



Bundesinstitut
für Sportwissenschaft



Wir helfen
dem Sport

Präsentation der Expertise



„Schädel-Hirn-Verletzungen
im deutschen Spitzensport“

Expertise des Bundesinstituts für Sportwissenschaft

Umgang mit Schädel-Hirn- Verletzungen im Spitzensport

Herausgeber:

Bundesinstitut für Sportwissenschaft (BISp)

Graurheindorfer Str. 198

D-53117 Bonn

Porstfach 17 01 48

Tel.: +49 (0)228-99-640-0

Fax: +49 (0)228-99-640-9008

E-Mail: info@bisp.de

www.bisp.de

Umschlagfoto: fotolia

Umgang mit Schädel-Hirn-Verletzungen im deutschen Spitzensport

Expertise des Bundesinstituts für Sportwissenschaft

Zusammenfassung

Leichte sportassoziierte Schädel-Hirn-Verletzungen (“Concussions”) sind international, insbesondere in den anglo-amerikanischen Regionen, in den letzten zwei Dekaden zunehmend in den Fokus von Wissenschaft, Medizin und Medien gerückt. Kernelemente der Auseinandersetzung mit dem Thema sind Epidemiologie, Diagnostik inkl. Definition und Klassifizierung, Concussion-Management, Prävention, evidenzbasierte Guidelines und die Folgen von rezidivierenden Concussions.

Zahlreiche Schlüsselfragen der klinischen und Grundlagenforschung zu Concussions sind zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht oder nicht suffizient beantwortet. Der Status quo zum Themenkomplex im deutschen Spitzensport ist nicht bekannt und scheint heterogen.

Die vorliegende Expertise führt den aktuellen Stand der wissenschaftlichen Literatur in Form einer bewertenden Literatursynthese und Übersicht über den derzeit praktizierten Umgang mit Concussions in den deutschen Spitzensportverbänden zusammen, die über einen Onlinesurvey und Experteninterviews mit der Expertengruppe „Verbandsärzte der deutschen Spitzensportverbände“ erfasst wurden.

Als Ergebnis können relevante, zukunftsweisende Forschungsfragen ebenso, wie dringende Handlungsnotwendigkeiten dargestellt werden, die im Sinne von Gesundheit und Sicherheit der deutschen Spitzensportathletinnen und -athleten künftig Beachtung finden sollten. Dazu gehören die Implementierung einer landesweiten

Plattform zur Dokumentation akuter Vorfälle und Verläufe von Concussions im Spitzensport, die Verbesserung einer sensiblen und sensitiven Diagnostik, flächendeckender Akut- und Verlaufsversorgung, die Prävention von Concussion in den verschiedenen Sportarten und nicht zuletzt Maßnahmen zur Steigerung von Wissen, Aufmerksamkeit und Sensibilität sowie Kompetenz im Umgang mit Concussion für alle am Spitzensport Beteiligten.

Abstract

Sports associated mild traumatic brain injuries, specifically concussions, have gained an increasing amount of interest not only because of media coverage, but also due to rapidly growing research.

So far, no systematic information is available about the situation, knowledge and medical practice of concussion care in German top level athletes. This report sought to fill this gap by providing an in depth literature review and analysis, as well as a description of the standard of care in the elite level olympic sports federations of the German Olympic Sports Confederation ('Deutscher Olympischer Sportbund', DOSB). For this reason, an online survey and interviews were conducted among the physicians of the DOSB sports federations with special emphasis on sports with high risk and incidences of concussions.

Based on the results, future research directions and fields of action have been identified.

These include, but are not limited to,

- › establishing a nationwide database to analyze acute and chronic courses of concussion
- › inducing more awareness of the disease along with its diagnosis
- › improving the medical care of athletes suffering from concussion, management and prevention
- › producing a valid classification with special emphasis on sports
- › developing a (set of) objective biomarkers to guide diagnosis and return-to-play
- › analyzing effects of concussion (acute and chronic) accounting for different kinds of sports.

1 Einleitung

Schädel-Hirn-Traumen (SHT) im Spitzensport, insbesondere leichte SHT (engl.: mild traumatic brain injury, mTBI), treten zunehmend in das öffentliche Interesse. Exemplarisch genannt seien die in den US-amerikanischen Medien dominierenden Fälle in der National Football League (NFL). Ein besonderes Augenmerk wurde in der jüngsten Vergangenheit auf rezidivierende SHT und die chronische traumatische Enzephalopathie (CTE) gelegt (Maroon, et al., 2015). Diese progressive, derzeit noch lediglich autopsisch diagnostizierbare, degenerative Hirnerkrankung, ihr Erstbeschreiber, der nigerianisch-amerikanische Forensiker und Neuropathologe Bennet Omalu, und die von ihm gegründete Stiftung traten 2015 durch den von Ridley Scott produzierten Kinofilm *Concussion* mit Starbesetzung (u. a. Will Smith und Alec Baldwin) ins internationale Rampenlicht.

Auch klinisch wissenschaftlich rückten die Folgen von rezidivierenden leichten SHT nicht zuletzt durch Studien an ehemaligen NFL- und College-Athleten in der letzten Dekade wieder in den Fokus (Guskiewicz, 2007, 2005, 2003). Anhand des Beispiels der NFL wird zudem noch eine andere Problematik deutlich: der mit Abstand grösste Teil der wissenschaftlichen Literatur entstammt aus dem anglo-amerikanischen Sprachgebiet. Hier liegen zumeist andere Sozial- und Versorgungsstrukturen vor als in Deutschland, insbesondere im Hinblick auf den Spitzensport. An vielen Stellen ist daher noch unklar, ob und wie sich die vornehmlich klinisch-wissenschaftlichen Ergebnisse auf die Situation in Deutschland übertragen lassen. Klar ist jedoch, dass sich durch SHT vielschichtige und relevante gesundheitliche Probleme ergeben, die auch (und vielleicht insbesondere) relevant für den deutschen Spitzensport sind.

Für mittel- und schwergradige SHT sowie für die damit häufig einhergehenden Verletzungen der Halswirbelsäule existieren zahlreiche evidenz- und konsensbasierte Behandlungspfade. Die Empfehlungen für die Diagnostik und Therapie leichter Schädel-Hirn-Verletzungen (speziell *Concussion*, deutsch: Gehirnerschütterung) hingegen sind national und international heterogen und z. T. widersprüchlich. Da-

bei ist die klinische Diagnose der Concussion nicht immer synonym der deutschen Übersetzung „Gehirnerschütterung“. Da sich jedoch der englische Begriff bereits im klinischen Alltag in Deutschland etabliert hat, wird in dieser Expertise der Begriff „Concussion“ benutzt.

Das Bundesinstitut für Sportwissenschaft (BISp) hat das sportassoziierte leichte SHT als gesundheitsökonomisches und -politisches Problem identifiziert und im Zuge einer nationalen Ausschreibung aufgefordert, den aktuellen Stand im Umgang mit SHT, dessen Epidemiologie, Diagnostik, Therapie und Rehabilitation sowie Prognose im deutschen Spitzensport i. S. einer Expertise zusammenzutragen und Empfehlungen für den zukünftigen Umgang damit abzugeben.

2 Hintergrundinformationen

2.1 Definitionen und Begrifflichkeiten

Es existieren unterschiedliche Definitionen einer Concussion, die weltweit von verschiedenen Verbänden und Verbänden verfasst wurden und in der Regel jeweils den Erkenntnisstand zum jeweiligen Zeitpunkt der Veröffentlichung widerspiegeln. Die in der aktuellen Fachliteratur am häufigsten verwendete Definition mit Bezug zum Sport wurde 2012 von der Concussion in Sport Group im Rahmen der 4th International Conference on Concussion in Sport festgelegt (McCroy et al., 2013):

Eine Concussion ist eine Hirnverletzung. Sie ist definiert als komplexer pathophysiologischer, das Gehirn beeinflussender Vorgang in Folge biomechanischer Krafteinwirkungen.

Übergreifende klinische, pathologische und biomechanische Charakteristika der Concussion sind:

- › Die Verletzung wird durch einen direkten Kraftimpuls auf den Kopf, das Gesicht oder die Hals-Nacken-Region hervorgerufen.
- › Eine Concussion resultiert typischerweise in einer raschen, kurzzeitigen und spontan rückläufigen Einschränkung neurologischer Funktionen.
- › Akute, klinische Symptome reflektieren funktionelle Defizite – konventionelle Methoden der neuroanatomischen Bildgebung zeigen daher keine Abnormitäten.
- › Eine Concussion führt zu graduellen, klinischen Symptomen, welche eine Bewusstlosigkeit beinhalten können. Die Rückbildung dieser Symptome geschieht sequentiell und kann in Einzelfällen prolongiert sein.

Die Definition der American Academy of Neurology (AAN), die häufig Anwendung im klinischen Gebrauch findet, lautet (Giza et al., 2013):

Eine Concussion ist ein klinisches Syndrom einer biomechanisch induzierten Veränderung der Hirnfunktion, die typischerweise die Erinnerung und Orientierung betrifft und mit oder ohne Bewusstseinsverlust ablaufen kann.

2.2 Pathophysiologie

Bei einer Concussion wird durch einen mechanischen Reiz eine komplexe neurometabolische Kaskade im Gehirn ausgelöst (Katayama et al., 1990; Takahashi, Manaka & Sano, 1981). Dies führt zu neurologischen Symptomen, die meist rasch eintreten, sich manchmal jedoch auch erst über einen Zeitraum von bis zu 48 Stunden entwickeln können. Sie heilen in den meisten Fällen folgenlos aus (McCroy et al., 2013; Duma et al., 2005; Greenwald et al., 2008; Withnall et al., 2005).

Eine Concussion entsteht durch die Übertragung von Linear- und/oder Rotationskräften auf das Gehirn. Dies kann entweder durch einen direkten Anprall des Kopfes oder durch die Übertragung

von Kräften bei einer Krafteinwirkung auf eine andere Körperstelle geschehen (McCrory, 2013; Harmon et al., 2013). Die Größe und Richtung dieser Krafteinwirkung kann mittels tragbarer Beschleunigungssensoren (Akzelerometer) dargestellt werden. Eine kritische Kraftschwelle, ab der es zu einer Concussion kommt, konnte bisher nicht ermittelt werden. Es wird vermutet, dass diese individuell sehr stark variiert (Guskiewicz et al., 2007; Duma et al., 2005; Greenwald et al., 2008; Withnall et al., 2005). Ebenso konnte kein Zusammenhang zwischen der Stärke der Krafteinwirkung, der klinischen Symptomatik und den Langzeitfolgen hergestellt werden. Fest steht, dass vornehmlich von außen applizierte lineare Beschleunigungskräfte Concussions auslösen (McCrory, Meeuwisse et al., 2013; Broglio, Eckner & Kutcher, 2012; Kutcher et al., 2013), die sich im Gehirn in rotatorische Kräfte übersetzen. Dieser Mechanismus wird durch entgegengesetzte Rotationen um Konnektionspunkte innerhalb des Hirnparenchyms (z. B. Corpus callosum oder am dorsolateralen Hirnstamm), aber auch um Fixationspunkte des Gehirns mit der harten Hirnhaut (Dura, z. B. an der Falxkante oder dem Tentorium cerebelli) ausgelöst und resultiert in diffusen Zerreiverletzungen in der weißen Substanz des Gehirns (diffuser axonaler Schaden). Wenngleich von außen vornehmlich lineare Kräfte auf das Gehirn einwirken, sind es im Wesentlichen die rotatorischen Zerreiverletzungen, die einen axonale Schaden im Gehirn begünstigen (Noble & Hesdorffer, 2013).

Die daraus resultierenden diffusen Mikrotraumen der Axone und des Zytoskeletts bedingen eine erhöhte Permeabilität der Zellmembranen mit Störung des Membranruhepotentials und damit einen erhöhten Ionenfluss sowie die Freisetzung des excitatorischen Neurotransmitters Glutamat (Katayama et al., 1990; DeKosky, Ikonomic & Gandy, 2010). Die Ionenpumpen der Zellwände verbrauchen bei der Wiederherstellung der Homöostase vermehrt Adenosin-Triphosphat (ATP). Dies führt zu einem erhöhten zellulären Calciumeinstroms und gestörter Mitochondrienfunktion und ist tendenziell mit einer verringerten Hirndurchblutung und damit einem Ungleichgewicht von Energieverbrauch und -angebot im Gehirn vergesellschaftet (Dimou & Lagopoulos, 2014; Harmon et al., 2013; Khurana & Kaye, 2012; Yoshino et al., 1991). Im Anschluss an die hypermetabolische Phase geht das Gehirn für bis zu 10 Tage in einen

Hypometabolismus mit entsprechendem Energiedefizit über. Dadurch kann es bei einem erneuten Trauma ohne vorherige Wiederherstellung einer normalen Stoffwechselsituation zu einer Steigerung des metabolischen Ungleichgewichts und potenziell zu einer schwereren Hirnschädigung kommen (Thomas et al., 2000; Li et al., 2004; Tavazzi et al., 2007; Giza & Hovda, 2014).

Eine Concussion wird in der Literatur nicht uniform mit einem leichten SHT gleichgesetzt. Potentiell strukturelle und in der Standarddiagnostik darstellbare Hirnschädigungen werden den Begriffen in unterschiedlichem Maß zugesprochen. Concussions werden zumeist als eine Subgruppe und milde Form der leichten SHT angesehen (McCroory et al., 2013; Giza et al., 2013; Harmon et al., 2013; Broglio et al., 2014).

Für Sportlerinnen und Sportler, deren Teams und Trainer bzw. Trainerinnen ist die Aussage über die Wiederaufnahme von Training und Spiel- bzw. Wettbewerbsfähigkeit nach Concussion unter Erhalt der Gesundheit essentiell und für die Betroffenen existentiell. Hieraus ergibt sich bereits die Notwendigkeit einer akkuraten Diagnostik und Therapie, insbesondere wenn (wie bei der Concussion) die klinischen Symptome in der Regel mild ausgeprägt, jedoch die Erwartungshaltungen der und an die Athleten bzw. Athletinnen im Spitzensport stark ausgeprägt sind.

2.3 Problemstellung

Zentrale diagnostische Fragen der Literaturrecherche sind u. a.:

1. Sind etablierte diagnostische Prozeduren am Spielfeld- bzw. Wettbewerbsrand ausreichend spezifisch und rechtfertigend, um im positiven Fall (d. h., dem Nachweis einer stattgehabten Hirnverletzung) den Spieler bzw. die Spielerin vom Feld oder aus dem Training zu nehmen?
2. Sind diagnostische Prozeduren am Spielfeld- bzw. Wettbewerbsrand ausreichend sensitiv und rechtfertigend, um im negativen Fall (d. h., dem Ausschluss einer stattgehabten Hirnverletzung) den Spieler bzw. die Spielerin weiterspielen bzw. trainieren lassen zu können?

Zentrale therapeutisch-rehabilitative Fragen sind u. a.:

Führt eine definierte, rehabilitative Intervention zu einer schnelleren und/oder besseren Wiederherstellung der somatischen und neurokognitiven Funktionen, welche zur kompetitiven Ausübung der individuellen Sportart befähigt?

Im Rahmen der vorliegenden Expertise wird diesen Fragen das in den deutschen Spitzensportverbänden vorgegebene und tatsächlich praktizierte, klinische Szenario gegenübergestellt. Gleichzeitig werden der Bedarf der versorgenden Ärzte bzw. Ärztinnen eruiert und zusammengeführt, um künftig eine optimalere Versorgung der Athletinnen und Athleten zu ermöglichen.

3 Auftrag, Arbeitsgruppen und Handlungsfelder

3.1 Arbeitsgruppe

Die mit der Erstellung der Expertise beauftragte Arbeitsgruppe wurde von Prof. Dr. Dr. Claus Reinsberger (Sportmedizinisches Institut, Universität Paderborn) geleitet. Die klinisch epidemiologische Literaturübersicht wurde am Zentrum für Klinische Forschung am Unfallkrankenhaus Berlin unter Leitung von Prof. Dr. Dirk Stengel unter Mitarbeit von Dr. Justus Scheder-Bieschin, Dr. Romy Scholz, Dipl.-Psych. Claas Güthoff, Dr. Moritz Weigeldt und Dr. Ingo Schmehl erstellt. An der Recherche innerhalb der Verbände im DOSB wirkten Prof. Dr. B. Wolfarth, Chris Batz und Maximilian Grummt (jeweils Lehrstuhl Sportmedizin, Institut für Sportwissenschaft, Humboldt Universität zu Berlin), Prof. Dr. Tim Meyer und Florian Beaudouin (Institut für Sport- und Präventivmedizin, Universität des Saarlandes), Prof. Dr. Frank Mayer (Zentrum für Sportmedizin, Freizeit-, Gesundheits- und Leistungssport, Universität Potsdam) und Katrin Hemschemeier (Sportmedizinisches Institut, Universität Paderborn) mit. Sämtliche Mitglieder der Arbeitsgruppe beteiligten sich ebenfalls an der Erstellung und Redigierung des vorliegenden Berichts.

3.2 Klinisch-epidemiologische Literaturübersicht

3.2.1 Übersicht

Der klinisch-epidemiologische Teil der Expertise beinhaltete eine strukturierte und reproduzierbare Literaturrecherche in den Datenbanken Ovid Medline und Embase, ergänzt um eine parallele Suche in PubMed Medline (aufgrund ihrer spezifischen Funktionen und dem unmittelbaren Zugriff auf Volltexte). Die Zielvorstellungen des Fördermittelgebers, die bewilligten Ressourcen aber auch der Zeithorizont ermöglichten kein formales systematisches Review, z. B. im Einklang mit Standards der Cochrane Collaboration. So konnten beispielsweise nur ein limitiertes Zeitfenster (01/2012-06/2016), Beiträge in englischer, französischer und deutscher Sprache sowie nur diejenigen Artikel berücksichtigt werden, welche im Volltext für die Arbeitsgruppe unmittelbar verfügbar waren. „Graue Literatur“ wurde eingesehen, soweit sie über Umwege im Internet verfügbar war. Aus Sicht der Autoren ließ sich trotz aller Limitationen durch die gewählte Suchstrategie sowie die Wahl der Ein- und Ausschlusskriterien ein ausreichend umfassender Überblick über den derzeitigen Kenntnisstand des Managements von leichten SHT (mild traumatic brain injuries, mTBI) und Concussions gewinnen.

3.2.2. Suchstrategie

Die Tab. 1 und 2 illustrieren die Suchstrategie und die logischen Verknüpfungen der Suchbegriffe. Zusätzlich wurden in einem Schneeballsystem die Literaturverzeichnisse identifizierter Publikationen auf mögliche weitere relevante Artikel durchgesehen und die „related articles“ Funktion in PubMed Medline genutzt.

Tab. 1: Suchstrategie in Ovid (Medline und Embase),

	Suchbegriffe und Kombination	Zitate
1	concussion.mp. [mp=ti, ab, ot, nm, hw, kf, px, rx, ui, an, tn, dm, mf, dv, kw]	16161
2	mild traumatic brain injur*.mp. [mp=ti, ab, ot, nm, hw, kf, px, rx, ui, an, tn, dm, mf, dv, kw]	5986
3	1 or 2	19814
4	sport*.mp. [mp=ti, ab, ot, nm, hw, kf, px, rx, ui, an, tn, dm, mf, dv, kw]	180754

	Suchbegriffe und Kombination	Zitate
5	athlet*.mp. [mp=ti, ab, ot, nm, hw, kf, px, rx, ui, an, tn, dm, mf, dv, kw]	125190
6	train*.mp. [mp=ti, ab, ot, nm, hw, kf, px, rx, ui, an, tn, dm, mf, dv, kw]	926986
7	4 or 5 or 6	1113052
8	3 and 7	6654
9	limit 8 to yr="2012 – 2016"	3712
10	limit 9 to „review articles“ [Limit not valid in Embase; records were retained]	2664
11	concussion.mp. [mp=ti, ab, ot, nm, hw, kf, px, rx, ui, tn, dm, mf, dv, kw]	16161
12	mild traumatic brain injur*.mp. [mp=ti, ab, ot, nm, hw, kf, px, rx, ui, tn, dm, mf, dv, kw]	5986
13	11 or 12	19814
14	sport*.mp. [mp=ti, ab, ot, nm, hw, kf, px, rx, ui, tn, dm, mf, dv, kw]	180754
15	athlet*.mp. [mp=ti, ab, ot, nm, hw, kf, px, rx, ui, tn, dm, mf, dv, kw]	125190
16	train*.mp. [mp=ti, ab, ot, nm, hw, kf, px, rx, ui, tn, dm, mf, dv, kw]	926986
17	14 or 15 or 16	1113052
18	13 and 17	6654
19	limit 18 to yr="2012 – 2016"	3712

Tab. 2: Suchstrategie in PubMed Medline.

	Suchbegriffe und Kombination	Zitate
#1	Search concussion	7955
#2	Search mild traumatic brain injur*	2628
#3	Search #1 OR #2	9509
#4	Search sport*	164559
#5	Search athlet*	65604
#6	Search train*	455818
#7	Search (#4 OR #5 OR #6)	600739
#8	Search (#3 AND #7)	3088
#9	Search (#3 AND #7) Filters: Publication date from 2012/01/01 to 2016/12/31	1829

3.2.3 Ein- und Ausschlusskriterien

3.2.3.1 Einschlusskriterien

- › Evidenz- und Konsens-basierte Leitlinien verschiedener Fachgesellschaften
- › Systematische Reviews und Meta-Analysen
- › Narrative Reviews
- › Originalbeiträge, welche in den in 1. bis 3. genannten Arbeiten berücksichtigt wurden
- › Sonstige potenziell relevante Publikationen, welche im Zuge der o. g. Suchstrategie identifiziert wurden.

