

Aud Sissel Hoel

Neurochirurgische Bildoperationen

In aktuellen neurochirurgischen Praktiken werden routinemäßig hochentwickelte Bildgebungs- und Visualisierungstechniken zur präzisen Lokalisierung, Orientierung und Steuerung verwendet. Bildgesteuerte Navigationssysteme unterstützen die Lokalisierung z. B. von Hirnläsionen und lebensnotwendigen Strukturen. Solche Neuronavigationssysteme geben die Positionen von chirurgischen Instrumenten relativ zu den dargestellten Pathologien an, zeigen die Ausdehnung von Läsionen und sollen so chirurgisch induzierte Schädigungen von kritischen Funktionsbereichen verhindern. In einigen Fällen bieten sie auch aktualisierte Informationen über etwaige Veränderungen der Hirnanatomie von Patient_innen im Verlauf der Operation.

Bei Nutzung im Operationssaal übernehmen Bilder also eine leitende oder steuernde Rolle, die nach einer Begriffsklärung verlangt. Bildgesteuerte Systeme wie etwa solche, die in der Neurochirurgie verwendet werden, erinnern daran, dass Bildern eine Aktionsdimension innewohnt, die jenseits des Bereichs der etablierten bildtheoretischen Betrachtungen liegt, welche dazu tendieren, den formativen und transformativen Kräften von Bildern wenig Beachtung zu schenken. Die Auffassung einer Agentenschaft von Bildern setzt sich im aktuellen Diskurs jedoch allmählich durch.¹ Bildhistoriker_innen und –theoretiker_innen interessieren sich zunehmend dafür, was Bilder tun – deren Aktivität und Leistung –, und überdenken den Status von Bildern in dynamischen Begriffen. Der vorliegende Aufsatz trägt zu aktuellen Bestrebungen bei, Bilder über ihre Darstellungsebene hinaus zu analysieren. Dafür wird der Status und die Funktion von Bildern untersucht, die für Navigationszwecke in neurochirurgischen Operationen verwendet werden. Bilder zeigen ihre Agentenschaft in Form ihrer aktiv handlungsanleitenden Rolle bei der Nutzung als chirurgische Werkzeuge auf zwei verschiedenen Ebenen, die nachfolgend untersucht werden.

Bildgesteuerte chirurgische Interventionen sind ein Beispiel für eine Kategorie von Bildern, die in der aktuellen Literatur als „operative Bilder“ bezeichnet werden.² Operative Bilder sind mit den Worten des deutschen Künstlers Harun Farocki solche Bilder, die „kein Objekt

¹ William J. T. Mitchell: *What Do Pictures Want? The Lives and Loves of Images*, Chicago 2004; Horst Bredekamp: *Theorie des Bildakts. Frankfurter Adorno-Vorlesungen 2007*, Berlin 2010; Gottfried Boehm: *Ikonische Differenz*. In: *Rheinsprung 11. Zeitschrift für Bildkritik*, 2011, Heft 1, S. 170-176.

² Werner Kogge: *Lev Manovich. Society of the Screen*. In: David Lauer, Alice Lagaay (Hg.): *Medientheorien. Eine philosophische Einführung*, Frankfurt 2004, S. 297-315; Sybille Krämer: *Operative Bildlichkeit. Von der Grammatologie zu einer „Diagrammatologie“? Reflexionen über erkennendes Sehen*. In: Martina Heßler, Dieter Mersch (Hg.): *Logik des Bildlichen. Zur Kritik der ikonischen Vernunft*, Bielefeld 2009, S. 94-123.

repräsentieren, sondern eher Teil einer Operation sind“.³ Operative Bilder dienen typischerweise praktischen Zwecken, die untrennbar mit spezialisierten Aufgaben verbunden sind. Abgesehen von hier diskutierten chirurgischen Anwendungen, wären andere Beispiele von operativen Bildern interaktive Karten auf mobilen Geräten, ferngesteuerte Unterwasser- oder Luftfahrzeuge, Gepäck-Röntgenbilder bei der Flughafenkontrolle oder, wie bei Farocki diskutiert, jene Bilder, denen Fernsehzuschauer während des persischen Golfkriegs massiv ausgesetzt waren, nämlich Aufnahmen von *suicide cameras*, die auf den Köpfen von Projektilen montiert waren, die in irakische Ziele einschlugen.

