Olivia Mitscherlich-Schönherr

Ethisch-anthropologische Weichenstellungen bei der Entwicklung von tiefer Hirnstimulation mit ‚Closed Loop‘¹

Zusammenfassung: In den inner- wie außerakademischen Debatten über Künstliche Intelligenz und Neurotechnologien besteht ein breiter Konsens darüber, dass diese neuartigen Technologien anthropologisch und ethisch nicht neutral, sondern von Menschenbildern und Auffassungen über das gute Leben durchdrungen sind. Ebenfalls ist seit einigen Jahren von verschiedenen Seiten die Forderung nach guter Künstlicher Intelligenz bzw. guten Neurotechnologien zu hören. In meinem Aufsatz setze ich mich aus der Perspektive einer personalen Anthropologie mit Systemen der Tiefen Hirnstimulation (THS) mit geschlossenem Regelkreis bzw. ‚closed loop‘ auseinander. Obgleich die technologische Entwicklung dieser Systeme erst am Anfang steht, ist vor dem Hintergrund der Technikentwicklung der vergangenen Jahre die Konstruktion von solchen THS-Systemen mit ‚closed loop‘-Verfahren absehbar, in denen das Implantat als autopoetisches System funktioniert und während der Behandlung die diagnostische Überwachung der Hirnfunktionen und die Therapieanpassung übernimmt. Ich mache den ethischen und anthropologischen Einsatz dieser neuartigen Neuroprothesen durchsichtig und leiste einen kritischen Vergleich der beiden grundlegenden Optionen, gute Tiefe Hirnstimulation mit ‚closed loop‘ zu bauen: die Gewährleistung guter Diagnostik und Therapie entweder dem Algorithmus unter Umgehung der personalen Therapiebeziehung oder umgekehrt der personalen Therapiebeziehung durch Einbau von Rückkoppelungsschleifen zu überantworten. Beide Optionen befrage ich in Bezug auf ihre ethischen und anthropologischen Voraussetzungen und ihre Implikationen für das Leben der Nutzer_innen. Auf diese Weise möchte ich – im Sinne einer antizipatorischen Governance der Technikentwicklung – einen theoretischen Beitrag dazu leisten, dass solche THS-Systeme gebaut werden, in denen die technischen Möglichkeiten des ‚closed loop‘-Verfahren genutzt werden können, ohne dafür den Preis einer naturalisierenden Determinierung ihrer Nutzer_innen zu zahlen.

1 Ich danke Armin Grunwald (Karlsruhe), Sami Haddadin (TU München), Helena Hock (HFPH / LMU München) und Surjo Soekadar (Charité Berlin) für ihre gründlichen Lektüren meines Aufsatzes. Ihre Anfragen an meine Überlegungen aus den Perspektiven der Technikphilosophie, der Maschinenintelligenz, der Medizin und insbesondere der Klinischen Neurotechnologie haben mich zu einigen wichtigen Revisionen veranlasst.

1 Tiefe Hirnstimulation mit ‚closed loop‘ als Gegenstand philosophischer Bioethik

Im Schatten des Großdiskurses über den Transhumanismus² nimmt mit der Entwicklung der Neurotechnologien eine Technikentwicklung seit Jahren an Fahrt auf, in der Tatsachen geschaffen werden und darüber mitentschieden wird, wie wir in den kommenden Jahren unser Mensch-Sein an den Grenzen des Lebens leben und verstehen werden. Die Fortschritte bei der Entwicklung neuartiger Neurotechnologien verdanken sich einem Ineinandergreifen von Hirn-, Kognitions-, Nano- und Computerwissenschaften. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen diesen unterschiedlichen Wissenschaften wurde möglich, indem seit Mitte des 20. Jahrhunderts die Theorie der kybernetischen bzw. autopoietischen Systeme als „gemeinsame Theoriesprache“ (Manzei 2003, 208) entwickelt wurde. Unter Abstraktion von ihrer Materie werden in dieser Perspektive unterschiedlichste Gegenstandsbereiche mit Blick auf die Selbstorganisation des Systems im Verhalten der Bestandteile zueinander und zum Ganzen begriffen (vgl. ebd.): der lebendige Körper genauso wie Computerprogramme als ‚künstliche neuronale Netzwerke‘. Dabei kommt es nicht nur im theoretischen Verständnis zu Angleichungen zwischen den Deutungen des lebendigen Organismus auf der einen und von Computern auf der anderen Seite. In Gestalt von Neuroprothesen werden auch Maschinen gebaut und angewandt, um die Selbstorganisation des menschlichen Organismus bei Fehlfunktionen oder Funktionsausfällen wiederherzustellen. Unter Behandlung mit Neuroprothesen wird der menschliche Körper als ein System gestaltet, in dem Bestandteile unterschiedlichsten Materials zusammenwirken (vgl. Clausen 2017, 156).

Auf dieser Verschränkung von biologischen Organen und technischen Artefakten beruht die These von Menschen mit Neuroprothesen als ‚Cyborgs‘, die in den öffentlichen Debatten immer wieder geäußert wird und transhumanistische Phantasien beflügelt (vgl. Grunwald 2019, 131–146). Allerdings sollten die Grenzen dieser ‚Cyborgisierung‘ nicht unterschätzt werden. Bei der Behandlung mit den verschiedenen Neuroprothesen geht es um die Therapie von Fehlfunktionen bzw. um die Restitution von ausgefallenen Funktionen im Gesamtsystem des menschlichen Organismus. Wenn eine Überwindung der *Conditio humana* durch die Behandlung mit Neuroprothesen erhofft oder gefürchtet wird, dann wird angenommen, dass letztere genauso zu Zwecken des Enhancement wie zu Zwecken

² Zur Auseinandersetzung mit dem Transhumanismus vgl. die Beiträge von Armin Grunwald, Hans-Peter Krüger, Jos de Mul, Oliver Müller und Tobias Müller zum vorliegenden Band.

der Therapie bzw. der Restitution verwendet werden können.³ Diese Annahme beruht allerdings auf einer verkürzten Vorstellung über das Verhältnis von technischem System und Organismus: auf der Vorstellung, dass die Neuroprothese als Solitär funktioniere und das Setting, in das sie hineinwirke, beliebig manipulieren könne. Diese Vorstellung trifft das Funktionieren der Neuroprothesen nicht: wirken letztere doch nicht nur auf den menschlichen Organismus ein, sondern setzen ihn dabei zugleich auch als ein sich selbst regulierendes System voraus.

1.1 Zur Technologie der Tiefen Hirnstimulation mit ‚closed loop‘-Verfahren

In meinen Überlegungen werde ich mich innerhalb der Neuroprothesen auf Systeme der Tiefen Hirnstimulation (künftig: THS) mit geschlossenem Regelkreis bzw. ‚closed loop‘ (künftig: CL-THS) konzentrieren, mit deren Konstruktion gegenwärtig begonnen wird. Wie Herzschrittmacher, künstliche Bauchspeicheldrüsen, Cochlea- oder Retina-Implantate gehören die herkömmliche THS und die neuartige CL-THS zu den sog. Neuroimplantaten (vgl. Clausen 2017). Neuroimplantate werden zu Zwecken der Therapie bzw. Restitution in den Organismus eingeführt, um zielgenau bestimmte Organe durch Abgabe von elektrischen Impulsen zu stimulieren. Die THS bezeichnet ein Verfahren, bei dem ein Stimulator in bestimmte Areale des Gehirns implantiert wird. Als ‚tief‘ wird dieser Eingriff bezeichnet, da er subkortikal in das Gehirn vordringt. Gegenwärtig wird THS zur Therapie von schweren neurologischen Störungen verwendet, die mit Fehlfunktionen oder Funktionsausfällen auf physiologischer Ebene korrelieren: neben dem Hauptanwendungsfeld der Parkinsonschen Erkrankung wird THS auch zur Therapie von essentiell Tremor, Dystonie und Epilepsie angewandt. Die Eingriffe in das Gehirn sollen das leibliche Leben der Betroffenen – etwa: das Zittern bei Parkinsonscher Erkrankung – zum Besseren verändern. Dabei werden grundlegende Veränderungen des psychischen Erlebens im Rahmen neurologischer Anwendung als „Nebenwirkungen“ in Kauf genommen (vgl. DFG 2017, 61 f.). Psychiatrische Anwendungen, in denen auf das psycho-soziale Leben der Betroffenen vermittels Stimulation des Gehirns eingewirkt werden soll, befinden sich in verschiedenen Stadien der Erforschung und Erprobung: zur Therapie von psychosomatischen Erkrankungen wie Depressionen, Essstörungen, Schizophrenie, Demenz und Substanzen-Missbrauch (vgl. Coenen et al. 2015; 2019). Mit

³ Zur Diskussion aktueller Anstrengungen des Neuroenhancement vgl. die Beiträge von Andreas Heinz und Assina Seitz sowie von Petra Schaper-Rinkel zum vorliegenden Band.

Hilfe der Manipulation des Gehirns soll folglich nicht nur in das Gesamtsystem des menschlichen Organismus, sondern damit zugleich auch in das leibliche und psycho-soziale Leben der betroffenen Personen eingegriffen werden. Der Bezugsrahmen, innerhalb dessen die THS funktioniert und in den sie eingreift, erweitert sich damit vom Organismus zum personalen Leben der betroffenen Patient_innen.

Neuartige Modelle der THS sollen mit ‚closed loop‘-Verfahren funktionieren. Während ‚closed loop‘-Modelle bei Herzschrittmachern bzw. künstlichen Bauchspeicheldrüsen bereits auf dem Markt sind, ist dieses Verfahren im Fall der THS noch in der Erforschung bzw. vor-klinischen Erprobung.⁴ Dabei meint ‚closed loop‘ einen geschlossenen Regelkreis, in dem die Stimulation eines Organs durch das Implantat algorithmenbasiert an die Daten über die Organtätigkeit rückgekoppelt wird, die ein Sensor misst. Die diagnostische Überwachung und Therapieanpassung wird damit der Neuroprothese überantwortet. Bei der CL-THS soll neben dem Stimulator ein Sensor in das Gehirn implantiert und beides durch eine Software gesteuert werden. Dabei soll durch eine teilautomatische Lokalisation nicht nur die Verortung der Implantate im Gehirn gegenüber herkömmlichen Modellen der THS verbessert werden (vgl. Horn et al. 2016); indem der Computer in CL-THS-Systemen die Aktivitätsmuster des Gehirns anhand von den – mit Hilfe des Sensors gemessenen – Daten errechnet⁵ und die Höhe der Impulsabgabe in Abhängigkeit von dem errechneten Aktivitätsmuster bestimmt, soll darüber hinaus eine bessere Überwachung der Hirnaktivitäten und eine bessere Anpassung der Stimulierung an Veränderungen der Hirnaktivitäten erreicht werden (vgl. Parastarfeizabadi/Kouzani 2017). Letzteres ist insbesondere deswegen gefordert, da sich das Gehirn aufgrund seiner Plastizität an die Stimulierung abpasst.

⁴ Das in den folgenden Abschnitten referierte Wissen aus der klinischen Neurotechnologie verdanke ich neben den zitierten Quellen Surjo Soekadar.

⁵ Wenn ich vom Rechnen oder Messen des Computers bzw. des Algorithmus spreche, dann verwende ich diese Formulierungen allein metaphorisch: so wie man etwa auch davon spricht, dass das Thermometer die Temperatur misst. Nicht-metaphorisch wäre von diesen Handlungen als Handlungen zu sprechen, die die Nutzer_innen mit Hilfe der Maschine ausüben; wobei die Nutzer_innen zur Ausübung dieser Handlung durch die Macher_innen der Maschine befähigt werden. Im Falle der THS sind behandelnde Ärzt_innen – und mittelbar die behandelten Patient_innen – die Nutzer_innen der Maschine. Die behandelnden Ärzt_innen werden durch die Konstrukteur_innen der THS dazu befähigt, das Gehirn der behandelten Patient_innen mit Hilfe der Neuroprothese zu stimulieren. Im Fall von CL-THS greifen sie dabei auf die Möglichkeiten einer lückenlosen Überwachung der Hirnfunktionen und einer Koppelung der Stimulierungsanpassung an die gemessenen Hirnaktivitäten zurück, die die Macher_innen in die Prothese eingebaut haben. Hier verdanke ich Sami Haddadin wichtige Hinweise aus der Maschinenintelligenz.

