



# Handlungsempfehlung

## Gehirnerschütterung im Sport

Die Problematik der Gehirnerschütterung wird in der deutschsprachigen Literatur nur unzureichend betrachtet, während in Nordamerika ausgiebige Untersuchungen zur Primär- und Sekundärbehandlung seit mehreren Jahrzehnten erfolgen. Aktuell wird auch in Deutschland zunehmend in den Alltagsnachrichten auf die Problematik der Gehirnerschütterung eingegangen [20, 23, 25].

### Definition

Die Gehirnerschütterung ist eine (neurologische) Funktionsstörung des Gehirns infolge einer direkten oder indirekten Gewalteinwirkung gegen den Kopf mit oder ohne Verletzung des Gehirns [35]. Sie führt typischerweise zu einer raschen, kurzen Beeinträchtigung neurologischer Funktionen, die sich spontan wieder bessern, kann jedoch auch zu neuropathologischen Veränderungen führen. Die akuten klinischen Symptome weisen eher auf eine funktionelle Störung als auf eine strukturelle Schädigung hin; entsprechend zeigt die Standardbildgebung meist keine strukturellen Pathologien [35].

### Mechanismus

Eine Gehirnerschütterung kann durch eine direkte oder indirekte Gewalteinwirkung gegen den Kopf ausgelöst werden. Viele direkte Mechanismen sind offensichtlich (z. B. Kopfanprall gegen die Bande bei Eishockey). Die indirekten Mechanismen sind meist weniger offensichtlich.

Letztlich resultiert ein Akzelerations-Dezelerations-Mechanismus am Kopf. Zusätzlich können Rotationskräfte auftreten. Der Mechanismus kann subtil und nicht offensichtlich sein. Entsprechend muss das Gewaltausmaß nicht mit den klinischen Symptomen korrelieren [32].

### Dunkelziffer

Die Häufigkeit einer Gehirnerschütterung wird regelhaft – v. a. durch Sportler (aber auch durch Ärzte) – zu häufig als eine zu leichte Verletzung eingeschätzt und damit in ihren Konsequenzen unterschätzt [9, 12, 34]. Sportler nahmen häufig zu früh, trotz adäquaten Wissens über die Verletzung, ihren Sport wieder auf, teilweise aufgrund eines „Drucks“ von außen durch Coaches, Trainer, Teamärzte [6, 22, 26].

Die Rate übersehener bzw. nicht berichteter Gehirnerschütterungen wird mit durchschnittlich 40 % (30,5–81,5 %) angegeben [10, 15, 29, 34, 37]. Gerade im nichtärztlich betreuten Sport (Breitensport) ist mit einer deutlich höheren Rate nicht erkannter Verletzungen zu rechnen [49].

### Erkennen

Es wird zwischen Zeichen einer Gehirnerschütterung (Beurteilung durch Dritte) und subjektiven Symptomen (Beurteilung durch den Sportler selbst) unterschieden.

Zeichen sind u. a. Verwirrtheit, Bewusstseinsverlust, Verlangsamung, Gang-

unsicherheit, Schwanken, Pupillendifferenz und der sog. „leere Blick“.

Klassische Symptome wie Bewusstlosigkeit und Amnesie kommen bei Leistungssportlern nur in etwa 20 % [4] vor und im Breitensport unter 10 % [36].

Der subjektive Symptomenkomplex ist vielfältig. Er beinhaltet klinische und neurokognitive Symptome sowie Verhaltens- und Schlafveränderungen ([32, 35]; **Tab. 1**). Die häufigsten primären Symptome sind Kopfschmerzen (70–80 %), Schwindel (34–70 %), Übelkeit/Erbrechen (20–40 %), Schwäche und Müdigkeit (20–50 %), visuelle Störungen (ca. 20 %) und Empfindlichkeit gegenüber Licht und Lärm (10–60 %) [4, 27].

Diese klinischen Symptome werden als Frühsymptome erfragt bzw. vom Sportler berichtet. In der Akutbeurteilung wird der Fokus noch nicht auf neurokognitive Symptome sowie Verhaltens- und Schlafveränderungen gelegt, da diese primär nicht unbedingt einfach zu erkennen sind.

### Wissen

Auf zellulärer Ebene resultiert pathophysiologisch eine komplexe Kaskade neurochemischer und neurometabolischer Veränderungen [17, 28]. Führend ist zunächst eine zelluläre Energiekrise für 5 bis 10 Tage, die durch ein axonales und vaskuläres „stretching“ mit möglicher Zerreißung der neuronalen Membranen ausgelöst wird. Die erhöhte Membrandurchlässigkeit besteht für 6 h nach Trauma und kann zu weiteren

**Tab. 1** Mögliche Symptome einer Gehirnerschütterung

Typische Gehirnerschütterungssymptomatik			
Körperlich	Kognitiv (Denken)	Emotional	Schlafverhalten
Kopfschmerz	Geistiges Nebelgefühl	Traurigkeit	Einschlafschwierigkeiten
Schwindel	Verlangsamung	Reizbarkeit	Allgemeine Schläfrigkeit
Gleichgewichtsprobleme	Konzentrationsprobleme	Vermehrte Emotionen	Mehr Schlaf als sonst
Übelkeit/Erbrechen	Erinnerungsprobleme	Nervosität	Weniger Schlaf als sonst
Lichtempfindlichkeit	Verwirrtheit	Mangelndes Interesse	
Lärmempfindlichkeit	Vergesslichkeit		
Müdigkeit/Schwäche	Wiederholtes Fragen		
Sehstörungen			

Schäden und letztlich einem zerebralen Ödem führen.