In seiner Diskussion über die Bilder des Golfkriegs weist Farocki auf zwei Fähigkeiten von operativen Bildern hin, die in diesem Aufsatz weiter entwickelt werden. Die erste Fähigkeit betrifft die Art, wie operative Bilder es ermöglichen, die menschliche Wahrnehmung zu erweitern. Die auf automatisierten Gefechtsköpfen montierten Kameras lieferten eine „Phantomperspektive“ der beobachteten Ereignisse, ähnlich der „Phantom Shots“ des frühen Films, bei denen Aufnahmen aus Positionen gemacht wurden, die Menschen normalerweise nicht einnehmen (Farocki nennt als Beispiel eine Kamera, die unter einem Zug befestigt wurde).⁴ Diese Auffassung von operativen Bildern, die Phantomsichten bieten, konnte weiter entwickelt werden, indem eingeschlossen wurde, was Walter Benjamin als das Optisch-Unbewussten bezeichnet: Die Fähigkeit der Kamera, die menschliche Wahrnehmung durch Aufzeichnen von Ereignissen zu bereichern, die zu klein, zu schnell oder zu zerstreut sind, um vom nicht technisch unterstützten visuellen System des Menschen wahrgenommen zu werden.⁵ Diese Auffassung umfasst ebenfalls bildgebende Technologien, die nicht sichtbare Teile des elektromagnetischen Spektrums visualisieren und so Sachverhalte verdeutlichen, die außerhalb des Bereichs des menschlichen Empfindungsvermögens liegen. Die zweite Fähigkeit operativer Bilder betrifft die Art, wie solche Bilder eine steuernde Funktion einnehmen. In seiner Betrachtung von Farockis Arbeit merkt Thomas Elsaesser an, operative Bilder seien solche, „die handlungsanleitend wirken“ – und nicht nur das. Die instruktive Funktion scheine heute vielmehr „die neue Standardeinstellung jeglicher Bilderzeugung“ zu sein.⁶ Dies ist eine nachdrückliche Erinnerung daran, dass operative Bilder alles andere als

³ “These are images that do not represent an object, but rather are part of an operation.“ Harun Farocki: Phantom Images. In: Public, 2004, Heft 29, S. 17.

⁴ Farocki (s. Anm. 4), S. 13.

⁵ Walter Benjamin: Kleine Geschichte der Photographie [Orig. 1931]. In: ders.: Gesammelte Schriften, Bd. 2, Frankfurt a.M. 1977, S. 368-385.

⁶ “One could go even further and say that operational images – images that function as instructions for action – are the new default value of all image-making [...].“ Thomas Elsaesser, Alexander Alberro: Farocki. A Frame for the No Longer Visible. Thomas Elsaesser in Conversation with Alexander Alberro. In: e-flux, 2014,

neutral sind. Sie fungieren als aktive Bedingungen für menschliches Wissen und Verhalten. Sie strukturieren die wahrnehmbaren Merkmale der physischen Welt gemäß ihrer eigenen Logik und kanalisieren unsere Aufmerksamkeit. Den operativen Bildern sind, anders ausgedrückt, Direktionalität und Normativität eigen, die in den Darstellungen selbst unerkant bleiben.

Dieser Aufsatz soll die Bedeutung des „Operativ-Seins“ eines Bildes erweitern, indem er sich auf die Nutzung von Bildern zur Steuerung und Kontrolle in Operationssälen konzentriert. Die Analyse basiert sich auf Feldforschungen an einem norwegischen Universitätskrankenhaus wo eine neurochirurgischen Tumorentfernung beobachtet wurde.