3.2.3.2 Ausschlusskriterien

- › Arbeiten zu Schädel-Hirn-Traumata ohne Bezug zum Breiten- oder Spitzensport
- › Arbeiten die nicht in deutscher, englischer oder französischer Sprache veröffentlicht wurden
- › Individuelle Expertenstatements
- › Duplikate und Mehrfachpublikationen (im Falle von Konsenspapieren, welche in verschiedenen Periodika und zu verschiedenen Zeitpunkten veröffentlicht wurden, wurde lediglich die umfangreichste bzw. aktuellste Veröffentlichung akzeptiert)
- › Veröffentlichungen außerhalb des Untersuchungszeitraumes (01/2012-06/2016).

3.2.4 Qualitative Bewertung

Auf eine formale methodisch-qualitative Evaluation der eingeschlossenen Arbeiten (z. B. mit Hilfe des Cochrane Risk of Bias Instruments (Higgins et al., 2011) ROBINS-I [<http://methods.cochrane.org/news/robins-i-tool>], der GRADE Methodik [<http://www.grade-workinggroup.org>] (Guyatt et al., 2013; Guyatt et al., 2011a, 2011b, 2011c, 2011d, 2011e, 2011f, 2011g, 2011h, 2011i; Guyatt et al., 2008; Balshem et al., 2011; Brunetti et al., 2013; Andrews et al., 2013a, 2013b etc.) wurde im ersten Schritt der Gestaltung der Expertise aufgrund der Variabilität der Beiträge und Datenheterogenität verzichtet. Aufgrund des den beteiligten Experten bekannten Literaturprofils bestand eine geringe Vortestwahrscheinlichkeit für die Existenz qualitativ hochwertiger prospektiver diagnostischer Genauigkeits- und randomisierter Interventionsstudien.

3.2.5 Datenextraktion und Dokumentation

Die identifizierten Artikel wurden in ein Literaturverwaltungsprogramm (EndNote X7.5, Thomson-Reuters) überführt. Für eine erste Kategorisierung wurden die Beiträge physisch (d. h., in Papierform) durch zwei Reviewer anhand a priori definierter Schlagworte kategorisiert (u. a. Pathophysiologie und Definition, Epidemiologie, Diagnostik [am Spielfeldrand, innerklinisch, apparativ, laborchemisch etc.], Handlungsempfehlungen, Konsenskonferenzen, Therapie und Rehabilitation, Prognose, Return-to-Play-Intervalle, Vergleich mit internationalen Sportverbänden usw.).

Die Extraktion und Speicherung relevanter Textpassagen, Empfehlungen, Aussagen und Informationen erfolgte aus praktikablen Gründen in einer Microsoft Excel Datei, welche einen einfachen Datentransfer in statistische Softwarepakete (STATA V11.0/V14.0, Stata Corp., SPSS V24.0, IBM) für semi-quantitative und quantitative Auswertungen ermöglicht. Semantische Analysen umfassten u. a. den Vergleich von Kernaussagen zwischen verschiedenen Konsenspapieren.

3.3 Retrospektive und prospektive Befragung in deutschen Spitzensportverbänden

3.3.1 Übersicht

Die Erstellung einer Übersicht zum derzeitigen Vorgehen und Status quo zum Thema Concussion im deutschen Spitzensport, wurde im Wesentlichen mittels einer zweistufigen Befragung der Verbandsärzte der deutschen Spitzensportverbände durchgeführt.

Aufgrund zu erwartender hoher Heterogenität im Umgang mit Concussion und den unterschiedlichen Risiken in den deutschen Spitzensportverbänden, wurden zwei verschiedene Erhebungsinstrumente kombiniert, um ein möglichst umfassendes und realitätsnahes, valides Bild der gängigen Praxis zeichnen zu können. In Kombination der Methoden wurde in Stufe 1 ein umfassender, quantitativer Datensatz generiert, der möglichst viele relevante Versuchspersonen, d. h. in der medizinischen Betreuung der Spitzensportverbände verantwortliche Verbandsärzte bzw. -ärztinnen, integrieren sollte. Dieser wurde im Rahmen eines Online-Fragebo-

gens gewonnen, der an die verantwortlichen Verbandsärztinnen und -ärzte der 34 olympischen Spitzensportverbände des DOSB gerichtet wurde. In Stufe 2 wurden persönliche, leitfadengestützte Experteninterviews mit den verantwortlichen Verbandsärzten jener Spitzensportarten geführt, die als risikosportarten für Concussion eingeschätzt wurden – v. a. Kontakt-, Kollisions- und Sturzsportarten. Die inhaltliche Ausgestaltung orientierte sich an der Zielstellung der Expertise und den zuvor aus Sekundärforschung erarbeiteten Themenkomplexen.

Vertiefend wurde online auf den Internetseiten der Verbände und über Informationen aus den Befragungen recherchiert, welche Materialien die Verbände der Risikosportarten zum Thema Concussion online oder offline zur Verfügung stellen, bzw. ob sich spezifische Handlungsempfehlungen oder Regeln zum Schutz der Sportler und Sportlerinnen vor Concussion finden lassen.

Die Zielvorstellungen des Fördermittelgebers, die bewilligten Ressourcen und der damit verbundene Zeithorizont ermöglichten hier nur einen eingeschränkten Rahmen. Gerade in einem Jahr mit olympischen Sommerspielen, entsprechenden Vorbereitungsseminaren für die Ärzte, zugehörigen Qualifikationsturnierkämpfen und zusätzlichen Welt- und Europameisterschaften in einigen Sportarten, war die zeitintensive Einbindung der Ärzte, insbesondere für die Interviews, erschwert. Die Durchführung erstreckte sich deshalb über einen deutlich längeren Zeitraum als geplant und konnte mangels Rückmeldung nicht in allen geplanten Sportarten erfolgen.

Um eine möglichst hohen Rücklaufquote und Compliance zu erzielen, wurden die Fragebögen und Interviewanfragen mit einem persönlichen Anschreiben des Vorsitzenden der Medizinischen Kommission des DOSB, Prof. Dr. B. Wolfarth, zielgerichtet versandt. Aus Sicht der Arbeitsgruppe ließ sich dennoch ein ausreichend umfangreicher und gezielter Überblick zum derzeitig praktizierten Umgang mit Concussion im Deutschen Spitzensport zusammenführen.

Der Zeitraum der aktiven Datenerhebung über beide Befragungen erstreckte sich vom 15. März 2016 (Versand von Einladung und Link zum Onlinesurvey) bis zum 27. Juli 2016 (letztes geführtes Inter-

view) und wurde von 2 Personen der Arbeitsgruppe durchgeführt (wiss. Mitarbeiterin, Universität Paderborn und studentische Hilfskraft, Charité Berlin) (Abb. 1).

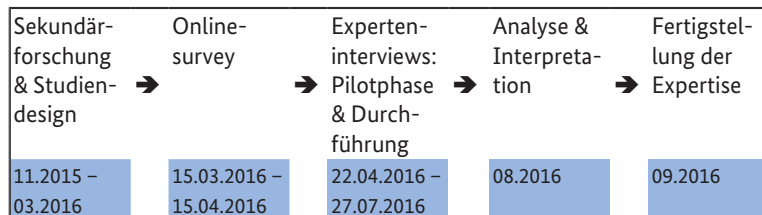


Abb. 1: Vorgehen und Anwendung der Forschungsmethoden der stufenweisen Befragung im Projektzeitraum.

Zur Formulierung und Strukturierung von Fragebogen und Interviewleitfaden wurden die im Antrag zur Expertise formulierten Zielstellungen sowie aktuelle Studien und Fachpublikationen mit relevanten Aspekten zu den Themenbereichen und Forschungsfragen einbezogen. Struktur und Inhaltsbereiche orientieren sich an aktuellen internationalen Quellen, wie z. B. dem „Consensus statement on concussion in sport“ welches 2012 aus der 4. Internationalen Konferenz der „Concussion in Sports Group“ in Zürich entstanden ist (McCroly et al., 2013).

Als übergeordnete Themenbereiche wurden Epidemiologie, Diagnostik, Behandlung und Therapie, Folgen und Prävention von Concussion im Sport definiert. Auf dieser Basis wurden konkrete Fragestellungen für Fragebogen und Interviewleitfaden entwickelt und – in Abstimmung mit dem Vorsitzenden der medizinischen Kommission des DOSB – auf deutsche Verbandsstrukturen und zugehörige medizinische Betreuungsspezifika abgestimmt, um höchstmögliche Qualität und Praxisrelevanz zu gewährleisten.

3.3.2 Onlinebefragung

Ziel der quantitativen Teilstudie war es, den Status quo zum Thema Concussion in allen nationalen Spitzensportverbänden des DOSB zusammenzuführen.

3.3.2.1 Auswahl der Befragungssoftware

Die schriftliche Befragung via Fragebogen wurde aus verschiedenen Gründen mit Hilfe der Open Source Software LimeSurvey als Online-Version konzipiert und online durchgeführt:

- › kosten- und zeiteffiziente Erstellung und Distribution
- › flexible, ortsunabhängige Durchführung und Retournation
- › hohe Akzeptanz der Software in wissenschaftlichen Instituten und Universitäten
- › Datenmanagement über geschützte Server der Universität Paderborn, Ausschluss von Mehrfachteilnahmen, gewährleisteteste Anonymität, effizientes Teilnehmermanagement
- › erleichterte Auswertung durch direkten Datenexport in quantitative Auswertungsprogramme (wie z. B. Excel oder SPSS)
- › Transparenz und automatisierte Dokumentation des Umfrageprojektes
- › Objektivität und Qualität (keine Versuchsleiter-Effekte, keine Formatierungs-, Tippfehler, ...).

3.3.2.2 Auswahl der Befragten

Die Grundgesamtheit der Befragten umfasste alle 204 zum Untersuchungszeitpunkt beim DOSB als Verbandsarzt oder am Olympiastützpunkt aktiven Ärzte der 34 olympischen Spitzensportverbände.

3.3.2.3 Konzeption des Surveys

Erstellung und Umsetzung der Befragung erfolgten unter ethischen, methodischen und rechtlichen Grundlagen, entsprechend der nachfolgend aufgeführten Prinzipien:

- › Wissenschaftlichkeit der Vorgehensweise mit strikter Fokussierung auf die Formulierung und Strukturierung der forschungsrelevanten Themen der Expertise
- › Freiwilligkeit der Teilnahme
- › Anonymisierung der erhobenen Daten und ausschließliche Verwendung dieser für die beschriebenen Forschungszwecke.

Ansprechpartner mit Adresse, Telefonnummer und E-Mail Adresse wurden angegeben, sowie ein Link zu weiteren Informationen über Forschungsprojekt und Arbeitsgruppe. Die Zeit für das Ausfüllen des Fragebogens wurde auf 30 Tage begrenzt, die Teilnehmenden konnten jederzeit pausieren, einzelne Fragen nicht beantworten oder abbrechen. Im Befragungszeitraum erfolgten 3 Erinnerungsstufen in gleicher Form.

3.3.2.4 Konzeption des Fragebogens

Zur Absicherung der Qualität des Fragebogens wurden etablierte und validierte Fragentypen verwendet. Sportartenspezifische Items wurden selbst formuliert.

Um wissenschaftliche Standards der einzelnen Fachdisziplinen einzuhalten und praxisrelevante, fundierte Fragebogenskalen zu entwickeln, wurde auf die wissenschaftliche Expertise der Mitglieder der Arbeitsgruppen zurückgegriffen. Zur Evaluation von Qualität und Anwenderfreundlichkeit des Fragebogens, wurde vor dem Versand des Surveys ein Pretest mit den im Projekt involvierten Ärzten sowie mit weiteren Sportärzten und wissenschaftlichen Mitarbeitern/Mitarbeiterinnen durchgeführt.

Die Ergebnisse des Pretests führten zu kleineren Anpassungen einzelner Fragebogenbereiche und -inhalte. Der Fragebogen wurde modifiziert, um eine Bearbeitungszeit von maximal 20 Minuten zu erreichen. Für einzelne Fragen wurden Bedingungen gesetzt, die auf vorangegangenen Antworten basieren. Ebenso wurden auf vorangegangene Multiple Choice Fragen abgestimmte Unterfragen gefiltert. So konnten Umfrageteilnehmer bzw.-teilnehmerinnen automatisch nicht zutreffende Fragen überspringen. Zudem wurden einige Formulierungen modifiziert, um die Teilnehmenden in "sportmedizinischer Fachsprache" anzusprechen. Multiple-Choice Fragen wurden z. T. ergänzt, sinnhaft zusammengefasst oder reduziert.

In der Endversion des Fragebogens wurden die in Tab. 3 aufgeführten Themenkomplexe abgefragt, dazu die jeweils persönliche Einschätzung der Befragten sowie der praktizierte Umgang mit Concussion in der jeweiligen Sportart.

Tab. 3: Übersicht der Fragebogeninhalte zum Online-Survey

TEIL I

Daten zur Person

**Spez. Expertise, Erfahrung,
Funktion und Aufgaben**

6 Pflichtfragen

Fragentypen: Mehrfachauswahl mit oder ohne Kommentar, kurzer freier Text, mehrfache kurze Texte

Sportmedizinische Funktion
(z. B. im Krankenhaus, niedergelassen, beim Verein, beim Verband, am OSP, ...)

Facharztbezeichnung

Verantwortungsbereich im Spitzensportverband

(Sportart, Verband, Anzahl Athleten pro Saison/Jahr)

Dauer der Tätigkeit als Verbandsarzt, betreute Athletengruppen

(Geschlecht, Kader)

Aufgaben im Verantwortungsbereich

(z. B. Routineuntersuchungen, Betreuung Trainingslager, Betreuung Wettkämpfe, Betreuung akute Verletzungen, Verletzungsdokumentation, Leistungsdiagnostik, Koordination, Ausarbeitung, Implementierung ärztlicher Standards, ...)

TEIL II

„Concussion in der betreuten Sportart“ Risikoeinschätzung, Ursachen, Organisation, Dokumentation und Kommunikation

11 Pflichtfragen, z. T. bedingte Unterfragen

Fragentypen: Mehrfachauswahl mit oder ohne Kommentar, Ja/Nein, Zahleneingabe, Listen mit Optionsfeldern, kurzer freier Text, mehrfache kurze Texte, langer freier Text

Risikoeinschätzung für die betreuten Athleten bei Ausübung der Sportart (5-stufige Skala von sehr gering bis sehr hoch)

3-Jahres Häufigkeit Diagnose Concussion im jeweiligen Verband (5-stufige Skala von nie (0) über selten (1-3), gelegentlich (4-9), häufig (10-30) und oft (> 31))

Anzahl der Diagnosen bekannt? (Ja/Nein, wenn ja: wie viele)

Athleten mit Mehrfachconcussions bekannt?

(Ja/Nein, wenn ja: wie viele)

Erfassung der „Concussion-History“ im Verband

(Ja/Nein, wenn ja: wie oder mit welchem System)

Setting (Training, Wettkampf, nicht bekannt)

Information im Falle von Concussion außerhalb von Verbandsmaßnahmen?

(Ja/Nein, wenn ja: wie)

Concussiondiagnostik

Hinzunahme welcher Experten für Diagnostik, Behandlung & Therapie, „Return to Competition“ (Neurologen/Neurologinnen, Neuroradiologen/-radiologinnen, Physiotherapeuten/Sportphysiotherapeuten, Neuropsychologen/-psychologinnen, klinische Psychologen/Psychologinnen, weitere

Kommunikation/Austausch zu „Concussion-Athleten“

Hausarzt, Vereinsarzt, Verbandstrainer, Vereinstrainer, medizinische Abteilungen von Verband und Verein, Sonstige

Concussionursache

Direkte Gewalteinwirkung durch Stoß/Schlag, Kollision/Kontakt, Sturz; indirekte Gewalteinwirkung durch Stoß/Schlag, Kollision/Kontakt, Sturz; Andere

Erfassung von epidemiologisch relevanten Daten im Verband

Ja/Nein, wenn ja: in welchem Zeitraum, Publikationen

TEIL III

„Umgang mit Concussion in der Sportart“ Prävention, Diagnostik, Return to Competition

12 Pflichtfragen, z. T. bedingte Unterfragen

Fragentypen: Mehrfachauswahl mit oder ohne Kommentar, Ja/Nein, Zahleneingabe, Listen mit Optionsfeldern, kurzer freier Text, mehrfache kurze Texte, langer freier Text

Regeln zum Schutz der Athleten vor Concussion

Ja/Nein, wenn ja: welche, Ziel der Regeln, wann eingeführt, ggf. Angaben zur Evaluation der Wirksamkeit

Fair-Play- oder Respekt-Kodex zum Schutz der Athleten vor Concussion

Ja/Nein, wenn ja: welcher, wann eingeführt

Verpflichtende Protektion, Ausrüstung zum Schutz vor Concussion

Ja/Nein, wenn ja: welche, wann eingeführt, persönliche Einschätzung der Wirkung

„Typische freiwillige“ Protektion, Ausrüstung zum Schutz vor Concussion

Ja/Nein, wenn ja: welche, wann eingeführt, persönliche Einschätzung der Wirkung

Sicherheitstechnische Maßnahmen der Trainings- oder Wettkampfumgebung zum Schutz vor Concussion

Ja/Nein, wenn ja: welche

Spezifische Trainingsprogramme zur Vorbeugung vor Concussion

Ja/Nein, wenn ja: welche

„Concussion-Baseline-Tests

Ja/Nein, Angaben zu den Tests, zum Zeitpunkt der Durchführung, zum Rhythmus der Durchführung der Tests, zu den Untersuchern

Concussiondiagnostik

On-Field, Sideline, Weitere und die jeweiligen Diagnostiktools

Leitlinien, Protokolle zur Erfassung, weiteren Behandlung und zum „Return-to-Competition“

Ja/Nein, wenn ja: welche

Absichten, Planungen im Bereich Prävention von Concussion

Ja/Nein, wenn ja: welche

Absichten, Planungen zur Festschreibung von Statements, Guidelines, o. ä.

Ja/Nein, wenn ja: welche

Weiterführendes Interesse am Thema (z. B. Infomaterial, Fachtagungen, spez. Schulungen, Diagnose- oder Managementtools, ...

Ja/Nein

TEIL IV

Abschluss

Interviewbereitschaft & Feedback

2 optionale Fragen,
Fragentypen: langer freier Text

Weiterführendes Interesse, Interviewbereitschaft

(freier Text, freiwillige Mailadresse)

Feedback, Ideen, Wünsche, Vorschläge
(freier Text)

3.3.2.5 Analyse und Interpretation

Der Online-Survey diente innerhalb der 2-stufigen Befragung vorrangig der Erfassung des Status quo zum Thema Concussion in den olympischen Spitzensportverbänden. Es wurde eine hohe Heterogenität und damit eingeschränkte Vergleichbarkeit der Daten erwartet (unterschiedliche Definitionen, Klassifikationen, Sensibilisierungsgrade, ...). Die Auswertung der im Onlinesurvey gewonnenen Daten für diese Expertise wurde vorwiegend unter deskriptiven, quantitativen Gesichtspunkten mit Hilfe der Software LimeSurvey und Microsoft Excel durchgeführt.

3.3.3 Interviews

Ziel der qualitativen Teilstudie war es, die im Rahmen der quantitativen Befragung gewonnenen Ergebnisse aus allen Spitzensportverbänden durch qualitative Daten aus strukturierten Interviews mit Verbandsärzten der olympischen Risikosportarten Basketball, Boxen, Eishockey, Fußball, Handball, Judo, Reiten, Rugby, Ski (alpin und nordisch), Taekwondo und Turnen zu ergänzen.

Aus den Interviews sollten detaillierte Aspekte des Umgangs der Verbände mit Concussion in der jeweiligen Sportart abgebildet werden können. Mit Hilfe von leitfadengestützten Interviews wurde erhoben, wie die gängige Praxis von der Diagnosestellung über die Versorgung bis hin zum „Return-to-Competition“ aussieht, welche Maßnahmen zum Schutz der Athletinnen und Athleten vor Concussion existieren und welche vorhandenen Werkzeuge und Handlungsempfehlungen eingesetzt werden. Konkret soll der Status quo zu folgenden Teilbereichen dargestellt und analysiert werden:

- › Expertise des Befragten (Funktionen und Erfahrung)
- › Einschätzung von Risiko und Inzidenz von Concussion in der Sportart
- › Umgang mit Concussion in der Sportart
- › Verhaltens- und Verhältnisprävention von Concussion in der Sportart
- › Einschätzung von Nutzen und Anwendung von Basis-testungen, Verlaufsuntersuchungen, Dokumentation der Anamnese, themenspezifischen Protokollen, Handlungsempfehlungen, Leitlinien, ...
- › Einschätzung der sportart- und verbandsspezifischen Voraussetzungen zum Schutz der Athletinnen und Athleten vor Concussion (Sensibilität, Akzeptanz, Kommunikation Sportler/Sportlerin : Trainer/Trainerin : Arzt/Ärztin, Ressourcen, ...).

