risiken der Technologie, um anhand dieser Information eine Entscheidung über die Anwendung fällen zu können. Daher ist es wichtig, dass Experten diese möglichen Risiken fundiert ergründen, einschätzen und bewerten, um dem Verbraucher den größtmöglichen Schutz zu bieten. Die Arbeitsgruppe empfiehlt eine grundlegende Risiko – Nutzen – Einschätzung nach verschiedenen Risikoprofilen, um eine Bewertung von technischem Neuroenhancement zu ermöglichen. Geräte mit hohem Risikoprofil sollten demnach nicht für den Markt zugelassen

werden, jeglicher Nutzen solcher Geräte wird als irrelevant bewertet, da dieser nicht die hohen Risiken für den Anwender ausgleicht. Im Vergleich dazu sind Geräte mit moderatem Risikoprofil eher vorteilhaft für den Nutzer, sollten jedoch an verletzlichen Dritten wie beispielsweise Kindern nicht, oder nur nach Absprache mit einem Facharzt angewendet werden und sollten dann nicht auf dem freien Markt erwerblich sein. Geräte mit niedrigem Risikoprofil erfordern keinen Nachweis über den Nutzen, lediglich – wie bei Geräten mit moderatem Risikoprofil – sollten Risikogruppen die Geräte nur verwenden, wenn die Vorteile den Risiken überwiegen.

Die Arbeitsgruppe schlägt weiter vor, technisches Neuroenhancement innerhalb der Medizinproduktverordnung zu regulieren, da diese Geräte meistens einen ähnlichen Mechanismus und Risikoprofil aufweisen wie

Medizinprodukte, oftmals handelt es sich dabei – wie zuvor bereits erwähnt - sogar um ein und dasselbe Gerät. Die Möglichkeit eine Liste von als positiv einzuschätzenden Geräten zu erstellen, sieht die Arbeitsgruppe als schwierig, da dadurch eine relativ enge Richtlinie schwer zu formulieren wäre, auch weil es eine Reaktion auf derzeit unregulierte Geräte schwierig macht. Vorgeschlagen wird lediglich, Geräte für transkranielle Gleichstromstimulation, Magnetstimulation und Neurofeedback auf eine solche Positivliste aufzunehmen. Um die Sicherheit der Anwendung zu garantieren, obliegt es dem Hersteller, dem Konsumenten verständliche und evidenzbasierte Informationen über Mechanismus, sichere Handhabung, sowie Risiken und Nutzen darzubieten, so können diese informiert eine für sich gute Entscheidung treffen. Zum Schutz Dritter, wie beispielsweise Kinder, die nicht in der Lage sind eine solche

Entscheidung für sich selbst zu treffen, sollte sich die Beurteilung an der Richtlinie für Medizinprodukte, zum Schutz der Verbraucher orientieren (Maslen et al. 2014a).

Grundsätzlich obliegt die endgültige Entscheidung über den Gebrauch von Neuroenhancement dem Verbraucher. Die Wissenschaft und Hersteller solcher Geräte sollten die Risiken weiter erforschen und aufklären, um es diesem zu ermöglichen eine informierte Entscheidung, ähnlich dem informed consent, zu seinem Wohl zu treffen.

Die gesetzliche Regulierung sollte den Verbraucher zusätzlich bei seiner Entscheidung unterstützen und schützen, weshalb eine Auseinandersetzung mit der Regulierung als ebenso wichtig angesehen werden kann wie die Erforschung von körperlichen, ethischen und moralischen Folgen des Neuroenhancements. Eine Regulierung kann durchaus an das

Medizinproduktegesetz angelehnt sein. Geräte für DIY – tDCS müssen nicht zwangsläufig als Medizinprodukt kategorisiert werden, eine Regulierung ähnlich den Medizinprodukten scheint trotzdem sinnvoll um dem Verbraucher den größtmöglichen Schutz zu bieten. Dabei werden Geräte gründlich auf korrekte Funktion geprüft, ein striktes Anwendungsprotokoll zur Verfügung gestellt und der Anwender bestenfalls vor Gebrauch durch fachkundiges Personal einmalig geschult, um sichere Anwendung zu gewährleisten.

6.7 Macht DIY – tDCS glücklich?

Bei der Klärung der Frage, ob häuslich angewandte tDCS in einer – in großen Teilen stark vom Leistungsgedanken geprägten Gesellschaft – zum Erreichen eines als glücklich empfundenen Lebens beiträgt, bedarf es zuerst der

Klärung der Glücksfrage. Im Folgenden seien einige Glückstheorien genannt, eine abschließende und allumfassende Definition von Glück soll hier jedoch nicht durchgeführt werden.

Ein Versuch der Definition von Glück nach Brauer im Jahr 2017, sieht dieses als indirektes Produkt menschlichen Handelns, sei es im Beruf, soziale Kontakte, oder gar durch die Freizeitgestaltung und Hobbies. Wird aktiv nach Erfüllung von beruflichen, sozialen oder persönlichen Zielen gestrebt und diese erreicht, so verspricht dies ein glückliches und erfülltes Leben. Ganz anders wird Glück in der hedonistischen Definition erlangt. Glück wird hier als ein Empfinden von Lust definiert, welches sich – im Vergleich – als einfacher zu erreichen darstellt und somit ein direkt machbares, aber dafür nur kurzweilig überdauerndes Glück bedeutet. Wieder eine andere Definition eines glücklichen Lebens – vom Philosophen Immanuel Kant

statuiert – sieht dies erst dann erfüllt, wenn der Einzelne ein tugendhaftes und vernünftiges Leben führt und zum Wohle der Allgemeinheit beiträgt, die Erfüllung der eigenen Wünsche oder Ziele spielt dabei keine Rolle. Aristoteles wiederum beschreibt das Glück als das höchste Gut des menschlichen Lebens und dessen Erreichen durch gutes Handeln und Leben, als das Ziel des menschlichen Daseins. Dabei kann dies – laut Aristoteles‘ Definition – jedoch nur in der Gemeinschaft erzielt werden, Egoismus und das alleinige Erreichen der eigenen Ziele und Wünsche führe laut dieser Definition nicht zu wahrem Glück (Brauer 2017).

Die Ethik beschäftigt sich schon seit Jahrhunderten mit der Frage, was Glück für den Einzelnen ausmacht – im Hinblick auf Neuroenhancement stellt sich nun die Frage, ob es dem Erreichen von Glück dienlich ist. Glück wird als ein Ergebnis von

Selbstverwirklichung angesehen, in der Antike sogar als das Resultat eines tugendhaften Lebens. Enhancement verspricht eine Vereinfachung der Verwirklichung von selbst gesetzten Zielen und somit also auch einen einfacheren und schnelleren Weg um Glück zu erreichen. Enhancement kann in diesem Fall als eine Abkürzung zum Glück angesehen werden, welche es einfacher macht ein Defizit auszugleichen und Verbesserungen zu bewirken. Selbst wenn dadurch nicht das maximale Glück erreicht wird, kann es doch zur Glücksfindung beitragen (Bayertz et al. 2012).

Für die Erörterung der Fragestellung dieser Arbeit sei Glück als subjektiv empfundener, und individuell variierender Zustand definiert, der nicht nur von gesellschaftlichen, zeitlichen oder geographischen sowie persönlichen Umständen abhängig ist, sondern auch von dem individuellen Verständnis von Glück eines jeden

einzelnen abhängt. Die Definition von Glück als Produkt menschlichen Handelns und persönlicher Umstände lässt sich gut auf die derzeitige Gesellschaftsstruktur anlegen, soziale Kontakte und erfülltes soziales Leben sowie das Erreichen karriereorientierten Zielen, oder einfach nur das Erlernen oder Perfektionieren einer Fähigkeit, genauso wie der Wunsch nach Gesundheit und Sicherheit prägen einen Großteil des derzeitigen gesellschaftlichen Bestrebens nach Glück.

Ähnlich dem hedonistischen Glücksgedanken scheint der Glücksgewinn der derzeitigen Gesellschaft sich in einem Bestreben des größtmöglichen Lustgewinns zu äußern, so zum Beispiel durch die Befriedigung von materiellen, sozialen oder beruflichen Wünschen. Statussymbole erfreuen sich derzeit großer Beliebtheit, so ist nicht nur ein großes Haus oder luxuriöses Auto der Inbegriff eines glücklichen oder

gelungenen Lebens, selbst ein Urlaub, das neueste Smartphone oder Markenkleidung stellen für viele Symbole eines glücklichen Lebens dar, genauso wie soziale Kontakte und Erfolg im Beruf oder der Schule ebenfalls wichtige Grundpfeiler für ein so geartetes glückliches Leben darstellen. Körperliche Fitness wird derzeit auch als ein Weg zum Glück angesehen – gemäß dem Motto „gesunder Geist in gesundem Körper“ – und wird vielseitig und teilweise sogar sehr exzessiv betrieben. Dabei gehen wir von der Annahme aus, dass es einfacher erscheint sich glücklich zu fühlen, wenn man sich körperlich frei von Schmerz oder Einschränkung fühlt, also gesund ist.

Leistungsanforderungen sind oft unnötig hoch, dadurch scheinen sich viele veranlasst zu sehen auf Hilfsmittel zurückzugreifen (Nahrungsergänzungsmittel zur Steigerung von Körperlicher Fitness scheinen sehr beliebt zu sein,

ebenso wie Coachings zur Verbesserung mentaler Eigenschaften sowohl für den Arbeitsplatz als auch im Privaten). Im schulischen Bereich werden Kinder ebenfalls immer mehr Leistungen abverlangt, aber auch gefördert, teils durch die Eltern, die ihren Kindern die bestmögliche Ausbildung ermöglichen wollen, teils durch den gesellschaftlichen Druck, der impliziert, dass eine gute Schulbildung gleichbedeutend einem guten, erfolgreichen und glücklichen Leben ist. Dabei sind viele Hilfsmittel durchaus anerkannt und weit verbreitet, wie Nachhilfe, Onlinekurse oder ähnliches. Es werden also in fast allen Bereichen des Lebens Hilfsmittel zur Verbesserung von Fähigkeiten und damit zur Steigerung des Glückgewinns hinzugenommen. Neuroenhancement trifft also durchaus einen Trend der Zeit, da es verspricht, Leistungen von Gesunden zu steigern, was somit gegebenenfalls ermöglicht mit diesem Hilfsmittel einem

glücklichen Leben wieder näher zu kommen. Auf körperlicher Ebene findet diese Verbesserung wie bereits erwähnt in Form von Sport und Fitnessstraining statt. Den Trend zum Körperkult kann man verstehen als einen Versuch dem Glück durch einen gesunden Körper näher zu kommen, beim Training gehen viele bereits über ihre Grenzen hinaus, oft werden sogar Hilfsmittel hinzugezogen, extreme Ernährungs- umstellung, Nahrungsergänzungsmittel und in der extremeren Form sogar Doping und Zuhilfenahme von Steroiden oder ähnlichem, zur höheren Leistungsfähigkeit im sportlichen Wettkampf. Technisches Neuroenhancement ermöglicht nun eine dem ähnliche, aber geistige Leistungssteigerung, ohne Zuhilfenahme von pharmazeutischen Mitteln, und – nach derzeitigem rechtlich und wissenschaftlichen Stand – eine legale und nicht eindeutig gesundheitsgefährdenden Möglichkeit dazu.

Um zu analysieren ob häuslich angewandte tDCS zum Glücksgewinn beiträgt, und wenn ja, welche Form dieses Glück letztendlich annimmt, muss man zwei unterschiedliche Entwicklungen betrachten. Vor dem Hintergrund des derzeitigen Wissensstandes der Forschung zur tDCS ergeben sich dazu möglicherweise andere Argumente für oder gegen eine Anwendung der Technologie als unter der Annahme eines zukünftigen Szenarios, bei dem Effektivität und Risikoprofile von tDCS soweit festgelegt werden können – wobei hier auch wieder verschiedene mögliche Zukunftsszenarien unterschieden und in Betracht gezogen werden müssen.

Geht man vom aktuellen Stand der Wissenschaft aus, so sind viele Fragen zum Thema der häuslichen Anwendung von tDCS noch nicht vollständig beantwortet. Unter 7. Soll

anschließend eine Fallunterscheidung erfolgen. Es bestehen keine sicheren Ergebnisse zu Auswirkungen von langwährender Anwendung von tDCS, sowie Erkenntnisse über langfristige Wirkung oder Nebenwirkung sowie Wechselwirkung der Technologie auf den Gesunden (ebenso aber den neurologisch erkrankten Anwender, der dies zur Therapie einsetzt). Es besteht weiterhin die Möglichkeit der Entwicklung einer Abhängigkeit der Anwender nach Nutzung der tDCS, die Entstehung eines Zwangs zur Anwendung – sei es nun direkt oder indirekt, auf privater oder familiärer Ebene, oder gesellschaftlich ausgeübt – und allem Voran eine Möglichkeit der Veränderung der Persönlichkeit des Menschen, der psychosozialen Eigenschaften und Fähigkeiten des Einzelnen, bis hin zur Umstrukturierung der Gesellschaft durch eine Vielzahl solcher veränderten Menschen.

Anders wären mögliche zukünftige Entwicklungen, in der Nutzen und Risikoprofile weitestgehend eingestuft wären, wobei unterschieden werden muss, ob sich die Technologie als effektiv oder ineffektiv erweist, da wie zuvor bereits kurz angesprochen, bestimmte Problematiken gar nicht erst aufkommen, wenn tDCS sich nun doch als nicht effiziente Form des Enhancements erweist. So bleibt die Entwicklung eines Zwangs – sei es nun indirekt oder direkt – völlig aus, da keine Notwendigkeit besteht die tDCS zu verwenden, da kein Nutzen daraus gezogen werden kann. Wiederum andere Problematiken entstehen, wenn sich tDCS – sei es nun privat und zum Zweck des Enhancements angewendet, oder zu medizinischem Zweck als Therapie angewandt – als effektiv erweist. Dabei sollte dann wieder unterschieden werden, ob dieser Nutzen dann bestimmten Risiken entgegensteht, und ob diese Risiken

möglicherweise die Effektivität übersteigen, oder vernachlässigbar gering sind.

Betrachtet man nun also eine Nutzung von DIY – tDCS unter der Annahme, man gehe vom aktuellen Stand der Wissenschaft aus, so stellt sich die Frage, ob sie unter diesen Umständen zu einem Glücksgewinn beiträgt. Die Leistungssteigerungen die mit der Technik erzielt werden, überdauern im Regelfall die Stimulation nicht lange – in einer Studie zwar über einen Zeitraum mehrerer Wochen, aber es existieren derzeit keine bekannten, länger überdauernden Leistungssteigerungen (Ruf et al. 2017). Die noch ungeklärten Risiken der Anwendung tragen zu einem gewissen Gefahrenpotential der Anwendung bei, was dem Nutzer eventuell einem kleinen Reiz bietet, ähnlich einem Adrenalinrausch bei einer gefährlichen Tat. Fraglich ist, ob dies zu dem Erlebnis des glücklichen Lebens beiträgt. Dieses Glück wurde zuvor als

individuell empfunden und zudem auch von Außenfaktoren abhängig definiert, generell lässt sich jedoch sagen, dass es fraglich ist, ob ein derartig, möglicherweise hohes Risiko der Schädigung der körperlichen und/oder geistigen Gesundheit einem glücklichen Leben nicht dienlich ist, unabhängig davon, wie der Einzelne dies für sich zu definieren gedenkt. Im Sinne des eigenen Wohles und Glückes ist es eher denkbar, dass tDCS zum Zwecke des Enhancements keine Anwendung findet, wenn zu viele offene Fragen bestehen bleiben³. Derzeit erfreut sich die Technologie zwar einiger Beliebtheit, die Anwendergemeinde ist sich aber durchaus bewusst, dass eventuelle Risiken und Gefahren von der Technologie ausgehen, weshalb ein reger Austausch an Informationen besteht und immer weiter versucht wird,

³ Eine detaillierte Diskussion unter welchen Umständen DIY – tDCS den Anwendern einen Nutzen bringt und welche Folgen dies hat, wird unter 7, vorgenommen

die Geräte so sicher und einfach wie möglich zu machen. Zwar ist sich die DIY Gemeinde durchaus bewusst, dass noch keine Aussagen zu langfristigen Auswirkungen – seien sie positiv oder negativ geartet – getroffen werden können, wie aber aus der zuvor erstellten Analyse einiger Berichte von Anwendern herausgelesen werden konnte, bedienen sich die, denen die Effekte als ausreichend und gut erscheinen weiter der Technologie, wieder andere erkannten für sich keinen Mehrwert und ließen es bleiben und wieder andere fanden Alternativen zum DIY – tDCS, die sie für sich als wirksamer - weil auch weniger risikoreich – betrachteten. Diese kurze Leistungssteigerung – sofern sie eintritt – und die kurze erhöhte Leistungsfähigkeit oder Konzentration können als einen kurzen Lustgewinn des Anwenders angesehen werden, und somit eigentlich dem hedonistischen Glücksgedanken zugeordnet werden. Es

ist fraglich, ob DIY – tDCS jedem Anwender Glück bringen kann. Allein das Wissen um mögliche, nicht bekannte Gefahren mag einen Widerspruch zum Glücksgewinn durch die Anwendung darstellen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass ein Glücksgewinn für die Anwender von DIY – tDCS unter aktuellen Umständen, mit offenen Fragen und vielen Theorien und unsicheren Ergebnissen, zwar gegeben, aber nicht garantiert möglich wäre.