Abb. 1

Der Phantomaspekt medizinischer Bildgebung

Die Agentenschaft von Bildern wird hier diskutiert, um damit zwei epistemologische Fallstricke zu vermeiden. Durch Anerkennen ihrer transformativen Kräfte vermeidet der Ansatz die bereits erwähnte Reduzierung von Bildern auf rein dienende Repräsentationen, zugleich kann sie dem Eindruck entgegenwirken, dass Bilder bloße Vehikel für menschliche Absichten und Zuschreibungen von Bedeutung wären. In dieser Beziehung klingen auch Überlegungen zur Rolle der Technik an, nach denen die Beziehung zwischen Menschen und ihren Werkzeugen wechselseitig angelegt ist,⁷ sowie jene Überlegungen zur wissenschaftlichen Messung, welche die Reziprozität zwischen Messung und Messinstrument betonen.⁸

Die Austauschbeziehung zwischen Apparat und dem untersuchten Phänomen zeigt sich auch in den Mechanismen medizinischer Bildgebungstechnologien. Die Magnetresonanztomografie (MRT) erzeugt zum Beispiel Bilder durch Ausnutzen der magnetischen Eigenschaften von Wasserstoffatomen, die im menschlichen Körper in hoher Zahl vorhanden sind, vor allem im Wasser und im Fett. Da sich die molekulare Umgebung auf das Verhalten der wie kleine Magnete funktionierenden Wasserstoffatome auswirkt,

<http://www.e-flux.com/journal/farocki-a-frame-for-the-no-longer-visible-thomas-elsaesser-in-conversation-with-alexander-alberro/> (Stand: 01/2016).

⁷ Ernst Cassirer: Form und Technik [Orig. 1930]. In: ders.: Gesammelte Werke, Hamburger Ausgabe, Bd. 17, Hamburg 2004, S. 139-183; Don Ihde: Technology and the Lifeworld. From Garden to Earth, Bloomington 1990, S. 1-226; Peter-Paul Verbeek: What Things Do. Philosophical Reflections on Technology, Agency, and Design, University Park, PA, 2005.

⁸ Edgar Wind: Das Experiment und die Metaphysik. Zur Auflösung der kosmologischen Antinomien [Orig. 1934], Frankfurt a.M. 2001; Karen Barad: Posthumanist Performativity. Toward an Understanding of How Matter Comes to Matter Signs. In: Signs. Journal of Women in Culture and Society, Jg. 28, 2003, Heft 3, S. 801-831; Hasok Chang: Is Water H₂O? Evidence, Realism and Pluralism, Dordrecht u.a. 2012.

verhalten sich Protonen in verschiedenen Arten von Gewebe unterschiedlich. Von besonderer Relevanz bei der medizinischen Verwendung der MRT ist, dass sich Protonen in pathologischem Gewebe anders verhalten als Protonen in gesundem Gewebe. Diese Unterschiede bilden die Grundlage des Kontrasts, der auf Graustufen-MRT-Aufnahmen zu sehen ist, die zur Kartierung von Gewebearten verwendet werden. Im natürlichen Zustand rotieren Protonen im Körper zufällig um ihre eigene Achse. Werden Patient_innen in das starke Magnetfeld eines MRT-Geräts geschoben, richtet sich diese, meist als Kernspin bezeichnete, Rotation der Protonen im Körper am Feld entlang der Mitte des Geräts aus und weist entweder zum Kopf oder zu den Füßen der Patient_innen. Der Magnetismus der meisten Protonen relativiert sich gegenseitig, doch verbleibt ein kleiner Teil ohne Gegenpol und ist so der Manipulation durch das MRT-System zugänglich. Nach der Ausrichtung der Protonenrotation innerhalb des Magnetfeldes, emittiert das MRT-Gerät einen Radiofrequenzpuls, der auf den interessierenden Körperbereich gerichtet ist, was eine Veränderung der Spinrichtung bei den ungepaarten Protonen verursacht. Gleichzeitig erzeugen drei Gradientenmagneten (einer für jede Richtung im kartesischen Raum) Variationen im Hauptmagnetfeld, was die Lokalisierung der dargestellten Bildschichten bestimmt. Wird die Radiofrequenz abgeschaltet, beginnen die Protonen zu *relaxieren* und erzeugen dabei Radiowellensignale und Energie, die entstehen, wenn sie ihre ursprüngliche Ausrichtung innerhalb des Hauptmagnetfelds wieder einnehmen. Diese Radiowellensignale werden durch die Empfängerspulen aufgenommen, und das MRT-System wandelt im weiteren Verlauf den Unterschied zwischen den Signalintensitäten in Graustufenintensitäten für jedes Pixel in einem Schnittbild um, das auf Computerbasis erzeugt wird.

