

**Aus:**

*Hannah Fitsch*

**... dem Gehirn beim Denken zusehen?**

Sicht- und Sagbarkeiten in der funktionellen  
Magnetresonanztomographie

September 2014, 260 Seiten, kart., zahlr. z.T. farb. Abb.,  
29,99 €, ISBN 978-3-8376-2648-3

Die Hirnforschung greift seit einigen Jahren wieder verstärkt in gesellschaftspolitische Debatten über die »Natur« des Menschen ein. Ausschlaggebend für diese Entwicklung sind weniger neue Theorien über die Funktionsweise des Gehirns, sondern Technologien der Sichtbarmachung. Insbesondere das bildgebende Verfahren der funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRT) scheint einen direkten, unvermittelten Einblick in und Erkenntnisse über das denkende Gehirn zu ermöglichen.

Hannah Fitsch spürt in ihrem Buch den visuellen Logiken des Erkenntnisprozesses, den Vorannahmen sowie den Standardisierungs- und Objektivierungsweisen der funktionellen Magnetresonanztomographie nach und hinterfragt so die Evidenz der »bunten Bilder«.

**Hannah Fitsch** (Dr. phil.) ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Zentrum für Interdisziplinäre Frauen- und Geschlechterforschung der Technischen Universität Berlin.

Weitere Informationen und Bestellung unter:  
[www.transcript-verlag.de/978-3-8376-2648-3](http://www.transcript-verlag.de/978-3-8376-2648-3)

# INHALT

## Teil I

1. Heranführung an das Phänomen fMRT | 9
  - 1.1 Einleitung | 9
  - 1.2 Das fMRT-Bild | 16
  - 1.3 Aufbau der Arbeit | 19
  
2. Kontextualisierung des Phänomens fMRT | 21
  - 2.1 Zur erkenntnistheoretischen Bedeutsamkeit der Perspektive | 23
  - 2.2 Erkenntnistheoretische Grundlagen in der Medizin | 26
  - 2.3 Ästhetisierung der Wissenschaft | 34
  - 2.4 Bildlicher Objektivismus - Objektivierung durch Bilder | 38
  - 2.5 Laborisierung und der Verlust des Körpers | 40
  - 2.6 Das fMRT-Bild als Phänomen | 44
  - 2.7 Von epistemischen Perspektiven zum Bild als Phänomen | 58
  
3. Untersuchung des Phänomens fMRT | 61
  - 3.1 Methoden | 65
  - 3.2 Auswertung | 70
  - 3.3 Zugangsstruktur zum empirischen Material | 72

## Teil II

### Die Produktionsapparaturen des Phänomens fMRT

1. Vor-Geschichten | 77
  - 1.1 Historische Entwicklungen in der Physiologie | 78
  - 1.2 Der zerebrale Blutfluss und der Blutmagnetismus | 79
  - 1.3 Kernspin und Imaging | 81
  - 1.4 Der Durchbruch zur fMRT | 83
  
2. Theoretische Konzepte in der fMRT | 87
  - 2.1 Das Konzept Nicht-Invasivität | 89
  - 2.2 Das Konzept Visuelles Wesen | 92
  - 2.3 Das Konzept Modularität | 96
  
3. Der Apparat der Experimentalanordnung | 107
  - 3.1 Die Fragestellung in der fMRT | 108
  - 3.2 Regions of Interest (ROI) und ihre Bestimmung | 119

- 3.3 Von der Fragestellung zum Stimulus | 127
- 3.4 Stimuli und ihre Bedeutung in der statistischen Auswertung | 132
  
- 4. Der Apparat der Vermessung | 141
  - 4.1 Physikalische Grundlagen | 141
  - 4.2 Physiologische Grundlagen | 145
  - 4.3 Die Vermessung des Hirnraums | 149
  - 4.4 Die Fourier-Transformation | 152
  - 4.5 Die Rhetorik der Auflösung – Über gute und schlechte Bilder | 160
  - 4.6 Die Widerständigkeit des Materials in der Vermessung | 162
  - 4.7 Das Gehirn in Zeiten seiner technischen Reproduzierbarkeit | 163
  
- 5. Der Apparat der Standardisierung | 165
  - 5.1 Preprocessing | 165
  - 5.2 Normalisierung der Hirndaten | 170
  - 5.3 Koregistrierung der Hirndaten | 177
  - 5.4 Die Software – Der Computer als Erfüllungsgehilfe | 178
  - 5.5 Normalisierung durch Objektivierung des Standardgehirns | 186
  