Unter Annahme eines mittleren oder hohen Nutzens von tDCS können nach Risikoabschätzung andere Schlüsse zum Glücksgewinn geschlossen werden. Eine übermäßige Steigerung von Fähigkeiten, ungeachtet der Risiken, mag einen hohen Glücksgewinn darstellen, mag aber auch nicht langfristig anhalten, wie es vielleicht bei einem materiellen Glücksgewinn geschehen kann. Ohne klare Ergebnisse über

den genauen Nutzen, Risiken und Dauer der Wirkung und Nebenwirkungen, können aber sowieso nur theoretische Schlüsse über einen Glücksgewinn gezogen werden, weshalb eine weitere Forschung nötig ist, um klarere Aussagen zu formulieren. Dazu sind weitere Studien erforderlich, um Schwere und Ausprägung der negativen Auswirkungen und vor allem auch Wahrscheinlichkeit von Risiken und Langzeitfolgen zu ermitteln.

Zudem ist der Glücksbegriff – auch wenn er für diese Arbeit an die heutige Gesellschaft angelehnt, grob definiert wurde – sehr individuell und von Person zu Person unterschiedlich. Zu viele Variablen beeinflussen die Einschätzung jedes Einzelnen, was zu einem Glücksgewinn nötig ist.

Carl Elliot beschäftigt sich in „Tyranny of happiness“ mit der Frage, ob beim Erreichen eines glücklichen Lebens nachgeholfen werden

sollte und wie ein solches Leben aussehen mag (Elliott 1998). Er benutzt als Beispiel Prozac, ein Antidepressivum, das in Amerika weit verbreitet ist und von vielen eingenommen wird. Da in der amerikanischen Gesellschaft der Grundsatz herrscht, dass ein glückliches Leben angestrebt werden muss (er betont dabei, dass der Einzelne nicht nur das Recht, sondern mehr die Pflicht hat dieses glückliche Leben zu führen), ist es verständlich, dass auf ein Mittel wie Prozac so gerne zurückgegriffen wird, um dies zu erreichen. Für ihn ist dieses Erreichen von Glück mit allen Mitteln in vielen Fällen eher ein gesellschaftliches Problem als ein psychiatrisches. Ein authentisches Leben scheint für ihn erstrebenswerter zu sein, selbst wenn dies bedeutet, dass man sich unter Umständen unglücklich fühlt (Elliott 1998).

Die Frage ob und unter welchen Voraussetzungen die Verwendung von DIY –

tDCS einem erfüllten und glücklichen Leben dienlich ist, ist also nicht nur persönlich individuell, sondern kann auch je nach Gesellschaft unterschiedlich empfunden werden.

Im Folgenden sollen deshalb verschiedene Risiko – Nutzen – Profile analysiert werden und beurteilt werden, ob unter diesen Umständen ein Gebrauch dem Einzelnen oder der Gesellschaft zuträglich ist. Eine Einschätzung des Glücksgewinns kann schwer getroffen werden, da das individuell empfundene Glück zu vielfältig ist.

7. Ethische Beurteilung von DIY-tDCS anhand von verschiedenen Nutzen – Risiko – Profilen

Nachdem nun die technischen und medizinischen Daten, sowie Erfahrungsberichte der privaten Anwender und eine kritische Auseinandersetzung mit ethischen und gesellschaftlichen Fragen erfolgt ist, soll nun erörtert werden, wie DIY – tDCS in unterschiedlichen Szenarien bewertet werden soll und damit die Forschungsfrage 2.2 (Welche ethische Beurteilung kann nach aktuellem Stand der Wissenschaft gezogen werden und welche Problematiken ergeben sich unter Annahme von verschiedenen Zukunftsszenarien?) beantwortet werden.

Dabei wird von unterschiedlichen hypothetischen Annahmen ausgegangen, wie sich das Risiko – Nutzen – Profil im Laufe weiterer Forschung entwickeln kann (siehe dazu 7.2).

Zunächst aber soll erörtert werden, ob und welche ethischen Problematiken nach aktuellem Stand der Wissenschaft aufkommen können.

7.1 Ethische Beurteilung von DIY – tDCS nach aktuellem Stand der Wissenschaft

Wie bereits dargestellt, erzielt die Forschung bisher einige Erfolge zu tDCS, es sind jedoch derzeit noch einige Fragen offen, die weiterer Abklärung und Erforschung bedürfen. So die Fragen nach Langzeitfolgen der Anwendung, auch die Auswirkung einer langen Anwendung und Wechselwirkungen oder Nebenwirkungen – andere als die bisher bekannten, sich gering ausprägenden Nebenwirkungen – oder eine mögliche Abhängigkeit. Ob durch die weite Verbreitung der Technologie ein Zwang entsteht, sich dadurch die Gesellschaft verändern mag und ob die Anwendung von tDCS so weit reicht,

als dass damit die Persönlichkeit eines Menschen, und im Zuge dessen eine Gesellschaft verändert werden könnte, bleibt auch zu klären. Abschließend bleibt allem Voran die Frage der tatsächlichen Effektivität von tDCS, zum Zweck der Therapie und/oder Enhancement, zu klären. Unter Berücksichtigung dieser offenen Fragen gilt es nun das Enhancement mit DIY – tDCS kritisch zu betrachten.

Gerade weil tDCS im Hausgebrauch doch vermehrte Popularität erlangt, gilt es zu klären, welchen Nutzen die Anwender tatsächlich verzeichnen, der sie dazu bewegt all diese möglichen Risiken (siehe dazu 6.1) für sich selbst in Kauf zu nehmen, die bei medizinischer Anwendung der Technologie möglicherweise vom therapeutischen Nutzen überwogen werden mögen. Gerade beim Gebrauch ohne einen dringlichen medizinischen Hintergrund könnte man meinen, dass die Bereitschaft diese Risiken

einzuweisen wesentlich niedriger sein müsste, da kein größerer Nutzen gezogen werden kann. Stellt sich DIY – tDCS zur kognitiven Leistungssteigerung als effektive Enhancement Methode dar, bleibt abzuwägen, ob der Anwender bereit ist, die noch bestehenden und möglichen Risiken in Kauf zu nehmen, um den Effekt der gesteigerten Kognition zu erzielen. Diese Entscheidung zu treffen, sollte unter dem aktuellen Stand der Forschung jedoch dem Einzelnen überlassen bleiben, die Entscheidung ab welchem Zeitpunkt des Lebens diese gefällt werden darf und kann, soll erörtert werden. Bereits zuvor wurde angesprochen, dass Kinder beim Thema des technischen Enhancements durch tDCS eine Sonderstellung einnehmen, da mögliche Risiken und neurologische Schädigungen sich bei einem sich in der Entwicklung befindlichen Gehirn gravierender äußern könnten, als dies bei Erwachsenen der Fall ist. Im

medizinischen Bereich gilt derzeit die Entscheidung der Eltern über eine Therapie bis zum Erreichen der Volljährigkeit, tDCS zum Zweck des Enhancements fällt jedoch nicht unter diese Regelung, weshalb es sinnvoll ist, sich mit einem rechtlichen Umgang mit Enhancement auseinander zu setzen. Nach aktuellem Stand der Wissenschaft, ist nicht zu erwarten, dass sich eine Abhängigkeit, die sich körperlich manifestiert entsteht – allerdings bleibt abzuwarten, welche Folgen eine Langzeitanwendung haben wird. Eine psychische Abhängigkeit kann zwar nicht ausgeschlossen werden, kann jedoch bei dem überschaubaren Nutzen der Stimulation eher als unproblematisch und ungefährlich einstufen werden. Ein Zwang zur Nutzung der Technologie wäre bei den derzeitigen Ergebnissen auch eher unwahrscheinlich, gerade der direkte Zwang. Einen indirekten Zwang – zum Beispiel, weil im Freundeskreis

viele DIY – tDCS nutzen, ist schon wahrscheinlicher, ist aber gut vergleichbar mit anderen, bereits bestehenden indirekten Zwängen und daher eher als unbedenklich einzustufen.

Da tDCS im Moment keine andauernde Veränderung von Wesenseigenschaften verursacht, ist ein Verlust des Selbst und des Menschenbildes unwahrscheinlich, der Prozess der Selbstformung kann sich auf übliche Weise unmanipuliert vollziehen.

Abschließend bleibt zu sagen, dass ein Gebrauch von tDCS derzeit noch keine inakzeptablen Problematiken aufwirft, aber unbedingt Langzeitstudien benötigt werden, um die noch offenen Fragen zu beantworten.

7.2 Ethische Beurteilung von DIY – tDCS unter der Annahme potentieller Forschungsergebnisse

Nun wird davon ausgegangen, dass sämtliche, derzeit noch offenen Fragen beantwortet sind und es eindeutige Ergebnisse zu Wirkungsweise, Langzeitfolgen – positive oder negative – Nebenwirkungen, Wechselwirkungen und vor allem den Grad der Effektivität sowohl zur Therapie als auch zum Enhancement, bestehen.

Es kann hierbei von verschiedenen Szenarien ausgegangen werden, wonach sich die Betrachtung der DIY – Diskussion und die daraus gezogenen Schlüsse verändern. Im Folgenden wird nicht eingegangen auf Szenarien die bei niedrigem, mittlerem und hohem Risikoprofil keine Wirkung von tDCS zeigen. Es ist ethisch nicht vertretbar Nebenwirkungen

hinzunehmen, ungeachtet der Ausprägung, ohne auch nur einen positiven Effekt zu erzielen.

Anders verhält es sich jedoch, wenn zwar Risiken bestehen, die Technologie sich jedoch als effektiv erweist. Dabei gilt es abzuwägen, wie hoch die jeweiligen Risiken und der Nutzen ist. Je nach Schwere der Folgen und Risiken und der Effektivität der Stimulation, obliegt es zwar dem Anwender abzuwägen, welche Risiken er bereit ist in Kauf zu nehmen, um das von ihm angestrebte Ergebnis, und somit Glück mithilfe von tDCS zu erzielen, wie bereits angesprochen sollte die Anwendung allerdings einer Regulierung unterliegen, um Missbrauch oder Schäden zu vermeiden.

7.2.1 Niedriger Nutzen

Eine niedrige Wirkung von häuslich angewandtem tDCS zur Leistungssteigerung soll hier gleichgesetzt werden mit der anregenden Wirkung von Kaffee oder Traubenzucker, die eine kurzzeitige Steigerung von Konzentrationsfähigkeit, Aufmerksamkeit und Leistung auslösen können.

Niedriges Risikoprofil

Bei derartiger geringer Wirkung und einem niedrigen Risikoprofil – Beispiele hierfür sind Jucken der Kopfhaut, Kribbeln, Brennen – wäre ein Gebrauch von tDCS ohne medizinische Indikationsstellung unbedenklich. Man könnte sie beispielsweise gleichsetzen mit der Anwendung von Kaffee oder Traubenzucker. Eine körperliche Abhängigkeit würde in dieser

Situation ausgeschlossen, die Ausprägung einer psychischen Abhängigkeit wäre unter diesen Umständen, also den sehr geringen leistungssteigernden Auswirkungen und der nur kurz anhaltenden Steigerung von Leistung, ebenfalls sehr unwahrscheinlich und nimmt möglicherweise allerhöchstens eine Form an, die beispielsweise mit der „Abhängigkeit“ von Glücksbringern während einer Klausur – „Ohne meine Halskette kann ich keine Klausur schreiben“ – als Talisman verglichen werden kann und keine psychischen Folgeschäden nach sich zieht, oder sich auf das Umfeld und die Gesellschaft auswirkenden Schäden mit sich bringt.

Mittleres Risikoprofil

Ein mittleres Risikoprofil könnte sich in Nebenwirkungen äußern, die die Anwendung

überdauern, aber auch nicht lang bestehen bleiben und daher keine langfristigen Schädigungen mit sich bringen, wie zum Beispiel Kopfschmerzen, eingeschränkte Fahrtüchtigkeit oder Erbrechen. Solche Nebenwirkungen wären gleichzusetzen mit häufigen Nebenwirkungen von vielen Medikamenten. Bei einer nun niedrigen Wirkung von DIY – tDCS ist es fraglich, ob diese nun die Risiken überwiegt. Dies bleibt dem Anwender überlassen zu entscheiden, ob für ihn der geringe Nutzen die mild ausfallenden Risiken überwiegt.

Eine Aufklärung und Warnung der Anwender, sei es nun durch Warnhinweise auf der Packung von häuslich erwerbbaaren Geräten, oder auf der Anleitung zum Selbst bauen, wäre in diesem Fall empfehlenswert, um einen möglichst sicheren Gebrauch zu garantieren. Eine Regulierung der Nutzung wäre strenger zu formulieren als bei niedrigem Risikoprofil, eine

Altersgrenze kann möglicherweise bei 16 Jahren gezogen werden – ein Alter in dem davon ausgegangen wird, dass Jugendliche ein weitestgehendes Verständnis für die Folgen bestimmter Handlungen besitzen und einschätzen können.

Unter diesen Umständen kann es sinnvoll sein, nach Alternativen für diese Stimulation zu suchen, die weniger schädigendes Potential haben.

Hohes Risikoprofil

Unter einem hohen Risikoprofil können Langzeitschäden des Gehirns und des Nervensystems, Entwicklung von Abhängigkeiten oder Entwicklung von Persönlichkeitsstörungen – also massive psychische und physische Beeinträchtigungen verstanden werden. Diese Schäden, die aus einem gesunden Menschen einen

kranken machen, können von derart geringem Nutzen nicht überwogen werden. Es ist unwahrscheinlich, dass es zu einer Anwendung kommt, dennoch wäre zum Schutz der Anwender ein Gebrauch zu verbieten.

7.2.2 Mittlerer Nutzen

Eine mittlere Wirkung von DIY – tDCS soll hier definiert sein wie eine Leistungssteigerung, wie sie auch mit Training oder Übung erzielt werden kann, eine Stimulation muss möglicherweise wiederholt werden, der Effekt überdauert diese aber auf längere Zeit.

Niedriges Risikoprofil

Wenn von einem niedrigen Risiko, bei mittlerer Wirkung ausgegangen wird, so überwiegt der

Nutzen der Anwendung deutlich den Gefahren. Eine derartige Wirkung kann man gleichsetzen mit dem Erfolg von gezielter und konsequenter Übung einer kognitiven Fähigkeit und damit besseren Ergebnissen. Die niedrigen Nebenwirkungen (Brennen, Jucken, Kribbeln der Kopfhaut) sind bei einer derart gesteigerten Leistung absolut vertretbar, es spricht nichts gegen eine häusliche Anwendung von tDCS zur Steigerung kognitiver Leistungen. Eine Abhängigkeit von der Stimulation kann sich unter Umständen eher als psychische Abhängigkeit äußern, wenn beispielsweise das Gefühl entsteht, ohne Zuhilfenahme der Technik keine Leistungen steigern zu können. Um dies zu vermeiden sollte versucht werden, Alternativen zur Leistungssteigerung, ohne tDCS aufzuzeigen, die dann zwar mehr Eigenleistung erfordern, aber die Entwicklung dieser Abhängigkeit nicht mit sich bringen. Hier könnten beispielsweise

Gerätehersteller Hinweise in der Gebrauchsanweisung vermerken, die auf Alternativen zum Neuroenhancement hinweisen, ebenso wie ein solcher Hinweis auf Bauanleitungen zum Selbst herstellen eines Gerätes stehen könnte. Ein aufgeklärter Umgang und klare Betonung der Alternativen ist hier wichtig, um einen vernünftigen Gebrauch zu garantieren und zu vermeiden, dass etwaige Abhängigkeiten entstehen. Eine körperliche Abhängigkeit kann in diesem Risikoprofil nicht entstehen.