Aus dieser Beschreibung der Arbeitsweise des MRT-Geräts wird deutlich, dass das in einer MRT-Aufnahme sichtbare Muster keine passive Reflexion eines Gegenstands ist, welches einfach da bzw. bereits vorher gegeben und unabhängig vom Bildgebungsprozess ist. Das Muster wird nicht einfach „gefunden“ und es ist nicht lediglich eine Projektion des MRT-Geräts. Es ist das Ergebnis aktiver Manipulationen und Interventionen durch den Apparat. Wenngleich besonders in der medizinischen Bildgebung ein reziproker Zusammenhang zwischen Apparat und Phänomen besteht, so ist für das Bildergebnis entscheidend, dass die Sensibilität des Apparats *direktional* angelegt ist: Das in einer MRT-Aufnahme zu sehende Muster ist das Produkt von gezielten Anregungen von Geweben und Organen, die zu einer Resonanz entlang der durch die MRT-Aufnahmeparameter vorgegebenen Linien angeregt werden. Die Agentenschaft medizinischer Bilder hat gerade mit der Art zu tun, wie der bildgebende Apparat das Phänomen gemäß seiner eigenen Logik strukturiert. Mit den Worten

von Karen Barad spezifiziert jedes Bildgebungsverfahren einen „agentiellen Schnitt, der eine örtliche Auflösung *innerhalb* des Phänomens bewirkt“.⁹ Jedes Bildgebungsverfahren impliziert eine je eigene Methode der Umschreibung von Realität, was zu einer charakteristischen Verteilung von Merkmalen führt, die durch ein anderes Verfahren nicht auf die gleiche Weise nachweisbar sind. Jedes medizinische Bildgebungsverfahren ist auf einen hochselektiven Bereich gerichtet und erfasst spezifische anatomische oder funktionelle Merkmale.

Um diesen engen Fokus und die daraus folgenden, charakteristischen blinden Flecke zu kompensieren, existieren häufig Varianten von Bildgebungsmodalitäten mit je eigenen Vor- und Nachteilen. Ein Beispiel hierfür ist die Verwendung der MRT bei der Diagnose von Hirntumoren. Je nach Wahl der Aufnahmeparameter stellen die MRT-Aufnahmen unterschiedliche Gewebeeigenschaften prominenter dar. Die beiden am häufigsten bei klinischen Aufnahmen verwendeten Grundtypen werden als T1 und T2 bezeichnet. Mit T1- und T2-gewichteten Aufnahmen lassen sich Fett und Wasser differenzieren, beide Aufnahmevarianten stellen diese Differenzierung jedoch unterschiedlich dar. Während T1-gewichtete Aufnahmen (die Fett hervorheben) Hirntumore dunkler als oder mit der gleichen Intensität wie gesunde Hirngewebe wiedergeben, zeigen T2-gewichtete Aufnahmen (die Wasser hervorheben) Tumore heller als Hirngewebe. Das bedeutet, dass Hirntumore, die typischerweise mit einer Ansammlung von Flüssigkeit einhergehen, auf T2-gewichteten Aufnahmen deutlicher hervortreten. **Abb. 2a+b** Die Verteilung bzw. bildliche Darstellung von Merkmalen kann weiter durch die Verabreichung von Kontrastmitteln und anderen Maßnahmen modifiziert werden. **Abb. 2c+d**

Was mit diesen Beispielen verdeutlicht werden soll, geht über die Erklärung der selektiven Natur von Bildgebungsverfahren hinaus. Der Zweck ist vielmehr, die reziproke Beziehung zwischen dem Apparat und dem Phänomen zu betonen und damit die antizipatorische Agentenschaft, die sich in der Art zeigt, wie die medizinischen Bilddaten erzeugt werden. Diese Agentenschaft ist eng mit dem Phantomaspekt der medizinischen Bildgebung verbunden. Medizinische Bilddaten basieren grundlegend auf gezielten Interventionen des bildgebenden Apparats im Stadium der Datenerzeugung. Dies impliziert erstens, dass jedes Bildgebungsverfahren auf die Untersuchung einer spezifischen klinisch-diagnostischen Fragestellung ausgerichtet ist, und zweitens, dass jedes Verfahren erst die menschliche

⁹ “That is, the agential cut enacts a *local* resolution *within* the phenomenon [...]“ Karen Barad: Posthumanist Performativity. Toward an Understanding of How Matter Comes to Matter Signs. In: Signs. Journal of Women in Culture and Society, Jg. 28, 2003, Heft 3, S. 815 [Hervorh.i.O.].