- 6. Der Apparat des Bildes – Bilder im Labor | 195
  - 6.1 Subtraktive Berechnungen im Auswertungsprozess | 196
  - 6.2 Ordnungen des Zeigens und ästhetische Fragen der Gestaltung | 199
  - 6.3 Der Status des Bildes in der Auswertung | 209
  - 6.4 Subjektivität im Umgang mit den Visualisierungen | 215
  - 6.5 Implizites Wissen, Erfahrungheit und Intuitive Intention | 217
  - 6.6 Die Rolle der Intuitiven Intention in der Auswertung | 221
  - 6.7 Das Bild als Akteur\_in | 226
  
- 7. Schlussbemerkungen | 229
  - 7.1 Sicht- und Sagbarkeiten in der fMRT | 230
  - 7.2 How would you illustrate the brain? | 236

**Abkürzungsglossar** | 239

**Abbildungsverzeichnis** | 241

**Literatur** | 243

**Danksagung** | 257

# 1. Heranführung an das Phänomen fMRT

---

Now we can look inside the living brain, and see directly into another persons mind, a kind of scientifically assisted telepathy.“

MARK LYTHGOE 2010, 0:02 - 0:38 MIN

„In the last thirty years, brain imaging has touched nearly every aspect of our lives, from religion to politics.“

MARK LYTHGOE 2010, 11:30 - 11:45 MIN

## 1.1 EINLEITUNG

Die funktionelle Magnetresonanztomographie ist eine Wissenschaft, die fasziniert. Ihre Faszination entfaltet sie über die von ihr produzierten Bilder. Diese Bilder erscheinen als direkter Blick ins arbeitende Gehirn, fast so, als gäbe es all die Apparate, Computer und menschlichen Handgriffe nicht, die an ihrer Herstellung beteiligt sind. Der Faszination der Bilder erliegen Wissenschaftler\_innen wie Lai\_innen, Biolog\_innen und Anthropolog\_innen ebenso wie Theolog\_innen, Philosoph\_innen, Pädagogik\_innen oder Soziolog\_innen. Kaum eine wissenschaftliche Disziplinen die sich an den Ergebnisse neuerer Hirnforschung nicht bedienen will. Auch in populärwissenschaftlichen Medien und der Tagespresse verläuft die Auseinandersetzung mit bildgebender Hirnforschung meist euphorisch, so häufen sich Vokabeln wie ‚Staunen‘, ‚bunte Bilder‘ oder ‚revolutionäre Entdeckung‘, sobald von der fMRT die Rede ist. In entsprechenden Artikeln wird oft vorschnell vermeldet, der ‚Sitz Gottes im Gehirn‘ sei gefunden, Unterschiede zwischen Männer- und Frauengehirnen seien wissenschaftlich nachgewiesen oder Telepathie bzw. Gedanken lesen sei dank fMRT in

greifbare Nähe gerückt. Wissenschaftsgläubigkeit, die Faszination an der scheinbaren Evidenz der Bilder und die Imagination, mit der Hirnforschung den Mysterien des ‚Geistes‘ und damit des menschlichen Lebens auf der Spur zu sein, mischen sich bei Produzent\_innen wie Rezipient\_innen der fMRT-Bilder zu einem oft unkritischen Diskurs.

Diesen Diskurs nur vage im Hinterkopf, verlief meine erste akademische Konfrontation mit fMRT gänzlich anders: In einem Vortrag über die Konstruktion von Geschlechterdifferenzen in den Neurowissenschaften zeigte die Biologin Sigrid Schmitz auf, wie gesellschaftliche Vorstellungen von der Struktur und Funktionsweise des Gehirns durch die apparativen fMRT-Bilder beeinflusst sind und dekonstruierte damit den Glauben an die Objektivität der Forschung. Unmittelbar stellten sich für mich drängende Fragen ein: Wie haben sich Darstellungsweisen von Geschlecht durch neuere medizinische Verfahrensweisen verändert? Wie gelangen die Hirnforscher\_innen ganz praktisch zu solchen geschlechterdifferenzen Forschungsresultaten? Nicht zuletzt auch die Frage, auf welche stereotypen Darstellungsformen rekurren die Bilder aus der Hirnforschung, um normierende Zuschreibungen in das Innere des menschlichen Körpers zu verlagern?

