

S. Schleim, T. Spranger, H. Urbach,
H. Walter

Zufallsfunde in der bildgebenden Hirnforschung

Empirische, rechtliche und ethische Aspekte

Die weite Verbreitung relativ risikofreier und nichtinvasiver Forschungsinstrumente wie der Magnetresonanztomografie (MRT) hat die Anzahl bildgebender Studien in den letzten 15 Jahren explodieren lassen. Auch wenn im Allgemeinen keine genauen Daten erhoben werden, lässt sich allein für Deutschland die Zahl der teilnehmenden Versuchspersonen pro Jahr auf mehrere Tausend schätzen. Ziel dieser Studien ist es, jeweils klar umrissene wissenschaftliche Fragen zu untersuchen. Hierfür werden häufig gesunde Probanden untersucht, entweder als Zielgruppe oder als Kontrolle für eine Patientenpopulation. Auch wenn es nicht das erklärte Ziel der Forschung ist, die Versuchspersonen auf Hirnerkrankungen zu untersuchen und auch wenn die verwendeten Messsequenzen in der Regel nicht auf das Erkennen pathologischer Zustände optimiert sind, zeigen neuere Untersuchungen, dass überraschende Funde abnormaler Hirnstruktur oder -aktivierung, sogenannte Zufallsfunde (auch inzidentelle Funde genannt), regelmäßig in den strukturellen und funktionellen Aufnahmen der MRT vorkommen. Angefangen bei der Voraufklärung und Erkennung, über die anschließende Informierung der Versuchspersonen und womöglich gar bis hin zur eindeutigen Diagnostik und Behandlung ergeben sich für die Forscher weit reichende organisatorische, rechtliche und ethische Implikationen. Der Wichtigkeit dieser Erwägungen zum Trotz haben sie in der Literatur, vor allem im deutschsprachigen Raum, bisher kaum Beachtung erfahren. Um die Probleme zu verdeutlichen und Ansätze zu ihrer Lösung anzubieten, möchten wir im Folgenden die Thematik der Zufallsfunde aus empirischer, rechtlicher und ethischer Perspektive betrachten.

Häufigkeit von Zufallsfunden

Um eine medizinethische Debatte anzuregen, mögen schon seltene Einzelfälle genügen. Den durchschnittlichen Forscher dürften jedoch die extremen Ausnahmen weniger interessieren als das, womit er bei seiner täglichen Arbeit rechnen kann. Zur Abschätzung des organisatorischen Aufwands ist es daher wichtig, die erhobenen Daten zur Häufigkeit von Zufallsfunden genauer zu betrachten. Gregory Katzman und Kollegen, US-amerikanische Radiologen vom National Institute of Health in Bethesda, haben beispielsweise 1000 strukturelle und funktionelle MRT-Scans rückblickend untersucht, die in ihrer Einrichtung von ande-

ren Studienleitern mit gesunden Versuchspersonen durchgeführt worden waren (1). Bei ganzen 18% (n = 180) ergaben sich überraschende Funde, wovon jedoch 84% (n = 151) keine weitere Abklärung erforderten. Diese Zahl mag sehr hoch erscheinen, erklärt sich jedoch zum Teil dadurch, dass auch häufige extrakranielle Diagnosen, wie etwa Sinusitis (n = 132), oder altersbedingte, jedoch klinisch unbedenkliche, Veränderungen (n = 12) berücksichtigt wurden. Von den verbleibenden 16% (n = 29) erforderten 18 Fälle eine routinemäßige und elf gar eine dringende medizinische Abklärung. Unter letztere fielen etwa Arachnoidalzysten (n = 3) oder Kavernome (n = 2). Insgesamt war also bei 3% der 1000 Versuchspersonen eine weitere medizinische Abklärung erforderlich. Notfälle, die sofortiges Einschreiten bedeutet hätten, berichten die Autoren jedoch keine.