Bei den CL-THS-Systemen, die gegenwärtig gebaut werden, funktioniert die Parametrisierung der Algorithmen noch über sehr einfache ‚outcome measures‘ wie etwa den Tremor bei Parkinson. Weitere leibliche und psycho-sozialen Aspekte des Lebens unter der Behandlung mit CL-THS-Systemen werden noch nicht berücksichtigt. Und auch die Therapieanpassung an die gemessenen Daten funktioniert innerhalb der THS-Systeme mit ‚closed loop‘ bisher nur in Form eines An- und Ausschaltens – und noch nicht in Formen der Veränderung der Stimulierung. Allerdings lässt sich bei der Geschwindigkeit der gegenwärtigen Technikentwicklung und den aktuellen Tendenzen, THS zur Therapie für ein breites Spektrum neurologischer und psychologischer Erkrankungen zu erproben, die weitere technische Entwicklung absehen: die Entwicklung von CL-THS-Systemen, die bei der Behandlung neurologischer und psychologischer Erkrankungen als autopoietische Systeme funktionieren, in denen die Art der Stimulierung an die gemessenen Hirnfunktionen rückgekoppelt ist.

Unter der Behandlung mit solchen ausgereifteren Modellen der CL-THS wird eine neuartige Form des Mensch-Maschinen-Verhältnisses geschaffen. Zwar besteht auch dann noch ein klares Abhängigkeitsverhältnis zwischen beiden Systemen, indem der menschliche Organismus den Rahmen bildet, innerhalb dessen die Neuroprothese funktioniert. Weiterhin wird mit der CL-THS Restitution bzw. Therapie und kein Enhancement bezweckt. Gleichwohl wird ein neues Niveau im Ineinandergreifen von menschlichem Leben und technischem Artefakt erreicht, indem diese künftigen CL-THS-Systeme darauf ausgerichtet sind, mittelbar über das Gehirn Einfluss auf das leibliche bzw. psycho-soziale Leben der Betroffenen zu nehmen und dabei als autopoietische Systeme funktionieren. Die Rückbezüglichkeiten des personalen Lebens und der Neuroprothese greifen untrennbar ineinander.

1.2 Zum ethischen und anthropologischen Einsatz von CL-THS-Systemen

In den letzten Jahren hat sich inner- wie außerakademisch die Einsicht durchgesetzt, dass Künstliche Intelligenz (künftig: KI) und Neurotechnologien anthropologisch und ethisch nicht neutral, sondern von Auffassungen über unser Mensch-Sein und das gute Leben durchdrungen sind (vgl. Misselhorn 2018, 7 ff.). Zugleich wird eine verantwortungsvolle Technikentwicklung gefordert, in der ‚gute‘ KI und Neurotechnologien gebaut werden sollen (vgl. etwa OECD 2020; sowie die Beiträge von Christoph Kehl und Petra Schaper-Rinkel zum vorliegenden Band).

Modelle künftiger THS, die als autopoetische Systeme zu Zwecken der neurologischen und psychiatrischen Therapie funktionieren, haben grundlegende anthropologische und ethische Implikationen. Dies zeigt sich, wenn man den Umstand ins Auge fasst, dass diesen Neuroprothesen in Gestalt von Überwachung und Therapieanpassung während der Behandlung medizinische Kernaufgaben überantwortet werden; bzw. präzisiert formuliert: dass die behandelnden Ärzt_innen im Rahmen einer CL-THS-Therapie bestimmte medizinische Kernaufgaben mit Hilfe der Neuroprothese ausüben und die standardisierten Vorabereinstellungen der Prothese dabei die Weichen stellen werden, wie sie diese Aufgaben werden ausüben können.

Zum einen geht die medizinische Überwachung, die dem THS-System mit ‚closed loop‘ übertragen werden kann, nämlich nicht im Messen von Hirnaktivitäten auf. In ihrem geschlossenen Regelkreis misst die Neuroprothese dann nicht nur die Hirnaktivitäten, sondern kann die gemessenen Daten auch auswerten, die für sich genommen nur eine statistische Größe bilden: ob es sich bei den aktuellen Hirnaktivitäten um krankhafte Normabweichungen handelt, die mit einer Verschlechterung des neurologischen bzw. psychologischen Krankheitszustands korrelieren. Dergestalt bildet die digitale Überwachung eine Aktualisierung der medizinischen Diagnose in der konkreten Behandlungssituation. Der Algorithmus kann die Überwachung im Rahmen der Behandlung übernehmen, wenn er – auf Basis einer neurologischen oder psychiatrischen Theorie – von seinen Konstrukteur_innen auf die standardisierte Erkennung krankhafter Normabweichungen an den Hirnaktivitäten programmiert wird. Auf die personale Therapiebeziehung bezogen bedeutet das: wenn die behandelnden Ärzt_innen den Krankheitsverlauf der Patient_innen mit Hilfe des THS-Systems überwachen, dann stecken die Einstellungen des Algorithmus die Möglichkeiten ab, in denen sie ihre Diagnosen aktualisieren können.

Zum anderen kann künftigen Modellen des THS-Systems mit integriertem ‚closed loop‘ in Gestalt der Justierung der Stimulierung eine weitere genuin medizinische Aufgabe übertragen werden: die Therapieanpassung. Genauso wenig wie das Überwachen im Erheben von Daten über die Hirnaktivitäten aufgeht, leitet sich die Therapieanpassung unmittelbar aus der diagnostischen Auswertung der erhobenen Daten als krankhafter Normabweichung ab. Die Stimulierungsanpassung impliziert vielmehr eine Entscheidung darüber, wie eine krankhaft veränderte Hirnaktivität – als Korrelat einer neurologischen bzw. psychologischen Erkrankung – therapiert werden soll. Diese Entscheidung legen die Konstrukteur_innen bei der künftigen Programmierung des Algorithmus fest. Dabei sind in Fragen guter Behandlung medizinische von medizinethischen Fragen nicht zu trennen: Fragen, wie bei therapeutischen Entscheidungen und Anwendungen insb. die Prinzipien des Respekts vor der Patient_innenautonomie,

des Wohltuns, der Nichtschädigung und der Gerechtigkeit zu berücksichtigen sind (vgl. Beauchamp/Childress 2019). Der Algorithmus kann die Stimulierung an die ausgewerteten Hirnaktivitäten anpassen, indem ihn seine Konstrukteur_innen auf Basis einer Theorie guter medizinischer Behandlung programmiert haben: auf die Koppelung bestimmter Therapieanpassungen an die möglichen Normabweichungen, die an den Hirnaktivitäten festgestellt werden können. Auf die personale Therapiebeziehung bezogen bedeutet dies wiederum: wenn die behandelnden Ärzt_innen die Stimulierung des Gehirns der Patient_innen mit Hilfe des CL-THS-Systems an eine aktualisierte Diagnose anpassen, dann steckt der Algorithmus ihre Möglichkeiten ab, die Therapie fortzusetzen.

Indem der Algorithmus die Weichen stellt, in denen die behandelnden Ärzt_innen ihre Diagnose- und Therapieanpassungen ausüben können, zeichnen sich Fragen nach gut programmierten CL-THS-Systemen ab. Es stellt sich die Frage, ob die Vorabereinstellungen den behandelnden Ärzt_innen eine gute Ausübung ihres Berufs ermöglichen oder verunmöglichen. Dabei lassen sich die Fragen guter Neurotechnologie nicht von den Fragen guter Neurologie und Psychiatrie trennen. Unterschiedliche Optionen gute Neurotechnologie zu bauen, sind von unterschiedlichen neurologischen und psychiatrischen Berufsbildern, unterschiedlichen Auffassungen von neurologischen und psychologischen Erkrankungen und darin wiederum von unterschiedlichen Menschenbildern durchdrungen.

Mit meinen folgenden Überlegungen verfolge ich das Ziel, einen Beitrag personaler Maschinenethik zu einer „antizipatorischen Governance“ (vgl. Grunwald 2015; sowie den Beitrag von Christoph Kehl zum vorliegenden Band) der technischen Entwicklung von THS-Systemen mit ‚closed loop‘-Verfahren zu leisten. Unter einer personalen Maschinenethik verstehe ich eine Ethik nicht für die Maschinen,⁶ sondern für menschliche Personen⁷ – die Konstrukteur_innen und

6 Mit diesem Ansatz personaler Maschinenethik widersetze ich mich der Bestimmung von Maschinenethik als einer „Ethik für Maschinen“ in Abgrenzung von der Technikethik als einer „Ethik für Menschen im Umgang mit Maschinen“, die Catrin Misselhorn in ihrer einflussreichen Schrift über die Maschinenethik vertritt (vgl. Misselhorn 2018, 8). Mit Misselhorn teile ich die Einsicht, dass eine Technikethik, die sich allein als Ethik für Menschen bei der Nutzung von Maschinen versteht, angesichts der anthropologischen und ethischen Implikationen der Maschinen immer schon zu spät kommt. Im Unterschied zu Misselhorn leite ich hieraus jedoch nicht den Schluss ab, die Maschinen zu ethischen Subjekten zu erhöhen. Aus dem Zu-spät-Kommen einer Technik-Nutzens-Ethik ziehe ich vielmehr die Konsequenz, über die Nutzung die Konstruktion der Maschinen als weitere technikethisch relevante Praxis und neben den Nutzer_innen die Konstrukteur_innen der Maschinen als ethische Subjekte in den Blick zu rücken.

Nutzer_innen der Maschinen – in ihren durch die Maschinen vermittelten interpersonalen Beziehungen. Antizipatorisch sind meine Überlegungen, indem sie die grundlegenden Optionen ins Auge fassen, die beim Bau künftiger CL-THS-Systemen offenstehen: eine gute diagnostische Überwachung und gute Stimulierungsanpassung im Rahmen einer CL-THS-Behandlung entweder dadurch sicherzustellen, dass der Algorithmus auf Prinzipien guter Medizin programmiert wird, oder dadurch, dass in ihn Rückkoppelungsschleifen an die personale Therapiebeziehung eingebaut werden – so dass die Diagnose- und Therapieanpassung entweder standardisiert durch das THS-System erfolgt oder aber Grenzfälle zur Überprüfung den behandelnden Ärzt_innen vorgelegt werden. Meine Überlegungen sollen den Prozess der CL-THS-Entwicklung kritisch begleiten, indem sie beide Optionen guter Technologie kritisch reflektieren und vergleichen: sowohl in den anthropologischen und medizinischen Vorannahmen, die die Konstrukteur_innen in die Maschinen einbauen, als auch in den ethischen Konsequenzen, die beide Modelle guter CL-THS – aufgrund dieser Implikationen – für das Leben ihrer Nutzer_innen zeitigen.

2 Die Normalisierungstendenzen von CL-THS-Modellen, die auf Prinzipien guter Medizin programmiert werden

Eine erste Option, gute THS mit ‚closed loop‘ zu bauen, wird künftig darin bestehen, den Algorithmus des Systems auf Prinzipien guter Medizin zu programmieren. Dabei wird die Diagnose- und Therapieanpassung im Rahmen des geschlossenen Regelkreises in formaler Hinsicht als *bestimmendes Beurteilen* des Einzelfalls bzw. als dessen Subsumtion unter allgemeine Regeln aufgefasst.⁸ Gute

7 Ich nehme darin das Verständnis der personalen Lebensform in Anspruch, das Helmuth Plessner in seiner Philosophischen Anthropologie entwickelt hat. Näher werde ich darauf im Abschnitt 3.2. eingehen.

Im vorliegenden Band wählen Hans-Peter Krüger und Jos de Mul – in ihren Auseinandersetzungen mit dem Transhumanismus – ebenfalls Perspektiven, die (auf unterschiedliche Weise) durch Plessners Philosophische Anthropologie geschult sind. Im Beitrag von Tobias Sitter wirkt das Plessnersche Denken indirekt – in Vermittlung durch die Philosophische Anthropologie von Thomas Fuchs – fort.

8 Ich greife hier auf Kants Unterscheidung zwischen dem bestimmenden und dem reflektierenden Urteilen zurück, die Daniel Kersting in der philosophischen Bioethik jüngst wiedererinnert hat (vgl. Kant 1983, B XXVI; Kersting 2017, 301 f.). Beim bestimmenden Urteilen werden allgemeine Prinzipien vorausgesetzt und ein besonderer Fall beurteilt, indem er unter ebendiese allgemeinen

Diagnose- und Therapieanpassungen sollen dann – unter Umgehung der personalen Therapiebeziehung – durch Programmierung des Algorithmus auf medizinische Standards sichergestellt werden. Als Modellierung eines guten KI-basierten THS-Systems liegt dessen Programmierung auf Prinzipien guter Medizin aus der Perspektive unterschiedlicher sozio-kultureller Strömungen nahe. Sie entspricht nicht nur der transhumanistischen Vorstellung von der rationalen und moralischen Überlegenheit der Maschine über den Menschen (vgl. den Beitrag von Armin Grunwald zum vorliegenden Band); und einer maschinen-zentrierten Auffassung von Maschinenethik, die sich als „Ethik für Maschinen“ (Misselhorn 2018, 8) versteht und dabei das THS-System selbst zum ethischen Subjekt erklärt.