Der erwähnte Vortrag von Sigrid Schmitz war Initialzündung und Ausgangspunkt für meine Dissertation. Die feministische Wissenschaftskritik an der Schnittstelle von Natur- und Geisteswissenschaft stellt die Folie dar, auf der sich meine Auseinandersetzung mit der Hirnforschung vollzieht. Meine Arbeit untersucht die Produktion von Wissen in der funktionellen Magnetresonanztomographie jedoch nicht ausschließlich in Bezug auf Geschlechterkonstruktionen. In den letzten Jahren, die für mich neben einem intensiven Studium von neurowissenschaftlicher Primär- und Sekundärliteratur auch durch längere Phasen teilnehmender Beobachtung am Max-Planck-Institut für Hirnforschung in Frankfurt am Main und einem Forschungsaufenthalt an der University of Santa Cruz gekennzeichnet waren, traten den oben skizzierten Fragen nach dem Geschlecht in der Hirnforschung weitere Fragen zur Seite: Wie wird Wissen in der Hirnforschung produziert? Was wird in den Bildern genau sichtbar gemacht? Wie stellen die Bilder Evidenz her? Und wie wird das fMRT-Bild eigentlich zum Bild?

Der ursprüngliche Impetus dieser Arbeit wurde so um eine weitere Ebene ergänzt das Forschungsvorhaben entfaltet zu einer feministisch grundierten, fachlich informierten und umfassenden soziologisch-medientheoretischen Kritik der Produktion und Rezeption von fMRT-Bildern.

Diese Arbeit sieht sich selbst in der Tradition kritischer und feministischer Wissenschaftsforschung, auch wenn konkrete Fragestellungen zu Geschlecht oder Gender in meiner Empirie fehlen. Dieser Umstand ist dem Sachverhalt geschuldet, dass an dem von mir untersuchten Institut keine Geschlechter-Differenzforschungen oder andere Studien, die explizit die Unterschiede von Geschlechtern oder anderen gesellschaftlichen Gruppen im Gehirn nachweisen wollten, durchgeführt wurden.

Mir ist durchaus bewusst, dass in anderen Forschungseinrichtungen sehr wohl zu Geschlechterdifferenz im Gehirn geforscht wurde und in beträchtlichem und sehr bedenklichem Ausmaß nach wie vor wird. Eine historisch angelegte Analyse dieser Forschungen lässt sich unter anderem bei Stephen Jay Gould (vgl. 1996 [1981]), Ruth Bleier (vgl. 1984), Anne Fausto-Sterling (vgl. 2000) und Susan Leigh Star (vgl. 1989) nachlesen. Kritische Reflexionen aktueller geschlechterdifferenter Hirnforschung liefern unter anderem Isabelle Dussauge (vgl. 2008, 2012), Cordelia Fine (vgl. 2006, 2010), Anelis Kaiser (vgl. 2009, 2010, 2012) und Sigrid Schmitz (vgl. 2002, 2004, 2006) von deren Analysen meine Arbeit an zahllosen Stellen profitiert hat.

Wie aber ist der restliche – und zahlenmäßig größere – Teil der Forschung einzuschätzen, der auf den ersten Blick keine Differenzen oder Abweichungen herausfinden will, sondern wie am MPIH ‚solide‘ Grundlagenforschung betreibt? Susan Leigh Star betont in ihrem Buch *Regions of the mind* (1989), dass Untersuchungen über den Menschen auf Theorien und Modellen von ‚Natur‘ beruhen und diese Theorien immer schon höchst politisch sind:

„This has been well documented in the case of racist and sexist theories [...] where bias consists of inaccurately characterizing or excluding certain human groups. Less well documented are the political implications of theories without such direct connections. Quantifying, numbering, and localizing, for example, are activities with important consequences for the kinds of choices available to people.“ (Star 1989, 197)

Das Anliegen dieser Arbeit besteht darin, eben jene politischen Implikationen der statistischen Grundlagenforschung am Gehirn und ihren Theorien über den Menschen herauszuarbeiten, die häufig nicht als politisch, sondern als ‚neutral‘, angesehen werden.

Die funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT) ist eine relativ junge Methode der Hirnforschung. 1990 wurde sie erstmals in einem Artikel von Seiji

Ogawa et al. im PNAS-Journal<sup>1</sup> beschrieben. Zu diesem Zeitpunkt wurde sie noch an Ratten getestet. Seither hat die funktionelle Bildgebung als Forschungsinstrument eine Verbreitung erfahren, die derzeit allen anderen Methoden in der Neurophysiologie den Rang abläuft. 2008 wurden, statistisch gesehen, jeden Tag bis zu acht fMRT-Artikel in wissenschaftlichen Journals veröffentlicht. Dabei ist die funktionelle Magnetresonanztomographie nur eine neben vielen weiteren Methoden in der Hirnforschung. Die Neurophysiologie verfügt über Methoden, die sich die elektrischen Spannungen des Gehirns zu Nutze machen: die Elektroenzephalographie (EEG) und die Elektrophysiologie (das Ableiten elektrischer Spannung durch in Neuronen eingeführter Elektroden). Andere wiederum messen die neuromagnetische Aktivität des Gehirns. Darunter fallen die Magnetenzephalographie (MEG) sowie die funktionelle Magnetresonanztomographie. Keiner dieser methodischen Zugänge kann jedoch die komplexen Funktionsweisen des Gehirns vollständig einfangen – sie ermöglichen jeweils einen nur eingeschränkten und vermittelten Zugang zum Gehirn.