Ein sozialer Druck oder Zwang zur Nutzung von tDCS wird sich unter diesen Voraussetzungen wahrscheinlich nicht über das bereits bestehende Maß ausbilden. Die Erfolge der Stimulation fallen nicht so massiv aus, als dass ein Nutzen für den Anwender notwendig wird, um geforderte Leistungen zu erbringen oder im schulischen oder beruflichen Leben mithalten zu können. Eine Veränderung der Persönlichkeit

oder psychosozialer Eigenschaften als Folge der Stimulation würde in diesem Fall nicht in das niedrige Risikoprofil passen und wird daher an späterer Stelle besprochen. Die Authentizität und Autonomie des Einzelnen wird dabei auch nicht angegriffen, eine Entscheidung für oder gegen DIY Enhancement mit tDCS bleibt dem Einzelnen überlassen. Dieser erlangt durch Stimulation mit tDCS auch keinen unfaireren Vorteil gegenüber anderen, da Leistungen, die unter Anwendung von tDCS erbracht wurden, nicht über die hinaus gehen, die durch Training oder Übung auch auf herkömmlichem Weg erzielt werden können.

Die Selbstformung würde zwar vereinfacht, jedoch die Entwicklung nicht so weit übersprungen, als dass ein Verlust von Authentizität oder Anerkennung der Eigenleistung entstehen würde.

Eine Regulierung des Gebrauchs kann für aufgeklärte Nutzer ab einem jugendlichen Alter (beispielsweise 16 Jahre) angesetzt werden, da das Verständnis für die Maßnahme, die Technologie, Risiken und Ergebnisse ausreichend ist, um einen vernünftigen Nutzen für private Anwender zu garantieren. Sieht man DIY – tDCS zur Steigerung von Kognition für den Endnutzer als effiziente Methode an (erweist sich diese Technologie also als seiner kognitiven Leistungssteigerung zuträglich), so äußert sich der Effekt der Technologie doch ähnlich wie eine Nachhilfestunde, es kann von Kindern oder Jugendlichen also wesentlich früher darüber entschieden werden, ob sie dies anwenden möchten oder nicht. Zieht man die derzeit noch unbekanntes Risiken und offenen Fragen in Betracht, lässt das bedenkenlosen Umgang mit der Technologie zu, zu hoch wären eventuelle Risiken, die dabei den Nutzen weit

überwiegen würden, welche von Kindern mancher Altersgruppen nur schwer einzuschätzen sind. Andererseits existieren bereits ähnliche Regelungen zum Umgang mit Dingen, die Einfluss auf die Persönlichkeit, Leistung und Gesundheit eines Menschen haben, aber genau wie im Falle von tDCS potenzielle hohe Risiken durch langwierigen Gebrauch oder gar Missbrauch mit sich bringen, nicht nur in Bezug auf die Gesundheit. Eine Parallele könnte sich zum Alkoholkonsum ziehen lassen: So ist es Jugendlichen im Alter von 16 Jahren zum Beispiel erlaubt, alkoholische Getränke zu kaufen und zu konsumieren, wobei Alkohol – ähnlich einer möglichen Auswirkung von tDCS – Beklemmungen hemmt, also – zumindest kurzzeitig – auf die Persönlichkeit Einfluss hat. Obwohl dabei bekannt ist, dass ein übermäßiger Konsum von Alkohol hohe gesundheitliche Risiken mit sich bringt und auch im sozialen Bereich

schwere Folgen nach sich ziehen kann, wird der Konsum nicht gänzlich verboten, ein verantwortungsbewusster Umgang wird jedoch angestrebt. Es bleibt also immer noch die Frage, ab wann es erlaubt sein sollte über DIY – tDCS frei zu entscheiden und nach welchen Kriterien eine solche Altersgrenze festgelegt werden sollte. Solange tDCS die bereits erwähnten möglichen, aber bekannten, abschätzbaren und akzeptablen Risiken mit sich bringen kann, könnte das Alter, ab welchem über die Anwendung zum Zweck des Enhancements entschieden werden darf, auf circa 16 Jahre, oder sogar noch niedriger gesetzt werden, vergleicht man dies mit der Regulierung von Alkoholgenuss, der höhere gesundheitliche Risiken und soziale Problematiken mit sich bringen kann, als es derzeit bei Enhancement mit tDCS bekannt ist (Maslen et al. 2014a; Maslen et al. 2014b).

Ein Gebrauch dieser Technologie durch Kinder, beziehungsweise auf Wunsch der Eltern, um ihren Kindern ein Mithalten in der Schule oder einfacheres Lernen zu ermöglichen mag durchaus reizvoll erscheinen. Die Frage, ob es sinnvoll ist, dem Kind dieses Lernen so zu vereinfachen, oder den elterlichen Wunsch nach guten Schulnoten durch eine doch forcierte Maßnahme wie DIY – tDCS, ist schwer zu beantworten, die Leistungssteigerung entspricht unter dieser Annahme dem Ergebnis einer Nachhilfestunde oder langem Lernen, es werden keine übermäßig extremen Leistungen erzielt, der Aufwand, der zum Erreichen einer Leistung erbracht werden muss, ist unter Stimulation jedoch geringer als ohne. Ob der elterliche Ehrgeiz so weit geht, seinem Kind eine technische Maßnahme zur Leistungssteigerung – die nicht über die Natürliche hinaus geht – und ob dieser Ehrgeiz gut für die Entwicklung des Kindes sein

kann, muss abgewägt werden und sollte individuell betrachtet werden. Übermäßige Förderung eines Kindes kann auch mit herkömmlichen Maßnahmen eine psychische Beeinträchtigung des Kindes nach sich ziehen.

Bei einem derart niedrigen Risiko für den Anwender, mit relativ guten Ergebnissen, mag ein gewisser unfairer Vorteil entstehen, da die Anwender leichter oder gar weniger lernen oder trainieren müssen als die anderen. Eine derartige Ungerechtigkeit ist jedoch kein Argument gegen DIY – tDCS mit mittlerem Nutzen, da eine solche Ungerechtigkeit bereits in der Gesellschaft besteht und akzeptiert ist. Einen wirklichen Vorteil bei der Leistungserbringung entsteht dem Anwender jedoch nicht, das Ausmaß seiner Leistung entspricht dem der anderen.

Eine Entscheidung für oder gegen die Anwendung zum Enhancement bleibt also dem Einzelnen überlassen.

Mittleres Risikoprofil

Man ist im medizinischen Bereich durchaus gewillt bestimmte Risiken in Kauf zu nehmen, wenn dadurch eine Verbesserung des pathologischen Zustandes erzielt werden kann. Im Fall von Enhancement mag diese Risikobereitschaft nicht so ausgeprägt sein, das Bestreben oder der Druck zur Besserung eines als krank empfundenen Zustandes besteht für den Anwender nicht. Bei einer moderaten Leistungssteigerung – wie sie auf herkömmlichem Weg auch erzielt werden kann – und einem Risikoprofil, das sich schwerwiegender ausprägt als einem leichten Prickeln der Kopfhaut, aber keine bleibende Schädigung hinterlässt, muss

der Verbraucher entscheiden, ob die unangenehmen Wirkungen bei der Nutzung von DIY – tDCS akzeptiert werden können. Es muss eine individuelle Entscheidung durch den Nutzer getroffen werden. Sicher, es sind immer noch keine bleibenden Schädigungen von Körper und Psyche mit der Nutzung verbunden, die Nebenwirkungen mögen für einige wenige jedoch den Nutzen – der sich ja auch auf herkömmliche Art, aber mit mehr Eigeninitiative erzielen lässt – stark überwiegen, weshalb sie sich gegen DIY – tDCS entscheiden würden. Eine Abhängigkeit kann – wie bereits unter dem niedrigen Risikoprofil angesprochen – durchaus entstehen, eher eine psychische als eine körperliche, da der Anwender unter Umständen den Eindruck bekommt, ohne Stimulation keine Leistung mehr erbringen – das Gelernte nicht mehr abrufen zu können.

Eine Entwicklung eines sozialen Drucks im Falle einer relativ hohen Effektivität von DIY – tDCS ist nicht auszuschließen, zu einfach ist die Anwendung und die Zugänglichkeit zu der Technologie. In stark leistungsorientierten Bereichen des öffentlichen Lebens – Schule, Universität, Beruf – ist es durchaus denkbar, dass sich ein gewisser indirekter Zwang zur Anwendung von tDCS entwickelt, dem der Einzelne nun nachgeben muss, wenn er in diesen Bereichen mithalten möchte. Einem solchen indirekten Zwang sieht sich jeder Einzelne jedoch bereits täglich ausgesetzt – sei es Mode, politische Gesinnung, Sport oder Ernährungstrends, Firmenmentalität, das soziale Umfeld oder dem schon bestehenden Leistungsdruck des Bildungssystems – vielen dieser auferlegten Zwänge gibt man nach, um ein bestimmtes Ergebnis zu erzielen oder eine bestimmte Wirkung auf sein Gegenüber zu haben. Eine

Anwendung von tDCS unter der Annahme, dass es tolerable körperliche oder psychischen Auswirkungen mit sich bringt, wäre also nicht viel anders, weshalb es fraglich ist, ob ein solcher Zwang als negativ zu bewerten ist, oder eben zu einem Leben in und mit einer Gesellschaft dazu gehört. Anders verhält es sich natürlich mit direktem Zwang, der von einer höheren Stelle ausgesprochen wird und den Einzelnen dazu zwingt tDCS anzuwenden (Voarino et al. 2016). Ein solcher direkter Zwang zum Enhancement kann als massiver Eingriff in die Selbstbestimmung des Menschen angesehen werden, selbst wenn die Risiken moderat zu bewerten sind. Vielmehr wäre es doch sinnvoll derartige Maßnahmen anzubieten, aber vom Zwang abzusehen und dem Einzelnen zu überlassen, ob jemand davon Gebrauch machen möchte, oder nicht.

Unter der Annahme, dass schwerwiegendere Nebenwirkungen durch die Anwendung von DIY – tDCS entstehen, muss eine Regulierung strenge Regeln zur Anwendung und klare Grundregeln ab wann ein Gebrauch stattfinden darf, entwerfen.

Wie bereits unter Punkt 6.5 erwähnt, stellt eine gesteigerte kognitive Leistungsfähigkeit nur dann einen unfairen Vorteil im Wettbewerb dar, wenn durch die Stimulation Leistung für eine kurze Dauer gesteigert und danach wieder auf ihr vorheriges Niveau abfallen würde, ähnlich dem Gebrauch von leistungssteigernden Drogen, die ihre anregende Wirkung nach gewisser Zeit ebenfalls verlieren. Eine Leistungssteigerung, die die Dauer der Stimulation überdauert und danach weiter anhält, die Leistung also auf dem gesteigerten Niveau verbleibt, trotz Ausbleiben der Stimulation, kann ähnlich wie intensives Training oder konsequentes Lernen

angesehen werden, da diese Effekte die Anwendung ebenfalls – im Idealfall – überdauern sollen und ein hohes Leistungsniveau erhalten bleibt. Unfair oder betrügerisch kann dies nicht angesehen werden, da dies auch auf konventionellem Weg möglich ist.

Hohes Risikoprofil

Bei permanenter Schädigung des Gehirns oder Nervensystems, überwiegen diese Folgen den Nutzen der Anwendung immer noch so weit, dass zum Erreichen besserer kognitiver Leistungen auf herkömmliche Mittel zurückgegriffen wird, als sich tDCS zu bedienen.

Besteht das Risiko einer sich körperlich manifestierenden Abhängigkeit, so gilt es abzuwägen, welche Ausprägung diese annimmt und ob ein Verbot oder zumindest eine Einschränkung des Gebrauchs sinnvoll und notwendig sind.

Äußert sich eine derartige Abhängigkeit beispielsweise wie eine Nikotinabhängigkeit⁴, bei der der Raucher zwar von dem Wirkstoff abhängig ist und der Konsum dessen negative Auswirkungen auf den Körper haben kann, es ihm jedoch ohne Einschränkungen möglich ist am alltäglichen Leben teilzuhaben und die Wirkung des Suchtmittels auf das Gehirn in diesem Fall so gering ist, dass es zu keiner Veränderung der Psyche kommt, so wäre die Nutzung von tDCS genauso unkompliziert wie Rauchen, wobei natürlich Einschränkungen, gerade auf den Nutzen durch Kinder sinnvoll sind. Ein Verbot von DIY – tDCS unter diesen Umständen scheint nicht nötig, eine Aufklärung über das Suchtpotential ist jedoch unumgänglich. Anders verhält es sich, wenn tDCS in seiner Wirkung ähnlich bewusstseinsverändernden

⁴ Die Gesundheitsschädigungen sollen hierbei nicht berücksichtigt werden

Drogen wirkt. Dabei entstünde nicht nur eine Abhängigkeit von der Technologie, eine Veränderung und gar Schädigung von Gehirn, Psyche und Körper ginge damit einher, was letztendlich dazu führt, dass eine Teilhabe am Alltag nicht mehr möglich ist, weshalb solche Suchtmittel gesetzlich verboten sind, was unter diesen Umständen für tDCS ebenso sinnvoll wäre.

Unabhängig von der Art der Schädigung, sollte ein Gebrauch von tDCS bei hohem Risikoprofil unter gar keinen Umständen an Kindern stattfinden, mögen die Vorteile für diese noch so reizvoll erscheinen. Eine entsprechende Regelung sollte dazu entworfen werden.

Entwickelt der Anwender durch die Stimulation, Schädigung von Gehirn und Nerven oder Persönlichkeitsstörungen ist von einer Nutzung der Technologie ebenso abzuraten und der Gebrauch rechtlich zum Schutz des Einzelnen zu

verbieten. Es könnte in Erwägung gezogen werden, dass gewisse medizinische Indikationen einen Nutzen erlauben, vom alltäglichen Gebrauch ist aber abzusehen.

7.2.3 Hoher Nutzen

Bei einer hohen Wirkung von tDCS soll nun davon ausgegangen werden, dass dabei Leistungen erzielt werden, die weit über denjenigen liegen die auf herkömmlichem Weg, also durch Sport, Training und Lernen erreicht werden können. Bei tDCS kann sich dies als extreme Lernleistungen äußern, ähnlich wie zuvor angesprochen im Film „Ohne Limit“ gezeigt, wo der Protagonist mehrere Sprachen in wenigen Tagen lernt, Abläufe an der Börse in kürzester Zeit ohne Vorwissen verstehen und deuten kann.

auch kann bei hohem Nutzen vermutet werden, dass gewisse soziale Fähigkeiten durch Stimulation langfristig geändert werden können, was aus einem schüchternen Menschen unter Umständen einen selbstbewussten, charismatischen und offenen Redner machen kann. (Unter 4.3 wurden Studien aufgeführt, bei denen emotionale Befangenheit oder gar das Selbstwertgefühl verändert werden konnte. Wenn man davon ausgeht, dass mehr als diese Veränderungen möglich sind, also charakterliche Veränderungen, so zählt dies durchaus zu einer hohen Wirkung).

Niedriges & mittleres Risikoprofil

Unter der Annahme, dass der Nutzen in diesem Fall sowohl mittlere als auch niedrige Risiken stark überwiegt, kann davon ausgegangen werden, dass Bereiche wie Nebenwirkungen,

Gebrauch durch Kinder, Zwang, Fairness sowie Regulierung der Anwendung in beiden Risikoprofilen gleich eingestuft werden können, da die Wirkung die Risiken in beiden Fällen massiv übersteigt.

Geht man von der Annahme aus, dass die sich körperlich ausprägenden Nebenwirkungen wie gerade beschriebenen Ausprägungen wie Kribbeln und Kopfjucken annehmen, die Effekte der Stimulation jedoch hoch sind, muss man einen völlig anderen Schluss ziehen als bei niedriger und mittlerer Wirkung, abhängig von der Wirkung der Stimulation zur Steigerung von kognitiven Fähigkeiten oder Beeinflussung psychosozialer Kompetenzen. Hierbei übersteigt der Nutzen die Risiken massiv, was die Technologie für manche Anwender wohl als sehr reizvoll erscheinen lässt. Neben- oder Wechselwirkungen würden in diesem Fall nur die bekannten,

sich geringfügig äußernden eintreten. Eine körperliche Abhängigkeit wird in diesem Fall auch ausgeschlossen, wohingegen sich eine psychische Abhängigkeit – anders als im Falle geringer Leistungssteigerung durch Stimulation – durchaus ausprägen kann. In diesem Fall gilt es zu bewerten welches Ausmaß eine solche annehmen würde.

