

## **Welche Relevanz haben bildgebende Befunde für die Beurteilung der Testier(un)fähigkeit?**

Hans-Otto Karnath<sup>1</sup> & Clemens Cording<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Zentrum für Neurologie der Universität Tübingen, Hoppe-Seyler-Str. 3, 72076 Tübingen, Deutschland, E-Mail: Karnath@uni-tuebingen.de

<sup>2</sup> Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie der Universität Regensburg, Universitätsstr. 84, 93053 Regensburg, Deutschland, E-Mail: kontakt@prof-cording.de

*Bei der posthumen Begutachtung der Testier(un)fähigkeit treten immer wieder Fälle auf, bei denen nach einer Schädigung des Gehirns (z.B. durch Schlaganfall oder einen Gehirntumor) der psychopathologische Befund und die kognitive Leistungsfähigkeit in den Akten viel weniger gut dokumentiert sind als die neurologischen und insbesondere die bildgebenden (computer- und/oder magnetresonanztomographischen) Befunde. Insbesondere bei diesen Fällen stellt sich die Frage, welchen Wert die neuroradiologische Bildgebung für die gutachterliche Praxis bzw. für richterliche Entscheidungen hat. Wir legen dar, dass die Gehirnbildgebung für sich allein keine für den Einzelfall sicheren Schlussfolgerungen auf ein bestehendes bzw. nicht bestehendes psychopathologisches bzw. kognitives Verhaltensdefizit zulässt, also nicht erlaubt mit Sicherheit darüber zu befinden, ob der hirngeschädigte Proband zum Zeitpunkt der letztwilligen Verfügung noch in der Lage war, z.B. Sprache zu verstehen, Sachverhalte zu erinnern, geschäftliche Zusammenhänge nachzuvollziehen oder z.B. zu rechnen. Für die Beurteilung solcher Fähigkeiten entscheidend ist, dass außer der Bildgebung auch beobachtungsnahe Verhaltensbeschreibungen, evt. Daten psychometrischer Tests und/oder klinische Dokumentationen über die vorhandenen bzw. nicht mehr vorhandenen kognitiven und psychischen Fähigkeiten des zu begutachtenden Probanden zur Verfügung stehen.*

## 1. Einführung

Bei der posthumen Begutachtung der Testier(un)fähigkeit geht es in der Praxis überwiegend um demenzielle Syndrome, wobei die mikroangiopathisch bedingten subkortikalen vaskulären Demenzen deutlich häufiger vorkommen als reine Alzheimer-Demenzen (Cording, 2023, S.75f). Die forensisch-psychiatrischen Beurteilungskriterien für diese Erkrankungen sind in der obergerichtlichen Rechtsprechung und in der einschlägigen Fachliteratur gut etabliert (z.B. Wetterling, 2020; Cording, 2023); es gelten die in der ‚Hinweis‘box dargestellten rechtlichen Kriterien.

### HINWEIS

#### *Rechtlicher Krankheitsbegriff*

Im Zuge des von der Rechtsprechung geforderten zweistufigen Beurteilungsverfahrens ist auf der ersten Beurteilungsebene zu prüfen, ob zum gutachtensrelevanten Zeitpunkt eine krankheitswertige psychische ('geistige') Störung bestand. Entscheidend dafür ist nicht die Diagnose im Sinne des jeweils gerade aktuellen medizinischen Klassifikationssystems, sondern der normativ vorgegebene *rechtliche* Krankheitsbegriff gemäß § 2229 Abs. 4 BGB, wie er im Laufe der über hundertjährigen einschlägigen Rechtsprechung zum BGB entwickelt wurde. Dieser Krankheitsbegriff ist nicht ätiologisch, biologisch oder ICD-10-basiert, sondern bezieht sich allein auf *psychopathologische Syndrome* (Staudinger/Knothe, 2012, Rn 8; Staudinger/ Klumpp, 2017, Rn 10, 11; Lipp, 2017, S.181; Cording, 2023, S.42ff, S.46ff). Entscheidend sind also nicht die zugrundeliegenden Ursachen oder biologische Parameter, sondern die psychischen und kognitiven Funktionsstörungen, die zu einem *Ausschluss der freien Willensbestimmung* führen können. Das sind psychopathologische Syndrome, die die Einsichts-, Kritik- und Urteilsfähigkeit gravierend beeinträchtigen, also vor allem „endogene“ oder organische psychotische Syndrome, Demenzen und ausgeprägte hirnorganische Persönlichkeitsänderungen (z.B. Frontalhirnsyndrome).

Ob und ggf. wodurch das diagnostizierte Syndrom im konkreten Fall tatsächlich zu einem Ausschluss der freien Willensbestimmung geführt hat, ist dann jeweils auf der zweiten Beurteilungsebene anhand der konkreten psychopathologischen/kognitiven Symptomatik gesondert zu prüfen.

In den letzten Jahren kommen – neben den dementiellen Syndromen – zunehmend auch Fallkonstellationen zur Begutachtung, bei denen zunächst primär neurologische Diagnosen, wie z.B. Schlaganfälle, Unfälle mit Gehirnbeteiligung oder Hirntumoren im Vordergrund stehen. Im rechtlichen Begutachtungskontext sind auch hier die dadurch bedingten psychopathologischen und kognitiven Funktionsstörungen ausschlaggebend (s. ‚Hinweis‘box), diese sind aber in der Alltagsroutine bei diesen Fällen oft viel weniger gut dokumentiert als die neurologisch-körperlichen Untersuchungen und insbesondere die bildgebenden Befunde mittels cranialer Computertomographie (CCT) und/oder Magnetresonanztomographie (cMRT). Falls eine retrospektive oder gar posthume Begutachtung der Testier(un)fähigkeit erfolgen soll, stellt sich daher nicht selten die Frage, welche Schlüsse aus den vorliegenden bildgebenden Befunden im Hinblick auf psychopathologische und kognitive Funktionsstörungen abgeleitet werden können. Typische gutachtliche Fragen, die sich in diesem Zusammenhang ergeben, sind z.B., ob ein bestimmter Proband, der zum Zeitpunkt der Testamenterrichtung an einem Schlaganfall oder an einen Tumor litt, noch in der Lage war, Sprache zu verstehen, Sachverhalte zu erinnern, geschäftliche Zusammenhänge nachzuvollziehen, zu rechnen u.ä.

