

Imagination, Multimodalität und verkörperte Interaktion. Eine Erörterung von Klang und Bewegung in zwei Fallstudien der Magnetresonanztomografie in Labor und Klinik

LISA CARTWRIGHT/MORANA ALAČ

In diesem Projekt verknüpfen wir die Analyse multimodaler Interaktion (z.B. Goodwin 2000a, 2000b; Heath/Hindmarsh 2002) in einem Labor für Magnetresonanztomographie (MRT) mit einer Interpretation einer Patientenerfahrung im klinischen MRT-Kontext. Wir ziehen die gemeinsame Konstruktion von Bedeutung und Erfahrung in diesen beiden Kontexten in Betracht und konzentrieren uns dabei auf intersubjektive Inszenierungen von Imaginations (Murphy 2004, 2005; Nishizaka 2000, 2003) zwischen Forschern sowie zwischen Patient und medizinisch-technischem Assistenten (MTA) (zur Imagination am Arbeitsplatz vergleiche auch Suchman 2000). Wir behaupten, dass Bedeutung räumlich und intersubjektiv in verkörperlicher Praxis folgendermaßen inszeniert wird: durch Gesten (die in manchen Fällen akustisch wie auch visuell wahrgenommene Ereignisse sein können), Versprachlichung (akustische Ereignisse, die linguistisch oder nichtlinguistisch sein können), Beziehungen zwischen Blick und Körperposition und das Aushandeln von Repräsentationen und instrumentalen Modalitäten in den Umgebungen des MRT-Labors oder der MRT-Klinik (Alač 2005, 2006; Alač/Hutchins 2004). Akteure in den von uns betrachteten Bereichen von Inszenierungen schließen Körper, Geräte, Repräsentationen und den Raum der Imagination mit ein.¹

Unser Interesse gilt insbesondere dem, was nicht ausdrücklich in den visuellen Bildern auftaucht, die Forscher im Labor beobachten, sondern was erschlossen wird – kurz gesagt, was Forscher auf der Basis der Bilder

imaginieren. Wir behaupten, dass die Inszenierungen einer Handlung, von der sich Forscher vorstellen, das Objekt ihrer Forschung habe sie ausgeführt, die sie aber nicht direkt beobachtet haben, eine Betrachtung wert sind, und zwar unter der Frage, was sie uns über die Funktion der Imagination in der Produktion von Bedeutung und in der Konstruktion der Repräsentation des Objekts der Forschung in Labor und Klinik sagen. Unser Beitrag ist somit der Versuch, die Idee der Imagination des Forschers und des Objekts der Forschung als bedeutsame Komponenten von Laboruntersuchungen einzuführen. Zudem betonen wir, dass die Inszenierungen durch Forscher oder MTAs eines imaginierten Prozesses, den ein anderer Körper innerhalb der Vakuumröhre durchläuft – eine Inszenierung, die vor MTAs, Auszubildenden oder wissenschaftlichen Mitarbeitern aufgeführt wird – einen weiteren wichtigen repräsentierenden und imaginierten Aspekt von Arbeitsprozessen in Klinik und Labor bilden. Verkörperlichte Inszenierungen und Verbalisierungen sind Elemente, die wir empirisch beobachten und analysieren können, um uns den Aspekten zu nähern, welche unbeobachtete Handlungen oder die unsichtbaren Gefühle eines anderen, wie die Forscher sie gemeinsam imaginieren, sichtbar machen. Unsere Betonung liegt somit teilweise auf den Körpern der Forscher, die mit Elementen im visuellen, räumlichen und akustischen Bereich interagieren, um das innere Bild eines anderen, abwesenden Körpers zu inszenieren, den sie dadurch besser zu verstehen hoffen. Dies erfordert eine Analyse, die Bewegungen, Aussagen und Beziehungen zwischen Körpern im visuellen Bereich berücksichtigt, sowie Daten wie etwa Bilder, Texte, Diagramme und Computermonitore. Denn die Beobachtung dieser Schauplätze hilft zu verstehen, was außerhalb unserer Reichweite liegt: nämlich die Natur unserer Imagination. Bewegung ist nicht nur deshalb wichtig für unsere Erörterung, weil die beiden diskutierten Fallstudien die Interpretation von fMRI-Bildern (funktionelle Magnetresonanz) beinhalten,² sondern auch weil in anatomischer MR-Bildgebung die Bewegungen des Objekts in der Vakuumröhre, imaginiert oder in Bildern sichtbar, von großem Interesse für diejenigen sind, die die MR-Daten auswerten.

Wenn wir den Begriff ›Imagination‹ hören, verstehen wir darunter normalerweise die Bilder und Ideen, Empfindungen und symbolischen Repräsentationen, die ein Individuum hat, wenn er oder sie durch verkörperlichte Sinneswahrnehmungen zu einem Verständnis von Objekten, anderen Personen und Erfahrungen in der Welt kommt. Der Ort der Imagination wird normalerweise im Geist des Individuums lokalisiert, wobei die Kommunikation zwischen Individuen als Weg dient, Empfindungen oder symbolisches Material zu externalisieren und intersubjektiv zu kommunizieren. Wir neigen dazu, die Imagination in Bezug auf Kunst und kreativen Ausdruck, aber nicht auf wissenschaftliche Praxis zu diskutieren. Finke, Ward und Smith (1993) beschreiben die Imagination derartig, dass sie die verbale ebenso wie die visuelle Natur imaginierter Entitäten betonen und

hervorheben, dass die Imagination zur Produktion von Neuem führt und sich nicht in der Erinnerung von etwas bereits Bekanntem erschöpft (wie Erinnerungsprozesse). Für sie ist die Imagination

»der Prozess, durch den Menschen neue Objekte, Situationen, Ereignisse usw. mental herstellen. Sie ist in dem Sinne umfassender als mentale Bildlichkeit als diese imaginierten Entitäten zwar die Form mentaler Bilder annehmen können, aber nicht müssen. Das Imaginierte kann auch in der Form verbaler Beschreibung existieren. Die Imagination ist zudem insofern restriktiver als die mentale Bildlichkeit, als sie die Herstellung von Neuem einschliessen muss, wohingegen gewissen Manifestationen mentaler Bildlichkeit rein erinnernd sein können.« (Finke et al. 1993: 115)

Wir übernehmen die Erweiterung des Blickwinkels von der mentalen Bildlichkeit zum Verbalen ebenso wie die Betonung der Funktion der Imagination jenseits von Erinnerung. Jedoch orientieren wir unseren Gebrauch des Imaginationskonzepts in einigen Weisen anders. Erstens betonen wir, dass die Imagination radikaler multimodal und zudem stärker dynamisch, inter-subjektiv und gemeinsam konstruiert ist, als das Modell der Bilder und Worte es erlaubt.³ Zweitens stellen wir, zusammen mit Murphy (2004, 2005) und Nishizaka (2000, 2003), die Idee in Frage, dass der Geist den Austragungsort der Imagination bildet. Der Prozess der gemeinsamen Konstruktion der Imagination geschieht in den Situationen, die wir unten beschreiben, auf höchst flexible und interaktive Weise zwischen Forschern oder klinischen Technikern, während sie MR-Daten produzieren oder analysieren; jedoch enthält er auch andere aktive Handelnde, die die gemeinsame Konstruktion der Imagination über die Modelle von Konversation und menschlicher Kommunikation hinaus bewegen. Soziologen und Anthropologen der Laborpraxis haben gezeigt, dass nicht nur Patienten und Objekte von Forschung als Handelnde in die vernetzten Prozesse der Laborarbeit mit lebenden menschlichen Körpern mit eingeschlossen sind, sondern auch repräsentierende Daten, Instrumente, Technologien, Wissensbereiche des Forschungsfeldes, auf die stillschweigend oder ausdrücklich zugegriffen wird, und viele weitere Entitäten und Artefakte (Pickering 1992, 1995; Knorr-Cetina 1999; Latour 1999).⁴

Zweitens betonen wir, dass die Metapher des mentalen Bildes (Descartes [1642] 1984), Wurzel des Begriffs der Imagination, uns keine adäquaten Mittel an die Hand gibt, um andere sinnliche Formen der Inszenierungen durch die Imagination, die das Verbale einschließen und darüber hinausgehen, zu beschreiben. Diese beinhalten nicht-verbale Versprachlichungen und Klänge, die taktilen und gefühlten Aspekte von verkörperlicher Interaktion und die intersubjektive Inszenierung von Gesten, Körperbewegungen und Blicken, welche den Beziehungen von Körper und Raum eine Form verleihen (Alač 2005, 2006; Alač/Hutchins 2004). Diese Erfahrungen werden nicht ganz von der Idee des ›Bildes‹ erfasst, das im

Zentrum des Begriffs der Imagination steht. In seinem Buch über die moralische Imagination und die Implikationen der Kognitionswissenschaften für die Ethik bemerkt Mark Johnson: »die Metapher ist einer der Hauptmechanismen der imaginativen Kognition« (Johnson 1993: 33; vgl. auch Johnson 1987, 1991; Fauconnier/Turner 2002). Wir behaupten, dass, was der Forscher ›imaginiert‹, ob es als Imagination in einem mentalen Bild (Pylyshyn 1973; Fodor [1975] 1981; Kosslyn 1980; Tye 1991), verbale Beschreibung (Finke et al. 1993) oder Metapher (Johnson 1987, 1991) verstanden wird, im Raum der Interaktion durch Modalitäten und Repräsentationen seine Form annimmt, die weit über diese bekannteren Formen hinausgeht und nicht-verbale Versprachlichungen, Gesten und verkörperliche Interaktionen einschließt. Zudem können sich diese einer strikt verstandenen Signifikation entziehen. Diese Prozesse entfalten sich zwar in sozialen Interaktionen, unser Argument ist aber nicht die schlichte Feststellung, dass sie deshalb sozial oder kulturell konstituiert werden und nicht streng mental sind. Wir bleiben an Aspekten der Interaktion interessiert, die in materieller Interaktion geschehen, die sich aber, streng genommen, dem Bereich gemeinsamer Repräsentation und intersubjektiver Bedeutung entziehen. Mit unserer Methode betonen wir, dass das, was als mental oder zum Mentalen gehörend erfahren wird, und was gefühlt wird, ohne dass es als bewusst wahrgenommene Bedeutung erkannt wird, von entscheidender Bedeutung bleibt, selbst wenn wir den Blick auf den Raum sozialer Interaktion, des Wissens und der Bedeutungsproduktion richten.

