

# HAFTUNG UND VERSICHERUNG HAVE RESPONSABILITÉ ET ASSURANCE REAS

## **Schweres Schädel-Hirn-Trauma im frühen Kindesalter: Schadenerledigung zum Nulltarif?**

Gerhard Jenzer/Sven Haller/Theodor Landis/Rolf P. Steinegger

## **Regressausschluss in der Betriebs- und Berufshaftpflichtversicherung**

Franziska Schmitt/Ignacio Moreno

## **UVG-Revision und ihre Auswirkungen auf die berufliche Vorsorge**

Olivia Kaderli/Tulay Sakiz

## **Teilen – Wettschlagen?**

Felix Hunziker-Blum

## **Rechtsprechung/Jurisprudence**

Ein Ende der Gewissheiten – BGE 143 III 79

Analyse du Newsletter NLRCAS

**Forum: Mehrere Ersatzpflichtige – Streitfragen und Lösungsvorschläge de lege lata und ferenda  
La pluralité des responsables – controverses et propositions de lege lata et de lege ferenda**

Mit  
Jahresregister 2016–2017  
und Bindeaktion

Avec  
Répertoire annuel 2016-2017  
et offre de reliure

# Schweres Schädel-Hirn-Trauma im frühen Kindesalter: Schadenerledigung zum Nulltarif?

Gerhard Jenzer\* / Sven Haller\*\* / Theodor Landis\*\*\* / Rolf P. Steinegger\*\*\*\*

Der Aufsatz diskutiert die Klinik und Bildgebung bei schweren Schädel-Hirn-Traumen (SHT) im Kindesalter. Im Besonderen interessieren die medizinischen Massnahmen von der Initialphase bis zur Schadenerledigung. Sie kann über 20 Jahre nach dem Unfall erfolgen. Welche Aussagekraft haben, unter Berücksichtigung der Zeitachse, des Standes der Technik und der Dynamik traumatischer Veränderungen, bildgebende Untersuchungen? Gibt es Gründe für falsch-negative klinische und/oder neuroradiologische Befunde, gegebenenfalls welche? Die Autoren fordern auf der Grundlage einer offenen, evidenzbasierten Sicht, dass die Spätfolgen eines (kindlichen) SHT durch mehrere Gutachter abzuklären sind, namentlich hinsichtlich der bildgebenden Beurteilung. Der Nachweis eines «Nullschadens» nach erheblicher Hirnschädigung – katastrophaler Auftakt im Entwicklungsalter – sei ausgesprochen schwierig.

La contribution discute des aspects cliniques et de l'imagerie médicale des traumatismes cranio-cérébraux sévères (TCC) en bas âge, en particulier des mesures médicales, de la phase initiale au règlement du dossier. Ce dernier peut intervenir plus de 20 ans après la survenance de l'accident. Quelle force probante peut-on accorder aux examens d'imagerie en considération de l'écoulement du temps, de l'état de la technique et de la dynamique des modifications de nature traumatique? Y a-t-il des raisons en faveur de diagnostics négatifs erronés, de nature clinique ou neuroradiologique? Sur la base d'une optique fondée sur l'évidence, les auteurs préconisent de soumettre à l'expertise de plusieurs médecins les séquelles d'un TCC causé en bas âge, notamment sous l'angle de l'évaluation par imagerie. La preuve de l'absence de dommage après la survenance d'une lésion cérébrale importante – catastrophique en période de développement – est très difficile.

## I. Einleitung

Ab 1991 sahen sich die schweizerischen Versicherer veranlasst, für das lexigene Konstrukt des sog. (leichten) «Schleudertraumas»<sup>1</sup> durchschnittliche Entschädigungen auszurichten, die dem 23-Fachen des europäischen Landes mit den tiefsten Zahlungen entsprachen.<sup>2</sup> Es wurde vom «helvetischen Schleudertrauma» gesprochen.<sup>3</sup>

Die gleichen Versicherer behandeln nicht selten Geschädigte nach schwerem Schädel-Hirn-Trauma (SHT), also organisch Geschädigte, auf eine Art, die als dis-

kriminierend verstanden werden kann<sup>4</sup>, namentlich Kinder, die im frühen Kindesalter ein solches Trauma erlitten haben. In vielen dieser Fälle kann die Schadenerledigung erst lange nach dem Ereignis, nach Eintritt des medizinischen Endzustandes und nach Eintritt in das Berufsleben erfolgen,

Die Argumentation der Versicherer ist, etwas summarisch zusammengefasst, immer die gleiche: Ein fehlender bildgebender Nachweis hirnstruktureller Veränderungen im Zeitpunkt der Schadenerledigung ist mit einem Nullschaden gleichzusetzen. Allfällige neuropsychologische Defizite sind unfallfremd.

Nicht selten übernehmen die Gerichte unkritisch diesen Standpunkt. So ist in einem Urteil des Regionalgerichts Emmental-Oberaargau<sup>5</sup> davon die Rede: «Der Schluss von der Klinik auf eine zu erwartende Hirnverletzung genügt nicht. Auch wenn die Klinik zu einer

\* Facharzt FMH für Neurologie, Feldbrunnen.

\*\* Facharzt FMH für Neuroradiologie, Affidea Group Leader Neuroimaging, Affidea Switzerland Country Clinical Leader, Affidea CDRC Medical Director, Affidea CDRC Centre Diagnostique Radiologique de Carouge, Clos de la Fonderie 1, 1277 Carouge, Switzerland.

\*\*\* Facharzt FMH für Neurologie, früherer Direktor Klinik für Neurologie HUG, Genf.

\*\*\*\* Fürsprecher/Rechtsanwalt, Steinegger Rechtsanwälte, Bern.

<sup>1</sup> ERWIN MURER, Die Institution Sozialversicherung als Ursache des Risikoeintritts?, SZS 50/2006, 256 ff.

<sup>2</sup> GUY CHAPPUIS, La sinistralité des lésions bénignes du rachis cervical: une spécificité suisse?, HAVE 2005, 211 ff.

<sup>3</sup> GERHARD JENZER, 15 Jahre «helvetisches Schleudertrauma», Schweizerische Ärztezeitung 2006, 87(26), 1230 f.