Das hat uns veranlasst, die Relevanz bildgebender Befunde für die Beurteilung der Testier(un)fähigkeit genauer in den Blick zu nehmen. Welche Möglichkeiten sich für den Gutachter durch die Interpretation eines vorliegenden CCTs und/oder cMRTs zur Beantwortung dieser Fragen bei einem individuellen Probanden ergeben und welche Grenzen ihm dabei gesetzt sind, wollen wir im Folgenden beleuchten. Beginnen möchten wir mit der übergeordneten, allgemeineren Frage, wie die Neurowissenschaften überhaupt zu Erkenntnissen über die Lokalisationen bestimmter kognitiver Funktionen im Gehirn gelangen.

## **2. Wie gelangt die Neurowissenschaft zu der Erkenntnis welche Hirnregion für eine bestimmte kognitive Funktion unverzichtbar ist?**

Die kognitiven Neurowissenschaften nutzen eine breite Palette von Techniken, um die funktionelle Architektur des menschlichen Gehirns zu untersuchen. Ein Großteil der grundlegenden Arbeiten über die Frage, welche Hirnregionen für eine bestimmte kognitive Funktion, wie z.B. das episodische Gedächtnis, das Sprachverständnis, die Planung, die Aufmerksamkeit und viele weitere kognitive Funktionen oder auch die Emotionskontrolle, entscheidend im Sinne von *unverzichtbar* sind, beruht auf der Beobachtung einzelner Patienten (Code et al., 1996, 2003) oder von Patientengruppen, die eine Hirnschädigung erlitten haben (Rorden & Karnath, 2004). Der Vorteil dieser sog. „*Läsionsmethode*“ ist, dass sie erkennen lässt, ob eine bestimmte Hirnregion für eine kognitive Funktion *notwendig* ist. Wenn ein Schlaganfall eine Verhaltensstörung verursacht, weiß man, dass zumindest ein Teil des vom Schlaganfall betroffenen Hirnareals (und seine Verbindungen) für das normale Funktionieren dieses Verhaltens *unerlässlich* ist. Daher hat die Läsionsmethode nicht nur in der Vergangenheit einen enormen Beitrag zu unserem Verständnis des menschlichen Gehirns geleistet, sondern wirkt auch in der heutigen Zeit weiter, in der die nicht-invasive Bildgebung des Gehirns auch von Gesunden (z.B. mittels der funktionellen Magnetresonanztomographie [fMRT]) rasante Fortschritte gemacht hat (Rorden & Karnath, 2004).

Um ein Gehirnareal oder eine Kombination aus verschiedenen Arealen zu identifizieren, in der bzw. in denen beim Menschen eine bestimmte Funktion repräsentiert ist, vergleichen Neurowissenschaftler die mittels CCT oder cMRT dargestellten Gehirnschädigungen von Individuen, die alle dasselbe, wenn auch in unterschiedlichem Maße ausgeprägte Verhaltensdefizit aufweisen. Da aber das Gehirn jedes Einzelnen eine einzigartige Form hat, mal grösser, mal kleiner, mal länger und mal kürzer ist, ist es für einen späteren Vergleich zunächst erforderlich, die individuelle Form mittels geeigneter Software in eine „Standardgehirnform und -größe“ zu übertragen (z.B. Rorden et al., 2012; Gillebert et al., 2014; de Haan et al., 2015; Griffis & Pustina, 2022). Diese Vereinheitlichung der individuellen

Gehirnformen und -größen stellt die Voraussetzung für den nächsten Schritt der Analyse dar; sie erlaubt, dass die Gehirne verschiedener Individuen nun überlagert und so miteinander abgeglichen werden können.

Es hat sich jedoch gezeigt, dass die bloße Überlagerung mehrerer Gehirne von Betroffenen, die alle eine bestimmte Störung desselben Verhaltens aufweisen, alleine noch nicht ausreicht, um die für eine bestimmte kognitive Funktion entscheidenden Gehirnareale zu identifizieren. Neben einer Überlagerung ist außerdem ein Vergleich dieser Gehirne mit den Gehirnen von Patienten erforderlich, die ebenfalls eine Hirnschädigung erlitten haben, aber die interessierende Verhaltensstörung *nicht* aufweisen (Rorden & Karnath, 2004). Erst der (statistische) Vergleich der Schädigungsmuster dieser beiden Gruppen ermöglicht es zu erkennen, welche Regionen typischerweise mit einer Störung einer bestimmten Funktion verbunden sind, unter gleichzeitiger Identifikation derjenigen Gehirnareale, die nicht mit dieser Funktion verbunden sind (de Haan & Karnath, 2018; Karnath et al., 2018, 2020). Im Umkehrschluss liefert diese Analyse die Erkenntnis, welche Hirnregionen des Menschen für ein ungestörtes Funktionieren einer bestimmten Fähigkeit (wie z.B. episodisches Gedächtnis, Sprachverständnis, Aufmerksamkeit etc.) unverzichtbar sind. Selbstredend erlaubt eine solche Analyse umso allgemeingültigere Erkenntnisse, je mehr Individuen in die beiden Vergleichsgruppen einbezogen werden.

