

Facharbeit

im Seminarfachkurs se721

„Grenzerfahrung“

Thema:
Vom Brain Computer Interface zum Transhumanismus,
wo liegt die ethische Grenze?

Verfasser/in:	<u>Sophia Rozijn</u>
Fachlehrerin	<u>Frau Becker-Fränzle</u>
Ausgabe des Themas:	<u>18.1.2021</u>
Abgabetermin:	<u>9.3.2021</u>

Inhalt

Abkürzungsverzeichnis.....	3
Genderhinweis.....	4
1 Einleitung.....	5
2 Begriffsdefinitionen.....	5
2.1 Brain Computer Interfaces.....	5
2.2 Transhumanismus	7
3 Brain Computer Interfaces im medizinischen Bereich	8
3.1 Ableitende Systeme zur Kommunikation.....	8
3.2 Stimulierende Systeme	10
4 Brain Computer Interfaces zur Menschentransformation	10
5 Ethische Grenzen	12
5.1 Medizinische Notwendigkeit oder Menschentransformation	12
5.2 Risikoethische Aspekte	14
6 Zusammenfassende Deutung	16
Literaturverzeichnis	17
Anhang	20
Erklärungen	23

Abkürzungsverzeichnis

ADHS	Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung
ALS	Amyotrophe Lateralsklerose
BCI	Brain Computer Interface
DARPA	US Defense Advanced Research Projects Agency
EEG	Elektroenzephalogramm
KI	Künstliche Intelligenz
LIS	Locked-in-Syndrom

Genderhinweis

Im Interesse der Lesbarkeit werden Personenbezeichnungen und personenbezogene Pronomen und Substantive maskulin formuliert. Die entsprechenden Begriffe gelten als geschlechtsneutral. Die maskuline Sprachform beinhaltet keine Wertung und keine geschlechtsspezifische Benachteiligung.

1 Einleitung

„Der Mensch ist Etwas, das überwunden werden soll.“ – Friedrich Nietzsche¹

Die Digitalisierung und der Fortschritt von Technologien unter anderem im Bereich der medizinischen Forschung führten in den letzten Jahren zu einem Optimierungsdruck innerhalb der Gesellschaft. Mit der Erfindung von Brain Computer Interfaces entstand die Möglichkeit, Technologien wie motorische Prothesen eines Tages alleine mit den Gedanken zu steuern. Für Menschen mit neurologischen Erkrankungen könnte dies eine effektivere Behandlung, Rehabilitation und eine Verbesserung der Lebensqualität bedeuten. Da das gedankliche Steuern von Technologien nicht zu den natürlichen Fähigkeiten des Menschen gehört, werden Brain Computer Interfaces teilweise als transhumanistische Entwicklung angesehen.

Diese Entwicklung leitet zu der Frage, wo die ethische Grenze zwischen dem Einsatz von Brain Computer Interfaces und dem Transhumanismus liegt. Für die Grundlage werden zunächst Brain Computer Interfaces sowie der Transhumanismus definiert und dargestellt. Weiterführend werden die Anwendungsbereiche beider Komponenten beleuchtet und die Einsatzmöglichkeiten in den derzeitigen Forschungsprojekten und die Perspektiven für die Zukunft exemplarisch aufgeführt. Zur Bestimmung der ethischen Grenzen werden verschiedene ethische Komplikationen betrachtet. Des Weiteren werden die risikoethischen Aspekte zur weiteren Grenzziehung einbezogen. Abschließend wird die Beantwortung der Fragestellung zusammengefasst.

2 Begriffsdefinitionen

2.1 Brain Computer Interfaces

Mit dem Begriff „Brain Computer Interface“ (BCI) wird eine Gehirn-Computer-Schnittstelle bezeichnet, die das menschliche Gehirn auf neuronaler Ebene mit einem Computer, einer Prothese oder ähnlicher Technologie verbindet. In Verbindung mit Neuroprothesen ermöglichen BCIs neue Therapie- und Behandlungsmöglichkeiten für Patienten, die an

¹ Kluge et al 2014, S.219

schwer zu behandelnden neurologischen Erkrankungen leiden.² BCIs ersetzen die fehlenden motorischen Fähigkeiten sowie die Muskelkraft, die beispielsweise zur Kommunikation und Interaktion benötigt werden.³

Allgemein bestehen BCIs aus drei verschiedenen Komponenten: ein Gerät zur Messung der elektrischen Hirnaktivität, ein Computer, der die Signale analysiert, und ein „Effektor“, der gesteuert wird.⁴ Das interne Interface besteht in der Regel aus Elektroden, die entweder extern an der Schädeldecke des Patienten angebracht oder direkt in das neuronale Hirngewebe zur Messung der Hirnaktivität implantiert werden. Die zentrale Recheneinheit empfängt die elektrischen Signale vom internen Interface. Computeralgorithmen dekodieren und analysieren diese Signale und verarbeiten sie zu Steuerungssignalen für den Effektor, das externe Interface, das den Kontakt zur Außenwelt darstellt.⁵

Innerhalb der BCIs gibt es unterschiedliche Arten, da sie auf viele verschiedene Krankheitsbilder zugeschnitten werden. Unterschieden wird der Grad der Invasivität und die Richtung, in der die Signale empfangen oder gesendet werden. Bei der Invasivität wird zwischen „nicht-invasiv“, das heißt, die Elektroden werden extern am Kopf angebracht,⁶ und „invasiv“ unterschieden. Invasiv werden die Elektroden vorzugsweise in den motorischen Cortex implantiert, da hier die Informationen über Bewegungen am besten gemessen werden können.⁷

Um eine direkte Verbindung zwischen dem Computer und dem Gehirn herzustellen, muss die Gehirnaktivität von Sensoren gemessen und in Steuersignale umgewandelt werden. Die Messung der Gehirnaktivität erfolgt derzeit zumeist mit dem Elektroenzephalogramm (EEG), da das EEG die Aktivität in Echtzeit messen und analysiert darstellen kann. Beim Auftreten neuronaler Aktivität misst das EEG die Veränderung des elektrischen Feldes.⁸ Sobald der Patient sich bspw. die Bewegung seiner Hand vorstellt, verändert dieser Gedanke die messbare elektrische Hirnaktivität.⁹

Bezüglich der Signalrichtung gibt es ableitende Systeme, die die Signale am internen Interface aufnehmen, an die zentrale Recheneinheit weiterleiten, dort verarbeiten und an