Drittens interessiert uns das Konzept der historischen Verbindung der Imagination zu dem, was ›nicht wirklich‹ ist, was nur an einem Ort im Geist existiert, den wir als ›die Imagination‹ identifizieren oder als platonische Idee mentaler Vorstellungen, als Repräsentationen des Wirklichen.⁵ Vorstellungen, multimodal und intersubjektiv produziert, so behaupten wir, sind ein starker Aspekt in der Entwicklung der Produktion von wissenschaftlichem Wissen und Bedeutung, auch wenn die Imagination diese Verbindungen des Vorgestellten und ›Nicht-Wirklichen‹ mit sich bringt.⁶ Es ist nicht unser Ziel zu zeigen, dass die Imagination uns dabei hilft, zum Wirklichen oder zu Wissen und Bedeutung vorzudringen, sondern wir wollen stattdessen den mehrdeutigen und komplexen Ort der Imagination als konstitutive Komponente des Realen und der Bedeutung in diagnostischen und forschungsbasierten Interpretationspraktiken enthüllen.

Zuletzt behaupten wir, dass für die intersubjektive Produktion der Imaginationen nicht notwendigerweise entweder die bewusste Einbeziehung oder die physische Präsenz jedes involvierten Handelnden nötig ist. Zum Beispiel muss der Forscher eine Geste oder Verbalisierung nicht bewusst durchführen, damit diese Bewegung oder Äußerung Bedeutung annimmt und im gemeinsamen Raum, in dem Bedeutung produziert wird, Folgen hat. Ein Objekt von Forschung oder ein Patient, der abwesend ist, wenn Forscher oder Techniker seine MR-Daten analysieren, ist nichtsdes-

totrotz als Handelnder in der gemeinsamen Konstruktion der Bedeutung seines Datensatzes anwesend. Er kann im Analyseprozess, der sich um seine MR-Daten entwickelt, als lebender, anwesender, aktiv Handelnder mit eigenem Willen konstruiert, also imaginiert werden.

Die folgenden zwei Fragen behandeln wir in unserer Erörterung: Wann wird das Objekt von Forschung oder der Patient im Prozess der Interpretation seiner eigenen MR-Daten sichtbar und präsent? Wie geschieht dieses ›Sichtbarmachen‹? Unser Projekt unterscheidet sich von anderen neueren Studien zur Magnetresonanzbildgebung (MRI) dadurch, dass wir versuchen, die Subjektivität des Objekts der Forschung oder Patienten ins Blickfeld zu rücken. Jedoch tun wir dies nicht, um das Subjekt in einem realistischen oder humanistischen Sinn zu konstruieren, etwa als Subjekt, dessen Humanität aus dem Gesamtbild des Laborumfelds ausgeklammert wird, sondern um die verkörperliche Präsenz und Handlungsfähigkeit des menschlichen Subjekts als immer in Labor- und Klinikprozessen vorhanden zu betonen. Wissenschaftliche Arbeit an MRI in der Soziologie und Anthropologie tendierte dazu, sich auf die Gehirnbildgebung zu konzentrieren, und nimmt den Status des Gehirns als dem konzeptuellen Ort dessen auf, was es im gegenwärtigen Forschungs- und Alltagskontext bedeutet, *menschlich* zu sein (Roepstorff 2001; Beaulieu 2002, 2004; Dumit 2004). In den von uns diskutierten Prozessen sind Gehirn und Rückenmark aus genau diesem Grund ebenso die Objekte des Interesses. In den Interaktionen, die wir beschreiben, ist allerdings das, was wir unter den praktizierenden Ärzten produziert sehen, eine imaginierte Vorstellung des menschlichen Subjekts als einem ganzen Körper und ein bewusstes Subjekt, dessen Bewegungen Handlungsfähigkeit bedeuten, selbst wenn das Gehirn oder Rückenmark die isolierten Objekte wissenschaftlichen oder klinischen Interesses sind. Zudem denken die Ärzte an ihre eigenen Körper, um die Körper, die sie untersuchen, zu verstehen und Bedeutung und Wissen über sie zu konstruieren. Zum Beispiel inszenieren Forscher, wie wir meinen, während ihrer Interpretation von Daten oft, was sie sich als Bewegungsablauf des vorgestellten Körpers, der sich im Bildgebungsprozess selbst inszeniert, vorstellen, und sie betrachten die Dokumentation dieser Inszenierung im Nachhinein, nachdem der Körper nicht mehr im Labor oder der Klinik ist. Zusätzlich zur Bildgebung führen sie auf der Basis der Dokumentation dessen, was der Körper tatsächlich tat, Ideen über die Arten von Körperverhalten und -bewegung ein, die man von einem Objekt der Forschung erwartet. In den von uns besprochenen Beispielen werden die Präsenz des Körpers und seine Handlungen, die als durch das Subjekt motiviert verstanden werden, von Forschern als konstante Probleme erfahren, die negiert, bewältigt, und letztlich in Labor und Klinik in Analysen aufgelöst werden müssen.

Wir besprechen den äußeren Ausdruck der Imagination in zwei Beispielen, die miteinander verknüpft werden. In einem Fall wird von For-

schern und MTAs die Erfahrung, die ein anderer Körper – der Körper des Objekts der Forschung oder Patienten – mit dem sie arbeiten, während eines MRI-Vorgangs gemacht hat, imaginiert und inszeniert, um Bilder oder Daten aus Forschung und Klinik zu interpretieren und kommunizieren. In einem anderen Fall stellen wir einen Prozess dar, in dem das Objekt von Forschung in der Röhre sich selbst als in Beziehung zu einem anderen menschlichen Subjekt konstituiert vorstellt, nämlich die MTA, die den Bildgebungsprozess durchführt und die die Inszenierung des Patienten oder Objekts von Forschung in der Maschine veranlasst und inszeniert. Im Folgenden interpretieren wir diese beiden Szenen der Inszenierung des Imaginierten, wie sie multimodal und intersubjektiv aufgeführt werden. Diese Handlung findet in Labor oder Klinik statt, und sie schließt auf wichtige Weise den Raum innerhalb der Vakuumröhre mit ein, der den abzubildenden Körper beinhaltet. Das Innere der Vakuumröhre ist ein ungenügend betrachteter Ort physischer Erfahrung, Beobachtung und Aktivität, der eine Szenerie von gelegentlich intensiver Imagination und Spekulation durch MTAs oder Forscher ist, auch wenn es ein Raum ist, den sie in vielerlei Hinsicht nicht sehen können.

Verkörperliche Darbietung, Formen der Versprachlichung und Verbalisierung zwischen Subjekten, die untereinander MR-Bilder interpretieren, sind Elemente, die wir empirisch beobachten und analysieren, um den Verlauf des individuellen und kollektiven mentalen Bildes, das Forscher sich vom unbeobachteten Handeln oder Fühlen eines Anderen machen, zu erkennen. In unserer Erörterung zu den Forschern liegt die Betonung auf Körpern, die mit visuellen Elementen interagieren, um ein inneres Bild eines anderen außen darzustellen, in der Hoffnung, dessen Bewegungen besser zu verstehen oder zu kommunizieren. Wir interpretieren die Bewegungen, Äußerungen und körperlichen Beziehungen, die im visuellen Bereich von Forschern durchgeführt werden, während sie in Teams daran arbeiten, die Bilder vor ihnen zu sehen und zu interpretieren, während das Objekt der Forschung, dessen Bilder interpretiert werden, körperlich abwesend ist.