In der öffentlichen Rezeption um die Ergebnisse der Neurowissenschaft bleibt zumeist die Frage offen, welcher Bereich, der sich sehr vielfältig gerierenden Forschung am menschlichen Gehirn, mit dem Begriff der Hirnforschung aufgerufen wird. Das führt an vielen Punkten zum Verlust der Trennschärfe, die es bräuchte, um einzelne Bereiche der Neuroscience zu unterscheiden und sich ein ‚Bild‘ über die Aussagemöglichkeiten und -unmöglichkeiten der wissenschaftlichen Forschungen, die sich das Gehirn als Untersuchungsgegenstand ausgewählt haben, machen zu können. Werden die Ergebnisse der Hirnforschung nicht mehr an den Kontext ihrer Herstellung rückgebunden, können Begrenzungen der Methode nicht erkannt werden, und eine Einschätzung der Studienergebnisse wird dadurch erschwert. Dabei wäre eine nüchterne Interpretation der Ergebnisse an vielen Stellen hilfreich, will die Hirnforschung in der öffentlichen Rezeption oft nichts Geringeres als Erklärungsmuster für Funktions- und Verhaltensweisen des Menschen anbieten und damit die gesellschaftliche Aus handlung über unsere Vorstellungen von der ‚Natur‘ des Menschen mitbestimmen. Christine Zunke schreibt über die Bedeutung des ‚Denkorgans Gehirn‘ in der gesellschaftspolitischen Bestimmung des Menschen:

„Seit das Gehirn als Denkorgan identifiziert wurde, entlädt sich an ihm der ideologische Gehalt der Gesellschaft. [...] Dabei betätigt sich die Naturwissenschaft als kulturelle Praxis, wenn sie, indem sie neues Wissen hervorbringt, zugleich ethische Werte modifiziert.

---

1 Ogawa et al. (1990): Brain magnetic resonance imaging with contrast dependent on blood oxygenation; PNAS Vol. 87, No. 24, 9868-9872.

[...] Das menschliche Gehirn steht aufgrund seiner Funktion als Denkorgan repräsentativ für die gesamte Persönlichkeit des Menschen und als Gesamtheit aller Gehirne für die Gesellschaft. Es ist somit in besonderem Maße Träger einer ethischen und ideologischen Konnotation.“ (Zunke 2008, 9)

Ausschlaggebend für das neu gewonnene Selbstvertrauen der Hirnforschung sind dabei weniger originäre, neue theoretische Vorstellungen über Funktions- und Arbeitsweisen des Gehirns, sondern mehr die bildgebenden Techniken, die sie hervorgebracht haben. In einer von sechs Psycholog\_innen vorgenommenen Standortbestimmung der Psychologie im 21. Jahrhundert in der Zeitschrift *Gehirn&Geist* aus dem Jahr 2005 schreiben die Autor\_innen: „Die moderne Hirnforschung verdankt ihre jüngeren Impulse weniger großen Entwicklungssprüngen ihrer Theorienbildung als vielmehr bedeutenden technischen Entwicklungen“ (Fiedler et al. 2005, 60).

Mit den „bedeutenden technischen Entwicklungen“ rekurrieren die Autor\_innen auf bildgebende Verfahren, die nicht-invasiv (also ohne jeglichen Eingriff oder Eindringen in den Körper) Daten aus dem Inneren des Menschen generieren und in Bildern darstellen können. Die Möglichkeit der funktionellen Magnetresonanztomographie, das generierte Wissen in Bilder transferieren und publizieren zu können, erklärt laut Dieter Sturma den Siegeszug der Hirnforschung in den letzten zwanzig Jahren (vgl. Sturma 2006). Sigrid Schmitz schreibt, dass die funktionelle Bildgebung „derzeit eine solche Popularität [genieße, hf], weil sie mit neuen Methoden den Blick ins Gehirn verspricht“ (Schmitz 2002, 109). Es sind also Bilder, die gegenwärtig an der Hirnforschung faszinieren. Die Bilder sind anschaulich, scheinen leicht verständlich und erwecken den Eindruck, die Studienergebnisse auf einen Blick vermitteln zu können. Sie sagen ‚mehr als tausend Worte‘ und verraten dafür wenig über die kontextuellen Zusammenhänge. Ausgangspunkt meiner Arbeit ist die These, dass die fMRT-Bilder nicht nur der Darstellung und Popularisierung des im Kernspintomographen generierten Wissens dienen, sondern dass die Visualität, die sich in letzter Konsequenz bildlich ausdrückt, dem gesamten Produktionsprozess bereits immanent ist.