<sup>4</sup> ROLF P. STEINEGGER, Zum Mysterium des «helvetischen Schleudertraumas» oder die Diskriminierung von organisch Geschädigten, in: Gabriela Riemer-Kafka/Alexandra Rumo-Jungo (Hrsg.), Soziale Sicherheit – Soziale Unsicherheit, Festschrift für Erwin Murer, Bern 2010, 873 ff.

<sup>5</sup> Entscheid C04 10 1790 vom 5. September 2014, 17; bestätigt durch das Obergericht des Kantons Bern, 2. Zivilkammer, im Entscheid ZK 15 219 vom 31. Dezember 2015, 12 ff.

Läsion passt, die nach einem SHT zu erwarten ist, ist eine solche Läsion bildgebend nachzuweisen.»

Die weiteren Ausführungen werden zeigen, dass diese Auffassung medizinisch nicht haltbar ist bzw. dem goldenen Standard der modernen Medizin widerspricht.

## II. Die Sicht des Neurologen

### A. Allgemeines

Viele Jahre nach dem Schadenereignis bleibt bei Annahme eines Endzustandes zu beantworten, ob und in welchem Ausmass das Eintreten der Hirnverletzung einen entschädigungspflichtigen Nachteil hinterlassen hat. Im Widerstreit der Interessen kommt es dabei fast notorisch zu kontroversen Auffassungen, sofern das Erscheinungsbild Geschädigter nicht schon eklatant einer verhängnisvollen Benachteiligung entspricht.

Im Rückblick auf die letzten Jahrzehnte ist unverkennbar, dass Umfang und Bedeutung medizinisch erklärbarer biopsychosozialer Konsequenzen des am Lebensanfang eingefallenen Desasters zufolge «schweren Schädel-Hirn-Traumas im frühen Kindesalter» zugenommen haben. Bei der Schadenregelung ist somit die Gesamtheit gutachtlicher Argumente und deren Umsetzung fortlaufend hinsichtlich *Stringenz* und *Aktualität* sorgsam zu überprüfen. Von jeher droht die Dynamik des medizinischen Erkenntnisgewinns den im langsameren Takt folgenden versicherungsrechtlichen Nachvollzug hinter sich zu lassen. Wenn sich nun gerade heute beim schadenrechtlichen Abschluss, aus Sicht der Versicherer, «keine Schäden» mehr nachweisen lassen, stellt sich die Frage, ob dieses Ergebnis in Bezug auf Erfassungsspektrum, Genauigkeit und Interpretation einer kritischen Betrachtung gemäss aktuellem Stand von Wissen und Technik auch tatsächlich standhält.

Mit dem Aufkommen einer bildgebenden Darstellung von Schädel und Gehirn im letzten Jahrhundert waren Neuerungen nicht nur sehr beschränkt in der Aussagekraft, sondern zunächst einzig in wenigen Zentren verfügbar, risikoreich und belastend für die Patienten. Demzufolge blieb voranschreitende Technik fast ausschliesslich der Behandlung besonders schwerwiegender Hirnaffektionen vorbehalten. Versicherungsrechtliche Erhebungen hatten sich dementsprechend noch vor wenigen Jahrzehnten mit verhältnismässig bescheidenen Informationen (Röntgenbilder des Schädelkellens, EEG, Liquorpunktion, Autopsie) sowie mit der klinischen Untersuchung zu begnügen – retrospektiv zwangsläufig nicht selten irrtümlich.

Mittlerweile hat die *apparative Trennschärfe* zwischen Normalität und Pathologie bei ungeborener

Entwicklung fast überwältigend zugenommen. Diese Perfektionierung bedingt eine kritische Auseinandersetzung mit der Relativierbarkeit der seinerzeit umständlicher dominanten klinischen Betrachtung, ohne deswegen deren Vorrang auch heute nur im Geringsten infrage zu stellen. Sämtliche argumentativ beigezogenen Abklärungsergebnisse des nun aktuell verfügbaren diagnostischen Standardrepertoires müssen sich nach wie vor als mit der klinischen Gesamtschau übereinstimmend erweisen. Selbstverständlich sollen in der Gesamtbeurteilung des Einzelfalls auch extraindividuelle Beiträge wie Einsichten aus der Grundlagenforschung und epidemiologische Studien zum Outcome nach Hirntraumatisierung ihren Niederschlag finden.

### B. Definition des «schweren» SHT

Massgebliche Studien zur Prognose nach SHT beziehen sich anhand der Glasgow Coma Scale (GCS)<sup>6</sup> auf das Ausmass und die Dauer der reduzierten Bewusstseinslage sowie auf die Glasgow Outcome Scale (GOS), was die Bemessung des längerfristigen Verlaufs betrifft. Konventionell vereinfachend wird der Begriff «schwer» (anstelle von «leicht» und «mittelschwer») bei Feststellung eines  $GCS \leq 8$ <sup>7</sup> verwendet. Auf weitere Aspekte der Schwere eines SHT wird hier nur so weit eingegangen, als die Kriterien GCS und GOS prognostisch auch überbewertet werden können. Je akuter eine Läsion eintritt, umso schwerer ist der Funktionsausfall. Langsam progrediente Läsionen werden funktionell besser kompensiert. Ferner ist zu unterstreichen, dass selbst Kopfdurchschüsse mit massivsten Zerstörungen von Hirngewebe und schwersten neuropsychologischen Ausfällen nicht mit Bewusstseinsstörung einhergehen müssen.

### C. Assessment des Schadenbildes als Endzustand

Dieses ergibt sich in einer grob kategorisierenden Übersicht aus folgenden Elementen:

#### Klinisch neurologisch

- Interpretation sämtlicher Befunde und des Verlaufs vom Initial- bis zum Ist-Zustand
- Neurostatus
- Neuropsychologisch
- Neuropsychiatrisch

<sup>6</sup> Glasgow Coma Score: Bewertung des Bewusstseinszustands anhand einer nach 3 klinischen Kriterien (Augenöffnen/verbale Reaktion/motorische Reaktion) zu ermittelnden Gesamtpunktzahl (GCS 14–15: keine Bewusstseinstörung). GRAHAM TEASDALE/BRYAN JENNETT, Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale, The Lancet 1974, 81–84.