Eine milde Form der psychischen Abhängigkeit, die in ihrer Ausprägung Symptome mit sich bringt, die ein Teilhaben an der alltäglichen Gesellschaft möglich, aber unter Umständen verkomplizieren – wenn der Anwender zum Beispiel der Überzeugung ist, ohne vorherige Stimulation den Arbeitsalltag meistern zu können, oder am gesellschaftlichen Leben teilhaben zu können. Diese Form der Abhängigkeit, macht einen normalen Alltag immer noch möglich.

Es bestehen zwar keine sich körperlich ausprägenden Suchterscheinungen, weswegen es

schwierig ist eine rechtliche Regulierung im Sinne eines Verbots des Nutzens von tDCS auf den Weg zu bringen – Smartphones oder Computerspiele unterliegen auch keinem solchen Verbot – es sollte jedoch großer Wert auf Aufklärung über dieses Suchtpotential gelegt werden, dem Nutzer ausreichend Information darüber und ebenso klar ersichtliche Warnhinweise gegeben werden um einer möglichen Suchtentwicklung vorzubeugen und den Nutzer ausreichend über eine derartige mögliche Entwicklung aufzuklären. Es soll darauf hingewiesen werden, dass bei hohem Nutzen das Risikoprofil zwischen körperlichen und psychischen Nebenwirkungen getrennt voneinander abgewogen werden muss. Besteht allerdings zusätzlich eine sich körperlich manifestierende Abhängigkeit, so gilt es abzuwägen, welche Ausprägung diese annimmt und ob ein Verbot oder zumindest eine Einschränkung des

Gebrauchs sinnvoll und notwendig sind. Äußert sich eine derartige Abhängigkeit beispielsweise wie eine Nikotinabhängigkeit⁵, bei der der Raucher zwar von dem Wirkstoff abhängig ist und der Konsum dessen negative Auswirkungen auf den Körper haben kann, es ihm jedoch ohne Einschränkungen möglich ist am alltäglichen Leben teilzuhaben und die Wirkung des Suchtmittels auf das Gehirn in diesem Fall so gering ist, dass es zu keiner Veränderung der Psyche kommt, so wäre die Nutzung von tDCS genauso unkompliziert wie Rauchen, wobei natürlich Einschränkungen, gerade auf den Nutzen durch Kinder sinnvoll sind. Ein Verbot von DIY – tDCS unter diesen Umständen scheint nicht nötig, eine Aufklärung über das Suchtpotential ist jedoch obligat.

⁵ Die Gesundheitsschädigungen sollen hierbei nicht berücksichtigt werden

Ein besonderes Augenmerk gilt in jedem Fall wieder dem Gebrauch durch Kinder. Wenn davon ausgegangen wird, dass keine körperlichen Schäden durch die Anwendung entstehen, die Möglichkeit einer milden psychischen Abhängigkeit jedoch besteht, muss durch Aufklärung und Regulierung ein vernünftiger und sicherer Umgang mit der Technologie gewährleistet sein, aber die Entscheidung ab wann Minderjährige selbst entscheiden dürfen, bleibt noch zuzuteilen. Birgt eine Anwendung von DIY – tDCS massive Lernerfolge oder Ausgleich kognitiver oder neurologischer Defizite, so stellt dies für Eltern eine gute Maßnahme zur Förderung ihrer Kinder dar. Sicher ist diese Förderung der Kinder schon immer ein Bestreben der Eltern gewesen, zuweilen ist diese Förderung auch nötig, wie sonst würden Kinder sprechen, gehen, essen oder soziale Umgangsformen erlernen. Unter dem Deckmantel die Kinder

fördern zu wollen, projizieren jedoch viele Eltern ihren Ehrgeiz – der nicht zum Nachteil des Kindes gedacht ist – auf diese, und setzen ihre Kinder dadurch unter hohen Druck, was sich oft nicht zum Vorteil des Kindes entwickelt – viele Geschichten um Jugend – Fernsehstars zeigen genau dieses Phänomen. Oft ist dieser projizierte Ehrgeiz nicht im Sinne des Kindes, weil dieses kein Mitspracherecht mehr hat, was es für sich selbst entscheiden möchte oder nicht. Sicher kann man tDCS mit Nachhilfestunden vergleichen, da auch diese bestimmte kognitive Leistungen verbessern sollen, aber auch Nachhilfe oder anderer Unterricht ist nicht im Sinne des Kindes, wenn es dazu gezwungen wird, ein bestimmtes Fach, Instrument oder eine Sportart zu erlernen, die ihm keinen Spaß machen, oder es einfach keine Begabung dafür hat. Der psychische Drang den Eltern zu gefallen ist hoch, die Schäden, die dies langfristig auf die

Psyche hat sind häufig groß. Es sollte also festgelegt werden, ab welchem Alter Kinder oder Jugendliche selbst über solch eine Anwendung von tDCS entscheiden dürfen und sollen, um den Kindern so mehr die Kontrolle über ihr eigenes Leben und ihre eigene Entwicklung zu geben. Birgt eine Stimulation mit tDCS jedoch psychisch manifestierte Abhängigkeiten, sollten weder Kinder noch Erwachsene uneingeschränkten Zugriff auf die Technologie zum Enhancement haben, ungeachtet der möglichen hoch ausfallenden Erfolge.

Die Entwicklung eines indirekten Zwangs zum Nutzen von tDCS kann nicht ausgeschlossen werden, wenn der Effekt durchaus langfristige Leistungssteigerung verspricht und ein einfaches Mithalten in Ausbildung oder Beruf ermöglicht. Eine Ausprägung eines direkten Zwangs erlebt man mit Mitteln wie Nachhilfe oder Trainings – die den gleichen Effekt wie tDCS mit

mittlerem Nutzen haben – bisher weniger, weshalb ein solcher Zwang für tDCS eher unwahrscheinlich ist. Direkter Zwang, wie er durch eine staatliche Einrichtung wie Schulen ausgeübt werden kann sollte bei hoher Wirkung und wesentlich geringeren Risiken einer allgemeinen Regulierung unterliegen (wie bereits unter 6.2 und 6.6 angesprochen). Ein direkter Zwang im privaten Umfeld – beispielsweise durch die Eltern, kann nicht ausgeschlossen werden, jedoch sollte auch hier eine Regulierung erfolgen, die es Kindern ermöglicht über die Nutzung selbst zu entscheiden, sollte diese einen großen Einfluss auf deren Selbst haben, oder gar körperliche Auswirkungen nach sich ziehen (ebenfalls angesprochen unter 6.3 und 6.6). Einen vermeintlich unfairen Vorteil verschafft sich ein Nutzer von tDCS unter diesen Voraussetzungen schon, kann er doch Leistungen erbringen, die auf herkömmlichem Weg –

beispielsweise durch intensives Lernen oder Training – nicht erreicht werden können⁶. Geht man jedoch von einem geringen Risiko der Anwendung aus, macht dies tDCS nicht nur einfach und kostengünstig, sondern auch verhältnismäßig ungefährlich. Unter diesen Umständen mögen mehr Menschen auf eine derartige Maßnahme zurückgreifen, zugänglich bliebe tDCS also weiterhin für viele. Es entsteht dadurch vielleicht eher ein indirekter Zwang zum Mithalten im beruflichen oder schulischen Umfeld, weniger aber ein unfairer Vorteil der Anwender, wäre die Anwendung der tDCS doch für sehr viele möglich und zugänglich.

⁶ Unfair wäre dies prinzipiell nur, wenn tDCS nicht für jeden gleich verfügbar wäre, was unter 6.5 bereits diskutiert wurde. Die Einfachheit der technischen Vorrichtung und günstigen Materialien zum selbstständigen Aufbau machen die Technologie zu einem einfach zugänglichen Gut.

Hohes Risikoprofil

Anders verhält es sich, wenn tDCS in seiner Wirkung ähnlich bewusstseinsverändernden Drogen wirkt. Dabei entstünde auch eine Abhängigkeit von der Technologie, eine Veränderung und gar Schädigung von Gehirn, Psyche und Körper ginge damit einher, was letztendlich dazu führt, dass eine Teilhabe am Alltag nicht mehr möglich ist. Eine psychische Abhängigkeit, die in ihrer Ausprägung Symptome mit sich bringt, die ein Teilhaben am Alltagsleben unmöglich machen, weil etwa Entzugserscheinungen es der Person extrem erschweren aus dem Haus zu gehen, sei es nur die bloße Einbildung, ohne eine vorherige Stimulation nicht am Alltag teilhaben zu können, ist als eine krankhafte Form der Abhängigkeit zu beurteilen und ist ein klares Argument gegen die Anwendung von tDCS zur Leistungssteigerung im

Hausgebrauch. Ist der Einzelne nicht mehr fähig, ohne tDCS beispielsweise am Unterricht, Universität oder der alltäglichen Arbeit teilzunehmen und Leistungen zu erbringen, so ist doch klar, dass diese Form der Abhängigkeit, die durch den Gebrauch von tDCS entstanden ist, dem Nutzer massive Nachteile bringt. Solche Suchtmittel sind weitestgehend gesetzlich verboten, was unter diesen Umständen für tDCS ebenso sinnvoll wäre.

Eine Veränderung von persönlichen Charakterzügen, psychosozialer Fähigkeiten oder des Selbstbewusstseins ist im Lauf eines Lebens im Zuge der Selbstverwirklichung eine normale Entwicklung, die jeder Mensch durchläuft. Angefangen mit dem Erlernen sozialer Umgangsformen, der Ausbildung grundlegender Charakterzüge und der Formung eines Bewusstseins und Selbstbewusstseins, formt sich ein menschlicher Charakter und dessen

Eigenheiten und emotionale und psychische Kompetenzen durch Erlebnisse, Erfahrungen und das Umfeld. Solche Veränderungen vollziehen sich meistens relativ unbewusst, eine bewusste Beeinflussung von Charakter und psychosozialen Eigenschaften ist dennoch möglich, bisweilen sogar nötig, um sich den äußeren Umständen und Zielen anzupassen und mit diesen umgehen zu können. Gerne werden hierzu im Erwachsenenalter Hilfsmittel zurate gezogen, großer Beliebtheit erfreuen sich dazu Bücher, Coachings oder Meditationen – welche im übergeordneten Sinn bereits Maßnahmen zum Enhancement darstellen. Warum also nicht auf ein technisches Hilfsmittel zurückgreifen, dass es beispielsweise einer eher verschlossenen, introvertierten Person ermöglicht, sich zu öffnen, mehr aus sich heraus und auf andere Menschen zuzugehen. Durch DIY – tDCS könnte dies beispielsweise möglich

gemacht werden und erspart dem Anwender den oftmals vielleicht langen, anstrengenden und möglicherweise gar beängstigenden Prozess des Erlernens extrovertierten Verhaltens und die damit einhergehende Veränderung des Charakters oder des Selbstbewusstseins, die mit einer derartigen Verhaltensänderung einhergeht. Diese Form der Selbstformung durch Zuhilfenahme von einem derartigen Hilfsmittel, mag eine „Abkürzung“ für den Anwender darstellen und erscheint äußerst einfach und vielversprechend, fraglich bleibt aber, ob dabei nicht ein Schritt zur Persönlichkeitsbildung übersprungen wird, der für die Erfahrung und Formung des Charakters notwendig ist. Es besteht die Möglichkeit, dass ein Anwender eine Veränderung seiner psychosozialen Eigenschaften durch tDCS nicht mehr gänzlich als Produkt oder Prozess, den er selbsttätig durchläuft, ansieht, die Wertigkeit dieser

Veränderung also möglicherweise abnimmt, was wiederum einen negativen Einfluss auf das Selbstwertgefühl zur Folge haben kann. Diese Abkürzung mag in vielerlei Hinsicht verlockend erscheinen, kann aber insofern problematisch sein, als dass die damit erzielte Leistung nicht mehr als selbst vollbracht angesehen werden könnte (Galert et al. 2009). Diese Frage stellt sich bei der Verwendung anderer Hilfsmittel zu gleichem Zweck selten, so war doch der Weg hin zum erwünschten Ergebnis ein Resultat eigener Anstrengung, Trainings, Coachings – kurz, Arbeit an sich selbst. Der Einzelne musste ein gewisses Maß an Anstrengung und Eigeninitiative aufbringen, um sein Ziel zu erreichen. Geschieht dies nun durch tDCS beinahe „wie von Geisterhand“ ganz ohne großen Aufwand und langwierige Anstrengungen, besteht doch die Möglichkeit, dass durch den Verlust, oder das Auslassen des Prozesses der

Veränderung, diese Veränderung als nicht eigene, eher als fremd empfunden wird. Gerade im Hinblick auf eine Veränderung psychosozialer Eigenschaften, schafft die Vorstellung ein wieder stark futuristisch anmutendes Bild eines veränderten Menschen, der von einem Moment auf den anderen in seinen Grundzügen so stark verändert ist, fast als hätte jemand fremdes ihm eine völlig neue Persönlichkeit gegeben. Es mag schwerfallen, dies als sein ursprüngliches Selbst wahrzunehmen, das Selbstbewusstsein wird dadurch grundlegend erschüttert, der Mensch erkennt sich womöglich selbst nicht wieder, was in seiner dramatischsten Form zu einer schweren Psychose führen kann.

Wenn DIY – tDCS aber das Potential besitzt, eine Persönlichkeit in einem derartig umfangreichen Maß zu verändern, muss davon ausgegangen werden, dass dabei auch eine Veränderung der Biologie des Gehirns

vonstattengeht. Sollte es einer strikten medizinischen Kontrolle unterliegen, um ein ungewolltes Ergebnis der Anwendung zu vermeiden und den Verlauf der Anwendung kontrollieren zu können – ähnlich der medizinischen Überwachung von extremen Diäten – um eine starke Schädigung der Psyche des Anwenders zu vermeiden und vorzubeugen. Eine rechtliche Regulierung sollte es vor allem Kindern und Jugendlichen in diesem Szenario so schwer wie möglich machen, sich Geräte zu kaufen und auch die Anwendung durch Andere an Kindern und Jugendlichen sollte unrechtmäßig sein, wenn diese nicht aufgrund einer medizinischen Indikation, also zu Therapiezwecken erfolgt. Eine derartige Veränderung psychosozialer Eigenschaften kann einen großen Eingriff in die Authentizität eines Menschen bedeuten, die zwar als unabhängig vom Außen empfundener Ausdruck und Form des Selbst beschrieben

wurde (Leefmann 2017). Sie reicht dann bis hin zu einem Punkt, an dem die Charakterzüge und Psyche des Menschen soweit verändert wurden, dass dieser von sich selbst und seiner Umgebung nicht mehr als der angesehen wird, der er vor der Anwendung von tDCS gewesen war. Dadurch können auch schwere psychische Probleme die Folge sein, geht der Anwender nun doch durch eine schwere fremdinduzierte Persönlichkeitsveränderung, was einen Identitätsverlust und daraus folgernd psychologische Probleme nach sich ziehen kann. So kann ein Verlust von Authentizität so weit reichen, dass der Einzelne nicht mehr mit seiner ursprünglichen Definition des Selbst identifizieren kann, was – wie zuvor unter 6.4 erörtert, zu seinem Verlust von Selbstbestimmung und Autonomie führt. Nimmt diese Veränderung eben solche Züge an, nach denen dieser nicht mehr als selbstbestimmtes Individuum gelten mag,

sondern eher uniformes Verhalten zeigt, das leicht zu manipulieren und zu beeinflussen ist, besteht wie zuvor bereits angesprochen die Gefahr einer Ausbildung von Zwang zur Stimulation mit tDCS durch eine übergeordnete Stelle und damit – wenn eine weite Verbreitung dieses Vorgehens eintritt - eine Uniformität der Gesellschaft, die möglicherweise sogar futuristische, wenn nicht gar diktatorische Züge annehmen kann.

Fraglich ist, wie es sich mit einer Leistungssteigerung verhält, die weit über das natürliche Maß hinaus geht und anhält. Was in diesem Fall als natürliches Maß angesehen wird, ist schwer festzulegen, man könnte als Maßstab Leistungen extrem begabter Menschen heranziehen, die diese ohne Zuhilfenahme von Technologie oder leistungssteigernder Substanzen – also auf natürlichem Weg – bewerkstelligt hatten. Deren herausragende Leistungen

wurden von der Gesellschaft nie als unfair angesehen. Jan – Christoph Heilinger versucht sich an einer Definition der Natur des Menschen als die Summe typischer und essentieller Eigenschaften des Menschen. Diverse Eigenschaften können hierbei unterschiedlich stark ausgeprägt sein, diese machen den Menschen als Individuum jedoch aus und werden also als natürlich angesehen. Natürlichkeit des Menschen kann als das Ursprüngliche des Menschen gesehen werden, das bei der Geburt gegebene, was sich im Laufe der Entwicklung weiter verändert. Im Gegensatz dazu steht das Künstliche, was alles umfasst, was nicht auf diese Weise entstanden, sondern durch äußeren Einfluss, Veränderung von Eigenschaften und Fähigkeiten manipuliert wurde (Heilinger 2010).