Den bisher umfangreichsten Bericht über inzidente Funde bei MRT-Scans haben Frank Weber und Heinz Knopf vom Institut für Luftfahrtmedizin in Fürstfeldbruck veröffentlicht (2). Im Zeitraum von Januar 2000 bis Juni 2004 wurden dort 2536 junge männliche Bewerber (Durchschnittsalter: 20,5 Jahre; Spanne: 17 bis 35 Jahre) für den militärischen Flugdienst untersucht. Ihre Messsequenzen waren jedoch im Gegensatz zu anderen Studien von vorneherein darauf abgestimmt, Gehirnerkrankungen zu diagnostizieren, um damit Risiken für die Luftsicherheit auszuschließen. Hatte sich bei ihrer Standardprozedur etwas Verdächtiges gezeigt, wurden sogar noch speziellere diagnostische Scans durchgeführt. Das heißt, ihre Daten waren von vorne herein besser geeignet, um Zufallsfunde zu entdecken und eindeutig zu klassifizieren. Die Ergebnisse der Bewerber unterteilten sie schließlich in 75,2% (n = 1921) streng normale, 18,3% (n = 468) Normvariationen sowie 6,5% (n = 166) abnormale Funde (3). Unter letzteren waren Arachnoidalzysten und bestimmte Missbildungen im Kleinhirnbereich (jeweils n = 43) am häufigsten ver-

Das Thema in Kürze

- Der immense Anstieg von Experimenten in der bildgebenden Hirnforschung beinhaltet, dass immer mehr strukturelle und funktionelle Aufnahmen augenscheinlich gesunder Menschen durchgeführt werden.
- Bei einigen Versuchspersonen kommt es zu Zufallsfunden, die auf mehr oder weniger klinisch relevante Abnormalitäten oder Pathologien hinweisen können.
- Die Häufigkeit klinisch relevanter Funde variiert neueren Studien zufolge zwischen 3 und 8%.
- Auch wenn es keinen Behandlungsvertrag zwischen Wissenschaftlern und Probanden gibt, sind die Forscher deshalb nicht vollständig aus der rechtlichen und moralischen Verantwortung entlassen.
- Am wichtigsten ist es, die Versuchspersonen im Voraus über die Möglichkeit von Zufallsfunden und ihre medizinischen, sozialen und finanziellen Konsequenzen hinzuweisen.

treten. Eine dringende Abklärung hielten sie in 0,6% (n = 14) der Fälle, beispielsweise bei Kavernomen (n = 3) oder arteriovenösen Fehlbildungen (n = 5) für erforderlich. Notfälle hatten auch sie keine. Freilich gehen die Meinungen darüber, was man als Fälle für eine „dringende“ oder „unmittelbare“ Abklärung einschätzt, in der Fachwelt auseinander. Bei Weber und Knopf ist jedoch außergewöhnlich, dass sie durch die speziellen diagnostischen Scans womöglich zweifelhafte Funde als weniger relevant einstufen, also die Anzahl Falsch-positiver verringern konnten.

Die Häufigkeit der klinisch relevanten Zufallsfunde (routinemäßige, dringende und unmittelbare Abklärung erforderlich) variiert insgesamt zwischen 3 und 6%. In der gesamten Literatur wurden jedoch bis zu 8% berichtet (15). Wenn wir, wie eingangs erwähnt, von mehreren Tausend wissenschaftlichen MRT-Scans pro Jahr allein in Deutschland ausgehen, so haben wir es also nicht nur mit seltenen Ausnahmefällen zu tun. Wie begegnen die Wissenschaftler diesen medizinischen Problemen? Dies untersuchte Judy Illes mit Kollegen (4). Dafür verschickten sie 843 Einladungen zur Teilnahme an einer Fragebogen-Studie an MRT-Forscher in 27 Ländern. Zwar nahmen abzüglich unzustellbarer E-Mails nur 10% (n = 74) an der Befragung teil, unter den 42% der Antworten außerhalb der USA übrigens