Wahrnehmung von bislang unzugänglichen Körpergebieten bzw. -Dimensionen ermöglicht. Es sind diese apparativen Fähigkeiten der Entdeckung und Umschreibung bestimmter Phänomene, die in der bildgesteuerten Neurochirurgie genutzt werden.

Medizinische Bilder als Anleitungen für Aktion

Verbunden mit dem Phantomaspekt medizinischer Bilder ist deren Agentenschaft, die sich ebenfalls im Operationsmodus des bildgebenden Apparats zeigt. Da die untersuchten Phänomene nur über die intervenierenden Maschinen wahrnehmbar gemacht werden können, wird diesen eine erzeugende Funktion in Bezug auf die Bilddaten zuteil. Bildgebende Verfahren sind keineswegs reproduktive Technologien, sondern strukturieren das Phänomen bzw. den Körper im Prozess der Bildgebung. So steuern medizinische Bilder Sehen und Handeln bereits bevor sie für Navigationszwecke im Operationssaal eingesetzt werden. Das bedeutet auch, dass jedes Bildgebungsverfahren seinen eigenen epistemischen Raum festlegt, der nicht direkt in den epistemischen Raum eines anderen Verfahrens übersetzt werden kann. Im chirurgischen Kontext werfen diese verschiedenen Sichten, die von unterschiedlichen bildgebenden Modalitäten bereitgestellt werden, Fragen in Bezug auf die Abstimmung der unterschiedlichen Räume auf. Diese obliegt den Chirurg_innen, die verschiedenartige Bilddaten mit bisweilen widersprüchlichen Informationen in den Operationsprozess integrieren und mit ihrem Handeln an Patient_innen abstimmen müssen. Während der Fokus bisher auf der isoliert betrachteten Agentenschaft des Bildgebungsapparats lag, soll nun die intraoperative Kooperation von menschlichen und maschinellen Akteuren nachvollzogen werden, insbesondere hinsichtlich der Frage, wie bildgesteuerter, chirurgischer Navigationssysteme Chirurgen *Phantomsehen* gestatten.

Der Begriff „Neuronavigation“ beschreibt die Verwendung von rechnergestützten und bildgesteuerten Technologien beim Planen und Ausführen von neurochirurgischen Operationen. Die Einführung dieser Technologien in die neurochirurgische Praxis hat die Lokalisierung von signifikanten anatomischen Strukturen erleichtert und Neurochirurg_innen dabei unterstützt, sicherer durch die filigrane Landschaft des Hirns zu navigieren. Das Neuronavigationssystem definiert ein physisches Koordinatensystem des Patientenkörpers, das den Abgleich von präoperativ gewonnenen Bilddaten mit den Patient_innen auf dem Operationstisch erlaubt.¹⁰ Bei dem beobachteten Eingriff einer Tumorentfernung umfasste das

¹⁰ Kristian Aquilina, Philip Edwards, Anthony Strong: Principles and Practice of Image-guided Neurosurgery. In: Anne J. Moore, David W. Newell (Hg.): Tumor Neurosurgery. Principles and Practice, London 2006, S. 123f.

System die folgenden Komponenten: präoperatives MRT, Live-Videobilder des chirurgischen Mikroskops, intraoperative Ultraschallbilder und optisches Verfolgen des Patientenreferenzrahmens und der chirurgischen Instrumente. **Abb. 3+4**

Um die präoperativen MRT-Bilder mit dem Referenzraum des Patientenkörpers abzugleichen, wurden am Kopf des Patienten Lokalisierungsmarker angebracht, bevor dieser in das MRT-Gerät geschoben wurde. In einem zweiten Schritt wurde der Kopf des Patienten auf dem Operationstisch fixiert; die Marker wurden nun als Orientierungshilfen verwendet, um einen Zusammenhang zwischen dem MRT-Bildraum und dem physischen Raum des Patienten herzustellen.

