

Aus:

Melike Sahinol

Das techno-zerebrale Subjekt

Zur Symbiose von Mensch und Maschine
in den Neurowissenschaften

August 2016, 342 Seiten, kart., zahlr. Abb., 39,99 €, ISBN 978-3-8376-3475-4

Abgeleitet aus einer Analyse neurowissenschaftlicher Praktiken und Techniken der Anpassung von Mensch/Gehirn und Maschine/Computer zeichnet Melike Sahinol die Entstehung »techno-zerebraler Subjekte« nach: Anhand von Interviews mit renommierten Neurowissenschaftler_innen und Darstellungen neurowissenschaftlich-klinischer Anwendungsprojekte, die mit Hilfe von Brain Machine Interfaces (BMI) an der Heilung von Schlaganfall- und ALS-Patient_innen arbeiten, zeigt sie, wie die wechselseitige Anpassung von Patient_in und Maschine zur bio-technischen Gestalt des Cyborg führt und Patient_innen als Subjekte konstituiert werden, die einer cerebro-zentristischen Vorstellung entsprechen.

Melike Sahinol (Dr. rer. soc.) ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Orient-Institut Istanbul der Max Weber Stiftung und leitet dort den Forschungsbereich »Mensch, Medizin und Gesellschaft«.

Weitere Informationen und Bestellung unter:

www.transcript-verlag.de/978-3-8376-3475-4

Inhalt

Abkürzungsverzeichnis | 9

1. **Erkenntnisinteresse und Aufbau der Arbeit** | 11
 - 1.1 Erkenntnisinteresse und Eingrenzung der Problemstellung | 11
 - 1.2 Aufbau der Arbeit | 16

2. **Querverbindungen: Medizin, Gehirn und Gesellschaft** | 19
 - 2.1 Die gesellschaftliche Relevanz der Hirnforschung | 19
 - 2.2 Visuelle Repräsentationen und Hirnmaschinen | 24
 - 2.2.1 BCI/BMI mittels EEG | 24
 - 2.2.2 Ein *neurological turn* in der Soziologie? | 26
 - 2.2.3 Repräsentationen in der Wissenschaft und Medizin | 29
 - 2.2.4 Die Aktualität des »homo cerebralis« | 35

3. **Praxeologische Rahmung der Untersuchung neurowissenschaftlicher Welten** | 39
 - 3.1 Medizin und Wissenschaft als kulturelle Praxis | 44
 - 3.1.1 Handeln, Struktur und ausgehandelte Ordnung | 45
 - 3.1.2 Soziale Welten und Arenen | 51
 - 3.2 Das Labor als Ort der Verdichtung. Oder: Wo sind die Hybriden? | 53
 - 3.2.1 Hybrid-AkteurInnen und die Soziologie der Übersetzung | 59
 - 3.2.2 Sozio-technische Konstellationen | 63
 - 3.3 Ökosysteme des Wissens und Grenzobjekte | 69
 - 3.4 Mensch und Technik: Körpertechniken und Subjektkonstitution in kultureller Praxis | 76
 - 3.4.1 Der Körper aus symbolisch-interaktionistischer Perspektive | 81
 - 3.4.2 Körper und Technik | 84
 - 3.4.3 Zirkularität als Moment der Cyborg-Konstitution | 87
 - 3.4.4 Bio-technische Gestalten in der medizinischen Praxis | 93
 - 3.5 Subjektkonstitution aus praxeologischer Perspektive | 97

4. **Das Forschungsdesign und der Forschungs- und Auswertungsprozess** | 99
 - 4.1 Die Auswahl des Untersuchungsgegenstandes und der Feldzugang | 99
 - 4.2 Der Prozess der Datenerhebung, -aufbereitung und -auswertung | 102
 - 4.2.1 Die Wahl der Grounded Theory als methodologischer Rahmen | 102
 - 4.2.2 Die Datenerhebung | 104
 - 4.2.3 Die Aufbereitung und Auswertung der Daten | 114