keine einzige deutsche Gruppe, doch gibt es unseres Wissens bisher noch keine bessere Erhebung. 82% bejahten die Frage nach aufgetretenen Zufallsfunden bei ihren Untersuchungen. Zur Frage nach Kooperationen mit Neuroradiologen gaben 69% an, diese nur bei verdächtigen Funden einzuschalten, 13% nannten eine routinemäßige Kontrolle aller Scans und 18% gar keine Kooperation. Dabei bleibt unklar, inwieweit bei den Gruppen, welche die Scans nicht routinemäßig überprüfen lassen, überhaupt nach Zufallsfunden gesucht wird; und selbst wenn so eine Suche stattfinden sollte, ist angesichts der mangelnden neuroradiologischen Ausbildung des untersuchenden Personals nicht davon auszugehen, dass die Mehrzahl der Fälle gefunden wird. Im Übrigen scheinen auch die Formalitäten der Kooperation mit den Radiologen weitgehend unklar zu sein, denn 64% erhielten gar keine Kompensation für ihre Arbeit, 14% wenigstens eine Beteiligung an den akademischen Publikationen und die verbleibenden 22% entweder eine pauschale Abrechnung pro Scan oder anderweitig vereinbarte Honorare. Die Unterschiede waren auch bei der Geschwindigkeit der Diagnosen zur Bedenklichkeit eines Zufallsfundes groß, die bei 9% noch am selben Tag, bei 35% innerhalb von drei Tagen, bei 30% innerhalb einer Woche und schließlich bei 26% innerhalb eines Monats erfolgten.

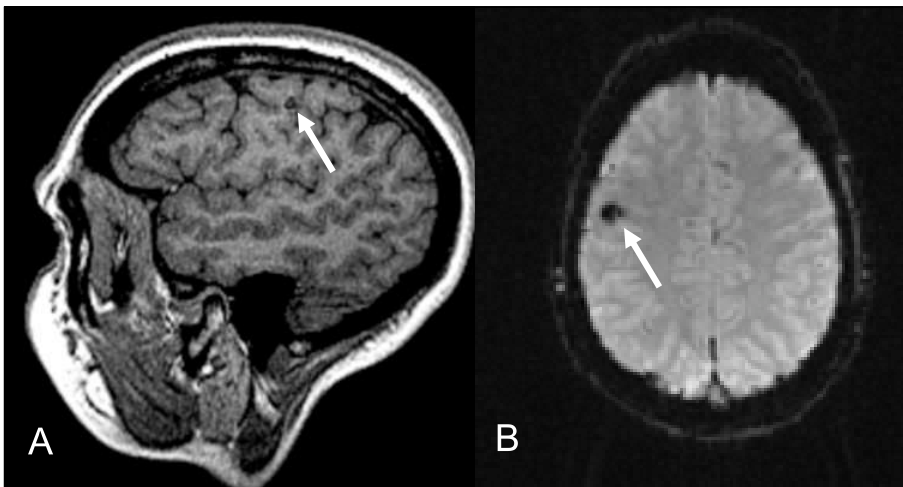
Die Zusammenfassung des empirischen Teils ergibt daher, dass Zufallsfunde zwar regelmäßig auftreten, die Art der getroffenen Vorkehrungen und des Umgangs mit ihnen aber große Unterschiede aufweist und von Minimallösungen, die das Problem schlichtweg ignorieren, bis hin zu routinemäßiger Kooperation mit Neuroradiologen reicht. Einheitliche ethische oder rechtliche Standards gibt es offenbar nicht. Daher möchten wir nun im Folgenden auf diese Aspekte genauer eingehen.

Rechtliche Aspekte

Unter rechtlichen Gesichtspunkten erweist sich der „richtige“ Umgang mit Zufallsfunden als äußerst vielschichtiges Problem (5). Tritt der inzidentelle Fund im Rahmen eines Forschungsvorhabens auf, so fehlt es regelmäßig an einem Behandlungs- oder ähnlichem Vertrag zwischen dem Probanden einerseits und dem Studienleiter bzw. dem die Messung durchführenden Personal andererseits. Eine Verletzung vertraglicher (Neben-)Pflichten scheidet somit von vornherein aus. Dies bedeutet jedoch keinen Freibrief zur Untätigkeit, da sich Handlungspflichten nicht nur vertraglich, sondern auch auf anderer Grundlage ergeben können.

Zu berücksichtigen ist zum einen eine allgemeine Hilfspflicht, wie sie sich etwa auch in § 323c Strafgesetzbuch widerspiegelt. Nach dieser Vorschrift wird bestraft, wer bei Unglücksfällen oder gemeiner Gefahr oder Not nicht Hilfe leistet, obwohl dies erforderlich und ihm den Umständen nach, insbesondere ohne erhebliche eigene Gefahr und ohne Verletzung anderer wichtiger Pflichten, möglich und zuzumuten ist. Dabei kommt es für die vorliegende Bewertung nicht primär darauf an, ob sich der Studienleiter oder die die Messung durchführende Person aufgrund von Untätigkeit nach einem Zufallsfund tatsächlich strafbar machen kann. Entscheidend ist vielmehr die Erkenntnis, dass das Recht eine allgemeine Hilfspflicht anerkennt und diese prinzipiell jedem auferlegt, der in der Lage ist, tatsächlich zu helfen.