Systemisch kann durch Entkoppelung von autonomem und Herz-Kreislauf-System eine Herzfrequenzvariabilität auftreten. Schwereabhängig resultieren zusätzlich eine – mindestens lokale – Abnahme des zerebralen Blutflusses (CBF) und eine Störung der zerebralen Autoregulation [28].

### Vorgehen am Spielort (Sideline-Evaluation)

Sportler mit Verdacht auf eine Gehirnerschütterung sollen ärztlich beurteilt werden. Sie sind unbedingt aus dem Spiel zu nehmen, sollen überwacht und nicht am gleichen Tag wieder eingesetzt werden [35].

Die orientierende Einschätzung am Spielfeld kann auch durch Betreuer mittels des des Pocket Recognition Tools (■ **Abb. 1**) erfolgen. Dieses umfasst die Beurteilung objektiver Zeichen und die subjektive Symptomatik sowie die Orientierung zu Person und Ort. Der Zeitaufwand beträgt maximal 1 min [11].

Eine sofortige ärztliche Evaluation eines Patienten ist notwendig bei Vorliegen der sog. Red-flag-Symptome:

- jugendliches Alter,
- Verwirrtheit > 30 min,
- Bewusstseinsverlust > 5 min,
- fokales neurologisches Defizit,
- Pupillendifferenz und
- Verschlechterung einer Symptomatik oder der Bewusstseinslage.

Der Sportler sollte nicht allein gelassen werden, eine regelmäßige Überwachung innerhalb der nächsten Stunden muss gewährleistet sein.

Im Zweifel gilt: „When in doubt, take them out!“

### Ärztliches Vorgehen in Krankenhaus oder Praxis

Die klinische und neurologische Einschätzung wird häufig nicht ausreichend durchgeführt, da eine Beurteilung neurokognitiver Folgen noch regelhaft unterbleibt.

Ziele der primären ärztlichen Beurteilung von Patienten mit Gehirnerschütterung sind der Ausschluss signifikanter intrakranieller Pathologien, das Verhindern eines Second-Impact-Syndroms (s. unten) und von kumulativen Folgen sowie die Abschätzung der Prognose. Dazu erfolgt neben der klinisch-neurologischen Untersuchung eine Bildgebung mittels Computertomographie (CT) und ggf. mittels Magnetresonanztomographie (MRT).

Bei jedem Patienten mit Verdacht auf das Vorliegen einer Gehirnerschütterung soll eine Notaufnahmeverstellung oder ärztliche Vorstellung erfolgen, und zusätzlich zu der geforderten Sideline-Testung sollen eine detaillierte Schädel-Hirn-Trauma (SHT)-Anamnese, eine detaillierte neurologische Untersuchung mit Testung des mentalen Status, kognitiver Funktionen und Gleichgewichts-

testung erfolgen sowie eine aktuelle Symptomanalyse [35].

Die frühe Beurteilung auch der kognitiven Funktionen wird als wesentlicher Bestandteil bei der initialen Beurteilung angesehen [35], z. B. mittels des SCAT-3 (Download auf: [www.schuetzdeinenkopf.de](http://www.schuetzdeinenkopf.de)), der modifiziert auch für Kinder zur Verfügung steht [35]. Das SCAT-3-Screening umfasst die Analyse von klinischen Symptomen, der Glasgow Coma Scale (GCS), die Durchführung kurzer Tests zur Beurteilung der Orientierung zur Zeit (Maddocks-Fragen), die Analyse von Konzentration, Erinnerungsvermögen und Koordination sowie eine standardisierte Testung des Gleichgewichts. Der Gleichgewichtstestung kommt ein hoher Stellenwert primär und auch in der Verlaufsbeurteilung zu [8].

Aufgrund der prognostischen Relevanz sollen im Rahmen der SHT-Anamnese insbesondere abgefragt werden: Anzahl vorbestehender Gehirnerschütterungen und Dauer der Symptomatik und, falls es sich um eine erneute Gehirnerschütterung handelt, ob ein geringeres Trauma zur erneuten Gehirnerschütterung führte. Zusätzlich sollte eine Bewusstlosigkeit oder eine Amnesie (retrograd und/oder anterograd) erfragt werden [35]. Daneben sind eine klinische Untersuchung mit neurologischem Befund sowie eine neuropsychologische Evaluation (z. B. Gleichgewichtstestung, kognitive Testung und Gangbildanalyse) gefordert.