5. **Neurowelt: Die (neuro)wissenschaftliche Arena und ihre epistemischen Objekte** | 125
 - 5.1 Die Bedeutung der Ethik für die Neuroarena | 126
 - 5.1.1 Die Bedeutung der Legitimationsfunktion von Ethik für NeurowissenschaftlerInnen | 129
 - 5.1.2 Der Austausch von NeurowissenschaftlerInnen und EthikerInnen über ethisch-moralische Fragestellungen | 132
 - 5.1.3 Die heterogene Akteurskonstellation und die Pluralität von Ethik und Moral | 139
 - 5.2 Im Strom der neurowissenschaftlichen Praktikengemeinschaft | 145
 - 5.3 Beobachtungen bei EpilepsiepatientInnen – die Initialzündung | 152
 - 5.4 Zwischenfazit: Heterogene Akteurskonstellation und epistemische Objekte | 156

6. **Die Mensch-Maschine-Anpassung im sozio-bio-technischen Anpassungsprozess** | 159
 - 6.1 Die neurowissenschaftlich-klinische Studie: Versuchsanordnungen | 160
 - 6.1.1 Das Neurofeedback-Training mit dem Neurorehabilitationsroboter | 163
 - 6.1.2 Das Rehabilitationsexoskelett in Kombination mit Physiotherapie | 166
 - 6.2 Die erste Phase der Mensch-Maschine-Anpassung | 167
 - 6.2.1 Vorbereitungen zum BCI und seine verbindenden Elemente | 168
 - 6.2.2 Andockprozedur der SchlaganfallpatientInnen | 171
 - 6.2.3 Anpassung des PatientInnenkörpers an die Maschine vice versa | 187
 - 6.2.4 Die Rückführung der bio-technischen Gestalt zur gestalthaften Ganzheit | 202
 - 6.2.5 Zwischenfazit zur körperlich-materiellen Mensch-Maschine-Anpassung | 205

- 6.3 Die zweite und dritte Phase der Mensch-Maschine-Anpassung:
Dynamiken im sozio-bio-technischen Anpassungsprozess | 210
 - 6.3.1 Das Auslesen von Gedanken? Screening als Bedingung für die
prozessual-synchrone Anpassung von Mensch und Maschine | 212
 - 6.3.2 Momente der Ko-Konstitution des techno-zerebralen Subjekts | 222
 - 6.3.3 Zirkularität als Moment der Mensch-Maschine-Symbiose | 251
 - 6.3.4 Artefakte, Konflikte und die Suche nach
dem »sauberen Signal« | 268
 - 6.3.5 Kartierung und Verstärkung der Signalpunkte | 283
 - 6.3.6 Zwischenfazit: Die zweite und dritte Phase
der Mensch-Maschine-Anpassung | 294
- 6.4 Zwischenfazit zu den Dynamiken
im sozio-bio-technischen Anpassungsprozess | 295
- 7. **Resümee und Ausblick** | 303
 - 7.1 Das techno-zerebrale Subjekt in den Neurowissenschaften
als eine bio-technische Gestalt des Cyborgs/der Cyborg | 304
 - 7.2 Die Bedeutung des Konzepts der Mensch-Maschine-Anpassung
und seiner Dimensionen für (technik)soziologische Theorien | 309

Literatur | 315

Abbildungsverzeichnis | 337

Danksagung | 339

1. Erkenntnisinteresse und Aufbau der Arbeit

1.1 Erkenntnisinteresse und Eingrenzung der Problemstellung

Neurowissenschaftliche und neurotechnologische Innovationen erfordern neben technik- und medizinwissenschaftlichen auch (medizin-)ethische und sozialwissenschaftliche Betrachtungsweisen, da sie derart tiefgehend in unser Leben eingreifen, dass sie elementare Fragen nach z.B. dem heutigen Menschen- bzw. PatientInnenbild, der Selbst- und Fremdgestaltung und der Zukunftsfähigkeit unserer Gesellschaft aufwerfen. Die Handlungsfähigkeit von PatientInnen mit bestimmten Krankheiten ist stark von Medizintechnik abhängig. Beispielsweise gehört mittlerweile der Einsatz von Neuroimplantaten bei ParkinsonpatientInnen zum Alltag, um ihren Tremor¹ zu unterdrücken. Mittels medizintechnischer Aufzeichnungsverfahren und Apparaturen können Hirnsignale aufgenommen und verarbeitet werden, die dann zur Steuerung externer Hard- und Software (z.B. PC-Cursor, Neuroprothesen etc.) genutzt werden können. Und auch bei neurowissenschaftlichen Studien spielt die Medizintechnik eine entscheidende Rolle. So werden bspw. die Hirnsignale von SchlaganfallpatientInnen mittels BCI² so weiterverarbeitet, dass bei einem bestimmten Hirnsignalaktivitätsmuster die Ansteuerung eines Rehabilitationsroboters³ die Öffnung der gelähmten Hand des Patienten bzw. der Patientin durch die Aktivierung der Roboterorthese ermöglicht. Diese Aktivität stellt ein Feedback für den Patienten/die Patientin dar, welches Neurofeedback genannt wird. Durch diesen Feedbackmechanismus wollen die NeurowissenschaftlerInnen bei PatientInnen einen Lernprozess in Gang setzen, bei dem die Gehirnaktivität durch die PatientInnen bewusst steuerbar und regulierbar wird. In Kombination mit anderen neurowissenschaft-