### **3. Das Problem der Anwendung neurowissenschaftlicher Erkenntnisse auf den für Juristen und Gutachter bedeutsamen Einzelfall**

Das Bemühen, möglichst viele Patienten in solche erkenntnisgewinnenden neurowissenschaftlichen Analysen einzubeziehen, erwächst aus der Erkenntnis, dass jeder Patient nicht nur ein unterschiedlich geformtes Gehirn besitzt, sondern auch eine individuelle Konfiguration des Schlaganfallterritoriums aufweist, das die für eine bestimmte Funktion relevante Hirnregion mal mehr und mal weniger betrifft. Denn selbstverständlich schädigt ein Schlaganfall nicht nur eine einzelne kognitive Funktion und genau die dafür relevanten Gehirnareale, sondern erfasst häufig ein größeres oder ein kleineres Territorium sowie häufig gleichzeitig mehrere

verschiedene kognitive Funktionen. Erst das oben dargestellte gruppenbezogene, (statistisch) vergleichende Vorgehen erlaubt es, von all diesen individuellen Beschaffenheiten zu abstrahieren, um so das für eine bestimmte Funktion des Menschen typische Areal zu ermitteln.

Im Rahmen einer gerichtlichen Begutachtung, bei der es ja stets um ein einzelnes Individuum und nie um eine Gruppe von Patienten geht, haben wir es folglich immer mit einem von dem oben erwähnten „Standardgehirn“ abweichenden individuellen Gehirn zu tun. Hinzu kommt, dass die für eine bestimmte Gehirnfunktion entscheidenden Areale bei dem einzelnen zu begutachtenden Individuum nicht in exakt identischer Weise die interessierende Funktion repräsentieren müssen, wie dies statistisch für eine größere Gruppe als typisch ermittelt worden ist. Wäre dem so, würde statt der oben dargestellten, aufwendigen Gruppenuntersuchung vieler Patienten die Untersuchung von nur einem Individuum genügen, um für die gesamte Menschheit gültige neurowissenschaftliche Erkenntnisse zu gewinnen.

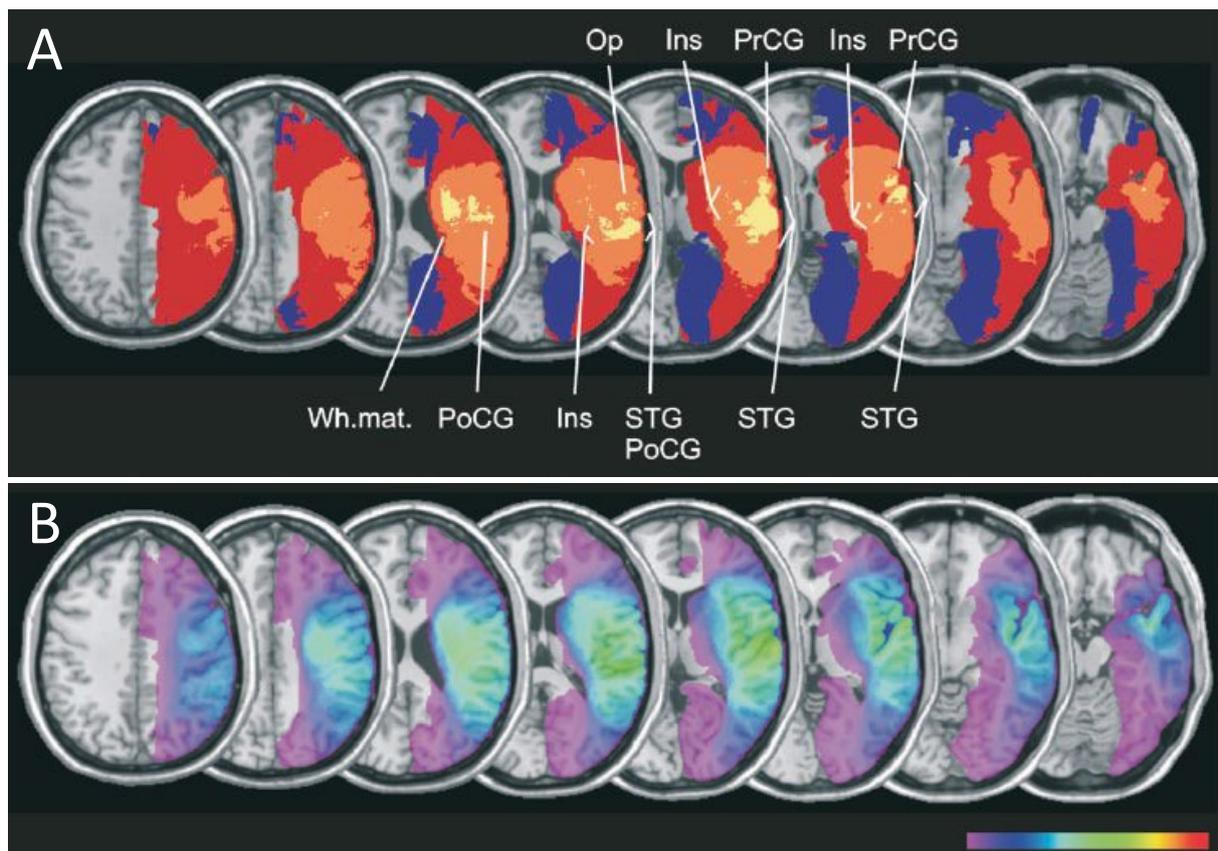
Anders formuliert ist es so, dass viele der Patienten mit dem jeweils interessierenden Verhaltensdefizit zwar eine Hirnschädigung aufweisen, die in ihrer Ausdehnung der für eine bestimmte Funktion typischen Hirnregion nahekommt, aber es gibt selbstverständlich – wie bei allen Gruppenuntersuchungen – auch immer andere Individuen, die (1.) davon deutlich abweichende Hirnschädigungen oder (2.) trotz einer Erstreckung der Hirnschädigung auf die gesamte für die Funktion relevante Hirnregion keine oder nur untypische Verhaltensdefizite aufweisen.

Diesen Sachverhalt soll das folgende Beispiel verdeutlichen: Bekanntlich besteht das menschliche Gehirn aus zwei Hälften, die miteinander in Verbindung stehen. Während viele kognitive Funktionen in beiden Hälften repräsentiert sind, gibt es auch Funktionen, die vornehmlich in nur einer der beiden Gehirnhälften verankert sind. Hierzu gehören z.B. die Sprachfunktionen in der linken Gehirnhälfte (bei deren Störung spricht man von „Aphasie“) und die Aufmerksamkeits- und Explorationsfähigkeit in der rechten Gehirnhälfte (bei einer Störung dieser spricht man von „Neglect“). Im Folgenden konzentrieren wir uns auf letzteres Störungsbild.