Allgemeine laborchemische Untersuchungen (z. B. S100 $\beta$ ) sind im Einzelfall sinnvoll, haben sich bisher aber noch nicht allgemein durchsetzen können [32, 46]. Für den S100 $\beta$ -Wert werden eine Sensitivität von 80–100 %, eine Spezifität von 40–80 %, ein positiv prädiktiver Wert von 13–40 % und ein negativer prädiktiver Wert von 95–100 % angegeben. Damit können Patienten „not at risk“ identifiziert werden [14, 32]. Neuere Analysen weisen diesen Blutparametern aber ein hohes Potenzial zum diagnostischen Adjunct zu [46].

## Radiologische Diagnostik

Bei Vorliegen von Risikofaktoren ist eine radiologische Diagnostik zwingend [41]. Die radiologische Diagnostik dient dem Ausschluss oder der Bestätigung struktureller Gehirnerschütterungsfolgen. Die Röntgennativaufnahme des Schädels ist nicht hilfreich und deshalb zu unterlassen [41]. Mit den New Orleans Criteria und der Canadian CT Head Rule liegen validierte Kriterien zur Durchführung einer Schädel-CT-Untersuchung (CCT) nach einem leichten SHT vor [21, 47].

Das MRT weist eine erhöhte Sensitivität bei geringen strukturellen und axonalen Schäden auf, es werden bis zu 30 % Pathologien bei negativem CCT erkannt [2].

In einer Metaanalyse bei Patienten mit leichtem SHT und einer GCS von 15 wurden im CCT bei 7,8 % (6,1–9,5 %) strukturelle Veränderungen gefunden. Diese Patientengruppe umfasst allerdings ausschließlich Patienten, die initial bewusstlos waren oder eine Amnesie aufwiesen [1], sodass für die klassische Gehirnerschütterung im Sport eher ein geringeres Risiko besteht, da in 60–90 % der Fälle das führende Symptom der Kopfschmerz ist.

## Neuropsychologische Testung

Verschiedene Untersuchungen konnten zeigen, dass nach Gehirnerschütterung mit relevanten neurokognitiven Störungen – auch über eine längere Zeit – zu rechnen ist.

Mittels computerbasierter neuropsychologischer Testungen können die Sensitivität und Spezifität der Erholungsbeurteilung im Vergleich zur alleinigen Symptombewertung verbessert werden [24, 43].

Es besteht Einigkeit, dass eine additive neuropsychologische Testung einen Vergleich mit einer Baseline-Untersuchung ermöglicht, einen wichtigen Anteil der Return-to-Play-Entscheidung darstellt, aber nicht als isoliertes Entscheidungsinstrument angewendet werden soll. Die Interpretation sollte möglichst durch erfahrene Neurologen oder Neuropsychologen erfolgen [35].

## Therapie

Eine richtungsweisende Therapie ist nicht bekannt. Generell wird in der Primärphase nach erlittener Gehirnerschütterung geistige und körperliche Ruhe empfohlen.

Äußere Reize wie Musik, Fernsehen, Lernen und generell intellektuelle Anstrengungen für das Gehirn (Lernen, Konzentrieren, Analysieren, Lesen, Überlegen, Grübeln) sollen auf ein Minimum reduziert werden. Eine Aufnahme körperlicher und geistiger Belastungen sollte erst erfolgen, wenn die akute Symptomatik vollständig verschwunden ist.

Es ist bekannt, dass geistige und körperliche Ruhe die Heilung unterstützen, auch wenn die Ruhe erst sekundär umgesetzt wird [38]. Eine leichte körperliche Belastung und Physiotherapie können aber gerade bei Sportlern vorteilhaft sein, die sich nur langsam erholen [45].

## Symptomerholung

Regelhaft kommt es innerhalb kurzer Zeit zur vollständigen Symptomerholung. In der Regel dauert in 85 % der Fälle die Symptomatik maximal 1 Woche, und in 97 % besteht vollständige Symptombefreiheit nach 1 Monat. Eine komplette Symptomerholung erfolgt typischerweise spätestens innerhalb von 3 bis 12 Monaten [32, 33]. Dabei kommt es häufiger zu einer schnelleren Erholung der klinischen Symptome, während neurokognitive Störungen etwas länger persistieren [30]. Trotzdem können nach 1 Jahr noch in > 15 % relevante Symptome, überwiegend Kopfschmerzen und Bewegungsstörungen, bestehen [42].

Aktuelle Untersuchungen zeigen, dass gerade bei Kindern und Jugendlichen die Symptombdauer oft länger als angenommen ist. Bei Kindern finden sich sogar mittlere Symptombdauern von 4 bis 6 Wochen [5, 19, 40].

## Risikofaktoren einer prolongierten Erholung

Primär vorhandene erhebliche Kopfschmerzen, Schwäche/Müdigkeit und das Vorliegen einer Amnesie sowie eine pathologische neurologische Un-

Trauma Berufskrankh 2016 · [Suppl 4]:  
18:S326–S331  
DOI 10.1007/s10039-016-0142-9  
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2016

A. Gänsslen · I. Schmehl · W. Klein ·  
E. Rickels

## Handlungsempfehlung. Gehirnerschütterung im Sport

### Zusammenfassung

Die Gehirnerschütterung stellt eine häufig nicht ausreichend diagnostizierte Verletzung mit potenziellen Langzeitfolgen dar. Es werden Ursachen, pathophysiologische Grundlagen und typische primäre Symptomatik dargestellt. Das Erkennen und resultierende ärztliche Maßnahmen inklusive der Entscheidung zum Return-to-Play werden erläutert. Potenzielle Risikofaktoren und Langzeitfolgen werden diskutiert.