1 | Parkinson ist eine Schüttelkrankheit, bei der PatientInnen unwillentlich zittern. Unter einem Tremor versteht man das unwillkürliche, sich rhythmisch wiederholende Zusammenziehen einander entgegenwirkender Muskelgruppen (Zittern).

2 | Das BCI/BMI wird in Kapitel 2.2.1 erläutert.

3 | In dieser Arbeit ist manchmal analog dazu auch von Neurorehabilitationsroboter die Rede, um zu verdeutlichen, dass der Roboter neuronal angesteuert wird. Das Neurofeedback-Training mit dem Neurorehabilitationsroboter wird in Kapitel 6.1.1 beschrieben.

lichen Techniken soll das BCI die Wiederherstellung der Bewegungsfähigkeit bei SchlaganfallpatientInnen gewährleisten. In Zukunft soll es auch zur Steigerung der Kommunikationsfähigkeit von ALS-PatientInnen⁴ genutzt werden. Diese Wiederherstellungs- bzw. Förderungsprozesse sind zurzeit im Fokus verschiedener (klinischer) neurowissenschaftlicher Studien und erfordern eine Mensch-Maschine-Verbindung, die höchst voraussetzungsvoll ist.

Neurowissenschaften und -technologien beziehen sich also unmittelbar auf die handelnden Menschen bzw. PatientInnen, deren Autonomie sowie Handlungs- und Kommunikationsfähigkeit. Die Praktiken und Techniken der Neurowissenschaften beeinflussen und verändern letztlich nicht nur den Menschen und sein Handeln, sondern haben auch Auswirkungen auf verschiedene Teilbereiche der Gesellschaft (siehe hierzu Kapitel 2). Es ist dementsprechend erstaunlich, dass sich die Soziologie trotz der soziologischen Relevanz neurotechnologischer Innovationen derart resistent gegenüber dem Thema Gehirn und Hirnforschung zeigt.⁵ Die vorliegende Arbeit nimmt sich diesem Desiderat an. Sie lässt sich im Schnittfeld von Geistes- bzw. Gesellschaftswissenschaften einerseits und Naturwissenschaften andererseits verorten und fokussiert Praktiken und Techniken in neurowissenschaftlichen klinischen Studien, die die Wiederherstellung neuronaler Funktionen bei PatientInnen beleuchten und in denen Mensch-Maschine-Anpassungen eingebettet sind. Dabei geht es nicht darum, Gehirnprozesse zu erklären, sondern darum, Praktiken und Techniken der Neurowissenschaften verstehend zu deuten, wobei dies in der Tradition der »Verstehenden Soziologie« (Weber 2005 [1920] u.a.) erfolgt. Aus diesem Grund werden die Bedingungs- und Ermöglichungszusammenhänge insgesamt und insbesondere die Ursachen- und Wirkungszusammenhänge der wechselseitigen Anpassungsfähigkeit und -leistung von Mensch und Maschine, respektive Gehirn und Computer, soziologisch rekonstruiert, beschrieben und analysiert.