Nach einer Schädigung der rechten Gehirnhälfte ist auf kognitiver Ebene häufig ein Neglect zu beobachten. Was bedeutet dies? Wenn wir als

Gesunde den uns umgebenden Raum nach relevanten Merkmalen absuchen oder auch die Seite eines Testamentes lesen, benutzen wir unsere Aufmerksamkeits- und Explorationsfähigkeit. Mit deren Hilfe wenden wir uns sowohl dem linken wie auch dem rechten Teil des Schriftstückes zu. Dies geschieht so automatisch, dass wir uns dieser Fähigkeit kaum bewusst sind. Erst wenn es (z.B. durch einen Schlaganfall der rechten Gehirnhälfte) zu einer Störung dieser Funktion kommt, wird sie den Aussenstehenden bewusst, allerdings nicht den Betroffenen selbst. Ein Betroffener kann nach einer rechtsseitigen Gehirnschädigung seine Aufmerksamkeit nicht mehr der (aus Patientensicht) linken Raumseite zuwenden, ohne dies jedoch selbst zu realisieren. So kommt es, dass solche Kranken z.B. nur die Speisen essen, die sich auf der rechten Seite des Tellers befinden, während die linke Hälfte des Tellers unberührt bleibt. Juristisch relevant kann sich ein Neglect z.B. beim Versuch ein Testament zu lesen, auswirken. Obwohl die Lesefähigkeit als solche erhalten ist (denn diese gehört ja zu den in der linken [in unserem Beispiel unversehrten] Gehirnhälfte repräsentierten Sprachfunktionen) können Patienten mit Neglect sich nicht mehr der linken Seite des Blattes zuwenden; ihre Aufmerksamkeit bleibt förmlich auf der rechten Seite „kleben“. Das führt dazu, dass nur noch Worte wahr- und aufgenommen werden, die auf der rechten Seite platziert sind; diejenigen auf der linken Seite bleiben unberücksichtigt. Die Kranken sind dadurch natürlich unfähig, den Sinn des Geschriebenen zu verstehen. Dasselbe gilt auch für die ggf. im Rahmen einer Testamentserrichtung stattfindende Betrachtung von Abbildungen, Diagrammen etc.. Auf der rechten Seite dargestellte Inhalte eines solchen Diagramms werden wahrgenommen, diejenigen der linken Seite dagegen nicht, ohne dass dem Betroffenen dies bewusst wird.

Typischerweise verursachen Hirnschädigungen einen Neglect, die den oberen und mittleren rechten Schläfenlappen, den rechten unteren Scheitellappen und/oder den rechten unteren Stirnhirnlappen betreffen, wie dies in Abbildung 1A an dem orange-gelb gefärbten Bereich des Ergebnisses einer mittels Gruppenkontrast durchgeführten Läsionsanalyse zu erkennen ist. Diese drei kortikalen Regionen liegen sämtlich im Versorgungsgebiet der mittleren Hirnarterie der rechten Hemisphäre (Überblick bei Karnath & Rorden, 2012).

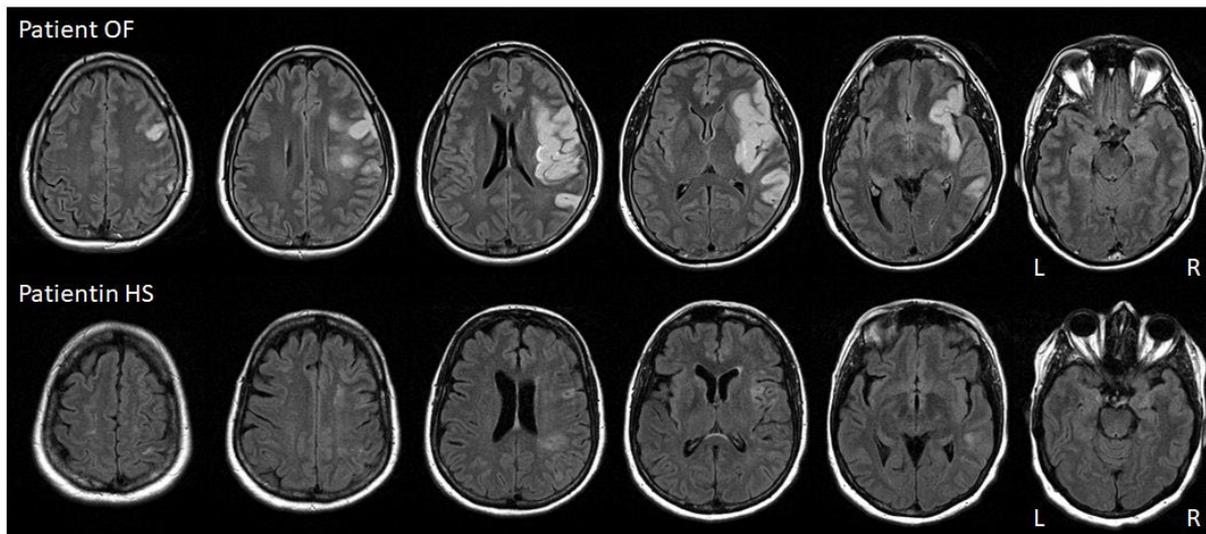


**Abbildung 1. (A)** Um herauszufinden welche Gehirnregion für das Auftreten eines Neglects nach rechtshemisphärischer Hirnschädigung entscheidend ist, wurde eine Gruppe von Schlaganfallpatienten mit Neglect mit einer Gruppe von Patienten verglichen, die nach einem Schlaganfall in der rechten Gehirnhälfte *keinen* Neglect erlitten haben. Das Ergebnis ist hier dargestellt: der orange-gelbe Bereich zeigt denjenigen Bereich an, der für ein ungestörtes Funktionieren unverzichtbar ist (die blauen und roten Bereiche liegen demgegenüber unterhalb der dafür angenommenen kritischen Schwelle). **(B)** Überlappung der MRT-Scans von 78 Patienten mit linksseitigem Neglect nach rechtshemisphärischer Hirnschädigung. Die Anzahl der überlappenden Läsionen wird durch verschiedene Farben dargestellt, die die zunehmende Häufigkeit von violett ( $n = 1$ ) bis rot ( $n = 78$ ) kodieren. Die maximale Überlappung lag bei  $n = 48$  Patienten. Nach Karnath et al. (2004).