Gelingt es, unter der Stimulation mit tDCS komplexe mathematische Aufgaben zu lösen oder

eine Sprache in kürzester Zeit, beispielsweise nur durch Hören der Fremdsprache für einige Stunden, zu lernen, mag das noch nicht unfair jenen gegenüber erscheinen, die derartige Leistungen ohne Enhancement zu erreichen versuchen. Werden Leistungen jedoch so weit gesteigert, dass beispielsweise in den Augen der Gesellschaft unmögliche Leistungen vollbracht werden – wie im Film „Ohne Limit“ dargestellt, in der der Hauptdarsteller dank einer leistungssteigernden Droge in der Lage ist innerhalb weniger Tage mehrere Sprachen zu lernen, sich das Wissen über die Finanzmärkte, die Börse und den Handel anzueignen, Verhalten von seinen Mitmenschen bis ins Detail zu lesen und somit zu finanziellem Erfolg und gesellschaftlichem Aufstieg und Ansehen zu gelangen (Filmstarts 2022), so wird es schwieriger, nicht von einem unfairen Vorteil durch die Anwendung von tDCS zu sprechen. Dabei

erscheint auf dem ersten Blick nicht unbedingt die gesteigerte Leistungsfähigkeit der unfairen Vorteil zu sein, sondern die damit erzielten Ergebnisse, gesellschaftlicher Status, beruflicher und finanzieller Erfolg. Diese Form der Ungerechtigkeit existiert derzeit jedoch auch schon und ist gesellschaftlich zwar nicht unbedingt akzeptiert, jedoch allgegenwärtig und etabliert, dass sie zu einem Teil der Gesellschaft geworden ist. Wie oft erlangen Menschen derartige Erfolge, obwohl sie keine großen Anstrengungen dafür leisten mussten, denkt man an strategisch sinnvoll geknüpften Kontakte – im beruflichen oder sozialen Bereich, die durch Netzwerke entstehen, für deren Entstehung durchaus ein gewisses Maß an Arbeit notwendig ist, von denen aber auch jene profitieren können, die keinen Aufwand zur Entstehung und Unterhalt dieser Netzwerke geleistet haben, was in den Augen vieler als unfair angesehen wird, die

sich für eben diese Erfolge sehr anstrengen mussten. Wäre ein derartiger Nutzen von tDCS also einfach nur eine andere Form dieser Beziehungen, dass einer kleinen Gruppe einen gesellschaftlich akzeptierten, aber nicht gern gesehenen Vorteil verschafft? DIY – tDCS wäre ganz im Gegenteil anders als spezielle Kontakte der Allgemeinheit zugänglich, jeder hat – dank der einfachen und günstigen Technik – Zugriff auf diese Geräte, was bedeutet, dass es jedem möglich wäre sich auf diese Art gesellschaftlichen, beruflichen und finanziellen Erfolg auf einem einfacheren Weg zu verschaffen. Die Gefahr besteht nun, dass sich – um diese Erfolge zu erzielen – eine Gruppe in der Gesellschaft herausbilden wird, die sich diesem Enhancement bedienen, man kann sich beispielsweise vorstellen, dass sämtliche Führungspositionen in dieser Zukunft von einer „enhanceten“ Person besetzt würde? Geht man nun davon

aus, dass, um ein hohes Maß an beruflichem und finanziellem Erfolg zu erreichen es nötig sein wird, sich mit DIY – tDCS zu höheren Leistungen zu bringen, um eben mit dieser Gruppe der enhanceden Personen mithalten zu können oder überhaupt die Chance zu haben, in eine derart hohe Position zu gelangen, was ohne Enhancement dann nicht mehr möglich wäre, so ist wieder ein indirekter Zwang zum Enhancement entstanden. Dies kann eine Aufspaltung der Gesellschaft zu Folge haben, nicht vor dem Hintergrund der finanziellen Unterschiede, aber eine Aufspaltung in „enhancete“ und „nicht-enhancete“ Menschen, die diese Form der Leistungssteigerung für sich ablehnen oder einfach für unnötig empfinden. Inwieweit eine derartige Entwicklung einer Gruppe enhanceder Personen für die Gesellschaft positiv ausfällt, ist schwierig einzuschätzen, da dieses Szenario erinnert wieder an futuristische

Vorstellungen von Gesellschaftsstrukturen mit ein paar wenigen, elitären Personen, wobei die restliche Bevölkerung wie einfache Arbeitskräfte ihr Dasein fristet.

Nach derzeitigem Wissensstand gibt es kein schlagkräftiges Argument gegen den Gebrauch von tDCS zum Zweck von Enhancement, solange der Nutzer sich über die möglichen, noch unbekanntem Risiken, die eine lange Anwendung mit sich bringen könnte, bewusst ist.

Bei moderatem Nutzen, wie er mit Lernen oder Übung erreicht werden kann, ist eine Regulierung der Anwendung wichtig um sowohl Erwachsene, vor allem auch Kinder vor der Ausbildung einer psychischen Abhängigkeit zu schützen. Hoher Nutzen, der Fähigkeiten soweit steigern kann, wie sie nicht einmal ohne Enhancement erreicht werden können, scheint doch sehr unwahrscheinlich zu sein, zeigt die

Forschung doch keine Entwicklung, die auf eine derart hohe Wirkung der Stimulation hindeuten würde.

Ein Gebrauch von DIY – tDCS scheint dennoch nicht nötig zu sein, kognitive Leistung kann auch auf anderem Weg gesteigert werden. Zwar mag eine Leistungssteigerung mit DIY – tDCS leichter erreicht werden, aber es ist fraglich, ob eine wirkliche Notwendigkeit besteht, sich solcher Mittel zu bedienen um im Alltag, im schulischen oder beruflichen Bereich mithalten zu können. Eine Aufklärung über den korrekten Gebrauch, Nutzen und Risiken ist in jedem Fall unumgänglich, selbst wenn nur geringe körperliche Risiken bestehen, die Entwicklung einer milden psychischen Abhängigkeit ist trotz allem möglich und sollte doch vermieden werden.

8. Fazit

Diese Arbeit betrachtet DIY – tDCS im Hinblick auf medizinethische Aspekte. Es stellen sich die Fragen, welche Problematiken die Technologie derzeit und ebenso in Zukunft aufwirft und ebenso, ob es nicht unter Umständen sinnvoller wäre, auf Alternativen zum Neuroenhancement zurückzugreifen.

Zuallererst war es nötig eine Definition für Neuroenhancement, beziehungsweise Enhancement zu finden, was sich als schwierig erwies, weil die Grenze zwischen Therapie und Enhancement in vielen Bereichen nicht klar gezogen werden kann. Für diese Arbeit ist Krankheit als eine physiologische Abweichung der biologischen Norm des Körpers, ein von der Person subjektiv empfundener Zustand des Unwohlseins oder/und einer erschwerten oder gar unmöglichen Teilhabe am alltäglichen Leben

definiert. Mindestens zwei dieser Kriterien müssen erfüllt sein, um unter den Begriff Krankheit zu fallen. Therapie kann demnach als eine Maßnahme angesehen werden, mit deren Hilfe man einen vormals bestehenden, als gesund empfundenen Zustand wiederherzustellen versucht. Dementsprechend wurde Enhancement für diese Arbeit definiert, als die medizinische Maßnahmen, die zu dem Zweck eingesetzt werden, eine Verbesserung über diesen gesunden Ausgangszustand hinaus zu bewirken. Neuroenhancement bedeutet folglich ein Enhancement neurologischer Gegebenheiten.

Im medizinischen Bereich findet tDCS Anwendung zur experimentellen Behandlung von Autismus, Schizophrenie oder Depression, sowie zum Ausgleich motorischer Defizite. Wissenschaftliche Studien beschäftigen sich unter anderem mit der Behandlung von Depression (Brunoni et al. 2013), Schizophrenie (Gomes et

al. 2018) oder Suchtverhalten (Da Silva et al. 2013) und konnten große Erfolge zur Verbesserung der pathologischen Zustände verzeichnen. Ebenso konnte Schmerzempfinden bei chronischen Schmerzpatienten verbessert werden (Bae et al. 2014; Boggio et al. 2008). Selbst eine Verbesserung von motorischen Fähigkeiten an gesunden Probanden konnte verzeichnet werden (Ciechanski et al. 2018). Auch kognitive Leistungen am Gesunden konnten verbessert werden, die Lernerfolge hielten nach Stimulation noch einige Monate an (Ruf et al. 2017). Sogar Verhalten konnte durch Stimulation verändert werden (Bell und DeWall 2018). Unter kontrollierten Bedingungen der Studien konnten dabei vielversprechende Erfolge erzielt werden, Langzeitauswirkungen dieser Therapiemethoden, also auch langfristig anhaltender Therapieerfolg, bedürfen weiterer Forschung.

Im privaten Bereich ist es für die Anwender einfach, an die Geräte zur Selbstanwendung zu kommen. So findet man nicht nur gebrauchsfertige Geräte, sondern auch Bauanleitungen, um selbst ein solches Gerät zusammen zu bauen. Auch findet unter den Anwendern ein reger Austausch statt, so gibt es vielzählige Diskussionsforen, Anleitung zur Anwendung und Bauanleitungen im Internet zu finden. Viele Nutzer verzeichnen einen positiven Nutzen durch die Anwendung, andere wiederum keinen, wieder andere hatten für sich selbst Alternativen gefunden, mit denen sie die gleichen Resultate erzielen konnte, wie mit Stimulation (Fessenden 2014). Dies sind allerdings nur Einzelberichte von Selbstversuchen, die Anwendung erfolgte also weder in kontrolliertem Umfeld wie bei einer wissenschaftlichen Studie, noch sind die Ergebnisse reproduzierbar oder einfach auf andere übertragbar.

Im Hinblick auf ethische Problematiken von DIY – tDCS wurden verschiedene Aspekte betrachtet. Zum einen allgemeine Sicherheitsbedenken, wobei derzeit bekannte körperliche Auswirkungen der Stimulation geringer Ausprägung sind, wie beispielsweise Kopfschmerzen, Kribbeln der Kopfhaut oder das kurze Sehen eines Lichtblitzes. Die Anwendung von tDCS ist vergleichsweise einfach, jedoch muss die korrekte Platzierung der Elektroden über dem entsprechenden Hirnareal beachtet werden, so ist zum Beispiel bei Linkshändern der Aufbau des Gehirns spiegelverkehrt zu dem von Rechtshändern. Wird ein Gerät zur Stimulation zuhause selbst zusammengebaut, kann dieser Aufbau Fehler aufweisen, der zu Schäden des Anwenders führen kann. Ebenso ist nicht bekannt, welche Auswirkungen Stimulation über längere Zeit auf das Gehirn hat. Weitaus unbekannter als Nebenwirkungen sind jedoch

Wechselwirkungen von tDCS mit Medikationen, genetischen Prädispositionen, Alter, Geschlecht oder pathologische Zustände. Es kann also nicht davon ausgegangen werden, dass eine Vorrichtung für tDCS in jedem Individuum den gleichen Effekt erzielt, trotz gleicher Einstellungen des Geräts.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Möglichkeit einer Entstehung von Abhängigkeit von einer Technologie wie tDCS. Dabei muss zwischen körperlicher und psychischer Abhängigkeit unterschieden werden. Körperliche Abhängigkeit würde eine Veränderung des Systems von inhibitorischen Botenstoffen im Körper voraussetzen, was derzeit ausgeschlossen werden kann. Eine psychische Abhängigkeit von dieser Technologie allerdings, kann nicht ausgeschlossen werden, es bleibt jedoch zu klären, welche Form diese Abhängigkeit annehmen würde und inwiefern sich diese von bereits bestehenden,

alltäglichen Abhängigkeiten unterscheiden würde. Wäre eine Teilhabe am Alltag durch diese Abhängigkeit nicht möglich, wäre dies ein Argument gegen DIY – tDCS und für eine Regulierung des Gebrauchs, zum Schutz der Anwender.

Ein weiterer Aspekt der ethischen Diskussion ist die Ausbildung eines sozialen Drucks oder Zwangs, wobei hier zwischen direktem Zwang (Zwang durch eine höhere Stelle wie beispielsweise Schule ausgesprochen) und dem indirekten Zwang (sozialer Druck in einer Gesellschaft) unterschieden werden muss (Voarino et al. 2016, 2016). Einem Zwang zur Nutzung von tDCS durch eine höhere Stelle – also direkt – sollte durch Regulierung der Verwendung vorgegriffen werden, selbst wenn derzeit der Nutzen der Stimulation noch relativ gering ist. Es sollte, um möglichen Zwang oder Missbrauch der Technologie schon im Vorfeld zu

vermeiden, eine angemessene Erforschung der Effektivität und der Auswirkungen erfolgen, um anschließend eine angemessene Sicherheitseinstufung und im Zuge dessen Regulierung der Verwendung von technischem Neuroenhancement zu ermöglichen. Einem direkten Zwang kann man so vorgreifen, die Ausbildung eines indirekten Zwangs hingegen wird man nicht vermeiden können.

Wie verhält sich die Problematik des Enhancements, wenn es nun um die Anwendung von tDCS durch Kinder geht? Der Wunsch nach Förderung von Fähigkeiten eines Kindes geht oft von den Eltern aus, in seiner alltäglichen Form durch zum Beispiel musikalische Früherziehung, oder Nachhilfe. Förderung kindlicher Leistung durch Neuroenhancement kann durchaus Probleme mit sich bringen, so kann die Wirkung von tDCS auf das kindliche Gehirn negative Auswirkungen mit sich bringen. Die

Schädeldecke von Kindern ist beispielsweise nicht so dick, wie die von Erwachsenen, der Impuls bei Stimulation kann also viel stärker durch den Knochen und auch tiefer eindringen, wodurch es zu einer größeren Stimulation oder Schädigung des Gewebes kommen kann (Gallert et al. 2009). Welche Nebenwirkungen dies mit sich bringen kann ist noch nicht vollständig erforscht. Es sollte also darauf geachtet werden den Umgang von Kindern beziehungsweise deren Eltern mit tDCS einzuschränken, solange keine genauen Ergebnisse dazu bestehen, um Schädigung des Kindes zu vermeiden. Fest steht, dass jede Maßnahme zur Förderung der kindlichen Erziehung und Bildung spätestens dann als kritisch zu betrachten ist, wenn zu erwarten ist, dass das Kind dabei einen psychischen und/oder körperlichen Schaden nimmt. Im Falle von tDCS können solche Schäden derzeit noch nicht ausgeschlossen werden,

weshalb auch hier wieder eine Regulierung und Aufklärung über den Gebrauch sinnvoll erscheint. Für Erwachsene kann eine Regulierung wesentlich liberaler vorgenommen werden, wenn keine oder nur geringe Risiken bestehen, da Schädigung der Entwicklung des Gehirns ausgeschlossen werden kann. Beim Erwachsenen kann davon ausgegangen werden, dass ein vernünftiger Umgang mit der Technologie stattfinden kann, bei Kindern wird man eher Vorsicht mit unbegrenztem Zugriff walten lassen.