Ein CL-THS-System, dessen Diagnose- und Therapieanpassung auf Prinzipien guter Medizin programmiert ist, kann sich auch aus der Perspektive breiter naturwissenschaftlich geprägter Strömungen innerhalb der Neurologie und Psychiatrie als attraktiv darstellen. Es handelt sich um solche Strömungen, die Medizin – nach dem Vorbild der Naturwissenschaften – als theoretische Wissenschaft auffassen und ausüben. Das medizinische Urteilen bei der Diagnose- und Therapiefindung wird dabei in formaler Hinsicht als bestimmendes Beurteilen des Einzelfalls im Rückgriff auf eine allgemeine Regel betätigt. Das Erstellen von präzisen Diagnosen rückt ins Zentrum des medizinischen Handelns (vgl. Wieland 2015, insb. 45–55); und die Diagnose wird als Subsumtion des Einzelfalls unter die stark differenzierten und präzise definierten Krankheitsbilder manualisierter, kontextunabhängiger Diagnosesysteme ausgeübt. Die Therapiefindung wird in einem zweiten, nachgeordneten Schritt – wiederum in Form bestimmenden Urteilens – als ‚Ableitung‘ der Therapie aus der Diagnose getätigt. Objekte der Diagnose und Therapie sind in diesen naturwissenschaftlich geprägten Strömungen der Neurologie und Psychiatrie die neuronalen Netze insbesondere im Gehirn. Diese inhaltliche Fokussierung ist der Annahme verpflichtet, dass „subjektive Erlebnisse wie Gefühle, Gedanken, Wünsche oder Intentionen“ – mit Thomas Fuchs gesprochen – „letztlich nur Epiphänomene von Gehirnprozessen“ seien (Fuchs 2020a, 260). Erkrankungen wie Epilepsie, Zwangsstörungen, Schizophrenie oder Depressionen sollen als „Hirnfunktionsstörungen“ (Fuchs 2020a, 256) erklärt, mit digitalen Verfahren „objektiv diagnostizier[t]“ (ebd.) und durch Stimulierung des Gehirns direkt beeinflusst werden (vgl. ebd., 269f.; sowie den Beitrag von Tobias Sitter zum vorliegenden Band).

Gesetze subsumiert wird (vgl. Kant 1983, B XXVIf.). Beim reflektierenden Urteil wird dagegen vom besonderen Fall ausgegangen, um das Gesetz, das ihn ordnet, allererst zu suchen (vgl. ebd.). Auch das reflektierende Urteilen ist damit kein willkürliches ‚irgendwie‘ Urteilen. Der konkrete Einzelfall wird vielmehr im Lichte seines Gesetzes beurteilt, das es allererst aufzufinden gilt.

Für diese ‚zerebrozentrische‘ Perspektive kann sich die Programmierung des Algorithmus auf medizinische Standards der Diagnose- und Therapieanpassung aus mehreren Gründen als attraktiv darstellen. Die lückenlose Überwachung, die breite Erhebung von Daten über die Gehirnaktivitäten der betroffenen Patient_innen sowie über analoge Krankheitsbilder versprechen Treffsicherheit bei der Subsumtion des Einzelfalls unter die Krankheitsbilder der medizinischen Manuale. Die direkte – der personalen Therapiebeziehung entzogene – Kopplung der Stimulierung an die aktualisierte Diagnose verspricht eine zeitnahe therapeutische Reaktion auf Änderungen im Krankheitsverlauf. Dagegen dürfte für diese Gehirn-zentrierte Psychiatrie und Neurologie der Ausschluss von Möglichkeiten der Überprüfung der technischen Diagnose- und Therapieanpassung durch alternative reflektierend-verstehende Formen des medizinischen Urteilens kaum ins Gewicht fallen. In diesen medizinischen Strömungen ist das reflektierend-verstehende Beurteilen, das Ärzt_innen in der direkten interpersonalen Begegnung mit den Patient_innen bei der Diagnose- und Therapiefindung ausüben, der bestimmenden Subsumtion des Einzelfalls unter allgemeine Regeln ohnehin nachgeordnet (vgl. Fuchs 2020a, 255–259).

In den folgenden Abschnitten des vorliegenden Kapitels werde ich zunächst (unter 2.1.) näher auf das medizinische Beurteilen des Einzelfalls blicken, das mit Hilfe eines CL-THS-Modells ausgeübt wird, das auf Prinzipien guter Medizin programmiert ist. In Anschluss daran werde ich mich (unter 2.2.) den anthropologischen Festlegungen zuwenden, die in dieses Modell eingebaut werden. Am Ende des Kapitels (unter 2.3.) werde ich dafür eintreten, dass CL-THS-Systeme, die unter Umgehung der personalen Therapiebeziehung auf Prinzipien guter Medizin programmiert werden, zur Normalisierung ihrer Nutzer_innen tendieren: zu einer Festlegung der behandelnden Ärzt_innen und behandelten Patient_innen auf die Leitbilder von medizinischer Praxis und von einem Leben mit schwerer neurologischer bzw. psychologischer Erkrankung, denen die Macher_innen dieser Neuroprouthese verpflichtet sind.

2.1 Das medizinische Bestimmen des Einzelfalls mit Hilfe von CL-THS-Modellen, die auf Prinzipien guter Medizin programmiert werden

Die Konstruktion von CL-THS-Modellen mit implementierten Prinzipien guter Medizin bewegt sich nicht nur in den etablierten Bahnen einer naturwissenschaftlich geprägten Neurologie und Psychiatrie, die medizinisches Urteilen bei der Diagnose- und Therapiefindung als Subsumtion des Einzelfalls unter die

Krankheitsbilder medizinischer Manuale versteht und praktiziert. Die Konstruktion dieser CL-THS-Modelle würde die Möglichkeiten eines alternativen reflektierenden Urteilens in der Medizin noch weiter beschneiden. Neben der Abschottung des geschlossenen Regelkreises der THS gegen die personale Therapiebeziehung ist hierfür die Gestalt verantwortlich, die das bestimmende Beurteilen bei der Diagnose- und Therapieanpassung durch das technische System annimmt. Da Algorithmen nicht verstehen, was sie rechnen, müssen beim Bau der CL-THS-Systeme spezifische ‚Übersetzungsleistungen‘ vorgenommen werden, damit die Prothese das bestimmende Beurteilen des Einzelfalls übernehmen kann. Die Anwendung von allgemeinem medizinischem Wissen auf den Einzelfall muss in einen Prozess ‚übersetzt‘ werden, den künftig der Algorithmus leisten kann – und d. h.: in eine Anwendung von quantifizierten Prinzipien auf den Einzelfall.

Die quantifizierenden ‚Übersetzungsaufgaben‘ betreffen zum einen die diagnostische Auswertung der gemessenen Hirndaten. Damit die Prothese dieses Urteilen übernehmen kann, müssen ihre Macher_innen zunächst eine neurowissenschaftliche Theorie über das Verhältnis der zu behandelnden neurologischen und psychologischen Erkrankungen zu den korrelierenden Veränderungen der Hirnaktivitäten aufstellen. Auf Basis dieser neurowissenschaftlichen Theorie wären alle idealtypischen Fälle von – messbaren – Hirnaktivitäten Veränderungen in den neurologischen oder psychiatrischen Erkrankungen zuzuordnen. Bei der Programmierung des Algorithmus wäre dann jedem Fall von gemessenen Hirnaktivitäten eine geordnete Menge an Daten zuzuweisen, die angibt, ob und in welchem Maße er eine krankhafte Veränderung von Hirnfunktionen darstellt. Auf dieser Basis könnte der Algorithmus des CL-THS-Systems das diagnostische Urteilen übernehmen: bei der Überwachung die gemessenen Hirnfunktionen auswerten und die Diagnose aktualisieren. Mit dem CL-THS-System würden dessen Macher_innen den behandelnden Ärzt_innen folglich ein Diagnoseinstrument zur Verfügung stellen, mit dessen Hilfe diese ihre Diagnose aktualisierten, ob sich die Erkrankung der behandelten Patient_innen nach Maßgabe der Diagnosemanuale verbessert, verschlechtert oder gleichbleibt – ohne dass die Ärzt_innen die gemessenen Hirnaktivitäten ihrerseits noch auswerteten oder die technisch aktualisierte Diagnose überprüften.

Die ‚Übersetzungsaufgaben‘ der Konstrukteur_innen betreffen zum anderen das medizinische Urteilen bei der Therapieanpassung in Reaktion auf die aktualisierte Diagnose. Damit der Algorithmus das ärztliche Urteil über eine Anpassung der Therapie ’fällen‘ kann, müssen ihn seine Macher_innen auf medizinische und medizinethische Prinzipien der Therapiefindung programmieren. Die Anforderungen an die Konstruktion des technischen Systems ergeben sich aus der Verfasstheit des therapeutischen Urteilens. Dieses lässt sich – in Anlehnung

an Tom L. Beauchamp und James F. Childress – als Prozess eines ärztlichen ‚Überlegungsgleichgewichts‘ verstehen, in den unterschiedliche Formen des medizinischen Urteilens einbezogen werden (vgl. Beauchamp/Childress 2019, 443–452). Innerhalb dieses Urteilsprozesses wird in einem ersten Schritt der zu therapierende Einzelfall durch Subsumtion unter das medizinisch verfügbare Wissen über mögliche Therapieoptionen und unter die Prinzipien der Medizinethik bestimmt. Insbesondere Fälle, in denen es zu Konflikten zwischen unterschiedlichen medizinethischen Prinzipien – etwa des Wohltuns und der Gerechtigkeit⁹ – kommt, widersetzen sich jedoch einer einfachen Therapiesetzung durch Subsumtion unter das allgemeine medizinische Wissen. Aus diesem Grund werden in einem zweiten Schritt des ärztlichen Urteilens auch wohlüberlegte Präzedenzurteile über analoge Fälle zu Rate gezogen. Das ‚Überlegungsgleichgewicht‘ meint nun den ergebnisoffenen Prozess, in dem bei der Therapieentscheidung Formen eines deduktiv-bestimmenden und eines analog-reflektierenden Beurteilens des Einzelfalls aufeinander bezogen, aneinander überprüft und korrigiert werden – um eine therapeutische Behandlung des Einzelfalls zu finden, in der die unterschiedlichen Formen seiner Beurteilung übereinstimmen.

Die Herausforderung an die Macher_innen von CL-THS-Systemen besteht nun darin, dass dem reflektierenden Beurteilen eines konkreten Einzelfalls im Lichte analoger Präzedenzfälle deren inhaltliches *Verständnis* wesentlich ist. Wenn die Konstrukteur_innen den Algorithmus der Prothese auf medizinische und medizinethische Prinzipien programmieren, dann beantworten sie diese Herausforderung auf eine folgenreiche Weise: Sie deuten den Gesamtprozess des ‚Überlegungsgleichgewichts‘ als einen Prozess eines allein *bestimmenden Urteilens* und ‚übersetzen‘ den Urteilsprozess in einen quantifizierbaren Prozess, der sich technisch repräsentieren lässt. Mit Bezug auf einen Ethikalgorithmus, den Michael und Susan L. Anderson für ein technisches Pflegesystem konzipiert haben, skizziert Catrin Misselhorn, wie solch eine ‚Übersetzung‘ des medizinethischen ‚Überlegungsgleichgewichts‘ in einen Algorithmus aussehen kann (vgl. 2018, 142ff.). Damit der Ethikalgorithmus die Subsumtion des Einzelfalls unter die Prinzipien der Medizinethik übernehmen kann, werde jedem möglichen therapeutischen Eingriff – in unserem Fall also: Aufnahme, Erhöhung, Reduktion, Abbruch der Stimulierung bei Feststellung bestimmter Hirnaktivitäten – „eine geordnete Menge an Werten zugeordnet, die angeben, ob eine Prima-facie-Pflicht

⁹ Ein exemplarischer Fall, in dem es zur Kollision zwischen diesen beiden Prinzipien kommt, wird in der Debatte der THS-Therapie behandelt: die Frage, ob Menschen, die unter einer schweren Parkinsonschen Erkrankung leiden, mit THS behandelt werden sollen, wenn ihre pädophile Veranlagung bekannt ist, da es unter dieser Therapie zu einer Steigerung ihrer sexuellen Appetenz kommen könne (vgl. Müller et al. 2014).

[der Medizinethik; OMS] erfüllt oder verletzt wird und in welchem Maße dies der Fall ist“ (ebd., 143). Die Gesamtbilanz ergebe dann die Therapieempfehlung. Zugleich werde in der Gesamtbilanz auch die Repräsentation des analogen Beurteilens des Einzelfalls im Ausgang von Präzedenzfällen ermöglicht. Es bestehe nämlich ein Spielraum zur unterschiedlichen Gewichtung der Einzelvariablen. Auf die Gewichtung der Einzelvariablen werde der Algorithmus ‚trainiert‘. Dabei übernehmen „Ethikexperten“ (ebd., 144) während des ‚Trainings‘ mit Hilfe von Fallbeispielen – die nach dem Vorbild von Präzedenzurteilen konstruiert werden – die Gewichtung der Einzelwerte. Durch induktive Logikprogrammierung könne der Ethikalgorithmus ein Bewertungsprinzip ableiten, das er nach dem Ende des ‚Trainings‘ bei der Gewichtung der Einzelvariablen innerhalb der ethischen Gesamtbilanz einer anstehenden Therapieoption anwenden könne. Im Rahmen eines CL-THS-Systems könnte die errechnete Therapieempfehlung dann zur Umsetzung gleich an das Implantat weitergegeben werden.