In der experimentellen neurowissenschaftlichen Forschung sind viele hochentwickelte Technologien und Verfahren zugegen: bildgebende Verfahren, Messgeräte, die Hirnstrommuster aufzeichnen, neuronale Implantate usw. Sie alle haben gemeinsam, dass sie an, auf oder in den menschlichen Körper gerichtet sind. Dabei gilt es, zunächst den Zustand des Gehirns zu erfassen und eine Diagnose zu stellen, um dann auf dieser Basis ggf. Maßnahmen einzuleiten, die dazu

4 | Die ALS ist eine degenerative Erkrankung des motorischen Nervensystems, die zur vollständigen Lähmung führt.

5 | Es gibt nur vereinzelte soziologische Studien zum Thema »Gehirn und Gesellschaft«, wie z.B. die von Vogd (2010); Zaboura (2009); Reichertz & Zaboura (2006). Zwar gibt es durchaus eine erhöhte Aufmerksamkeit innerhalb der Soziologie zu diesem Thema, jedoch nur eine geringe qualitativ-empirische Auseinandersetzung mit der Hirnforschung. Zu den Ausnahmen zählen die Arbeiten von Lindemann (z.B. 2005, 2008, 2009a, 2011), auf die ich in dieser Arbeit näher eingehen werde.

dienen, »fehlerhafte« Funktionen⁶ wiederherzustellen bzw. zu verändern. In diesem Zusammenhang mangelt es jedoch an Studien, die ergründen, wie genau Mensch und Maschine in neurowissenschaftlichen Studien aneinander angepasst werden. Meine Forschung setzt hier an, wie ich im Folgenden aufführen werde.

In der neurowissenschaftlichen Anwendungsforschung geht es darum, auf Grundlage der Erforschung von Gehirnfunktionen eine Erkrankung klinisch zu behandeln. Im Rahmen der dieser Arbeit zugrundeliegenden empirischen Untersuchung habe ich solche Projekte teilnehmend beobachtet und sozialwissenschaftlich begleitet, die sich zum Forschungszeitpunkt um die Heilung von SchlaganfallpatientInnen und ALS-PatientInnen bemühten. Das Ziel dieser Projekte war der Heilversuch⁷ und die damit verbundene Hoffnung der Wiederherstellung der neurologischen Funktionen der PatientInnen – insbesondere der Motorikfunktion bei SchlaganfallpatientInnen. Es wird versucht, dies mit Hilfe von BCI/BMI-Technologien zu erreichen, die mit weiteren Neurotechniken kombiniert werden, wobei zugleich Mensch-Maschine-Schnittstellen, respektive BCI/BMI optimiert werden sollen. Forschung und Behandlung gehen dabei Hand in Hand, wobei auch die Handlungsfähigkeit der Forschenden und ÄrztInnen von Technologien abhängt und davon, wie Mensch und Maschine sich gegenseitig aneinander anpassen bzw. aneinander angepasst werden. Im Rahmen meiner empirischen Untersuchung zur Mensch-Maschine-Anpassung zeigte sich, dass die Anpassung mit unterschiedlichen Problemen verbunden ist, die durch die Beteiligten mittels unterschiedlicher Praktiken und Techniken gelöst bzw. zu lösen versucht werden. Da diese Probleme einer »perfekten« Anpassung im Weg zu stehen scheinen, habe ich mein Erkenntnisinteresse in diesem Zusammenhang darauf fokussiert, zu ermitteln, welche Störungen und Probleme durch die beobachteten NeurowissenschaftlerInnen durch welche Strategien gelöst wurden. Auf die ermittelten auftretenden Probleme und Lösungsstrategien werde ich im empirischen Teil meiner Arbeit eingehen (Kapitel 6).

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die Prozesse, durch die die Anpassung von Mensch und Maschine im Rahmen von neurowissenschaftlichen Studien ermög-

6 | Die Formulierung impliziert, dass gewisse Funktionen von einer Norm abweichen können. Jedoch differiert der Einsatz von Neurotechnologien je nach Abweichung von den als normal definierten Funktionen. Beispielsweise wird bei SchlaganfallpatientInnen die Wiederherstellung der motorischen Funktionen noch immer ausschließlich durch traditionelle Rehabilitationsmaßnahmen gefördert. Bei depressiven PatientInnen hingegen werden schon neuronale Implantate zur Stimmungssteigerung ins Gehirn eingepflanzt, deren Stärke man mit einem Regler verstellen kann. Die verschiedenen Formen der Nutzung von Neurotechnologien je nach Erkrankung sind jedoch nicht Gegenstand dieser Arbeit.