### Schlüsselwörter

Diagnostik · Verlauf · Return-to-Play ·  
Verletzung · Risikofaktoren

## Action recommendations. Sport-related concussion

### Abstract

Concussion in sport is often underdiagnosed with the potential risk of long-term sequelae. This article presents the mechanisms, the underlying pathophysiology and typical primary signs and symptoms. The recognition and resulting medical measures including the present recommendations and decisions on return to play are described. The potential risk factors and possible long-term sequelae are discussed.

### Keywords

Risk factors · Diagnostics · Clinical course ·  
Return to play · Injuries

tersuchung können die Erholungsphase verlängern. Weitere Faktoren sind das weibliche Geschlecht, das initiale Vorliegen einer retrograden bzw. antegraden Amnesie, vorbestehende hirnfunktionelle Störungen, Angstzustände, Depressionen, Lernstörungen und/oder Migräne. Daneben kann eine zu frühe postkontusionelle Belastung die Rekonvaleszenz und die neurokognitive Erholung verzögern.

Kinder und Jugendliche weisen statistisch gegenüber Adoleszenten und Er-

## CONCUSSION RECOGNITION TOOL™

### Taschenkarte

Hilfe für das Erkennen einer Gehirnerschütterung bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen



#### ERKENNEN UND HANDELN

Eine Gehirnerschütterung sollte bei Vorliegen **eines oder mehrerer** der im Folgenden unter Punkt 1 bis 3 genannten sichtbaren Hinweise, Zeichen, Symptome oder bei falschen Antworten auf die Gedächtnisfragen vermutet werden.

#### 1. Sichtbare Hinweise für den Verdacht auf eine Gehirnerschütterung

Jeder der folgenden sichtbaren Hinweise kann auf eine Gehirnerschütterung hinweisen:

Bewusstseinsverlust oder verlangsamte Reaktion

Liegt bewegungslos auf dem Boden/ verlangsamte beim Aufstehen

Unsicherheit auf den Füßen/ Gleichgewichtsprobleme oder Fallen/Koordinationsstörungen

Sich an den Kopf fassen/den Kopf mit den Händen stützen

Benommener, leerer oder ausdrucksloser Blick

Verwirrtheit/ nicht des Spiels oder der Geschehnisse bewusst

#### 2. Zeichen und Symptome für eine mögliche Gehirnerschütterung

Jedes der folgenden Zeichen und Symptome kann eine Gehirnerschütterung anzeigen:

- Bewusstseinsverlust
- Krampfanfall
- Gleichgewichtsprobleme
- Übelkeit oder Erbrechen
- Benommenheit/Schläfrigkeit
- Emotionaler als gewohnt
- Reizbarkeit
- Traurigkeit
- Erschöpfung/Ermüdung oder wenig Energie
- Nervös oder ängstlich
- „Etwas stimmt nicht mit mir“
- Schwierigkeiten, sich zu erinnern
- Kopfschmerzen
- Schwindelgefühl
- Verwirrtheit
- Gefühl „verlangsamt/ langsam zu sein“
- „Druck im Kopf“
- Verschwommenes Sehen
- Lichtempfindlichkeit
- Gedächtnislücke
- Gefühl „wie im Nebel/benebelt zu sein“
- Nackenschmerzen
- Geräuschempfindlichkeit
- Schwierigkeiten, sich zu konzentrieren

© 2013 Concussion in Sport Group

#### 3. Gedächtnisfunktion

Wenn eine Frage nicht richtig beantwortet wird, besteht der Verdacht auf eine Gehirnerschütterung.

„An welchem Spielort sind wir heute?“

„Welche Halbzeit ist jetzt?“

„Wer hat in diesem Spiel zuletzt ein Tor erzielt?“

„Gegen welches Team haben Sie letzte Woche/im letzten Spiel gespielt?“

„Hat Ihre Mannschaft das letzte Spiel gewonnen?“

**Jede(r) Sportlerin/Sportler mit Verdacht auf eine Gehirnerschütterung ist UMGEHEND AUS DEM SPIEL ZU NEHMEN und darf nicht zur Aktivität zurückkehren, bevor sie/er medizinisch untersucht worden ist. Sportlerinnen/Sportler mit Verdacht auf eine Gehirnerschütterung dürfen nicht allein gelassen werden und kein Fahrzeug führen.**

Bei Verdacht auf eine Gehirnerschütterung ist empfohlen, dass die Spielerin/der Spieler an eine medizinische Fachperson zur Diagnosestellung, Betreuung und Rückkehr zum Spiel-Entscheid überwiesen wird, auch wenn die Symptome abgeklungen sind.