3.3.3.1 Erhebungsmethode leitfadengestütztes Experteninterview

Experteninterviews werden in der Forschung insbesondere dann genutzt, wenn spezifisches und konzentriertes Wissen ausgewählter Personen zu einem eingegrenzten Themenbereich zusammengeführt werden soll. Dem Leitfaden kommt dabei eine Strukturierungsfunktion in Bezug auf Gesprächsinhalte und ihre Abfolge zu. Er ist das zentrale Steuerungsinstrument für den Ablauf des Experteninterviews. Er sollte sowohl eine Fokussierung auf den Inhalt zum Thema Concussion, als auch selbstläufige und vertiefende Schilderungen der Experten ermöglichen. Dazu wurde ein grob strukturiertes, schriftliches Fragenschema mit den offenen Schlüsselfragen (keine vorgegebenen Antwortkategorien) und optionalen Vertiefungsfragen entwickelt (niedriger Detaillierungsgrad, als Gedächtnisstütze). Orientierend wurden Texte zugefügt, wie die Frageblöcke eingeleitet werden und die Überleitungen erfolgen können.

Die Interviewer wurden angehalten in der Erhebungssituation, trotz konzeptioneller Vorüberlegungen eine offene Gesprächsführung zu praktizieren, sachlich, direkt und klar zu formulieren und die zu erwartenden Motive der Befragten zu beachten (Sachmotivation, Wissensvermittlung, Darstellung von Können, Erfahrung, Fallbeispiele, ...). Zudem sollten sie versuchen durch die Struktur das Gespräch zu lenken, die Prinzipien der Sachlichkeit und Transparenz einzuhalten und gezielte Frageformen einzusetzen, z. B.:

- › direkte Fragen (Bezug Leitfaden/Fragebogen, z. B.: „Aus den Fragebögen haben wir erfahren, dass es in Ihrer Sportart bereits Leitlinien gibt, ...“)
- › spezifizierende Fragen (Konkretisieren von Aussagen)
- › Beispielfragen (z. B.: „Können Sie dazu ein Beispiel geben?“)
- › Vergewisserungsfragen (z. B.: „habe ich Sie richtig verstanden, ...“)
- › Strukturierungsfragen (bei Themenwechsel: z. B.: „Sie haben uns jetzt die wichtigsten Informationen über Ihre Person, Ihre Funktion und Ihr Team gegeben, kommen wir nun zur Epidemiologie der Concussion im Handball, wie hoch ...“)
- › Interpretierende Fragen (zur Verständnisklärung, z. B.: „Sie sehen in dem Bereich also Informationsbedarf für Ihr Team?“)
- › Vermeidung von indirekten Fragen

Für beide Interviewer wurden in den jeweiligen Instituten Pretests durchgeführt.

3.3.3.2 Konzeption des Leitfadens

Der Leitfaden setzte sich aus 3 Einzelteilen zusammen, die in Tab. 4 dargestellt sind:

Tab. 4: Konzept und Struktur des Leitfadens

TEIL I

Informationen für den Interviewer	Thema Ziel Leitende Forschungsfrage Material Befragungsstil erwartetes Motiv der Befragten, institutioneller Kontext, spezifische Rolle Hinweise zur Durchführung
-----------------------------------	---

TEIL II

Leitfaden zur Durchführung des Interviews	<p>Informationen zum Interview Datum, Ort, Zeit, Personen, Funktionen, Verband</p> <p>Einführung: Begrüßung und Danke Vorstellung Interviewer Vorstellung Inhalt und Ablauf Einverständniserklärung, Erlaubnis zur Aufzeichnung Abfrage zur Autorisierung, Anonymisierung von Zitaten</p> <p>Einstieg (Beginn der Aufnahme): Vorstellung Projekt (Infozettel) Bedeutung des Experten für die Expertise</p> <p>Hauptteil: Person, Erfahrung, Funktionen, Aufgaben Einschätzung des Risikos/Einschätzung der Inzidenz Einschätzung der Häufigkeitsentwicklung Einschätzung der Dunkelziffer (unentdeckte Concussion) Einschätzung typischer Ursachen und Settings Einschätzung der Relevanz des Themas in der Sportart Beschreibung eines typischen Ablaufes von der Vermutung über Diagnostik, Versorgung bis zum „Return to Competition“ und Nachsorge bei einer Concussion Einschätzung von Möglichkeiten/Bedarf im Verband den Umgang mit Concussion zu verändern/optimieren Regeln; Richtlinien/Empfehlungen; Protektion; Fair-Play/Respekt-Kodex; Datenlage/Dokumentation, Aufmerksamkeit/Sensibilität/Know How; Diagnostik/Basisleistungen/Tools/Experten; Therapie und Behandlung/Tools/Experten; Return to Competition, Kommunikation/Verein/Verband, Trainer/Athlet</p> <p>Rückblick/Ausblick: Kurzzusammenfassung offene Punkte, Fragen Dank für das Gespräch und die Unterstützung</p>
---	--

TEIL III

Infozettel für die Interviewpartner (als Anlage)	<p>Inhaltsskizze der Expertise Laufzeit Fördermittelgeber Arbeitsgruppe/Verbund Link zu weiteren Informationen Ansprechpartner</p>
--	--

3.3.3.3 Auswahl der Befragten

In Zusammenarbeit mit dem Vorsitzenden der medizinischen Kommission des DOSB, Prof. Dr. B. Wolfarth, wurden die aktuell in den Risikosportarten verantwortlichen und/oder besonders erfahrenen Experten als Interviewpartner identifiziert, gezielt angeschrieben, über Zielsetzung und Methodik der Expertise informiert und um Teilnahme an Einzelinterviews gebeten.

Die angefragten Personen wurden als ausgewiesene Verbandsärzte mit mehrjähriger Praxiserfahrung in den Risikosportarten eingeschätzt. Angeschrieben wurden Ärzte aus den Sportarten: American Football, Basketball, Bob, Rodeln, Skeleton, Boxen, Eishockey, Fußball, Handball, Judo, Reiten, Rugby, Ski alpin und nordisch, Taekwondo und Turnen. Tab. 5 zeigt eine Übersicht der Personenstichprobe mit denen Interviews geführt wurden.

Tab 5: Übersicht der Personenstichprobe der durchgeführten Experteninterviews

Anzahl der Interviews (N)	13 (100 % männlich)
Erfahrung als Verbandsarzt in der jeweiligen Sportart	16,6 Jahre (von 6 – 26 Jahren) Der Interviewpartner zum Eishockey war nicht Verbands- sondern Vereinsarzt (DEL)
vertretene med. Fachrichtungen der Verbandsärzte (in unterschiedlichen Konstellationen)	Orthopädie (9) Unfallchirurgie (8) Chirurgie (4) Allgemeinmedizin (2) Innere Medizin (2)
Sportarten	American Football Basketball Bob, Rodeln, Skeleton Boxen Eishockey Fußball (2x) Handball Judo Reiten Ski alpin und nordisch Turnen

Jeder Teilnehmende erhielt vor Beginn der Interviews eine Aufklärung in schriftlicher Form per E-Mail zur Expertise, zu datenschutzrechtlichen Aspekten und zum Interviewablauf. Es wurde von jedem Interviewpartner eine mündliche Teilnahme Einwilligung eingeholt.

3.3.3.4 Konzeption der 2. Erhebungsstufe

Ab April 2016 wurden über eine Zeitdauer von drei Monaten die Experteninterviews im Rahmen von persönlichen Treffen (6) oder telefonischen Befragungen (7) durchgeführt. Von 13 Experten aus 12 verschiedenen Risikosportarten wurden vollständige Interviews erhoben. Grundsätzlich bestand eine hohe Bereitschaft der ausgewählten Personen zur Teilnahme bei allerdings gleichzeitig schwieriger Terminabstimmung aufgrund des Olympiejahres, Qualifikationen und zeitintensiven nationalen und internationalen Wettkämpfen im Untersuchungszeitraum. Vier Interviews wurden im Rahmen einer Verbandsärztefortbildung in Frankfurt am Main persönlich geführt, sieben per Telefon und zwei weitere persönlich. Die Interviews dauerten durchschnittlich knapp 50 Minuten. Insgesamt variierte die Länge der Interviews zwischen 22 und 80 Minuten. Alle Interviews wurden auf Tonträger aufgezeichnet und im Anschluss anhand aufgestellter Regeln transkribiert und in anonymisierter Form in das computergestützte Auswertungsprogramm MaxQData (= Qualitative Data Analysis, Version 12) eingepflegt. Die so entstandene Datendatei war Basis für alle weiteren Auswertungen.

3.3.3.5 Analyse und Interpretation

Die Analyse und Interpretation der Interviews fand computerunterstützt mit der Software MAXQDA 12 statt. Für den qualitativen Forschungsprozess hat sich die Anwendung insofern als hilfreich erwiesen, als es die Analyse des Textmaterials erleichterte und für alle Beteiligten jederzeit transparent machte. Die Computersoftware MAXQDA 12 ist nicht an einen bestimmten methodischen Ansatz gebunden und bot sich für die vorliegende Fragestellung auch deshalb an, weil sie das Codieren und das Arbeiten mit Kategorien unterstützt und sicherstellt, dass alle relevanten Textpassagen in die Auswertung einbezogen werden können und jederzeit schnell zugänglich sind.

Die Querauswertung des umfangreichen Textmaterials fand parallel zur Einzelfall-Analyse statt und orientierte sich an dem von Meuser und Nagel (1997) entwickelten Modell zur Auswertung von Experteninterviews (Mayer, 2013). Auf die Paraphrasierung der Texte im ersten Schritt wurde bewusst verzichtet, um einer Reduzierung und vorzeitigen Analyse der Inhalte vorzubeugen.

Die Interviewtexte wurden im ersten Schritt am Bildschirm codiert (thematisches Ordnen). Das Codieren fand nach dem Prinzip der Offenheit statt, das in der qualitativen Sozialforschung besondere Beachtung erfährt (Lamnek, 2005). Es wurden im Vorfeld keine Hypothesen formuliert, die ‚überprüft‘ werden sollten, sondern Kategorien mit größtmöglicher Offenheit gegenüber dem Interviewmaterial erstellt. Forschungsleitend waren dabei die zentrale Fragestellung des Projekts und das Ziel, weitere Forschungsfragen und Handlungsempfehlungen für den Umgang mit Concussion zu entwickeln.

Das vorliegende Interviewmaterial wurde auf zwei Wegen codiert und verarbeitet: Zunächst deduktiv, indem einzelne Textpassagen den Kategorien zugeordnet wurden, die implizit im Interviewleitfaden und den forschungsleitenden Fragestellungen angelegt waren. Im zweiten Schritt induktiv, wobei weitere Kategorien aus dem Textmaterial heraus entwickelt wurden. Die für die Auswertung relevanten Kategorien und Textpassagen aller Interviews wurden in diesem Schritt verglichen und verdichtet.

Das Codesystem wurde mit der Inhaltsanalyse der einzelnen Interviews kontinuierlich erweitert, bis es vollumfänglich schien. Die vorgenommenen Kategorisierungen wurden kontinuierlich überprüft und gegebenenfalls revidiert, so dass sukzessive ein hierarchisches Codesystem entstand, das Ober- und Unterkategorien erfasst. Zunehmend löste sich die Terminologie der Kategorien von den Interviewten.

Nach gegenseitiger Absprache und begleitender Erstellung von Memoranden im Forschungsteam und abschließendem Abgleich mit den theorieleitenden Themen wurden alle Texte erneut der Codierung unterzogen, um unterschiedliche Ergebnisse und Sichtweisen zu überprüfen und in das Codesystem einbauen zu können.

Das durch diesen Prozess entstandene Codesystem zur qualitativen Inhaltsanalyse ist in Abb. 2 dargestellt.

Umgang mit Concussion in den untersuchten Sportarten		
Concussion in der Sportart	Concussion Management	Prävention/Prophylaxe von Concussion
Definition/ Klassifizierung	Diagnostik Instrumente Baseline	Awareness/ Sensibilisierung
Fallbeispiele aus der Sportart	Behandlung und Therapie/RTP	Regelwerk
Kommunikation Verband intern Verband extern Sportler/Trainer	Folgen Second Impact Mehrfachconcussion Folgeverletzungen Spätschäden)	Protektion
Dokumentation Spezifische Quellen		sicherheitstechnische Maßnahmen
Risikoeinschätzung Risikoeinschätzung quantitativ 3-Jahres Häufigkeit Häufigkeitsentwicklung quantitativ Häufigkeitsentwicklung qualitativ Unerkannt Geschlechtsspezifisch. Profis vs. Amateure) Training vs. Wettkampf		Training/ spezielle Programme
Ursache/Setting		Aufklärung, Fortbildung, Kampagnen, Tools

Abb. 2: Thematische Codierung der Interviewaussagen

3.3.4 Recherche

Ergänzend zum Survey und zu den Experteninterviews wurde zu den in die Expertise aufgenommenen Risikosportarten eine Recherche im Internet durchgeführt.

Dabei lag das Augenmerk auf den sportartspezifischen

- › Regelwerken
- › Aktuellen Fallbeispielen im deutschen Spitzensport
- › Empfehlungen der Verbände zum Umgang mit Concussion
- › Gezielten Kampagnen der Verbände.

In zwei Schritten wurden ausgehend von den Webseiten der Verbände themenspezifische Links, Downloadoptionen und News aufgegriffen und verfolgt. Zudem wurden Hinweise aus den Fragebögen und Interviews aufgegriffen und gesichtet.

Eine Recherche und Analyse oder ein Vergleich mit den internationalen Verbänden oder Profiligen konnte nur unsystematisch und punktuell flankierend erfolgen, da sich aus beschriebenen Gründen bereits die umfangreichen Befragungen über einen deutlich längeren Zeitraum zogen und die geförderte Projektlaufzeit sehr eng gesteckt war.

3.4 Erstellung einer Datenbank zur prospektiven Erfassung von Concussion im deutschen Spitzensport

Analog zu den bereits bestehenden nationalen Datenbanken für den plötzlichen Herztod im Sport, für Myokarditis im Sport und für Schulterverletzungen im Sport (im Aufbau) wurden im Rahmen dieses Projekts grundlegende Elemente und Strukturen einer Concussion-Datenbank definiert und eine elektronische Plattform generiert, welche zukünftig im deutschen Spitzensport als flächendeckendes, sportartspezifisches Rahmenwerk zur Dokumentation von Inzidenz-Mechanismen, Behandlungsrealität und Outcomes fungieren kann. Im Rahmen einer gesicherten Internetplattform, die auf Servern der Universität Paderborn lokalisiert ist, soll Sportlerinnen und Sportlern, Betreuerteams und Ärztinnen bzw. Ärzten die Möglichkeit gegeben werden, zeitnah über stattgefundene Concussions zu berichten. Die Datenbank wird sich über die folgende Internetseite öffnen lassen:

www.my-concussion.de

Die Datenbank zur systematischen Erfassung von Concussion im deutschen Spitzensport unterliegt der in Tab. 6 abgebildeten Struktur:

Tab. 6: Datenbankstruktur zur prospektiven Erfassung von Concussions im deutschen Spitzensport

TEIL I – Online-Eingabe direkt durch betroffene Sportlerinnen und Sportler, Betreuende, Angehörige, ...		
Angaben zur meldenden Person	Funktion (▼)	... Athletin/Athlet ... Trainer ... Angehöriger ... Arzt ... Medizinisches Betreuungsteam (Physiotherapeut, Betreuer, Masseur, ...) ... Andere (kurzer freier Text)
Angaben zum Unfall	Datum und Uhrzeit	TT.MM.JJJJ (MEZ)
	Bundesland (▼) in dem die Concussion stattfand	... Bayern ... Baden-Württemberg ...
Angaben zur/zum betroffenen Athletin/Athlet	Geschlecht (▼)	... männlich ... weiblich
Athlet/Athletin	Geburtstag	TT.MM.JJJJ
	Hauptsportart (▼)	... American Football ... Basketball ... Boxen ... Bob ... Eishockey ... Fußball ... Skeleton ... Ski alpin ... Ski nordisch ...
	Erfahrung in der Hauptsportart	(Angabe in Jahren)

(▼)= Dropdown

TEIL I – Online-Eingabe direkt durch betroffene Sportlerinnen und Sportler, Betreuende, Angehörige, ...

Kaderzugehörigkeit ▼		
... A-Kader ... B-Kader ... C-Kader ... C/D-Kader ... Sonderkader (z. B. Liga, bitte erläutern) ... Bundesliga ... Anderes ... Keine Kaderzugehörigkeit		
Verletzungsmechanismus ▼	Kontakt mit dem Gegner ▼	... Kopf-Kopf ... Kopf-Hand ... Kopf-Arm ... Kopf-Ellenbogen Anderes (kurzer freier Text)
	Kontakt mit dem Mitspieler ▼	... Kopf-Kopf ... Kopf-Hand ... Kopf-Arm ... Kopf-Ellenbogen Anderes (kurzer freier Text)
	Kontakt mit Gegenstand, Spielgerät, Boden, ... ▼	... Ball ... Puck ... Schläger ... Bande Anderes (mit kurzer Texteingabe)
Unbekannt		
Wo fand der Kontakt statt? ▼	Kopf ▼	... frontal (vorn) ... temporal (seitlich) ... occipital (hinten)

TEIL I – Online-Eingabe direkt durch betroffene Sportlerinnen und Sportler, Betreuende, Angehörige, ...

	Wirbelsäule ▼	... frontal (vorn) ... temporal (seitlich) ... occipital (hinten)
An welcher Seite fand der Kontakt statt?	Kopf ▼	... rechts ... links
	Wirbelsäule ▼	... rechts ... links
War sich der betroffene Sportler über den Stoß/Schlag/Kontakt und die Verletzung bewusst?	Nein (x) Ja (x)	
Erfolgte Beurteilung und Versorgung auf oder neben dem Spielfeld?	Nein (x) Ja (x) ▼	... durch eine Ärztin/ einen Arzt/medizinisch geschulte Person ... durch nichtmedizi- nisch geschulte Person
Erstdiagnosestellung	Wer stellte die Diagnose SHT/Gehirnerschütterung/Concussion)? ▼	... Ärztin/Arzt ... Physiotherapeutin/- therapeut ... Trainerin/Trainer ... anderer Athlet/Ath- letin ... die/der Betroffene selbst ... Angehörige Anderer
	Wo und wann wurde der erste Verdacht auf das Vorliegen einer Concussion geäußert? ▼	... direkt nach dem Vorfall „On Pitch“ (auf dem Spielfeld) ... direkt nach dem Vorfall „Sideline“ oder in der Kabine ... nach dem Wett- kampf oder Spiel in der Kabine

TEIL I – Online-Eingabe direkt durch betroffene Sportlerinnen und Sportler, Betreuende, Angehörige, ...

Symptome, die zum Verdacht einer Concussion geführt haben

Somatisch (▼)

... zeitverzögert nach dem Wettkampf/Spiel



- Folgetag

- Tag 2 nach Vorfall

-Länger (kurzer freier Text)

... anderer Zeitpunkt (kurzer freier Text)

... Kopfschmerz

... Übelkeit

... Erbrechen

... Gleichgewichtsstörung

... Schwindel

... Sehstörungen

... Müdigkeit

... Lichtempfindlichkeit

... Geräuschempfindlichkeit

... Taubheitsgefühl/Kribbeln

... Bewusstseinsstörung

... andere Symptome (kurzer freier Text)

Kognitiv (▼)

... Fühlt sich mental diffus

... Fühlt sich verlangsamt

... Hat Schwierigkeiten sich zu konzentrieren

... Hat Schwierigkeiten sich zu erinnern (antero-/retrograde Amnesie)

... zeigt eine verlangsamte Reaktionsgeschwindigkeit

... andere Symptome (kurzer freier Text)

TEIL I – Online-Eingabe direkt durch betroffene Sportlerinnen und Sportler, Betreuende, Angehörige, ...

Emotional (▼)
 ... irritiert/reizbar
 ... traurig/betrübt
 ... gefühlsbetonter als sonst
 ... nervös
 ... andere Symptome
 (kurzer freier Text)

Schlafverhalten (▼)
 ... Schläfrigkeit
 ... Schläft mehr als gewöhnlich
 ... Schläft weniger als gewöhnlich
 ... Hat Probleme einzuschlafen
 ... Hat Probleme durchzuschlafen
 ... andere Symptome
 (kurzer freier Text)

Belastung/Beanspruchung (▼)
 ... Verschlechterung der o. g. Symptome unter
 __körperlicher Belastung
 __kognitiver Belastung
 ... andere Symptome
 (kurzer freier Text)

Haben Sie/hat die Athletin/hat der Athlet bereits zuvor eine Gehirnerschütterung erlitten?
 Nein (x)
 Ja (x)(▼)
 Unbekannt (x)
 ... Wann (kurzer freier Text)?
 ... Welche Symptome sind aufgetreten (kurzer freier Text)?
 ... Sind die Symptome folgenlos ausgeheilt)?
 __Ja (x)
 __Nein (x)

Dürfen wir Sie für Rückfragen und/oder Verlaufsbeurteilungen kontaktieren?
 Kontaktdaten für Rückfragen (optional)
 ... Adresse
 ... Telefon
 ... E-Mail






Teil II – falls der Teilnehmer eine erneute Kontaktaufnahme erlaubt, werden folgende Angaben in Abhängigkeit von den bereits getätigten Eingaben in Teil I ergänzend erfragt und eingepflegt (in diesem Fall bilden die Kategorien den Leitfaden für die weitere Befragung)

Risikofaktoren

Haben Sie vor dem aktuellen SHT schon mal ein SHT erlitten?