² Vgl. Clausen 2017, S.152 [B]

³ Vgl. Pantke 2010, S.9 [A]

⁴ Vgl. Liggieri/Müller 2019, S.316

⁵ Vgl. Clausen 2017, S.152 [B]

⁶ Vgl. Clausen 2009, S.22-23 [A]

⁷ Vgl. Müller 2014

⁸ Vgl. Tangermann 2010 (in: Pantke 2010 [A]), S.22

⁹ Vgl. Max-Planck-Gesellschaft 2019

das externe Interface zur Ausführung senden. Stimulierende Systeme arbeiten in die entgegengesetzte Richtung. Das externe Interface nimmt die Informationen der Außenwelt auf und sendet sie als elektronische Signale an die zentrale Recheneinheit. Diese dekodiert die Informationen und gibt sie als Stimulation an das interne Interface weiter.¹⁰

BCIs werden sowohl in der motorischen Prothetik als auch in der sensorischen Prothetik klinisch erforscht und getestet. Letztere beinhaltet die Wiederherstellung sensorischer Funktionen wie das Gehör und die Augen.¹¹

2.2 Transhumanismus

„Transhumanismus“, abgeleitet aus den lateinischen Wörtern „trans“ (jenseits, über, hinaus) und „humanus“ (menschlich), beschreibt eine philosophische Denkrichtung, die das Ziel hat, den Menschen mithilfe von neuen Technologien physisch, psychisch und intellektuell zu erweitern.¹² Transhumanistische Visionen finden sich schon in der frühen Neuzeit, in der Epoche der Aufklärung und im frühen 19. Jahrhundert.¹³

Der Transhumanismus ist Gegenstand in mehreren Forschungsbereichen, bspw. in der Genomik, der Neurowissenschaft, der Robotik, der Nanotechnologie und im Bereich der Künstlichen Intelligenz (KI).¹⁴ KI spielt eine große Rolle im Bereich des Transhumanismus, da der Zeitpunkt der „transhumanistischen Singularität“¹⁵ den Moment darstellt, in dem der Mensch intellektuell und physisch mit der Künstlichen Intelligenz verschmilzt.¹⁶

Häufig wird der Transhumanismus auch mit „human enhancement“, also der Menschenverbesserung/-verstärkung, in Verbindung gebracht.¹⁷ Spreen beschreibt den Transhumanismus als eine Sozialtheorie, die von einer moralischen Pflicht der Menschen spricht, die Gattung homo sapiens und den Menschen als Individuum zu optimieren.¹⁸ Als Transhumanisten, die Anhänger des Transhumanismus, werden vor allem Wissenschaftler, Unternehmer und Ingenieure bezeichnet, „die mit Technik den Menschen perfektionieren und für immer verändern wollen“¹⁹.

¹⁰ Vgl. Clausen 2009, S.22-23 [A]

¹¹ Vgl. Clausen 2017, S.153 [B]

¹² Vgl. <https://de.wikipedia.org/wiki/Transhumanismus>

¹³ Vgl. Coenen/ Reinhard 2014 (in: Kluge et al 2014), S.39

¹⁴ Vgl. Hänßler 2013

¹⁵ Vgl. Kluge et al 2014, S.9

¹⁶ Vgl. Lordick 2016

¹⁷ Vgl. Kluge et al 2014, S.9

¹⁸ Vgl. Spreen et al 2018, S.17

¹⁹ Krysmanski 2018 (in: Spreen et al 2018), S.124

3 Brain Computer Interfaces im medizinischen Bereich

Eingesetzt in der Medizin geben BCIs Patienten mit neurologischen Erkrankungen die Möglichkeit auf eine größere Selbstständigkeit im Lebensalltag.²⁰ Nachfolgend wird dieser medizinische Einsatz, zurzeit größtenteils in Forschungsprojekten, bei ableitenden und stimulierenden Systemen der BCIs dargestellt.

3.1 Ableitende Systeme zur Kommunikation

Im Folgenden wird die Kommunikation mittels BCIs exemplarisch an den Krankheitsbildern des Locked-in-Syndroms (LIS) und der Amyotrophe Lateralsklerose (ALS) beschrieben. Die neurologische Erkrankung ALS ist eine fortschreitende Lähmung der Muskulatur, ausgelöst durch eine Neurodegeneration im Gehirn und Rückenmark.²¹ Menschen mit dem seltenen neurologischen Krankheitsbild LIS sind in ihrem eigenen Körper eingeschlossen, und dies bei vollem Bewusstsein. Sie bekommen alles aus ihrer Umgebung durch das Sehen, Hören und Fühlen mit. Selbst können sie nicht kommunizieren oder reagieren, da, wenn überhaupt, nur noch eine Bewegung der Augen möglich ist.²²

In klinischen Forschungsprojekten mit LIS- und ALS-Patienten werden BCIs mit ableitenden Systemen genutzt. Sie stellen die Überbrückung des verletzten neurologischen Gewebes dar, durch das normalerweise die elektrischen Signale gesendet werden.²³

Nach einer Umfrage des Locked-In-Syndrom e.V. (LIS e.V.) sind 68% der Patienten auf eine unterstützende Art der Kommunikation angewiesen. Die eigenständige verbale Kommunikation fällt beim LIS oder bei der fortgeschrittenen ALS nahezu vollständig weg. Bei einer Restbeweglichkeit der Augen findet die Kommunikation mit Dritten meist über Ja-Nein-Fragen statt, wobei der Lidschluss zumeist die einzige mögliche Reaktion ist.²⁴ Eine solche Interaktion ist schwer, sie ist häufig nicht zielführend und trägt kaum dazu bei, die Lebensqualität der Menschen zu verbessern. Vielmehr mindert sie diese.