Eine Pflicht zum Handeln könnte sich darüber hinaus auch durch die Rechtsfigur



Kavernom im rechten G. präcentralis. A: sagittale T1-gewichtete 3D-Gradientenechosequenz mit 1 mm³ isotropen Voxel; B: axiale (3 mm dicke) T2*-gewichtete Gradientenechosequenz. Das Kavernom kommt aufgrund der durch Hämosiderinablagerungen bedingten Suszeptibilitätsunterschiede vor allem auf dem funktionellen Datensatz (B) zur Darstellung, es hätte auf dem anatomischen Datensatz leicht übersehen werden können (A).

der Ingerenz ergeben. Der Begriff der Ingerenz beschreibt ein Verhalten, das pflichtwidrig eine Gefahr schafft und zu deren Abwehr verpflichtet. Diese „Verantwortung aus vorangegangenen Tun“ führt somit zur Begründung einer Garantienstellung gegenüber demjenigen, der der Gefahr ausgesetzt ist. Ob im Rahmen einer wissenschaftlichen Untersuchung eine aus Ingerenz resultierende Verantwortlichkeit möglich ist, wird sich nur anhand der Umstände des jeweiligen Einzelfalls entscheiden lassen. Prinzipiell besteht aber die Möglichkeit, dass derjenige, der einen Zufallsfund macht und dennoch untätig bleibt, den Probanden pflichtwidrig einer Gefahr aussetzt. Von Relevanz dürfte dafür insbesondere sein, welche fachlichen Qualifikationen die bildauswertenden sowie die für die Studie verantwortlichen Personen besitzen. Ein untätiger Arzt wird sich durch sein Verhalten eher pflichtwidrig verhalten als ein untätiger „Techniker“.

Neben strafrechtlichen Gesichtspunkten spielen auch zivilrechtliche Überlegungen eine wichtige Rolle bei der Bewertung von Zufallsfunden. Wird auf einen Zufallsfund hin nicht reagiert und erleidet der Proband infolgedessen einen körperlichen und/oder finanziellen Schaden, so besteht ein nicht zu unterschätzendes Regressrisiko. Ebenso ist ein gegebenenfalls kompensationspflichtiger Schaden des Probanden denkbar, wenn es aufgrund des Zufallsfundes zu einer Verschlechterung des Versicherungs- oder Beschäftigungsstatus kommt.

Vor dem Hintergrund der beschriebenen Unwägbarkeiten ist es rechtlich unabdingbar, von den an einer Studie teilnehmenden Probanden in schriftlicher Form informierte Einwilligungen einzuholen, die einen gewissen Mindeststandard erfüllen. Zum einen ist explizit darauf hinzuweisen, dass es sich nicht um eine medizinische oder diagnostische Untersuchung handelt, dass also nicht gezielt nach pathologischen oder behandlungsbedürftigen Befunden gesucht wird. Zugleich ist auf die prinzipielle Möglichkeit von Zufallsfunden sowie darauf aufmerksam zu machen, dass bei Auftreten eines solchen Fundes automatisch Fachmediziner zu Rate gezogen werden, die den Betroffenen über den Befund und seine Konsequenzen informieren bzw. unter Umstän-

Offene Fragen

- Lassen sich einheitliche Richtlinien für den Umgang mit Zufallsfunden verabschieden, an denen sich die Forscher orientieren können?
- Wie viele der Zufallsfunde weisen tatsächlich auf klinisch relevante Zustände hin, wie viele stellen sich als „falsch-positiv“ heraus?
- Können für Bildgebungsstudien zusätzliche finanzielle und personale Ressourcen für eine Zusammenarbeit mit Neuroradiologen bereitgestellt werden?
- Wird sich das Problem der Zufallsfunde vergrößern, wenn die Qualität der Messsequenzen steigt oder reliable Marker für psychiatrische Erkrankungen entdeckt werden?

den auch schon konkrete Behandlungsschritte vorschlagen. Verweigert der Proband seine Einwilligung in dieses *Procedere*, weil er auf sein „Recht auf Nichtwissen“ pocht, so ist der Betroffene nach unserer Ansicht im Interesse aller Beteiligten von einer Teilnahme an der Studie definitiv auszuschließen.