<sup>7</sup> CHIARA SIMONE HALLER/BERNARD WALDER et al., Severe traumatic brain injury in high-income countries, Swiss Archives of Neurology and Psychiatry 2015, 166(4), 114–119.

**Apparativ**

- Bildgebende Untersuchungen
- Neurophysiologische Messungen
- Laboruntersuchungen

Die Untersuchungsergebnisse bezüglich Befunde fallen tabellarisch dargestellt in folgenden Kombinationen aus:

	<b>klinisch</b>	<b>bildgebend/apparativ</b>
<b>a</b>	pathologisch	pathologisch
<b>b</b>	pathologisch	normal
<b>c</b>	normal	pathologisch
<b>d</b>	normal	normal

Ein normaler klinischer Befund schliesst also die Anwesenheit eines apparativ fassbaren pathologischen Folgezustands ebenso wenig aus wie umgekehrt. Solche Ergebnisse stellen keine Seltenheit dar. Klinik und Apparatives sind je auf sich allein gestellt in ihrer Aussagekraft unvollkommen. Auch zusammengenommen ergeben sie kein perfektes, wenn gleich in den Standardfällen überzeugendes Ganzes, dessen Darlegung auf geschultem Urteil fusst. Diesem gehört stets das Primat, weil der «apparativen Objektivität» keine plurale, den Gesamtkontext übergreifende Aussagekraft zugestanden werden kann.

*Ad a)* In diesem «einfachsten» Fall (pathologisch/pathologisch) ist das Vorhandensein eines relevanten Schadens gesichert, sofern davon auszugehen ist, dass sowohl klinische wie bildgebende/apparative Ergebnisse als ausschliesslich unfallbedingt qualifizierbar sind. Unter dieser Bedingung stellt sich einzig die Frage nach der Quantifizierung.

*Ad b)* Relevante klinische Befunde belegen im überzeugenden Kontext eine traumatische Bedingtheit auch in Abwesenheit eines apparativen Korrelats (pathologisch/normal). Die kausale Zuordnung kann allerdings schwierig sein, wenn ein pathologischer Vorzustand oder Verhältnisse vorliegen, die nicht unmittelbar posttraumatisch und/oder kontinuierlich über die Gesamtdauer des posttraumatischen Verlaufs feststellbar sind. Ein häufiges Problem dieser Konstellation stellt die Epilepsie dar.

*Ad c)* Diese Variante (normal/pathologisch) ist oft problematisch. Einerseits ist zu beurteilen, ob die Normabweichung überhaupt traumatischen Ursprungs (unfallbedingt) ist. Andererseits ist unter der Annahme einer traumatischen Bedingtheit zu entscheiden, ob es sich um effektlose (!) Residuen handelt. Der Ort einer Läsion ist viel wichtiger als deren Grösse. Kleine, jedoch strategisch wichtige geschädigte Stellen im Ge-

hirn führen zu viel schwereren Funktionsausfällen als selbst viel gröbere Läsionen der weissen Hirnsubstanz. Punktuell kann sich die Frage stellen, inwiefern einer klinisch «stummen» Narbe im Frontalhirn der Stellenwert eines unfallkausalen Schadens zukommt. Darüber ist insbesondere aufgrund vertiefter neuropsychologischer und/oder neuropsychiatrischer Befunde zu entscheiden, wobei dieselben fallweise nur aufwendig zu erheben und mit Unsicherheiten belastet sein können.

*Ad d)* Hier (normal/normal) geht es um den schwierigen Hauptgegenstand der Diskussion. Kann nach einer ursprünglich unwiderlegbar evidenten, «schweren» (GCS) Hirnschädigung eine momentane (Begutachtungszeitpunkt) Nullevidenz bedeuten, dass eine posttraumatische Schädigung mit ins Gewicht fallender biopsychosozialer Auswirkung überwiegend wahrscheinlich ausgeschlossen ist? Medizinisch ist diese Frage in Abwesenheit von Befunden nicht rundweg zu bejahen, weil nicht davon ausgegangen werden darf, dass Experten allwissend und der Vorgang weiteren Erkenntnisgewinns abgeschlossen sind. Gegen die Bejahung spricht aber auch eine rein «naturwahrheitliche» Betrachtungsweise, die besagt, dass jegliche Beschädigung Spuren hinterlässt. Aus rechtlicher Sicht gilt demgegenüber der richterliche Königsweg der pragmatischen Entscheidung, welche die im strikten Sinne wahre Antwort schuldig bleiben darf.

**D. Evidenz**

Das Kriterium Evidenz ist somit für die Bestimmung dessen, was nach einem schweren SHT das Funktionieren im lange nachfolgenden Leben beeinträchtigt, grundsätzlich fragwürdig. Mit dem Beispiel des «falschen Picasso» soll auf die unerlässlich einer kritischen Analyse zu unterziehenden Expertisen aufmerksam gemacht werden. So sei der Schluss nachvollziehbar, dass das Vorliegen von Normalbefunden in beiden Darstellungsbereichen (klinisch/apparativ) – also in Abwesenheit jeglicher momentaner medizinischer Evidenz – als jeden Irrtum ausschliessender Beleg für absolute Unversehrtheit zweifelhaft bleibt. Der Aphorismus «absence of evidence is not evidence of absence» beleuchtet das Dilemma. Was sich jedoch dem Nachweis entzieht, ist auch nicht entschädigungspflichtig. Schlussfolgerungen, die sich als lediglich hypothetisch oder überwiegend unwahrscheinlich herausstellen, sind pragmatisch wirkungslos. Mit dieser unumstösslichen rechtlichen Gegebenheit hat man sich wie eh und je abzufinden. Zwingende Voraussetzung ist umso mehr der Verlass auf vollumfängliche Beweisaufnahme nach bestem heutigem Wissensstand. Sie hat den (herabgesetzten) Beweisgrad der überwiegenden Wahrscheinlichkeit abzudecken. Die Beweislosigkeit trägt der Geschädigte.