- ... nein (weiter zur nächsten Frage)
- ... ja (▼)
 - __Wie häufig?
 - __Welche Symptome?
 - __Sind die Symptome vollständig ausgeheilt?
 - __ja (x)
 - __nein (x)
 - __Wie wurde die Diagnose gestellt?
 - __Welche Untersuchungen wurden durchgeführt?
 - __Erfolgte eine Einweisung ins Krankenhaus?
 - __ja (x)
 - __nein (x)
 - __Nach wie vielen Tagen haben Sie wieder trainiert?
 - __Nach wie vielen Tagen haben Sie wieder Ihren ersten Wettkampf absolviert?
 - __Wie erfolgte das Return-to-Play/Return-to-Competition?
 - Gab es Folgebeschwerden?
 - __nein (x) (weiter zur nächsten Frage)
 - __ja (▼)
 - __Welche
 - __Wie wurden sie behandelt?
 - __Wie lange hielten sie an?

Teil II – falls der Teilnehmer eine erneute Kontaktaufnahme erlaubt, werden folgende Angaben in Abhängigkeit von den bereits getätigten Eingaben in Teil I ergänzend erfragt und eingepflegt (in diesem Fall bilden die Kategorien den Leitfaden für die weitere Befragung)

Gibt es andere vorbestehende Erkrankungen des ZNS in der Vorgeschichte?	Nein (x) (weiter zur nächsten Frage) Ja (x) 	... Welche? ... Wie wurden sie behandelt? ... Wie lange hielten sie an?
Gibt es Teilleistungsstörungen, Lerndefizite, ADHD in der Vorgeschichte?	Nein (x) (weiter zur nächsten Frage) Ja (x) 	... Welche? ... Wie werden sie behandelt?
Gibt es psychiatrische Erkrankungen (z. B. affektive Störungen, PTSD, Angststörungen) in der Vorgeschichte?	Nein (x) (weiter zur nächsten Frage) Ja (x) 	... Welche? ... Wie werden sie behandelt?
Erfolgt(e) eine (regelmäßige) Medikamenteneinnahme?	Nein (x) (weiter zur nächsten Frage) Ja (x) 	... Welche?
Wurden/werden bei Ihnen Baselineuntersuchungen im Hinblick auf Concussion durchgeführt?	Nein (x) (weiter zur nächsten Frage) Ja (x) 	... Welche? ... Wann wurde der letzte Test durchgeführt? ... Wie häufig werden die Baselinetests durchgeführt? ... Von wem wurden die Tests durchgeführt? ... Mit welchen Ergebnissen?

Teil II – falls der Teilnehmer eine erneute Kontaktaufnahme erlaubt, werden folgende Angaben in Abhängigkeit von den bereits getätigten Eingaben in Teil I ergänzend erfragt und eingepflegt (in diesem Fall bilden die Kategorien den Leitfaden für die weitere Befragung)

Zum erlittenen Trauma/Concussion (je nach Information aus Teil 1)

Angaben zum Unfall	Datum und Uhrzeit	... TT.MM.JJJJ (MEZ)
Verletzungsmechanismus	Kurze Schilderung des Unfallhergangs, ggf. Einzelabfrage der nachfolgend aufgeführten Mechanismen. Kontakt mit dem Gegner (▼)	... Kopf-Kopf ... Kopf-Hand ... Kopf-Arm ... Kopf-Ellenbogen Anderes (kurzer freier Text)
	Kontakt mit dem Mitspieler (▼)	... Kopf-Kopf ... Kopf-Hand ... Kopf-Arm ... Kopf-Ellenbogen Anderes (kurzer freier Text)
	Kontakt mit Gegenstand, Spielgerät, Boden, ... (▼)	... Ball ... Puck ... Schläger ... Bande Anderes (mit kurzer Texteingabe)
	Unbekannt (▼)	
Wo fand der Kontakt statt?	Kopf (▼)	... frontal (vorn) ... temporal (seitlich) ... occipital (hinten)
	Wirbelsäule (▼)	... frontal (vorn) ... temporal (seitlich) ... occipital (hinten)

Teil II – falls der Teilnehmer eine erneute Kontaktaufnahme erlaubt, werden folgende Angaben in Abhängigkeit von den bereits getätigten Eingaben in Teil I ergänzend erfragt und eingepflegt (in diesem Fall bilden die Kategorien den Leitfaden für die weitere Befragung)

An welcher Seite fand der Kontakt statt?	Kopf (▼)	... rechts ... links
	Wirbelsäule (▼)	... rechts ... links
War sich der betroffene Sportler über den Stoß/Schlag/Kontakt und die Verletzung bewusst?	Ja (x) Nein (x)	
Symptome (unmittelbar nach Verletzung)	Welche Symptome traten unmittelbar nach dem Unfall auf?	Freie Beschreibung, dann nachfolgende Liste durchgehen, jeweils mit qualitativer Beschreibung und Angaben wie lange die Symptome anhielten?
	Somatisch	... Kopfschmerz ... Übelkeit ... Erbrechen ... Gleichgewichtsstörung ... Schwindel ... Sehstörungen ... Müdigkeit ... Lichtempfindlichkeit ... Geräuschempfindlichkeit ... Taubheitsgefühl/ Kribbeln ... Bewusstseinsstörung ... andere Symptome (kurzer freier Text)
	Kognitiv	... Fühlt sich mental diffus ... Fühlt sich verlangsamt

Teil II – falls der Teilnehmer eine erneute Kontaktaufnahme erlaubt, werden folgende Angaben in Abhängigkeit von den bereits getätigten Eingaben in Teil I ergänzend erfragt und eingepflegt (in diesem Fall bilden die Kategorien den Leitfaden für die weitere Befragung)

	<p>... Hat Schwierigkeiten sich zu konzentrieren</p> <p>... Hat Schwierigkeiten sich zu erinnern (antero-/retrograde Amnesie)</p> <p>... zeigt eine verlangsamte Reaktionsgeschwindigkeit</p> <p>... andere Symptome (kurzer freier Text)</p>
Emotional	<p>... irritiert/reizbar</p> <p>... traurig/betrübt</p> <p>... gefühlsbetonter als sonst</p> <p>... nervös</p> <p>... andere Symptome (kurzer freier Text)</p>
Schlafverhalten	<p>... Schläfrigkeit</p> <p>... Schläft mehr als gewöhnlich</p> <p>... Schläft weniger als gewöhnlich</p> <p>... Hat Probleme einzuschlafen</p> <p>... Hat Probleme durchzuschlafen</p> <p>... andere Symptome (kurzer freier Text)</p>
Belastung/ Beanspruchung	<p>... Verschlechterung der o. g. Symptome unter _körperlicher Belastung</p> <p>_kognitiver Belastung</p> <p>... andere Symptome (kurzer freier Text)</p>

Teil II – falls der Teilnehmer eine erneute Kontaktaufnahme erlaubt, werden folgende Angaben in Abhängigkeit von den bereits getätigten Eingaben in Teil I ergänzend erfragt und eingepflegt (in diesem Fall bilden die Kategorien den Leitfaden für die weitere Befragung)

Symptome (mit Latenz nach dem Unfall)	Welche Symptome traten zeitverzögert nach dem Unfall auf?	Freie Beschreibung, dann nachfolgende Liste durchgehen, jeweils mit qualitativer Beschreibung und Angaben, wann und wie lange die Symptome anhielten?
---------------------------------------	---	---

Somatisch

... Kopfschmerz
 ... Übelkeit
 ... Erbrechen
 ... Gleichgewichtsstörung
 ... Schwindel
 ... Sehstörungen
 ... Müdigkeit
 ... Lichtempfindlichkeit
 ... Geräuschempfindlichkeit
 ... Taubheitsgefühl/
 Kribbeln
 ... Bewusstseinsstörung
 ... andere Symptome
 (kurzer freier Text)

Kognitiv

... Fühlt sich mental diffus
 ... Fühlt sich verlangsamt
 ... Hat Schwierigkeiten sich zu konzentrieren
 ... Hat Schwierigkeiten sich zu erinnern (antero-/retrograde Amnesie)
 ... zeigt eine verlangsamte Reaktionsgeschwindigkeit
 ... andere Symptome
 (kurzer freier Text)

Teil II – falls der Teilnehmer eine erneute Kontaktaufnahme erlaubt, werden folgende Angaben in Abhängigkeit von den bereits getätigten Eingaben in Teil I ergänzend erfragt und eingepflegt (in diesem Fall bilden die Kategorien den Leitfaden für die weitere Befragung)

	Emotional	<p>... irritiert/reizbar</p> <p>... traurig/betrübt</p> <p>... gefühlsbetonter als sonst</p> <p>... nervös</p> <p>... andere Symptome</p> <p>(kurzer freier Text)</p>
	Schlafverhalten	<p>... Schläfrigkeit</p> <p>... Schläft mehr als gewöhnlich</p> <p>... Schläft weniger als gewöhnlich</p> <p>... Hat Probleme einzuschlafen</p> <p>... Hat Probleme durchzuschlafen</p> <p>... andere Symptome</p> <p>(kurzer freier Text)</p>
	Belastung/ Beanspruchung	<p>... Verschlechterung der o. g. Symptome unter __körperlicher Belastung</p> <p>__kognitiver Belastung</p> <p>... andere Symptome</p> <p>(kurzer freier Text)</p>
Haben Sie/hat die Athletin/hat der Athlet bereits zuvor eine Gehirnerschütterung erlitten?	<p>Ja (x) <input type="checkbox"/></p> <p>Nein (x) <input type="checkbox"/></p> <p>Unbekannt (x) <input type="checkbox"/></p>	<p>Wenn ja</p> <p>... Wann (kurzer freier Text)</p> <p>... Welche Symptome sind aufgetreten (kurzer freier Text)?</p> <p>... Sind die Symptome folgenlos ausgeheilt?</p> <p>__Ja <input type="checkbox"/></p> <p>__Nein <input type="checkbox"/></p>

Teil II – falls der Teilnehmer eine erneute Kontaktaufnahme erlaubt, werden folgende Angaben in Abhängigkeit von den bereits getätigten Eingaben in Teil I ergänzend erfragt und eingepflegt (in diesem Fall bilden die Kategorien den Leitfaden für die weitere Befragung)

Erfolgte eine Beurteilung und Versorgung auf oder neben dem Spielfeld (On-Pitch – Sideline)?	Nein (x) Ja (x)	...Was wurde zur Erstversorgung durchgeführt? ... Hat der Spieler/die Spielerin nach dem ursächlichen Ereignis noch weitergespielt? Wenn ja wie lange? ... Wer hat die Entscheidung zum Weiterspielen/zum Abbruch getroffen?
--	--------------------	---

Weitere Versorgung	Wer hat die weitere Versorgung vorgenommen?	Frei beschreiben lassen, dann abfragen ... Mannschaftsarzt ... Hausärztin/-arzt ... Notärztin/-arzt ... andere Ärztin/anderer Arzt ... Physiotherapeutin/-therapeut ... Trainerin/Trainer Anderer
--------------------	---	---

Wurde ein Notarzt gerufen?	<input type="checkbox"/> Ja (x) <input type="checkbox"/> Nein (x)
----------------------------	--

Wurden spezifische Tests durchgeführt?	Frei beschreiben lassen, dann abfragen <input type="checkbox"/> SCAT-3 <input type="checkbox"/> GCS <input type="checkbox"/> Okulomotorik <input type="checkbox"/> Koordination <input type="checkbox"/> Kognition/Orientierung, <input type="checkbox"/> Maddock's Fragen, Konzentration
--	---

Teil II – falls der Teilnehmer eine erneute Kontaktaufnahme erlaubt, werden folgende Angaben in Abhängigkeit von den bereits getätigten Eingaben in Teil I ergänzend erfragt und eingepflegt (in diesem Fall bilden die Kategorien den Leitfaden für die weitere Befragung)

<p>Wann wurde die Diagnose gestellt? (Mehrfachnennungen möglich)</p>	<p>Frei beschreiben lassen, dann abfragen __Auf dem Spielfeld (,On-Pitch') __am Spielfeldrand (Sideline/Kabine) __nach dem Spiel/Training __am nächsten Tag __später (wann)</p>
<p>Wie wurde die Diagnose gestellt? (Mehrfachnennungen möglich)</p> <p>Wurde eine Fachärztin/ ein Facharzt für Neurologie in die Behandlung einbezogen?</p>	<p>Frei beschreiben lassen, dann abfragen __name __klinische Untersuchung __klinische Tests (welche) __Bildgebung (CT, MRT, Röntgen, ...) __neurophysiologische Tests (EEG, ...) __neuropsychologische Tests (welche) __Andere</p> <p>__Nein (x) (weiter zur nächsten Frage) __Ja (x) __Wann __Von wem __Welche Empfehlungen</p>
<p>Welche Maßnahmen wurden im Rahmen der Akutbehandlung durchgeführt?</p>	<p>Frei beschreiben lassen, dann abfragen ... medikamentöse Therapie ... physiotherapeutische Maßnahmen</p>

Teil II – falls der Teilnehmer eine erneute Kontaktaufnahme erlaubt, werden folgende Angaben in Abhängigkeit von den bereits getätigten Eingaben in Teil I ergänzend erfragt und eingepflegt (in diesem Fall bilden die Kategorien den Leitfaden für die weitere Befragung)

		... kognitive Ruhigstellung ... physiologische Ruhigstellung ... Weitere
Return-To-Play (RTP)/ Return-To-Competition (RTC)	Wurde ein vorbestehendes RTP/RTC-Protokoll angewandt?	__Nein (x) (weiter zur nächsten Frage) __Ja (x) __Welches
	Traten beim RTP/RTC erneut Symptome auf?	__Nein (x) (weiter zur nächsten Frage) __Ja (x) __Welche
	Wurde daraufhin das Protokoll modifiziert?	__Nein (x) (weiter zur nächsten Frage) __Ja (x) __Wie
	Wie viele Tage nach Concussion wurde das Training wieder aufgenommen?	... ohne Kontakt ... mit Kontakt
	Wie viele Tage nach Concussion wurde der nächste Wettkampf absolviert?	
	Gab es seit der Concussion andere Verletzungen?	__Nein (x) (weiter zur nächsten Frage) __Ja (x) __Wann __Welche

3.5 Untersuchung der Effektivität einer Regeländerung im Fußball im Hinblick auf die Reduktion von Concussions und Folgeverletzungen

In der Fußballbundesliga wurde zur Saison 2006/2007 eine Regeländerung eingeführt, die Angriffe (insbesondere Ellenbogenstöße) zum Kopf des Gegners härter bestraft. Da im Fußball bereits Daten über Verletzungen verfügbar waren, wurden beispielhaft im Rahmen einer retrospektiven Analyse Inzidenzen und Mechanismen von Schädel- und Schädel-Hirn-Verletzungen in den Fussballbundesliga-Saisons 2000/01-2012/13 ausgewertet. Dabei wurde die Saison 2006/2007 nicht analysiert, um unter Berücksichtigung der Latenzzeit bis zur vollen Umsetzung der Regel die Häufigkeiten vor und nach Implementierung der Regeländerung sicher und akkurat darstellen zu können. Die Berechnung erfolgte anhand der – öffentlich zugänglichen – Datenbank des Kicker Sportmagazins. Klinische Daten und Ausfallzeiten wurden zudem aus weiteren öffentlichen Quellen (z. B. transfermarkt.de) zusammengetragen. Nach gezielter Beschaffung wurden die Videosequenzen der identifizierten Verletzungen in Bezug auf Verletzungsmechanismen analysiert (Donaldson et al., 2013; Fuller et al., 2005; Tscholl et al., 2007a, 2007b).

Folgende Parameter wurden zusammengeführt und ausgewertet (Fuller et al. 2005; Tscholl et al. 2007a, 2007b):

- › Kontakt mit Gegner, Kontakt mit Mitspieler bzw. Mitspielerin; kein Kontakt mit Spieler bzw. Spielerin, unbekannt
- › Verletzungsmechanismus:
Kopf-Kopf; Kopf-Hand; Kopf-Arm, Kopf-Ellenbogen, Kopf-Schulter; Kopf-Fuß Kopf-Knie; Kopf-Unterschenkel; Kopf-Oberschenkel; Kopf-Becken; Kopf-Körperstamm; Kopf-Ball; Kopf-Boden; Kopf-Werbebanden
- › Kontakt des verletzten Spielers bzw. der verletzten Spielerin (Kopf oder Halswirbelsäule): frontal, seitlich, hinten, top
- › Richtung des Tacklings: von hinten, von der Seite, von vorn, kein Tackling.
- › Aktion des nicht-verletzten Spielers bzw. der Spielerin im Zweikampf:
Kopfball; Tackling mit einem Fuß/beiden Füßen,

Bewegung mit dem Ellenbogen, hineinrutschen in den Gegner/die Gegnerin, Schubsen, in den Gegner hineinlaufen, vorwärts/rückwärts laufen, auf verletzten Spieler/verletzte Spielerin gefallen, Sprung (seitlich, nach vorn, nach hinten, nach oben), Stehen

- › Aktion des verletzten Spielers/der verletzten Spielerin: Kopfball; Tackling mit einem Fuß/beiden Füßen, Bewegung mit dem Ellenbogen, hineinrutschen in den Gegner, Schubsen, in den Gegner hineinlaufen, vorwärts/rückwärts laufen, auf verletzten Spieler/verletzte Spielerin gefallen, Sprung (seitlich, nach vorn, nach hinten, nach oben), Stehen
- › Foulentscheidung des Schiedsrichters:
ja, keine Karte, gelbe Karte, rote Karte, nein
- › Foulentscheidung des Auswerters:
ja, keine Karte, gelbe Karte, rote Karte, nein.
- › War dem verletzten Spieler/der verletzten Spielerin der unmittelbare Impact bewusst?
ja;nein
- › Position des verletzten Spielers/der verletzten Spielerin bei der Verletzung:
im eigenen Strafraum, in der eigenen Hälfte, in der gegnerischen Hälfte, im gegnerischen Strafraum
- › Ballbesitz zum Zeitpunkt der Verletzung:
verletzter Spieler/die verletzte Spielerin hatte den Ball, verletzender Spieler/verletzende Spielerin hatte den Ball, der Ball war nicht im Besitz einer Mannschaft
- › Bestand eine Blutung als Folge des Kopftraumas?:
ja;nein
- › Erfolgte erste Hilfe auf dem Spielfeld:
ja;nein.

Folgende Diagnosen wurden registriert und zugehörige Videos einbezogen: Concussion und Schädel-Hirn-Trauma, Kontusion, Gesichtsfrakturen, Lazerationen, Abschürfungen. Bei Gesichtsfrakturen, Jochbein-Frakturen und Kopf-Kontusionen (Schädel oder Jochbein) wurde darüber hinaus die Verdachtsdiagnose einer Con-

cussion angenommen. Verletzungen ohne detaillierte Beschreibung wurden als 'andere Verletzungen' klassifiziert. Der Schweregrad der Verletzungen wurde in Anlehnung an Fuller et al. (2006) anhand der Fehltagelänge dokumentiert (Fuller et al., 2006): gering (0 Tage); minimal (1-3 Tage); mild (4-7 Tage); moderat (8-28 Tage); schwer (> 28 Tage). Die Spielbelastung (Exposition) wurde durch folgende Formel berechnet (Fuller et al., 2006): Anzahl der Spiele x Anzahl der Spielenden x Dauer des Spiels in Stunden. Die statistische Auswertung erfolgte mit Statistica, Version 10 (Statsoft, Tulsa, Oklahoma, USA) und Excel 2010. Inzidenzen wurden wie folgt berechnet: Inzidenz = (Anzahl der Verletzungen/Spielbelastung in Stunden) × 1000. Für Inzidenzraten wurden ebenfalls 95 % Konfidenzintervalle (CI) berechnet (Hagglund et al. 2006): niedriges 95 % CI = Inzidenz/e1.96 × (Wurzel aus [1/Anzahl der Verletzungen]) bis oberes 95 % CI = Incidence * e1.96 x (Wurzel [1/Anzahl der Verletzungen])

Unterschiedliche Inzidenzen vor und nach der Regeländerung waren signifikant, wenn das 95 % CI der Incidence Rate Ratio (IRR) nicht 1,0 beinhaltete und der p-Wert der z-Statistik < 0.05 war (Signifikanzlevel des α -Fehlers) (Tscholl et al., 2007a; aus der Fünten et al., 2014).

4 Allgemeine Ergebnisse

4.1 Literaturprofil

4.1.1 Übersicht

Nach Berücksichtigung der Ein- und Ausschlusskriterien und Durchsicht aller Arbeiten durch wenigstens zwei Reviewer verblieben 178 Publikationen als Grundlage für die Erstellung dieser Expertise. Die Literatur wurde nach Inhalt und Thematik in 16 Kategorien eingeteilt. Für jede Kategorie wurde ein digitales Tabellenblatt angelegt, die entsprechenden Publikationen wurden darin eingepflegt.

4.1.2 PRISMA-Flussdiagramm

Das PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses, <http://www.prisma-statement.org>) Flussdiagramm ist in Abb. 3 dargestellt.