In unserem ersten Fall, der Erörterung von Interaktion zwischen Forschern, liegt die Betonung teilweise auf den pädagogischen Aspekten der Interaktionen, in denen der Prozess der Inszenierung der Produktion eines Bildes und seiner Interpretation eine Anleitung und angeleitete Durchführung zwischen Experten und Anfängern erfordert. Wir folgen dem Interaktionsprozess, in dem Forscher gemeinsam vor einem Computermonitor sitzen und in Richtung ihrer eigenen Körper und der Körper ihrer Kollegen blicken und gestikulieren, während sie gemeinsam nicht nur eine Bedeutung des MR-Körperbildes vor ihnen herstellen, sondern ihr auch innewohnen. Wir nehmen an, dass weder der Experte stets anleitet noch dass der Anfänger keine Interpretations- und Definitionshandlungen vornimmt. Die Beziehung von Experte und Anfänger ist flexibel und verschiebt sich. Was uns interessiert, sind nicht nur die beiden Körper der Forscher und ih-

re variable Interaktion, sondern die mehrdeutige Beziehung, die auch den Bildschirm und die mentalen Projektionsflächen der Forscher umfasst, und ebenso den imaginierten, abwesenden Körper, dessen Repräsentation diesen Flächen innewohnt und dessen Inszenierung das Objekt des Interesses der Forscher ist. In multimodalen Studien von Konversationen am Arbeitsplatz und in der Laborpraxis betonte Charles Goodwin, Forscher der angewandten Linguistik, dialogische Aktivität zwischen mehreren Parteien, Gesten und Inszenierung als Aspekte, die sorgfältig in Betracht gezogen werden müssen. Seine Studien über multimodale semiotische Interaktion am Arbeitsplatz und in der Laborpraxis schlossen visuelle Belege als empirische Dokumentation von Interaktionen ein. In einigen Fällen wurden Diagramme, Tabellen und Bilder, die in der Analyse dieser Kontexte betrachtet werden müssen, als Modalitäten einbezogen. Wir stützen uns auf die Vorgehensweise der multimodalen Laboranalyse, die Goodwin verwendet (2003a, b, c). Unsere Methode unterscheidet sich von seiner allerdings dadurch, dass wir die Imagination als entscheidendes Element der Kommunikation in Labor und Klinik betonen. Wir beziehen uns auf unsere jeweiligen Forschungs-Schwerpunkte als einer Forscherin, die in Semiotik und Kognitionswissenschaft ausgebildet ist und im Modus der ethnographischen Dokumentation von Laborpraxis arbeitet (Alač), sowie als einer Kommunikations- und Medienwissenschaftlerin, die zu qualitativen Methoden visueller Analyse arbeitet (Cartwright), um eine Diskussion zu führen, die sich über beide Bereiche erstreckt.

Körper werden in unserer Darstellung als Elemente betrachtet, die semiotisch und affektiv im visuellen Bereich agieren, und die in diesem Bereich mit nicht-menschlichen Dingen interagieren, um dem MR-Bild Bedeutung zu verleihen. Unsere Darstellung basiert auf empirischen Beobachtungen dieser Aspekte der Erfahrung in Klinik und Labor, die am wenigsten greifbar sind. Dennoch wollen wir uns diesen über die greifbaren Aspekte der psychischen Beziehung zwischen Gesprächspartner und Handelndem, menschlichen und nicht-menschlichen Wesen, und durch die greifbare Inszenierung der imaginierten Aktivität oder des Gefühls, die in dieser Situation gemeinsam konstruiert werden, nähern. Dies erfordert nicht nur, die Aufmerksamkeit auf Repräsentationen von Sprache und Daten zu richten, wie man es von einer semiotischen Analyse erwarten würde, sondern auch auf Verbalisierung, Gestik, Körperpositionierung und intersubjektive Bewegung – Elemente des Dialogischen, die sich jenseits von Repräsentation und Bewegung befinden.

Klang und Bewegung stellen nützliche Ausgangspunkte für die Diskussion von Visualität in der wissenschaftlichen Praxis dar. Magnetresonanz wurde in der Geschichte dieser Technologie zumeist mit Bildgebung assoziiert. Klang ist allerdings ein phänomenologisch durchdringender, ja sogar aufdringlicher Teil dieser Modalität. Er ist nachdrücklich in der Produktion von MR-Daten präsent. Studien zu MRI betonten die Interpretati-

on aufgezeichneten Bildern und numerischer Datenberichte, besprachen allerdings nur in geringem Maße die akustische Erfahrung des Produktionsprozesses der MR-Daten, wie sie von Forschern, MTAs, Patienten oder den Objekten der Forschung gemacht wird. Klang ist eine bedeutsame Leerstelle in Sozialstudien zu MRI. Er ist ein wichtiger Erfahrungsaspekt für Forscher und MTAs. Klang ist ein Erfahrungsaspekt mit der Technologie für Patienten und Objekte der Forschung, die sich des Ausmaßes der Erfahrung mit Klang, die sie im Prozess machen, wohl nicht bewusst sind.

Unten führen wir eine Erörterung der akustischen Erfahrung der MR-Datenproduktion ein und besprechen die Rolle von Klang in der Inszenierung der Betreuung des Patienten während des Bildgebungsprozesses ebenso wie im Erklärungs- und Klassifizierungsprozess von MR-Daten des Forschers gegenüber einem Mitarbeiter. Unser Argument hinsichtlich des Klanges ist, dass er zwar elementar präsent ist und physisch erfahren wird, aber selten als wichtiger Faktor in Sozialstudien zur Laborarbeit mit Magnetresonanz angesprochen wird. Zweitens betonen wir, dass Klang eine Rolle als darstellendes und erklärendes Modell erfüllt, wenn der Patient oder das Objekt der Forschung betreut wird, und wenn der MR-Prozess von Forscher zu Forscher weitergereicht oder erklärt wird. Klang ist für Forscher, MTAs, Patienten und Objekte der Forschung eine empirisch erfahrene Störung im Produktionsprozess der MRI-Daten. Allerdings wird Klang nichtsdestotrotz pragmatisch als semiotische Ressource genutzt, um sich unter all diesen Gesprächspartnern in diesem Prozess untereinander über den Prozess zu verständigen. Eine *›Störung‹* wird somit eine semiotische und vermittelnde Handlungsinstantz.

Was Bewegung betrifft, die, wie wir behaupten, ebenso durch Abwesenheit charakterisiert ist: In Erörterungen cineastischer Bewegung und Zeitlichkeit ist es üblich, sich auf die Funktion der sequentiellen Anordnung von statischen Einzelbildern und die schrittweisen Unterschiede zwischen diesen Bildern als bedeutsame Faktoren zu beziehen. Bedeutung wird, wenn wir Sergej Eisensteins Gebrauch der Dialektik für Filmstudien folgen, nicht in einem einzelnen Bild, sondern in der dialektischen Kollision von Einzelbildern produziert. Forscher, die strukturelle MR-Bilder gebrauchen, um eine Reihe anatomischer Bilder zu produzieren, die eine Repräsentation einer gegebenen Struktur, wie etwa eines Gehirns, bieten, folgen gelegentlich einer ähnlichen Logik der Lektüre von Unterschieden zwischen Bildern auf ihre Bedeutung. Einige wichtige Informationen können in den Unterschieden zwischen Einzelbildern, aber nicht innerhalb eines gegebenen Bildes liegen: Das Auftauchen einer räumlichen Diskrepanz innerhalb einer gegebenen Struktur kann beispielsweise das Resultat ungewollter Bewegungen des Objekts im Scanner sein, wodurch der Forscher in die Position gerät, offbare Bewegung in einer Bildgebungsmöglichkeit zu begründen, die darauf angelegt ist, statische anatomische Formen zu dokumentieren. Untenstehend verwenden wir den Fall einer Interaktion

zwischen Forschern, die eine Diskrepanz zwischen MR-Bildern in einer Serie interpretieren, um den Nachweis von etwas (nämlich Bewegung) zu erbringen, das weder im Bild auftauchen noch in einem der Bilder an sich vorhanden sein sollte. Wir betonen, dass Bewegung eine visuelle Abwesenheit ist, ein störendes Element, das in Artefakten angedeutet wird. Es wird daher wichtig für den Prozess des Sehens der Forscher, die unaufgeforderten Bewegungen des Objekts in der Röhre zu imaginieren. Es ist von entscheidender Bedeutung für die Forscher, im Bild die aberrierenden Bewegungen zu identifizieren, die sie als vom Patienten in der Röhre ausgeführt imaginieren, und diese mit ihren eigenen Körpern darzustellen, durchzuführen und zu erfahren – Bewegungen, die die Forscher außer als Artefakt weder sehen noch klar nachweisen konnten.

Unsere Absicht in der Beschreibung dieses Prozesses ist somit der Nachweis, dass wir methodologisch in der Analyse des Visuellen nicht nur Aspekte wie Verbalisierung, Gestik, Körperbewegung und Klang einbeziehen müssen, sondern auch die Imagination, die Ereignissen, die weder gesehen noch gehört oder, außer als Absenz, belegt sind, Leben verleiht – beispielsweise in der Diskrepanz zwischen visuellen Einzelbildern oder im Falle von Klang als Nebenprodukt eines Prozesses, der numerische oder visuelle Daten produziert. Unser Argument ist nicht das bekannte, dass Wissenschaft danach strebt, das Unsichtbare sichtbar zu machen, oder dass Bedeutung gemeinsam produziert wird. Stattdessen betonen wir, dass Imagination, die intersubjektiv durch verkörperliche Inszenierung aufgeführt wird und durch Prozesse der Identifikation und Projektion interpretiert wird, ein wichtiger Aspekt der Interpretationsprozesse für Forscher, MTA und Patienten ist.⁷ Wir können auf dieses Argument hier nicht näher eingehen, wollen jedoch erwähnen, dass Studien wissenschaftlicher Visuallität zudem Fragen wie etwa die der Identifikation, des Zuschauens oder der Subjektivität als Aspekte der Erfahrung in Labor und Klinik betrachten können.

Klang als pädagogisches Handlungsmittel in der Interaktion zwischen Forschern im Labor

In einem fMRI-Scanprozess ist das Erlangen von experimentellen Daten nicht direkt von Klang *an sich* abhängig. Das ›Rauschen‹ von hohem Dezibelwert wird durch die Vibration verursacht, die durch die Interaktion zwischen dem statischen Magnetfeld und den zeitabhängigen Stromflüssen in den Kabeln hervorgerufen wird. Solche Geräusche können ein Hindernis für die Kognitionsforschung bilden, insbesondere wenn akustische anstatt visueller Reize verwendet werden (z.B. in der Forschung zum Sprachverständnis). Allerdings zeigt der folgende Auszug aus einer Ausbildung zur funktionellen (zeitbasierten, nicht statisch-anatomischen) MRI (von

Alač beobachtet), wie die Inszenierung von Klang eine wichtige Rolle in der Erlangung von Wissen und der Konstruktion einer gemeinsamen professionellen Sichtweise (Goodwin 1994) spielen kann.