### E. Neuroplastizität

Im Erholungsverlauf nach Hirnschädigung ereignen sich an Synapsen, Hirnzellen oder ganzen Hirnarealen optimierende Prozesse, die man unter den Begriff der *neuronalen Plastizität*<sup>8</sup> fasst. Diese Vorgänge verändern sowohl neuronale Strukturen wie auch Funktionen, beides objektivierbar, also klinisch wie apparativ, mit einem Endergebnis je nach Ausgangslage, Behandlungserfolg und sozialen Umständen. Bei Feststellung von Normalbefunden unter den beiden Betrachtungsweisen (klinisch/apparativ) anlässlich der Endbegutachtung stellt sich somit die hier fokussierte Frage, ob überhaupt eine unfallbedingte Gesundheitsbeeinträchtigung vorliegt, und zwar mit striktem Nachweis.

### F. Pathoanatomie und -physiologie

Nach Angaben zur Schweiz<sup>9</sup> beträgt die Mortalität bei Kindern mit schwerem (GCS  $\geq$  8) SHT 30% bis 40%. Insgesamt gehört das Schädel-Hirn-Trauma zu den häufigsten Todesursachen im Kindesalter. Perakute Verletzungsmuster von SHT betreffen in fallweise sehr unterschiedlicher Ausprägung und Kombination Beschädigungen an Schädel und Hirn mit Substanzverlust und Gefässerreissung, grobmorphologische Veränderungen wie Kontusion und Einblutung sowie axonale (diffuse axonal injury) und weitere neuronale Läsionen. In der posttraumatischen Frühphase kommt es zu Zustandsveränderungen, sowohl in Richtung Erholung als jedoch auch Verschlechterung. Hirngewebe kann zusätzlich geschädigt werden, etwa durch erhöhten Hirndruck. Ferner können epileptische Phänomene auftreten. Die Reaktionen am geschädigten Hirngewebe verlaufen innert Tagen und weit darüber hinaus unter stark wechselnden klinischen wie insbesondere auch bildgebenden Aspekten. Dieses initiale Zeitfenster ist für die Exaktheit der nachträglichen Evaluation des effektiven Schadenbildes von grosser und noch zunehmender Bedeutung.

### G. Klinik

Sie betrifft die neurologischen Untersuchungen (Anamnese/Neurostatus) im gesamten Verlauf. Dazu kommt massgeblich der umfassende und nachvollziehbar konklusive Einbezug sämtlicher übriger Informationen zur Erstellung eines dem Ist-Zustand des Wissens entsprechenden Schadenbildes, einschliesslich relevanter epidemiologischer Erkenntnisse.

### H. Fazit

Die Annahme, dass ein Hirnschaden nur dann besteht, wenn er sich bildgebend darstellen lässt, widerspricht dem Goldstandard der modernen Medizin. Eine men-

tale Funktion stellt eine vom bildlich Darstellbaren separate Wirklichkeit dar. Eine neurologische und/oder neuropsychologische Beeinträchtigung wird nicht einfach inexistent, wenn ein bildgebender Befund fehlt oder wenn dessen lokalisatorische Zuordnung mit demselben nicht übereinstimmt. Insofern ist anlässlich einer abschliessenden Schadenbemessung der aktuelle und prognostische Beitrag bildgebender Befunde hinsichtlich Integrität und deren Auswirkungen auf den weiteren Lebensverlauf aus klinischer und insbesondere neuropsychologischer Sicht gegebenenfalls ausschlaggebend zu relativieren.

Neuropsychologische Untersuchungen, die auch Verhaltensmuster beinhalten, sind naturgemäss viel aussagekräftiger als die radiologischen Untersuchungsmethoden. Demzufolge kann beim Fehlen eines neuroradiologischen Befundes nicht eo ipso auf ein unbeschädigtes Hirn geschlossen werden.

Die Quantifizierung eines Schadenbildes nach frühkindlichem schwerem Schädel-Hirn-Trauma kann nur dann als sachgerecht gelten, wenn die *aktuell verfügbaren Nachweismethoden* angemessen zum Zuge gekommen und deren Ergebnisse *nach dem letzten Stand des Wissens interpretiert* worden sind. Dieser hohe Anspruch setzt eine polydisziplinäre Zusammenarbeit unter federführender Neurologie voraus.

Nach erheblicher Hirnschädigung, als katastrophaler Auftakt im Entwicklungsalter, ist das Vorliegen eines absoluten Nullschadens kaum vorstellbar. Der Endzustand «*restitutio ad integrum*» muss als grosse Ausnahme veranschlagt werden<sup>10</sup>. Eine heute medizinisch objektivierbare «Normalität» setzt zwar zeit- und fallbezogen den Schlusspunkt, lässt jedoch Raum für Spekulationen. Dass sich ein Teil derselben später zu Gewissheit von zuvor Übersehenem verdichtet, ist nach bisheriger Erfahrung naheliegend. Ganz generell ist eine künftig noch genauere Erfassung traumatischer Hirnschädigungen sämtlicher Schweregrade zu erwarten. Dessen eingedenk wird hier resolut auf der Erfüllung des State of the Art bestanden.

## III. Die Sicht des Neuroradiologen

### A. Allgemeines

Die Bildgebung beim SHT ist ein komplexes und sich entwickelndes Feld. Die meisten Studien beim SHT werden im Erwachsenenalter durchgeführt. Das kindliche SHT ist weniger gut untersucht, weist aber zu-

<sup>8</sup> DONALD O. HEBB, *The Organization of Behavior: a neuropsychological approach*, Wiley, New York 1949.

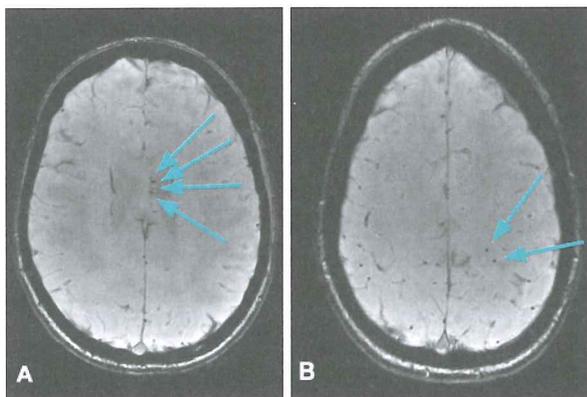
<sup>9</sup> S. ALTERMATT/MARIO GIORDANO, Schädelhirntrauma, *Paediatrica* 2002, 13(1), 41–43.