Moralische Aspekte

Nachdem *Nature* im Januar 2005 über ethische Probleme im Zusammenhang mit Gehirnschans berichtete (6), erreichte die Redaktion ein Leserbrief eines Neurowissenschaftlers, der anonym in der März-Ausgabe erschienen ist (7). Der Verfasser schreibt, er habe mit großem Interesse an einem MRT-Experiment an seiner eigenen Universität teilgenommen. Anschließend sei er vom Leiter der Einrichtung über abnormale Funde informiert worden und habe in seinem eigenen Gehirn einen Tumor „in der Größe eines Golfballs“ (7:17) erkennen können. Im Zustand des Schocks habe er, so heißt es weiter, in den Vorschlag des Leiters eingewilligt, zur weiteren Untersuchung an einen lokalen Neurochirurgen überwiesen zu werden. Diese Entscheidung habe für ihn

und seine Familie zu unvorhergesehenen finanziellen Konsequenzen geführt, da so die Berufsunfähigkeitsversicherung, die er zum Zeitpunkt der Messung gerade habe einreichen wollen, abgelehnt worden sei. Demgegenüber stehe ein Risiko von 5%, dass die Operation zur Entfernung des Tumors zum Verlust seiner Sprachfähigkeit und damit auch seiner Anstellung führe. Abschließend beschwert sich der Verfasser darüber, nicht auf das Risiko von Zufallsfunden und Implikationen für den zukünftigen Abschluss von Versicherungen hingewiesen worden zu sein. Schon in der ursprünglichen Meldung vom Januar war von einem Studenten die Rede gewesen, der wegen der Entdeckung eines Hirndefekts die Entscheidung traf, doch keine Graduiertenschule für einen höheren Studienabschluss mehr zu besuchen (6). Diese beiden Beispiele machen deutlich, welche schwerwiegenden Konsequenzen die Teilnahme an einem MRT-Experiment für das Leben einzelner Versuchspersonen haben kann.

Angesichts dieser Folgen erscheint es unerlässlich, die Versuchspersonen im Voraus hinreichend auf die Möglichkeit von Zufallsfunden und die damit einhergehenden medizinischen, sozialen und finanziellen Konsequenzen hinzuweisen, einschließlich der lokalen Prozedur, die für so einen Ernstfall vorgesehen ist. Die Wichtigkeit einer umfassenden Aufklärung wird nicht nur anhand der zitierten Einzelfälle deutlich, sondern ist jüngst auch von Heinemann und Kollegen unter Berufung auf die ethischen Prinzipien der Autonomie und des Nichtschädigens unterstrichen worden (8).

Verkompliziert wird das Problem der Aufklärung allerdings dadurch, dass einerseits die Messsequenzen nicht für diagnostische Zwecke optimiert sind, andererseits die Aufklärung über das Risiko von Zufallsfunden die (unberechtigte) Erwartung erzeugen könnte, dass Hirnerkrankungen auch erkannt werden, sollten sie ausgeprägt sein. Kirschen und Kollegen befragten hierzu ihre Studienteilnehmer und fanden heraus, dass 54% (n = 57) mit dieser Erwartung an den MRT-Experimenten teilnahmen, obwohl umgekehrt 84% (n = 88) nicht davon ausgingen, dass ein Arzt ihre Aufnahmen zu Gesicht bekommen würde (9). Die Forscher schlagen als Konsequenz ihrer Unter-

suchung vor, Versuchspersonen mit falschen Vorstellungen über die diagnostische Aussagekraft des Verfahrens von der Studie auszuschließen. Generell spricht man in der medizinethischen Literatur auch von einer therapeutischen Fehlvorstellung der Versuchspersonen, die oftmals nicht verstehen, dass die wissenschaftlichen Untersuchungen nicht zu ihrem (individuellen) diagnostischen oder therapeutischen Vorteil geschehen (10, 11). Demgegenüber hat sich das National Institute of Health inzwischen auf die Prozedur festgelegt, für wissenschaftliche MRT-Experimente im eigenen Haus einen klinischen Scan an *jeder* Versuchsperson vorzunehmen (6).