Diese Arbeit versteht die Bilder der funktionellen Magnetresonanztomographie als ein kleinteiliges Puzzle, deren Einzelteile nicht als feststehende Entitäten zu verstehen sind; erst ihr Zusammenspiel lässt das Gesamtbild entstehen. Bilder werden in dieser Arbeit nicht als Repräsentation von Etwas verstanden, sondern, wie Heintz/Huber hervorheben, als „Sichtbar-Machung“, um „damit deutlich [zu, hf] machen, dass eine Rhetorik der Abbildung auf falsche Wege führt“



(Heintz/Huber 2001, 12). Den Fokus nicht allein auf die Visualisierungen, sondern ebenfalls auf die Visualität der Methode zu legen, ermöglicht eine Verortung der bildgebenden Verfahren, die ihre Normativität und Standardisierung, aber auch ihre Faszination erklärbar macht. Mit diesem Vorgehen lässt sich der Status des Bildes im Prozess der Herstellung medialer Körperdaten nachzeichnen und die Frage, wie ein fMRT-Bild zum Bild wird, beantworten.

Die Bilder vom Gehirn haben ihren Weg in die Öffentlichkeit gefunden und sind zu dem geworden was Birgit Richard und Jutta Zarella als *Schlüsselbilder* (2007) bezeichnen. Unter *Schlüsselbildern* verstehen Richard/Zarella Einzelbilder, die über eine starke „ästhetische Ausstrahlung“ (2007, 18) verfügen und andere Bilder mit ihrem Erscheinungsbild anstecken. *Schlüsselbilder* ordnen das Sichtbare neu, denn „[j]edes sichtbare und unsichtbare Bild, das in der Nachbarschaft der *Schlüsselbilder* liegt, muss sich in der Struktur neu positionieren“ (ebd., 18). Das fMRT-Bild schafft somit neue Sichtbarkeiten, deren Ordnungen sich durch eine *politische Ästhetik* bestimmen – einen Begriff, den ich in Anlehnung an Jaques Rancières Aufsatz *Die Ästhetik als Politik* (2007) verwende. Darin beschreibt Rancière die ästhetische Dimension als ein Feld von Sag- und Sichtbarkeiten in einer gesellschaftlichen Ordnung. *Politische Ästhetik* wird bei Rancière als strukturierende Logik verstanden. Sichtbarkeit ist für ihn alles, was abgebildet werden kann, und alles, was abgebildet werden kann, ist einer spezifischen Ästhetik verpflichtet. So ist die Frage nach Sichtbarkeiten eine politische, da sie eingebunden ist in gesellschaftliche Deutungsangebote und Darstellungstechniken. Ästhetik ist die politische Voraussetzung, die unsere sinnlichen Erfahrungen definiert und die bedeutsame Erscheinungsformen ermöglicht. Das Politische der Rancièreschen Ästhetik besteht darin, dass sie das Ergebnis von Aushandlungsprozessen über gesellschaftliche Räume und den daraus sich ergebenden Sichtbarkeiten darstellt:

„Die Politik ist nämlich nicht die Ausübung der Macht und der Kampf um die Macht. Sie ist die Gestaltung eines spezifischen Raumes, die Abtrennung einer besonderen Sphäre der Erfahrung, von Objekten, die als gemeinsam und einer gemeinsamen Entscheidung bedürftig angesehen werden, von Subjekten, die für fähig anerkannt werden, diese Objekte zu bestimmen und darüber zu argumentieren.“ (Rancière 2007, 34)

Damit schafft Rancière ein Verständnis von Ästhetik, die das Sichtbare – in diesem Falle das fMRT-Bild – radikal kontextualisiert und damit neue Fragen an das Bild eröffnet, denen in dieser Arbeit nachgegangen werden soll.

In diesem Buch wird es konkret um das *Schlüsselbild* der statistischen Karte des denkenden Gehirns (fMRT-Bild) gehen. Das fMRT-Bild ist dann nicht mehr als statische Repräsentation von Etwas zu verstehen, sondern als Produkt einer spezifischen *politischen Ästhetik*, das eine aktive Rolle im Wissensgenerierungsprozess über den Menschen im Labor inne hat. Sabine Hark definiert Bilder als „im Latour’schen Sinne ‚Akteure‘, nicht passive Objekte der Betrachtung, aber auch nicht souveräner Ursprung von Handlung“ (Hark 2011, 53). Bilder sind Akteure in dem Sinne, dass sie nicht einfach etwas abbilden,