<sup>10</sup> THOMAS KAPAPA et al., Head trauma in children, part 3: Clinical and Psychological Outcome After Head Trauma in Children, *Journal of Child Neurology* 2010, 25(4): «Overall, it has been shown that *Restitutio ad integrum* is extremely rare following severe head trauma.»

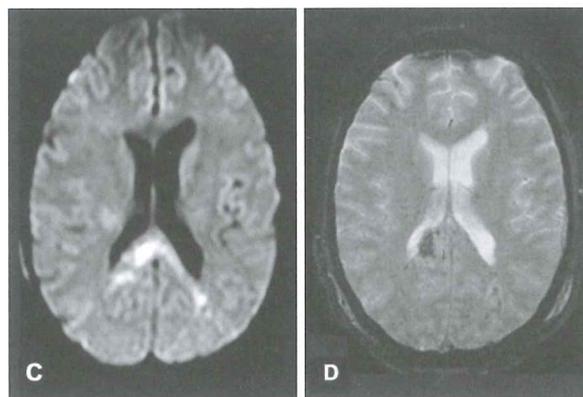
sätzliche Komplexität auf, beispielsweise aufgrund der grösseren Plastizität des kindlichen Gehirns.

Es gibt in der Schweiz (sowie in den meisten Ländern Europas) keine strikten Richtlinien bezüglich des Zeitpunktes sowie des Protokolls der Bildgebung. Daraus resultiert eine erhebliche Variabilität der Bildgebung, die bei der Interpretation berücksichtigt werden muss. Diese Problematik ist beim kindlichen SHT noch höher, da aufgrund des Strahlenschutzes CT(Computed-Tomography)-Untersuchungen zurückhaltender und häufig erst zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführt werden (mangelnde klinische Besserung) als im Erwachsenenalter. MRI(Magnetic-Resonance-Imaging)-Untersuchungen für Kinder sind nicht überall verfügbar und werden, insbesondere bei kleinen Kindern (häufig Sedation/Intubation nötig), ebenfalls zurückhaltender durchgeführt als im Erwachsenenalter. Die vorliegende Bildgebung ist also oft von variabler Qualität und zu variablen Untersuchungszeitpunkten durchgeführt. Subtile Trauma-assoziierte Veränderungen sind daher möglicherweise schwer oder nicht nachweisbar im Sinne von falsch negativen Ergebnissen.

Von besonderem Interesse in diesem Kontext sind Trauma-assoziierte *diffuse axonal injuries* (DAI), wobei es zwei Typen von DAI gibt: hämorrhagische und nicht-hämorrhagische DAI. Der Begriff *shearing injuries* wird in diesem Zusammenhang auch häufig verwendet. Dieser Begriff wird jedoch teilweise widersprüchlich benutzt, entweder als Synonym zu hämorrhagischen DAI oder teilweise als Überbegriff für hämorrhagische und nichthämorrhagische DAI. Um Missverständnisse zu vermeiden, werden nachfolgend nur die zwei Begriffe nichthämorrhagische DAI und hämorrhagische DAI verwendet.



Typisches Bild posttraumatischer hämorrhagischer DAI im Bereich des Corpus callosum (A) und am frontoparietalen Übergang (B). 3T-MRI mit hochauflösender suszeptilitätsgewichteter Bildgebung.



Typisches Bild gemischter nichthämorrhagischer und hämorrhagischer DAI.

Die nichthämorrhagischen DAI stellen sich dar als hyperintense Bereiche in der diffusionsgewichteten Bildgebung (C), insbesondere im posterioren Corpus callosum. Die hämorrhagischen DAI sind teilweise überlappend, insbesondere im posterioren Corpus callosum paramedian rechts. Darüber hinaus bestehen jedoch noch weitere multiple punktförmige hämorrhagische DAI, also hypointense Signalveränderungen auf der suszeptilitätsgewichteten Bildgebung (D). Nicht-hämorrhagische DAI sind häufig mit hämorrhagischen DAI assoziiert. Bildgebung bei 3 T.

#### B. Nichthämorrhagische DAI

Nichthämorrhagische DAI sind meist punktförmige Läsionen mit hellem Signal auf T2, *fluid attenuation inversion recovery* (FLAIR) und DWI/DTI, die klassischerweise an der Grenzzone zwischen grauer und weisser Substanz auftreten. Wahrscheinlich entstehen diese Läsionen durch Akzeleration und Dezeleration, die sich an der Grenze von Geweben mit unterschiedlicher Dichte mechanisch besonders stark auswirken. Es ist entscheidend, darauf hinzuweisen, dass die Sensitivität der MRI zeitlich variabel ist: Die Sensitivität ist wenige Tage nach der MTBI (mild traumatic brain injury) am «höchsten» und nimmt dann ab. Leider stehen derzeit keine exakten Daten zur Verfügung, um abzuschätzen, wie sich die Sensitivität von T2/FLAIR/DTI zur Detektion von nichthämorrhagischen DAI über die Zeit verändert. Gemäss der aktuell vorhandenen Datenlage und der eigenen Erfahrung ist die Sensitivität T2/FLAIR/DTI ca. 1–3 Wochen nach dem Trauma am grössten und nimmt dann deutlich ab. Da die MRI-Bildgebung bei MTBI häufig erst Monate nach dem Ereignis erfolgt ist, wird angenommen, dass die Inzidenz der nichthämorrhagischen DAI sehr wahrscheinlich unterschätzt wird.