In Bezug auf eine künftige CL-THS-Behandlung eines Parkinson-Patienten, dessen pädophile Neigung bekannt ist, ließe sich exemplarisch folgendes Zukunftsszenario ausmalen: Der medizinisch und medizinethisch programmierte Algorithmus ist auf einen Abgleich der Prinzipien der Gerechtigkeit, des Wohltuns und der Autonomie so ‚trainiert‘, dass er die Werte, die das Prinzip der Nicht-Gefährdung Dritter repräsentieren, in Fällen möglicher Pädophilie gegenüber den Werten stärker gewichtet, die die Prinzipien des Wohltuns und der Autonomie zugeordnet sind. Zu einem Zeitpunkt während der Behandlung stellt das CL-THS-System an den gemessenen Hirnaktivitäten Muster fest, die auf eine Verstärkung der Parkinsonschen Erkrankung hinweisen. Der Algorithmus errechnet aus den Werten für das Wohltun durch Erhöhung der Stimulierung und für den Schutz Dritter durch Verzicht auf eine Veränderung der Stimulierung die Gesamtbilanz der Therapieoption. Da diese aufgrund seines Gewichtungsprinzips negativ ausfällt, nimmt das CL-THS-System keine Erhöhung der Stimulierung vor.

Vor dem Hintergrund der vorangegangenen Skizze lassen sich erste Grenzen einer Modellierung von CL-THS-Systemen absehen, mit der eine gute Diagnose- und Therapieanpassung durch Programmierung des Algorithmus auf medizinische Prinzipien sichergestellt werden soll. Sie speisen sich aus der Urteilsform, auf die der Algorithmus in diesem Modell programmiert werden soll: bei der Diagnose- und Therapieanpassung den Einzelfall durch seine Subsumtion unter eine quantifizierbare Regel zu bestimmen. In den Urteilsprozessen, auf die der Algorithmus programmiert wird, könnte damit nur berücksichtigt werden, was sich quantitativ bestimmen lässt. Zugleich könnte das quantitative Bestimmen des Einzelfalls, das mit Hilfe des Algorithmus ausgeübt würde, aufgrund der Abschließung des Regelkreises gegen die personale Therapiebeziehung nicht durch alternative Urteilsformen ergänzt werden: durch Formen eines reflektie-

renden Beurteilens bei der Diagnose- und Therapieanpassung, in denen die handelnden Ärzt_innen die nicht-quantifizierbare Aspekte des erst- und zweit-personalen Erlebens berücksichtigen.

2.2 Die anthropologischen Festlegungen von CL-THS-Modellen, die auf Prinzipien guter Medizin programmiert werden

Wie zu Beginn des Kapitels erwähnt, bewegt sich die Konstruktion von CL-THS-Modellen mit implementierten Prinzipien guter Medizin in den Bahnen einer ‚zerebrozentrischen‘ Neurologie und Psychiatrie, die neurologische und psychologische Erkrankungen als „Hirnfunktionsstörungen“ (Fuchs 2020a, 256) auffasst und behandelt. Die Konstruktion dieser CL-THS-Modelle würde den ‚Zerebrozentrismus‘ insofern weitertreiben, als sie diese naturalisierenden Reduktionismen¹⁰ in die Neuroprothese einbaute und damit die Weichen für die Möglichkeiten ärztlicher Behandlung mit den Neuroprothesen stellte.

Die Festlegung dieses CL-THS-Modells auf reduktionistische Annahmen über das Verhältnis von Hirnprozessen und leiblichen bzw. psycho-sozialen Lebensvorgängen lässt sich im Vergleich mit Modellen der digitalen Diagnostik bzw. der THS gut verdeutlichen, die ohne geschlossenen Regelkreis gebaut werden.¹¹ Die Macher_innen von herkömmlichen Modellen der digitalen Diagnostik bzw. von THS-Modellen ohne ‚closed loop‘ mögen reduktionistischen Vorstellungen verpflichtet sein. Ihre anthropologischen Auffassungen fließen jedoch nicht in die Konstruktion der Neurotechnologien ein. Im Aufbau dieser Modelle bleiben die anthropologischen Fragen über das Verhältnis vom menschlichen Organismus bzw. vom Gehirn als dem menschlichen Zentralorgan auf der einen und dem leiblich-psycho-sozialen Leben auf der anderen Seite *offen*. Mit Hilfe von digitalen Diagnosesystemen können in der neurologischen bzw. psychiatrischen Diagnostik etwa veränderte Hirnfunktionen aufgefunden werden, die mit neurologischen

¹⁰ Im Folgenden verwende ich die Begriffe ‚reduktionistisch‘ und ‚naturalistisch‘ zur Kennzeichnung bestimmter Anthropologien. Dabei verstehe ich den Naturalismus als eine besondere Spielart einer reduktionistischen Anthropologie; nämlich: einer solchen Anthropologie, die das menschliche Person-Sein auf biologische Prozesse reduziert. Der Rationalismus, der alle wesentlichen Dimensionen menschlichen Person-Seins auf Verstandestätigkeiten zurückführte, wäre eine andere Spielart einer reduktionistischen Anthropologie.

¹¹ Unten wird sich zeigen, dass auch beim Bau von CL-THS-Systemen auf reduktionistische Vorannahmen verzichtet werden kann, indem in diese Neuroprothesen Rückkoppelungsschleifen an die Lebenswelt eingebaut werden.

oder psychologischen Krankheitsbildern *korrelieren* (vgl. Fuchs 2017, 267 ff.). Genau hierin besteht der Nutzen dieser Systeme: Neurolog_innen und Psychiater_innen bei ihrer Diagnose Wissen über die Hirnfunktionen der behandelten Patient_innen zu vermitteln. Die digitalen Diagnosesysteme machen dabei keine Angaben über den Status dieser Korrelationen: ob es sich bei den aufgefundenen Hirnfunktionsstörungen um *notwendige* Korrelata, ob es sich um die *einzigsten* Korrelata einer neurologischen bzw. biologischen Erkrankung oder gar um deren *Ursachen* handelt. Analog dazu kann die Stimulation des Gehirns im Rahmen von neurologischen oder psychiatrischen Therapien dazu genutzt werden, um bestimmte neurologische bzw. psychologische Erkrankungen zu behandeln. Der Nutzen der THS besteht dabei darin, dass es unter einer Behandlung mit dieser Neuroprothese zu einer Besserung bestimmter neurologischer und psychologischer Krankheitssymptome kommt. Mit der Stimulation des Gehirns werden jedoch wiederum keine anthropologischen Annahmen über das Verhältnis zwischen der Stimulierung des Gehirns und der Restitution verlorener leiblicher und psychischer Lebensmöglichkeiten gemacht: Die Stimulierung wird nicht zum *einzigsten* Therapeutikum innerhalb der Somatotherapie oder gar zur *Ursache* der leiblichen bzw. psycho-sozialen Restitution verabsolutiert. Für den Bau und den Gebrauch dieser Neuroprothesen ist es – wie bei herkömmlichen Medizinprodukten – nur entscheidend, *dass*, nicht *warum* sie ‚anschlagen‘.

In dem hier zur Diskussion stehenden Modell guter CL-THS-Systeme würden die skizzierten anthropologischen Zusammenhänge nicht mehr offengehalten. Bei der diagnostischen Überwachung würde über die Korrelationen von Hirnfunktionsstörungen und neurologischer bzw. psychologischer Erkrankung, bei der Therapieanpassung über die Korrelation der Hirnstimulation und den Veränderungen des leiblichen oder psycho-sozialen Lebens unter der Stimulierung entschieden. Indem die Diagnose- und Therapieanpassung unter Umgehung der personalen Therapiebeziehung durch Programmierung der Neuroprothese gewährleistet werden soll, würden beide Korrelationen im Sinne eines reduktionistischen Naturalismus zu Verhältnissen der Wirkkausalität geformt. Damit würden bei der diagnostischen Überwachung, die der Algorithmus im Rahmen des ‚closed loop‘-Verfahrens leistet, die Hirnfunktionsstörungen zu den *einzigsten* Korrelata der neurologischen bzw. psychologischen Erkrankungen überhöht. Und parallel dazu würde in diesen CL-THS-Systemen die Hirnstimulation zum *alleinigen* Therapeutikum verabsolutiert.

Vor dem Hintergrund dieser anthropologischen Skizze lassen sich die naturalisierenden Festlegungen absehen, die in CL-THS-Systeme eingebaut würden, in denen Diagnostik und Therapieanpassung dem Algorithmus überantwortet und die personalen Therapiebeziehungen umgangen werden. Genauso wenig wie erstpersonale und sozio-kulturelle Aspekte der neurologischen und psychologi-

schen Erkrankungen in die diagnostische Überwachung einfließen könnten, könnten dialogische Aspekte der personalen Beziehung zwischen den behandelnden Ärzt_innen und den betroffenen Patient_innen in die therapeutische Behandlung durch die Stimulierung des Gehirns integriert werden. In Überwachung und Therapie könnten nur mehr Hirnfunktionsstörungen als einzige Korrelata psychologischer Erkrankung in Erscheinung treten und behandelt werden. Damit würden in dem – gegen die Therapiebeziehung abgeschotteten – geschlossenen Regelkreis des THS-Systems Hirnfunktionen den Status von *Ursachen* der Erkrankung und die Stimulierung des Gehirns den Status *direkter ursächlicher Einflussnahme* auf das leibliche bzw. psycho-soziale Leben der Patient_innen annehmen.

2.3 Die normalisierenden Konsequenzen für die Nutzer_innen von CL-THS-Modellen, die auf Prinzipien guter Medizin programmiert werden

In den vorangegangenen Abschnitten haben sich die quantifizierenden und naturalisierenden Verkürzungen von CL-THS-Modellen gezeigt, in denen das medizinische Urteilen bei der Diagnose- und Therapieanpassung dem Algorithmus überantwortet werden soll. Wenn derartige CL-THS-Modelle gebaut und zur klinischen Anwendung gebracht werden sollten, dann hätten die eingebauten Reduktionismen problematische Implikationen für die Nutzer_innen dieser technischen Systeme. Unter der Behandlung würde es zu normalisierenden Festlegungen sowohl der behandelnden Ärzt_innen als auch der betroffenen Patient_innen kommen: zu Festlegungen auf die Leitbilder der Neurologie und Psychiatrie bzw. eines personalen Lebens mit neurologischer oder psychologischer Erkrankung, denen die Macher_innen der Prothesen verpflichtet sind und die sie in die Neuroprothese einbauen.¹²

Die normalisierenden Festlegungen durch die hier diskutierten CL-THS-Modelle zeigen sich vor dem Hintergrund der Kritik, die in der Philosophie seit

¹² Die Stoßrichtung meiner Kritik an den normalisierenden Festlegungen durch die CL-THS-Modelle ist eine andere als die der Kritik an der „Tyrannei des Normalen“, die seitens der „Disability“-Bewegung an Neuroprothesen – wie dem Cochlea-Implantat – geübt wird: dass abweichende körperliche Fähigkeiten an die spezialtypischen Fähigkeiten angepasst werden sollen (vgl. dazu Clausen 2017, 159 f.). Meine Kritik fokussiert nicht auf eine mögliche Anpassung der Patient_innen an spezialtypische *körperliche* Fähigkeiten, sondern auf eine mögliche Anpassung der Patient_innen wie Ärzt_innen an Vorstellungen über *personale* Lebensführung, die die Konstrukteur_innen in die CL-THS-Systeme einbauen.

langem am ‚zerebrozentrischen‘ Reduktionismus geübt wird: dass zentrale Aspekte der leiblichen Lebensäußerungen, des psychischen Erlebens und der geistigen Bewusstseinsakte nicht verstanden werden können, wenn diese bloß als Epiphänomene von Gehirnfunktionen erklärt werden sollen. Insbesondere die Intentionalität des subjektiven Erlebens und der leiblichen Lebensäußerungen, die Qualitäten bzw. Bedeutungen des Erlebten und des Geäußerten und die Intersubjektivität geistiger Erkenntnisprozesse werden in einem ‚zerebrozentrischen‘ Reduktionismus abgeblendet (vgl. die Beiträge von Hans-Peter Krüger, Tobias Müller und Tobias Sitter zum vorliegenden Band). Wenn die digitale Überwachung im Rahmen von CL-THS-Systemen ausschließlich Hirnfunktionsstörungen berücksichtigen soll, dann würden die Einflüsse des erst-personalen Erlebens, des personalen Selbstverhältnisses sowie der sozio-kulturellen Faktoren bei der Ausbildung von neurologischen und psychologischen Krankheiten abgeblendet (vgl. Fuchs 2020a, 260 ff.; ders. 2017, 281 ff.). Analoge Verkürzungen bestimmten die therapeutische Unterstützung, die in diesen CL-THS-Systemen allein in Form der Hirnstimulierung geleistet wird. Darin wird vom Einfluss der subjektiven Einstellung der Betroffenen und dem therapeutischen Beziehungsgeschehen zwischen Patient_innen und Ärzt_innen auf die Wirkung der Therapie abstrahiert (vgl. ebd., 293).