Untersucht man nun eine große Gruppe von Patienten, die nach einem Schlaganfall der rechten Gehirnhälfte einen Neglect aufweisen und überlagert deren individuelle mittels CCT und/oder cMRT erhobene Gehirnschädigungen, dann erhält man das in Abbildung 1B dargestellte Überlappungsbild. Es ist zu erkennen, dass in dieser Gruppe kein einziger Ort existiert, der bei allen 78 Neglect-Patienten übereinstimmend geschädigt war.

An den Orten mit der höchsten Übereinstimmung – also dem grünlich gefärbten Bereich in Abbildung 1B – wiesen tatsächlich nur etwa 35 bis 48 von den untersuchten 78 Patienten eine Hirnschädigung in dem Gebiet auf, das mittels Läsionsanalyse (s. Abb. 1A) für das Auftreten eines Neglects als typisch identifiziert wurde. Ein gewisser Anteil der 78 Patienten weist also eine Hirnschädigung auf, die den orange-gelben Bereich aus Abbildung 1A nicht in seiner gesamten Ausdehnung abdeckt, sondern ihn nur zu einem Teil betrifft.

Dieser etwas kompliziert klingende Sachverhalt soll noch einmal anhand von zwei konkreten Patienten exemplarisch verdeutlicht werden: Die in Abbildung 2 gezeigten MRT-Bilder stammen von zwei Personen (OF und HS), die beide einen rechtshemisphärischen Schlaganfall erlitten hatten, bei dem ein Neglect zu erwarten wäre. Der in Abbildung 2 dargestellte Patient OF weist eine ausgedehnte Schädigung auf, die weite Teile des Hirnareals betrifft, das für das Auftreten eines Neglect als typisch identifiziert wurde (s. orange-gelber Bereich in Abb. 1A). Dagegen hat die Patientin HS lediglich kleine Läsionen in diesem Hirnareal erlitten. Dementsprechend wäre zu erwarten, dass OF aufgrund seiner Hirnschädigung einen starken Neglect aufweist (da ja ein grosser Teil des für Neglect relevanten Gehirngebietes geschädigt wurde), während dies bei HS entweder gar nicht oder wesentlich schwächer der Fall sein sollte. Tatsächlich war es aber bei diesen beiden realen Fällen genau umgekehrt: während OF trotz der ausgedehnten Schädigung in weiten Teilen der typischen Hirnareale (s. orange-gelber Bereich in Abb. 1A) tatsächlich *keinen* Neglect aufwies, zeigte HS trotz der nur kleinen Hirnschädigung in diesem Bereich (s. orange-gelber Bereich in Abb. 1A) einen deutlichen Neglect mit der hierfür typischen Vernachlässigung der linken Raumseite.



**Abbildung 2.** *Patient OF* erlitt einen Verschluss der Arteria cerebri media rechts am M1/M2-Übergang mit anschließender Teilrekanalisation. Beim Letter-Cancellation-Test und beim Bells-Cancellation-Test erzielte er einen mittleren ‚Center of Cancellation‘-Wert (CoC; Rorden & Karnath, 2010) von 0.056, was einem unauffälligen Wert entspricht und dokumentiert, dass kein Neglect besteht. *Patientin HS* erlitt einen wesentlich kleineren Infarkt, ebenfalls im Versorgungsgebiet der Arteria cerebri media rechts. Ihr mittlerer CoC-Wert betrug dagegen 0.581, was einen schweren linksseitigen Neglect anzeigt.

Selbstverständlich ist eine solch unerwartete Konstellation zwischen Hirnschädigung und dem resultierenden Verhalten bei der Mehrheit der Patienten nicht der Fall; die Mehrheit der individuellen Gehirnschädigungen entspricht vielmehr der auf den Ergebnissen der Läsionsanalyse basierenden und in Abbildung 1A dargestellten Erwartung. Tatsächlich aber hat man es in der gutachterlichen Praxis immer wieder auch mit individuellen Fällen zu tun, die den beiden in Abbildung 2 dargestellten Patienten entsprechen, wenn auch nicht immer so extrem wie bei diesen beiden hier bewusst zur akzentuierten Darstellung ausgesuchten realen Fällen. Die bildgebenden Verfahren (cMRT, CCT) allein erlauben also keine sichere Aussage über die tatsächlichen kognitiven Funktionsverluste im Einzelfall.

#### HINWEIS

Zu betonen ist, dass der hier für das spezielle Störungsbild des Neglects

exemplarisch dargestellte Sachverhalt genauso für alle weiteren kognitiven Funktionen und ihre Störungen (wie z.B. Gedächtnisstörungen, Defizite der Planungsfähigkeit, der Entscheidungsfähigkeit, der Rechenfähigkeit und vieles andere mehr) und deren jeweilige Lokalisationen gilt, die einen Bezug zur Testier(un)fähigkeit haben.