Die beschriebene Interaktion ereignete sich zwischen einem neuen Mitarbeiter des Labors, Nick (N), und dem erfahrenen praktizierenden Arzt Eric (E). Der neue Mitarbeiter wurde in der Prozedur der Datenanalyse zur fMRI unterwiesen. Als Teil der Ausbildung spielte Nick die Rolle des Objekts eines Experiments: Vor der Analyse der Daten des Experiments wurde er in der fMRI-Einrichtung gescannt. In diesem Prozess sind Labormitarbeiter Subjekte, während Nick eher mit der Betrachtung und Analyse von Daten beschäftigt ist, um sein Verständnis des Vorgangs zu erweitern. Der folgende Auszug gibt einen Teil der Interaktion detailliert wieder. Die beiden Ärzte sitzen vor einem Laborcomputer. Eric erklärt Nick, wie die Daten organisiert sind:

Auszug 9.1

1. E: Okay es gibt drei Studien (0.2), die (0.1) in diesem
2. Verzeichnis waren. // Es gab,
3. N:// Drei?
4. E: Ja. (Es) = denn da ist die Lokalisierung. Erinnerst du dich,
5. Ganz am // Anfang
6. N: // Am Anfang der funktionalen Untersuchung?
7. E: Nein am Anfang der // MR-Lärms.
8. N: // Oh okay.
9. E: Du erinnerst dich, dass du eine Art Klicken gehört hast ch-ch-ch ((imitiert den Klang))
10. und dann hattest du nur ein schnelles ah ba:um, ba:um, ba:um ((imitiert den Klang))
11. und dann war es ruhig und G. sagte
12. das war das Aufwärmen und hier ist der Echte? Das ist der Lokalisierer.

Am Anfang des Scanprozesses begibt sich das Objekt des Experiments in den MRI-Scanner. Nachdem die Person ausgerichtet wurde, damit sich der Kopf im Zentrum der Magneten befindet, wird ein Lokalisierungsscan erstellt. Der Scan gibt Aufschluss über die exakte Position des Gehirns. Nick erfragt die genaue Anzahl der Studien im Verzeichnis (Zeile 3), wodurch er seine Unsicherheit über die Bedeutung des Scans des Lokalisierers zeigt.

Eric beschließt, das Geräusch des Scanners zu imitieren (Zeile 9 mit 10), anstatt eine detaillierte linguistische und technische Erklärung zu geben, was ein Scan des Lokalisierers ist und wann er durchgeführt wird. In dem seine Stimme das akustische Rauschen, das den Scanvorgang begleitete, nun nachmacht, erweckt sie für Nick eine Erinnerung an die Erfah-

rung. Eric setzt den Körper ein, um zu erklären, was der Scan einer Lokalisierung ist. Nicks Verständnis wird somit durch eine Verkörperlichung von Erics körperlichem Verständnis erlangt: Nick stellt auf Erics Aufforderung hin die Erfahrung nach, im Scanner zu sein. Der verwirrende Faktor Geräusch wird ein wichtiges Element im verkörperlichten Vorgang der Sinnproduktion unter Forschern.

Klang als Medium zwischen Patient und MTA

Hier bewegen wir uns zu einem anderen Kontext – zu unserem zweiten Fall, dem einer Patientin, der sich einem klinischen MRI-Vorgang unterzieht. Wir führen den Begriff der ›akustischen Hülle‹ [acoustic envelope] ein, um den geschlossenen Raum des Scanners zu beschreiben. Der Begriff ›akustische Hülle‹ wurde in den Schriften der Filmtheoretikerin und Historikerin Mary Ann Doane (1980) gebraucht, um die Erfahrung des Zuschauers als Zuhörer zu beschreiben, der vom Klang im Raum des Kinos eingehüllt wird. Unter Tontechnikern der Mitte des 20. Jahrhunderts ist ›akustische Hülle‹ ein Begriff, der sich auf die Grenze eines Ortes des Hörens oder der Aufnahme bezieht, und auf den Klang der umgebenden Luft darin (Burris-Meyer 1941).

Die akustische Hülle kann auch als Trennmerkmal gedacht werden, das es uns zusätzlich zum Spektrum erlaubt, einen Klang vom anderen zu unterscheiden. Wir gebrauchen das Konzept der akustischen Hülle hier in beiden Bedeutungen, um die Erfahrung des Patienten oder Objekts der Forschung im MRI-Vorgang zu begreifen. Doane zitiert den Theoretiker der Psychoanalyse Guy Rosalato und bemerkt, dass die Mittel von Klang im Kino ›gewisse Bedingungen des Verständnisses‹ etablieren, die in der intersubjektiven Beziehung von Film und Zuschauer gelten (Doane 1980: 380). Wir entleihen dieses Konzept, um es an den Raum des MRI-Vorgangs anzupassen, wo die Mittel der *Produktion* (nicht des Einsatzes) von Bildern ›gewisse Bedingungen des Verständnisses‹ zwischen Subjekten (MTA, Patient) und anderen Elementen des Systems etablieren, wodurch sie, wie wir behaupten, für diese menschlichen Subjekte eine ›akustische Hülle‹ schaffen, die sowohl den entfremdenden Verlust des verkörperlichten Selbst bedeutet als auch die Beförderung eines sicheren Raumes der Selbsterkenntnis anbietet, etwa durch Techniken wie Hintergrundmusik oder die Verkabelung des MR-Raumes für eine Konversation über Mikrofone zwischen dem Patienten in der Vakuumröhre und dem MTA außerhalb des Raumes hinter einer Schutzwand mit Fenster. Wir stützen unsere Erörterung auf eine immanente Interpretation der klinischen MR-Untersuchung.

Wir beschreiben zunächst die Natur des Klanges in dieser Umgebung. Klang wird früh in den Bildgebungsprozess eingeführt. Dies wird auf sym-

bolischer Ebene durch die Produktnamen der MRT-Geräte von Siemens angedeutet: *Symphony*, *Allegra* und *Harmony* sind drei bekannte Modelle. Klang wird früh in den Bildgebungsprozess als Mittel eingeführt, um Stress abzubauen, den die Geräusche dieser Maschinen hervorrufen. Zusammen mit einer Warnung, dass der Bildgebungsvorgang kalt und geräuschvoll sein wird, bietet die MTA der MR-Abteilung der Patientin eine Decke und Kopfhörer an und hilft bei der Auswahl eines Radiosenders oder Musikgenres. Das Zuhören ist eine der Wohlfühlkomponenten, die in der MR-Röhre angeboten werden.

Die MTA klärt die Patientin in Bezug auf die präzise Abfolge von Ereignissen auf, die sie nun erfahren wird. Zeitabstände für jeden Teil des Vorgangs werden durch Veränderungen in der Qualität des Klanges angezeigt. Die MTA erklärt, dass sie den Raum verlassen wird, aber über Kopfhörer, die mit der Station außerhalb des Raumes verbinden, in engem Kontakt zur Patientin bleiben wird. In der Röhre wird die Patientin eine Minute lang ein langsames, tiefes Hämmern hören, dann drei Minuten lang eine Serie von schnell aufeinander folgenden, hohen, kurzen Signalen. Danach folgt einer Pause, worauf eine weitere dreiminütige Sequenz mit anderem Ton und Rhythmus folgen wird.

Obwohl die Patientin die Klangsequenzen fälschlicherweise für die Aufnahme des Bildes halten könnte, geschieht dies tatsächlich in der stillen Zeit nach den pulsierenden Klängen, während die Protonen »sich entspannen« oder zerfallen, und in dieser Ruhezeit werden die bedeutsamen Messdaten gesammelt. Die Bildgebung (die Aufnahme des Signals) geschieht somit in einer Zeitspanne der Stille nach einer langen, geräuschvollen Zeitspanne der Protonenaktivierung. Bewegung kommt hier in einer Beziehung zum Klang ins Spiel. Man sagt der Patientin, wie lange es notwendig ist, ihren Körper nach der Pulssequenz reglos zu halten, um die Datensammlung zu ermöglichen. Die MTA betont, dass Regungslosigkeit während dieser Zeitspannen sehr wichtig für eine erfolgreiche Aufnahme ist.

Manche Personen, so erklärt die MTA, finden die lauten Geräusche verstörend. Der zusätzliche Klang, den die Kopfhörer und die Musik anbieten, soll dieses Problem mindern. Diese MTA legt dann einen weiteren Klangapparat in die Hand des Objekts, der dazu entworfen wurde, mit der überwältigenden Erfahrung einer Störung zurechtzukommen: eine Kugel aus Gummi, ein drucksensibles Signalgerät, das mit der Computerkabine außerhalb des Raumes verbunden ist. Dies ist das Signalgerät der Patientin, der heiße Draht, um der MTA jegliche Art einer Notlage mitzuteilen. Diese Kugel wird tatsächlich das einzige Mittel der Patientin sein, mit der MTA für die Dauer der Untersuchung zu kommunizieren. Sie soll sie nur dann drücken, wenn sie die Prozedur abbrechen will – beispielsweise wenn sie Schmerz oder überwältigende Panik empfindet. Die MTA zeigt dann auf das große Fenster gegenüber der Maschine. Sie wird sich dort befin-

den, gerade außerhalb des Fensters und wird die Patientin während der Bildgebungsvorgänge über den Panikknopf hören können oder auch durch eine Gegensprecheanlage, die sie zwischen den Vorgängen einschaltet. In der Nähe des Computers auf der anderen Seite des Fensters kann die Patientin einen Bürostuhl sehen, der gerade richtig positioniert wurde, um es der MTA zu ermöglichen, die Maschine im Auge zu behalten, während sie die Computerkontrollen betätigt, durch die sie einen Blick in die Röhre und auf das Bild werfen kann, das erstellt wird, wenn jede Phase des Vorgangs beendet ist.