Zurzeit sind medizinische Hilfsmittel zur unterstützenden Kommunikation im Gebrauch, wie das Partnerscanning oder das Elektronische Scanning, bei denen entweder eine weitere Person oder ein Computer mit dem Patienten ein Alphabet durchgeht. Der Patient

²⁰ Vgl. Dobkin 2017

²¹ Vgl. https://de.wikipedia.org/wiki/Amyotrophe_Lateralsklerose

²² Vgl. <https://deutschefachpflege.de/locked-in-syndrom/>

²³ Vgl. Clausen 2017, S.153 [B]

²⁴ Vgl. Pantke 2019 [B]

benötigt eine gewisse Restmotorik, da er mit dem Schließen des Augenlids beim gewünschten Buchstaben Wörter und ganze Sätze bildet. Für die Kopfmaus ist eine koordinierte Feinmotorik des Kopfes notwendig, da mit dem Kopf der Cursor eines Computers bedient wird. Beim Eye-Gaze-System wird die motorische Funktion der Augen benötigt, da ein Buchstabe auf einem Computerbildschirm fixiert werden muss, um Wörter zu bilden. Für die Nutzung der BCIs ist demgegenüber nicht mehr als eine Teilbeweglichkeit der Augen notwendig, bei einigen gibt es keine körperlichen Mindestvoraussetzungen.²⁵

Wissenschaftliche Studien mit Affen haben ergeben, dass eine gezielte Konditionierung der Gedanken die Aktivität einzelner Neuronen kontrollieren und steuern kann.²⁶ Für erkrankte Patienten ist es also möglich, ihre Hirnaktivität so zu steuern, dass ihnen ein BCI gewisse motorische Fähigkeiten wiedergeben kann.²⁷ In einer Langzeitstudie aus den USA wurde der Gebrauch eines BCI von einem ALS-Patienten getestet. Hierbei wurde ihm eine soziale Interaktion mit Freunden und Familie nach einer gewissen Trainingszeit ermöglicht. Er erlangte eine gewisse Selbstständigkeit, auch wenn er Hilfe beim Anbringen des nicht-invasiven BCI benötigte.²⁸

Die exemplarisch dargestellte Möglichkeit, BCIs bei Krankheitsbildern wie dem LIS und der ALS einzusetzen, bezieht sich auf einen kleinen Teil der geplanten Verwendung. Im Fall eines Komas ist eine genaue ärztliche Diagnose über die Art des Komas oft schwierig. Messungen der Hirnaktivität mittels EEG kann Antworten über das vorhandene Bewusstsein geben, denn die reine Vorstellung einer Bewegung löst eine Veränderung der Hirnaktivität aus. Mit dieser Messung kann der Arzt evaluieren, wie viel Bewusstsein trotz des Komas noch beim Patienten vorhanden ist und welches Behandlungsverfahren geeignet ist. In einer Studie der „Coma Science Group“ konnten den Koma-Patienten Ja-Nein-Fragen gestellt werden, da die EEG-Messung die verstärkte Konzentration auf eine Antwort darstellte.²⁹

Ob der Einsatz von BCIs erfolgreich ist und der Patienten seine verlorenen Fähigkeiten zum Teil wiederbekommt, hängt von unterschiedlichen Faktoren ab. Unter anderem beeinflusst die Motivation des Patienten, wie sehr er sich auf das BCI einlässt, den Erfolg.³⁰

²⁵ Vgl. Pantke 2019 [B]

²⁶ Vgl. Clausen 2009, S.22 [A]

²⁷ Vgl. Birbaumer et al 2010 (in: Pantke 2010 [A]), S.116-118

²⁸ Vgl. Sellers 2010

²⁹ Vgl. <https://healthcare-in-europe.com/de/news/brain-computer-interface-ermoeglicht-kommunikation-mit-koma-patienten.html>

³⁰ Vgl. Kübler et al 2014 (in: Grübler et al 2014), S.79-82

3.2 Stimulierende Systeme

Stimulierende Systeme könnten neurologische Krankheiten wie die Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) beeinflussen und kontrollieren. Elektrophysiologische Studien mit EEG-Messungen ergaben, dass eine zu niedrige neurologische Aktivität in Teilen des Gehirns zu den Symptomen der Krankheiten führen. Mittels Neurofeedbacktherapie könnte diese Fehlaktivität korrigiert werden, bei der die Patienten durch operante Konditionierung lernen, ihre kortikale Aktivität zu erhöhen. Studien mit an ADHS erkrankten Kindern haben gezeigt, dass die Neurofeedbacktherapie zu einer Verringerung der Symptome für einen längeren Zeitraum geführt hat.³¹ Gezielte elektrische Stimulationen mittels BCIs könnten nach weiterer Erforschung auch bei Zwangsstörungen oder dem Tourette-Syndrom, einer Störung der Impulskontrolle, angewendet werden.³²

Die Nutzung der BCIs beschränkt sich derzeit zumeist noch auf Studien im Rahmen von klinischen Forschungen. Es gibt heute aber schon Technologien, die ähnlich mit den drei Komponenten (internes und externes Interface sowie einer zentralen Recheneinheit) eines BCI arbeiten. Ein Beispiel dafür ist das Cochlea-Implantat. Dies ist ein stimulierendes System, das Gehörlose wieder akustisch wahrnehmen lässt.³³

4 Brain Computer Interfaces zur Menschentransformation

Im Vordergrund der Entwicklung von BCIs steht die medizinische Notwendigkeit für Patienten mit neurologischen Erkrankungen. Wenn die Entwicklung der BCIs soweit fortgeschritten ist, dass ihr Gebrauch für jeden möglich ist, könnte das BCI von Transhumanisten als die letzte notwendige Komponente zur transhumanistischen Singularität gesehen werden.

Es geht hier also darum, inwieweit BCIs als human enhancement, einer Leistungssteigerung des menschlichen Körpers, genutzt werden können.³⁴ Mit dem BCI könnten der menschliche Körper und das Gehirn mehr oder weniger mit KI verschmolzen werden. Die Erfindung „Google Glass“ ist einer der ersten Schritte zur Verbindung der digitalen mit der

³¹ Vgl. Kübler/ Neuper 2010 (in: Pantke 2010 [A]), S.91-104

³² Vgl. Liggieri/ Müller 2019, S.317

³³ Vgl. Clausen 2009, S.23 [A]

³⁴ Vgl. Heilingner 2013

realen Welt. Hierbei wird dem Nutzer eine digitale Benutzeroberfläche in sein Sichtfeld projiziert und so die Realität um die digitale Einblendung erweitert.³⁵

Das Neurotechnologie-Unternehmen „Neuralink“ des Unternehmers Elon Musk verfolgt die Ziele des Transhumanismus, das menschliche Gehirn mit der KI zu verbinden. Dies soll über eine Schnittstelle erfolgen, die als eine Erweiterung des Neokortex funktioniert und dem Nutzer in Echtzeit Informationen bspw. aus dem Internet zusendet, sobald er daran denkt. Musk beabsichtigt die menschliche Intelligenz auf einem Level mit der künstlichen Intelligenz zu halten.³⁶