Die skizzierten quantifizierenden und naturalisierenden Verkürzungen von diagnostischer Überwachung und Therapieanpassung würden in der Anwendung der CL-THS-Systeme zu normalisierenden Festlegungen ihrer Nutzer_innen führen. Die behandelnden Ärzt_innen würden in der Ausübung ihrer Diagnose- und Therapiemöglichkeiten mit dem THS-System durch ebendieses System – und damit mittelbar: durch dessen Macher_innen – eingeschränkt. In der Diagnostik käme diese normalisierende Festlegung dadurch zustande, dass der Regelkreis aus Überwachung und Therapiejustierung nicht nur in sich geschlossen, sondern damit zugleich auch gegen die Therapiebeziehung abgeschlossen wäre. Unter der Behandlung würde es den behandelnden Ärzt_innen damit unmöglich, die Auswertung der Daten zu überprüfen, die der Algorithmus bei der Überwachung der Hirnfunktionen leistet – und bei der Aktualisierung der Diagnose auf andere, nicht quantifizierbare Erkenntnisse aus der personalen Begegnung mit den Patient_innen zurückzugreifen. Zugleich wären den behandelnden Neurolog_innen und Psychiater_innen therapeutische Möglichkeiten verschlossen: weder könnten sie in die Therapieanpassung innerhalb des geschlossenen Regelkreises eingreifen und alternative Therapieoptionen zur Anpassung der Stimulierungsstärke in Betracht zu ziehen; noch könnten sie die Patient_innen in Situationen, in denen der Algorithmus die Stimulierung – ohne Rückkoppelung an die Therapiebeziehung – stark verändert, durch andere Formen der therapeutischen Behandlung begleiten. Die behandelnden Ärzt_innen liefen Gefahr, medizinische Begleitung –

unter Ausschluss der dialogischen und leiblichen Aspekte ihres Berufs – allein als Sachverständige für das technische System ausüben zu können.

Die naturalistischen Festlegungen der behandelnden Ärzt_innen in ihren Diagnose- und Therapiemöglichkeiten unter einer laufenden Behandlung mit dem CL-THS-System hätten auch Konsequenzen für die behandelten Patient_innen. Unter der Behandlung würden sie komplementäre normalisierende Festlegungen auf das naturalistische Menschenbild erfahren, das die Konstrukteur_innen in die Neuroprothese einbauen. Da bei der Diagnose- und Therapieanpassung durch das technische System von den leiblichen und psychosozialen Aspekten ihrer neurologischen oder psychologischen Erkrankung abstrahiert würde und da die behandelnden Ärzt_innen diese Lücke aufgrund der Abschottung des technischen Regelkreises nicht schließen könnten, wäre die neurologische bzw. psychologische Erkrankung der Betroffenen im Rahmen der Therapie allein als Hirnfunktionsstörung präsent. Andere denn zerebral-physiologische Formen, ihr Leben und Erleben mit ihrer Erkrankung auszudrücken, wären den Patient_innen verschlossen. Unter der laufenden Behandlung könnten sie den behandelnden Ärzt_innen nicht durch leiblichen Ausdruck – etwa durch fahriges Bewegen oder fehlende Konzentration – zu verstehen geben, wenn sie einer alternativen Behandlung bedürften: einer anderen Stimulierungsstärke, des Abbruchs oder der Ergänzung der Behandlung durch andere Formen der Therapie.

Mit dem skizzierten Modell setzten die Konstrukteur_innen der CL-THS folglich eine ‚self-fulfilling prophecy‘ ihrer Vorstellung von naturalistischer Determinierung ins Werk. Dabei wäre diese Determinierung nicht durch die natürliche Verfasstheit unseres Mensch-Seins begründet: weil wir ‚von Natur her‘ in unserem leiblichen und psycho-sozialen Leben durch unsere Gehirnfunktionen bestimmt wären. Die naturalistische Determinierung der betroffenen Patient_innen wäre vielmehr sozio-kultureller bzw. technischer Art. Sie würde durch die Modellierung des CL-THS-Systems *künstlich hervorgebracht* bzw. gebaut: indem technisch der Einfluss aller nicht-quantifizierbaren personalen Lebensaspekte der Betroffenen aus der Diagnose ausgeschlossen und eine kritische Aneignung der CL-THS-Therapie im Rahmen der personalen Therapiebeziehung unmöglich gemacht würde – so dass Ärzt_innen und Patient_innen die Erkrankung nur mehr als Hirnerkrankung verstehen und behandeln können.¹³

¹³ Im Hintergrund der These von der künstlichen Konstruktion der naturalistischen Determinierung steht ein anthropologischer Reflexionsbegriff, den wir Helmuth Plessner verdanken: die Auffassung von der Unergründlichkeit der menschlichen Natur; vgl. Plessner 1981, 175 – 185.

3 Die Eröffnung neuer Lebensmöglichkeiten mit Hilfe von hybriden CL-THS-Systemen

Mit Blick auf technische Pflegeassistenz-Systeme, deren Konstruktion und Reflexion gegenüber den CL-THS-Systemen schon weiter fortgeschritten sind,¹⁴ lässt sich eine alternative Option absehen, gute KI zu entwickeln: statt technische Systeme zu bauen, die die menschliche Praxis ersetzen sollen, auf Systeme zu setzen, die die Menschen in ihrer Praxis unterstützen (vgl. den Beitrag von Constanze Giese zum vorliegenden Band). Beim Bau autopoetischer CL-THS-Systeme ginge es dann künftig nicht darum, den Algorithmus unter Ausschluss der Therapiebeziehung auf Prinzipien guter Medizin zu programmieren, damit standardisiert *jeder* Fall der Diagnose- und Therapieanpassung vom technischen System übernommen würde. Es ginge künftig vielmehr darum, das THS-System so zu konstruieren, dass es die neurologische bzw. psychiatrische Praxis in all ihren Aspekten unterstützt: beim umfassenden – reflektierenden wie bestimmenden – medizinischen Urteilen und bei einer therapeutischen Begleitung, die in Ergänzung zur Stimulierung des Gehirns das gesamte Spektrum der Therapieoptionen ausschöpft. Die standardisierte Diagnose- und Therapieanpassung durch das technische System wäre in eine umfassendere Diagnostik und Therapie zu integrieren, die in der personalen Therapiebeziehung geleistet wird. Technisch müsste ein hybrides Modell gebaut werden. Der Algorithmus der Prothese wäre nicht nur auf Prinzipien des bestimmenden Beurteilens, sondern darüber hinaus auch auf die Erkennung von kritischen Behandlungssituationen zu programmieren, in denen die Diagnose- und Therapieanpassung der personalen Therapiebeziehung zur Überprüfung überantwortet werden muss.

Im Folgenden möchte ich dafür eintreten, dass hybride CL-THS-Modelle den Nutzer_innen – den behandelnden Neurolog_innen und Psychiater_innen wie den betroffenen Patient_innen mit schweren neurologischen oder psychologischen Erkrankungen – neue Lebensmöglichkeiten erschließen können. Bevor ich diese These im letzten Abschnitt des Unterkapitels (unter 3.3.) näher ausführen kann, werde ich zunächst (unter 3.1.) auf das Verständnis personaler Neurologie und Psychiatrie blicken, das bei der Konstruktion hybrider Modelle in Anspruch

¹⁴ Beim Bau und in der Diskussion von KI-basierten Pflegeassistenzsystemen zeichnet sich ein Umdenken im Verständnis von ethisch guten Maschinen ab: Sollten zunächst ‚Pflegeroboter‘ mit implantiertem Ethikalgorithmus gebaut werden (vgl. Misselhorn 2018, 136–154), wird nun zunehmend auf Pflegeassistenzsysteme zur Unterstützung der personalen Pflege gesetzt, die das Beurteilen von ethisch relevanten Fragen den behandelnden Pflegekräften überantworten (vgl. den Beitrag von Constanze Giese zum vorliegenden Band).

genommen wird; und im Anschluss daran (unter 3.2.) die Anforderungen skizzieren, die sich an die Konstruktion von CL-THS-Systemen richten, damit diese in Behandlungen personaler Medizin angewandt werden können.

3.1 Das Verständnis personaler Medizin, das hybride CL-THS-Modelle voraussetzen

In hybriden Modellen von technischen Medizin- oder Pflegesystemen wird die letzte Verantwortung für die medizinische oder pflegerische Begleitung den Nutzer_innen überantwortet. Dahinter steht die Überzeugung, dass in personalen Behandlungsbeziehungen Urteils- und Therapieformen ausgeübt werden, die nicht standardisiert der Neuroprothese überantwortet werden können – für eine gute Diagnostik und Therapie in der Neurologie und Psychiatrie jedoch von zentraler Bedeutung sind. Im Folgenden werde ich die personale Neurologie und Psychiatrie ausleuchten, die mit Hilfe von hybriden CL-THS-Modellen ausgeübt werden sollen. Dafür werde ich auf das Menschenbild, das Krankheitsverständnis und die Auffassung von guter Neurologie und Psychiatrie blicken, die die personale Medizin prägen.

In seiner Grundlagentext definiert Gerhard Danzer personale Medizin – englisch: ‚person-centered medicine‘ – als „Heilkunde von Personen für Personen“ (Danzer 2012, 7) und verweist auf ihre integrative Anlage: „Die Tradition und die Errungenschaften der abendländisch-naturwissenschaftlichen Heilkunde bilden das Fundament der personalen Medizin. Sie ist als Ergänzung der, keineswegs jedoch als Konkurrenzunternehmen zur etablierten somatischen Medizin konzipiert“ (ebd.). Damit unterläuft personale Medizin den Dualismus von erklärender Naturwissenschaft und verstehender Geisteswissenschaft, der innerhalb der Medizin insbesondere die Psychiatrie seit ihrem Entstehen geprägt hat (vgl. Fuchs 2020a, 255). Die Auffassungen von Krankheit und Therapie, denen die personale Medizin verpflichtet ist, speisen sich aus ihrem personalen Menschenbild. Danzer wie Fuchs explizieren das Verständnis der personalen Lebensform, das die personale Medizin voraussetzt, in Anschluss an Helmuth Plessners Konzept der „exzentrischen Positionalität“ (vgl. Danzer 2012, 23–56, insb. 33f.; Fuchs 2017, 190f.; 229–273; 301–315; Plessner 1975, 288–293). Die exzentrische Form personalen Lebens zeichnet sich nach Plessner durch einen „unaufhebbaren Doppelaspekt“ des „Sein[s] innerhalb des eigenen Leibes“ und des „Sein[s] außerhalb des Leibes“ aus (ebd., 292). Menschen üben diese in sich gebrochene, personale Existenz nach Plessner im Plural zusammen mit Anderen aus (vgl. ebd., 299–308). Unter dieser Existenzform leben sie „diesseits und jenseits des Bruches, als Seele und als Körper *und* als die psychophysisch neutrale

Einheit dieser Sphären“ (ebd.). Sie sind „Körper, im Körper (als Innenleben oder Seele) und außer dem Körper als Blickpunkt, von dem aus [... sie] beides“ sind (ebd., 293). Mit dieser Theorie vom personalen Leben im „Doppelaspekt“ (ebd., 292) unterläuft Plessner grundlegende Dualismen der neuzeitlichen Anthropologie: die dualistische Entgegensetzungen zwischen dem erklärbaren Körper und der verstehbaren Psyche, dem Einzelnen und der Gemeinschaft, zwischen dem unmittelbaren psychischen Erleben bzw. den unmittelbaren Lebensäußerungen und vermittelnden Kulturleistungen bzw. Ausdrucksleistungen (vgl. ebd., 288–246; sowie den Beitrag von Hans-Peter Krüger zum vorliegenden Band).