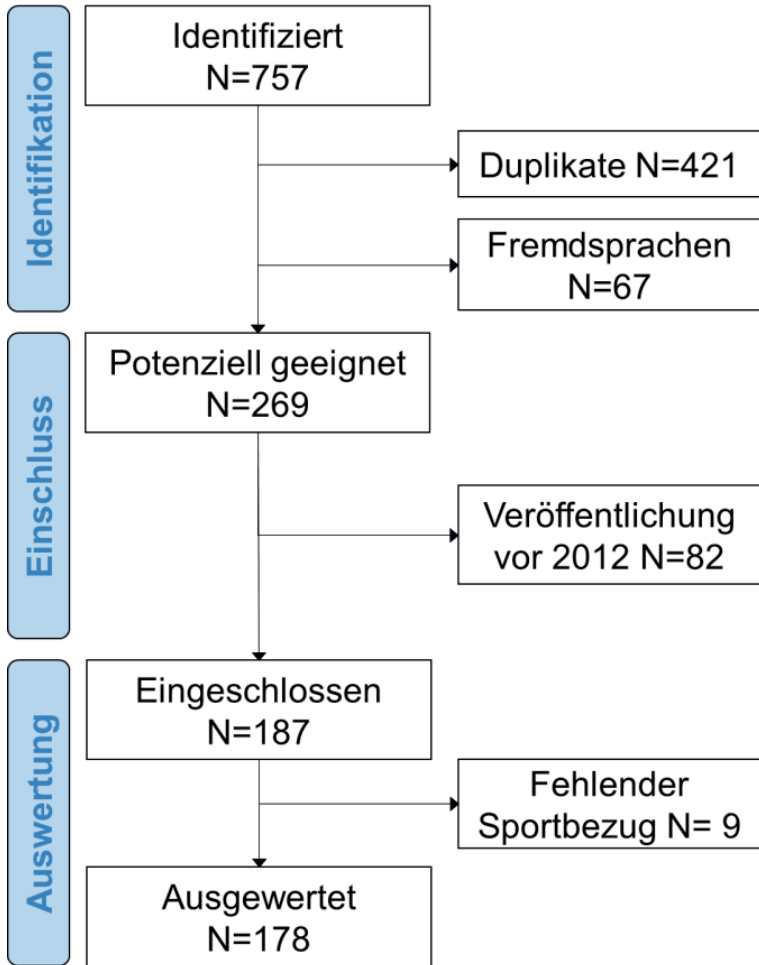


Abb. 3: PRISMA-Flussdiagramm.

4.1.3 Literatur-Kategorisierung

Tab. 7 gibt einen Überblick über die Verteilung der in der Expertise berücksichtigten Literatur gemäß der *a priori* definierten Kategorien.

Tab. 7: Kategorisierung der identifizierten Literatur.

Jahr	2016	2015	2014	2013	2012	Gesamt
Leitlinien	-	-	2	3	-	5
Concussion	-	2	6	-	2	11
Mild Traumatic Brain Injury	-	2	3	1	-	6
Handlungsanweisungen	-	-	3	-	2	5
Kommentare zu Leitlinien	-	1	3	4	-	8
Epidemiologie	1	1	1	1	-	4
Chronic Traumatic Encephalopathy	-	5	2	2	1	10
Langzeitfolgen	-	1	2	2	-	5
Kinder	1	-	3	1	-	5
Geschlechtsunterschiede	1	1	-	1	-	3
Diagnostik	1	7	8	9	4	30
Handlungsempfehlungen	1	2	3	1	1	8
Education	-	2	-	-	1	3
Therapie	1	1	2	5	1	10
Sonderfälle	1	6	2	4	1	14
Originalpublikationen	6	13	12	14	6	51
Summe	13	44	52	48	19	178

4.2 Befragung

4.2.1 Übersicht

Vom 15. März bis 27. Juli 2016 wurde die 2-stufige Befragung bei Verbandsärzten der Deutschen olympischen Spitzensportverbände im allgemeinen und Verbandsärzten der Risikosportarten für Concussion im speziellen durchgeführt. Zu den Risikosportarten erfolgte eine flankierende Recherche im Internet.

4.2.2 Stichprobe/Datenmaterial

Eine Einladung sowie drei Erinnerungen zum Onlinesurvey via Limesurvey (63 Fragen in 4 Gruppen) wurden an 204 im Deutschen Spitzensport aktive Verbandsärzte verschickt. Insgesamt gingen 101 Antwortbögen in die Auswertung ein, die vollständig (74) oder unvollständig (27), mit Auslassung einiger Fragen bearbeitet waren; 23 % der Umfrageteilnehmer waren weiblich.

Damit wurde eine Rücklaufquote von 49,5 % erreicht, was im Bereich wissenschaftlich durchgeführter Online-Surveys als sehr gut und repräsentativ bewertet werden kann. Nach Anseel et al. (2010) lag die durchschnittliche Rücklaufquote in wissenschaftlich publizierten Studien von 1995-2008 bei 52 % (Standardabweichung 24 %) und hat im selben Zeitraum leicht abgenommen (0.6 % pro Jahr) (Anseel et al., 2010).

Die 101 Fragebögen können mehrheitlich jeweils einer spezifischen Sportart zugeordnet werden. 19 Sportarten (von American Football bis Wasserspringen) waren zwischen ein und acht Mal vertreten. Einige Verbandsärzte führten mehrere Sportarten in ihrem Verantwortungsbereich auf (z. B. alle, Olympiasportarten, multiple, andere, ...), so dass die Antworten dann im Einzelfall nicht klar einer Sportart zugeordnet werden konnten.

Summiert man die Angaben zur Anzahl der betreuten Athletinnen und Athleten der Verbandsärzte so zeichnet sich das befragte Kollektiv durch eine Erfahrung von 10.167 betreuten Athleten bzw. Athletinnen/Jahr (Angaben zwischen 0 und 1000) aus. Diese hohe Anzahl lässt sich dadurch erklären, dass nicht nur Verbandsärzte angeschrieben wurden, die Mannschaften oder Athleten bzw. Athletinnen direkt und begleitend betreuen, sondern auch Ärzte der Olympiastützpunkte. In Summe bringen alle am Survey teilnehmenden Personen zusammen 1001 Jahre Erfahrung in der Betreuung von Spitzensportlern bzw. -sportlerinnen bei männlichen und weiblichen A-, B-, C-, DC- und Sonderkadern in die Befragung ein (Angaben zwischen 0-40 Jahre).

Von den für ein Interview angefragten Ärzten der Sportarten American Football, Basketball, Bob/Rodeln/Skeleton, Boxen, Eishockey, Fußball, Handball, Judo, Reiten, Rugby, Ski alpin und nordisch, Tae-

kwondo und Turnen, kam trotz beidseitiger Absichten und mehrfachen Terminierungsversuchen bis Ende Juli 2016 kein Interview mit den Verbandsärzten aus Eishockey und Taekwondo zustande. Im Eishockey konnte alternativ ein erfahrener Mannschaftsarzt einer Profimannschaft der DEL für ein umfangreiches Interview gewonnen werden, der jedoch keine Erfahrung auf Verbandsebene angab.

Aus der Sportart Rugby erfolgte weder im Online-Survey noch zur Interviewanfrage eine Rückmeldung, so dass in dieser Sportart für diese Expertise keine Auswertung für den Deutschen Spitzensport erfolgen konnte.

Alle Interviewpartner zeigten sehr großes Interesse am Thema und brachten sich zeitintensiv und konstruktiv offen in die Interviews ein. In Summe umfasste das Datenmaterial der Aufnahmen nahezu 600 Minuten.

Die begleitende Online-Recherche ergab, dass sich auf den offiziellen Verbandsseiten bis dato nur wenig verwendbares, übersichtliches, aktuelles und zielführendes Material zum Thema Concussion, zur Dokumentation oder zu Statistik von Concussion im speziellen oder Verletzungen im Allgemeinen finden ließ. Hinweise aus den Interviews führten auch hier nicht immer zu auffindbaren Quellen. Einige Seiten zeigen eine wenig benutzerfreundliche Struktur und Ordnung, Links die ins Leere oder zu falschen Inhalten führten. Auf anderen Wegen ergaben sich allerdings auch immer wieder interessante Pfade zu nicht erwarteten Quellen.

Fast alle Verbände hinterlegen Regelwerke auf ihren Webseiten, allerdings nicht immer klar nachvollziehbar, in welcher Version. Zum Teil können die Regeln als PDF heruntergeladen werden, zum Teil sind kommentierte oder gekürzte Versionen direkt online lesbar. Teilweise wird darauf verwiesen, dass sich der deutsche Verband nach den internationalen Regeln des Weltdachverbandes richtet und der Suchende wird dann auf die Webseiten der internationalen Verbände weitergeleitet. Einige Regelwerke müssen käuflich erworben werden (z. B. Basketball).

Begleitend zur Projektlaufzeit wurde ein „Google-Alert“ erstellt, um per Mail über neue Ergebnisse und Veröffentlichungen zu den Themen „Sport und Gehirn“, „Gehirnerschütterung“, „Concussion“,

„Kopfverletzung Sport“ und „leichtes Schädel Hirn Trauma“ informiert zu werden. So konnten verschiedene Online-Medienbeiträge zum Thema verfolgt und gesammelt werden.

Die begleitende Recherche diente in der vorliegenden Form als Ergänzung/Vertiefung der Ergebnisse der Befragung. Eine Recherche mit Verifizierung aller Quellen nach wissenschaftlichen Kriterien, Systematisierung der Informationen und entsprechender qualitativer inhaltlicher Analyse wäre deutlich aufwendiger gewesen und ließ sich im Rahmen dieses Projekts nicht realisieren.

4.3 Epidemiologie

4.3.1 Übersicht

Die vorhandenen Daten zur Epidemiologie von sportassoziierten Concussions differieren stark auf internationaler Ebene, zwischen verschiedenen Sportarten und beruhen meist auf anamnestischen Angaben. Die Exposition wird heterogen mit Athlete-Exposures (Anzahl der Expositionen) oder Spielstunden (Dauer der Exposition) quantifiziert. Es fehlt unverändert eine allgemeingültige und einheitliche Definition einer Concussion, so dass epidemiologische Schätzungen anfällig gegenüber einer „misclassification“ sind.

Die US-amerikanischen Centers for Disease Control and Prevention (CDC) geben eine geschätzte Spannweite von 1,7-3,6 Millionen sportassoziierten Concussions pro Jahr für die USA an (Faul et al., 2010). Für Deutschland gibt es keine offiziellen Statistiken zur Inzidenz von sportassoziierten Concussions. Die hier genannten epidemiologischen Daten stammen zum Großteil aus dem anglo-amerikanischen Raum, insbesondere aus dem High-School- und College-Sport. Das deutlich unterschiedliche Sportartenspektrum in den USA ist dabei zu berücksichtigen (z. B. Popularität von American Football und Eishockey).

Gemäß publizierter Daten soll die Inzidenz von Concussions im Verhältnis zur Expositionszeit beim Wettkampf im Vergleich zum Training um das Fünf- bis Zehnfache erhöht sein. Ebenfalls variiert die Inzidenz mit dem Level der Professionalität. Im Amateurbereich soll laut einiger Autoren die Inzidenz leichter SHT und Concussions drei- bis sechsmal so hoch wie im Profisport sein (Boden et al., 1998; Pfister et al., 2016; Koh, Cassidy & Watkinson, 2009; Ruhe, Ganssen

& Klein, 2014; Hrysonalis, 2013).

In einer systematischen Übersicht von 17 Studien ermittelten Ruhe et al. (2014) einen höheren Anteil von Concussions unter allen Verletzungen in Nordamerika und Kanada (5,3-18,6 %) im Vergleich zu europäischen Ländern (2,0-7,0 %). Dies ist mit hoher Wahrscheinlichkeit auf das unterschiedliche Sportartenspektrum zurückzuführen.

Die berichtete Inzidenz liegt zwischen 0,2-6,5/1000 Spielstunden und 0,72-1,81/1000 Athlete-Exposures.

Ein Athlete-Exposure ist die Teilnahme eines Sportlers bzw. einer Sportlerin an einem Training oder Wettkampf, bei dem er dem Risiko einer Concussion ausgesetzt ist (McKeag & Moeller, 2007).

Abb. 4 zeigt, dass die meisten Verbandsärzte der 34 olympischen Spitzensportverbände (40 %) das Risiko der Athleten und Athletinnen ihres Verbands, bei der Ausübung der Sportart eine Concussion zu erleiden, als gering oder mäßig einschätzen. 13 % der Befragten sehen kein Risiko.

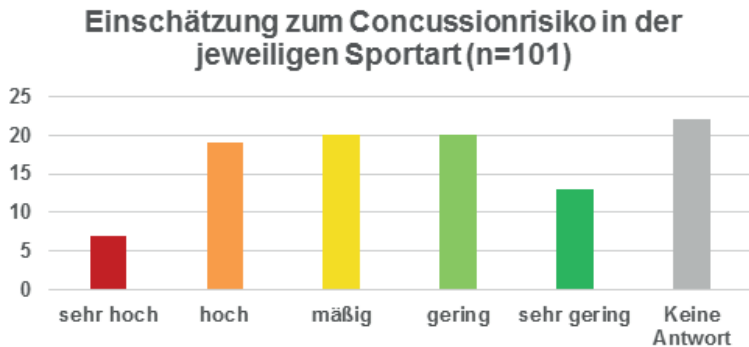


Abb. 4: *Einschätzung des Risikos für Concussion in der jeweiligen Sportart durch die Verbandsärzte*

7 % aller Befragten vermuten ein sehr hohes Risiko in den Sportarten American Football, Bob und Skeleton, Ski alpin, Ski Cross, Boxen und Fußball.

19 % gaben an, das Risiko für ihre Athleten und Athletinnen als hoch einzuschätzen (Sportarten: Boxen, Wasserball, Trampolin, Rollstuhlbasketball, Bob und Skeleton, Handball, Radsport, Ski-

cross, Fußball, Luftsport, Leichtathletik, Feldhockey, Eishockey, Snowboard).

Immerhin 22 % machten zu dieser Frage keine Angabe oder können das Risiko gar nicht einschätzen.

Fast zwei Drittel der befragten Ärzte haben sportartübergreifend in den letzten drei Jahren mindestens einmal die Diagnose einer Concussion gestellt, etwa die Hälfte davon sogar mehr als einmal pro Jahr (Abb. 5). 19 % der Befragten gaben zudem an, dass sie in den letzten Jahren auch schon mehrfache Concussions bei einzelnen Athleten diagnostiziert haben (American Football, Bob & Skeleton, Boxen, Wasserball, Wasserspringen, Rollstuhlbasketball, Ski alpin, Ski Cross, Handball, Fußball, Radsport). 21 % war das Vorliegen von mehrfachen Concussions nicht bekannt, 22 % machten hierzu keine Angabe (Abb. 6)

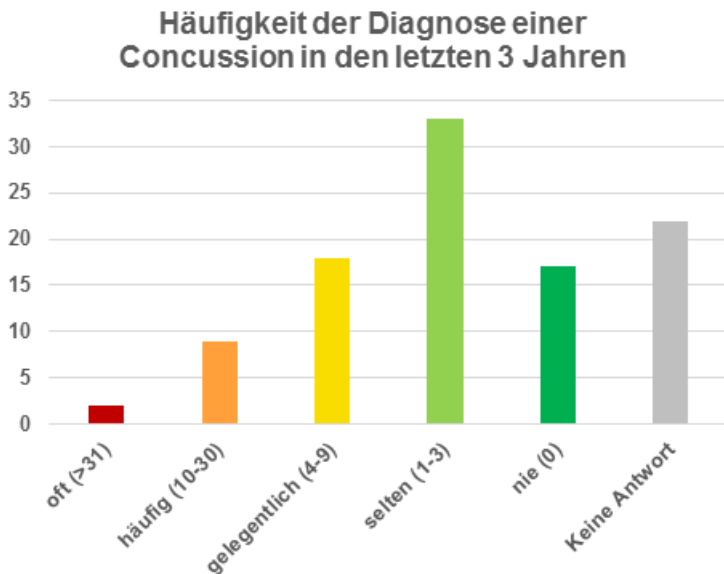


Abb. 5: Häufigkeit der Diagnose einer Concussion in den letzten 3 Jahren durch die befragten Ärzte

Gab es mehrfache Concussions bei einzelnen Athleten?

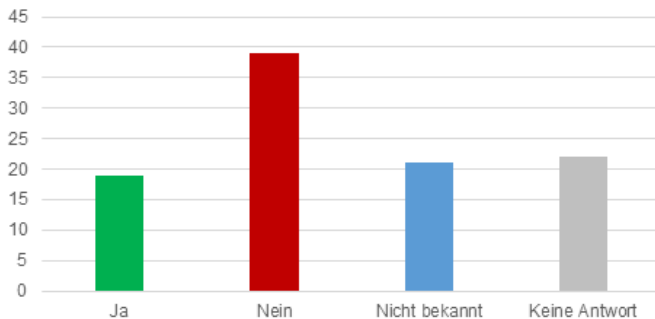


Abb. 6: Vorkommen von mehrfachen Concussions im jeweiligen Verband

Nur 3 % der 101 befragten Verbandsärzte gaben an, dass in ihrem Verband systematisch epidemiologische Daten erhoben werden (Boxen und Bob & Skeleton) (Abb. 7). 18 % der Befragten gaben jedoch an, dass die „Concussion-Anamnese“ einzelner Spitzensportathleten bzw. -athletinnen (zum Beispiel vom Verbands- oder Vereinsarzt selbst) erfasst und dokumentiert wird (Boxen, Bob, Ringen, Ski Alpin, Radsport, Basketball, Fußball, Leichtathletik, Handball, Biathlon, Eishockey, Judo).

Epidemiologische Daten im Verband erhoben?

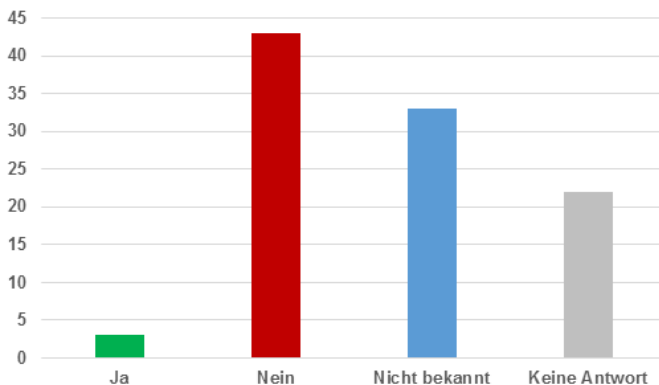


Abb. 7: Systematische Erhebung epidemiologischer Daten zu Concussions in den Verbänden

4.3.2 Geschlechtsspezifische Aspekte

4.3.2.1 Übersicht

Viele Studien legen ein höheres Risiko für Concussions, eine stärkere Symptomausprägung und längere Symptompersistenz bei Frauen im Vergleich zu Männern nahe. Der prozentuale Anteil von Concussions am Gesamtverletzungsvolumen scheint bei Frauen höher zu sein als bei Männern (King et al., 2014; Dick, 2009; Colvin et al., 2009; Bazarian et al., 2010; Berz et al., 2013; Zuckerman et al., 2014; Gessel et al., 2007; Gessel et al., 2007; Hootman, Dick & Agel, 2007; Levy et al., 2012; Lincoln et al., 2011; Covassin, Swanik & Sachs, 2003).

Aus Befragungen der Verbandsärzte, insbesondere aus den Interviews, ließen sich keine wesentlichen geschlechtsspezifischen Unterschiede assoziieren.

4.3.2.2 Anatomie und Physiologie

Frauen zeigen tendenziell eine schwächere Ausprägung der Nackenmuskulatur und einen geringeren Nackenumfang als Männer (Tierney et al., 2005). Dies könnte dazu führen, dass externe Krafteinwirkungen, hohe Beschleunigungen und Translationskräfte weniger gut kompensiert bzw. abgeleitet werden können (Tierney et al., 2005). Beispielhaft zeigen Fußballspielerinnen ein größeres Ball-zu-Kopfgröße-Verhältnis als ihre männlichen Pendanten (Barnes et al., 1998). Männliche und weibliche Hirnareale scheinen sich auch in anderen funktionellen Ausprägungen, u. a. im Sprachgedächtnis, zu unterscheiden. Dies könnte zu geschlechtsspezifischen Symptomen einer Concussion beitragen (Covassin et al., 2013). Neuroanatomisch zeigen Frauen größere Bereiche unmyelinisierter Axone als Männer ((de Courten-Myers, 1999). Es wird angenommen, dass Frauen eine höhere zerebrale Blutflussrate und einem höheren basalen Glucosemetabolismus als Männer besitzen, was wiederum Einfluss auf die neurometabolische Kaskade nach äußerer Krafteinleitung nehmen könnte (Esposito, 1996).

Die Literatur zeigt bei menstruierenden Frauen einen starken hormonellen Einfluss auf Symptomgruppen, die einer Concussion zugerechnet werden. Auch wurden geschlechtsspezifische Schmerz- und Symptomwahrnehmungen beschrieben (Brown et al., 2015; Bartley & Fillingim, 2013). Diese Faktoren könnten dazu beitragen, dass Concussions bei Frauen häufiger diagnostiziert werden als bei Männern.

Das Geschlecht stellt bisher einen unzureichend erforschten aber offensichtlich sehr bedeutsamen prognostischen Faktor nach Concussions dar. Geschlechtsspezifische Unterschiede und individualisierte diagnostische und therapeutische Strategien müssen ausgearbeitet werden ((Dougan, Horswill & Geffen, 2014; Benedict et al., 2015; Covassin et al., 2012a, 2012b; King, 2014).