Die US Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) entwickelte ein militärisches Warnsystem, das „Cognitive Technology Threat Warning System“. Dies ist ein mit einem BCI verbundenes Binokular. Kundschaftet der Soldat den Horizont nach Gefahren aus, scannt das Gerät gleichzeitig seine Gehirnströme. Nimmt er im Unterbewusstsein ein unerwartetes Ereignis (z.B. eine Gefahr) wahr, wird diese aufgrund ausgelöster Gehirnwellen (P300) erkannt.³⁷ Die Frequenz wird gemessen, analysiert und dem Soldaten mittels Stimulation gemeldet, damit er die Gefahr schneller als mit den Augen wahrnimmt. Schneller bedeutet hier, dass die Information nicht erst vom Auge aufgenommen und durch das Gehirn verarbeitet werden muss.³⁸ Zusätzlich betreibt DARPA Forschungen zu einem sog. „Silent Talk“, einer direkten Kommunikation durch EEG-Signale zwischen einzelnen BCIs. Die Soldaten könnten so die Gedanken der Anderen „lesen“.³⁹

Elon Musks Projekte und die Forschung der DARPA sind Beispiele dafür, was der Einsatz von BCIs und die Verbindung mit KI für den Menschen als Individuum und für die Gesellschaft bedeuten könnte. Das Auto oder die technologischen Geräte im eigenen Haus gedanklich steuern, nicht mehr das Mobiltelefon in die Hand nehmen zu müssen, um etwas nachzuschauen, oder mit anderen Menschen gedanklich kommunizieren.⁴⁰

³⁵ Vgl. Lohmann 2014 (in: Kluge et al 2014), S.206

³⁶ Vgl. <https://www.sciencemediacenter.de/alle-angebote/fact-sheet/details/news/brain-machine-interfaces-gehirn-und-maschine-verknuepft/>

³⁷ Vgl. Tangermann 2010 (in: Pantke 2010 [A]), S.28-29

³⁸ Vgl. O’Brochain/ Gordijn 2014 (in: Grübler 2014), S.163-165

³⁹ Ebd. S.165

⁴⁰ Ebd. S.165

5 Ethische Grenzen

Um die ethischen Grenzen zwischen den BCIs und dem Transhumanismus zu definieren, muss zunächst bedacht werden, dass eine klare Grenzziehung problematisch sein wird. In der Medizinethik können Fragen wie „Ist das ethisch vertretbar?“ nicht mit „Ja“ oder „Nein“ beantwortet werden.⁴¹

Die amerikanischen Philosophen Beauchamp und Childress haben daher Prinzipien der Biomedizinischen Ethik aufgestellt.⁴² Das Prinzip „Respect for autonomy“ (Selbstbestimmungsrecht des Patienten) ist unterteilt in „negative obligation“ (negative Verpflichtung), dass autonome Handlungen nicht den kontrollierenden Zwängen Anderer unterworfen werden dürfen, und „positive obligation“ (positive Verpflichtung). Die positive Verpflichtung bezieht sich auf das „informed consent“ (informiertes Einverständnis), mit dem der Patient seine autonome Zustimmung zu weiteren therapeutischen Verfahren gibt.⁴³

Das Prinzip „Nonmaleficence“ (Schadensvermeidung) fordert, dass anderen kein Schaden hinzugefügt werden soll, während das Prinzip „Beneficence“ (Prinzip des Patientenwohls) die Heilung des Patienten fordert. Ein Abwägen der Risiken und Nebenwirkungen mit dem Nutzen der Therapie ist notwendig, um beiden Prinzipien gerecht zu werden.⁴⁴

Das Prinzip „Justice“ (Gerechtigkeit) sagt aus, dass in der Medizin alles Gleiche gleich und alles Ungleiche ungleich behandelt werden muss. Zwei Patienten mit der gleichen Krankheit verdienen die gleichen Therapiemöglichkeiten.⁴⁵

Die aufgestellten Prinzipien bieten Richtlinien für die medizinethischen Fragen. Es kann aber nicht alleine anhand dieser Prinzipien argumentiert werden, wie im Folgenden exemplarisch dargestellt wird.

5.1 Medizinische Notwendigkeit oder Menschentransformation

Auf der einen Seite steht ein LIS-Patient, der nach einer erfolgreichen therapeutischen Behandlung mit einem BCI die Fähigkeit hat, eine Neuroprothese oder ein anderes technologisches Gerät alleine durch die Gedanken zu steuern. Ihm gegenüber steht ein gesunder Mensch, der die Fähigkeit, mit seinen Gedanken eine Technologie zu steuern, nicht

⁴¹ Verw. Anhang „Interview mit Prof. Dr. Mark Schweda“

⁴² Verw. Ebd.

⁴³ Vgl. Beauchamp/Childress 2009, S.101-108; S.122

⁴⁴ Ebd. S.151-154; S.202-206

⁴⁵ Ebd. S.250-251

besitzt.⁴⁶ Das biomedizinethische Prinzip Justice handelt von der Gerechtigkeit im therapeutischen Kontext. Es stellt sich in dem Beispiel die Frage, ob es gerecht ist, dass ein BCI einen körperlichen Nachteil ausgleicht und dadurch zusätzlich einen körperlichen Vorteil schafft. Prinzipiell muss hier von unterschiedlichen körperlichen Voraussetzungen ausgegangen werden, die nicht gleichbehandelt werden können. Zusätzlich entsteht die Frage, inwiefern die Natur des Menschen durch das BCI verändert wird.

„Cyborgisierung“ beinhaltet den Prozess der technologischen Augmentation und steht häufig in Verbindung mit dem Transhumanismus.⁴⁷ Für die Frage, inwiefern ein Mensch mit einem BCI als Cyborg oder transhumanes Wesen angesehen werden kann, kommt es zunächst auf die Definition eines Cyborgs an. Wenn implantierte Elektroden ausreichen, um einen Menschen nicht mehr als Mensch anzusehen, dann wird nicht nur die ethische, sondern zusätzlich die moralische Vertretbarkeit einer Therapie mit BCIs in Frage gestellt. Ein Patient, der durch das BCI Chancen auf ein besseres Leben hat, würde dann als „Nicht-Mensch“ gesehen werden.⁴⁸ Der Mensch wird durch Neurotechnologien zwar in seinen sozialen Beziehungen und seinem Selbstverständnis verändert⁴⁹, dennoch gehört er biologisch weiterhin zur Gattung homo sapiens⁵⁰.