Eine erhebliche Herausforderung stellt die im Laufe der Operation eintretende Verschiebung der Gehirnmasse dar, die üblicherweise als *brain shift* bezeichnet wird. Die Positionsveränderungen der Gehirnanatomie, die eine Folge zahlreicher Faktoren ist (neben der Schwerkraft der Verlust von Zerebrospinalflüssigkeit und der Umfang der Resektion), verursacht eine räumliche Fehlpassung zwischen präoperativen Bildern und der intra-operativ eintretenden Lageveränderung. Bei dem hier beobachteten Eingriff wurde intraoperativer Ultraschall verwendet, um die Wirkungen dieser Lageveränderung zu kompensieren. In kritischen Momenten, insbesondere in direktem Zusammenhang mit der Entfernung des Tumorgewebes, wurde Ultraschall genutzt, um eine aktualisierte Darstellung der Patientenanatomie zu erzeugen. **Abb. 5** Der Handlungsraum des Chirurgen wurde durch optisches Verfolgen wichtiger Instrumente, einschließlich der Ultraschallsonden und der Biopsiezange, mit dem Referenzraum abgeglichen. Die Bild- und Verfolgungsinformationen wurden auf einer multimodalen Anzeigeeinheit gezeigt, die dem Chirurgen zugewandt war, und zwar entweder als korrespondierende Ansichten in getrennten Anzeigefenstern oder als integrierte Navigationsszenen, in denen Merkmale aus verschiedenen bildgebenden Modalitäten vermischt wurden. Außerdem wurde der Operationssaal mit zusätzlichen Bildschirmen bestückt, welche die Live-Videobilder aus dem chirurgischen Mikroskop sowie die Vitalparameter des Patienten während der Narkose anzeigten.

Tumore desjenigen Typs, wie er während des beobachteten Eingriffs entfernt wurde (ein anaplastisches Astrozytom), stellen eine besondere Herausforderung dar, insofern sie über keine klare Abgrenzung verfügen und dazu neigen, in das umgebende Gewebe überzugehen. Der Chirurg und sein Assistenzarzt haben daher an einem bestimmten Punkt während der Operation die Tumorgrenzen ausgelotet, wobei sie zwischen verschiedenen Modi der Bildgebung und Bildanzeige hin und her schalteten. Um die Entscheidung weiter abzusichern und die Gewebe zu differenzieren, führte der Chirurg mehrere Biopsien durch.

Wie er im Anschluss an den Eingriff in einem Interview bestätigte, ist die Möglichkeit des Wechsels zwischen bildgebenden Modalitäten entscheidend, um Gewebequalitäten zu bestimmen, da präoperative Bilder eine andere Ansicht bieten als das freigelegte Gewebe unter dem Mikroskop. In Fällen, in denen sich die Unterscheidung zwischen Tumor- und gesundem Gewebe mithilfe des Mikroskops nur schwer treffen lässt, kann die Verwendung von intraoperativem Ultraschall dazu dienen, die Gewebe klarer voneinander zu unterscheiden.

Auch wenn die intraoperative Bildgebung, wie etwa mit Ultraschall, zum Erlangen von aktualisierten Informationen über die Anatomie der Patient_innen und das Ausmaß der Resektion von Nutzen sind, gibt es verglichen mit präoperativen Bildern doch einige Einschränkungen. Vor allem fehlen Informationen über funktionale Bereiche, eloquente Areale oder wichtige Leitungsbahnen der weißen Substanz, die präoperativ mittels verschiedener Verfahren gewonnen wurden (funktionales MRT, transkranielle Magnetstimulation, Diffusionstensor-Bildgebung, usw.). Um dieses Problem zu lösen, experimentieren Wissenschaftler_innen, die sich mit medizinischen Bildgebungsverfahren beschäftigen, derzeit mit Methoden, um präoperative Bilder im Verlauf der Operation zu aktualisieren. Eine Gruppe norwegischer Wissenschaftler_innen erprobt zum Beispiel ein Verfahren zur Aktualisierung präoperativer MRT-Bilder mittels intraoperativen Ultraschalls. Da die Bildeigenschaften der beiden Modi sehr unterschiedlich sind, ist eine direkte Registrierung, d.h. räumliche und dynamische Abstimmung, zwischen ihnen schwierig. Nutzt man hingegen eine MR-Angiografie und einen Doppler-basierten Hochleistungsultraschall, die beide zur Beschreibung des Gefäßbaums des Hirns geeignet sind, findet sich ein erfolgversprechendes Verfahren der Registrierung. Indem Blutgefäße als Orientierungshilfen für den Registrierungsalgorithmus genutzt werden, lässt sich die präoperativ festgestellte Position von dargestellten Merkmalen verschieben, wodurch den Chirurg_innen aktualisierte Informationen zur Verfügung gestellt werden.¹¹ Doch selbst wenn in diesem Fall die Verschiebung der Position der MRT-Merkmale mittels der intraoperativ gewonnenen Ultraschallbilder kontrolliert wird, bedeutet dies nicht, dass die beiden Arten von Bilddaten ineinander übersetzt werden könnten. Auch wenn die Merkmale mithilfe der beiden Verfahren abgeglichen werden können, bleiben die gelieferten Informationen disparat, was zu einem epistemischen Hybridraum führt.