Abbildung 1: Siemens MAGNETOM Symphony 1.0



Wenn sich die Patientin erst einmal in der MR-Spule befindet und sie ihre Augen offen hält, könnte sie das glatte, übergangslose Plastik bemerken, das sich eng oberhalb ihres Körpers krümmt. Diese Oberfläche beinhaltet die Vakuumschicht, die sie vor der starken Kälte des supraleitenden Magneten schützt, der sich um ihren Körper windet. Dies ist ein modernistischer Raum ohne jeglichen Schmuck, der nicht nur buchstäblich sondern auch bildlich gesprochen kalt ist. Ohne Kanten, Schatten oder Licht, ohne Textur und Farbe ist die Spule der Traum des Logikers von leerem Raum. Die Magnetspule liegt in flüssigem Helium bei minus 233,3 Grad Celsius, eine Temperatur, die den Widerstand des Drahtes niedrig hält und die Elektrizität reduziert, die zum Betrieb nötig ist. Die Patientin kann ihre Augen schließen, während sie ihre Aufmerksamkeit von dieser leeren weißen Fläche auf die Musik lenkt, die von den Kopfhörern in ihre Ohren gelangt und die ein bekanntes Zeichen für Kultur und Geselligkeit, für Vergnügen und warme Gefühle darstellt.

Während die Patientin mit dem Gesicht nach oben in der kühlen Spüle eingeschlossen ist, in eine Decke und den kratzigen Klang eines Radios gehüllt, mag sie einige Momente darauf warten, bis die anderen Radioprozesse beginnen, vor denen sie gewarnt wurde, das laute Pulsieren von Radiowellen in Verbindung mit dem Scanner. Ihre Gedanken können sich der MTA zuwenden, die außerhalb des Beobachtungsfensters sitzt und sie und die Maschine regelmäßig betrachtet, während sie die Funktionen des Scanners im Computer programmiert. Dieses Gerät wurde umgedreht, so dass seine Rückseite zum Fenster zeigt, wodurch sein Bildschirm zum Eckstück im Rahmen wird, der ihr Blick in den Raum war.

Wenn die Siemens-Maschine in Aktion kommt, könnte sich unser Objekt daran erinnern, dass der MR-Vorgang laut ist, dass der Klang *Geräusch* ist. Jedoch ist es wahrscheinlich, dass nichts, was sie gelesen oder gehört hat, sie auf die Erfahrung des MR-Geräusches vorbereitet hat außer der Lautstärke – Rhythmus, Klangfarbe, Tonstufe, Präzision, Intensität und organisatorische Logik sind bemerkenswert, wenn auch im Voraus für den laienhaften Zuhörer undeutlich und unerklärt.

Am Ende der ersten Sitzung tritt die Stimme der MTA wahrscheinlich in die Spule ein, in etwa wie eine Erzählung aus dem Off in einem Kino. Vom Schreibtisch der MTA bewegt sich die Stimme durch die Kopfhörer direkt ins Ohr der Patientin. Die Stimme umhüllt in diesem Aufbau die Hörerin und wickelt sie in eine räumliche Hülle ein, die Sicherheit implizieren mag (die MTA ist in der Nähe, hat alles unter Kontrolle, passt auf sie auf). Und trotzdem ist die Stimme insofern potentiell bedrohlich, als sie intim, aber dennoch die Stimme einer Fremden in einer Situation ist, in der eine eigenartige und möglicherweise enthüllende medizinische Prozedur abläuft. Klang und Stimme werden so die Mittel der räumlichen Konfiguration und gegenseitigen Durchdringung und der intersubjektiven Verbindung und Trennung zwischen MTA und Objekt der Untersuchung, was eine nervöse Nähe zwischen Fremden entstehen lässt. Diese Verbindung ist antithetisch auch durch professionelle Distanz gekennzeichnet: Die MTA beobachtet von außerhalb des schützenden Glasfensters, und die Bilder, die sie sieht, können bereits eingeschränktes Wissen über den eigenen Körper verleihen, das ihr noch nicht bewusst ist. Allerdings ist sie auch durch empathische Nähe gekennzeichnet: Die MTA sieht nicht nur ins Innere der Patientin, sondern ist durch den Klang der Stimme in der Spule präsent und bringt menschliche Wärme in einen kalten und einsamen Raum.

Bewegung

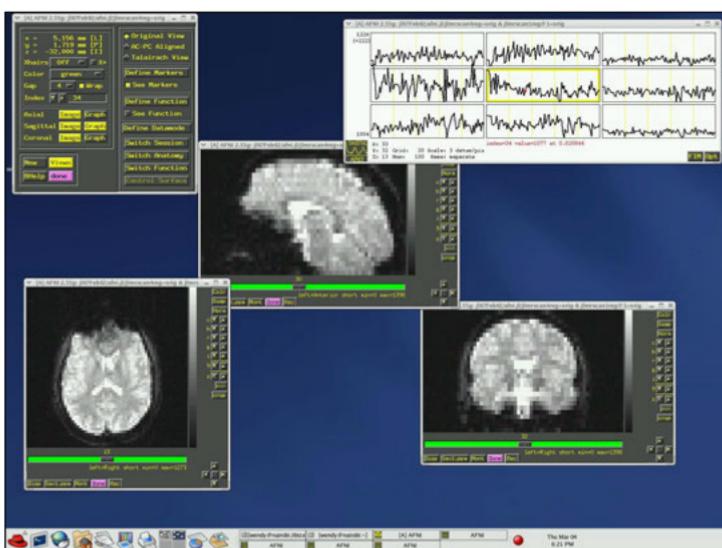
Wir beziehen uns auf die Bewegung des Objekts der Forschung im MR-Gerät, die nicht direkt beobachtet wurde, aber durch die nicht gleichmäßig ausgerichteten, aufeinander folgenden Bilder erkannt und in der offen gelegten Imagination der Forscher konstruiert wird. Wir berücksichtigen auch die Körperbewegung der MTAs oder Forscher, die die Bewegung des Objekts so inszeniert haben, wie sie diese selbst imaginiert und gefühlt haben, um die Daten zu verstehen, sich dem vorliegenden Problem praktisch zu nähern und es auf pädagogische Weise für den anderen Forscher nachzustellen, der etwa ein jüngerer Kollege oder Student sein kann. Zuletzt analysieren wir außerdem die Bewegung vom Monitorbild zum Körper des Forschers und umgekehrt, während sie gemeinsam die Bewegung ausführen, die nicht beobachtet wurde, als sie im MR-Gerät geschah, aber nun in der Nachahmung der imaginierten Bewegung durch die Forscher gesehen, erfahren und verarbeitet werden kann.

Zusätzlich zum Klang wird im folgenden Text ein anderer Störfaktor beschrieben – Bewegung und ihre Rolle bei Verständnis und praktischer Problemlösung. Analog zur vorangegangenen Sektion berichtet dieser Teil des Textes von einer Ausbildungsinteraktion. Wieder wurden die experimentellen Daten vorher gesammelt, und die Ausbildung geschieht durch den Prozess der Datenanalyse. Allerdings findet die hier beschriebene Handlung in einem Labor der kognitiven Neurologie statt, das zumeist Scans von Personen mit Schädigungen des Gehirns anfertigt. Daher ist das Experimentiersubjekt der Scansitzung nicht der praktizierende Arzt, sondern ein klinischer Patient. Die Interaktion gibt Aufschluss über die Mitwirkung der Ärzte bei der Beurteilung der Existenz von Artefakten in den experimentellen Daten.

Im Verlauf des Experiments wird eine Serie von Gehirnbildern aufgezeichnet. Jeder Scan oder jedes Bild repräsentiert einen Teil des Gehirns. Die Forscher müssen während der Vorbereitung der experimentellen Daten für statistische Auswertung, neben anderen Arten der Manipulation, einschätzen, ob die Repräsentationen der Teile des Gehirns linear ausgerichtet werden können. Die Einschätzung gelingt durch das Betrachten der Teile (in axialer, sagittaler und koronaler Sicht), wie sie auf dem Monitor im zeitlichen Verlauf des Experiments dargestellt werden. Die Forscher wechseln per Mausklick zwischen der Sicht auf einzelne Bilder auf dem Monitor. Das Ziel ist zu überprüfen, ob die Repräsentationen der Gehirnteile überlappen. Wenn erkannt wird, dass sie nicht anschließen, versuchen die Forscher zu korrigieren. Dies geschieht, um sichtbare Mängel der Bilder zu verhindern (etwa verschwommene Kleckse), nachdem die statistische Analyse durchgeführt wurde. Wenn die Mängel sich durch all die Daten ziehen, muss der Datensatz abgelehnt werden.

Wie der Auszug aus der Interaktion belegt (Auszug 9.2), wird die Verschiebung zwischen den Gehirnbildern durch Bewegung des Objekts erklärt. Dieses Artefakt, das durch die Bewegung des Subjekts verursacht wird, nennt man *Bewegungsartefakt*. Im Bewegungsartefakt wird die Bewegung des Objekts als *künstliche Ursache* betrachtet, und nicht als *sichtbare Regelmäßigkeit unabhängiger, >natürlicher< Phänomene* (Lynch 1989). Während das Gehirn und die Gehirnfunktionen des Subjekts (evolviert durch experimentelle Stimuli) als unabhängige, natürliche Phänomene gesehen werden, wird die möglicherweise unabsichtliche Bewegung des Körpers als Ursache für eine Störung oder Verzerrung in der Qualität der fMRI-Bilder gehalten.