Harrasser sieht die Erweiterung durch BCIs als Eingriff in die Natur des Menschen, da der menschliche Körper durch die neuen Möglichkeiten der Neuroprothetik zu einem System austauschbarer Teile entwickelt werde.⁵¹

Das Prinzip des Selbstbestimmungsrechts fordert vom Arzt, dass er dem Patienten alle Informationen offenlegt und sein Verständnis, insbesondere über die Risiken, abfragt. Bei einem LIS-Patienten ist die Kommunikation und damit das Ausdrücken einer Zustimmung oder Ablehnung erheblich erschwert. Fehlinterpretationen und Missverständnisse müssen eindeutig geklärt bzw. vorgebeugt werden, damit der Eingriff stattfinden darf.⁵² Die ethische Vertretbarkeit eines informed consent, worauf sich das Prinzip der Selbstbestimmung bezieht, steht hier im Fokus. Es gibt keine 100%-ige Sicherheit, dass der Patient das Therapieverfahren eindeutig verstanden und auf der Grundlage realistischer Erwartungen und verständiger Beurteilungskraft entschieden hat.

⁴⁶ Verw. Anhang „Interview mit Prof. Dr. Mark Schweda“

⁴⁷ Vgl. Spreen 2018, S.10

⁴⁸ Vgl. Clausen 2017, S.154-155 [B]

⁴⁹ Vgl. Spreen 2018, S.11

⁵⁰ Vgl. Clausen 2017, S.155 [B]

⁵¹ Vgl. Harrasser 2013, S.91

⁵² Vgl. Clausen 2017, S.158-159 [B]

Spreen und Harrasser sehen die heutige Gesellschaft als eine „Optimierungsgesellschaft“ oder „Upgradekultur“, in der es „nur noch ein Kontinuum verbesserungsfähiger und verbesserungswürdiger Körper [gibt], die prothetisch mit ihren Umwelten verschaltet sind“.⁵³ Der Transhumanismus und die Upgradekultur gehen davon aus, dass das Individuum sich stetig physisch optimieren und erweitern muss.⁵⁴ Durch diese gesellschaftliche Entwicklung entsteht ein Druck zur Normalisierung für Menschen, für die BCIs zu einer verbesserten Lebensqualität führen sollen, die sie selbst aber nicht anstreben. Viele Gehörlose sehen ihre Beeinträchtigung als eine „spezielle Lebensform“ an und verspüren nicht die Notwendigkeit, daran etwas zu ändern.⁵⁵

Der Einsatz von BCIs kann letztendlich als medizinische Notwendigkeit oder als transhumanistische Veränderung der Natur des Menschen gesehen werden. Aufgrund der komplexen Ansichtsmöglichkeiten ist eine ethische Grenzziehung schwierig.

5.2 Risikoethische Aspekte

In die Bestimmung der ethischen Grenzen müssen zudem die risikoethischen Aspekte einbezogen werden. Die ethischen Fragen für die Nutzung von BCI haben sich bei einem Einsatz außerhalb des therapeutischen Kontexts insbesondere mit Risiken und Gefahren auseinanderzusetzen.

Bei dem sog. „dual-use dilemma“ kann ein neuronales Gerät für positive und für negative Zwecke genutzt werden. Positive Zwecke bedeuten, dass es für die ausgeführte Funktion entwickelt wurde (bspw. zur Unterstützung von kognitiven Funktionen bei neurologischen Patienten), und negative Zwecke sind die unbeabsichtigte Einsetzung.⁵⁶

Unter negative Zwecke fällt das „Brain-Hacking“, bei dem das neuronale Gerät von Dritten ausgenutzt wird, um unerlaubten Zugriff auf Informationen zu erhalten und diese sowie den Nutzer zu manipulieren. Neuronale Geräte sind so konzipiert, dass Computersysteme auf neuronale Berechnungen zugreifen und diese verarbeiten können. Die Informationssicherheit und Privatsphäre sind nicht mehr vor Manipulation geschützt, wodurch der Nutzer physischen und psychologischen Gefahren ausgesetzt ist.⁵⁷ Manipulanten könnten die elektrische Stimulation der BCIs ausnutzen und den Nutzer zu Handlungen bewegen,

⁵³ Harrasser 2013, S.95; vgl. Spreen 2018, S.9

⁵⁴ Vgl. Spreen 2018, S.18-19

⁵⁵ Vgl. Clausen 2017, S.159-160 [B]

⁵⁶ Vgl. Ienca 2015, S.52

⁵⁷ Vgl. Ienca 2015, S.51-52

die er ohne Beeinflussung über das BCI nicht ausgeführt hätte. Damit könnten Menschenleben in Gefahr gebracht oder sonstige schädigende Handlungsweisen ausgelöst werden und es stellt sich dann die Frage, wer die Verantwortung trägt.

Menschen können für Ereignisse verantwortlich gemacht werden, sofern sie der Verursacher sind und nicht in Unwissenheit oder unter Zwang handeln. Der Handelnde muss sich bewusst sein, was er herbeiführt und Einfluss auf das Ereignis haben.⁵⁸ Dieser Einfluss verschwindet, wenn eine dritte Person über das BCI die Kontrolle über den Nutzer erhält. Gleichermäßen ist es ein Risiko, dass der Mensch nicht die alleinige Kontrolle über das BCI hat. Die Kontrolle liegt zum Teil bei der Technologie selbst, da die Funktion auf einem lernenden Algorithmus basiert.⁵⁹ Wenn der Nutzer durch das BCI eine Handlung oder Reaktion ausführt, die er ohne BCI nicht getan hätte, entsteht die Frage, ob es sich bei dem (schädigenden) Ereignis um einen Unfall handelt oder der Nutzer es als Folge des Algorithmus mit Vorsatz, also Absicht, getan hat. Bestimmen also Algorithmen des BCI das Handeln einer Person, ist ethisch zu fragen, ob diese Algorithmen Teil des Bewusstseins und des Entscheidungswillens des Menschen ist oder ob dies lediglich ein von ihm eingesetztes Instrument bleibt.

Den Unterschied herauszufinden ist schwierig und es sind klare Richtlinien notwendig. Vorsichtsmaßnahmen in Form eines Führerscheins für BCI-gesteuerte motorische Prothesen könnten das Schadensrisiko für die Gesellschaft vermindern. Ebenso hilfreich wären spezifische Versicherungen,⁶⁰ die Schäden z.B. aus der Nutzung von KI-basierten BCI-Technologien wirtschaftlich abdecken.