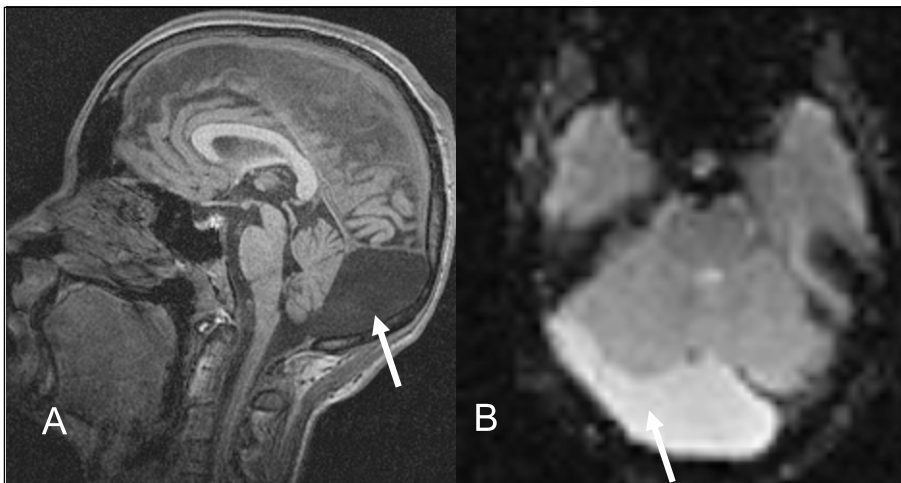
Zwar wäre der Zeitaufwand für eine zusätzliche diagnostische Sequenz gering – beispielsweise fünf Minuten –, doch sind solche Regelungen freilich nur dann sinnvoll, wenn die Aufnahmen auch tatsächlich standardmäßig oder im Einzelfall von einem Neuroradiologen begutachtet werden. In der Praxis dürften fehlende finanzielle und personale Ressourcen diesen moralisch inspirierten Bemühungen enge Grenzen setzen. Allerdings stellt sich hier die Frage, wie vielen Versuchspersonen durch die Konfrontation mit Zufallsfunden, die sich später als falsch-positive und unbedenkliche Aufnahmen herausstellen, vermeidbare psychische Härten zugemutet werden. Zwar geht der hirnpathologische Zustand im Falle eines „echten“ Zufallsfundes natürlich nicht

auf das Konto des Untersuchers. Wird umgekehrt aber ein tatsächlich harmloser Zustand für einen bedenklichen Zufallsfund gehalten, der weiterer Abklärung bedarf, erfährt eine Versuchsperson unter Umständen einen psychischen Schaden. Sollten durch den Umgang mit diesen Funden regelmäßig Versuchspersonen unnötigerweise in Angst versetzt werden, wäre daher zu prüfen, ob bestimmte Schritte zur Vermeidung solcher falsch-positiven Funde ergriffen werden müssen. Zur Klärung dieser Frage wäre es wichtig, ausführlichere Daten nicht nur über die Häufigkeit von Zufallsfunden zu haben, wie sie jetzt schon vorliegen, sondern auch über die individuellen Konsequenzen einerseits sowie die letztlich gesicherte Diagnose andererseits.

Dies führt uns zu der zentralen ethischen Frage, ob für die Forscher überhaupt eine Pflicht zur Suche nach Zufallsfunden besteht. Aus ihrer Perspektive könnte man argumentieren, dass sie eben dies in ihrer Vereinbarung mit den Versuchspersonen zur Teilnahme an der Studie, die lediglich wissenschaftlichen, nicht aber diagnostischen Zwecken dient, ausschließen. Wir gehen zwar davon aus, dass unter diesen Bedingungen die Forscher in der Tat keine besondere, aktive Pflicht zur Suche nach Abnormalitäten haben; dadurch ist aber das Problem der Zufallsfunde nicht automatisch vom Tisch. Für Forscher besteht im Sinne der wissenschaftlichen Redlichkeit durch-