7 | Zur Unterscheidung zwischen Behandlung und Heilversuch vgl. Kapitel 3 in dieser Arbeit.

licht wird, zu beleuchten. Dies werde ich insofern konkretisieren, als ich der Analyse das Beispiel der Wiederherstellung zerebraler Prozesse durch Neurofeedback in Kombination mit der Kortexstimulation bei SchlaganfallpatientInnen zugrunde lege. Mein Hauptaugenmerk liegt dabei auf dem neurowissenschaftlichen und neurotechnischen Ko-Konstitutionsprozess der »Mensch-Maschine-Symbiose« (in Anlehnung an Klaus 1962) als eine Form der Mensch-Maschine-Anpassung, bei der techno-zerebrale Handlungen über das BMI realisiert werden. Dabei sind folgende forschungsleitenden Fragen zentral:

- Welche Praktiken und Techniken der neurowissenschaftlichen Praktikengemeinschaften ermöglichen und bedingen die wechselseitige Anpassungsfähigkeit von Mensch und Maschine, respektive die prozessuale Wechselwirkung zwischen Gehirn und Computer, und somit die Entstehung eines Systems, in dem beide Elemente zusammenwirken (Mensch-Maschine-System bzw. BMI-System)?
- Wie wird die Mensch-Maschine-Verbindung stabilisiert? Eine weitere Frage, die aus diesen Fragen resultiert, ist die nach der Herstellung der techno-zerebralen Handlung, die sich aus dem Zusammenwirken von Mensch/Gehirn und Maschine/Computer ergibt. Wie ko-konstituiert sich in diesem Zusammenhang die Mensch-Maschine-Symbiose?

Da Neurowissenschaft(en) und Neurotechnologien Mensch und Technik bzw. das Biologische und Technische miteinander verflechten und da sich diese Beziehung wiederum in einem Prozess der gegenseitigen Anpassung verändert, werde ich zudem meinen forschenden Blick im besonderen Maße auf diese anpassungsbedingte Veränderung richten. Dadurch werden die Konsequenzen, die sich durch Praktiken und Techniken der Neurowissenschaften für das Forschungs-subjekt ergeben, aufgezeigt.

In den von mir teilnehmend beobachteten Studien habe ich festgestellt, dass sich die Mensch-Maschine-Anpassung in drei Phasen unterteilen lässt. Für die erste Phase ist die Anpassung von Biologischem und Technischem durch die NeurowissenschaftlerInnen charakteristisch, wobei heterogene Vermittlungsinstanzen eine tragende Rolle spielen (siehe Kapitel 6.2). In der zweiten Phase wird die Koordination von Mensch/Gehirn und Maschine/Computer durch Praktiken und Techniken der NeurowissenschaftlerInnen ermöglicht und hergestellt. Dabei treten diverse Schwierigkeiten auf, die die Mensch-Maschine-Anpassung destabilisieren. Analog zu den Destabilisierungen treffen NeurowissenschaftlerInnen unterschiedliche Maßnahmen. Für die dritte Phase der Mensch-Maschine-Anpassung ist die technikinduzierte neuronal exakte Verstärkung der Verbindung zwischen Gehirn und Muskelpunkten charakteristisch. Die zweite und dritte Phase (Kapitel 6.3) und die darin getroffenen Maßnahmen zur Koordina-

tion und Stabilisierung der Mensch-Maschine-Verbindung beziehen sich stark aufeinander und verlaufen iterativ.

In allen Phasen der Anpassung spielen auch Repräsentationstechniken wie das EEG sowie Softwareprogramme, die die Widerstände der EEG-Signale überprüfen und wiedergeben, eine wesentliche Rolle. Denn erst durch verbindende Elemente, die die Repräsentation lebendiger Elemente im Körper aufnehmbar, verarbeitbar und steuerbar machen, kann die Anpassung hergestellt und kontrolliert werden. Im Zuge der Adjustierung menschlicher und nicht-menschlicher AkteurInnen im Anpassungsprozess ergeben sich zudem bestimmte Konsequenzen. Auch diesen gilt meine wissenschaftliche Perspektive. Denn aufgrund des Einsatzes verschiedener neurowissenschaftlicher Praktiken und Techniken in bestimmten Settings (Labor, Klinik, OP-Saal), bestimmten Handlungen und interaktionalen Strategien, findet eine Subjektivation statt, die sich am Forschungssubjekt (vgl. Kapitel 6, insbesondere 6.3) zeigt, dessen Körper und vor allem dessen Gehirn sich mit Technik symbiotisch verbindet.