Abbildung 2: Computer-Bild, das während einer Empfindungskorrektur erscheint



Es ist jedoch bemerkenswert, dass das, was als Ursache der Verschiebung angenommen wird (die Bewegung), nur von seiner Wirkung abgeleitet werden kann (einer Verschiebung in den Bildern). Anstatt diese Verschiebung in der sie verursachenden Bewegung zu verorten, wird auf die Bewegung des Objekts aus der Verschiebung in den Bildern geschlossen. Die Bilder sind auf dem Monitor präsent und können direkt verglichen werden, aber die Bewegungen des Objekts können von den Forschern nicht gesehen oder erfahren werden, während das Subjekt im Scanner liegt. Die Bewegungen, die das Objekt während der Scansitzung produziert, sind üblicherweise zu gering, um auf dem Monitor sichtbar zu sein, auf dem MTAs und Forscher überwachen, was sich im Scanner abspielt. Während in der vorherigen Sektion die frühere Erfahrung des Auszubildenden potentiell

evoziert wurde, wird in diesem Beispiel die Erfahrung komplett erst während der Datenanalyse geschaffen. Da das Objekt der Scansitzung ein klinischer Patient war und nicht der Auszubildende selbst, schufen die praktizierenden Ärzte die Erfahrung, im Scanner zu sein, anstatt sie nachzustellen. Der Auszug aus der Interaktion verdeutlicht, wie Ärzte ihre eigenen Körper zur Bedeutungsproduktion verwenden, um eine solche Erfahrung nachzustellen und den Erklärungskreislauf zwischen den Bildern und den Bewegungen des Subjekts darzulegen (die Bilder werden nicht aus sich selbst heraus verstanden, sondern in Bezug auf die Bewegungen des Objekts verstanden; gleichzeitig stellen sich die Forscher solche Bewegungen auf der Grundlage der Gehirnbilder vor).

Der Auszug berichtet von einer Interaktion zwischen zwei praktizierenden Ärzten im Bereich fMRI. Die Ärzte sitzen im Labor für kognitive Neurologie vor einem Monitor. Die Person links ist eine fortgeschrittene Doktorandin, Gina (G). Sie bringt Ursula (U), einer neuen Mitarbeiterin des Labors, die Analyse von experimentellen fMRI-Daten bei. Der Auszug aus der Interaktion wurde in einem frühen Stadium der Praxis der Datenanalyse aufgezeichnet, als experimentelle Daten für statistische Auswertung aufbereitet werden mussten. Jedes Bild auf dem Monitor stellt einen Gehirnteil in einem bestimmten Moment des Experiments dar. Ursulas Aufgabe ist es, die Ausrichtung der Bilder in der Serie zu überprüfen (die den Zeitverlauf des Experiments repräsentiert). Dies geschieht, um experimentelle Daten frei von Bewegungsartefakten zu halten.

Auszug 9.2

1. U: Nach oben?⁸

Abbildung 3a: ((Streckt sich nach oben))



2. G: Nochmal ja (nickt).
3. Und dann sieht es tatsächlich aus, als gäbe es mehr Aktivität,
4. Ich denke da ist mehr Aktivität=
5. vorn oder hinten kannst du es sagen? (siehe Abbildung 3b, 3c).

Abbildungen 3b und 3c: ((Tippt sich mit einem Stift vorn und hinten an den Kopf))



3b



3c

6. U: ((Arbeitet am Computer))
7. Hinten? ((G. berührt weiterhin ihren Hinterkopf))
8. Ja genau also kannst du die Voxel sehen

Abbildung 3d: ((Deutet mit dem Stift zum Monitor und bewegt den Stift nach oben und unten))



9. wie sie sich hinten viel mehr bewegen als die Voxel vorn

Abbildung 3e: ((Dreht den Stift in die vertikale Position und bewegt ihn nun nach oben und unten. Gleichzeitig nickt sie. Die Auszubildende stimmt durch Nicken zu))



10. also ist sie (.) das ist eine interessante Bewegung denn die meisten Leute würden=
11. wenn du denkst wenn du denkst im Scanner zu liegen

Abbildung 3f: ((Lehnt sich im Stuhl nach hinten zurück))



12. würden die meisten Leute nicken=

Abbildung 3g: ((Nickt mit dem Kopf))



13. bevor sie
14. ...

Abbildung 3h: ((Bewegung ihres Nackens an die Stuhllehne. Die Auszubildende führt parallel dieselbe Art von Bewegung aus))



15. denn dein Nacken kann sich nicht=

Abbildung 1i: ((Zeigt auf ihren Nacken))



16. wirklich so strecken=

Abbildung 3j: ((Bewegt sich nach oben und streckt ihren Nacken.))



17. oder?

18. U: (Nein)

19. G: Also weiß ich nicht was sie tut ((Geste der Überraschung))

20. aber sie tut das. Hhhhh (Lachen) aus irgendeinem Grund

Praktizierende Ärzte, die am Prozess des Erkennens nicht anschließender Gehirnbilder beteiligt sind, müssen Bewegungsartefakte in den Bildern identifizieren, um sie von der weiteren Datenanalyse auszuschließen. Eine allgegenwärtige Komponente des Vorgangs ist die verkörperliche Darbietung der Bewegungen des Experimentalobjekts. Um den fehlenden Anschluss der Bilder zu verstehen, gebrauchen die Ärzte ihre Körper, um die hypothetischen Bewegungen des Objekts modellhaft darzustellen. Bei der in Zeile 1 wiedergegebenen Frage streckt sich Ursula nach oben, um die Bewegung des Objekts nachzuahmen. Ihr Strecken verleiht dieser Erscheinung in den experimentellen Daten eine Präsenz, die sie im öffentlichen Handlungsräum verfügbar macht. Gleichzeitig signalisiert die Darbietung Ursulas Fähigkeit, die Bilder als Ärztin für fMRI zu betrachten. Gina stimmt zu.

Zeilen 3-7 zeigen einen weiteren Interpretationsmoment zwischen mehreren Parteien. Nun übernimmt Gina die Führung und leitet Ursulas Verständnis der digitalen Bilder. Sie tut dies, indem sie die Verbindung zwischen den Bildern mit imaginierten und nachgestellten Bewegungen darbietet. In Zeile 3 lenkt Gina, indem sie »sieht aus wie« sagt, zunächst die Aufmerksamkeit zum Bildschirm. Darauf folgend zeigt sie auf ihren eigenen Kopf (Zeile 5) als den imaginierten Kopf des Experimentalobjekts. Die Zeigegeste verbindet das semiotische Feld der Bilder und das Feld der verkörperlichten Darbietung, und sie leitet Ursula darin, Ginas Frage zu beantworten, ob der Unterschied zwischen den Bildern mit einer Bewegung der Vorder- oder Rückseite des Kopfes des Objekts korrespondiert (Zeile 5). Um die Frage zu beantworten, lenkt Ursula ihren Blick von Ginas Kopf zum Monitor und zurück (Zeile 6). In Zeile 7 drückt sie ihre zögernde gestische Antwort verbal aus: »Hinten?« Während ihrer Suche nach der Antwort berührt Gina immer wieder ihren Hinterkopf und lenkt so Ursulas Lesart der Digitalbilder.

Um Ursulas Antwort zu stärken, erweitert Gina die Darbietung der *Bewegung des Objekts auf den Bildern*. In Zeile 8 benutzt sie den Stift, um auf den Monitor zu zeigen, und bewegt ihn nach oben und unten. Auf diese Weise projiziert sie die Bewegung auf die Bilder, während sie die ausgewählten Eigenschaften der Bilder im öffentlichen Handlungsräum inszeniert. Während der Teil des Zeigens durch die Geste auf die Voxel deutet, die im digitalen Raum existieren, stellt die ikonisch-symbolische Eigenschaft des Zeichens die Bewegung der Voxel im physischen Handlungsräum nach. Als ob die Zeigegeste die Voxel aus dem Digitalbild auf die dargebotene Bewegungsgeste zieht, vereinfacht sie die *semiotische Ansteckung* zwischen digitalem Bildschirm und dem öffentlichen Raum verkörperlicher Handlungen. Darauf folgend (Zeile 9), zieht Gina leicht ihre gestikulierende Hand zu sich zurück. Sie dreht den Stift in die vertikale Position und bewegt ihn wieder nach oben und unten. Diese Veränderung in der Position des Stifts verstärkt die Ikonizität der Geste, während sie ihre Zeigequalität abschwächt. Der Fokus der Handlung liegt nun auf der verkörperlichten Bewegung anstatt auf den digitalen Bildern des Gehirns. Während Gina die Bewegung der Voxel durch die Bewegung des Stiftes inszeniert, nickt sie mit ihrem Kopf und führt so die angenommene Bewegung des Objekts durch die Bewegung ihres eigenen Kopfes durch. Zu diesem Zeitpunkt kann Ursula, im Gegensatz zu ihrer zögernden Antwort in Zeile 7, ihr Verständnis souverän durch Nicken bestätigen (Zeile 9).

Gina befreit die Bewegung aus der flachen Welt des Monitors und fügt sie in ihren eigenen Körper ein, und sie so zu inszenieren und zu fühlen, ist eine Art, sie zu erkennen.