Neben Sicherheitsbedenken und regulatorischen Fragen beschäftigt sich die Ethik auch mit der Frage, welchen Einfluss Enhancement unter anderem auf das Menschenbild, das Selbst und das Selbstbestimmungsrecht des Individuums hat. Da tDCS in der Lage ist, Strukturen des Gehirns zu verändern, stellt sich die Frage, ob dabei auch wesentliche Merkmale

des Menschen, sein Selbstbild und seine Autonomie verändert würden. Autonomie kann hierbei als Unabhängigkeit und Fähigkeit den eigenen, freien Willen zu äußern definiert werden (Stangl 2021). Eine solche Autonomie kann erzielt werden, wenn der Einzelne in seinem Selbst ganz authentisch, also frei von Zweifel und seinem grundlegenden Wesen sicher und frei von Fremdbestimmung ist (DRZE 2022). Authentizität wiederum wird vom griechischen „*authentikós*“ abgeleitet, was in seiner Übersetzung „echt“ bedeutet (Mauritz 2018). Diese Definition allein ist nicht ausreichend. Genauer formuliert, ist Authentizität der subjektive Eindruck von der eigenen Identität (Leefmann 2017, S. 144). Diese Authentizität befähigt den Einzelnen nun dazu, Entscheidungen über das so definierte Selbst autonom, also selbstbestimmt zu treffen. Auch wenn Körper und Psyche sich im Laufe eines Lebens, von Geburt angefangen,

verändern, so wäre eine Veränderung der Persönlichkeit, wenn dadurch die Identität so weit verändert wird, dass der Mensch quasi ein anderer wäre wie vor Enhancement, möglicherweise sogar zu dessen eigenem oder zu gesellschaftlichem Nachteil (Hamilton et al. 2011). Wenn tDCS diese Möglichkeit bieten würde, so stellt sich die Frage, ob es möglich sein kann, mit einer derart veränderten Persönlichkeit noch selbstbestimmte Entscheidungen zu treffen, oder ob die Authentizität des Anwenders durch die Veränderung abgenommen hat. Weitere Erkenntnisse über mögliche langanhaltende Persönlichkeitsveränderungen sind jedoch nötig um die Problematik der Authentizität abschließend beurteilen zu können. Nach derzeitigem Wissensstand geht von der Methodik der tDCS keine Gefahr eines Verlusts der persönlichen Authentizität aus.

Ungeachtet dessen, wozu DIY – tDCS eingesetzt wird, stellt sich die Frage, ob die Nutzung einen unfairen Vorteil für den Anwender mit sich bringt. tDCS, das momentan keine extrem weitreichenden Folgen hat, zur Leistungssteigerung kann mit unterstützenden Maßnahmen wie Nachhilfe, Gehirnjogging, Koffein oder Traubenzucker gleichgesetzt werden, was per se keine Form des Leistungsbetrugs darstellt. Das Argument der bedrohten Gerechtigkeit und der Fairness kann zwar nicht von der Hand gewiesen werden, eine Bedrohung existiert allerdings erst, wenn Neuroenhancement am Gesunden eine erwiesene hohe Wirkung zeigt, und wenn nur bestimmte Teile der Bevölkerung auf die Technologie Zugriff erhalten, was derzeit nicht der Fall ist.

Ein weiteres Thema ist die rechtliche Regulierung von DIY – tDCS zum Schutz der

Verbraucher. Anders als die in der Medizin eingesetzten Geräte, werden die Geräte, oder die Bauanleitungen zur Selbstanwendung verkauft zu dem Zweck, Funktionen des Gehirns zu verbessern. Dabei unterscheiden sich diese Instrumente in ihrer Zielsetzung von Medizinprodukten, weil sie nicht zum Zweck der Therapie oder Prävention von Krankheiten, sondern zur Erweiterung von Fähigkeiten zum Einsatz kommen (Maslen et al. 2014a). Für Medizinprodukte bedarf es vor Markteinführung einer strikten, klinischen Bewertung, die allgemeine Sicherheit ist hier nicht ausreichend, wohingegen dies für Geräte zum Enhancement genügt. Abschließend wird noch der mögliche Glücksgewinn von DIY – tDCS erörtert. In der heutigen Zeit scheint Glück als subjektiv empfundener, und individuell variierender Zustand definiert, der nicht nur von gesellschaftlichen, zeitlichen oder geographischen sowie persönlichen

Umständen abhängig ist, sondern auch von der individuellen Definition eines jeden einzelnen abhängt. Ähnlich dem hedonistischen Glücksgedanken scheint der Glücksgewinn bei einem Großteil der derzeitigen Gesellschaft sich in einem Bestreben des größtmöglichen Lustgewinns zu äußern, so zum Beispiel durch die Befriedigung von materiellen, sozialen oder beruflichen Wünschen. Die Möglichkeit, kognitive Leistungen mit tDCS zu steigern und somit besseren schulischen oder beruflichen Erfolg zu erzielen mag also ein glückliches Leben versprechen.

Um nun einordnen zu können welche ethischen Problematiken sich beim Hausgebrauch von tDCS ergeben können, muss eine Unterscheidung verschiedener Ausgangssituationen getroffen werden. Zum einen, wird der aktuelle Stand der Wissenschaft betrachtet, aber auch

zukünftige Szenarien müssen ethisch kritisch betrachtet werden.

Neben dem gegenwärtigen Forschungsstand werden folgende Szenarien diskutiert: Wenn ein mittlerer Nutzen zu verzeichnen, der ähnlichen Effekte hat wie Training oder Übung, und dessen Wirkung längere Zeit anhält, hängt es nun von der Schwere der Risiken ab, ob DIY – tDCS zum Einsatz kommt, um einen Glücksgewinn zu erzielen. Bestehen nur geringe Risiken, etwa wie die derzeit bekannten, würde DIY – tDCS durchaus den Trend der Zeit treffen, ermöglicht es doch, beispielsweise kognitive Ziele einfacher zu erreichen als durch Lernen. Bringt die Stimulation jedoch mittelschwere Risiken mit sich, wie eine leichte psychische Abhängigkeit, dass der Anwender der Auffassung ist, ohne Stimulation das Gelernte nicht mehr abrufen zu können, ist dies so lange nicht problematisch, wie ein Teilhaben am Alltag noch

uneingeschränkt möglich ist. Die Ausbildung eines sozialen Drucks zur Anwendung ist unter dieser Annahme möglich, aber vergleichbar mit bereits bestehenden Zwängen der Gesellschaft (beispielsweise Mode, Ernährungstrends oder politische/gesellschaftliche Gesinnungen). Man kann hier argumentieren, dass eine gewisse Form des Zwangs zum Leben in einer Gesellschaft dazu gehört. Dieses Risiko spricht also nicht gänzlich gegen eine Verwendung von DIY – tDCS. Von mangelnder Fairness könnte in diesem Fall auch nicht geredet werden, wäre die Leistungssteigerung doch auch auf herkömmlichem Weg, aber natürlich mit mehr Eigenleistung zu erzielen.

Andere Schlüsse muss man ziehen, wenn hohe Risiken durch die Anwendung bestehen, die den Nutzen weit übersteigen. Dann kann von körperlicher Schädigung, sogar von Entstehung einer körperlichen Abhängigkeit

ausgegangen werden, was klare Gegenargumente für häuslich Angewandte tDCS sind. Auch der Gebrauch durch Kinder sollte streng reguliert werden, da es zur Schädigung der Gehirnentwicklung kommen kann. Eine Regulierung der Anwendung, wenn nicht sogar Verbot, sollte zum Schutz der Verbraucher erfolgen. In Ausnahmefällen mag tDCS im medizinischen Bereich zu therapeutischen Zwecken Anwendung finden, im Hausgebrauch sollte es jedoch keine Anwendung finden.

Wenn hoher Nutzen verzeichnet werden kann, also Effekte erzielt werden können, die nicht einmal mit intensivem Lernen oder Training erreicht werden können, so mag auf den ersten Blick ein massiver Glücksgewinn damit zu erzielen sein, wenn man DIY – tDCS anwendet, um akademischen oder beruflichen Erfolg zu steigern. Anders verhält es sich, wenn Nebenwirkungen von stärkerer Ausprägung als

Kopfschmerzen auftreten und größere Schäden verursacht werden. Milde Formen der psychischen Abhängigkeit, die ein Teilhaben am Alltag immer noch möglich machen, sind kein Argument gegen Nutzung von DIY – tDCS mit hoher Wirkung. Selbst eine milde Form von körperlicher Abhängigkeit wäre kein Gegenargument, wenn diese sich wie eine Nikotinsucht äußern würde. Eine Regulierung der Anwendung und Aufklärung über Risiken sollte zum Schutz der Verbraucher stattfinden, um vor allem Kinder und Jugendliche vor Schädigung zu schützen. Treten milde Formen von psychischer Abhängigkeit auf, so sollte eine vernünftige Regulierung und Aufklärung einen Umgang mit der Technologie eingrenzen, um den Anwender zu schützen, gerade auf Kinder sollte dabei Acht gegeben werden (siehe 7.2.3). Es mag sein, dass der Einzelne sich durch die hohen Effekte und Möglichkeiten, die sich ihm

dadurch bieten gezwungen fühlt, die Technologie anzuwenden, derartige indirekte Zwänge sind allgegenwärtig und liegen im Ermessen jedes Einzelnen diesen nachzugeben. Ein direkter Zwang durch eine höhere Stelle wie Schule oder Arbeitsstelle, sollte jedoch gesetzlich reguliert werden, um Missbrauch und Schädigung zu vermeiden.

Anders verhält es sich, wenn nun hohe Risiken bestehen. Bei einer schweren körperlichen Schädigung oder psychischen Schäden, wie sie durch bewusstseinsverändernde Drogen unter Umständen auch zustande kommen können, ist das Risiko für den Anwender so hoch, dass eine Regulierung, vielleicht sogar ein Verbot ausgesprochen werden muss. Zwar mag die vorausgegangene Stimulation und die damit erreichte Leistungssteigerung Glück versprechen, die gesundheitlichen Risiken sollten jedoch nicht in Kauf genommen werden. Ein

hoher Nutzen von DIY – tDCS als Maßnahme um sich selbst zu formen mag attraktiv für den Anwender erscheinen. Hier stellt sich jedoch die Frage, ob dabei ein Verlust von Authentizität stattfindet, was weitreichende Folgen für die psychische Gesundheit nach sich ziehen kann. Durch gesteigerte kognitive Leistungen kann bei hoher Wirkung natürlich auch gesteigerter beruflicher oder schulischer Erfolg verzeichnet werden, was als unfair angesehen werden kann. Solche Formen von Ungerechtigkeit bestehen aber bereits, was nicht unbedingt gegen die Anwendung von tDCS spricht.

Wird tDCS genutzt, um Charakterzüge zu verändern, oder psychosoziale Eigenschaften zu verändern, so mag das mit technischem Neuroenhancement durchaus vielversprechend sein. Diese Form der Selbstformung durch Zuhilfenahme von einem derartigen Hilfsmittel, mag eine „Abkürzung“ für den Anwender darstellen

und erscheint äußerst einfach und vielversprechend, fraglich bleibt aber, ob dabei nicht ein Schritt zur Persönlichkeitsbildung übersprungen wird, der für die Erfahrung und Formung des Charakters notwendig ist. Nimmt diese Veränderung von Charakter und Psyche eben solche Züge an, wonach denen dieser nicht mehr als selbstbestimmtes Individuum gelten mag, sondern eher uniformes Verhalten zeigt, das leicht zu manipulieren und zu beeinflussen ist.

Eine Regulierung der Anwendung mit einem solchen Potential muss zum Schutz des Anwenders strikt erfolgen, um psychische und körperliche Schädigung zu vermeiden und einen Missbrauch der Technologie zur Manipulation durch eine höhere Stelle zu unterbinden. Ein unfairer Vorteil durch Stimulation mit tDCS und damit massiv gesteigerte Kognition mag vorerst nicht als ungerecht erscheinen, die Leistungen, die damit erzielt werden können, sind eher als

ungerecht anzusehen. Man muss jedoch einwenden, dass diese Form der Ungerechtigkeit bereits existiert, wenn sie auch nicht unbedingt gesellschaftlich akzeptiert ist. Geht man nun davon aus, dass, um ein hohes Maß an beruflichem und finanziellem Erfolg zu erreichen, es nötig sein wird, sich mit DIY – tDCS zu höheren Leistungen zu bringen, um eben mit dieser Gruppe der enhanceden Personen mithalten zu können oder überhaupt die Chance zu haben, in eine derart hohe Position zu gelangen, was ohne Enhancement dann nicht mehr möglich wäre, so ist wieder ein indirekter Zwang zum Enhancement entstanden. Es stellt sich die Frage ob durch eine derartige Entwicklung nicht eine gesellschaftliche Schicht der enhanceden Personen entsteht, was zu einer Aufspaltung der Gesellschaft führen mag.

Um gesellschaftliche Problematiken wie Fairness und Verteilungsgerechtigkeit oder den

Schutz der Anwender betrachten zu können, muss eine weitere Forschung vorangetrieben werden, um den tatsächlichen Nutzen und die Risiken der Anwendung auch im Hausgebrauch abschätzen zu können. Eine Regulierung zum Schutz der Anwender und der Gesellschaft ist unumgänglich, egal welchen Nutzen tDCS in Zukunft mit sich bringt. Gerade im Hinblick auf Kinder und deren sich noch in der Entwicklung befindlichen Gehirns, das weitaus mehr Schaden nehmen kann als das von Erwachsenen, ist eine Regulierung zum Schutz des Kindes vor körperlicher oder psychischer Schädigung außerordentlich wichtig. Ein Glücksgewinn mag für den Anwender sowohl mit geringer Wirkung von DIY – tDCS erreicht werden, als auch mit hoher Wirkung. Fraglich ist, zu welchem Preis diese Leistungssteigerung vonstattengeht. Kann eine Veränderung der Persönlichkeit ausgeschlossen werden, stellt sich DIY – tDCS als

Mittel dar, den Weg zum Glück zu vereinfachen. Solange eine Regulierung zum Schutz der Anwender – vor allem der Kinder, die weit- aus größere Schädigungen davontragen können – besteht, mag DIY – tDCS mit einem mittleren Nutzen ein Hilfsmittel für viele darstellen, beruflichen, schulischen oder sozialen Erfolg zu erzielen. Extreme Leistungssteigerung durch Stimulation muss zuallererst in seiner Ausprägung und den Risiken betrachtet werden, die diese mit sich bringt.

Zum Schutz des Einzelnen und der Gesellschaft müssen physische, psychische und gesellschaftliche Auswirkungen von DIY – tDCS und mögliche Entwicklungen weiterhin sehr kritisch betrachtet werden. Fraglich bleibt trotz allem, ob eine derart künstlich gesteigerte kognitive Leistungsfähigkeit, wirklich nötig ist um ein erfülltes, glückliches Leben zu führen.

9. Zusammenfassung

Transkranielle Gleichstromstimulation (im Folgenden tDCS), deren Wirkung in der medizinischen Forschung vielfältig zum Einsatz kommt, wird auch ohne medizinische Anleitung oder Indikation im Hausgebrauch verwendet, um kognitive Leistungen zu steigern. Transkranielle Gleichstromstimulation funktioniert über zwei kleine Elektroden am Kopf über die eine geringe Spannung von 1-2mA auf den Kopf übertragen werden und durch die Schädeldecke das Gehirn erreichen. Je nach Flussrichtung des Stroms wird so ein Areal entweder stimuliert oder gehemmt.

Diese einfache Technik machen sich nun Privatpersonen zu Nutzen um kognitive Leistungen ohne medizinische Indikation zu steigern. Vielzählige Erfahrungsberichte von Anwendern lassen vermuten, dass sich die Technologie für

einige als durchaus effizient und sicher erweist, diese anekdotische Evidenz ist jedoch nicht ausreichend, um tatsächlichen Nutzen und Sicherheit für den Anwender aus medizinethischer Perspektive beurteilen zu können.

Medizinethische Themen, die beim Hausgebrauch von tDCS betrachtet werden, sind: Sicherheit der Anwendung (Betrachtung von Neben – und Wechselwirkungen), Suchtpotenzial, Sozialer Druck/Zwang, Anwendung durch Kinder, Authentizität und Autonomie des Einzelnen, Fairness und Regulierung der Anwendung sowie der mögliche Glücksgewinn. Diese Themen müssen jedoch unter verschiedenen Voraussetzungen betrachtet werden. Zum einem nach aktuellem Stand der Wissenschaft, sowie unter Annahme von zukünftigen Forschungsergebnissen. Je nach Nutzen – Risiko – Profil (geringer Nutzen, moderater und hoher Nutzen), ergeben sich dann unterschiedliche

Szenarien, mit denen unterschiedlich umgegangen werden muss.

Grundlegend kann behauptet werden, dass es sowohl nach aktuellem Stand der Wissenschaft als auch unter zukünftigen Annahmen keinen Grund für eine Nutzung von tDCS ohne medizinische Indikation gibt, aber auch kein Argument für ein absolutes Verbot der Nutzung, da die Risiken extrem gering sind. Die Anwendung von tDCS durch Kinder, ohne medizinischen Hintergrund, muss gesondert betrachtet werden und strenger reguliert werden, da die Technik noch unerforschte Wirkung auf das kindliche Gehirn ausüben kann, die das in der Entwicklung befindliche Gehirn dauerhaft schädigen können. Eine Forschung der Wirkung auf das erwachsene Gehirn muss so weit vorangetrieben werden, bis klarere Ergebnisse über die langfristigen Auswirkungen bekannt sind. Erst danach kann eine Forschung an Kindern vorgenommen

werden und dementsprechend eine Regulierung erstellt werden.