#### C. Hämorrhagische DAI

Hämorrhagische DAI sind kleinste Einblutungen, die üblicherweise entlang der perivaskulären Räume entstehen und dadurch oft eine lineare und radiäre An-

ordnung haben. Diese teilweise auch als *microbleeds* bezeichneten Läsionen sind am besten auf T2\* und insbesondere *Susceptibility-Weighted-Imaging*(SWI)-Sequenzen nachweisbar. Im Gegensatz zu den nicht-hämorrhagischen DAI bleiben diese Läsionen typischerweise über Jahre nachweisbar. Allerdings variiert die Sensitivität erheblich, abhängig von Feldstärke und MR-Sequenz<sup>11,12</sup>. In einer kürzlich veröffentlichten radiologisch-pathologischen Korrelationsstudie konnte nachgewiesen werden, dass derzeit übliche klinische MRI-Protokolle nur ca. 50% der Mikroblutungen nachweisen können<sup>13</sup>. Diese Studie untersuchte zwar generell Mikroblutungen und nicht spezifisch Mikroblutungen beim SHT, es ist aber davon auszugehen, dass sich Trauma-assoziierte Mikroblutungen und degenerative Mikroblutungen nicht fundamental anders verhalten sollten. Spezifische radiologische-pathologische Korrelationsstudien beim SHT sind derzeit nach dem Kenntnisstand des Autors nicht verfügbar.

Generell werden bei höherer Feldstärke mehr hämorrhagische DAI abgebildet<sup>14</sup>. Ausserdem muss erwähnt werden, dass sich auch hämorrhagische DAI über die Zeit verändern können. In einer kürzlich erschienenen Studie wurden zerebrale *microbleeds* bei «military service members» im Verlauf untersucht. Von 603 Personen hatten 43 *microbleeds* bei der Basisuntersuchung, davon wurden 13 im Verlauf nochmals nach 270 ± 144 untersucht<sup>15</sup>. Dabei kam es im Verlauf zu einer leichten Abnahme in Anzahl und Volumen der *microbleeds*. Diese Beobachtung ist in leichtem Widerspruch zu den bisherigen Studien und dem klinischen Eindruck, dass cerebrale *microbleeds* über lange Zeit konstant bleiben. Da diese Beobachtung auf nur 13 positiven und speziell selektierten Fällen beruht, sind grössere Studien nötig, um diese Beobachtung zu validieren. Ausserdem können sich bei hämorrhagischen DAI dynamische Veränderungen im Zeitverlauf zeigen und zunehmen<sup>16</sup>

sowie (vorübergehend) verschwinden<sup>17</sup>. Dies ist erneut ein Argument dafür, dass die Bildgebung zu standardisierten Zeitpunkten erfolgen sollte.<sup>18</sup>

#### D. CT oder MRI?

Die Sensitivität der CT zum Nachweis von subtilen Trauma-assoziierten Veränderungen ist deutlich geringer als die der MRI. Beispielsweise beträgt die Detektionsrate für nichthämorrhagische diffuse *axonal injuries* (DAI) 0% im CT versus 11% im MRI oder die Detektionsrate für hämorrhagische DAI von 22% im CT versus 47% im MRI<sup>19</sup>. Daraus ergibt sich, dass es im CT eine nicht unerhebliche Anzahl von falsch negativen Befunden gibt.<sup>20</sup>

In Bezug auf die aktuelle Begutachtung der Folgezustände Jahre oder Jahrzehnte nach Unfall ist besonders erwähnenswert, dass sich die Bildgebung in der Zwischenzeit weiterentwickelt. Es benötigt ausreichend Erfahrung, um die Sensitivität der Bildgebung im Zeitpunkt der Untersuchung in der Interpretation zu berücksichtigen. Aus der Erfahrung des Autors – regelmässige interdisziplinäre Fallbesprechungen und Konsilien – erscheinen zwei Beobachtungen besonders relevant. Einerseits ist die Bildgebung oft sehr variabel und häufig nicht mit einem speziell optimierten Trauma-Protokoll durchgeführt. Die Sensitivität der Bildgebung ist daher suboptimal, und es werden häufig relevante Befunde nicht korrekt dargestellt (falsch negative Befunde). Andererseits gibt es regelmässig subtile Trauma-assoziierte Veränderungen, die aber nicht beschrieben sind, vermutlich weil die Befundung nicht zwangsläufig durch einen Experten im Bereich Bildgebung SHT erfolgte. Beide Beobachtungen sind Argumente dafür, Bildgebung beim SHT, insbesondere MTBI, mit speziellen Protokollen und Experten durchzuführen. Dies ist aber aktuell in der Schweiz nicht vorgeschrieben und somit auch nicht der Fall.

In Bezug auf die aktuelle Bildgebung zum heutigen State of the Art ist zu erwähnen, dass sogenannte *advanced imaging methods*, wie insbesondere DTI (*diffusion tensor imaging*) und fMRI (*functional magnetic resonance imaging*), mikro-strukturelle und funktionelle Veränderungen im Gehirn nach SHT nachweisen können, die in der aktuellen Standardbildgebung nicht

<sup>11</sup> RN NANDIGAM/A. VISWANATHAN/P. DELGADO et al., MR imaging detection of cerebral microbleeds: effect of susceptibility-weighted imaging, section thickness, and field strength, *American Journal of Neuroradiology (AJNR)* 2009, 30(2), 338–343.

<sup>12</sup> JEROEN D.C. GOOS/WIESJE M. VAN DER FLIER/DIRK L. KNOL et al., Clinical relevance of improved microbleed detection by susceptibility-weighted magnetic resonance imaging, *Stroke* 2011, 42(7), 1894–1900.

<sup>13</sup> SVEN HALLER/MARIE-LOUISE MONTANDON/FRANÇOIS LAZEYRAS et al., Radiologic-Histopathologic Correlation of Cerebral Microbleeds Using Pre-Mortem and Post-Mortem MRI, *PLoS One* 2016, 11(12), e0167743.

<sup>14</sup> CHRISTOPH MOENNINGHOF/OLIVER KRAFF/STEFAN MADERWALD et al., Diffuse axonal injury at ultra-high field MRI, *PLoS One* 2015, 10(3), e0122329.

<sup>15</sup> WEI LIU/KARL SODERLUND/JUSTIN S. SENSENEY et al., Imaging Cerebral Microhemorrhages in Military Service Members with Chronic Traumatic Brain Injury, *Radiology* 2016, 278(2), 536–545.

<sup>16</sup> ARNOLD TOTH/NOEMI KOVACS/VIKTORIA TAMAS et al., Microbleeds may expand acutely after traumatic brain injury, *Neuroscience Letters* 2016, 617(207), 207–212.