#### WARNZEICHEN

**Bei JEDEM der unten aufgeführten Warnzeichen ist die Spielerin/der Spieler sicher und umgehend aus dem Spiel zu nehmen. Wenn keine medizinische Fachperson verfügbar ist, sollte ein Notfalltransport in das nächstliegende Krankenhaus zur umgehenden ärztlichen Untersuchung erwogen werden.**

- Sportler(in) klagt über Nackenschmerzen
- Verschlechterung des Bewusstseinszustandes
- Zunehmende Verwirrtheit/Reizbarkeit
- Schwere oder zunehmende Kopfschmerzen
- Wiederholtes Erbrechen
- Ungewöhnliche Verhaltensänderung
- Krampfanfälle
- Doppelbilder
- Schwäche oder Brennen/Kribbeln in Armen oder Beinen

#### Wichtig:

- In allen Fällen müssen die grundlegenden Prinzipien der Ersten Hilfe (Gefahr erkennen, Reaktion prüfen, stabile Seitenlage, Atmung und Kreislauf stabilisieren) befolgt werden
- Nicht versuchen, die Sportlerin/den Sportler zu bewegen (ausser, um sie/hn in die stabile Seitenlage zu bringen), wenn keine spezifische Ausbildung besteht
- Einen (evtl. vorhandenen) Helm nicht abnehmen, wenn keine spezifische Ausbildung besteht.

aus: McCrory et. al, Consensus Statement on Concussion in Sport. Br J Sports Med 47 (5), 2013

© 2013 Concussion in Sport Group

**Abb. 1** ▲ Pocket-Recognition-Tool zur akuten Sideline-Evaluation ([www.schuetzdeinenkopf.de](http://www.schuetzdeinenkopf.de)). (Mit freundl. Genehmigung der ZNS – Hannelore Kohl Stiftung)

wachsenen eine verlängerte Rehabilitationsphase auf [32].

### Wiederaufnahme des Sports (Return-to-Play)

Der Berücksichtigung der Pathophysiologie und des natürlichen Erholungsverlaufes kommt eine wichtige Bedeutung bei der Entscheidung des Return-to-Play zu [35]. Ein Sportler sollte in Ruhe und nach Belastung klinisch und kognitiv symptomfrei sein, bevor Wettkampffähigkeit besteht!

Voraussetzung für Return-to-Play sind die vollständige Erholung und Belastung im schulischen oder beruflichen Bereich. Return-to-Play noch am Tag des Traumas ist die absolute Ausnahme.

Entsprechend wird ein gestaffeltes Konzept zur Wiedererlangung der Arbeits- und Sportfähigkeit favorisiert

(**Abb. 2**). Dabei sollte Wert darauf gelegt werden, zunächst die Arbeits- bzw. Schulfähigkeit zu erlangen und erst sekundär die Sportfähigkeit. Damit vergehen vom Tag des Unfalles regelhaft mindestens 6 bis 10 Tage bis zur vollständigen Matchfähigkeit, entsprechend der Mindestzeit für die Erholung der Nervenzellen.

### Langzeitprobleme

In der unmittelbaren posttraumatischen Phase nach Gehirnerschütterung ist das Gehirn besonders vulnerabel aufgrund der noch andauernden pathophysiologischen Veränderungen [39]. Es besteht prinzipiell ein deutlich erhöhtes Risiko, nach einer Gehirnerschütterung eine weitere Gehirnerschütterung zu erleiden.

Kommt es zu einer zweiten oder weiteren Gehirnerschütterung, steigt das Risi-

ko für einen noch protrahierteren Verlauf bzw. für Komplikationen bis zur teilweise malignen, Hirnschwellung, dem sog. Second-Impact-Syndrom [31, 48]. Diese seltenen Fälle sind mit einer Letalität von bis zu 50 % und einer Morbidität bis zu 100 % assoziiert.

Bei einigen Patienten verbleiben über längere Zeit Symptome (Post-Concussion-Syndrom [PCS]). Diese Symptomatik wird als unspezifisch angesehen, da viele dieser Symptome bei anderen Verletzungen oder Erkrankungen auch bestehen können. Entsprechend zeigt sich eine hohe Prävalenz von PCS-Symptomen in der normalen Bevölkerung [18].

Da viele dieser Symptome von verschiedensten Fachdisziplinen behandelt werden, (v. a. Neuropsychologie, Neurologie, Physiotherapie, HNO), ist ein interdisziplinäres Management immer bei

## Schütz Deinen Kopf! Gehirnerschütterungen im Sport



Eine Initiative der

Zurück-in-die-Schule: erwartetes Zeitfenster 2-4 Tage	
Stufe 1	<b>keine geistige Aktivität</b> = geistige Ruhe: keine Belastung, die Beschwerden verursacht, keine Konzentrationsleistungen (keine Hausaufgaben, kein Lesen, keine SMS, keine Videospiele, keine Arbeit am Computer usw.), ggf. viel Schlaf.
Stufe 2	<b>stufenweise, kontrollierte Zunahme der geistigen Aktivitäten</b> Beginn geistiger Aktivität für kurze Zeit (5-15 Minuten).
Stufe 3	<b>Erhöhung der geistigen Ausdauer (in Intervallen)</b> Durchführung von Hausaufgaben, Konzentrationsleistungen in 20-30 Minuten Intervallen.
Stufe 4	<b>Schulbeginn: ggf. eingeschränkt, schrittweise</b> Absolvieren eines (Teil-)Schultages, tolerierte 1-2 Stunden (kumulativ) Hausaufgaben zu Hause; Erhöhung der Aktivität bis zum vollen Schultag.
Stufe 5	<b>Wiederaufnahme der vollen geistigen Arbeit</b> Vollständige Rückkehr zur Schul-Aktivität; Beginn des Zurück-zum-Sport-Protokolls.