10. Literaturverzeichnis

Autonomie – Staatslexikon (2023). Online verfügbar unter <https://www.staatslexikon-online.de/Lexikon/Autonomie>, zuletzt aktualisiert am 15.11.2023, zuletzt geprüft am 15.11.2023.

Bachmann, C. G.; Muschinsky, S.; Nitsche, M. A.; Rolke, R.; Magerl, W.; Treede, R.-D. et al. (2010): Transcranial direct current stimulation of the motor cortex induces distinct changes in thermal and mechanical sensory percepts. In: *Clinical Neurophysiology*, S. 2083–2089. Online verfügbar unter <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1388245710004232?via%3Dihub>, zuletzt geprüft am 23.09.2018.

Bae, Sea-Hyun; Kim, Gi-Do; Kim, Kyung-Yoon (2014): Analgesic Effect of Transcranial Direct Current Stimulation on Central Post-Stroke Pain. In: *Tohoku J. Exp. Med.* 234 (3), S. 189–195. DOI: 10.1620/tjem.234.189.

Batista, E. K.; Klauss, J.; Fregni, F.; Nitsche, M. A.; Nakamura-Palacios, E. M. (2015): A Randomized Placebo-Controlled Trial of Targeted Prefrontal Cortex Modulation with

Bilateral tDCS in Patients with Crack-Cocaine Dependence. In: *The international journal of neuropsychopharmacology* 18 (12). DOI: 10.1093/ijnp/pyv066.

Bayertz, K.; Beck, B.; Stroop, B. (2012): Künstliches Glück? Biotechnisches Enhancement als (vermeintliche) Abkürzung zum guten Leben. Universität Münster.

Beggin, R. (2017): Students Zap Their Brains For a Boost, For Better Or Worse. Online verfügbar unter <https://www.npr.org/sections/all-techconsidered/2017/01/07/507133313/students-zap-their-brains-for-a-boost-for-better-or-worse?t=1538586548782>, zuletzt aktualisiert am 07.01.2017, zuletzt geprüft am 03.10.2018.

Bell, S. B.; DeWall, N. (2018): Does transcranial direct current stimulation to the prefrontal cortex affect social behavior? A meta-analysis. Online verfügbar unter <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6137315/>, zuletzt aktualisiert am 01.04.2020, zuletzt geprüft am 01.04.2020.

Blackwell, T. (2013): Do-it-yourself brain stimulation has scientists worried as healthy people try to make their minds work better. Online verfügbar unter

<http://news.nationalpost.com/news/canada/transcranial-direct-current-stimulation-tdcs-technology>, zuletzt geprüft am 02.01.2016.

Boggio, P. S.; Zaghi, S.; Lopes, M.; Fregni, F. (2008): Modulatory effects of anodal transcranial direct current stimulation on perception and pain thresholds in healthy volunteers - Boggio - 2008 - European Journal of Neurology - Wiley Online Library. In: *European Journal of Neurology* (15), S. 1124–1130. Online verfügbar unter <https://online-library.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1468-1331.2008.02270.x>, zuletzt geprüft am 29.08.2018.

Brain power (2016). In: *Nature*, 03.03.2016 (531). Online verfügbar unter http://www.nature.com/news/brain-power-1.19475?WT.ec_id=NATURE-20160303&spMailingID=50825784&spUserID=MjA1NzU-zNDg5MgS2&spJobID=880255771&spReportId=ODgwMjU1NzcxS0, zuletzt geprüft am 14.03.2016.

Brauer, M. (2017): Was ist Glück? Ethik und Moral. In: *Stuttgarter Zeitung* 2017, 02.06.2017. Online verfügbar unter

<https://www.stuttgarter-zeitung.de/inhalt.was-ist-glueck-die-kleinen-dinge-page2.23627a6b-41ce-40d3-81e0-7fe784c166e9.html>, zuletzt geprüft am 02.02.2020.

Brunoni, A. R.; Moffa, H. A.; Sampaio-Junior, B.; Borrione, L.; Moreno, M. L.; Fernandes, A. R. et al. (2017): Trial of Electrical Direct-Current Therapy versus Escitalopram for Depression | NEJM. Massachusetts Medical Society. Online verfügbar unter <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa1612999>, zuletzt aktualisiert am 28.06.2017, zuletzt geprüft am 28.08.2018.

Brunoni, A. R.; Valiengo, L.; Baccaro, A.; Zanao, T. A.; Oliveira, J. F. de; Goulart, A. et al. (2013): The sertraline vs. electrical current therapy for treating depression clinical study: results from a factorial, randomized, controlled trial. In: *JAMA psychiatry* 70 (4), S. 383–391. DOI: 10.1001/2013.jamapsychiatry.32.

Caputron (2023): Best tDCS Devices of 2023 | tDCS Devices | Caputron. Online verfügbar unter <https://caputron.com/pages/best-tdcs-device>, zuletzt aktualisiert am 10.11.2023, zuletzt geprüft am 10.11.2023.

Ciechanski, P.; Cheng, A.; Damji, O.; Lopushinsky, S.; Hecker, K.; Jadavji, Z.;

Kirton, A. (2018): Effects of transcranial direct-current stimulation on laparoscopic surgical skill acquisition. Unter Mitarbeit von P. Ciechanski, A. Cheng, O. Damji, S. Lopushinsky, K. Hecker, Z. Jadavji und A. Kirton. Wiley-Blackwell. Online verfügbar unter <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5989997/>, zuletzt aktualisiert am 01.01.2018, zuletzt geprüft am 12.09.2018.

Ciechanski, P.; Kirton, A.; Wilson, B.; Williams, C. C.; Anderson, S. J.; Cheng, A. et al. (2019): Electroencephalography correlates of transcranial direct-current stimulation enhanced surgical skill learning: A replication and extension study. In: *Brain Research* 1725, S. 146445. DOI: 10.1016/j.brainres.2019.146445.

Cohen Kadosh, R.; Levy, N.; O'Shea, J.; Shea, N.; Santos, M. C. (2012): The neuroethics of non-invasive brain stimulation. In: *Current biology* : CB 22 (4), S. 11. DOI: 10.1016/j.cub.2012.01.013.

Constitution of the World Health Organization (2023). Online verfügbar unter <https://www.who.int/about/governance/constitution>, zuletzt aktualisiert am 18.07.2023, zuletzt geprüft am 02.08.2023.

Coravos, A. (2017): Can stimulating your nervous system reverse Parkinson's, reduce depressive episodes, and help you... Online verfügbar unter <https://medium.com/neuro-techx/can-stimulating-your-nervous-system-reverse-parkinsons-reduce-depressive-episodes-and-help-you-4699b2bb3698>, zuletzt geprüft am 14.10.2018.

Da Silva, M. C.; Conti, C. L.; Klauss, J.; Alves, L. G.; Cavalcante, H.M.N.; Fregni, F. et al. (2013): Behavioral effects of transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) induced dorso-lateral prefrontal cortex plasticity in alcohol dependence. In: *Journal of Psychology-Paris* (107), S. 493–502. Online verfügbar unter <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0928425713000429?via%3Dihub>, zuletzt geprüft am 23.09.2018.

Dahlem, M. A. (2014): Doch-nicht-nichtinvasive Hirnstimulation? Online verfügbar unter <http://www.scilogs.de/graue-substanz/doch-nicht-nichtinvasive-hirnstimulation/>, zuletzt geprüft am 02.01.2016.

dict.cc Wörterbuch :: enhancement :: Deutsch-Englisch-Übersetzung. Online verfügbar unter <https://www.dict.cc/englisch-deutsch/enhancement.html>, zuletzt geprüft am 03.10.2017.

DocCheck, Medizinexpert*innen bei (2023): Amphetamin - DocCheck Flexikon. DocCheck Community GmbH. Online verfügbar unter <https://flexikon.doccheck.com/de/Amphetamin>, zuletzt aktualisiert am 28.12.2023, zuletzt geprüft am 28.12.2023.

DocCheck Medical Services GmbH (2018): CAMP - DocCheck Flexikon. DocCheck Medical Services GmbH. Online verfügbar unter <http://flexikon.doccheck.com/de/CAMP>, zuletzt aktualisiert am 08.02.2018, zuletzt geprüft am 18.04.2018.

DRZE (2022): <https://www.drze.de/im-blickpunkt/enhancement/ethische-aspekte>. Im Blickpunkt: Enhancement. Online verfügbar unter <https://www.drze.de/im-blickpunkt/enhancement/ethische-aspekte>, zuletzt aktualisiert am 20.09.2022, zuletzt geprüft am 20.09.2022.

Elliott, C. (1998): The Tyranny of Happiness. Ethics and Cosmetic Psychopharmacology. In: *Enhancing human traits: Ethical and social implications*, S. 177–188.

Ergebnisse - Flow Neuroscience (2023). Online verfügbar unter

https://www.flowneuroscience.com/de/ergebnisse/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=20493805896&utm_content=159707810144&utm_term=tdcs%20depression&utm_id=EAlalQob-ChMI2a3Ao525ggMVEZaDBx0zTgJIE-AAYASAAEglyjPD_BwE&gclid=EAlalQob-ChMI2a3Ao525ggMVEZaDBx0zTgJIE-AAYASAAEglyjPD_BwE, zuletzt aktualisiert am 10.11.2023, zuletzt geprüft am 10.11.2023.

Falcone, M.; Bernardo, L.; Ashare, R. L.; Hamilton, R.; Faseyitan, O.; McKee, S. A. et al. (2015): Transcranial Direct Current Brain Stimulation Increases Ability to Resist Smoking. In: *Brain stimulation* (2), S. 191–196. DOI: 10.1016/j.brs.2015.10.004.

Fessenden, M. (2014): Meet the Internet's DIY brain hackers. In: *The Kernel*, 07.09.2014. Online verfügbar unter <http://kernelmag.dailydot.com/issue-sections/headline-story/10182/tdcs-diy-brain-hacking/>, zuletzt geprüft am 02.01.2016.

Filmstarts (2022): Ohne Limit. Online verfügbar unter <https://www.filmstarts.de/kritiken/135564.html>, zuletzt aktualisiert am 21.03.2022, zuletzt geprüft am 21.03.2022.

Fischer, D.: Cognitive Enhancement with Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS). Harvard Medical School. Online verfügbar unter <http://www.tms-lab.org/tdcs%20class%20slides/007.pdf>, zuletzt geprüft am 17.02.2016.

Fox, D. (2011): Hirnstimulation: Besser denken unter Strom. In: *Spektrum - Die Woche* 2011, 03.05.2011. Online verfügbar unter <http://www.spektrum.de/news/besser-denken-unter-strom/1070550>, zuletzt geprüft am 02.01.2016.

Fregni, F.; Boggio, P. S.; Santos, M. C.; Lima, M.; Vieira, A. L.; Rigonatti, S. P. et al. (2006): Noninvasive cortical stimulation with transcranial direct current stimulation in Parkinson's disease. In: *Movement disorders : official journal of the Movement Disorder Society* 21 (10), S. 1693–1702. DOI: 10.1002/mds.21012.

Fukuyama, F. (2003): Our posthuman future. Consequences of the biotechnology revolution. 1. Picador ed. New York: Picador - Farrar, Straus and Giroux. Online verfügbar unter <http://www.loc.gov/catdir/bios/hol052/2003041626.html>.

Galert, T.; Bublitz, C.; Heuser, I.; Merkel, R.; Repantis, D.; Schöne-Seifert, B.; Talbot, D.

(2009): Das optimierte Gehirn. In: *Gehirn&Geist* (11). Online verfügbar unter http://www.wissenschaft-online.de/sixcms/media.php/976/Gehirn_und_Geist_Memorandum.pdf, zuletzt geprüft am 02.01.2016.

Geddes, L. (2015): Brain stimulation in children spurs hope — and concern. In: *Nature*, 24.09.2015 (525), S. 436–437. Online verfügbar unter <http://www.nature.com/news/brain-stimulation-in-children-spurs-hope-and-concern-1.18405>, zuletzt geprüft am 16.03.2016.

Gomes, J. S.; Trevizol, A. P.; Ducos, D. V.; Gadelha, A.; Ortiz, B. B.; Fonseca, A. O. et al. (2018): Effects of transcranial direct current stimulation on working memory and negative symptoms in schizophrenia: a phase II randomized sham-controlled trial. Elsevier. Online verfügbar unter <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5852322/>, zuletzt aktualisiert am 01.01.2018, zuletzt geprüft am 12.09.2018.

Greely, H.; Sahakian, B.; Harris, J.; Kessler, R. C.; Gazzaniga, M.; Campbell, P.; Farah, M. J. (2008): Towards responsible use of cognitive-enhancing drugs by the healthy. Nature Publishing Group. Online verfügbar unter <https://www.nature.com/articles/456702a>,

zuletzt aktualisiert am 10.12.2008, zuletzt geprüft am 20.02.2019.

Hacking your brain (2015). In: *Economist Technology Quarterly*, 07.03.2015 (Q1). Online verfügbar unter <http://www.economist.com/news/technology-quarterly/21645509-diy-bundle-electronics-or-ready-made-device-it-possible-stimulate>, zuletzt geprüft am 16.03.2016.

Hall, Daniel E.; Prochazka, Allan V.; Fink, Aaron S. (2012): Informed consent for clinical treatment. In: *CMAJ : Canadian Medical Association Journal* 184 (5), S. 533–540. DOI: 10.1503/cmaj.112120.

Halo Neuroscience Team: A brief history of tDCS. Online verfügbar unter <https://haloneuroblog.wordpress.com/2015/01/24/a-brief-history-of-tdcs/>, zuletzt geprüft am 01.06.2018.

Hamilton, R.; Messing, S.; Chatterjee, A. (2011): Rethinking the thinking cap: Ethics of neural enhancement using noninvasive brain stimulation. In: *Neurology* (2), S. 187–193. Online verfügbar unter <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3030230/>, zuletzt geprüft am 21.05.2016.

Heilinger, J. C. (2010): Anthropologie und Ethik des Enhancements. Berlin: De Gruyter, zuletzt geprüft am 10.05.2023.

Heilinger, J. C. (2016): Grenzen des Menschen. Zu einer Ethik des Enhancement. Bundeszentrale für politische Bildung. Online verfügbar unter <http://www.bpb.de/apuz/233466/grenzen-des-menschen-zu-einer-ethik-des-enhancement?p=all>, zuletzt aktualisiert am 16.11.2018, zuletzt geprüft am 18.11.2018.

Home - tDCS Placements. Online verfügbar unter <http://tdcsplacements.com/>, zuletzt geprüft am 31.05.2018.

Hövel, J. auf dem (2011): Neuro-Enhancement für ein gelingendes Leben? Heise Medien. Online verfügbar unter <http://www.heise.de/tp/artikel/34/34538/1.html>, zuletzt aktualisiert am 01.05.2011, zuletzt geprüft am 02.01.2016.

Hucklenbroich, P. (2012): Der Krankheitsbegriff als Unterscheidungskriterium zwischen Therapie und Enhancement. In: Jan C. Joerden, Eric Hilgendorf, Natalia Petrillo und Felix Thiele (Hg.): Menschenwürde in der Medizin: Quo vadis?, Bd. 52. Unter Mitarbeit von Jan C. Joerden. 1. Auflage. Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG

(Interdisziplinäre Studien zu Recht und Staat, 52), S. 395–422. Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/publication/304648610_Der_Krankheitsbegriff_als_Unterscheidungskriterium_zwischen_Therapie_und_Enhancement, zuletzt geprüft am 30.07.2023.

Hurley, D. (2013): Jumper Cables for the Mind. In: *The New York Times Magazine* 2013, 01.11.2013. Online verfügbar unter <https://www.nytimes.com/2013/11/03/magazine/jumper-cables-for-the-mind.html?page-wanted=all&r=0>, zuletzt geprüft am 10.06.2018.

Ishikuro, K.; Dougu, N.; Nukui, T.; Yamamoto, M.; Nakatsuji, Y.; Kuroda, S. et al. (2018): Effects of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) Over the Frontal Polar Area on Motor and Executive Functions in Parkinson's Disease; A Pilot Study. Unter Mitarbeit von Koji Ishikuro, Nobuhiro Dougu, Takamasa Nukui, Mamoru Yamamoto, Yuji Nakatsuji, Satoshi Kuroda et al. *Frontiers Media SA*. Online verfügbar unter <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6077209/>, zuletzt aktualisiert am 01.01.2018, zuletzt geprüft am 28.08.2018.