#### **4. Unterschiede zwischen Schlaganfällen und Hirntumoren in der Bildgebung**

Bei Schlaganfällen erlaubt die MRT-Bildgebung unter Verwendung von geeigneten Verfahren bereits wenige Stunden nach dem Auftreten des Infarktes die genaue Feststellung des zugrunde gegangenen Gehirngewebes. Im Bereich des Infarktes ist es zum Zelltod gekommen und das abgestorbene Nervenzellgewebe setzt sich vom umgebenden intakten Zellgewebe zunehmend scharfrandig ab. Ganz anders verhält es sich bei Hirntumoren. Hier bestehen erheblich größere Probleme bei der Bestimmung der Lokalisierung und der Ausdehnung des pathologischen Tumorgewebes. Anders als beim Schlaganfall ist die Definition der Bereiche außerhalb des auf der Bildgebung (mit/ohne Kontrastmittel) sichtbaren Tumors als „intakt“ und der Bereiche, die vom sichtbaren Tumorgewebe abgedeckt werden, als „betroffen“, d.h. als nicht funktionsfähig, höchst problematisch (s. z.B. Karnath & Steinbach, 2011).

Erstens ist es nicht zutreffend, Hirnareale von Patienten mit Hirntumoren, insbesondere Gliomen, als intakt anzusehen, die in der MRT-Bildgebung normal erscheinen. So ist bekannt, dass die diffuse Ausbreitung eines Tumors weit über das Tumorgebiet hinausgehen kann, wie es in der MRT-Bildgebung sichtbar wird (z.B. Swanson et al., 2004; Muigg et al., 2010). Tumorzellnester können an vielen verschiedenen und z.T. weit entfernten Stellen existieren (Scherer, 1940); in der MRT-Bildgebung werden davon nur diejenigen entdeckt, die die Nachweisgrenze erreichen. Ein fernes Tumorwachstum, das unterhalb der Nachweisgrenze der MRT-Bildgebung liegt, kann aber schon neurologische und kognitive Beeinträchtigungen verursachen. Der auf MRT-Scans sichtbare Teil des Tumors stellt insofern nur

die „Spitze des Eisbergs“ dar (Swanson et al., 2004). Zweitens ist es aber ebenso *unzutreffend*, den in der Bildgebung sichtbaren Bereich des Tumorwachstums als „nicht funktionsfähige Stelle“ zu betrachten. Tatsächlich kann die neuronale Funktion in diesem Bereich nämlich auch nach der Besiedlung mit Tumorzellen fortbestehen (Krainik et al., 2003; Aabedi et al., 2021). Das kann dadurch zustande kommen, dass der Tumor das gesunde Gehirngewebe nur infiltriert („dazwischenwächst“) oder es lediglich verdrängt; beides ohne es zu zerstören.

Zusammenfassend sprechen die bildgebenden und histologischen Fakten überzeugend dagegen, (1.) dasjenige Gehirnareal, bei dem im MRT ein Tumor zu sehen ist, als in seiner Funktion (vollständig) beeinträchtigtes Areal anzusehen, und (2.) die Bereiche des Gehirns, bei denen im MRT der Tumor *nicht* zu sehen ist, als in ihrer Funktion (vollständig) *unbeeinträchtigte* Areale anzusehen. Somit sind die Schlussfolgerungen, die sich aus der Abbildung eines Tumors an einer bestimmten Stelle des Gehirns ziehen lassen, grundsätzlich andere als diejenigen, die sich aus der bildlichen Darstellung eines Schlaganfalls an derselben Stelle ergeben.

Dass dies kein bloß theoretischer Einwand ist, sondern konkrete Auswirkungen auf gutachtliche Fragen hat, belegt eine methodisch gründlich durchgeführte empirische Untersuchung, bei der u.a. geprüft wurde, wie eng die Zusammenhänge zwischen den im CCT oder cMRT festgestellten lokalisatorischen Hirnbefunden mit den tatsächlich festgestellten Funktionsstörungen im Einzelfall übereinstimmen (Anderson et al., 1990). Die Studie verglich kognitive Beeinträchtigungen, die durch *tumorbedingte* Läsionen verursacht waren (*bevor* die Tumorpatienten operiert wurden), mit solchen, die durch einen *Schlaganfall* bedingt waren, und zwar nur in Fällen, bei denen die Schädigungen in vergleichbaren Hirnregionen lokalisiert waren. Die Autoren wiesen nach, dass die kognitiven und verhaltensbezogenen Folgen der beiden Schädigungstypen trotz annähernd gleicher Lokalisation im Gehirn radikal unterschiedlich sein können. Die tatsächlichen Funktionsausfälle variierten bei Hirntumoren viel stärker und waren insgesamt deutlich *geringer* ausgeprägt als bei Schlaganfällen vergleichbarer Lokalisation in den bildgebenden Verfahren. Ein Fazit der Autoren war, dass

eindeutige Aussagen über die tatsächlichen Funktionsausfälle allein aufgrund der Befunde im CCT und cMRT gerade bei Hirntumoren nicht möglich sind. In ihrem Resümee heißt es: *„In einigen Fällen gingen ausgedehnte Tumoren mit normalen neuropsychologischen Testprofilen einher, was bei Schlaganfallpatienten niemals vorkam“* (Anderson et al., 1990, S. 405).

Auch eine neuere Studie, die ebenfalls die Funktionsausfälle bei Schlaganfallpatienten mit denjenigen von Tumorpatienten verglich, kam unter Einsatz modernster Bildgebungs- und Analysemethoden zu demselben Ergebnis: van Grinsven et al. (2023) verglichen eine Gruppe von Schlaganfallpatienten (N=147) mit einer Gruppe von Patienten mit Hirntumoren (N=196; Gliome Grad II-IV) hinsichtlich ihrer verbalen Lern- und Gedächtnisfähigkeit sowie der Fähigkeit unter Zeitdruck verbale Informationen abzurufen. Dabei analysierten sie getrennt für beide Gruppen den Zusammenhang zwischen Verhalten und Lokalisation der jeweiligen Hirnschädigung. Für die Hirnregionen mit vergleichbarer Abdeckung der Hirnschädigungen in beiden Gruppen fanden die Autoren erhebliche Unterschiede: je nach Ursache der Hirnschädigung (Schlaganfall versus Hirntumor) war der Zusammenhang von Schädigungsort und verursachten Beeinträchtigungen der untersuchten Gedächtnis- und Sprachleistungen sehr unterschiedlich. Auch dieser Analyse großer Patientengruppen lässt sich entnehmen, dass durch Schlaganfall versus durch Hirntumor verursachte Gehirnschädigungen deutlich unterschiedlich ausgeprägte Beeinträchtigungen des Verhaltens zur Folge haben.