4.3.3. Altersspezifische Aspekte

Kinder und Jugendliche unter 18 Jahren haben eine signifikant höhere Inzidenz sportassoziiertes Concussions und leiden an stärkeren Symptomen als junge Erwachsene (18-27 Jahre). Auch der Anteil von Concussions an der Gesamtkrankheitslast von Sportverletzungen ist in dieser Altersgruppe erhöht (Pfister et al., 2016; Dougan, Horswill & Geffen, 2014; Benedict et al., 2015; Covassin et al., 2012a, 2012b; King, N.S., 2014; Nelson et al., 2016; Lee et al., 2013; Field et al., 2003; King, N. 2014; Meehan et al., 2013; Foley, Gregory & Solomon, 2014). Eine Metaanalyse von Dougan et al. zeigte 2014 auf Basis von 92 Publikationen und 9.432 Teilnehmenden (Alter der Teilnehmenden: 15.2-31.5 Jahre) eine signifikante Reduktion der Symptomstärke ($p < .001$) mit jedem zusätzlichen Jahr an Durchschnittsalter.

Altersspezifische Aspekte standen nicht im Mittelpunkt der prospektiven Datenerhebung. Der Online-Survey war nicht so angelegt, dass die Auswertung der epidemiologischen Einschätzung oder zum Umgang mit Concussion eine differenzierte Analyse für die unterschiedlichen betreuten Kader zulässt. Einzelne Interviewpartner vermuten ein höheres Risiko im Nachwuchsbereich, z. B. weil die motorisch-technische Entwicklung noch nicht ausgereift oder die Kraftvoraussetzungen oder Körperstabilität noch nicht voll entwickelt sind, oder auch, weil beim Nachwuchs noch ein risikoreicheres Verhalten vermutet wird (z. B. Reiten, Ski alpin, Turnen).

4.3.4 Sportartenspezifische Aspekte

Die Epidemiologie von Concussions ist heterogen und unterscheidet sich zwischen verschiedenen Sportarten deutlich. Im **Rugby** geschehen pro Athlete-Exposure die meisten Concussions (Gardner, Iverson & Stanwell, 2014; Gardner et al., 2015; Kirkwood et al., 2015). Die Inzidenzdichte pro 1000 Spielstunden variiert deutlich im Hinblick auf Wettkampf und Training, Spielposition, Leistungsstufen und 7- versus 15-Spieler-Rugby (Gardner, Iverson & Stanwell, 2014). Abb. 8 illustriert die Ergebnisse der letztgenannten systematischen Übersichtsarbeit.

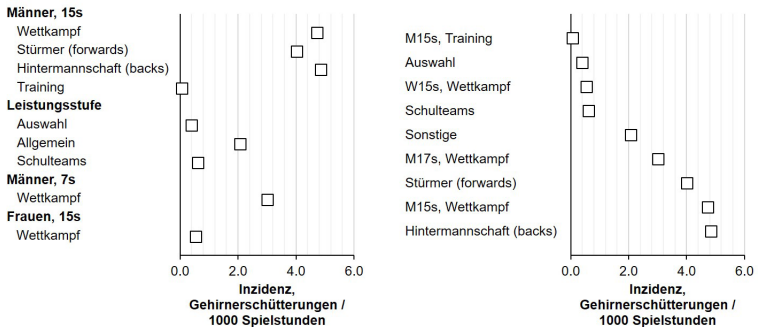


Abb. 8: Grafische Darstellung der Ergebnisse der systematischen Übersicht von Gardner et al. (2014).

Links: Inzidenz von Concussions gemäß verschiedener Strata. Rechts: Hierarchische Darstellung der Epidemiologie. 15s = 15-Spieler-Rugby, 7s = 7-Spieler-Rugby.

Weitere Sportarten mit im Vergleich zu anderen Sportarten hoher Inzidenz sind **Eishockey**, **American Football**, und **Basketball** (Pfitter et al., 2016). Beispielhaft sollen nachfolgend die Ergebnisse einzelner Publikationen vorgestellt werden.

In den europäischen und nordamerikanischen **Eishockey**-Ligen liegt der prozentuale Anteil von Concussions an allen Verletzungen bei 2-7 % und damit niedriger als in kanadischen Ligen (5,3-18,6 %). Die Inzidenz reicht von 0,1-0,3 im Training bis 0,72-1,81 pro 1000 Athlete-Exposures im Wettkampf (Ruhe, Gansslen & Klein, 2014).

Die Häufigkeit von Concussions in Deutschland ist beim **Fußball** aufgrund der Popularität der Sportart am höchsten. Die Literatur

gibt Inzidenzen für Concussions pro 1000 Athlete-Exposures mit 0,17 (Lincoln et al., 2011) bis 1,43 (Covassin, Swanik & Sachs, 2003) bei Männern und 0,23 (Powel & Barber-Foss, 2000) bis 1,42 (Dick et al., 2007) für Frauen an. Angaben zum Anteil am Gesamtvolumen der Verletzungen reichen von 9,3 % (Yard et al., 2008) bis 22 % (Maher et al., 2014; Levy et al., 2012). Spieler-Spieler-Kontakte stellen dabei die häufigste Ursache dar (38,1 % (Giannotti et al., 2010) bis 85,3 % (Gessel et al., 2007), gefolgt vom Spieler-Boden-Kontakten mit 6 % (Gessel et al., 2007) bis 40,2 % (Cusimano et al., 2013) und Spieler-Ball-Kontakten mit 1,1 % (Scott Delaney, Puni & Rouah, 2006) bis 24,1 % (Boden, Kirkendall & Garrett, 1998). Andere Gründe oder Kombinationen aus den vorangegangenen Gründen liegen zu 0,6 % (Dick et al., 2007) bis 11,3 % ((Giannotti et al., 2010) der Fälle vor. Das Risiko für eine Concussion hängt von der Spieler-Position ab. Nach Boden et al. (1998) verteilt sich die Gesamtkrankheitslast von Concussions wie folgt: Torwarte 6,9 %, Mittelfeldspieler 27,6 %, Stürmer 27,6 %, Verteidiger 37,9 %.

46 % der befragten Verbandsärzte gaben an, dass die von ihnen diagnostizierten Concussions im Training aufgetreten seien; 38 % nannten das Setting „Wettkampf“. (Abb. 9).

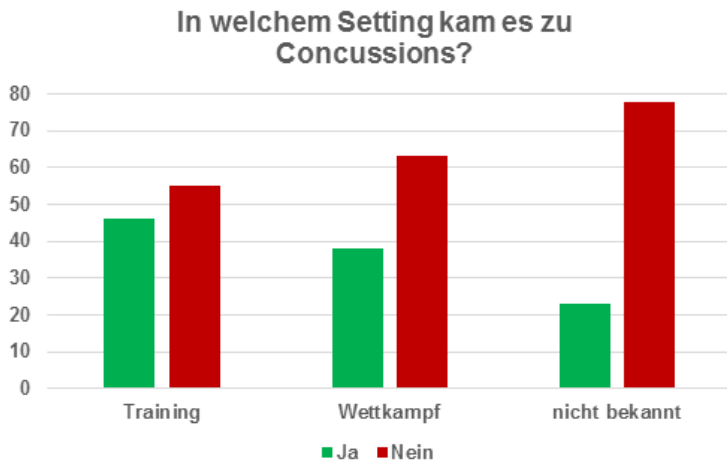


Abb. 9: Concussion im Wettkampf vs. Training

4.4 Diagnostik

4.4.1 Voraussetzungen

Die Diagnosestellung einer Concussion erfolgt primär unter klinischen Gesichtspunkten und setzt die Erhebung und Klassifikation verschiedener Symptome voraus. Hierzu zählen u. a. Kopfschmerzen, Schwindel, Übelkeit und Benommenheit, Bewusstlosigkeit, Amnesie und Gleichgewichtsstörungen.

Weitere Symptome sind Verhaltensauffälligkeiten wie Gereiztheit und Verwirrtheit, kognitive Einschränkungen mit verlängerten Reaktionszeiten und verminderter Leistungsfähigkeit, Schlafprobleme wie Insomnie oder vermehrte Tagesmüdigkeit. Tritt eine Bewusstlosigkeit auf, ist die Diagnose einer Concussion relativ einfach zu stellen. Sie ist jedoch nicht pathognomonisch (McCroory et al., 2013; Giza et al., 2013; Harmon et al., 2013; McCroory, Meeuwisse et al., 2013; Broglio et al., 2014; Guskiewicz et al., 2000; McCrea et al., 2003; Macciocchi et al., 1996).

Der erstbehandelnde Arzt bzw. die erstbehandelnde Ärztin im Sport steht oft unter großem zeitlichem Druck, über die Rückkehr des Sportlers bzw. der Sportlerin in den aktiven Wettkampf zu entscheiden. Erschwert wird die Diagnosestellung dadurch, dass die Betroffenen meistens in den Wettkampf zurückkehren wollen und deshalb bewusst oder unbewusst dazu tendieren, ihre Symptome zu unterschätzen oder als weniger schwer darzustellen, als sie tatsächlich sind. Ebenfalls möglich ist, dass Sportler bzw. Sportlerinnen körperliche oder mentale Einschränkungen aufgrund ihrer Concussion nicht oder nur unzureichend wahrnehmen (Kaut et al., 2003; McCrea et al., 2004).

36 % der Befragten gaben an, dass in der entsprechenden Sportart die Verdachtsdiagnose ‚Concussion‘ im Wettkampf oder Spiel bereits auf oder neben dem Spielfeld gestellt werden kann. Zumeist wird angegeben, dass der Diagnose eine klinische Untersuchung, ggfs. auch der SCAT-3 zu Grunde liegt.

Im weiteren Verlauf gaben die Verbandsärzte an, dass für die Diagnostik und Versorgung einer Concussion in 64 % der Fälle ein Neurologe/eine Neurologin, in 44 % ein Neuroradiologe/eine Neuroradiologin, in 28 % ein Physiotherapeut bzw. eine -therapeutin und

in 12 % ein Neuropsychologe bzw. eine -psychologin hinzugezogen wird.

Hier liegt die Vermutung nahe, dass ein Zugriff auf Neuropsychologen bzw. -psychologinnen in Deutschland nur eingeschränkt genutzt werden kann, da es laut einiger Interviewaussagen nur wenig Spezialisten flächendeckend in diesem Bereich gibt (vgl. Interview American Football „nur ca. 3-4 Anbieter im Bereich neuropsychologischer Basistestungen).

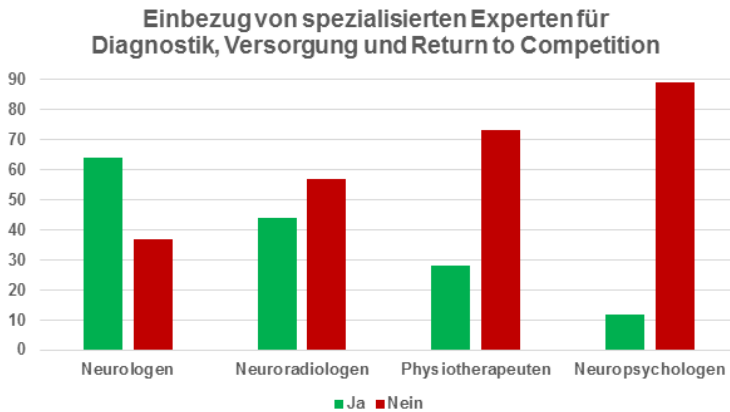


Abb. 10: Konsultation von Spezialisten bei der Diagnostik und Versorgung bei Athleten mit Concussion

4.4.2 Point-of-Care-Tests

4.4.2.1 Übersicht

Unter Point-of-Care (POC) Tests fallen Untersuchungen, die direkt am Unfallort, in der Rettungsstelle oder in sonstigen patientennahen Szenarien durchgeführt werden können und innerhalb kürzester Zeit (d. h., Minuten bis < 1 h) Ergebnisse liefern. Letztere müssen im Vergleich zu einem Referenzstandard **diagnostisch genau** sein. In Abhängigkeit von der Zielstellung muss der interessierende POC-Test **sensitiv** sein, um (im Falle eines negativen Testergebnisses) eine Concussion, ein leichtes oder höhergradige SHT sicher ausschließen zu können und **spezifisch** sein, um (im Falle eines positiven Testergebnisses) eine Concussion, ein leichtes oder höhergradige SHT mit hoher Sicherheit nachweisen zu können. Er

muss ärztliche Entscheidungen beeinflussen und therapeutische Konsequenzen nach sich zu ziehen.

Es existieren eine Reihe von Tests, um die Schwere einer Concussion direkt am Spielfeldrand zu beurteilen. Einige eignen sich auch dafür, den Verlauf bzw. die Rekonvaleszenz nach einer Concussion zu beurteilen. Die im Folgenden genannten Tests untersuchen einzelne oder mehrere der oben genannten Symptomgruppen, die durch eine Concussion hervorgerufen werden können.

Die **Kombination von verschiedenen Tests** erhöht die Sensitivität und Spezifität für die Erkennung und den Ausschluss von Concussions und wird zumeist in Leitlinien empfohlen (McCrory et al., 2013; Giza et al., 2013; Okonkwo, Tempel & Maroon, 2014). Am Spielfeldrand gebräuchlich sind standardisierte Testbatterien, die aus mehreren dieser Tests zusammengesetzt sind.

Exemplarisch soll an dieser Stelle das Sport Concussion Assessment Tool in seiner dritten Version (SCAT-3) genannt werden (McCrea et al., 2013).

4.4.2.2 Sports Concussion Assessment Tool 3 (SCAT-3)

Die SCAT-Testbatterie wurde von der Concussion in Sports Group entwickelt und ist seit der 4th International Conference on Concussion in Sport 2012 in Zürich in der dritten Version (SCAT-3) verfügbar. Sie wird unter anderem von der Federation of International Football Associations (FIFA), der World Rugby Union, der Federation Equestre Internationale und dem Olympischen Komitee genutzt. Die National Football League (NFL) benutzt eine abgewandelte Form des Vorgängerinstruments SCAT-2.

SCAT-3 umfasst eine Einleitung mit Erläuterungen zu Concussions und eine Liste von Indikationen für eine medizinische Notfallbehandlung einschl. der Glasgow Coma Scale (GCS). Außerdem wird durch einen Fragebogen mit sechs binären Items geprüft, ob der betreffende Sportler bzw. die betreffende Sportlerin Kriterien erfüllt, die ihn von einer Fortsetzung des Sportereignisses am selben Tag definitiv ausschließen. Der weitere Test setzt sich aus Maddocks Questions, der Post-Concussion Symptom Scale (PCSS), dem Standardized Assessment of Concussion (SAC) und einem vereinfachten Balance Error Scoring System (BESS) zusammen. Zusätzlich zu

diesen standardisierten Tests sind eine Neck Examination und eine Coordination Examination sowie ein kurzer Fragebogen zu Personendaten und relevanten Nebenerkrankungen enthalten (McCrory et al., 2013; Guskiewicz et al., 2013).

4.4.2.2.1 *Maddocks Questions*

Die von Maddocks et al. (1995) beschriebenen Fragen sind in modifizierter Form Teil des SCAT-3. Sie prüfen das Gedächtnis des befragten Athleten bzw. der befragten Athletin. Jemand, der keine Concussion erlitten hat, wird in der Regel alle der gestellten Fragen richtig beantworten (Maddocks & Saling, 1995):

„Ich werde Dir ein paar Fragen stellen. Bitte höre genau zu und gib Dir größte Mühe, sie richtig zu beantworten.“

- › Welches Spiel findet hier heute statt?
- › Welche Hälfte der Spielzeit läuft gerade?
- › Welche Mannschaft hat in diesem Spiel zuletzt gepunktet?
- › Gegen wen hast Du letzte Woche gespielt?
- › Hat Dein Team das letzte Spiel gewonnen?

4.4.2.2.2. *Post-Concussion Symptom Scale (PCSS)*

Der Post-Concussion Symptom Scale fragt das Vorhandensein und die Schwere bestimmter Symptome (beispielsweise Übelkeit, Schwindel oder Kopfschmerzen) mittels achtstufiger Likert-skalierter Items ab. Im SCAT werden auf diese Weise insgesamt 22 Symptome abgefragt. Viele dieser Symptome können auch durch andere Entitäten als eine Concussion bedingt sein. Deshalb ist dieser Test am aussagekräftigsten, wenn bereits vor dem Sportereignis ein Baseline-Test durchgeführt wurde. Dieser Test ist in verschiedenen Varianten verfügbar (Chen et al., 2007).

4.4.2.3 Standardized Assessment of Concussion (SAC)

Dieser papierbasierte neurokognitive Test gliedert sich in drei Teile: Orientierung, Kurzzeitgedächtnis und Konzentration. Er bedient sich binärer Skalen und kann auch zur Verlaufsbeurteilung bei einer Concussion verwendet werden. Der Test kann von einem geübten Untersucher in weniger als fünf Minuten durchgeführt werden (McCrea, 2001; McCrea et al., 1998).

4.4.2.3 Neurokognitive Tests

Neurokognitive Tests sind in der Diagnostik und Verlaufsbeurteilung von sportassoziierten Concussions etabliert ((Johnson, Kegel & Collins, 2011; Iverson & Schatz, 2015). Sie sind eine sinnvolle Ergänzung zu bestehenden multimodalen Testbatterien, können diese jedoch keinesfalls ersetzen und sollten immer im Verbund eingesetzt werden. Es gibt sowohl kurze, papierbasierte Screening-Tests wie z. B. das **Standardized Assessment of Concussion (SAC)**, welche am Spielfeldrand eingesetzt werden können, als auch ausführliche neurokognitive Tests. Letztere werden in computergestützte und papierbasierte Methoden unterteilt und eignen sich für Baseline- und Verlaufsuntersuchungen. Es gibt keine Evidenz für eine Überlegenheit der papierbasierten oder computergestützten Variante. Ausschlaggebend ist in beiden Fällen die korrekte Durchführung in einer störungsfreien Prüfungsumgebung unter kompetenter Aufsicht sowie die Auswertung durch Fachkräfte. Computergestützte Tests haben sich seit den späten 1990er Jahren durchgesetzt, vornehmlich aufgrund der geringeren Kosten pro Testperson (Moser et al., 2007; Echemendia et al., 2013).

Es gibt eine Vielzahl an computergestützten neurokognitiven Tests für sportassoziierte Concussions. Bekannte Tests sind die **Automated Neuropsychological Assessment Matrix (ANAM)**, der **Headminder Concussion Resolution Index** und das **Immediate Post-concussion and Cognitive Testing (ImPACT)** (McCrea et al., 2013; Resch, McCrea & Cullum, 2013;Kontos et al., 2014;Reeves et al., 2007;Covassin et al., 2009, Lovell & Solomon, 2013).

In einer Meta-Analyse von 37 Studien mit Einschluss von 3690 Teilnehmenden beobachteten Kontos et al. einen statistisch signifikanten, klinisch jedoch nur wenig bedeutsamen Einfluss einer Con-

cussion auf die Ergebnisse innerhalb von einer Woche nach dem Indexereignis durchgeführter neurokognitiver Tests (Tab. 8) (Kontos et al., 2014). Die mittels eines Random-Effects-Modells generierte Effektstärke (Hedges g) betrug $-0,16$ (95 % KI $-0,24$ bis $-0,08$). Die Effektstärke (ES) ist ein dimensionsloser Index, der i. a. als Mittelwert/SD (bzw. Mittelwertdifferenz/gemeinsame SD) berechnet wird. Die akzeptierte und pragmatische Interpretation (analog zu Cohens d) lautet:

- | | |
|------------------|----------------------------------|
| 1. $ES \leq 0,2$ | keine/geringe klinische Relevanz |
| 2. $ES 0,5$ | moderate klinische Relevanz |
| 3. $ES \geq 0,8$ | hohe klinische Relevanz |

Diese Zuordnung ist orientierend und basiert nicht auf mathematisch definierten Intervallen oder Grenzwerten.

Die genannte Meta-Analyse liefert nur indirekte Evidenz über den möglichen Nutzen neurokognitiver Testverfahren im interessierenden Szenario. Es kann konstatiert werden, dass Unterschiede zwischen Verletzten mit und ohne tatsächlich stattgehabter Concussion gering sind und damit subtile Teststrategien (bzw. deren Kombination) erfordern. Eine Nutzenbewertung erfordert jedoch im ersten Schritt die Ermittlung der diagnostischen Genauigkeit der verschiedenen Prozeduren, gefolgt von einer Evaluation ihrer therapeutischen Konsequenzen (im Sinne differenzieller klinischer Entscheidungen konditional zum Testergebnis).