In unserem Kontext der neurologischen und psychiatrischen Behandlung mit Stimulation des Gehirns ist die personale Theorie über das Verhältnis der menschlichen Gehirnfunktionen auf der einen und des leiblichen und psychosozialen Lebens auf der anderen Seite von besonderer Relevanz, die Thomas Fuchs in Anschluss an Plessners Theorie der exzentrischen Positionalität entwickelt hat (vgl. Fuchs 2017; Plessner 1975, 249–261; 288–293). Jenseits neuzeitlicher Dualismen – in deren Bahnen entweder das leibliche, emotionale und geistige Leben naturalistisch auf ein Epiphänomen der Hirnfunktionen oder aber Gehirn und Gesamtorganismus rationalistisch auf ein Werkzeug des Geistes zur Manipulation der Umwelt reduziert werden – rückt Fuchs die körper-leiblich-seelisch-geistige Entwicklung von Personen ins Zentrum und versteht das Gehirn als „ein Vermittlungs-, ein Beziehungsorgan“ (vgl. Fuchs 2020b, 195). Seine Vermittlungsfunktionen kann das Gehirn – nach Fuchs – aufgrund „seiner hochgradigen Plastizität“ erfüllen (vgl., 161). Bei der menschlichen Geburt unbestimmt, entwickle es seine Muster der Reizverarbeitung und -weitergabe in Interaktion mit dem Begegnenden. Dabei fungiere das Gehirn sowohl im Körper-Leib-Verhältnis bzw. im Verhältnis zwischen dem Gesamtorganismus und den subjektiven Leib-Erfahrungen als auch im Verhältnis mit dem Begegnenden als Vermittlungsorgan. Innerhalb des Gesamtorganismus betätige es sich durch Verarbeitung und Aussendung von Signalen von bzw. an die Peripherie als Zentralorgan der Selbstorganisation (vgl. ebd., 136–148). Im Verhältnis zur begegnenden Umwelt bestehe die Vermittlungsleistung des Gehirns darin, die körperleibliche Sensomotorik und die Umweltstrukturen in Kohärenz zu bringen (vgl. ebd., 148–189); und im mitweltlichen Verhältnis vermittele das Gehirn schließlich interpersonale Beziehungen (vgl. ebd., 192–228). Damit sind die Gehirnleistungen für diese personale Perspektive in die Bezüge des Gesamtorganismus, der Welt und der Mitwelt eingelassen und von diesen mitgeformt. Dementsprechend stellt sich auch nicht das isolierte Gehirn, sondern die körper-leiblich-seelische Individualentwicklung der Person in der Welt und in Beziehung zu Anderen als Voraussetzung von Geist und Bewusstsein dar (vgl. ebd., 227). Innerhalb der komplexen Individualgenese bildet auf Organebene wiederum nicht das Gehirn, sondern „die *fortwährende* ‚Re-

sonanz‘ von Gehirn und Organismus [...] die Voraussetzung für bewusstes Erleben. Durch sie wird der lebendige physische Körper zum subjektiven Leib“ (ebd., 147).

Vor dem Hintergrund dieses personalen Menschenbildes wird in der personalen Neurologie und Psychiatrie – in Abgrenzung zu den oben skizzierten reduktionistischen Strömungen – ein personal-integratives Verständnis menschlicher Krankheit vertreten. Schwere neurologische wie psychologische Krankheiten, die gegenwärtig bereits mit THS behandelt werden oder in zeitnaher Zukunft behandelt werden sollen, stellen sich aus dieser Perspektive als Erkrankungen der ganzen Person dar: als „Störung“ (Fuchs 2017, 280) bzw. „Unordnung“ (Danzer 2012, 97) des personalen Lebens, die subjektive Leiderfahrung, organische Krankheitszustände und Einschränkungen der sozialen Teilhabe umfasst (vgl. Fuchs 2017, 280 ff.; Heinz 2014, 15). Die Pathogenese von psychologischen Erkrankungen wird dementsprechend – jenseits eines „Entweder-Oder von biogener bzw. psychogener Ätiologie“ (Fuchs 2017, 289) oder einer bloßen Addition multipler Faktoren (vgl. ebd.) – als „zirkuläre [...] Kausalität biologischer und psychosozialer Prozesse“ (ebd.) verstanden (vgl. auch Schaper-Rinkel 2009). Die Rolle des Gehirns besteht in der Pathogenese aus Sicht der personalen Medizin darin, das Ineinandergreifen von neurobiologischen Störungen und psychosozialen Störungen zu vermitteln. Dabei ist es in seinen Vermittlungsleistungen zugleich seinerseits von diesen Störungen mitgeprägt (vgl. Fuchs 2017, 287).

Als „Heilkunde von Personen für Personen“ (Danzer 2012, 7) wird in der personalen Medizin nicht nur Krankheit als „Störung“ des körper-leiblich-psycho-sozialen Person-Seins verstanden, sondern komplementär dazu auch die ärztliche Praxis als eine genuin personale Praxis gedeutet und ausgeübt. Gute ärztliche Praxis bemisst sich aus dieser Perspektive daran, „die ambivalente Grundstruktur der Medizin“ (Fuchs 2017, 278) nicht einseitig – in ein bloß verstehendes oder bloß erklärendes Vorgehen – aufzulösen. Da im gesamtpersonalen Gefüge von neurologischen und psychologischen Erkrankungen physiologische und psycho-soziale Aspekte ineinandergreifen und Veränderungen auf der einen Seite den je anderen Aspekt mitbetreffen, will personale Neurologie und Psychiatrie gute Diagnostik und Therapie gewährleisten, indem sie sich in beiden Aspekten bewegt: indem sie in der Diagnostik leibliche Lebensäußerungen und das psycho-soziale Leben genauso wie organische Funktionsstörungen – insbesondere Hirnfunktionsstörungen – in Betracht zieht; und indem sie in der Therapie – in Abhängigkeit von der diagnostizierten Erkrankung in unterschiedlicher Gewichtung – Formen der Psycho- und der Somatotherapie kombiniert (vgl. Fuchs 2017, 278–298). Bei der konkreten Diagnostik und Therapiefindung nimmt das ärztliche ‚Überlegungsgleichgewicht‘ die Gestalt eines ergebnisoffenen dialogischen Urteilsprozesses an – der sich nicht quantifizieren lässt, da in ihn neben bestimmten Urteilsformen auch verstehend-reflektierende Urteilsformen einbezogen

sind. Die behandelnden Ärzt_innen suchen die richtige Diagnose und die beste Therapie, indem sie im Dialog mit den Patient_innen medizinische Erkenntnisse aus unterschiedlichen Quellen, medizinethische Prinzipien und maßgebliche Präzedenzurteile in Betracht ziehen. Im Verlauf des – mit den Patient_innen geteilten – Abgleichs dieser unterschiedlichen bestimmenden und reflektierenden Urteilspraktiken werden die Ärzt_innen allererst in einem umfassenden – technisch nicht repräsentierbaren – Sinne in Bezug auf den konkreten Einzelfall urteilsfähig: Sie lernen, welche Aspekte sie berücksichtigen müssen, um bei der Diagnose das ‚Gesetz‘ der individuellen Erkrankung zu verstehen und um eine Therapie zu finden, die den Patient_innen in ihrer individuellen Besonderheit hilft.

Die Somatotherapie, zu der auch die Therapie mit THS-Systemen gehört, wird in der personalen Medizin damit – genauso wie die Psychotherapie – als eine interpersonal geteilte Praxis verstanden und ausgeübt: als eine Behandlung, für deren Wirkung „die subjektiven Einstellungen des Patienten und des Arztes, ihre Beziehung zueinander und weitere Kontextbedingungen“ eine „zentrale Rolle [...] spielen“ (Fuchs 2017, 923). Dabei wird das Einwirken auf das leibliche bzw. psycho-soziale Leben der behandelten Patient_innen mit Hilfe von Hirnstimulation – im Unterschied zu naturalistischen Kurzschlüssen – nicht als ein direktes, sondern als ein mehrfach vermitteltes, indirektes Einwirken gedeutet und praktiziert. Auf organischer Ebene wird die Stimulierung des Gehirns als Anstoß für eine selbstständige Wiederherstellung des Resonanzgefüges von Gehirn und Gesamtorganismus getätigt (vgl. Fuchs 2017, 292). Auf gesamtpersonaler Ebene soll dieses Einwirken in das organismische Gefüge eine leibliche bzw. psycho-soziale Neuausrichtung ermöglichen: etwa die Überwindung des Zitterns unter einer Parkinsonschen Erkrankung. Dabei ist die Art, wie dieser Anlass zur Neuausrichtung erlebt und gelebt wird, in biographische, interpersonale und sozio-kulturelle Kontexte eingebunden. Wenn Parkinson-Patient_innen unter einer THS-Behandlung etwa gesteigerte sexuelle Appetenz spüren, dann handelt es sich – aus der Perspektive personaler Anthropologie – um die zuständige Gestimmtheit, die sie als leiblich-gefühlsmäßigen Aspekt ihrer gesamtorganischen Neuorientierung unter der Behandlung entwickeln. Emotional-erotische Bedeutung erreichen diese Stimmungen für die Betroffenen in den Kontexten ihrer – individuell und sozio-kulturell ausgebildeten – erotischen Bilder und Praktiken (vgl. dazu auch den Beitrag von Tobias Sitter im vorliegenden Band).¹⁵

¹⁵ Zum Unterschied zwischen Gefühlszuständen und intentionalen Gefühlen bzw. Emotionen, der in der zeitgenössischen Philosophie der Emotionen wiederentdeckt wurde, vgl. bereits Max Scheler 1927, 260 – 272.

3.2 Anforderungen an die Technik der CL-THS-Modelle aus der Perspektive personaler Medizin

Im vorangegangenen Abschnitt hatte sich gezeigt, dass personale Neurologie und Psychiatrie reduktionistische Festlegungen unterlaufen, die in autopoetische CL-THS-Modelle mit einem implementierten Algorithmus guter Medizin eingebaut würden. Personale Medizin setzt nämlich zum einen deren reduktionistischen Menschenbild ein personales Menschenbild entgegen, in dem zwischen Hirnfunktionen und dem leiblich-psycho-sozialen Leben kein Verhältnis der Wirkkausalität, sondern vielmehr ein Verhältnis der vielfältigen Vermittlung angenommen wird. Und zum anderen können gute diagnostische Überwachung und Stimulationsanpassung aus Sicht der personalen Medizin nicht durch Programmierung der Neuroprothese auf quantifizierbare Prinzipien, sondern allein im Rahmen einer dialogisch-interpersonalen Therapiebeziehung sichergestellt werden. Wenn künftig autopoetische CL-THS-Systeme gebaut werden sollen, die im Rahmen einer personalen Somatotherapie eingesetzt werden können, dann müssen sie sich in dieses Verständnis guter Medizin einfügen, bzw. dessen Ausübung möglich machen. Die THS-Systeme mit integriertem technischem Regelkreis müssen so gebaut werden, dass die Diagnose- und Therapieanpassung von den behandelnden Ärzt_innen kritisch überprüft und die Behandlung mit der Neuroprothese durch andere dialogische Therapieformen ergänzt werden können.

Im folgenden Abschnitt möchte ich zentrale Anforderungen an die technische Modellierung der CL-THS-Modelle skizzieren, die sich aus dem Verständnis guter Diagnostik und Therapie in personaler Neurologie und Psychiatrie ergeben. Wenn CL-THS-Systeme in personaler Neurologie und Psychiatrie angewendet werden können sollen, dann dürfen sie nicht unter Ausschluss, sondern müssen gerade in Rückbindung an die Lebenswelt der Nutzer_innen konstruiert werden. In technischer Hinsicht wäre also zunächst zu verlangen, in das THS-System mit geschlossenem Regelkreis Rückkoppelungsschleifen an die personale Therapiebeziehung einzubauen. Mit Hilfe solcher technischen Rückkoppelung ließen sich die Aktualisierungen der Diagnose und der therapeutischen Hirnstimulation im geschlossenen Regelkreis des THS-Systems zur kritischen Überprüfung und Ergänzung der personalen Therapiebeziehung überantworten. Gleichwohl dürfte der Einbau von Rückkoppelungsschleifen den geschlossenen Regelkreis nicht einfach aufbrechen bzw. außer Kraft setzen – gingen dadurch doch auch die Vorteile verloren, die dieses Verfahren gegenüber herkömmlichen Modellen der THS bietet: neben einer präziseren Verortung des Implantats insbesondere die fortlaufende Überwachung der Hirnaktivitäten und die zeitnahe Anpassung der Stimulierung an gemessene Veränderungen der Hirnaktivitäten. Wenn die Vorteile

des ‚closed loop‘-Verfahrens gewahrt bleiben und zugleich die Gefahren einer normalisierenden Festlegung durch die Behandlung unterlaufen werden sollen, dann wäre beim Bau des Systems zwischen unterschiedlichen Behandlungssituationen zu unterscheiden: zwischen Standardsituationen auf der einen Seite, in denen der geschlossene Regelkreis nicht unterbrochen werden sollte, um die Vorteile zu nutzen, die er der THS-Behandlung bietet; und kritischen Grenzsituationen auf der anderen Seite, in denen sich im geschlossenen Regelkreis der THS-Behandlung von den behandelnden Ärzt_innen unbemerkt naturalisierende Festlegungen ereignen könnten.¹⁶ In Bezug auf solche Grenzsituationen der CL-THS-Behandlung wäre nicht nur an stärkere Veränderungen der Erkrankung unter der Behandlung, sondern u. a. auch an große Behandlungsspannen ohne direkte personalen Begegnung von Ärzt_innen und Patient_innen oder an personelle Veränderungen auf Seiten der behandelnden Ärzt_innen zu denken. Um die Vorteile zu nutzen und den Gefahren zu begegnen, die eine Modellierung als autopoietisches System für Standard- bzw. Grenzsituationen einer THS-Behandlung zeitigt, wäre folglich ein hybrides Modell zu konzipieren.