Für die Begutachtungssituation ergibt sich aus beiden Studien dasselbe Resümee: Aus der Beobachtung, dass ein Tumor in der Gehirnregion X wächst, lässt sich nicht schlussfolgern, dass dadurch auch die für diese Region typische Funktion Y beeinträchtigt ist, wie dies üblicherweise nach einer Hirnschädigung durch einen Schlaganfall an derselben Stelle der Fall ist. Umgekehrt lässt sich aus der Beobachtung, dass ein Tumor unter Verwendung modernster MRT-Bildgebung die Gehirnregion X anscheinend *nicht* betrifft, auch nicht schlussfolgern, dass deshalb die Funktion Y *unbeeinträchtigt* geblieben sein muss, wie es bei einem Schlaganfall der Fall wäre.

## **5. Welchen Wert hat die Bildgebung für die gutachterliche Praxis bzw. für richterliche Entscheidungen?**

Bedeutet diese Erkenntnisse nun, dass ein Gutachter keinerlei Schlüsse aus der Analyse von Bildgebungsdaten in Bezug auf die zu erwartenden Verhaltensdefizite bei einem Individuum ziehen kann? Braucht der Gutachter oder Richter gar keine präzise Analyse der Bildgebung eines Probanden? Reicht allein die Information „*dieser Proband hat eine bzw. hat keine Hirnschädigung erlitten*“, ohne dass die Lokalisation und Ausdehnung der Schädigung zur Beurteilung des Falles herangezogen werden muss? Nein, denn tatsächlich weisen ja – zumindest nach Schlaganfällen oder Unfällen mit substantieller Hirnschädigung (anders als bei Gehirntumoren [s. hierzu oben]) – sehr viele der Patienten mit in der Bildgebung sichtbaren Hirnschädigungen ein Verhaltensdefizit auf, das mit unserem aus neurowissenschaftlichen Untersuchungen stammenden Wissen (s. oben Abb. 1A als ein Beispiel) und unserer darauf basierenden Erwartung übereinstimmt. Der bildgebende Befund, dass ein Patient im Gehirngebiet X eine Hirnschädigung durch einen *Schlaganfall* oder einen *Unfall* mit Beteiligung des Gehirns erlitten hat, lässt die Schlussfolgerung zu, dass es aufgrund dessen (*sehr*) *wahrscheinlich* ist, dass er eine bestimmte Leistung nicht mehr erbringen kann bzw. konnte. Bei *Hirntumoren* gilt das allenfalls in deutlich geringerem Maße.

### **Schlussbetrachtung**

Aus dem oben Dargelegten lässt sich entnehmen, dass die Bildgebung des Gehirns *für sich allein* keine für den Einzelfall sicheren Schlussfolgerungen auf Funktionsstörungen (kognitive bzw. Verhaltensdefizite) zulässt. Da es in der Begutachtungssituation bzw. in juristischen Kontexten stets um den konkreten Einzelfall geht, genügen bloße statistische Wahrscheinlichkeiten nicht, denn es kann sich durchaus um einen seltenen Fall handeln. Von einem morphologischen Hirnbefund lässt sich nicht deduktiv auf die tatsächliche Hirnfunktion schließen. Dies gilt für Hirnschädigungen allgemein, aber in besonders hohem Maße für Hirntumoren, da hier die

Varianzen des Zusammenhangs zwischen bildgebenden Befund und Verhalten wesentlich größer sind als bei Schlaganfällen oder mechanischen Hirnschädigungen.

Entscheidend ist deshalb, dass neben der Bildgebung konkrete Berichte über die tatsächlich vorhandenen bzw. nicht mehr vorhandenen kognitiven bzw. psychischen Fähigkeiten des zu begutachtenden Probanden vorliegen (z.B. beobachtungsnahe Verhaltensbeschreibungen, evt. auch Daten psychometrischer Tests [s. Cording 2023, S. 114-126]). Die Kombination von Verhaltensbeobachtungen bzw. psychopathologischen und/oder neuropsychologischen Befunden mit bildgebenden Befunden kann die Beurteilung der psychopathologischen und kognitiven Leistungsfähigkeit sinnvoll ergänzen und verbessern. Die allein mittels Bildgebung erzielte Diagnose eines Schlaganfalls, einer Gehirnschädigung nach einem Unfall, eines Gehirntumors oder auch einer Abnahme von Gehirngewebe (Gehirnatrophie) bei einem dementiellen Prozess stellt aber lediglich eine *potenzielle Ursache* für kognitive Funktionsstörungen und/oder psychopathologische Störungen dar und erfüllt nicht die rechtlichen Kriterien für eine krankheitswertige Störung gemäß § 2229 Abs. 4 BGB auf der ersten, diagnostischen Beurteilungsebene. Hierfür kommen nur die dadurch ggf. verursachten *psychopathologischen Syndrome* (wie z.B. demenzielle oder amnestische Syndrome, ein Delir, eine Bewusstseinsstrübung, gravierende hirnorganische Persönlichkeits- und Verhaltensstörungen o.ä.) in Betracht. Deshalb ist für die Beurteilung der Testier(un)fähigkeit bei Probanden mit Gehirnschädigungen letztlich immer eine das Verhalten des Probanden erfassende Begutachtung erforderlich (vgl. OLG München 14.01.2020 - 31 Wx 466/19 = ErbR 4/2020, 21f; Cording, 2023, S.134f m.w.N.), die eine Bewertung der ggf. bestehenden oder nicht bestehenden *psychiatrischen* bzw. *neuropsychologischen* Funktionsstörungen im Hinblick auf die Gutachtensfrage erlaubt.