Meiner Analyse der Mensch-Maschine-Anpassung liegt primär ein praxeologischer Ansatz zugrunde, der den Herstellungsprozess mitsamt der Materialität und Körperlichkeit bei der Subjektkonstitution fokussiert. Auf dieser Grundlage war es mir möglich, als Ergebnis der Praktiken und Techniken in den Neurowissenschaften das herauszukristallisieren, was ich als »techno-zerebrales Subjekt« (in Anlehnung an das »homo cerebralis« von Hagner 1995; bzw. an das »sujet cérébral« von Vidal 2005) bezeichne. Dieses Subjekt stellt *eine* bio-technische Gestalt⁸ des Cyborgs dar, dessen Konstitution ich als Resultat der Praktiken und Techniken von Neurowissenschaften zur Diskussion stelle.

Um das Phänomen der Mensch-Maschine-Anpassung und seine dimensional Ausprägungen begreifbar zu machen, bedarf es verschiedener theoretischer Zugriffe. Die von mir verwendeten theoretischen Bezüge beruhen, da sie verschiedenen Traditionen entstammen, auf einer unterschiedlichen Schwerpunktsetzung. Aufgrund dieser Heterogenität eignen sie sich besonders gut dazu, die Mensch-Maschine-Anpassung in all ihren Dimensionen zu erfassen und sie in einen gesellschaftlichen Kontext zu stellen. Zusätzlich zu der bereits angesprochenen praxeologischen Rahmung bediene ich mich an Strauss' symbolischem Interaktionismus und verschiedenen pragmatistischen Bezügen, da diese Ansätze Körperlichkeit (Kapitel 3.4), Handeln und Struktur (Kapitel 3.1) sowie die Zeitlichkeit und Prozesshaftigkeit des Phänomens⁹ Mensch-Maschine-Symbiose

8 | Ich verwende den Ausdruck »bio-technische Gestalt« synonym zum Konzept der »biotechnischen Gestalt« von Lindemann (2002), worauf ich im Kapitel 3.4.4 näher eingehe. Das Cyborg-Konzept stelle ich im Kapitel 3.4.3 vor.

9 | Nach Strauss & Corbin (1996 [1990]: 79). Eine ausführliche Darstellung zur Forschungsmethode findet sich im Kapitel 4 dieser Arbeit.

(welche eine bestimmte Form der Mensch-Maschine-Anpassung darstellt) analysierbar machen. Zudem bedarf es theoretischer Elemente, die Körperlichkeit mit Zeitlichkeit kombinieren und die es ermöglichen, die Subjekt-Objekt-Auflösung bzw. -Symbiose zu erfassen. Hier greife ich auf Ansätze der Science and Technology Studies (STS)¹⁰ und der Techniksoziologie zurück, denn insbesondere techniksoziologische Bezüge richten ihren Blick auf technische AkteurInnen und Materialität, sodass die Mensch-Maschine-Anpassung begreifbar und analysierbar wird.

1.2 Aufbau der Arbeit

Zunächst wird im Kapitel 2 erläutert, warum es wichtig ist, dass sich die Soziologie mit dem Erkenntnisprozess der Hirnforschung auseinandersetzt. Da Repräsentationstechniken einen wesentlichen Beitrag zu Fortschritten der Medizin- und der Hirnforschung geleistet haben, werden diejenigen der bedeutendsten Darstellungsformen der Medizin und (Neuro-)Wissenschaft vorgestellt, die maßgeblich erst Einblicke ins Gehirn ermöglicht haben. Dabei werden auch die Problematiken beleuchtet, die diesen Darstellungsformen inhärent waren bzw. sind.