Tab. 8: Ergebnisse der Meta-Analyse von Kontos et al. zum Einfluss einer Concussion auf die Ergebnisse neurokognitiver Tests (Kaut et al., 2003)

Subgruppe	k	Hedges g (95 % KI)	% Heterogenität, I^2
Gesamt, Random-Effects	37	$-0,16$ ($-0,24$ – $-0,08$)	70,8
Studiendesign			
Fall-Kontroll-Studie	21	$-0,24$ ($-0,36$ – $-0,12$)	70,6
Kohortenstudie	7	$-0,12$ ($-0,28$ – $0,04$)	69,5
Querschnitt	8	$-0,04$ ($-0,20$ – $0,12$)	47,7
Concussion-Test			
ANAM	6	$-0,10$ ($-0,34$ – $0,14$)	44,2
CogSport/AXON	4	$-0,04$ ($-0,37$ – $0,29$)	48,4

Subgruppe	k	Hedges g (95 % KI)	% Heterogenität, I ²
Headminder	4	-0,10 (-0,34 – 0,14)	74,6
ImPACT	23	-0,19 (-0,29 – -0,09)	74,2
Untersucher			
Trainer	9	-0,15 (-0,35 – 0,05)	64,9
Neuropsychologe	3	-0,37 (-0,72 – -0,02)	0,0
Arzt	9	-0,09 (-0,25 – 0,07)	81,1
Forscher	15	-0,21 (-0,35 – -0,07)	72,4
Sportart			
Alle	10	-0,13 (-0,27 – 0,01)	80,5
Kontakt/Kollision	22	-0,21 (-0,33 – -0,09)	56,6
Nicht berichtet	5	-0,04 (-0,26 – 0,18)	53,1
Geschlecht			
Frauen und Männer	24	-0,15 (-0,25 – -0,05)	70,5
Nur Männer	12	-0,17 (-0,33 – -0,01)	70,2
Alter			
College	6	-0,11 (-0,27 – 0,05)	69,2
Ältere Adoleszenten	14	-0,01 (-0,13 – 0,11)	24,9
Jüngere Adoleszenten	17	-0,29 (-0,39 – -0,19)	64,1
Förderung			
Gefördert	11	-0,14 (-0,30 – 0,02)	63,5
Nicht gefördert	26	-0,17 (-0,27 – -0,07)	73,5
Vergleich			
Inter-personell	18	-0,22 (-0,36 – -0,08)	72,9
Intra-personell	19	-0,12 (-0,24 – 0,00)	69,3

4.4.2.4 Gleichgewichts- und Koordinationstests

Durch die bei einer Concussion eingeschränkte Hirnfunktion werden auch das Gleichgewicht und die Koordination beeinflusst. Es gibt für diesen Symptomkomplex eine Reihe von etablierten Tests. Nachgewiesen reliabel bei sportassoziierten Concussions ist nur das **Balance Error Scoring System (BESS)**. Bei diesem Test muss die Testperson eine Reihe von Positionen mit geschlossenen Augen einnehmen und für eine Zeit von 20 Sekunden halten. Für jedes Abweichen von der Position wird ein Fehlerpunkt vergeben. Wird die Zahl von 10 Fehlerpunkten bei einer Position überschritten, ist der Test positiv (Bell et al., 2011).

Darüber hinaus gibt es noch weitere Tests, die im Rahmen der Diagnostik und Verlaufsbeurteilung von sportassoziierten Concussions eingesetzt werden und zukünftig eine größere Rolle spielen könnten. Der **Clinical Test of Sensory Organization and Balance (CTSIB)** lässt die Testperson eine bestimmte Haltung einnehmen und konfrontiert ihn mit visuellem Reizentzug, gezielter Reizung oder dem normalen Blickfeld. Beim **Sensory Organisation Test (SOT)** steht der Proband bzw. die Probandin auf einer beweglichen Plattform, während sein bzw. ihr Gleichgewichtssinn mit Hilfe eines beweglichen Hintergrundes verschiedenen Reizzuständen ausgesetzt wird. Der zentrale Testparameter ist bei beiden Tests die posturale Stabilität. Der Test ist negativ, wenn die Testperson eine gewisse Zeit (30 bzw. 20 Sekunden) stehen bleiben kann, ohne das Gleichgewicht zu verlieren. Das **Vestibular/Ocular Motor Screening (VOMS)** reizt durch eine Abfolge von Kopf- und Körperbewegungen in Kombination mit visueller Fixierung das vestibulo-okuläre System. Untersuchungsparameter ist dabei die Auslösung von Symptomen auf der Post-Concussion Symptom Scale (Murry et al., 2014; Mucha et al., 2014). Der **King-Devick Test** evaluiert die okulomotorische Koordination. Bestimmte Zahlenreihen werden von links nach rechts abgelesen, während die dafür benötigte Zeit gemessen wird. 2011 wurden erstmals Ergebnisse über die Nutzung des Tests zur Diagnostik bei Concussions publiziert (Galetta et al., 2011a, 2011b). Seitdem hat der Test eine breite Anwendung gefunden (Okonkwo, Tempel & Maroon, 2014; Guskiewicz et al., 2013).

4.4.2.5 Baselineuntersuchungen

Die temporäre Einschränkung der Hirnfunktion nach einer Concussion kann gegen normative Daten oder individuelle Baseline-Messungen quantifiziert werden. Es gibt keine Evidenz für die Überlegenheit einer dieser Verfahrensweisen. Die Erhebung von Basisdaten bei Risikosportarten ist international etabliert. Für die valide Erhebung dieser ist die benigne Mitwirkung der Athleten notwendig, wie das Beispiel von Peyton Manning zeigt. Der erfolgreiche NFL Quarterback hatte öffentlich zugegeben, dass er bei Baseline-Messungen absichtlich schlecht abschnitt, um im Falle einer Concussion nicht vom Spiel ausgeschlossen zu werden. Es gibt bislang keine Evidenz dafür, dass Baseline Messungen das Outcome

nach Concussions verbessern (McCrory et al., 2013; Schmidt et al., 2012; Echemendia et al., 2012; Broglio & Puetz, 2008; Moser et al., 2011; Randolph, 2011; Moser, Schatz & Lichtenstein, 2015).

Baselinetests im Hinblick auf Concussions werden in den 8 % der Verbände durchgeführt, zum Teil von der befragten Ärzten selbst. 49 % gaben an, dass keine Baselinetests durchgeführt werden, den übrigen Befragten war dies nicht bekannt oder die Frage blieb unbeantwortet. Bei den Baselinetests kommen der ImpACT-Test (4 Nennungen) und der SCAT-3 (3 Nennungen) zum Einsatz. Nur einzeln wurden die neurologische Untersuchung, die GCS und ein MRT des Gehirns genannt.

4.4.2.6 Neurophysiologische Untersuchungen

Einige vielversprechende experimentelle apparative Verfahren zur Diagnostik bei Concussions sollen an dieser Stelle vorgestellt werden. In der funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRT) lassen sich Aktivitätsmuster darstellen, die mit der Schwere und der Prognose einer Concussion korrelieren, wobei hierbei insbesondere die Möglichkeit zur Visualisierung von geschädigten Netzwerken vielversprechend erscheint (Chen et al., 2004; Jantzen et al., 2004; Slobounov et al., 2010; Talavage et al., 2014). In der Diffusionsgewichteten Magnetresonanztomographie (DTI) lassen sich Veränderungen der weißen Hirnsubstanz in Folge von Concussions erkennen und strukturelle Schäden in Hirnnetzwerken darstellen (Xu et al., 2007; Inglese et al., 2005; Mayer et al., 2010; Gardner et al., 2012; Li et al., 2016). Ein weiteres experimentelles Verfahren ist die Magnetresonanzspektroskopie (MRS), anhand derer sich durch die Darstellung von Neurometaboliten auf pathophysiologische Prozesse und die Energieversorgung des Gehirns schließen lässt. Dadurch lässt sich der auf eine Concussion folgende Hypometabolismus des Gehirns darstellen (Gardner, Iverson & Stanwell, 2014). Die Einzelphotonen-Emissionscomputertomographie (SPECT) ist ein relativ günstiges Verfahren, um den Metabolismus des Gehirns darzustellen. Der auf leichte Schädel-Hirn-Traumata (mTBIs) folgende Hypometabolismus konnte hiermit in Studien bereits dargestellt werden. Es mangelt allerdings noch an Studien zur Akutdiagnostik bei sportassoziierten Concussions ((Kutcher et al., 2013; Hofman et al., 2001; Lorberboym et al., 2002; Lewine et al., 2007).

Mehrere Studien haben Veränderungen mittels quantitativer elektroenzephalographischer und magnetoenzephalographischer Verfahren nach Concussions nachgewiesen. Diese persistieren zum Teil deutlich länger, als sich Veränderungen der Hirnfunktion in neurokognitiven Tests nachweisen lassen. Dies lässt auf ein Zeitfenster der Vulnerabilität schließen, welches länger ist als bisher angenommen. Für eine Anwendung in der Standarddiagnostik bei Concussions im Sport fehlt jedoch bisher die Evidenz (Kutcher et al., 2013; McCrea et al., 2013; McCarthy & Kosofsky, 2015; Huang et al., 2014, Pang et al., 2015, Broglio et al., 2016, Ghosh Hajra et al., 2016, Kiefer et al., 2015). Ähnliches gilt für die Beurteilung des vestibulo-okulären Reflexes mittels Video-Kopfimpuls-Tests. Hierdurch lassen sich mögliche Concussion-induzierte Schäden im Hirnstamm (und den peripheren vestibulären Strukturen) ermitteln, jedoch findet sich noch keine klinische Evidenz für die Wirksamkeit des Tests in diesem Zusammenhang (Ellis et al., 2015, Ventura et al., 2014). Insgesamt zeigen sich im Bereich struktureller und funktioneller bildgebender Verfahren viele Möglichkeiten zur Beurteilung neuronaler Schädigungen durch Concussion. All diesen Verfahren fehlt jedoch noch die klinische Evidenz für Sensitivität und Spezifität in der Diagnose oder in der Verlaufsbeurteilung. Es ist jedoch hervorzuheben, dass sich hier im Gegensatz zu den bislang klinisch etablierten vorwiegend neuropsychologischen Verfahren die Möglichkeit für eine objektive, Athleten- und untersucherunabhängigen Evaluation von Hirnschädigungen bietet, die sicherlich in naher Zukunft in erheblichem Maß weiter entwickelt und klinische Anwendung finden wird.

4.5 Behandlung und Therapie

4.5.1 Allgemeine Aspekte

Physische und kognitive Ruhe wird allgemein als erste und wichtigste therapeutische Maßnahme nach einer Concussion betrachtet. Die wissenschaftliche Datenbasis, welche diese These unterstützt, wächst stetig (Johnson et al., 2016; Brown et al., 2014; Majerske et al., 2008; Moser, Glatts & Schatz, 2012). Es mangelt jedoch an Evidenz für die probate Dauer und das genaue Ausmaß der einzuhaltenden Ruheperiode. Erhöhte kognitive Aktivität nach einer Concussion ist

mit einer längeren Symptompersistenz assoziiert. Eine längere Ruheperiode ist allerdings auch mit einem höheren Einfluss prämotorischer Einflussgrößen vergesellschaftet.

Durch Studien belegt ist die positive Wirkung von aufklärenden Maßnahmen und kognitiver Restrukturierung nach Concussions (Semple et al., 2015; Nygren-de Bousard, 2014; Schneider et al., 2013).

4.5.2 Therapeutische Maßnahmen

Einige akute somatische Symptome einer Concussion können medikamentös behandelt werden (u. a. Analgetika und Antiphlogistika, Antiemetika). Es gibt jedoch keine Evidenz dafür, dass diese symptomatische Therapie das Outcome nach einer Concussion verbessert. Ebenfalls mangelt es an Evidenz für den Einsatz bestimmter Pharmaka oder pharmakologischer Substanzklassen zur Symptomlinderung. Zum Zeitpunkt der Return-to-Play-Entscheidungen sollte der Sportler keinesfalls unter dem Einfluss von Medikamenten stehen, welche die objektive medizinische Beurteilung verfälschen könnten (Harmon et al., 2013; Zasler, 2015).

Es gibt verschiedene Ansätze, um neben den akuten vegetativen Symptomen der Concussion auch die zugrunde liegenden pathophysiologischen Veränderungen zu modifizieren, ohne dass hier jedoch belastbare Daten aus klinisch-experimentellen Studien vorliegen würden (McCrory, 2002).

Zur Behandlung von Langzeitfolgen und Sekundärdiagnosen nach Concussions kommen verschiedene Substanzklassen zum Einsatz. Symptome wie Schlafstörungen, Depression, persistierende Kopfschmerzen, Aufmerksamkeitsdefizite etc. sind häufig multifaktorieller Genese und bedürfen deshalb einer individualisierten Herangehensweise.

4.5.3 Return-to-Play

Auch wenn sich körperliche Aktivität ggfs. günstig auf die Linderung einiger Symptome auswirkt (Petraglia, Maroon & Bailes, 2012; Cancelliere et al., 2014; Koseoglu, 2015; Sullivan et al., 2012; Theeler et al., 2013), sollte ein Sportler in keinem Fall unmittelbar (sprich: am gleichen Tag nach dem Ereignis) wieder zum Wettkampf oder Training zurückkehren. Nachdem die physischen Symptome ab-

geebbt und die neurokognitive Leistungsfähigkeit wieder auf dem prätraumatischen Niveau angelangt sind, sollte ein graduiertes und individuell angepasstes Return-to-Play-Protokoll befolgt werden. Hierüber besteht Einigkeit in den Leitlinien (Sabini & Nutini, 2014; Echemendia, Giza & Kutcher, 2015). Die Leitlinien der American Academy of Neurology überlassen das Erstellen dieses Return-to-Play-Protokolls dem behandelnden Arzt bzw. der behandelnden Ärztin (Giza et al., 2013).

Das Return-to-Play-Protokoll der Concussion in Sports Group, welches 2012 verabschiedet wurde, umfasst sechs Stufen (Tab. 9) mit definierten Inhalten. Die Aktivitätsstufen reichen von physischer und kognitiver Ruhe bis zum Return-to-Play, dem normalen Wettkampf- und Trainingsbetrieb. Mit jeder Stufe steigert sich die physische Belastung des Sportlers. Der Übertritt zur nächsten Stufe darf nach 24 Stunden nur dann erfolgen, wenn der Sportler bzw. die Sportlerin die vorherige Stufe ohne das erneute Auftreten von Symptomen absolviert hat. Treten wieder Symptome auf, muss der Sportler/die Sportlerin die letzte symptomfreie Stufe wiederholen und von dort fortschreiten. Die Rückkehr in den normalen Wettkampf- und Trainingsbetrieb ist somit frühestens nach einer Woche möglich (McCrory et al., 2013).

Tab. 9: Konsentiertes Return-to-Play-Protokoll der Concussion in Sports Group (McCrory et al., 2013).

Stufe	Beschreibung	Komponenten
1	Körperliche Ruhe	Vermeidung potenziell schädlicher körperlicher und mentaler Distraktoren
2	Leichte aerobe Übungen	Gehen, Schwimmen, Fahrradergometer (< 70 % der erlaubten Herzfrequenz), kein Ausdauertraining
3	Sportspezifische Übungen	Eislauftraining (Eishockey), Lauftraining (Fußball)
4	Kontaktvermeiden-des Training	Zunehmend komplexeres Training (z. B. Pass-Spiel), evtl. auch Beginn des Ausdauertrainings
5	Training mit Kontakt	Abhängig von medizinischer Freigabe Teilnahme am normalen Training
6	Return-to-Play	Volle Trainings- und Spielfähigkeit

Klinisch sollten diese Empfehlungen nur individuell angepasst umgesetzt werden. Die Bewertung der Symptommfreiheit eines Sportlers ist erschwert, da die Zeichen einer Concussion sehr unspezifisch sind und ggfs. in einer nicht spezifisch durchgeführten Anamnese und klinischen Untersuchung unentdeckt bleiben. Beispielsweise können Schlafprobleme, Kopfschmerzen, Gereiztheit oder Konzentrationsschwächen bereits vor dem Indexereignis bestanden haben. Sportler können solche Befindlichkeiten entweder nivellieren oder auf das Unfallereignis beziehen. Dies erschwert dem Behandelnden die Entscheidung für oder gegen eine Werdaraufnahme von Training, Spiel und Wettkampf. Auch können die Ergebnisse von neurokognitiven Tests durch Störfaktoren wie Stress, Testequipment oder Prüfungsumgebung verfälscht werden (Moser, Schatz & Lichtenstein, 2015).

Die Return-to-Play-Entscheidung hängt stark von individuellen Faktoren ab. Sportler, welche in der Vergangenheit bereits mehrere Concussions erlitten hatten, tragen sowohl ein hohes Risiko für erneute Concussions als auch für Langzeitschäden aus diesen Ereignissen. Relevant ist der zeitliche Abstand zwischen den stattgehabten Concussions. Deshalb sollte in diesem Fall eine engmaschige Überwachung und eine besonders konservative Auslegung des Return-to-Play-Protokolls angestrebt werden.

Es gibt bisher keine wissenschaftlich gestützte Grundlage für die Entscheidung, wann ein Sportler bzw. eine Sportlerin nach multiplen Concussions zum Wettkampf- und Trainingsbetrieb zurückkehren sollte. Ebenfalls unklar ist, wann ein Sportler nach multiplen Concussions selbst für eine ganze Saison aussetzen sollte (Collins et al., 2002; Zemper, 2003; Iverson et al., 2004; Guskiewicz et al., 2003; McCrory, 2001b).

Bei subjektiv persistierenden Symptomen nach multiplen Concussions wird von der American Academy of Neurology eine neurologische und neurokognitive Untersuchung empfohlen. **Lassen sich die Beschwerden nach mehrfachen Concussions objektivieren, sollte der Arzt dem Sportler bzw. der Sportlerin das Karriereende nahelegen. Dabei wird kein Unterschied zwischen Amateur- und Profisport gemacht** (Giza et al., 2013).

Im Kindes- und Jugendalter sollte aufgrund der besonderen anatomischen und physiologischen Gegebenheiten eine konservativere Return-to-Play-Strategie angewandt werden. Kinder und Jugendliche haben stärkere Symptome nach Concussions als Erwachsene. Die Datenlage ist in Bezug auf die Dauer der Symptompersistenz bei Kindern und Jugendlichen nicht eindeutig (Field et al., 2003; Sim, Terryberry-Spohr & Wilson, 2008; McClincy et al., 2006). Eine zusätzliche relevante Dimension stellt in dieser Altersgruppe die Wiederaufnahme des Schulunterrichts dar. Diese sollte rasch nach Abklingen der Symptome erfolgen, da sich der Ausschluss von der Schule durch soziale Isolation und Lernrückstände negativ auf die neuropsychologische Differenzierung auswirken kann. Um den Wiedereinstieg zu vereinfachen, sollten Lernerleichterungen wie verlängerte Prüfungszeiten oder verkürzter Unterricht angewendet werden (Halstead et al., 2013).

Die Entscheidung über eine Rückkehr in den Trainings- und Wettkampfbetrieb bzw. über eine längere Auszeit oder den kompletten Rückzug aus dem aktiven Sportbetrieb muss vom Arzt gemeinsam mit dem Sportler bzw. der Sportlerin unter Abwägung individueller Faktoren getroffen werden. Die Konsens-basierten Return-to-Play-Leitlinien repräsentieren hierbei die derzeit besten verfügbaren Entscheidungsgrundlagen für Team- und Sportärzte (McCroory et al., 2013; Giza et al., 2013; Harmon et al., 2013; Broglio et al., 2014).

24 % der befragten Ärzte gaben an, dass es eine Leitlinie oder ein Protokoll zur weiteren Behandlung und Return-to-Play gibt (22 % verneinten dies, 54 % war dies nicht bekannt oder ließen die Frage unbeantwortet). Protokolle waren z. B. Handlungsempfehlungen und -protokolle des DOSB, Schutzsperrern (z. T. in Rücksprache mit medizinischen Gremien), SCAT- oder ImpACT-Testungen sowie „Concussion Recognition Tool“ Taschenkarte und Handlungsempfehlungen „Leichtes Schädel-Hirn-Trauma im Sport des BISp und der Hannelore-Kohl-Stiftung, ohne die zur Anwendung kommenden Protokolle zu spezifizieren.

4.6 Folgen von Concussions

4.6.1 Post-Concussion Syndrome

90 bis 95 % aller Menschen, die eine Concussion erleiden, sind nach 10 Tagen beschwerdefrei. Treten nach einer Concussion transiente Symptome wie Kopfschmerzen, Müdigkeit, Ängstlichkeit, emotionale Instabilität und kognitive Defizite auf, wird dies im englischen Sprachgebrauch als „prolonged post-concussion symptoms“- Komplex bezeichnet.

Halten die Symptome nach einem oder mehreren Ereignissen jedoch über mehrere Monate oder Jahre an, wird dies als „persistent postconcussion symptoms“ oder „post-concussion syndrome“ beschrieben. Das Diagnosekriterium nach dem Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM, 4th Edition) ist das Persistieren der Symptome über einen Zeitraum von mehr als drei Monaten. Hierbei zeigen die kognitiven Tests hauptsächlich Aufmerksamkeitsstörungen. Die konventionelle klinische Bildgebung ist weiterhin normal.

Permanente Symptome ohne vollständige Heilung zeigen sich bei 10-20 % der Betroffenen mit persistierenden Beschwerden. Hier können funktionelle Pathologien ohne strukturelle Schädigungen vorliegen (McCrory, Meeuwisse, Kutcher et al. et al., 2013; Blennow, Hardy & Zetterberg, 2012).