## Literatur

- Aabedi, A.A., Lipkin, B., Kaur, J., Kakaizada, S., Valdivia, C., Reihl, S., Young, J.S., Lee, A.T., Krishna, S., Berger, M.S., Chang, E.F., Brang, D., Hervey-Jumper, S.L., 2021. Functional alterations in cortical processing of speech in glioma-infiltrated cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 118, e2108959118.
- Anderson, S.W., Damasio, H., Tranel, D., 1990. Neuropsychological impairments associated with lesions caused by tumor or stroke. *Archives of Neurology* 47, 397-405.
- Code, C., Wallesch, C.-W., Joannette, Y., Lecours, A.R. (Editors), 1996. *Classic Cases in Neuropsychology*. Psychology Press, Hove, UK.
- Code, C., Wallesch, C.-W., Joannette, Y., Lecours, A.R. (Editors), 2003. *Classic Cases in Neuropsychology, Volume II*. Psychology Press, Hove, UK.
- Cording C., 2023. Geschäftsfähigkeit und ihre Unterformen. In: Cording C. & Nedopil N. (Hrsg.) *Psychiatrische Begutachtungen im Zivilrecht - Ein Handbuch für die Praxis*. Pabst Science Publishers, Lengerich, 4., vollständig überarbeitete Neuauflage 2023, 33–154.
- de Haan, B., Karnath, H.-O., 2018. A hitchhiker's guide to lesion-behaviour mapping. *Neuropsychologia* 115, 5–16.
- de Haan, B., Clas, P., Juenger, H., Wilke, M., Karnath, H.-O., 2015. Fast semi-automated lesion demarcation in stroke. *NeuroImage: Clinical* 9, 69–74.
- Gillebert, C.R., Humphreys, G.W., Mantini, D., 2014. Automated delineation of stroke lesions using brain CT images. *NeuroImage Clin.* 4, 540–548.
- Griffis, J.C., Pustina, D., 2022. Automated lesion segmentation. In: D Pustina & D Mirman (Hrsg.) *Lesion-to-Symptom Mapping: Principles and Tools*. *Neuromethods*, vol. 180. New York, Humana Press, 53-77. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-1-0716-2225-4\\_3](https://doi.org/10.1007/978-1-0716-2225-4_3)
- Karnath, H.-O., Rorden, C., 2012. The anatomy of spatial neglect. *Neuropsychologia* 50, 1010-1017.
- Karnath, H.-O., Steinbach, J.P., 2018. Do brain tumours allow valid conclusions on the localisation of human brain functions? – Objections. *Cortex* 47, 1004-1006.

- Karnath, H.-O., Fruhmann Berger, M., Küker, W., Rorden, C., 2004. The anatomy of spatial neglect based on voxelwise statistical analysis: a study of 140 patients. *Cerebral Cortex* 14, 1164-1172.
- Karnath, H.-O., Sperber, C., Rorden, C., 2018. Mapping human brain lesions and their functional consequences. *Neuroimage* 165, 180–189.
- Karnath H-O, Sperber C, Wiesen D, de Haan B., 2020. Lesion-behaviour mapping in cognitive neuroscience: A practical guide to univariate and multivariate approaches. In: S Pollmann (Hrsg.) *Spatial Learning and Attention Guidance*. *Neuromethods*, vol. 151. New York, Humana Press, 209-238. DOI: [https://doi.org/10.1007/7657\\_2019\\_18](https://doi.org/10.1007/7657_2019_18)
- Krainik, A., Lehericy, S., Duffau, H., Capelle, L., Chainay, H., Cornu, P., Cohen, L., Boch, A.-L., Mangin, J.-F., Le Bihan, D., Marsault, C., 2003. Postoperative speech disorder after medial frontal surgery: Role of the supplementary motor area. *Neurology* 60, 587–594.
- Lipp V., 2017. Krankheit und Autonomie im Zivilrecht. In: Beck S (Hrsg) *Krankheit & Recht*. Springer, Berlin, 171–196
- Muigg, A., Nowosielski, M., Schwetz, J., Gotwald, T., Putzer, D., Maier, H., et al., 2010. 18F-FET-PET hypermetabolic brain lesions: A correlation study to MRI and histopathologic findings. *Journal of Clinical Oncology*, 28: 7s (suppl; abstr 2042).
- Rorden, C., Karnath, H.-O., 2004. Using human brain lesions to infer function: a relic from a past era in the fMRI age? *Nat. Rev. Neurosci.* 5, 813–819.
- Rorden, C., Karnath, H.-O., 2010. A simple measure of neglect severity. *Neuropsychologia* 48, 2758-2763.
- Rorden, C., Bonilha, L., Fridriksson, J., Bender, B., Karnath, H.-O., 2012. Age-specific CT and MRI templates for spatial normalization. *Neuroimage* 61: 957-965.
- Scherer, H.J., 1940. The forms of growth in gliomas and their practical significance. *Brain* 63, 1-35.
- Staudinger J.V., Klumpp S., 2017. *Kommentar zu § 104 BGB*. Sellier-de Gruyter Berlin

Staudinger J.V., Knothe H.G., 2012. Kommentar zum BGB. Buch 1. Sellier-de Gruyter, Berlin

Swanson, K.R., Alvord Jr, E.C., Murray, J.D., 2004. Dynamics of a model for brain tumors reveals a small window for therapeutic intervention. Discrete and Continuous Dynamical Systems - Series B 4, 289-295.

van Grinsven, E.E, Smits, A.R., van Kessel, E., Raemaekers, M.A.H., de Haan, E.H.F, Huenges Wajer, I.M.C, Ruijters, V.J., Philippens, M.E.P, Verhoeff, J.J.C., Ramsey, N.F., Robe, P.A.J.T., Snijders T.J., van Zandvoort, M.J.E., 2023. The impact of etiology in lesion-symptom mapping – A direct comparison. NeuroImage Clinical 37, 103305.

Wetterling T., 2020. Freier Wille und neuropsychiatrische Erkrankungen – Ein Leitfaden zur Begutachtung der Geschäfts- und Testierfähigkeit. Kohlhammer, Stuttgart, 2.Auflage 2020