Ein weiteres ethisches Risiko entsteht, wenn in der militärischen Neurotechnologie BCIs transhumanistisch eingesetzt werden, wie das oben dargestellte Binokular der DARPA. Es soll den Soldaten in seiner Aufgabe unterstützen, zusätzlich ist es aber eine Beeinflussung seines Urteilsvermögens. Militärische Entscheidungen und die Einschätzung von Gefahren werden aufgrund menschlicher Empathie und Erfahrung getroffen. Eine Technologie wurde auf bestimmte Merkmale codiert und kann Einflüsse außerhalb der Codierung nicht in die Beurteilung einer Gefahr einbeziehen. Wenn das BCI die Entscheidung trifft, dass es eine Gefahr gibt, dann könnte der Soldat zum Teil die Kontrolle über das nächste

⁵⁸ Vgl. O'Brolchain/ Gordijn 2014 (in: Grübler 2014), S.166

⁵⁹ Vgl. Clausen 2017, S.156-157 [B]

⁶⁰ Ebd. S.157-158

Ereignis verlieren. Eine falsche Beurteilung einer Gefahr oder Fehlinterpretation der Hirnaktivität könnte zu einer ungewollten Aktion führen. Wenn eine Technologie die Kontrolle über solche Entscheidungen hat, würden Menschenleben in Gefahr geraten, während der Mensch nur noch ausführendes Organ ist.

6 Zusammenfassende Deutung

Schlussendlich kann gesagt werden, dass der Einsatz von BCIs sowohl im medizinischen als auch im transhumanistischen Bereich ethische Komplikationen beinhaltet.

Die Risiken beim Einsatz von BCIs sind gravierend hoch und wie bei jeder anderen Technologie muss die Sicherheit des Menschen als Individuum und die Sicherheit der Gesellschaft an oberster Stelle gestellt und gewährleistet werden. Dennoch sind die Forschung und die Entwicklung der BCIs von essentiellen Wert, da sie für Menschen durchaus nutzbar sind. Für Menschen mit zurzeit schwer behandelbaren Erkrankungen könnten BCIs eine wesentliche Verbesserung als Ersatz für fehlende Körperfunktionen darstellen.

Bezüglich des Transhumanismus stellt sich abschließend die Frage, inwiefern der Mensch das Recht hat, in die biologische Entwicklung des Menschen einzugreifen, um eine Verbesserung durch diese Technologie zu erfahren. BCIs transhumanistisch einzusetzen birgt Gefahren und Risiken für die Sicherheit des Individuums und der Gesellschaft, aber auch für das Selbstverständnis der Menschen, die BCIs benutzen. Diese Frage objektiv anhand der Richtlinien der Ethik und allgemeingültig zu beantworten ist fast unmöglich, da jeder Mensch seine eigenen Wertvorstellungen besitzt, nach denen er handelt und über richtig oder falsch entscheidet. Ebenso subjektiv ist die Ansicht, inwiefern es ethisch vertretbar ist, dass die BCIs einerseits für Patienten lebensnotwendig sind und andererseits für gesunde Menschen als Unterhaltungsprogramm gesehen werden.

Eine strikte ethische Grenze zwischen dem Einsatz von BCIs und dem Transhumanismus kann nicht gezogen werden. Die Therapie mit BCIs hat transhumanistische Züge, da sie den Menschen physisch mit der künstlichen Intelligenz verbindet und ihn leistungsstärker macht. Dennoch besteht eine medizinische Notwendigkeit oder jedenfalls ein medizinisch indizierter Bedarf. Für die Diskussion um die ethische Grenzziehung ist überdies die weitere technische Entwicklung abzuwarten. Die individuellen neuen, noch unbekanntem Technologien, deren Sicherheit (etwa gegen Einflüsse Dritter) sowie deren Kapazitäten und Fähigkeiten könnten für die ethischen, rechtlichen und sozialen Fragestellungen relevant sein.

Literaturverzeichnis

- Beauchamp, Tom L./ Childress, James F.: Principles of Biomedical Ethics, 2009, 2013 von Oxford University Press (7. Auflage)
- Clausen, Jens: Ethische Aspekte konvergierender Technologien (in: TATuP – Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis, Vol.18 (2)), Karlsruhe September 2009 [A],
E-Book: <https://tatup.de/index.php/tatup/article/download/934/1734/>
- Clausen, Jens: Neuroprothesen und Gehirn-Computer-Schnittstellen (in: Erbguth, Frank/ Jox, Ralf J. (Hrsg.): Angewandte Ethik in der Neuromedizin), Springer-Verlag GmbH Berlin 2017, S.151-161 [B]
E-Book:<https://link-springer-com.proxy02a.bis.uni-oldenburg.de/content/pdf/10.1007%2F978-3-662-49916-0.pdf>
- Deutsche Fachpflege Gruppe: Locked-in-Syndrom: Ursachen, Therapie, Prognose und Pflege, <https://deutschefachpflege.de/locked-in-syndrom/>
(letzter Zugriff: 08.03.2021)
- Dobkin, Bruce H.: Brain-computer interface technology as a tool to augment plasticity and outcomes for neurological rehabilitation, Los Angeles 2017,
<https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1113/jphysiol.2006.123067>
(letzter Zugriff:08.03.2021)
- Grübler, Gerd/ Hildt, Elisabeth (Hrsg.): Brain-Computer-Interfaces in Their Ethical, Social and Cultural Contexts, Springer Science + Business Media Dordrecht, Niederlande 2014, S.77-84/S.163-168
E-Book:<https://link-springer-com.proxy02a.bis.uni-oldenburg.de/content/pdf/10.1007%2F978-94-017-8996-7.pdf>
- Harrasser, Karin: Körper 2.0: Über die technische Erweiterbarkeit des Menschen, transcript Verlag Bielefeld, 2013
- Hänßler, Boris: Die vielleicht gefährlichste Idee der Welt, Juni 2013, <https://www.sueddeutsche.de/wissen/verbesserte-menschen-die-vielleicht-gefaehrlichste-idee-der-welt-1.1691220> (letzter Zugriff: 08.03.2021)
- Healthcare-in-europe.com: Brain-Computer-Interface ermöglicht Kommunikation mit Koma-Patienten, Juni 2010, <https://healthcare-in-europe.com/de/news/brain-computer-interface-ermoeglicht-kommunikation-mit-koma-patienten.html>
(letzter Zugriff:08.03.2021)