- für die Stufe 4 ist in Deutschland bisher keine schulische Überwachungsmöglichkeit gegeben, so dass hier eine Einzelfallentscheidung erfolgte sollte, die im Idealfall ärztlich überwacht wird
- **die Gesamterholungsphase umfasst somit 6-10 Tage = typische Erholungszeit der Nervenzellen und berücksichtigt den bei Kindern verlängerten Heilungsverlauf**

## Schütz Deinen Kopf! Gehirnerschütterungen im Sport



Eine Initiative der

Zurück-zum-Sport: erwartetes Zeitfenster mindestens 5 Tage	
Stufe 6	<b>leichtes, kurzes aerobes Training</b> leichte Herz-Kreislaufbelastung: z. B. Gehen, 15 Minuten Fahrradfahren u.ä. mit Puls bis maximal 125/min, Schüttelbewegungen des Kopfes vermeiden.
Stufe 7	<b>Sportspezifisches Intervalltraining</b> Antastversuch an Intervallbelastung für Kreislauf und Kopf. Aufwärmen und Sprinttraining unter Aufsicht, zusätzlich sportart-spezifisches Training und Kraftausdauer-Training.
Stufe 8	<b>Mannschafts-Training ohne Körperkontakt</b> Teilnahme am normalen Mannschaftstraining, aber ohne jeglichen Körperkontakt!
Stufe 9	<b>Normales Mannschaftstraining</b> Teilnahme an einem normalen Mannschaftstraining.
Stufe 10	<b>Match-Test</b> Match möglich, allerdings klar deklariert als letzte Stufe im Aufbauprogramm.

- für die Stufen 6-10: bei Wiederauftreten von Symptomen Verbleib auf der jeweiligen Stufe (auch am Folgetag). Erneuter Versuch, bis die Stufe gut ertragen wird. Erst bei vollständiger Beschwerdefreiheit Übergang zur nächsten Stufe am folgenden Tag!
- **die Gesamterholungsphase umfasst somit 6-10 Tage = typische Erholungszeit der Nervenzellen und berücksichtigt den bei Kindern verlängerten Heilungsverlauf**

**Abb. 2** ◀ Kombiniertes Konzept zur Wiedererlangung der Berufs-/Schul- und Sportfähigkeit ([www.schuetzdeinenkopf.de](http://www.schuetzdeinenkopf.de)). (Mit freundl. Genehmigung der ZNS – Hannelore Kohl Stiftung)

Symptompersistenz über 4 bis 6 Wochen zu fordern [3, 7].

Eine gerade bei Kindern in knapp 30 % vorliegende vestibulookuläre Dysfunktion (VOD) ist mit einer verdoppelten Heilungsdauer assoziiert [13].

Vergleichbare Probleme wurden in Deutschland in den berufsgenossenschaftlichen (BG) Spezialambulanzen beobachtet. Dies sind v. a. neuropsychologische, psychiatrische und psychotraumatologische Gehirnerschütterungsfolgen, die interdisziplinär im Rahmen des Brain-Check-Programms der BG-Kliniken erfasst und behandelt werden können [44].

### Präventions-, Protektions- und Ausbildungsstrategien

In Nordamerika sind seit Jahren ausführlich ausgearbeitete Konzepte zur Prä-

vention und Protektion sowie ausgiebige Lehrkonzepte für Schulen, Eltern, Trainer, Betreuer, Spieler und Sportler erarbeitet worden.

In Deutschland wird derzeit mit der Kampagne „Schütz Deinen Kopf“ ([www.schuetzdeinenkopf.de](http://www.schuetzdeinenkopf.de)) ein entsprechendes Ausbildungs- und Lehrkonzept zur Gehirnerschütterung im Breiten- und Leistungssport [16] mit geplanter Integration der Schulen und Sportvereine etabliert.

### Korrespondenzadresse

**Dr. med. A. Gänsslen**

Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie und Handchirurgie, Klinikum Wolfsburg Sauerbruchstr. 7, 38440 Wolfsburg, Deutschland  
dr.gaensslen@gmx.de

### Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** A. Gänsslen, I. Schmehl, W. Klein und E. Rickels geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine von den Autoren durchgeführten Studien an Menschen oder Tieren.

The supplement containing this article is not sponsored by industry.