Im Ausgang von ihren unterschiedlichen Anwendungsfällen lassen sich nähere Anforderungen an die Konstruktion von hybriden CL-THS-Modellen formulieren. Wie im Fall von CL-THS-Modellen, die auf Prinzipien guter Medizin programmiert werden sollen, ginge es auch in diesen Alternativmodellen zunächst darum, den Algorithmus auf medizinische Standards der diagnostischen Auswertung von gemessenen Hirndaten und der Anpassung der Hirnstimulierung an die diagnostizierten Hirnfunktionen zu programmieren. Der entscheidende Unterschied zu ersteren Modellen, betrifft das ‚Training‘ des Algorithmus. Dabei ginge es nun gerade nicht darum, den Algorithmus auf die Durchführung einer quantifizierten Fassung des ‚Überlegungsgleichgewichts‘ zu ‚trainieren‘, damit dieser *alle* möglichen Fälle einer Erkrankung durch Subsumtion unter die allgemeinen Regeln bestimmt. Es ginge vielmehr darum, den Algorithmus auf das Einschalten der behandelnden Ärzt_innen in *kritischen Grenzfällen der Behandlung* zu ‚trainieren‘. Es müsste eine Alarmfunktion in das System eingebaut werden, die in kritischen Grenzfällen der THS-Behandlung die behandelnden Ärzt_innen verständigte. Um dies bei der Entwicklung des hybriden CL-THS-Systems zu bewerkstelligen, müssten zunächst alle kritischen Grenzsituationen einer neurologischen bzw. psychiatrischen Behandlung mit diesen Neuroprothesen erkannt werden, in denen es in der Abschottung der CL-THS-Therapie von der

¹⁶ Den von Karl Jaspers geprägten Begriff der Grenzsituation hat Theda Rehbock für die zeitgenössische Medizinethik fruchtbar gemacht. Rehbock unterscheidet dabei unterschiedliche Bedeutungen, die dem Begriff der Grenzsituation in der Medizin zukommen; vgl. Rehbock 2005, 20 – 44.

personalen Therapiebeziehung zu normalisierenden Festlegungen kommen kann. Dabei wären die Grenzsituationen zu definieren, die vom Algorithmus festgestellt werden müssten. In erste Linie beträfe dies wohl starke Veränderungen an der Erkrankung unter der Behandlung. Das Verständnis der relevanten Grenzsituationen wäre so aufzuarbeiten bzw. zu ‚übersetzen‘, dass der Algorithmus auf ihre Erkennung ‚trainiert‘ werden kann. Bei den Veränderungen der Erkrankung wäre auf die korrelierenden Hirnaktivitäten zu fokussieren. An den Hirnaktivitäten wären Schwellenwerte festzulegen, ab denen die CL-THS-Behandlung zur Überprüfung den behandelnden Ärzt_innen überantwortet werden muss. Mit Hilfe von Präzedenzfällen wäre der Algorithmus dann darauf zu ‚trainieren‘, diese kritischen Grenzfälle der Behandlung an den gemessenen Hirnfunktionen festzustellen. Ergänzt werden kann die Alarmfunktion des technischen Systems freilich durch herkömmliche Formen der Routine-Untersuchungen, in denen die behandelnden Ärzt_innen in direkter persönlicher Begegnung die laufende THS-Therapie überprüfen.

An dieser Stelle mag sich der Einwand erheben, dass sich das oben skizzierte Problem einer normalisierenden Festlegung der behandelnden Ärzt_innen durch das CL-THS-System bzw. dessen Macher_innen auf eine ‚zerebrozentrische‘ Ausübung ihres Berufs wiederholte: legte das Hybridmodell doch die Schwellenwerte fest, an denen die behandelnden Ärzt_innen allererst zurate gezogen würden, und fokussierte es dabei doch notwendigerweise wiederum nur auf die quantifizierbaren Hirnaktivitäten. Solche normalisierende Festlegung ist jedoch nicht zwingend. Im Hybridmodell wird der Algorithmus nämlich nicht nur auf die Beurteilung anderer Grenzsituationen ‚trainiert‘ als im Modell mit implantierten medizinischen Prinzipien: auf Grenzsituationen der THS-Behandlung und nicht auf Grenzsituationen der neurologischen bzw. psychischen Erkrankung. Dem Algorithmus wird auch eine andere Aufgabe zugewiesen: nicht die Aufgabe, kritische Grenzfälle der Erkrankung nach quantifizierten Regeln zu bestimmen; sondern vielmehr gerade die Aufgabe, innerhalb einer laufenden THS-Therapie kritische Grenzfälle des quantitativen Bestimmens bei der Diagnose- und Therapieanpassung zu erkennen. Diese Aufgabe scheint sich nun auch ohne Erkenntnisverlust quantifizieren zu lassen. Dem Algorithmus wird dabei nämlich nur eine ärztliche Handlung überantwortet, bei der sich die behandelnden Ärzt_innen auch bei herkömmlichen THS-Behandlungen (ohne geschlossenen Regelkreis) bereits an quantifizierbaren Parametern orientieren: an den Veränderungen der Gehirnaktivitäten starke Abweichungen zu erkennen, an denen eine laufende THS-Behandlung unter Berücksichtigung von nicht-quantifizierbaren Aspekten der personalen Therapiebeziehung überprüft werden muss.

Gleichwohl *kann* es zu normalisierenden Festlegungen auch durch hybride Modelle kommen. Dies wäre dann der Fall, wenn die Schwellenwerte starker

Abweichungen auf problematische Weise festgesetzt würden, ab denen die personale Therapiebeziehung zurate zu ziehen wäre. Insbesondere zwei problematische Festlegungen der Schwellenwerte sind denkbar, die Formen der Normalisierung unter einer Behandlung mit einem hybriden CL-THS-System zeitigen könnten. In ihrem Lichte sind Ansprüche an die Entwicklung dieser Neuroprothese zu richten. Zum einen könnte es zu normalisierenden Festlegungen unter einer Behandlung mit einem hybriden CL-THS-Modell kommen, wenn bei der Festlegung der Schwellenwerte nicht alle Grenzsituationen der Behandlung berücksichtigt werden, in denen der Algorithmus die behandelnden Ärzt_innen informieren muss. Unentdeckte Grenzfälle der Behandlung entzögen sich einer Überprüfung in der personalen Therapiebeziehung. Damit würden nicht nur die Diagnose- und Therapiemöglichkeiten der behandelnden Ärzt_innen eingeschränkt; sondern eine fortgesetzte Stimulierung könnte sich auch in eine naturalisierende Festlegung der behandelten Patient_innen verkehren – wenn sie nach Maßgabe einer gesamtpersonalen Diagnose hätte revidiert oder abgebrochen werden müssen. Um diesem Problem entgegenzuwirken, ist an die Entwicklung der Neuroprothese der Anspruch zu stellen, frühzeitig Vertreter_innen unterschiedlicher neurologischer und psychiatrischer Strömungen sowie Betroffenenvertreter_innen zu integrieren. Nur auf diese Weise könnten bei der technischen Entwicklung nämlich das derzeit verfügbare Wissen über die Grenzen der digitalen Diagnostik und der algorithmenbasierten Therapieanpassung berücksichtigt werden (zu den Schwierigkeiten vorausschauender Entwicklung von Neurotechnologien vgl. Kehl 2018; sowie ders. im vorliegenden Band). Zum anderen könnten normalisierende Festlegungen unter einer Therapie mit einem hybriden CL-THS-System entstehen, wenn die Macher_innen der Neuroprothese bei ihrem ‚Training‘ von einem allgemeinen Verständnis von möglichen Grenzsituationen der Behandlung ausgehen, das die besonderen Grenzsituationen einer konkreten Therapiebeziehung nicht trifft. Um diesem Problem entgegenzuwirken, dürfte das ‚Training‘ nicht „Ethikexperten“ (Misselhorn 2018, 144) überantwortet werden, die dem Algorithmus idealtypische Fallbeispiele vorlegen. Ähnlich wie hybride Pflegeassistenz-Systeme (vgl. ebd., 150 f.) müssten hybride CL-THS-Systeme vielmehr so gebaut werden, dass ihre Nutzer_innen – Ärzt_innen und Patient_innen – bereits in die ‚Trainingsphase‘ einbezogen werden. Auf diese Weise könnte der Algorithmus auf individualisierte Schwellenwerte ‚trainiert‘ werden, an denen die Prothese solche Grenzsituationen erkennt, in denen das ‚closed loop‘-Verfahren bei der Behandlung der jeweiligen Patient_innen problematisch wird.

3.3 Die Eröffnung von neuen Lebensmöglichkeiten in einer Therapie mit hybriden CL-THS-Systemen

Im vorangegangenen Abschnitt hat sich gezeigt, dass mit dem Bau von hybriden Modellen normalisierende Festlegungen der Nutzer_innen durch autopoetische CL-THS-Systeme unterlaufen werden können. Gleichwohl wären freilich auch hybride CL-THS-Systeme anthropologisch und ethisch nicht neutral. Sie wären den Auffassungen von guter Diagnostik, guter Therapiefindung und guter therapeutischer Behandlung der personalen Medizin verpflichtet. Im letzten Schritt meiner Auseinandersetzung mit den hybriden CL-THS-Systemen möchte ich auf die Implikationen blicken, die dies für deren Nutzer_innen hätte. Ich möchte die These vertreten, dass hybride CL-THS-Modelle den Nutzer_innen – den behandelnden Neurolog_innen und Psychiater_innen wie den betroffenen Patient_innen – neue Lebensmöglichkeiten erschließen könnten.

Die behandelnden Ärzt_innen würden mit diesen Systemen ein neuartiges Instrument der Somatherapie gewinnen, mit dessen Hilfe sie neurologisch bzw. psychologisch schwer erkrankte Menschen in personalen Therapiebeziehungen behandeln könnten. Dabei bliebe ihre direkte personale Beziehung zu den Patient_innen – durch die Programmierung und das ‚Training‘ der Prothese – als eigentlicher Ort der Behandlung erhalten: als der Ort, an dem u. a. mit Hilfe des CL-THS-Systems in umfassenden medizinischen Urteilsprozessen die Diagnose und Therapie gefunden und aktualisiert und in der therapeutischen Begleitung in Ergänzung zur Stimulierung des Gehirns weitere Therapieoptionen ausschöpft werden. Dabei wäre die standardisierte Diagnose- und Therapieanpassung durch das technische System in die ganzheitlichen Praktiken der Diagnostik und Therapie integriert, die in der personalen Therapiebeziehung geleistet werden. In Standardsituationen einer laufenden Behandlung könnte das integrierte ‚closed loop‘-Verfahren des THS-Systems für die behandelnden Ärzt_innen von Nutzen sein, indem es gegenüber herkömmlichen Modellen Verbesserungen der diagnostischen Überwachung und der Anpassung der therapeutischen Stimulierung verspricht. Und zugleich ermöglichte die Alarmfunktion dieses CL-THS-Systems den behandelnden Neurolog_innen und Psychiater_innen, kritische Grenzsituationen in den Blick zu bekommen, in denen im Rahmen des geschlossenen Regelkreises keine gute diagnostische Überwachung und Therapieanpassung sichergestellt werden kann. Sie wären damit in die Möglichkeit versetzt, bei der Aktualisierung ihrer Diagnose in diesen Grenzfällen der Behandlung neben den Hirnfunktionen weitere Aspekte des personalen Lebens der Patient_innen einzubeziehen, die Stimulierung des Gehirns in direkter interpersonaler Kommunikation zu begleiten und im Dialog mit den betroffenen Patient_innen andere

Formen der Therapie als Ergänzung oder Ersetzung der Hirnstimulation in Betracht zu ziehen und auszuüben.

Auf der anderen Seite könnten Menschen mit schwerer neurologischer oder psychologischer Erkrankung im Rahmen einer Somatotherapie mit einem hybriden CL-THS-System verloren gegangene Lebensmöglichkeiten zurückgewinnen. Die betroffenen Patient_innen könnten im Rahmen von personaler Neurologie bzw. Psychiatrie mit hybriden CL-THS-Systemen in den verschiedenen Ebenen ihres personalen Lebens Anstöße für und Unterstützung bei einer Erneuerung ihres gesamtpersonalen Lebens in all seinen neurobiologischen und leiblich-psycho-sozialen Aspekten erhalten und auf diese Weise Lebensmöglichkeiten zurückgewinnen, die sie im Rahmen ihrer Erkrankung verloren haben.