- Heilinger, Dr. Jan-Christoph: Enhancement, Mai 2013, <https://www.bpb.de/gesellschaft/umwelt/bioethik/160269/enhancement> (letzter Zugriff: 08.03.2021)
- Ienca, Marcello: Neuroprivacy, neurosecurity and brain-hacking: Emerging issues in neural engineering (in:Bioethica Forum 2015, Vol. 8, No.2), S.51-53
http://www.bioethica-forum.ch/docs/15_2/05_Ienca_BF8_2.pdf
- Kluge, Sven/Lohmann, Ingrid/ Steffens, Gerd (Red.): Jahrbuch für Pädagogik 2014: Menschenverbesserung-Transhumanismus, Peter Lang GmbH, Frankfurt am Main, 2014
- Kübler, Andrea/Neuper, Christa: Gehirn-Computer-Schnittstellen (Brain-Computer Interfaces): Anwendungen und Perspektiven, Neuroforum Vol.14 (2), Juni 2008
<https://www-degruyter-com.proxy02a.bis.uni-oldenburg.de/document/doi/10.1515/nf-2008-0205/pdf>
- Liggieri, Kevin/Müller, Oliver (Hrsg.): Mensch-Maschine-Interaktion: Handbuch zu Geschichte – Kultur – Ethik, Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature, Stuttgart 2019, S.150-156/S.286/S.316-323, E-Book: <https://link-springer-com.proxy02a.bis.uni-oldenburg.de/content/pdf/10.1007%2F978-3-476-05604-7.pdf>
- Lordick, Marina: Transhumanismus: Die Cyborgisierung des Menschen, Frankfurt am Main 2016, <https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/transhumanismus-die-cyborgisierung-des-menschen/> (letzter Zugriff: 08.03.2021)
- Max-Planck-Gesellschaft: Gedachte Bewegungen können das Gehirn verändern, November 2019, <https://www.mpg.de/14092596/1105-nepf-113272-koennen-gedanken-das-gehirn-veraendern> (letzter Zugriff: 08.03.2021)
- Müller, Dr. Oliver: Ethische Fragen bei Neurotechnologien, Freiburg 2014, <https://www.bpb.de/gesellschaft/umwelt/bioethik/194202/ethische-fragen-bei-neurotechnologien> (letzter Zugriff: 08.03.2021)
- Pantke, Karl-Heinz (Hrsg.): Mensch und Maschine: Wie Brain-Computer-Interfaces und andere Innovationen gelähmten Menschen kommunizieren helfen, Mabuse-Verlag GmbH, Frankfurt am Main 2010 [A]
- Pantke, Karl-Heinz: Unterstützende Kommunikation bei erhaltenem Sprachverständnis, Juli 2019, http://www.locked-in-syndrom.org/2019_UK_bei_erhaltenem_Sprachverstaendnis.pdf (letzter Zugriff: 08.03.2021) [B]

Science Media Center Germany: Brain-Machine-Interfaces - Gehirn und Maschine verknüpft, Oktober 2019, <https://www.sciencemediacenter.de/alle-angebote/factsheet/details/news/brain-machine-interfaces-gehirn-und-maschine-verknuepft/> (letzter Zugriff: 08.03.2021)

Sellers, Eric W./Vaughan, Theresa M./Wolpaw, Jonathan R.: A brain-computer interface for longterm independent home use, Juni 2010, <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/17482961003777470?journalCode=iafd19&> (letzter Zugriff:26.02.2021)

Spreen, Dierk/ Flessner, Bernd/ Hurka, Herbert M./ Rüter, Johannes: Kritik des Transhumanismus: Über eine Ideologie der Optimierungsgesellschaft, transcript Verlag Bielefeld, 2018

Wikipedia:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Transhumanismus> (letzter Zugriff:08.03.2021)

https://de.wikipedia.org/wiki/Amyotrophe_Lateralsklerose

(letzter Zugriff:26.02.2021)

Anhang

Telefonisches Interview mit Prof. Dr. Mark Schweda am 16. Februar 2021

Sophia Rozijn: Mein Thema lautet „Vom Brain Computer Interface (BCI) zum Transhumanismus, wo liegt die ethische Grenze?“. BCIs sind Gehirn-Computer-Schnittstellen, die zur Therapie zwecken für Patienten mit neurologischen Erkrankungen genutzt werden sollen. Die BCIs werden über eine zentrale Recheneinheit mit einer Neurotechnologie bspw. einer Handprothese verbunden, die dann durch die Gedanken gesteuert wird. Der Transhumanismus ist eine philosophische Denkrichtung, die das BCI als Möglichkeit sieht, den menschlichen Fähigkeiten technologisch zu erweitern. Meine Facharbeit soll hierbei die ethischen Grenzen zwischen der medizinischen und der transhumanistischen Verwendung von BCIs untersuchen. Da die Medizinethik ein sehr komplexes Thema ist, würde mich ihre Einschätzung bezüglich der ethischen Grenzen in dem Bereich der BCIs und des Transhumanismus interessieren.

Mark Schweda: Wie es mir erscheint, beinhaltet Ihr Thema gleich zwei Fragen der Ethik. Einmal, wo die Grenze zwischen der medizinischen Therapie und der transhumanistischen Optimierung verläuft, und die Frage, wo die Grenze zwischen dem, was ethisch akzeptabel und dem was ethisch problematisch ist, liegt. Die beiden Fragen können nicht gleichgesetzt werden. Da, wo die Grenze zwischen dem medizinisch therapeutischen Nutzen und der Optimierungszwecksetzung liegt, da läuft zugleich auch die Grenze zwischen dem, was ethisch akzeptabel und dem, was ethisch inakzeptabel ist.

Sophia Rozijn: Meine persönliche Definition der ethischen Grenze bezieht sich momentan darauf, dass es eine hohe medizinische Notwendigkeit gibt, doch der Einsatz von BCIs als reine Verbesserung des menschlichen Körpers bleibt fraglich. Gerade die invasiven BCIs bedeuten einen riskanten operativen Eingriff in das Gehirn und diesen Eingriff durchzuführen, um die Natur des Menschen zu verändern, ist für mich ethisch als schwierig anzusehen. Aber gerade in der Ethik scheinen diese Grenzen nicht eindeutig zu sein, wie es mir erscheint.