### Literatur

1. af Geijerstam J, Britton M (2003) Mild head injury – mortality and complication rate: meta-analysis of findings in a systematic literature review. Acta Neurochir (Wien) 145:843–850
2. Bazarian J (2002) Use of computed tomographic scans for patients with minor head injury. Ann Emerg Med 39:348–349
3. Benedict P, Baner N, Harrold G, Moehring N, Hasanaj L, Serrano L, Sproul M, Pagnotta G, Cardone D, Flanagan S, Rucker J, Galetta S, Balcer L (2015) Gender and age predict outcomes of cognitive, balance and vision testing in a multidisciplinary concussion center. J Neurol Sci 353:111–115

4. Benson B, Meeuwisse W, Rizos J, Kang J, Burke C (2011) A prospective study of concussions among National Hockey League players during regular season games: the NHLNHLPA Concussion Program. *CMAJ* 183:905–911
5. Brown N, Mannix R, O'Brien M, Gostine D, Collins M, Meehan W (2014) Effect of cognitive activity level on duration of post-concussion symptoms. *Pediatrics* 133:299–304
6. Carson J, Lawrence D, Kraft S, Garel A, Snow C, Chatterjee A, Libfeld P, MacKenzie H, Thornton J, Moineddin R, Frémont P (2014) Premature return to play and return to learn after a sport-related concussion. Physician's chart review. *Can Fam Physician* 60:e310–e315
7. Collins M, Kontos A, Reynolds E, Murawski C, Fu F (2014) A comprehensive, targeted approach to the clinical care of athletes following sport-related concussion. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 22:235–246
8. Davis G, Iverson G, Guskiewicz K, Ptito A, Johnston K (2009) Contributions of neuroimaging, balance testing, electrophysiology and blood markers to the assessment of sport-related concussion. *Br J Sports Med* 43(1):36–45
9. Delaney J, Lacroix V, Leclerc S, Johnston K (2002) Concussions among university football and soccer players. *Clin J Sport Med* 12:331–338
10. Delaney J, Lamfookon C, Bloom G, Al-Kashmiri A, Correa J (2015) Why university athletes choose not to reveal their concussion symptoms during a practice or game. *Clin J Sport Med* 25:113–125
11. Dziemianowicz M, Kirschen M, Pukenas B, Laudano E, Balcer L, Galetta S (2012) Sports-related concussion testing. *Curr Neurol Neurosci Rep* 12:547–549
12. Eishockey News (2012) Problemfall Gehirnerschütterung. *Eishockey News* 6:4
13. Ellis M, Cordingley D, Vis S, Reimer K, Leiter J, Russell K (2015) Vestibulo-ocular dysfunction in pediatric sports-related concussion. *J Neurosurg Pediatr* 16:248–255
14. Filippidis A, Papadopoulos D, Kapsalaki E, Fountas K (2010) Role of the S100B serum biomarker in the treatment of children suffering from mild traumatic brain injury. *Neurosurg Focus* 29:E2
15. Fraas M, Coughlan G, Hart E, McCarthy C (2014) Concussion history and reporting rates in elite Irish rugby union players. *Phys Ther Sport* 15:136–142
16. Gänsslen A, Schmehl I (2015) Leichtes Schädel-Hirn-Trauma im Sport: Handlungsempfehlungen, 1. Aufl. Sportverlag Strauß, Köln
17. Giza C, Hovda D (2001) The neurometabolic cascade of concussion. *J Athl Train* 36:228–235
18. Gouvier W, Cubic B, Jones G, Brantley P, Cutlip Q (1992) Postconcussion symptoms and daily stress in normal and head-injured college populations. *Arch Clin Neuropsychol* 7:193–211
19. Grubenhoff J, Deakyns S, Brou L, Bajaj L, Comstock R, Kirkwood M (2014) Acute concussion symptom severity and delayed symptom resolution. *Pediatrics* 134:54–62
20. Gukelberger-Felix G (2015) Unterschätztes Trauma: Nach Gehirnerschütterungen Ruhe halten. Spiegel Online – Gesundheit – 24.09.2015. <http://www.spiegel.de/gesundheit/diagnose/gehirnerschuetterung-nach-kopfverletzung-ruhe-halten-a-1054404.html>. Zugegriffen am: 24.09.2015
21. Haydel M, Preston C, Mills T, Luber S, Blaudeau E, DeBlieux P (2000) Indications for computed tomography in patients with minor head injury. *N Engl J Med* 343:100–105
22. Hwang V, Trickey A, Lormel C, Bradford A, Griffen M, Lawrence C, Sturek C, Stacey E, Howell J (2014) Are pediatric concussion patients compliant with discharge instructions? *J Trauma Acute Care Surg* 77:117–122
23. Jötten F (2014) Gefahr durch Kopfbälle: Schmerzhaftes Heldenat. Spiegel Online. <http://www.spiegel.de/gesundheit/diagnose/fussball-sind-kopfbaele-schaedlich-fuer-hirn-und-gesundheit-a-975847.html>. Zugegriffen am: 24.09.2015
24. Kontos A, Braithwaite R, Dakan S, Elbin R (2014) Computerized neurocognitive testing within 1 week of sport-related concussion: meta-analytic review and analysis of moderating factors. *J Int Neuropsychol Soc* 20:324–332