aus eine Pflicht, die Qualität ihrer Messdaten zu überprüfen. Die Messungen können nämlich im Einzelfall durch Artefakte, Störungen an den Maschinen oder eben auch Zufallsfunde für eine Auswertung disqualifiziert werden. Bestenfalls würde der Einschluss betroffener Versuchspersonen lediglich die statistischen Signifikanzen leicht beeinflussen, schlimmstenfalls aber zu anderen berichteten Effekten führen. Daher können Hirnforscher ihre Messungen nicht gänzlich mit verschlossenen Augen durchführen. Davon abgesehen sind manche Funde so augenscheinlich, dass sie selbst von nicht medizinisch geschultem Personal nicht übersehen werden können. Erlangen die Forscher also durch die wissenschaftlich erforderliche Überprüfung ihrer Messdaten Kenntnisse, die auf einen Zufallsfund hinweisen, würden sie auch ohne eine aktive Pflicht zur Suche in die moralische Verantwortung gezogen. Ihr Wissen wäre dann nämlich erforderlich, um weiteren Schaden von der Versuchsperson abzuwehren. Besonders deutlich ist dies für solche Funde, die eine dringende oder – bei einem medizinischen Notfall wie einer akuten Hirnblutung – sogar eine unmittelbare klinische Abklärung oder Behandlung erforderlich machen.

Zusammenfassend lässt sich also festhalten, dass die Teilnehmer wissenschaftlicher Studien in der bildgebenden Hirnforschung sowohl über die Möglichkeit von Zufallsfunden als auch über die diagnostischen Einschränkungen der verwendeten Sequenzen informiert werden sollen. Weiterhin sollen mögliche Konsequenzen von Zufallsfunden sowie die vorgesehene Prozedur im Verdachtsfalle den Versuchspersonen klar gemacht werden. Hierbei sollte ausdrücklich erwähnt sein, wer sich um die Person kümmert und ob dies jemand ist, der aufgrund seiner Ausbildung und beruflichen Erfahrung dafür geeignet ist. Idealerweise geschieht diese Aufklärung nicht erst kurz vor dem Beginn der Studie, sondern ausreichend im Vorfeld, sodass eine individuelle Abwägung der komplexen Risiken in der gegenwärtigen Lebenssituation möglich ist.



Retrocerebelläre Arachnoidalzyste. A: sagittale T1-gewichtete 3D-Gradientenechosequenz mit 1 mm^3 isotropen Voxel; B: axiale (3 mm dicke) T2*-gewichtete Gradientenechosequenz. Die rechts betonte retrocerebelläre Arachnoidalzyste hat eine typische Konfiguration und einen auf T1- und T2-gewichteten Bildern zu Liquor isointenses Signal.

Ausblick

Wie auch immer die rechtlichen und ethischen Probleme letztlich gelöst werden mögen, so ist doch zumindest eines klar, dass nämlich das Problem der Zufallsfunde nicht aus dem Forschungsalltag der bildgebenden Hirnforschung verschwinden wird. Ganz im Gegenteil ist eher damit zu rechnen, dass es an Prävalenz gewinnt, nämlich in dem Maße, in dem weitere und bessere Messverfahren Einzug halten. Beispielsweise ermöglichen neuere parallele Messverfahren der MRT eine Verbesserung der räumlichen Auflösung funktioneller Sequenzen. Zwar haben wir bereits dafür argumentiert, dass bessere Aufnahmen das Risiko von falsch-positiven Funden verringern. Da es den meisten Forschern jedoch an der nötigen Expertise zur Unterscheidung falsch-positiver von richtig-positiven Zufallsfunden fehlt, wird für die sichere Diagnose immer der Rat eines Neuroradiologen erforderlich sein. Daher wird die Rolle dieser Ärzte bei zukünftigen MRT-Messungen eher noch an Bedeutung gewinnen. Ganz andere Erwägungen könnten für Studien angemessen sein, die in einem kommerziellen Setting durchgeführt werden (beispielsweise „Neuromarketing“). In solchen Kontexten kann nicht unbedingt davon ausgegangen werden, dass die Studienleiter über das gleiche medizinische Knowhow verfügen, wie bei Untersuchungen in einem klinischen Umfeld.