Mark Schweda: Die Erläuterung und Klarstellung der verschiedenen Grenzen sind wichtig und die Grenze, die Sie zwischen der medizinischen Behandlung und transhumanistischen Verbesserung und Optimierung als relevant sehen, sollte zunächst definiert werden. Diese Grenze kann sich auf das ethisch Akzeptable und ethisch Inakzeptable bzw. Problematische zwischen Therapie und Enhancement beziehen. Dafür gibt es verschiedene Argumente. Gerade die Risiken, die Sie genannt haben, das Faktum, dass eben eine medizinisch therapeutische Nutzung allgemein erstmal als ethisch unproblematisch anerkannt ist. Demgegenüber stehen die unterschiedlichen Zielsetzungen der Optimierung. Wo sich dann die Frage stellt, wer eigentlich festlegt, ab wann es eine Optimierung des Menschen ist. Zugleich sind die Probleme der ethischen Argumentation nicht zu vergessen, da es nicht möglich ist, die Grenzen klar und allgemein zu definieren. Natürlich kann man sagen, dass jemand mit dem LIS in einem Zustand ist, bei dem ihm Funktionen eines gesunden Menschen fehlen. Die Nutzung eines BCI wäre in diesem Fall eine therapeutische Maßnahme. Zugleich muss aber klar werden, dass der Patient dann Fähigkeiten besitzt, die über die Natur des Menschen hinaus gehen. Ist das jetzt noch Therapie oder doch schon Enhancement? Ein Beispiel wäre die Debatte um Prothesen bei Hochleistungssportlern. Die Entwicklung der Prothesen ist inzwischen soweit, dass sie dazu neigen, besser als die Gliedmaßen von gesunden Menschen zu sein.

Sophia Rozijn: Also findet innerhalb des medizinischen und therapeutischen Kontexts eine Differenzierung zwischen dem ethisch Akzeptablen und dem ethisch Inakzeptablen statt? Wie werden solche ethischen Komplikationen generell in der Medizin entschieden und beurteilt?

Mark Schweda: Allgemein kann da keine Entscheidung getroffen werden, da die Ethik ein so komplexes Thema ist und sich zu jeder ethisch bedingten Frage verschiedene Positionen finden lassen. Es gibt bspw. die utilitaristischen, die tugendethischen oder die deontologischen Positionen, die dann auf die gleiche ethische Frage unterschiedliche Antworten geben. Die ethische Einschätzung und Beurteilung fallen dann, gemäß der verschiedenen Positionen, auch unterschiedlich aus. Die Medizinethik ist nur ein Teilbereich der philosophischen Ethik und beinhaltet den prinzipienorientierten Ansatz. Tom Beauchamp und James Childress haben das Buch „The Principles of Biomedical Ethics“ für diesen prinzipienorientierten Ansatz rausgebracht, um den alltäglichen ethischen Fragen gewisse

Orientierung und Richtlinien zu geben. Diese Prinzipien haben sich aus der historischen Medizin herausgebildet. Beauchamp und Childress stellen dabei genau 4 Prinzipien auf, die eine Mischung aus den verschiedenen ethischen Richtungen darstellen. Das ist einmal Respekt vor der Autonomie des Patienten, also das Selbstbestimmungsrecht des Patienten. Ein altes wichtiges Prinzip, ist das Nicht-Schadensgebot, was besonders für die Ärzte wichtig ist. Ein Arzt sollte seinem Patienten niemals Schaden zufügen, sondern für das Wohlergehen, das dritte Prinzip, des Patienten sorgen. Das letzte Prinzip ist die Gerechtigkeit. Medizinische und ärztliche Entscheidungen sind danach zu urteilen, inwiefern sie die Gleichbehandlung unter Patienten berücksichtigen. Entwickelt haben sich diese Prinzipien aus verschiedenen Richtungen und Traditionen. Sie sind aber gleichermaßen berechtigt, für ethische Entscheidungen als Orientierung oder Richtlinie genommen zu werden.

Sophia Rozijn: Auf vielen Seiten wird häufig von dem Recht des Patienten geredet, dass er letztendlich selbst bestimmen muss, welches therapeutische Verfahren er eingehen möchte. Findet innerhalb der Prinzipien eine Gewichtung statt?

Mark Schweda: Da die Prinzipien untereinander gleichgestellt sind, müssen in der ethischen Bewertung alle Faktoren und Aspekte einbezogen werden. Die Risiken stehen zum Beispiel gegenüber dem Nutzen. Überwiegt der Nutzen das hohe Risiko bei einem therapeutischen Verfahren oder nicht? Der Nutzen bezieht sich gleichzeitig auf das Prinzip des Wohlergehens, also inwiefern es dem Patienten nach der Behandlung besser geht. Bei der Entscheidung zwischen Therapie und Enhancement ist vor allem die Gerechtigkeit ein wichtiger Aspekt. Beispielsweise bezieht sich das Prinzip auf das Beispiel der Prothesen im Hochleistungssport, inwiefern der Einsatz von Prothese da gerecht ist und inwiefern der Einsatz auch die Gewinnchancen verzerrt.

Letztendlich kommt es dann am Ende auf die Differenzierung der einzelnen Komplikationen an, da eine allgemeine Ja-oder-Nein Antwort nicht möglich sein wird. Ein Abwägen der Prinzipien und dem Nutzen gegenüber dem Risiko in Bezug auf das ethisch Akzeptable und das ethisch Inakzeptable wird hier wahrscheinlich nötig sein.

Erklärungen

Hiermit versichere ich, dass ich die Arbeit selbstständig angefertigt, keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt und die Stellen der Facharbeit, die im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt aus anderen Werken entnommen wurden, mit genauer Quellenangabe kenntlich gemacht habe.

Verwendete Informationen aus dem Internet sind dem(r) Lehrer/in vollständig im Ausdruck zur Verfügung gestellt worden.

Bad Zwischenahn, 08. März 2021

(Ort, Datum)

Sophia Katharina Rozijn

(Name in Maschinschrift)

(Unterschrift)

Hiermit erkläre ich, dass ich damit einverstanden bin, wenn die von mir verfasste Facharbeit der schulinternen Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird.

Bad Zwischenahn, 08. März 2021

(Ort, Datum)

Sophia Katharina Rozijn

(Name in Maschinschrift)

(Unterschrift)