¹¹ Ingerid Reinertsen et al.: Intra-operative correction of brain-shift. In: Acta Neurochirurgica, Jg. 156, 2014, Heft 7, S. 1301-1310.

Verbreitung von Phantomsichten

Aus dem Versuch, die Fähigkeiten von operativen Bildern durch einen Blick auf die Agentenschaft medizinischer Bildgebung zu spezifizieren, hat sich die Frage ergeben, in welcher Beziehung operative Funktionen der Bildgebungsgeräte und menschliche Sehweisen zueinander stehen. Es ist zu vermuten, dass weitere Analysen in diesem Bereich es zunehmend erschweren werden, die Vorstellung aufrechtzuerhalten, die in der Definition Harun Farockis impliziert ist, wonach operative Bilder als separate Bildkategorie neben einer weiteren Kategorie von Bildern bestehen, deren vermeintliche Hauptfunktion die der Repräsentation ist. Ein Hinweis hierzu findet sich in dem bereits erwähnten Kommentar von Thomas Elsaesser, der vermutet, dass die lenkende Funktion von Bildern jetzt „die neue Standardeinstellung jeglicher Bilderzeugung“ sei. Vielleicht ließe sich noch weiter gehen und behaupten, dass alle Bilder einen operationalen Aspekt aufweisen da sie „Phantomsichten“ liefern, indem sie gleichsam bisher nicht wahrnehmbare Bereiche erschließen und neue Möglichkeiten des Handelns eröffnen.

Dieser Text wurde aus dem Englischen übersetzt.

Die Arbeit an diesem Text wurde durch die Europäische Gemeinschaft im Rahmen eines Marie Skłodowska-Curie Fellowships ermöglicht (Grant Agreement Nr. 661526, Projekt IMAGUS).

Bildunterschriften:

1: Neurochirurgische Operation. Zu beachten sind die reflektierenden Kugeln auf dem chirurgischen Instrument in der Bildmitte, die eine Verfolgung der Position des Instruments erlauben. Live-Videobilder des chirurgischen Mikroskops sind auf dem Bildschirm rechts zu sehen.

2a: T1-gewichtete MRT-Aufnahme.

2b: T2-gewichtete MRT-Aufnahme.

2c: T1-gewichtete MRT-Aufnahme mit Kontrastmittel.

2d: T2-FLAIR MRT-Aufnahme. Ein Bildgebungsmodus, der Effekte von Flüssigkeitsansammlungen im Gehirn weniger prominent darstellt.

3: Bildschirmanordnung im Operationssaal. Im Hintergrund: Navigationsbildschirm sowie Positionierungssystem mit Kameras, die das Verfolgen der Position des Referenzrahmens des Patienten und der chirurgischen Instrumente ermöglichen.

4: Nahaufnahme des Navigationsbildschirms.

5: Intraoperativer Ultraschall.

Bildnachweise:

Hoel: 1: St. Olavs Hospital – Operating Room of the Future (FOR). 2a-d: Charité - Universitätsmedizin Berlin, Thomas Picht. 3-5: SINTEF – Department of Medical Technology, Frank Lindseth.