Jetzt, da die Bewegung aus der flachen Welt des Monitors befreit ist, kann Gina sie ausführlicher kommentieren (Zeilen 10-17). Von besonderem Interesse ist die Inszenierung und Erklärung der Bewegung in einem

hypothetischen Handlungsräum, wobei die Körper der Ärzte vielfältige diskursive Rollen von individuellen, allgemeinen und imaginären Körpern einnehmen. Um die unübliche Art der Objektbewegung zu unterstreichen, bittet Gina Ursula, sich selbst im Scanner vorzustellen. Bis zu diesem Zeitpunkt schlossen die Ärzte die angenommene Bewegung des Objekts aus den Gehirnbildern auf dem Monitor. Diese Verankerung der Objektbewegung in den Bildern verlieh der Bewegung eine Art Realität. Im Kontrast dazu erschaffen die Ärzte durch das Evozieren dieses hypothetischen Szenarios absichtlich eine imaginäre Bewegung, die nicht in den Bildern gesehen werden kann. Dennoch repräsentiert diese imaginäre Bewegung den Raum der erwarteten, korrekten und somit auf gewisse Weise realen Bewegung.

Solch ein hypothetischer Raum der korrekten Bewegung wird größtenteils durch Ginas Gebrauch ihres eigenen Körpers konstruiert. Durch die multimodale Diskurspraxis nimmt Ginas Körper die Rolle von Ursulas Körper oder des *menschlichen Körpers allgemein* ein, wie er als im Scanner liegend imaginiert wird: »wenn du denkst im Scanner zu liegen«; »die meisten Leute würden.« Zudem erforscht die Expertin durch das Schaffen einer Erklärung die Ressourcen, die als semiotische Objekte direkt in ihrer materiellen Umwelt vorhanden sind.

Während sie »wenn du denkst wenn du denkst im Scanner zu liegen« sagt, drückt die Expertin abrupt ihren Rücken an die Stuhllehne. Durch diese Bewegung wird der Stuhl in den hypothetischen Raum *transportiert*, in dem er eine entscheidende Rolle in der diskursiven Handlung spielt. Während der Körper der Expertin in vertikaler Position sich auf einen menschlichen Körper in horizontaler Position übertragen lässt, steht der Stuhl, auf dem die Ärztin sitzt, für die Scannerliege, auf der das Objekt liegt. Da der Stuhl auf manche Weise wie die Scannerliege ist (also etwa flach ist, den Rücken einer Person stützt usw.), und da er Ginas Körper während der Scansitzung stützt, ist Gina in der Lage, die Bewegung auszuführen, welche die *meisten Leute* (Zeile 12) im Scanner ausführen würden und welche unerwartet ist. Während gängige Bewegungen die sind, die durch die physikalischen Eigenschaften der Scannerliege bedingt sind, ist eine *interessante Bewegung* (Zeile 10) dies nicht.

Wenn Gina sagt: »denn dein Nacken kann sich nicht=wirklich so strecken« (Zeilen 15-16), zeigt sie auf ihren Nacken (Zeile 15). Indem sie auf den spezifischen Teil ihres Körpers zeigt, schreibt sie vergängliche Markierungen auf den allgemeinen *Körper der meisten Leute* ein, der im Scanner liegt. In Zeile 16 bewegt sie sich kurz nach oben und streckt ihren Nacken, um die Bewegung darzubieten, die das Objekt im Scanner ausgeführt hat. Gleichzeitig liefert sie eine verkörperlichte Demonstration der Art, wie sich »dein Nacken nicht wirklich [...] strecken« kann: sie »bewegt« sich auf »interessante« Art.

Ursula führt dieselbe Art von Bewegung aus wie Gina (Zeile 14), während sie den Monitor betrachtet und daran arbeitet. Sie versteht Ginas Erklärung durch ihre eigene verkörperlichte Inszenierung. Anstatt Gina passiv zu beobachten, koordiniert sie sich mit ihr und führt selbst die *unmögliche* Bewegung aus. Dies erlaubt es ihr, Ginas Frage schnell zu beantworten (Zeile 18) und so verbal die Unmöglichkeit der Bewegung zu bestätigen. Indem sie den Unterschied zwischen den Gehirnbildern in eine effektive physische Bewegung übersetzt, lernt sie, dass sich ihr Nacken »nicht wirklich so strecken« kann (Zeile 15-16).

Indem die Expertin den verallgemeinerten Körper und seine durch die materielle Struktur der Scannerumgebung eingeschränkten Bewegungen vergleicht, bezeichnet sie die Bewegung des Objekts als *interessant* (Zeile 10) und unverständlich: »Also weiß ich nicht was sie tut aber sie tut das (Lachen) aus irgendeinem Grund.« (Zeilen 18-19) Innerhalb von schätzungsweise 15 Sekunden der Handlung *bewegt sich* der Körper der Expertin vom Zustand des prototypischen Körpers (Zeilen 11-15) zum Körper des Objekts (Zeile 16) und wird zuletzt wieder ein Zeichen für ihren eigenen Körper (Zeilen 18-19). Zu diesem Zeitpunkt hört sie mit der Inszenierung imaginärer Körper auf und kommentiert ihr Verhalten. Aber selbst dann, wenn sie Überraschung (Zeile 18) und Lachen (Zeile 19) ausdrückt, ist ihr Körper nicht nur eine Hülle für interne, abstrakte Gedanken, sondern eine wichtige Komponente in der Bedeutungsproduktion und praktischen Problemlösung.

Fazit

Zu Beginn dieses Essays stellten wir die Fragen, wann das Forschungssubjekt oder der Patient im Prozess der Interpretation seiner MR-Daten sichtbar oder präsent wird; und wie dieses ›Sichtbarmachen‹ des Objekts der Forschung geschieht. Wir haben durch eine Mikroanalyse eines Forschungslabors und die Skizze einer klinischen MRI-Prozedur zu zeigen versucht, dass ›Sichtbarwerden‹ nicht nur, und nicht einmal hauptsächlich, mit der Fähigkeit des Sehens verbunden ist, oder mit dem Aspekt der Imagination, der im Konzept mentaler Bildlichkeit oder verbaler Repräsentation enthalten ist. Vielmehr beinhaltet Sichtbarmachung Aspekte von verkörperlichtem Gefühl und von Inszenierung. Zudem geschieht die Erfahrung des ›Sichtbarmachens‹ nicht vornehmlich im Kopf der Forscher, sondern in den Interaktionen zwischen Forschern und MTAs, Patienten oder Objekten der Forschung und den anderen Handelnden, die an der Situation beteiligt sind. Wir behaupten nicht, dass ›Sichtbarmachen‹ oder Sehen ein kultureller, sozialer und gemeinsamer Prozess (und nicht strikt kognitiv, im Sinne von im individuellen Geist verortet) ist. Stattdessen betonen wir, dass Imagination ein Prozess ist, der durch intersubjektive und multimodale Er-

fahrungen stattfindet, die nicht auf den Ort des Individuums oder auf eine dominante Sinnesmodalität oder ein solches Paradigma als Hauptfaktor in der Produktion von Wissen und Bedeutung reduziert werden können. Wo verorten wir dann menschliche Subjektivität? Und wer ist dann das Subjekt dieser Interaktionen, wenn nicht die einzelnen Forscher, MTAs und Patienten oder Objekte der Forschung? Um diese Fragen zu beantworten, müssten wir uns weiter in die Konzepte der Intersubjektivität und der intra- und interpsychischen Aspekte der Imagination bewegen. Wenngleich wir diesen Projektschritt in der Schlussfolgerung des vorliegenden Essays nicht durchführen können, behaupten wir, dass eine Theorie der Subjektivität, welche die Spezifität der Psyche und den Faktor des Unterbewusstseins mit einbezieht, Neuland bietet, das die Kulturtheorie der Wissenschaften untersuchen sollte. Für dieses Projekt schlagen wir eine Rückkehr zu feministischen Theorien des Subjekts vor, die auf psychoanalytischen Konzepten basieren und mit Arbeiten in verteilter Kognition und Laboranalyse kombiniert werden. Obwohl wir dieses Projekt hier nicht vorantreiben können, schlagen wir diese Konstellation der Methoden als fruchtbare Richtung für die kulturelle Untersuchung von Wissenschaft und Kommunikation vor.