<sup>17</sup> JUN WATANABE/JUN MARUYA/YU KANEMARU et al., Transient disappearance of microbleeds in the subacute period based on T2\*-weighted gradient echo imaging in traumatic brain injury, *Acta Neurochirurgica (Wien)* 2016, 158(7), 1247–1250.

<sup>18</sup> SVEN HALLER/MEIKE W. VERNOOIJ/ELNA-MARIE LARSSON/HANS ROLF JÄGER/FREDERIK BARKHOF, Cerebral microbleeds: Imaging and clinical significance, *RADIOLOGY* in press.

<sup>19</sup> JAMES M. PROVENZALE, Imaging of traumatic brain injury: a review of the recent medical literature, *American Journal of Roentgenology (AJR)* 2010, 194(1), 16–19.

<sup>20</sup> SVEN HALLER, The Concept of «Number Needed to Image» [letter], *American Journal of Neuroradiology (AJNR)* 2017, 38(10), E79–E80.

nachgewiesen werden können. Diese Methoden sind aktuell im Stadium von wissenschaftlichen Gruppen-Studien, aber noch nicht für die Begutachtung einzelner Fälle angepasst.<sup>21</sup>

Schliesslich sei darauf hingewiesen, dass die meisten Studien im Bereich Bildgebung bei SHT im Erwachsenenalter durchgeführt wurden. Die wissenschaftliche Datenlage bezüglich Bildgebung bei kindlichem SHT ist deutlich weniger ausgeprägt, und insbesondere die Bildgebung in der Spätphase Jahre oder Jahrzehnte nach kindlichem SHT ist derzeit nicht ausreichend wissenschaftlich untersucht.

#### E. Zusammenfassung

Die neuroradiologische Befundung sollte immer im Zusammenhang mit der klinischen Befundung/neurologischen Begutachtung erfolgen. Dies ist generell gültig, jedoch im Kontext von kindlichen SHT mit der wie oben beschrieben hohen Variabilität von Zeitpunkt und Protokoll der Bildgebung von ganz besonderer Wichtigkeit. Wenn neuroradiologische Trauma-assoziierte Veränderungen nachgewiesen werden können, so ist dies mit überwiegender Wahrscheinlichkeit als Nachweis Trauma-assoziiierter organischer Veränderungen zu interpretieren. Der Umkehrschluss trifft jedoch nur bedingt zu. Wenn keine neuroradiologische Trauma-assoziierte Veränderungen nachgewiesen werden können, so lässt dies nicht zwangsläufig den Schluss zu, dass keine Trauma-assoziierten organischen Veränderungen vorliegen. Vielmehr sollte streng geprüft werden, wann und wie die Bildgebung durchgeführt wurde. Wie oben beschrieben, gibt es eine Reihe von Gründen für falsch negative neuroradiologische Befunde.

#### IV. Lehren/Leitsätze für den Juristen

Die vorstehenden Ausführungen legen der definitiven Schadenerledigung – oft weit mehr als zehn Jahre nach dem Unfallereignis – folgende Lehren bzw. Leitsätzen nahe:

##### A. Neurologische Sicht

- Die Beurteilung der Spätfolgen nach schweren SHT im Kindesalter hat auf der Zeitachse sorgsam die Gesamtheit der gutachterlichen Argumente und deren Umsetzung hinsichtlich Stringenz und Aktualität zu berücksichtigen. Historische Ignoranz verbietet sich.
- Das initiale Zeitfenster ist für die Exaktheit der nachträglichen Evaluation des effektiven Schadenbildes von grosser und zunehmender Bedeutung.

- Insbesondere sind der Standard der Bildgebung zur Zeit des Unfallereignisses und ihre teilweise nur sehr beschränkte Aussagekraft zu berücksichtigen. Die Nachweisbarkeit von Hirnläsionen hängt einerseits von den angewandten Methoden, andererseits von der Kompetenz der Diagnostiker ab, die im Idealfall Experten im Bereich des SHT sind.
- Von speziellem Interesse sind *shearing injuries* (DAI), die initial bildgebend entweder gar nicht oder nur bei starker Ausprägung nachweisbar waren.
- Sämtliche argumentativ beigezogenen Abklärungsergebnisse des aktuell verfügbaren diagnostischen Standardrepertoires müssen mit der klinischen Gesamtschau übereinstimmen (unter Berücksichtigung der Grundlagenforschung und epidemiologischer Studien zum Outcome nach Hirntraumatisierung).
- Der «apparativen Objektivität» kann keine plurale, den Gesamtkontext übergreifende Aussagekraft zugestanden werden.
- Das Assessment des Schadensbildes hat sich an den Kombinationen der klinischen und bildgebenden/apparativen Befunden zu orientieren.
- Soweit klinisch und bildgebend/apparativ Normalbefunde festgestellt werden, hat die Endbegutachtung die Frage zu beantworten, ob mit überwiegender Wahrscheinlichkeit ein Zustand erreicht worden ist, wie er auch ohne den Unfall eingetreten wäre.
- Die Klinik betrifft die neurologischen Untersuchungen (Anamnese/Neurostatus) im gesamten Verlauf, mit einem umfassenden Einbezug aktuellster Informationen zum Schadenbild, einschliesslich epidemiologischer Erkenntnisse.
- Der hohe Anspruch, aktuell verfügbare Nachweismethoden anzuwenden und deren Ergebnisse nach dem letzten Stand des Wissens zu interpretieren, setzt eine polydisziplinäre Zusammenarbeit unter neurologischer Federführung voraus.
- Zwingende Voraussetzung ist der Verlass auf eine vollumfängliche Beweisaufnahme nach bestem heutigem Wissensstand.
- Generell ist künftig eine noch genauere Erfassung traumatischer Hirnschädigung sämtlicher Schweregrade zu erwarten.
- Nach erheblicher Hirnschädigung als katastrophaler Auftakt im Entwicklungsalter ist das Vorliegen eines absoluten Nullschadens eher als Ausnahme denn als Regel zu betrachten.

<sup>21</sup> SVEN HALLER, Advance MR imaging in sports-related concussion and mild traumatic brain injury – ready for clinical use, European Journal of Neuroscience (EJN) 2017, 45(4), 1954–1955.