Um die Problematiken für zukünftige Behandlungsoptionen mittels BCI/BMI und die Anpassungsprozesse, die in diesem Zusammenhang von Bedeutung sind (und denen mein forschender Blick gilt), verstehen zu können, muss man sich zunächst mit den Grundlagen der Hirnforschung und ihrer Repräsentationstechniken (wie z.B. EEG-basierter BCI/BMI-Systeme) vertraut machen. Deshalb gehe ich im Kapitel 2 darauf ein und thematisiere jene Ansätze insbesondere aus den STS, an die meine Arbeit anschließt.

Auch wird durch den Stand der Forschung zu neurowissenschaftlichen Praktiken und Techniken deutlich, warum die Praktiken und Techniken der NeurowissenschaftlerInnen problematisch für den Umgang mit PatientInnen sein können. Daraus ergibt sich die Relevanz dieser Arbeit, die in der pragmatistischen STS-Tradition steht, die ich in eine praxeologische Rahmung setze, um die Subjektivierungseffekte aufzuzeigen. Daher werden zunächst zu Beginn des 3. Kapitels Bezüge zur Praxistheorie aufgezeigt. Strauss'sche Konzepte in Kapitel 3.1 dienen als methodischer Zugang, um die Handlungen in Neuro-Welten und gesellschaftsstrukturelle Handlungsbedingungen aufzuzeigen.

Da ich mich in meiner Analyse insbesondere auf teilnehmende Laborbeobachtungen beziehe, werden im Kapitel 3.2 einschlägige Laborstudien vorgestellt. Um schließlich die Mensch-Maschine-Anpassung als verteiltes Handeln in so-

10 | Ich verwende im Nachfolgenden STS als Synonym für »Wissenschafts- und Technikforschung«, »Wissenschaftsforschung« sowie »Science Studies«.

zio-technischen Konstellationen beschreiben zu können, stelle ich in Kapitel 3.2.2 Bezüge zum Technopragmatismus her und das Konzept gradualisierten Handelns vor.

Der ecology approach, auf den ich in Kapitel 3.3 eingehe, bietet einen Zugang zum Verständnis, wie neurowissenschaftliche Praktikengemeinschaften sich zur Erreichung eines Forschungsziels organisieren und wie durch ihre disziplinär unterschiedlich geprägten Praktiken und Techniken das hergestellt wird, was ich als »techno-zerebrale Subjekt« bezeichne.

Auch wenn Materialität im Zusammenhang mit multiplen Mitgliedschaften im ecology approach eine wichtige Rolle spielt, fehlt die Bezugnahme auf Körperlichkeit. Daher werde ich im Kapitel 3.4 auf die Bedeutung von Körpern und ihre Erweiterung durch Techniken eingehen. Hier stelle ich auch das Konzept der »Mensch-Maschine-Symbiose« und das Cyborg-Konzept (Kapitel 3.4.3) vor, die beide maßgeblich durch das Zirkularitätsprinzip der Kybernetik gezeichnet sind, wodurch das Verhalten insbesondere für die NeurowissenschaftlerInnen algorithmisch erfassbar wird.

Lindemanns Modell zur Erfassung der bio-technischen Gestalt (Kapitel 3.4.4) dient mir zur Beschreibung der Rolle des Körpers der PatientInnen und seiner diskreten Elemente (elektrophysiologischer Prozesse) bei der Herstellung der Mensch-Maschine-Anpassung.

Im Anschluss an die Erörterung der dieser Arbeit zugrundeliegenden Theorien werde ich im Kapitel 4 meine empirische Studie näher skizzieren. Dabei werde ich sowohl den Forschungsprozess und den Feldzugang beschreiben, als auch begründet darlegen, weshalb ich die von mir verwendeten Methoden zur Datenerhebung und -auswertung ausgewählt habe.

Danach stelle ich in den Kapiteln 5 und 6 die Ergebnisse meiner Untersuchung vor.

Zuletzt werde ich im Kapitel 7 meine Befunde zusammenfassen und auf die Bedeutung meines Konzepts der Mensch-Maschine-Anpassung und seiner Dimensionen für (technik)soziologische Theorien eingehen. Ferner werde ich die Bedeutung meiner Befunde für mögliche zukünftige soziologische Studien aufzeigen, auch was die Praxis von zukünftigen klinischen Studien und den Umgang mit PatientInnen bei neurowissenschaftlich-klinischen Heilversuchen angeht.