Anmerkungen

- 1 Die Literatur zur Imagination in kognitiver Semantik beinhaltet Fauconnier und Turner (2002) und Johnson (1987, 1991, 1993).
- 2 Funktionsstudien kamen 1992 zur MR-Bildgebung (Connelly 1993), spät im Vergleich zu anderen (Ultraschall, PET und SPECT). Der derzeitige Hauptnutzen von fMRI ist, die Funktion der verschiedenen Regionen des menschlichen Gehirns zu ›kartografieren‹. Diese zeitbasierte Technik war ein Auswuchs von echo-planaren Bildgebung (EPI) in MR-Prozessen, die von Peter Mansfield (1977) eingeführt wurden. In heutiger EPI-MR-Bildgebung ist eine Kernspianregung nötig, um ein einziges Bild zu produzieren, im Vergleich zu den Minuten, die in traditionellen MR-Techniken nötig waren, um genug Daten für ein einziges Bild zu produzieren. 1987 wurde EPI zum ersten Mal verwendet, um in Echtzeit Bewegungsstudien eines einzigen Blutkreislaufs durchzuführen (Chapman et al. 1987). 1992 wurde fMRI-EPI schon an die Bildgebung von Funktionen in den Gehirnregionen angepasst, die für Gedanken und Bewegungskontrolle zuständig sind.
- 3 Zur gemeinsamen Konstruktion von Interaktionen am Arbeitsplatz vgl. Goodwin 1994, 1995, 1997, 2000a-c.
- 4 Zur Praxis als Darbietung in ethnomethodologischen und soziologischen Wissenschaftsstudien vgl. beispielsweise Lynchon 1993, Lynch und Woolgar 1990 und Pickering 1992. Pickering 1995 bezieht sich auf »die Mängel« menschlicher und materieller Tätigkeit. In Pickerings *Tanz der Tätigkeit* konstruieren Wissenschaftler als ›aktive, bewusste Wesen‹ probeweise neue Maschinen, nehmen eine passive Rolle ein und überwachen die Leistung der Maschine (Pickering 1995: 21–22). Knorr-Cetina (1999) unterscheidet auf verschiedene Weisen zwischen Wissenschaft als Praxis und Wissenschaft als

- Kognition, die für unsere Erörterung bedeutsam sind, hier aber aus Platzgründen nicht entwickelt werden.
- 5 <http://www.etymonline.com/index.php?search=imagination&searchmode=none>
- 6 Obwohl wir diesen Punkt hier nicht weiter ausführen können, beinhaltet die Imagination die Arbeit der Fantasie und des Unbewussten. Wir behaupten, dass dies ein unausweichlicher, alltäglicher Aspekt der Produktion von Bedeutung und Wissen ist, selbst wenn er in Studien von Interaktionen in Klinik und Labor nicht genügend in Betracht gezogen wurde. Diese Frage wird aus Platzgründen hier nicht weiter erörtert.
- 7 Diese Konzepte der Identifikation und Projektion stammen aus der psychoanalytischen feministischen Theorie des Zuschauens und werden hier aus Platzgründen nicht weiter erörtert; vgl. Cartwright 2007 für eine umfassende Erklärung der Bedeutung der beiden Begriffe.
- 8 Die Transkriptionskonventionen wurden mit einigen Änderungen von Sacks, Schegloff und Jefferson (1979) und von Goodwin (1994) übernommen.
 // Der doppelte Schrägstrich bezeichnet den Punkt, an dem eine Äußerung eines Sprechers mit der eines anderen überlappt.
 = Das Gleichungszeichen bezeichnet keine Pause zwischen dem Ende eines früheren und dem Beginn eines nächsten Äußerungsteils.
 (x.x) Zahlen in Klammern bezeichnen vergangene Zeit in Zehntelsekunden.
 : Ein Doppelpunkt zeigt an, dass die vorangehende Silbe verlängert ist.
 ___ Unterstreichung bezeichnet Betonung.
 () Klammern bezeichnen, dass der Transkribierende nicht sicher ist, welche Worte darin enthalten sind.
 (()) Doppelte Klammern enthalten Kommentare des Transkribierenden und extralinguistische Informationen, z.B. über Gestik, Körperbewegungen und Handlungen.
 Interpunktionszeichen werden nicht als grammatische Symbole verwendet, sondern zur Intonation:
 . Ein Punkt wird für fallende Intonation verwendet;
 ? Ein Fragezeichen wird für steigende Intonation verwendet;
 , Ein Komma wird für steigende und fallende Intonation verwendet.

Literatur

- Alač, Morana (2005): »From trash to treasure: Learning about the brain images through multimodality«. *Semiotica* 156 (1/4): 177–202.
- Alač, Morana (2006): *How Brain Images Reveal Cognition: An Ethnographic Study of Meaning Making in Brain Mapping Practice*, Doctoral thesis, Department of Cognitive Science, University of California at San Diego.
- Alač, Morana/Hutchins, Edwin (2004): »I see what you are saying: Action as cognition in fMRI brain-imaging practice«. *Journal of Cognition and Culture* 4 (3): 629–661.
- Beaulieu, Anne (2004): »From brainbank to database: The informational turn in the study of the brain«. *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 35 (2): 367–390, Special issue on *The Brain in the Vat*.

- Burris-Mayer, Harold (1941): »Development and current uses of the acoustic envelope«. *Journal of the Society of Motion Picture Engineers* 37 (1): 109–114.
- Block, Ned (Hg.) (1981): *Imagery*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Cartwright, Lisa (2007): *Moral Spectatorship*, Durham, NC: Duke University Press.
- Chapman, R./Turner, R./Ordidge, R.J./ Cawley, M./ Coxon, R./Mansfield, P. (1987): »Real-time movie imaging from a Single cardiac cycle by NMR«. *Magnetic Resonance Medicine* 5: 246–254.
- Descartes, René ([1642] 1984): »Meditations on first philosophy«. In: J. Cottingham et al. (Hg.), *The Philosophical Writings of Descartes* 2, Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Doane, Mary Ann (1980): »The voice in the cinema: The articulation of body and space«. *Yale French Studies* 60: 33–60. Reprinted in Leo Braudy and Marshal Cohen (Hg.) (1999), *Film Theory and Criticism: An Introductory Reader*, Fifth Edition, New York, London: Oxford University Press, S. 363–375.
- Dumit, Joseph (2004): *Picturing Personhood: Brain Scans and Biomedical Identity*, Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Fauconnier, Gilles/Turner, Mark (2002): *The Way We Think: Conceptual Blending and the Mind's Hidden Complexities*, New York: Basic Books.
- Finke, Ronald/Ward, Thomas B./Smith, Steven M. (1993): *Creative Cognition*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Fodor, Jerry A. ([1975] 1981): »Imagistic representation«. In: Ned Block (Hg.), *Imagery*, Cambridge, MA: MIT Press, S. 63–86.
- Goodwin, Charles (1994): »Professional vision«. *American Anthropologist* 96 (3): 606–633.
- Goodwin, Charles (1995): »Seeing in depth«. *Social Studies of Science* 25: 237–274.
- Goodwin, Charles (1997) »The blackness of black: Color categories as situated practice«. In: L. Resnick/R. Säljö/C. Pontecorvo/B. Burge (Hg.), *Discourse, Tools and Reasoning: Essays on Situated Cognition*, New York: Springer, S. 110–140.
- Goodwin, Charles (2000a): »Practices of seeing, visual analysis: An ethnomethodological approach«. In: T. van Leeuwen/C. Jewitt (Hg.), *Handbook of Visual Analysis*, London: Sage.
- Goodwin, Charles (2000b): »Action and embodiment within situated human interaction«. *Journal of Pragmatics* 32: 1489–1522.
- Goodwin, Charles (2003a): »Pointing as situated practice«. In: K. Sotaro (Hg.), *Pointing: Where Language, Culture and Cognition Meet*, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, S. 217–241.
- Goodwin, Charles (2003b): »The semiotic body in its environment«. In: J. Coupland/R. Gwyn (Hg.), *Discourses of the Body*, New York: Palgrave/ Macmillan, S. 19–42.

- Goodwin, Charles (2003c): »Conversational frameworks for the accomplishment of meaning in aphasia«. In: C. Goodwin (Hg.), *Conversation and Brain Damage*, Oxford, UK: Oxford University Press, S. 90–116.
- Heath, Christian/Hindmarsh, Jon (2002): »Analysing interaction: Video, ethnography and situated conduct«. In: T. May (Hg.), *Qualitative Research in Action*, London: Sage, S. 99–121.
- Johnson, Mark (1987): *The Body in the Mind: The Bodily Basis of Meaning, Reason and Imagination*, Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Johnson, Mark (1991): »The imaginative basis of meaning and cognition«. In: S. Kuchler/W. Melion (Hg.), *Images of Memory: On Remembering and Representation*, Washington: Smithsonian Institution Press, S. 74–86.
- Johnson, Mark (1993): *Moral Imagination: Implications of Cognitive Science for Ethics*, Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Knorr-Cetina, Karin (1999): *Epistemic Cultures: How the Sciences Make Knowledge*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Kosslyn, Stephen M. (1980): *Image and Mind*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Latour, Bruno (1999): *Pandora's Hope: Essays on the Reality of Science Studies*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Lynch, Michael (1993): *Scientific Practice and Ordinary Action: Ethnomethodology and Social Studies of Science*, Cambridge, UJ: Cambridge University Press.
- Mansfield, Peter (1977): »Multi-planar image-formation using NMR spin echoes«. *Journal of Physics C-Solid State Physics* 10 (3): L55–L58.
- Murphy, Keith M. (2004): »Imagination as joint activity: The case of architectural interaction«. *Mind, Culture, and Activity* 11 (4): 267–278.
- Murphy, Keith M. (2005): »Collaborative imaginining: The interactive use of gestures, talk, and graphic representation in architectural practice«. *Semiotica* 156 (1/4): 113–145.
- Nishizaka, Aug (2000): »Seeing what one sees: Perception, emotion, and activity«. *Mind, Culture and Activity* 7 (1-2): 105–123.
- Nishizaka, Aug (2003): »Imagination in action«. *Theory & Psychology* 13 (2): 177–207.
- Pickering, Andrew (1992): *Science as Practice and Culture*, Chicago, IL: Chicago University Press.
- Pickering, Andrew (1995): *The Mangle of Practice: Time, Agency and Science*, Chicago, IL: Chicago University Press.
- Pylyshyn, Zenon W. (1973): »What the mind's eye tells the mind's brain – A critique of mental imagery«. *Psychological Bulletin* 80: 1–24.
- Roepstorff, Andreas (2001): »Brains in scanners: An Umwelt of cognitive neuroscience«. *Semiotica* 134: 747–765.

- Suchman, Lucy (2000): »Embodied practices of engineering work«. *Mind, Culture and Activity* 7: 1–2, 4–18.
- Tye, Michael (1991): *The Imagery Debate*, Cambridge, MA: MIT Press.