25. Kramer J, Peschke S (2012) EISHOCKEY – Der zweite Schlag. *Der Spiegel* 10:108–110
26. Kroshus E, Baugh C, Daneshvar D, Stamm J, Laursen R, Austin S (2015) Pressure on sports medicine clinicians to prematurely return collegiate athletes to play after concussion. *J Athl Train* 50:944–951
27. Lau B, Kontos A, Collins M, Mucha A, Lovell M (2011) Which on-field signs/symptoms predict protracted recovery from sport-related concussion among high school football players? *Am J Sports Med* 39(11):2311
28. Len T, Neary J (2011) Cerebrovascular pathophysiology following mild traumatic brain injury. *Clin Physiol Funct Imaging* 31:85–93
29. Llewellyn T, Burdette G, Joyner A, Buckley T (2014) Concussion reporting rates at the conclusion of an intercollegiate athletic career. *Clin J Sport Med* 24:76–79
30. Makdissi M, Darby D, Maruff P, Ugioni A, Brukner P, McCrory P (2010) Natural history of concussion in sport: Markers of severity and implications for management. *Am J Sports Med* 38:464–471
31. McCrea H, Perrine K, Niogi S, Härtl R (2013) Concussion in sports. *Sports Health* 5:160–164
32. McCrea M (2008) Mild traumatic brain injury and postconcussion syndrome. Oxford University Press, Oxford
33. McCrea M, Guskiewicz K, Marshall S (2003) Acute effects and recovery time following concussion in collegiate football players: the NCAA Concussion Study. *JAMA* 290:2556–2563
34. McCrea M, Hammke T, Olsen G, Leo P, Guskiewicz K (2004) Unreported concussion in high school football players: implications for prevention. *Clin J Sport Med* 14:13–17
35. McCrory P, Meeuwisse W, Aubry M, Cantu B, Dvorák J, Echemendia R, Engebretsen L, Johnston K, Kutcher J, Raftery M, Sills A, Benson B, Davis G, Ellenbogen R, Guskiewicz K, Herring S, Iverson G, Jordan B, Kissick J, McCrea M et al (2013) Consensus statement on concussion in sport: the 4th International Conference on Concussion in Sport held in Zurich, November 2012. *Br J Sports Med* 47:250–258
36. Meehan W, Comstock R, d'Hemecourt P (2010) High school concussions in the 2008–2009 academic year: mechanism, symptoms, and management. *Am J Sports Med* 38:2405–2409
37. Meehan W, Mannix R, O'Brien M, Collins M (2013) The prevalence of undiagnosed concussions in athletes. *Clin J Sport Med* 23:339–342
38. Moser R, Glatts C, Schatz P (2012) Efficacy of immediate and delayed cognitive and physical rest for treatment of sports-related concussion. *J Pediatr* 161:922–926
39. Prins M, Alexander D, Giza C, Hovda D (2013) Repeated mild traumatic brain injury: mechanisms of cerebral vulnerability. *J Neurotrauma* 30:30–38
40. Ransom D, Vaughan C, Pratson L, Sady M, McGill C, Gioia G (2015) Academic effects of concussion in children and adolescents. *Pediatrics* 135:1043–1050
41. Rickels E (2009) Diagnostik und Therapie von Schädel-Hirn-Traumen. *Chirurg* 80:153–163
42. Rickels E, von Wild K, Wenzlaff P, Bock W (2006) Schädel-Hirn-Verletzung – Epidemiologie und Versorgung: Ergebnisse einer prospektiven Studie, 1. Aufl. Zuckschwerdt, Germering bei München
43. Schatz P, Pardini J, Lovell M, Collins M, Podell K (2006) Sensitivity and specificity of the ImPACT Test Battery for concussion in athletes. *Arch Clin Neuropsychol* 21:91–99
44. Schmehl I, Jöhl U, Sparenberg P, Kinze S, Dähne F, Rogge W (2011) Brain-Check nach Schädel-Hirn-Trauma. Diagnostisches Modul zur Ermittlung von Folgeschäden. *Trauma Berufskrankh* 13:12–17
45. Schneider K, Iverson G, Emery C, McCrory P, Herring S, Meeuwisse W (2013) The effects of rest and treatment following sport-related concussion: a systematic review of the literature. *Br J Sports Med* 47:304–307
46. Schulte S, Podlog L, Hamson-Utley J, Strathmann F, Strüder H (2014) A systematic review of the biomarker S100B: implications for sport-related concussion management. *J Athl Train* 49:830–850
47. Stiell I, Wells G, Vandemheen K, Clement C, Lesiuk H, Laupacis A (2001) The Canadian CT Head Rule for patients with minor head injury. *Lancet* 357:1391–1396
48. Thomas M, Haas T, Doerer J, Hodges J, Aicher B, Garberich R, Mueller F, Cantu R, Maron B (2011) Epidemiology of sudden death in young, competitive athletes due to blunt trauma. *Pediatrics* 128:e1–e8
49. Williamson I, Goodman D (2006) Converging evidence for the under-reporting of concussions in youth ice hockey. *Br J Sports Med* 40:128–132