„was jenseits von ihnen ist, sie schaffen erst das, was sie uns zu sehen geben. Bilder intervenieren, sie vereindeutigen, sie stellen her, was sie zeigen, sie sind beteiligt am Umschlag von (anzweifelbarem) Wissen in (unhintergehbare) Faktizität, an der Transformation von subjektiven in objektiven Sinn, an der Produktion und Stabilisierung wissenschaftlichen Wissens.“ (Hark 2011, 54)

Bilder mit William J.T. Mitchell (2008b, 22) und Hark als Akteur\_innen, „die etwas wollen“, zu verstehen, öffnet den Blick für die unterschiedlichen Bedingungen, dem das Bild in der Herstellung und der Rezeption unterliegt. Übertragen auf die Frage nach Untersuchungsmöglichkeiten funktioneller Magnetresonanztomographie-Bilder bringt der Akteur\_innen-Status der Bilder, Aspekte aus der Bildtheorie und der wissenschaftskritischen Technikforschung zusammen. Denn auch in den feministischen Science and Technology-Studies Untersuchungen technischer (Labor-)Objekte, wie sie etwa von Donna Haraway (2004) und Karen Barad (2007) vorgenommen werden, erhalten Laborobjekte einen Akteur\_innen-Status. Ebenso wie bei der *politischen Ästhetik* bestimmt sich der Akteur\_innen-Status von (Labor-)Objekten durch eine konsequente Rückbindung an die sie hervorbringenden Apparaturen. Mit Karen Barad können die funktionellen MRT-Bilder als temporär, instrumentell und intra-aktiv hergestellte Phänomene einer Laborrealität verstanden und gleichzeitig mit dem Fokus der Visualität und ihren *visuellen Logiken*<sup>2</sup> (Burri 2008) analysierbar gemacht werden. Das Verständnis der Bilder als Phänomene erlaubt es, sie als temporäre Erschei-

---

2 Den Begriff der *visuellen Logik* in Bezug auf die spezifischen epistemischen Argumentationsweisen apparativer Bilder habe ich zuerst bei Regula Burri (2008) kennengelernt. Entsprechende Begriffe, die Visualisierungen als eine spezifische, eigenen Logiken unterworfenen Praxis der Sinnerzeugung verstehen, finden sich bei Heßler/Mersch (2009), die von einer *Logik des Bildlichen* sprechen, oder bei Schnettler/Pötzsch (2007), die den Begriff des *Visuellen Wissens* verwenden.

nungen zu verstehen und somit ihre unterschiedliche Kontextualisierung im Prozess ihrer Herstellung nachzuzeichnen.

Mit dem Verständnis des fMRT-Bildes als apparativ hergestelltes Phänomen lassen sich folgende Fragen formulieren: Woran sind Herstellungsprozesse gekoppelt, die in bestimmten Zeiten spezifische Sichtbarkeiten hervorbringen? Welchen epistemischen Wert nehmen sie in der Laborarbeit für die Wissenschaftler\_innen ein? Wie kann die Art von Wissen gefasst werden, die mit und durch die Bilder in den Laboren über das Gehirn produziert werden? Basiert die funktionelle Magnetresonanztomographie auf einer *visuellen Logik*, die sich anhand der verschiedenen Apparaturen der Technik nachweisen lassen? Und welche Bedeutung hat das für die Art des Wissens, das mit der funktionellen MRT generiert werden kann? Diesen Fragen werde ich mit Hilfe der Resultate aus meiner teilnehmenden Beobachtung und der von mir geführten Interviews am Max-Planck-Institut für Hirnforschung in Frankfurt am Main nachgehen.

## 1.2 DAS FMRT-BILD

„A new visual culture redefines both what it is to see, and what there is to see.“

BRUNO LATOUR 1990, 30

Funktionelle Magnetresonanztomographie ist ein bildgebendes Verfahren. Bildgebende Verfahren zeichnen sich dadurch aus, dass sie kein originäres Relatum in ein Bild übersetzen – abbilden –, sondern dass die Methode einen Vorgang visualisiert, den sie gleichzeitig als Phänomen erst herstellt. Die aufwendig generierten Bilder sind Ergebnisse eines indirekten Verfahrens und nicht, wie etwa die Fotografie, die Abbildung von etwas Bestehendem. Damit soll hier nicht der konstruierende Charakter anderer Medien – wie Fotografie, Film etc. – negiert werden, es soll aber der Unterschied von digitalen apparativen Bildern hervorgehoben werden, deren Konstruktionsprozess sich von abbildenden Techniken unterscheidet. Alexander Grau hat diesen Umstand für die Leser\_innenschaft der *Frankfurter Allgemeinen Zeitung* etwas provokant anhand einer Analogie formuliert:

„Wenn ich eine Mohrrübe fotografiere, reflektiert sie dabei die elektromagnetischen Wellen eines gewissen Spektrums, die durch den Linsenapparat auf den Film fallen und dort ein Abbild erzeugen. Bei der Entwicklung des Films entsteht dann ein Foto, das einen Gegenstand zeigt, der die Konturen einer Mohrrübe hat und Licht in einem ähnlichen Spektralbereich reflektiert. Abstrakt ausgedrückt ist das Foto der Mohrrübe also ein Zeichen, das kausal verursacht wurde, für etwas steht (nämlich eine Mohrrübe) und dem Abgebildeten ähnlich sieht. Bilder bildgebender Verfahren sind dagegen keine Fotos. Zwar sind auch sie kausal verursacht, doch werden sie mittels einer Unmenge an Vorwissen erzeugt. [...] Zeichentheoretisch haben sie mit einem Gemälde mehr zu tun als mit einer Fotografie. Zeichentheoretiker würden sagen: Gemälde oder Tomographenbilder sind Symbole. Als solche zeichnen sie sich dadurch aus, dass ihnen ihre Bedeutung nicht aufgrund ihrer Referenz, sondern durch soziale Festlegung zukommt. Da symbolische Bilder also im Wesentlichen durch ihren Bilderkontext und die sie umgebende Kultur bestimmt sind, eröffnen sie unglücklicherweise einen weiten Interpretationsraum.“ (Grau 2003b, 71)

Das ‚fertige‘ fMRT-Bild hat einen aufwendigen Herstellungsprozess hinter sich, dem viele Vorannahmen, mathematische Algorithmen, spezifische Techniken und subjektive Entscheidungen vorangehen. Die farblichen Markierungen, die in die anatomischen Strukturen eingeschrieben werden, sind Zahlenwerte, die Produkte statistischer Rechenformeln sind. Die Wissenschaftler\_innen, die mit fMRT arbeiten, beschreiben die Bilder deshalb auch als statistische Karten. Im folgenden Abschnitt werde ich kurz ein fMRT-Bild, Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit, beschreiben. Wie sehen die Bilder aus, die ich mit fMRT-Bild, statistischer Karte, Visualisierung oder einfach nur dem Bild der funktionellen Magnetresonanztomographie bezeichne?

Das typische Bild einer statistischen Karte der fMRT zeigt einen schwarzen Hintergrund, in dessen Mitte die Anatomie eines Gehirns in Grauwerten angezeigt wird. Die Hirnanatomie stellt zumeist nur eine Schicht des Gehirns dar, in der die Hirnaktivität lokalisiert wurde. Es gibt drei verschiedene Perspektiven, aus der eine Schicht der Hirnanatomie angezeigt werden kann: die axialen Schichten zerteilen das Gehirn von oben nach unten, die koronalen Schichten von vorne nach hinten und die sagittalen Schichten zergliedern das Gehirnscheibchenweise von links nach rechts. Im Bereich der abgebildeten anatomischen Schicht sind, abhängig vom Untersuchungsergebnis, einzelne Teile farbig markiert. Sie geben die Regionen im Gehirn an, in denen eine mögliche Denkkaktivität gemessen wurde. Die für die Markierung verwendeten Farben decken in den meisten Fällen eine Farbskala von Dunkelblau über Grün bis Gelb, Orange und einem tiefen Rot ab. Dabei bedeutet Rot ‚viel Denkkaktivität‘ und Blau ‚wenig‘ oder sogar so genannte ‚negative‘ Aktivität. Im Labor werden diese Visuali-

sierungen zunächst nur für die einzelnen gescannten Proband\_innen auf dem Bildschirm angezeigt; erst im weiteren Auswertungsprozess werden die Daten der verschiedenen Proband\_innen als gemittelte Werte in die statistischen Karten eingezeichnet.<sup>3</sup>

Ausgangspunkt dieser Arbeit sind die Bilder des Labors, die Visualisierungen, die die großen Datenmengen in Bildpunkte umsetzen, um den Wissenschaftler\_innen zunächst ein erstes sowie ein weiterführendes Verständnis der Daten zu vermitteln. Die Visualisierungen ordnen die generierten Daten und strukturieren das über sie erlangte Wissen.