In Bezug auf eine künftige CL-THS-Behandlung eines Parkinson-Patienten, dessen pädophile Neigung bekannt ist, lässt sich nun ebenfalls ein exemplarisches Zukunftsszenario skizzieren. Das CL-THS-System ist unter Einbezug der behandelnden Ärztin und des betroffenen Patienten darauf ‚trainiert‘, starke Amplituden innerhalb der gemessenen Hirnaktivitäten zu erkennen, die u.U. mit einer gesteigerten sexuellen Appetenz des Patienten korrelieren können. Zu einem Zeitpunkt unter der Behandlung stellt das CL-THS-System fest, dass die gemessenen Hirnaktivitäten den festgelegten Normbereich überschreiten. Es meldet dies der behandelnden Ärztin. Letztere kann dann zusammen mit dem betroffenen Patienten über die veränderten Hirnaktivitäten hinaus dessen leiblich-emotionales Erleben in den Blick nehmen und einen Therapieplan entwickeln, bei dem die Stimulierung durch die THS nach Maßgabe seines körper-leiblichen Wohlergehens angepasst und zugleich durch andere Formen der therapeutischen Behandlung ergänzt wird, die den Patienten darin unterstützen, einen guten Umgang mit seiner möglicherweise massiv gesteigertem sexuellen Appetenz zu entwickeln (vgl. Müller et al. 2014).

Damit wird deutlich: Wie im Fall der CL-THS-Systeme, die auf Prinzipien guter Medizin programmiert werden sollen, würde auch im Fall der hybriden Alternativ-Systeme eine ‚self fulfilling prophecy‘ des Mensch-Seins in neurologischen und psychologischen Grenzsituationen gebaut. Die ‚self fulfilling prophecy‘, die durch die Programmierung und das ‚Training‘ der hybriden CL-THS-Systeme ins Werk gesetzt würde, wäre allerdings von prinzipiell anderer Natur. Es handelte sich um eine ‚self fulfilling prophecy‘ nicht der biologistischen Determination, sondern vielmehr der sozio-kulturell-technischen Befähigung ihrer Nutzer_innen zur individuellen Ausgestaltung ihres Lebens: ihres Berufs als Neurolog_in bzw. Psychiater_in oder ihres Lebens mit ihrer Erkrankung. Dabei muss eine individuelle Ausgestaltung freilich nicht immer eine gute Ausgestaltung sein. So könnten z. B. die behandelnden Ärzt_innen bei der kritischen Überprüfung der

aktualisierten Diagnose, zu der sie das technische System auffordert, auch weiterhin zentrale Aspekte an der Erkrankung der betroffenen Patient_in übersehen.

4 Schluss: Gute CL-THS-Therapie in der anthropologisch-ethischen Perspektive personaler Maschinenteknik

Im Laufe meiner vorausgegangenen Überlegungen sollte sich gezeigt haben, dass in CL-THS-Modelle nicht nur die Menschenbilder und die Auffassungen guter Medizin einfließen, denen ihre Macher_innen verpflichtet sind, sondern dass diese Implikationen auch darüber mitentscheiden, wie die Nutzer_innen derartiger Systeme künftig werden leben können. Damit steht die Entwicklung dieser Technologien in den kommenden Jahren an einem Scheidepunkt. Gerade da beide Optionen der CL-THS-Modellierung von anthropologischen und ethischen Annahmen durchdrungen sind, entscheidet über die Richtung der Technologieentwicklung nicht allein werturteilsfreie empirische Erkenntnis. Die Technologieentwicklung ist vielmehr aufgrund ihrer anthropologischen und ethischen Implikationen unhintergebar auch von sozio-kulturell vorherrschenden Menschenbildern und Vorstellungen des guten Lebens, von politischen Entscheidungen und öffentlichen Debatten mitbestimmt.

An dieser Stelle drohen die eigentlichen Gefahren der transhumanistischen Utopien. Diese Utopien dürften sich kaum verwirklichen lassen, indem Bewusstsein als Datenstruktur auf eine Cloud geladen oder eine ‚allgemeine künstliche Intelligenz‘ gebaut und damit die uns bekannten Formen des Menschseins überwunden würden (vgl. dazu die Beiträge von Tobias Müller und Hans-Peter Krüger im vorliegenden Band). Jedoch wirkt der Transhumanismus auf das geistige Klima der Gegenwart ein, in dem die Auseinandersetzungen und Entwicklungen KI-basierter Neurotechnologien stattfinden. Er trägt zur breiten Verankerung eines reduktionistischen Naturalismus bei, der die Möglichkeiten neurobiologischer Erklärungen überschätzt, die Grenzen der Einwirkungen auf die Hirnfunktionen übersieht und die Relevanz von nicht quantifizier- und im technischen System nicht repräsentierbaren Aspekten neurologischer und psychiatrischer Diagnostik und Behandlung ignoriert. Auf diese Weise haben die transhumanistischen Utopien mittelbar Einfluss auf die Technikentwicklung der kommenden Jahre, die neben der ‚öffentlichen Hand‘ insbesondere von den großen privaten ‚Tech-Unternehmen‘ finanziert wird. Sie befördern eine Technikentwicklung, in der solche CL-THS-Systeme gebaut werden, unter deren Anwendung es zu naturalisierenden Festlegungen ihrer Nutzer_innen kommt.

Ziel meiner Überlegungen ist es, diesen Tendenzen entgegenzuwirken. Mir ist es darum zu tun, einen theoretischen Beitrag zu gesamtgesellschaftlichen Lernprozessen zu leisten: zu Lernprozessen, in denen wir gesamtgesellschaftlich eine Haltung der „digitalen Mündigkeit“ (Grunwald 2019, 29; 242f.) im Verhältnis zu diesen neuartigen Neurotechnologien einüben. Mittelbar will ich auf diese Weise an einer antizipatorischen Governance der CL-THS-Entwicklung mitwirken: damit – jenseits von technikfeindlichen Ängsten und technikvergottenden Hoffnungen – solche THS-Systeme gebaut werden, in denen die technischen Möglichkeiten der neuartigen ‚closed loop‘-Verfahren genutzt werden können, ohne dafür den Preis einer naturalistischen Determinierung entrichten zu müssen.

Literatur

- Beauchamp, Tom L./Childress, James F. (2019): Principles of Biomedical Ethics, Oxford.
- Clausen, Jens (2017): Neuroprothesen und Gehirn-Computer-Schnittstellen, in: Erbgut, Frank/Jox, Ralf J. (Hg.): Angewandte Ethik in der Neuromedizin, 151–161.
- Coenen, Volker A. et al. (2015): Tiefe Hirnstimulation bei neurologischen und psychiatrischen Erkrankungen, in: Dtsch Arztebl Int 2015, 519–526.
- Coenen, Volker A. et al. (2019): Superlateral medial forebrain bundle deep brain stimulation in major depression: a gateway trial, in: Neuropsychopharmacology 44, 1224–1232.
- Danzer, Gerhard (2012): Personale Medizin, Bern.
- DFG (2017): Tiefe Hirnstimulation. Stand der Wissenschaft und Perspektiven, Bonn.
- Fuchs, Thomas (2017): Das Gehirn – ein Beziehungsorgan. Eine phänomenologisch-ökologische Konzeption, Stuttgart.
- Fuchs, Thomas (2020a): Zwischen Psyche und Gehirn. Zur Standortbestimmung des Psychischen, in: ders.: Verteidigung des Menschen. Grundfragen einer verkörperten Anthropologie, Frankfurt a. Main, 255–277.
- Fuchs, Thomas (2020b): Person und Gehirn. Zur Kritik des Zerebrozentrismus, in: ders.: Verteidigung des Menschen. Grundfragen einer verkörperten Anthropologie, Frankfurt a. Main, 179–201.
- Giese, Constanze: Überlegungen zum Einsatz der ‚Pflegerobotik‘ und technischer Innovationen in der pflegerischen Versorgung – Ansätze und Wissensbestände aus Pflegepraxis, Pflegeethik und Pflegewissenschaft, im vorliegenden Band.
- Grunwald, Armin (2015): Die hermeneutische Erweiterung der Technikfolgenabschätzung, in: TATuP – Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis 24/2, 65–69.
- Grunwald, Armin (2019): Der unterlegene Mensch. Die Zukunft der Menschheit im Angesicht von Algorithmen, künstlicher Intelligenz und Robotern, München.
- Grunwald, Armin: Technische Zukunft des Menschen? Eschatologische Erzählungen zur Digitalisierung und ihre Kritik, im vorliegenden Band.
- Heinz, Andreas (2014): Der Begriff der psychischen Krankheit, Frankfurt a. Main.
- Heinz, Andreas /Seitz, Assina: Neuroenhancement: Offene Fragen und Herausforderungen, im vorliegenden Band.

- Horn, Andreas et al. (2016): Forschung: Tiefe Hirnstimulation – Methodische Umbrüche, in: Dtsch Arztebl 2016, 113.
- Kant, Immanuel (1983): Kritik der Urteilskraft, in: ders.: Werke, Bd. 8: Kritik der Urteilskraft und Schriften zur Naturphilosophie, Darmstadt, 233–620.
- Kehl, Christoph (2018): Wege zu verantwortlicher Forschung und Entwicklung im Bereich der Pflegerobotik: Die ambivalente Rolle der Ethik, in: Bendel, Oliver (Hg.): Pflegeroboter, Wiesbaden, 141–161.
- Kehl, Christoph: Möglichkeiten und Grenzen ethischer Technikgestaltung: Das Beispiel der Mensch-Maschine-Entgrenzung, im vorliegenden Band.
- Kersting, Daniel (2017): Tod ohne Leitbild? Philosophische Untersuchungen zu einem integrativen Todeskonzept, Paderborn.
- Krüger, Hans-Peter: Für die Integration künstlicher neuronaler Netzwerke in die personale Lebensform. Eine philosophisch-anthropologische Kritik an der posthumanistischen Dystopie der Superintelligenz, im vorliegenden Band.
- Manzei, Alexandra (2003): Eingedenken der Lebendigkeit im Subjekt? – Kritische Theorie und die anthropologischen Herausforderungen der biotechnologischen Medizin, in: Böhme, Gernot/Manzei, Alexandra (Hg.): Kritische Theorie der Technik und der Natur, München, 2003.
- Misselhorn, Catrin (2018): Grundfragen der Maschinenethik, Stuttgart.
- De Mul, Jos: Transhumanismus aus Sicht der Philosophischen Anthropologie Helmuth Plessners, im vorliegenden Band.
- Müller, Oliver: Von der Selbstüberschreitung zur Selbstersetzung. Zu einigen anthropologischen Tiefenstrukturen des Transhumanismus, im vorliegenden Band.
- Müller, Sabine et al. (2014): When benefitting a patient increases the risk for harm for third persons – the case of treating pedophilic Parkinsonian patients with deep brain stimulation, in: International Journal of Law and Psychiatry 37/3, 295–303.
- Müller, Tobias: Die transhumanistische Utopie des Mind-Uploading und die Grenzen der technischen Manipulation menschlicher Subjektivität, im vorliegenden Band.
- OECD (2020): Recommendation of the Council on Responsible Innovation in Neurotechnology. OECD/LEGAL/0457.
- Parastarfeizabadi, Mahboubeh/Kouzani, Abbas Z. (2017): Advances in closed-loop deep brain stimulation devices, in: <https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12984-017-0295-1>.
- Plessner, Helmuth (1975): Die Stufen des Organischen und der Mensch. Einleitung in die philosophische Anthropologie, Berlin/New York.
- Plessner, Helmuth (1981): Macht und menschliche Natur. Ein Versuch zur Anthropologie der geschichtlichen Weltansicht, in: ders.: Gesammelte Schriften, Bd. V: Macht und menschliche Natur, Frankfurt a. Main, 135–234.
- Rehbock, Theda (2005): Personsein in Grenzsituationen. Zur Kritik der Ethik medizinischen Handelns, Paderborn.
- Schaper-Rinkel, Petra (2009): Neuro-Enhancement Politiken. Die Konvergenz von Nano-Bio-Info-Cogno zur Optimierung des Menschen, in: Schöne-Seiffert, Bettina et al (Hg.): Neuro-Enhancement, a.a.O., 295–320.
- Schaper-Rinkel, Petra: Weltentfremdung 4.0. Politik, Verhalten und Handeln im Zeitalter von Künstlicher Intelligenz und Neuro-Enhancement, im vorliegenden Band.
- Scheler, Max (1927): Der Formalismus in der Ethik und die materiale Wertethik, Halle.

Sitter, Tobias: Neurotechnologien aus der Perspektive einer Theorie konkreter Subjektivität, im vorliegenden Band.

Wieland, Wolfgang (2015): Diagnose. Überlegungen zur Medizintheorie, Berlin.