## B. Aus neuroradiologischer Sicht ist zu ergänzen

- Die wissenschaftliche Datenlage bezüglich Bildgebung bei kindlichem SHT ist deutlich weniger ausgeprägt als bei Erwachsenen, insbesondere ist die Bildgebung in der Spätphase Jahre oder Jahrzehnte nach kindlichem SHT derzeit nicht ausreichend wissenschaftlich untersucht.
- Das kindliche SHT weist wegen der noch grösseren Plastizität des Gehirns eine zusätzliche Komplexität auf.
- In der Schweiz und in den meisten Ländern Europas gibt es keine strikten Richtlinien bezüglich des Zeitpunktes sowie des Protokolls der Bildgebung.
- Die Bildgebung ist oft von variabler Qualität; sie hängt von den variablen Untersuchungszeitpunkten ab und ist bei der Interpretation zu berücksichtigen. Diese Problematik ist beim kindlichen SHT noch höher, da CT zurückhaltender und häufig erst im Erwachsenenalter durchgeführt werden (Strahlenschutz). MRI sind nicht überall verfügbar und werden insbesondere bei kleinen Kindern ebenfalls zurückhaltender durchgeführt als im Erwachsenenalter. Subtile Trauma-assoziierte Veränderungen sind daher möglicherweise schwer oder gar nicht nachweisbar.
- Die Inzidenz nichthämorrhagischer DAI (eine Kategorie der *diffuse axonal injuries*) wird sehr wahrscheinlich unterschätzt, abhängig von der Sensitivität der MRI (abnehmend im Zeitverlauf).
- Im Gegensatz zu den nichthämorrhagischen bleiben die hämorrhagischen DAI typischerweise über Jahre nachweisbar. Allerdings variiert ihre Sensitivität erheblich, und auch sie können sich über die Zeit dynamisch verändern, zunehmen oder (vorübergehend) verschwinden. Daraus folgt das Postulat, dass die Bildgebung zu standardisierten Zeitpunkten erfolgen sollte.
- Die Sensitivität der CT zum Nachweis von subtilen Trauma-assoziierten Veränderungen ist deutlich geringer als die der MRI. Daraus ergibt sich, dass es im CT eine nicht unerhebliche Anzahl von falsch negativen Befunden gibt.
- Die Sensitivität der Bildgebung zum Zeitpunkt der Untersuchung ist bei der Interpretation zu berücksichtigen.
- Weil die Bildgebung oft sehr variabel ist und weil sie oft nicht mit einem speziell optimierten Trauma-Protokoll durchgeführt wird, werden relevante Befunde nicht korrekt dargestellt (falsch negative Befunde).

- Regelmässig gibt es subtile Trauma-assoziierte Veränderungen, die aber nicht beschrieben werden, weil die Befundung nicht durch einen Experten im Bereich Bildgebung SHT erfolgte. Daraus folgt das Postulat, dass die Bildgebung beim SHT mit speziellen Experten und Protokollen sowie im Zeitfenster der klinischen Begutachtung durchzuführen ist.
- Evaluiert werden *advanced imaging methods* wie DTI (*diffusion tensor imaging*) und fMRI (*functional magnetic resonance imaging*). Deren Ergebnisse sind noch nicht für eine Begutachtung einzelner Fälle anwendbar.
- Die neuroradiologische Befundung sollte immer im Zusammenhang mit der klinischen Befundung/Begutachtung erfolgen. Im Kontext von kindlichen SHT mit einer hohen Variabilität von Zeitpunkt und Protokoll der Bildgebung ist dies ganz besonders wichtig.
- Wenn neuroradiologisch keine Trauma-assoziierte Veränderungen nachgewiesen werden können, so lässt dies nicht zwangsläufig den Schluss zu, dass keine solchen Veränderungen vorliegen. In einem solchen Fall ist streng zu prüfen, wann und wie die Bildgebung durchgeführt wurde. Es gibt eine Reihe von Gründen für falsch negative neuroradiologische Befunde.

## C. Casehandling

Wenn:

- bildgebende Untersuchungen nur eine beschränkte Aussagekraft haben,
- die Bildgebung von variabler Qualität ist,
- die traumatischen Veränderungen sich dynamisch verändern können,
- die Befundung oft nicht durch Experten im Bereich Bildgebung SHT erfolgt und die traumatischen Veränderungen deshalb gar nicht beschrieben werden,
- es eine Reihe von Gründen gibt für falsch negative neuroradiologische Befunde,

dann ist im Zeitpunkt der Schadenerledigung eine offene, evidenzbasierte Sicht gefordert.

Fallabhängig sind, was die Spätfolgen eines schweren SHT angeht, nicht ein, sondern mehrere Gutachter zu beauftragen, namentlich hinsichtlich der bildgebenden Beurteilung. Zumindest ist es dringend angezeigt, den Zweifeln zu folgen, die ein kompetentes Parteigutachten aufzeigt. Immer wieder hört man in diesem Zusam-

menhang, das Gericht wolle sich nicht mit drei Gutachten auseinandersetzen. Das gerichtliche Gutachten wird dann floskelartig und in Unkenntnis der Fakten als schlüssig, widerspruchsfrei und vollständig beurteilt.

In diesem Zusammenhang sei einmal mehr darauf hingewiesen, dass rund 50 Prozent der medizinischen

Gutachten mangelhaft sind<sup>22</sup>. Trotzdem besteht seitens der Rechtsanwender eine fast 100%ige «Gehorsamsrate» gegenüber solchen Gutachten<sup>23</sup>.

Schadenerledigung zum Nulltarif? Nur, wenn man bereit ist, sich einer offenen, evidenzbasierten Sicht zu entziehen. Nur, wenn Bildgebung und Klinik «entkoppelt» werden.

- <sup>22</sup> CHRISTIAN A. LUDWIG, Gutachtenqualität im Unfallversicherungsbe-  
reich, Suva – Medizinische Mitteilungen Nr. 77, 5 ff.; HANS RUDOLF  
STÖCKLI, Ausbildung Medizinischer Gutachter – Profis auf die Schul-  
bank, Schweizer Versicherung, August 2006, 32 f.
- <sup>23</sup> ERWIN MURER, Qualität und Interdisziplinarität, Schweizerische Ärzte-  
zeitung 2003, 84, 2312.