Kipke, R.; Heimann, H.; Wlesing, U.; Heinz, A. (2010): Neuroenhancement: Falsche Voraussetzungen in der aktuellen Debatte. In: *Deutsches Ärzteblatt* (48), S. 2384–2387. Online verfügbar unter <http://www.aerzteblatt.de/archiv/79523>, zuletzt geprüft am 23.08.2016.

Lapenta, O. M.; Valasek C. A.; Brunoni, A. R.; Boggio, P. S. (2014): An ethical discussion of the use of transcranial direct current stimulation for cognitive enhancement in healthy individuals: a fictional case study. In: *Psychology & Neuroscience* (7). Online verfügbar unter http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-32882014000200014, zuletzt geprüft am 18.04.2017.

Leefmann, J. (2017): Zwischen Autonomie und Natürlichkeit. Der Begriff der Authentizität und die bioethische Debatte um das Neuro-Enhancement. Münster: Mentis, zuletzt geprüft am 21.03.2022.

Lenk, C. (2009): Kognitives Enhancement und das >Argument des offenen Lebensweges<. In: Bettina Schöne-Seifert, Davinia Talbot, Uwe Opolka und Johann S. Ach (Hg.): Neuro-Enhancement. Ethik vor neuen Herausforderungen : [Tagung, die im Herbst 2005 zum Thema "Neuro-Enhancement - Verbesserung

des Menschen und seines Gehirns: ethische, soziale und rechtliche Aspekte" am Hanse-Wissenschaftskolleg in Delmenhorst stattfand. Paderborn: Mentis, S. 93–106.

Lenk, Christian (2002): Therapie und Enhancement. Ziele und Grenzen der modernen Medizin. Zugl.: Münster (Westfalen), Univ., Diss., 2001. Münster: Lit (Münsteraner Bioethik-Studien, 2).

MacDonald, K. (2014): Can an electronic headset make you a better video gamer? We try out the foc.us headset. In: *The Observer*, 05.02.2014. Online verfügbar unter <http://www.theguardian.com/technology/2014/feb/05/focus-electronic-games-headset>, zuletzt geprüft am 22.03.2016.

Mai, J. (2021): Selbstbestimmung: Definition, Vorteile, Grenzen. Online verfügbar unter <https://karrierebibel.de/selbstbestimmung/>, zuletzt aktualisiert am 17.01.2021, zuletzt geprüft am 09.07.2021.

Mangia, A. L.; Pirini, M.; Cappello, A. (2014): Transcranial direct current stimulation and power spectral parameters: a tDCS/EEG co-registration study. Unter Mitarbeit von Anna L. Mangia, Marco Pirini und Angelo Cappello. Frontiers Media SA. Online verfügbar unter

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4124721/>, zuletzt aktualisiert am 01.01.2014, zuletzt geprüft am 12.09.2016.

Maslen, H.; Douglas, T.; Cohen Kadosh, R.; Levy, N.; Savulescu, J. (2014a): The regulation of cognitive enhancement devices: extending the medical model. In: *Journal of law and the biosciences* 1 (1), S. 68–93. DOI: 10.1093/jlb/lst003.

Maslen, H.; Earp, Brian D.; Cohen Kadosh, R.; Savulescu, J. (2014b): Brain stimulation for treatment and enhancement in children: an ethical analysis. In: *Frontiers in Human Neuroscience* 8, S. 953. DOI: 10.3389/fnhum.2014.00953.

Maslen, H.; Earp, Brian D.; Kadosh, R. Cohen; Savulescu, J. (2014c): Brain stimulation for treatment and enhancement in children: an ethical analysis. In: *Frontiers in Human Neuroscience*, 18.12.2014. Online verfügbar unter <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2014.00953/full>, zuletzt geprüft am 23.05.2019.

Mauritz, Sebastian (2018): Authentizität – wann sind wir echt? | Resilienz Wiki. Online verfügbar unter <https://www.resilienz->

akademie.com/wiki/authentizitaet/, zuletzt aktualisiert am 25.08.2020, zuletzt geprüft am 21.11.2022.

Mike (2020): FOC.US Brain Stimulators - tDCS, tACS & tVNS - focus - take charge. In: *focus - take charge*, 02.04.2020. Online verfügbar unter <https://foc.us/>, zuletzt geprüft am 15.11.2023.

Mori, F.; Codecà, C.; Kusayanagi, H.; Monteleone, F.; Buttari, F.; Fiore, S. et al. (2010): Effects of Anodal Transcranial Direct Current Stimulation on Chronic Neuropathic Pain in Patients With Multiple Sclerosis. In: *The journal of pain : official journal of the American Pain Society* 2010 (11), S. 436–442. Online verfügbar unter <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1526590009007159?via%3Dihub>, zuletzt geprüft am 07.09.2018.

Nagel, S.; Stephan, A. (2009): Was bedeutet Neuroenhancement? Potentiale, Konsequenzen, ethische Dimensionen. In: Bettina Schöne-Seifert, Davinia Talbot, Uwe Opolka und Johann S. Ach (Hg.): *Neuro-Enhancement. Ethik vor neuen Herausforderungen* : [Tagung, die im Herbst 2005 zum Thema "Neuro-Enhancement - Verbesserung des

Menschen und seines Gehirns: ethische, soziale und rechtliche Aspekte" am Hanse-Wissenschaftskolleg in Delmenhorst stattfand. Paderborn: Mentis, S. 19–48.

Paál, G. (2024): Benutzen wir wirklich nur 10 Prozent unseres Gehirns? SWRWissen. Online verfügbar unter <https://www.swr.de/wissen/1000-antworten/benutzen-wir-wirklich-nur-10-prozent-unseres-gehirns-100.html>, zuletzt aktualisiert am 04.02.2023, zuletzt geprüft am 01.02.2024.

Pedroni, J.; Pimple, K. D. (2001): A Brief Introduction to Informed Consent in Research with Human Subjects.

Quaine, C. (2018): How to support pupils with ADHD. Online verfügbar unter <https://www.tes.com/magazine/archive/how-support-pupils-adhd>, zuletzt aktualisiert am 16.03.2018, zuletzt geprüft am 04.02.2024.

Riggall, K.; Forlini, C.; Carter, A.; Hall, W.; Weier, M.; Partridge, B.; Meinzer, M. (2015): Researchers' perspectives on scientific and ethical issues with transcranial direct current stimulation: An international survey. In: *Scientific reports* 5, S. 10618. DOI: 10.1038/srep10618.

Riggs, A.; Patel, V.; Paneri, B.; Portenoy, R. K.; Bikson, M.; Knotkova, H. (2018): At-Home Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) With Telehealth Support for Symptom Control in Chronically-Ill Patients With Multiple Symptoms. In: *Front. Behav. Neurosci.* 12, S. 93. DOI: 10.3389/fnbeh.2018.00093.

Ruf, S. P.; Fallgatter, A. J.; Plewnia, C. (2017): Augmentation of working memory training by transcranial direct current stimulation (tDCS). Unter Mitarbeit von Steffen Philipp Ruf, Andreas J. Fallgatter und Christian Plewnia. Nature Publishing Group. Online verfügbar unter <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5430723/>, zuletzt aktualisiert am 01.01.2017, zuletzt geprüft am 07.09.2018.

Sanders, L. (2014): At-home brain stimulation gaining followers. In: *Science News* (186), S. 22–30, zuletzt geprüft am 10.12.2015.

Sanders, L.; Valasek, C. A.; Brunoni, A. R.; Boggio, P. S. (2014): An ethical discussion of the use of transcranial direct current stimulation for cognitive enhancement in healthy individuals: a fictional case study. In: *Psychology & Neuroscience*, Juni 2014 (7). Online verfügbar unter <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983->

32882014000200014&script=sci_arttext, zuletzt geprüft am 02.01.2016.

Santos, Luís Henrique Sacchi dos; Freitas, Claudia Rodrigues de (2016): TDAH, educação e cultura: uma entrevista com Ilna Singh (Parte 1). In: *Interface (Botucatu)* 20 (59), S. 1077–1086. DOI: 10.1590/1807-57622016.0565.

Schäfer, G.; Groß, D. (2008): Enhancement: Eingriff in die personale Identität. In: *Deutsches Ärzteblatt* (5). Online verfügbar unter <https://www.aerzteblatt.de/archiv/58756#lit>, zuletzt geprüft am 20.02.2019.

Schmicker, M.; Sabel, B. A.; Gall, C. (2011): Nicht-invasive Hirnstimulation. Neuromodulation durch transkranielle elektrische Stimulation und deren Wirkung auf neuropsychologische Erkrankungen. In: *Zeitschrift für Neuropsychologie* 22 (4), S. 285–301. DOI: 10.1024/1016-264X/a000051.

Schneewind, Klaus A. (2000): Persönlichkeit. Online verfügbar unter <https://www.spektrum.de/lexikon/psychologie/persoentlichkeit/11379>, zuletzt geprüft am 21.11.2022.

Singh, I. (2008): Beyond polemics: science and ethics of ADHD. In: *Nat Rev Neurosci* 9 (12), S. 957–964. DOI: 10.1038/nrn2514.

Singh, I. (2013): Not robots: children's perspectives on authenticity, moral agency and stimulant drug treatments. In: *Journal of medical ethics* 39 (6), S. 359–366. DOI: 10.1136/medethics-2011-100224.

Smith, Dana G.: The Truth About Electrical Brain Stimulation. Online verfügbar unter <https://vitals.lifehacker.com/the-truth-about-electrical-brain-stimulation-1822192429>, zuletzt geprüft am 31.05.2018.

Stangl, W. (2021): Autonomie. Online Lexikon für Psychologie und Pädagogik. Online verfügbar unter <https://lexikon.stangl.eu/1158/autonomie>, zuletzt aktualisiert am 30.06.2021, zuletzt geprüft am 10.07.2021.

Synofzik, M. (2009): Psychopharmakologisches Enhancement: Ethische Kriterien jenseits der Treatment-Enhancement-Unterscheidung. In: Bettina Schöne-Seifert, Davinia Talbot, Uwe Opolka und Johann S. Ach (Hg.): Neuro-Enhancement. Ethik vor neuen Herausforderungen : [Tagung, die im Herbst 2005 zum Thema "Neuro-Enhancement - Verbesserung des Menschen und seines Gehirns:

ethische, soziale und rechtliche Aspekte" am Hanse-Wissenschaftskolleg in Delmenhorst stattfand. Paderborn: Mentis, S. 49–68.

Taylor, L. (2015): 'Zap my brain': the rise in DIY brain stimulation. <https://www.facebook.com/sbsnews>. Online verfügbar unter <https://www.sbs.com.au/news/zap-my-brain-the-rise-in-diy-brain-stimulation>, zuletzt geprüft am 03.10.2018.

TCT Research: Manual. Hongkong. Online verfügbar unter http://www.trans-cranial.com/local/manuals/tDCS_1ch_man_v1_3_a_pdf.pdf, zuletzt geprüft am 01.06.2018.

Terry, P. B. (2007): Informed consent in Clinical Medicine. In: *Chest Journal* (131), S. 563–568, zuletzt geprüft am 20.09.2022.

Trans Cranial Technologies (Hg.): Manual. Online verfügbar unter https://www.trans-cranial.com/local/manuals/tDCS_montage_reference_v1_0_pdf.pdf, zuletzt geprüft am 01.06.2018.

Tschirren, J. (2014): Digital - Transkranielle Stimulation: Mehr Hirnleistung dank Strom? Online verfügbar unter <https://www.srf.ch/radio-srf-3/digital/transkranielle-stimulation->

mehr-hirnleistung-dank-strom, zuletzt geprüft am 14.10.2018.

van den Daele, W.; Haynes, J.-D; Heuser, I.; Honnefelder, L.; Mieth, D.; Rosenau, H. et al. (Hg.) (2009): Der Steuerbare Mensch? Tagungsdokumentation. Über Einblicke und Eingriffe in unser Gehirn. Deutscher Ethikrat. Online verfügbar unter <http://www.ethikrat.org/dateien/pdf/der-steuerbare-mensch.pdf>, zuletzt geprüft am 02.01.2016.

Voarino, N.; Dubljević, V.; Racine, E. (2016): tDCS for Memory Enhancement: Analysis of the Speculative Aspects of Ethical Issues. Unter Mitarbeit von Nathalie Voarino, Veljko Dubljević und Eric Racine. Frontiers Media SA. Online verfügbar unter <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5225120/>, zuletzt aktualisiert am 01.01.2016, zuletzt geprüft am 18.04.2017.

Widdows, K. C.; Davis, N. J.: Ethical Considerations in Using Brain Stimulation to Treat Eating Disorders. In: *Frontiers in Behavioural Neuroscience* 2014 (8). Online verfügbar unter <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fnbeh.2014.00351/full>, zuletzt geprüft am 18.04.2017.

Wikipedia (Hg.) (2016): Neuroenhancement - Wikipedia, the free encyclopedia. Online verfügbar unter <https://en.wikipedia.org/w/index.php?oldid=705246954>, zuletzt aktualisiert am 16.02.2016, zuletzt geprüft am 17.02.2016.

Wikipedia (Hg.) (2018): Elektrokonvulsionstherapie. Online verfügbar unter <https://de.wikipedia.org/w/index.php?oldid=173930938>, zuletzt aktualisiert am 27.03.2018, zuletzt geprüft am 30.03.2018.

Wolkenstein, L.; Plewnia, C. (2013): Amelioration of Cognitive Control in Depression by Transcranial Direct Current Stimulation. In: *Biological Psychiatry* (73), S. 646–651. Online verfügbar unter <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006322312008980?via%3Dihub>, zuletzt geprüft am 22.09.2018.

Woods, A. J.; Antal, A.; Bikson, M.; Boggio, P. S.; Brunoni, A. R.; Celnik, P. et al. (2016): A technical guide to tDCS, and related non-invasive brain stimulation tools. In: *Clinical Neurophysiology* (127), S. 1031–1048. Online verfügbar unter <http://www.clinph-journal.com/article/S1388-2457%2815%2901088-3/full-text#S0010>, zuletzt geprüft am 16.03.2016.

Yamada, K.: Foc.us tDCS Headset Review and Giveaway. Online verfügbar unter <https://www.makeuseof.com/tag/foc-us-tdcs-headset-review-and-giveaway/>, zuletzt geprüft am 31.05.2018.

Yamada, K. (2014): Zap Yourself Smarter With This DIY tDCS Brain Stimulator. Online verfügbar unter <http://www.makeuseof.com/tag/build-tdcs-brain-stimulator/>, zuletzt geprüft am 02.01.2016.

Zhao, H.; Qiao, L.; Fan, D.; Zhang, S.; Turel, O.; Li, Y. et al. (2017): Modulation of Brain Activity with Noninvasive Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS): Clinical Applications and Safety Concerns. Unter Mitarbeit von Haichao Zhao, Lei Qiao, Dongqiong Fan, Shuyue Zhang, Ofir Turel, Yonghui Li et al. Frontiers Media SA. Online verfügbar unter <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5423956/>, zuletzt aktualisiert am 10.05.2017, zuletzt geprüft am 17.09.2018.

11. Erklärung zum Eigenanteil

Die Arbeit wurde im Institut für Ethik und Geschichte der Medizin unter Betreuung von Prof. Dr. Jens Clausen (PH Freiburg) und Prof. Dr. Christian Plewnia (Universität Tübingen) durchgeführt.

Ich versichere, das Manuskript selbstständig verfasst zu haben und keine weiteren als die von mir angegebenen Quellen verwendet zu haben.

Schwetzingen, den 08.05.2024

Camilla Schnurrer

12. Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen beteiligten Personen meinen großen Dank aussprechen, die mich bei der Anfertigung und Bearbeitung meiner Dissertation unterstützt haben.

Besonders danken möchte ich Prof. Dr. Jens Clausen für die Bereitstellung und hervorragende Betreuung bei der Umsetzung der gesamten Arbeit, ebenso wie Prof. Dr. Christian Plewnia, der sich bereit erklärt hatte die Zweitbetreuung zu übernehmen.

Meiner Familie danke ich für ihre Ermutigungen während des Studiums und der Arbeit an dieser Dissertation.

Auch möchte ich mich bei Tobi bedanken, der mich auf meinem Weg immer unterstütz und begleitet, und an mich geglaubt hat, sowie bei Nicola, die mir im Verlauf dieser Arbeit seelische und moralische Unterstützung gegeben hat.