Über den Umgang mit Bildern in meiner Arbeit möchte ich einleitend folgendes festhalten: Zu Beginn dieser Arbeit war ich überzeugt davon, dass keine Bilder im schriftlichen Teil der Arbeit vorkommen sollen. Immerhin liegt eines der gesteckten Ziele dieses Textes im kritischen Umgang mit Bildern, vor allem mit jenen, die im Kontext der Wissensgenerierung aufgerufen werden. Der unbedachte Rückgriff auf Bilder zu Illustrationszwecken eines Phänomens aus den Naturwissenschaften ist oft der einfachere, schnellere und manchmal – wie ich gelernt habe – sogar der einzige Weg. Meine Abkehr vor der völligen Negierung von Bildern im Schriftteil bedingt sich durch die hohe Verbreitung von visuellen Modellen in der Naturwissenschaft. Die verwendeten Bilder in dieser Arbeit sollen das Geschriebene veranschaulichen, nicht unbedingt erklären, denn die Erklärung liegt im Text selbst. Die Bilder dokumentieren eine Welt, die für viele unbekannt und somit auch kaum vorstellbar ist. Ich bin mir darüber bewusst, dass die Verwendung von Abbildungen eine verobjektivierende und professiona-

---

3 In Publikationen lassen sich seit der Entwicklung von Auswertungsprogrammen, die sich auf die Visualisierung der Studienergebnisse spezialisiert haben, auch abweichende Darstellungen finden. Eine Modifizierung in der Darstellung von Hirnkarten ist etwa, die Hirnanatomie aufzufächern und die Furchen und Wölbungen (Sulci und Gyri) hellgrau und dunkelgrau einzufärben, um die Strukturen des Gehirns abstrahiert anzeigen zu können. Eine weitere ist das digitale Aufziehen der Hirnstruktur auf die Form eines Balls. Der Vorteil dieser Darstellungen liegt in der Möglichkeit, über das flächige Aufziehen der Hirnrinde, größere, sich über mehrere Schichten ausdehnende Bereiche, anzuzeigen. Ästhetisch zeichnen sich diese Variationsformen der statistischen Hirnkarten meist dadurch aus, dass die Hirnanatomie auf weißem Hintergrund angezeigt wird und dass die Hirnkarten konstruierter aussehen und damit als weniger individualisiert wahrgenommen werden. Die beiden letztgenannten Darstellungen beinhalten zusätzliche, auf die Darstellung der anatomischen Hirnschichten auf schwarzem Hintergrund aufbauende, Arbeits- und Abstraktionsschritte.

lisierende Tendenz in sich birgt, deren Inanspruchnahme jedoch leider an manchen Stellen unvermeidbar ist.

### 1.3 AUFBAU DER ARBEIT

*...Dem Gehirn beim Denken zusehen? Sicht- und Sagbarkeiten in der funktionellen Magnetresonanztomographie* folgt dem klassischen Aufbau einer wissenschaftlichen Arbeit: Theorie, Methodologie und Methode, Empirie und Schlussbemerkung. Im ersten Teil des Buches, im Kapitel *Zur Kontextualisierung des Phänomens fMRT*, werden anhand einer ideengeschichtlichen Auseinandersetzung die historisch und technischen Bedingungen beschrieben, die in letzter Konsequenz zum bildgebenden Verfahren geführt haben. Dieser geschichtliche Einstieg zeigt die epistemischen Verschiebungen, konzeptionellen und diskursiven Entwicklungen, die der funktionellen Magnetresonanztomographie vorausgingen. Damit wird es möglich, die historischen Voraussetzungen der *politischen Ästhetik* und die Sichtbarkeitsräume der funktionellen Magnetresonanztomographie zu bestimmen. Im Abschluss des zweiten Kapitels wird das Verständnis auf Laborphänomene und der theoretische Werkzeugkasten des *Agential Realism* vorgestellt. Das dritte Kapitel widmet sich den in dieser Arbeit verwendeten Erhebungs- und Auswertungsmethoden, die es *zur Untersuchung des Phänomens fMRT* braucht. Für die Auswertung wurde zum einen der *Agential Realism* von Karen Barad als übergeordneter theoretischer Rahmen angewendet; dieser findet in der Fokussierung auf Visualität des Untersuchungsgegenstands eine Spezifizierung. Im zweiten Teil des Buches werden *die Produktionsapparaturen des Phänomens fMRT* unter Berücksichtigung der Auswertung meines empirischen Materials beschrieben. Zu Beginn des zweiten Teils wird mittels eines historischen Abriss in die Produktionsbedingungen der funktionellen Magnetresonanztomographie eingeführt. Im weiteren Verlauf unterteile ich den Visualisierungsprozess in fünf Schritte, um einen übersichtlichen Zugang zum Material zu schaffen. Wie Barad in Anlehnung an Niels Bohr formuliert, kann es keine Interpretation des Phänomens unabhängig von seinen Herstellungsapparaten geben. Mit diesem methodischen Werkzeug im Gepäck mache ich mich auf die Suche nach *visuellen Logiken* der funktionellen Magnetresonanztomographie in ihren Konzepten und Laborinstrumentarien.