Ein vielleicht noch in weiter Ferne aber doch nicht völlig unmögliches Szenario ergibt sich außerdem durch die Suche nach funktionellen Markern pathologischer Zustände. Sollte beispielsweise das Projekt er-

folgreich sein, funktionelle Endophänotypen zur Diagnose psychiatrischer Erkrankungen festzustellen (12), würde sich das Problem der Zufallsfunde womöglich nicht nur auf der Ebene struktureller Veränderungen abspielen, sondern ebenso in den Raum der „gesunden“ und „kranken“ Hirnaktivierung übertragen. Im Falle von Normabweichungen in diesem Bereich könnte eine weitere diagnostische Abklärung ebenso ange-raten sein, um etwa (latente) Schizophrenien, affektive Störungen oder Frühformen von Demenzen möglichst frühzeitig zu behandeln. Auch wenn man an das Projekt der kognitiven Neurowissenschaften denkt, eines Tages die gedanklichen Inhalte der Versuchspersonen zu entschlüsseln (13, 14), könnte es zu Zufallsfunden ganz besonderer Art kommen: Was würde es für einen Forscher unter rechtlichen und moralischen Gesichtspunkten bedeuten, im Bewusstsein seiner Versuchsperson die Neigung zur Aggressivität oder eine besonders hohe suizidale Tendenz zu erkennen? Für diese Probleme müssen wir wohl vorerst keine Lösungen finden, doch lohnt es sich vielleicht jetzt schon, darüber nachzudenken.

Literatur

1. Katzman GL, Dagher AP, Patronas NJ. Incidental findings on brain magnetic resonance imaging from 1000 asymptomatic volunteers. *Jama-Journal of the American Medical Association* 1999 Jul 7; 282(1): 36–39.
2. Weber F, Knopf H. Incidental findings in magnetic resonance imaging of the brains of healthy young men. *Journal of the Neurological Sciences* 2006 Jan 15; 240(1–2): 81–84.
3. Die Gesamtzahl der Funde ist damit höher als die Anzahl der Bewerber. Das liegt daran, dass sich die 166 abnormen Funde auf 145 Bewerber verteilen (Frank Weber, persönliche Kommunikation).
4. Illes J, Kirschen MP, Karetsky K, Kelly M, Saha A, Desmond JE, et al. Discovery and disclosure of incidental findings in neuroimaging research. *Journal of Magnetic Resonance Imaging* 2004 Nov; 20(5): 743–747.
5. Spranger TM. Neurowissenschaften und Recht. *Jahrbuch für Wissenschaft und Ethik* 2007; 12: 161–178.
6. Check E. Brain-scan ethics come under the spotlight. *Nature* 2005 Jan 20; 433(7023): 185.
7. [Anon]. How volunteering for an MRI scan changed my life. *Nature* 2005 Mar 3; 434(7029): 17.
8. Heinemann T, Hoppe C, Listl S, Spickhoff A, Elger CE. Zufallsbefunde bei bildgebenden Verfahren in der Hirnforschung. Ethische Überlegungen und Lösungsvorschläge. *Deutsches Ärzteblatt* 2007; 104(27): 1982–1987.
9. Kirschen MP, Jaworska A, Illes J. Subjects' expectations in neuroimaging research. *Journal of Magnetic Resonance Imaging* 2006 Feb; 23(2): 205–209.
10. Lidz CW, Appelbaum PS. The therapeutic misconception – Problems and solutions. *Medical Care* 2002 Sep; 40(9): 55–63.
11. Lidz CW, Appelbaum PS, Grisso T, Renaud M. Therapeutic misconception and the appreciation of risks in clinical trials. *Social Science & Medicine* 2004 May; 58(9): 1689–1697.
12. Walter H (ed.). Funktionelle Bildgebung in Psychiatrie und Psychotherapie: Methodische Grundlagen und klinische Anwendungen. Stuttgart: Schattauer 2005.
13. Haynes JD, Rees G. Decoding mental states from brain activity in humans. *Nature Reviews Neuroscience* 2006 Jul; 7(7): 523–534.
14. Schleim S, Walter H. Gedankenlesen mit dem Hirnscanner? *Nervenheilkunde* 2007; 26(6): 505–510.
15. Kim BS, Illes J, Kaplan RT, Reiss A, Scott W. Incidental findings on pediatric MR images of the brain. *American Journal of Neuroradiology* 2002 Nov-Dec; 23(10): 1674–1677.

Korrespondenzadresse:

Stephan Schleim
Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie
Abteilung für Medizinische Psychologie
Universität Bonn
Sigmund-Freud-Straße 25, 53105 Bonn