4.6.2 Second Impact Syndrome/Diffuse Cerebral Swelling

Dieses Syndrom wurde als rascher neurologischer Kollaps aufgrund eines diffusen Hirnödems infolge von mehreren aufeinanderfolgenden Concussions während der Rekonvaleszenz beschrieben. Das Second Impact Syndrom wurde bisher weltweit bei insgesamt 17 vor allem jungen Sportlerinnen und Sportlern unter 20 Jahren beobachtet, von denen bis zu 80 % an den Folgen dieser Hirnschwellung verstarben. Diffuse Hirnödeme nach primären Concussions wurden ebenfalls selten, allerdings insbesondere bei Kindern und Jugendlichen beschrieben. Als Ursache wird z. B. eine posttraumatische Dysregulation der Ionenkanäle mit Verlust der Autoregulation der zerebralen Durchblutung vermutet, der potentiell eine genetische Prädisposition zugrunde liegen könnte. Ein systematisches Review kam 2016 zu dem Schluss, dass es für eine Definition

des Second Impact Syndrome als eigenständiges Krankheitsbild an Evidenz mangelt. Einige Autoren empfehlen daher alternativ die Verwendung des Terminus „diffuse cerebral swelling“ (Giza, 2014; Cantu & Gean, 2010; McCrory, Davis & Makdissi, 2012; McCrory, 2001a; McCrory & Berkovic, 1998; Cantu, 2016; Hebert et al., 2016; Quintana, 2016).

4.6.3 Folgeverletzungen

Eine Concussion scheint das spätere Risiko für muskuloskeletale Verletzungen signifikant zu erhöhen. Eine Längsschnittstudie der UEFA untersuchte hierfür zwischen 07/2001 und 06/2012 1665 Spieler von 46 professionellen Fußballteams in zehn europäischen Ländern (Nordstrom, Nordstrom & Ekstrand, 2014). Im Mittel wurden 28 ± 8 Spieler mit einem mittleren Alter von 26 ± 1 (Spanne: 22-30) Jahren beobachtet. Hiervon waren 66 Spieler gegenüber 71 Concussions exponiert (Tab. 10).

Tab. 10: Basisprofil und Verletzungsinzidenz der Studie von Nordström et al. (2014). Die beschriebenen 10 häufigsten Verletzungen machen knapp 3/4 der Gesamtverletzungslast aus.

Variable	Fälle	Kontrollen
Spieler, n (Concussions)	66 (71)	1599 (0)
Sonstige Verletzungen, n	756	7939
Mittl. Alter, Jahre (SD)	25,3 (4,2)	26,2 (4,2)
Mittl. Anzahl sonstiger Verletzungen (SD)	11,5 (8,6)	5,0 (5,2)
Muskel- und Sehnenverletzungen		
Hamstring	93 (12,3 %)	1256 (15,8 %)
Quadriceps	42 (5,6 %)	489 (6,2 %)
Wadenmuskulatur	38 (5 %)	439 (5,5 %)
Med. Kollateralband, Knie	30 (4 %)	354 (4,5 %)
Patellarsehne	14 (1,9 %)	188 (2,4 %)
Achillessehne	13 (1,7 %)	207 (2,6 %)
OSG-Verletzungen	86 (11,4 %)	843 (10,6 %)
Prellungen der unteren Extremitäten	80 (10,6 %)	768 (9,7 %)
Leistenschmerzen/Osteitis pubis	68 (9 %)	993 (12,5 %)
Verletzungen der BWS und LWS	32 (4,2 %)	289 (3,6 %)

Während sich die absolute Häufigkeit späterer Verletzungen zwischen der Fall- und Kontroll-Gruppe nicht merklich unterschied, konnte mittels Cox-Regression bzw. einem marginalen Modell nach Adjustierung für die Verletzungshäufigkeit im Jahr vor der Concussion (Index-Ereignis) ein deutlich erhöhtes Risiko für spätere Verletzungen nachgewiesen werden (Abb. 11).

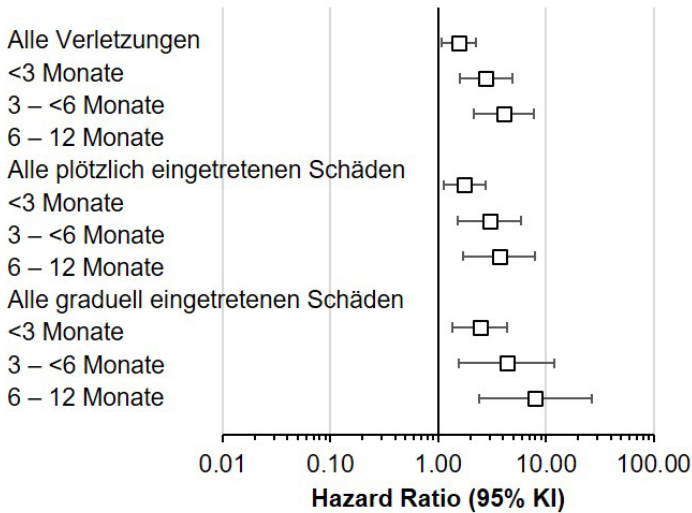


Abb. 11: Relativer Hazard für Verletzungen in Abhängigkeit von einer stattgehabten Concussion. Nach Nordström et al.(2014)

4.6.4 Spätschäden/Chronisch Traumatische Enzephalopathie

Im Jahr 1928 beschrieb Martland erstmals chronische Hirnschäden bei Boxern mit dem Synonym „Punch Drunk Syndrome“. Millspaugh nannte dieses Syndrom 1937 „dementia pugilistica“. 1973 beschrieben Corsellis et al. neuropathologische Veränderungen in einer Serie von Autopsiebefunden von professionellen Boxern mit dementia pugilistica. Im weiteren Verlauf wurden solche Veränderungen auch bei anderen Athleten mit Kontaktsportarten und repetitiven Kopfverletzungen, insbesondere bei ehemaligen Fußballspielern, nachgewiesen. Es wurde der Begriff der chronischen traumatischen Enzephalopathie (CTE) geprägt (Blennow, Hardy & Zetterberg, 2012; Karantzoulis & Randolph, 2013).

Die CTE ist nach derzeitigem Verständnis eine neurodegenerative Erkrankung, welche eine Folge von Concussions ist. Sie wird charakterisiert durch spezifische neuropathologische Befunde. Diese manifestieren sich überwiegend in Form von spezifischer Tauopathie, Atrophie, Inflammation und axonalen Verletzungen (McCro-ry, Meeuwisse, Kutcher et al., 2013; Riley et al., 2015). Das klinische Bild ist vielschichtig. Es entwickelt sich oft erst Jahre oder Jahrzehnte nach dem Ende der Sportkarriere. Als motorische Symptome werden Gangstörungen, Sprachstörungen und extrapyramidale Störungen beschrieben. Neuropsychiatrische Pathologien und Verhaltensauffälligkeiten sollen bereits früher in Erscheinung treten. Die gängigen Symptome sind Gemütsstörungen (hauptsächlich Depressionen), Paranoia, Agitation, sozialer Rückzug, schlechtes Urteilsvermögen und Aggressionen. Kognitive Störungen treten in der späteren Phase auf und beinhalten Störungen der Orientierung, des Gedächtnisses, der Sprache, Aufmerksamkeit, der Aufnahmefähigkeit sowie der Exekutivfunktionen. Die Symptome werden begleitet von Demenz, Parkinson-ähnlichen Symptomen und Verhaltensänderungen. Die mannigfaltigen Symptome sind wahrscheinlich auf die verschiedenen möglichen Schädigungsregionen im Gehirn zurückzuführen (McCro-ry, Meeuwisse, Kutcher et al., 2013; Blennow, Hardy & Zetterberg, 2012; Riley et al., 2015).

Bei Diagnosestellung müssen immer auch andere neurodegenerative Erkrankungen in Betracht gezogen werden. Größere Studien haben gezeigt, dass neurodegenerative Pathologien, ähnlich den Veränderungen der CTE, bei einem normalen Alterungsprozess entstehen können.

Als Einflussfaktoren werden Alter, Apolipoprotein E (u. a. auch ein genetischer Risikofaktor für Alzheimer-Demenz) und Abusus toxischer Substanzen diskutiert. Der wissenschaftliche Beweis, dass ein mildes Schädel-Hirn-Trauma und/oder repetitive Concussions das individuelle Risiko erhöhen, an Demenz zu erkranken, existiert nicht (McCro-ry, Meeuwisse, Kutcher et al., 2013; Blennow, Hardy & Zetterberg, 2012; Karantzoulis & Randolph, 2013; Riley et al., 2015; Davis, Castellani & McCro-ry, 2015; Solomon & Sills, 2014). Vermutlich bedingen Concussions und schwere Schädel-Hirn-Traumen in Abhängigkeit von anderen Umwelt- und genetischen Faktoren

variable Pathomechanismen mit abnormen Proteinablagerungen (tau und/oder Amyloid), die verschiedenartige Schädigungen von Hirnnetzerken und klinische Probleme nach sich ziehen (DeKosky et al., 2013).

Bisherige Klassifikationsversuche ermöglichen keine klinische Diagnosestellung. Die Standardprozedur für die Diagnosesicherung bleibt die postmortale Autopsie. Im Gegensatz zum Post-Concussion-Syndrom hat die CTE ein langes symptomfreies Intervall. Zudem sind einzelne Fälle beschrieben worden, in denen keine neurologischen Defizite bis zum Tod auftraten, postmortem aber für eine CTE typische Veränderungen gefunden wurden (Maroon et al., 2015; Riley et al., 2015; Davis, Castellani & McCrory, 2015; Solomon & Zuckerman, 2015; Gardner, Iverson & McCrory, 2014; Meehan et al., 2015).

Bei den vorliegenden Studien handelt es sich um klinische oder pathologische Fallbeschreibungen. Somit sind die Risikofaktoren unbekannt und die Annahme, ursächlich seien repetitive Erschütterungen, ebenfalls nicht bewiesen. Interessant sind Fälle wie der des ehemaligen NHL Profis Todd Ewen, bei denen die klinischen Symptome denen einer CTE gleichen, aber keine korrespondierenden Befunde bei der Autopsie nachgewiesen werden können (Solomon & Sills, 2014).

4.7 Prävention

4.7.1 Protektion und Ausrüstung

Die Studienlage zum präventiven Effekt von Schutzausrüstungen in Bezug auf Concussions ist heterogen. Der Einsatz einer Schutzausrüstung hat beim Eishockey und American Football die Inzidenz von Verletzungen gesenkt, jedoch gleichzeitig zu einer aggressiveren Spielweise geführt (Biasca, Wirth & Tegner, 2002). Es gab in beiden Sportarten dabei keine Abnahme der Inzidenz von Concussions. Ebenfalls konnte beim Rugby, der Sportart mit der höchsten Inzidenz von Concussions, nicht gezeigt werden, dass schützendes Equipment (z. B. Mund- oder Kopfschutz) die Frequenz von Schädel-Hirn-Verletzungen reduziert (Gardner, Iverson & Stanwell, 2014).

Helme verringern die bei einem Aufprall auf das Gehirn wirkenden Beschleunigungskräfte. Es wurde gezeigt, dass durch das Tra-

gen eines Helmes der durchschnittliche Schweregrad von Concussions sinkt (Asplund, Bettcher & Borchers, 2009). Es gibt jedoch noch keine Evidenz für eine gleichzeitige Abnahme der Inzidenz von Schädel-Hirn-Verletzungen. Ein möglicher Faktor ist, dass die gängigen auf dem Markt verfügbaren Sporthelme auf die Prävention von Schädel- und Gesichtsfrakturen ausgelegt sind, nicht auf die Prävention von Concussions (McCrory et al., 2013; Harmon et al., 2013; Trojjan & Mohamed, 2012; Daneshvar, Nowinski, et al., 2011; Benson et al., 2013; McIntosh et al., 2011). Beim Fußball gibt es keine Evidenzgrundlage für den Einsatz von Kopfbändern oder Helmen zur Reduktion der Häufigkeit oder Schwere von Schädel-Hirn-Verletzungen (Harmon et al., 2013; Levy et al., 2012; Trojjan & Mohamed, 2012; Delaney et al., 2008; Niedfeldt, 2011).

Mundschutze vermindern das Risiko von Zahnverletzungen, Gesichtsschädelfrakturen und Weichteilverletzungen. Es gibt keine Evidenz, dass Mundschutze das Risiko von Concussions verringern würden (McCrory et al., 2013; Giza et al., 2013; Broglio et al., 2014; Giza, 2014; Hanson et al., 2014).

24 % der befragten Ärzte gaben an, dass es verpflichtende Teile für die Ausrüstung der Athletinnen und Athleten gäbe, die dem besonderen Schutz vor einer Concussion diene. 42 % verneinten dies, 34 % war dies unbekannt oder sie beantworteten die Frage nicht. 88 % gaben an, dass ihrer Meinung nach das Tragen der Ausrüstungsteile zu einer Verminderung der Rate an Concussions führen könne.

4.7.2 Spezifische Trainingsmaßnahmen

Die Stärke der Nackenmuskulatur kann theoretisch, bei einer indirekten Kraftübertragung auf den Kopf, die auf das Hirn wirkenden Beschleunigungskräfte beeinflussen. Es wird vermutet, dass die Stärke der Nackenmuskulatur einen Einfluss auf die Geschlechtsunterschiede bei Inzidenz und Symptomschwere von Concussions hat. Die bisher durchgeführten interventionellen Studien zum Einfluss von Nackenmuskeltraining konnten jedoch keine signifikante Senkung der Inzidenz von Concussions und Schädel-Hirn-Verletzungen nachweisen (Harmon et al., 2013; Tierney et al., 2005; Tierney et al., 2008).

15 % der befragten Verbandsärzte gaben an, dass in der betreuten Sportart Trainingsprogramme zur Stärkung der Muskulatur der Halswirbelsäule eingesetzt würden, mit dem Ziel des Schutzes der Sportler und Sportlerinnen vor einer Concussion.

4.7.3 Regelwerk

Regeländerungen können die Inzidenz von Concussions im Sport senken, wenn sie eine kausale Ursache bekämpfen. Beispiele für derartige Versuche sind der **Ellenbogen-Kopf-Kontakt im Fußball, die Begrenzung der Anzahl an Auswechslungen im Rugby, oder das Tackling von hinten im Eishockey** (Harmon et al., 2013; Ruhe, Gansslen & Klein, 2014; Benson et al., 2013; Emery et al., 2010; Macpherson, Rothman & Howard, 2006; Council on Sports Medicine and Fitness, 2014; Roberts et al., 1996; Gabbett, 2005)

Eine medial vielbeachtete Maßnahme ist die **Empfehlung der U.S. Soccer Federation vom 01.01.2016, das Kopfballspiel im Jugendfußball altersabhängig zu begrenzen**. Momentan gibt es jedoch noch keine Evidenz für die Wirksamkeit dieser Maßnahme oder für die Störung der Hirnentwicklung durch wiederholte Kopfbälle (Scott Delaney, Puni & Rouah, 2006; Andersen et al., 2004).

27 % der olympischen Spitzensportverbände haben laut Angaben ihrer Verbandsärzte spezifische Regeln zum Schutz vor Concussion (Abb. 12). Zum Teil seien diese Regeln bereits vor langer Zeit (vor bis zu 80 Jahren) eingeführt worden. Die meisten Regeländerungen seien jedoch erst in den letzten Jahren implementiert worden (Median: vor 4 Jahren).

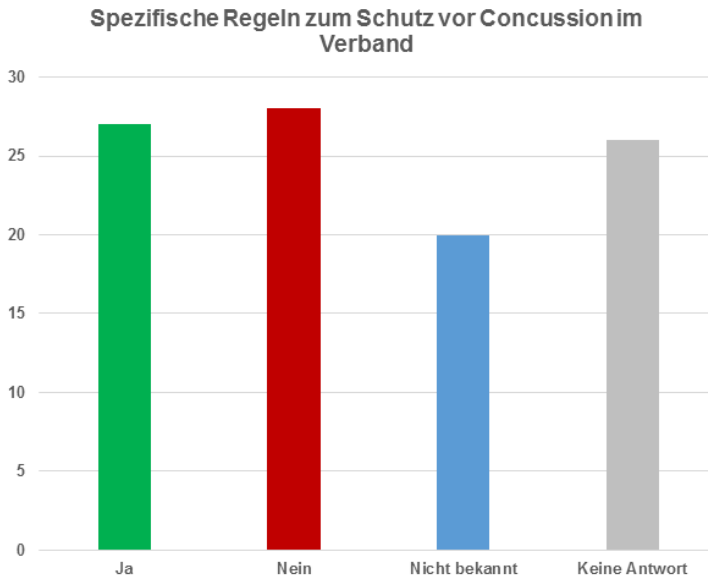


Abb. 12: Spezifische Regeln zum Schutz vor Concussion im entsprechenden Verband

Folgende spezifische Angaben wurden gemacht:

Eher verbandsinterne Richt- oder Leitlinien bzw. Handlungsempfehlungen waren:

- „bei V. a. Concussion unmittelbarer Stop der Betätigung, ggf. Vorstellung beim Spezialisten“ (American Football)
- „Vorgaben der Initiative der ZNS Hannelore Kohl Stiftung seit einem Jahr, davor eigenes Regelwerk“ (American Football)
- „eine gute boxtechnische Grundausbildung“ (Boxen)
- „spezifisches Training, reduzieren von Risikofaktoren (Boden, Ohrschutz)“ (Ringen)
- „regelmäßige neurologische Untersuchungen vor und nach dem Wettkampf, Dokumentation im Wettkampfpass, bei Bedarf neuropsychologische Testung“ (Boxen)
- „ImPACT Test“ (Rodeln, Bob)
- „BISp Handlungsempfehlungen nach Gänsslen/ Schmehl, Taschenkarte Concussion Recognition Tool“ (American Football)

- › „Koordinationsprogramm, Risikoabschätzung beim Wettkampf (Sprünge etc.), Schulung der Trainer/Physiotherapeuten/Ärzte zum Erkennen einer Concussion“ (Snowboard)
- › „je nach Sportart Auswertung von Unfällen Statistiken seit 1993“ (Fallschirm).

Nennungen zu Regeln zum Schutz vor Concussion waren:

- › „Kopfstöße sind verboten, die Kämpfer werden vor jedem Kampf ermahnt, auf ihre Deckung zu achten, außerdem sitzt immer ein Arzt am Ring und es gibt strenge Schutzsperrn je nach Schwere des KO“ (Boxen)
- › „Regelwerk und Vorgaben des internationalen Verbandes (AIBA) und des nationalen Verbandes DBV insbesondere genaue Festlegung von Schutzsperrn, Verbot für sportartspezifisches Training, Return-to-Play, Wettkampfsperrn“ (Boxen)
- › „u. a. festgelegte Sperrn nach Schwere der SHT“ (Boxen)
- › „bis einschließlich Jugend Tragen eines Kopfschutzes, gut gepolsterte Handschuhe (Boxen), Helmpflicht Helmpflicht“ (z. B.: American Football, Baseball, Reitsport, Snowboard, Ski alpin, Luftsport, Bob, Skeleton, Rodeln, Reiten, Radsport, Kanu)
- › „3-Minuten-Regel, alleinige Zuständigkeit des Mannschaftsarztes nach Kopfverletzungen für Weiterspielen, kein hoher Ellenbogen beim Kopfball“ (Fußball)
- › „minimale Trainings- und Wettkampfsperrn für 10 Tage, Wiederaufnahme erst nach Freigabe durch einen involvierten Arzt“ (Ski cross)
- › „ImPACT Test vor Saison als Baseline, Arztpflicht nach jedem Sturz und danach erst weitere Freigabe“ (Bob, Skeleton)
- › „erhöhte Strafen bei Check von hinten usw. Baseline-Untersuchungen mittels SCAT-2/3“ (Eishockey)
- › „gefährliches Spiel wird genauso wie Fouls geahndet“ (Feldhockey)
- › „WS-Protektoren“ (Snowboard).

4.7.3.1 Effektivität einer Regeländerung im Fußball

Zur Beurteilung der Effektivität der in der Saison 2006/2007 eingeführten Regeländerung, Angriffe (z. B. mit dem Ellenbogen) auf den Kopf stärker zu bestrafen, im Hinblick auf eine Abnahme der Inzidenz von Concussions, wurden diese in der Fußball Bundesliga wie unter 3.5 beschrieben von 2000/2001 bis 2005/2006 sowie 2007/08 bis 2013/14 ermittelt und verglichen. Tab. 9 zeigt die gesamten Inzidenzraten.

Ein Vergleich der beobachteten Zeiträume zeigt, dass es zu einer signifikanten Abnahme aller Verletzungen im Kopfbereich (Inzidenzrate pro 1000 Spielstunden von 2,37 auf 1,7), nicht jedoch zu einer signifikanten Abnahme an diagnostizierten Concussions kam (von 0,61 auf 0,43, $p = 0,12$ bei einem 95 %-Konfidenzintervall von 0,91-2,17).

Tab. 9: Inzidenzraten der Bundesliga Saisons 2000/01 - 2012/13

(a) gesamt

(b) 2001/02-2005/06 und 2007/08-2012/13

(a)

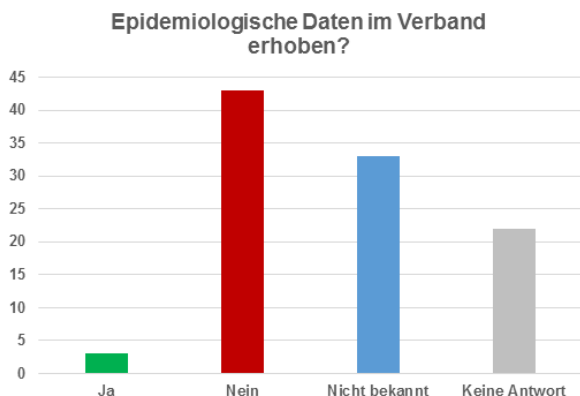
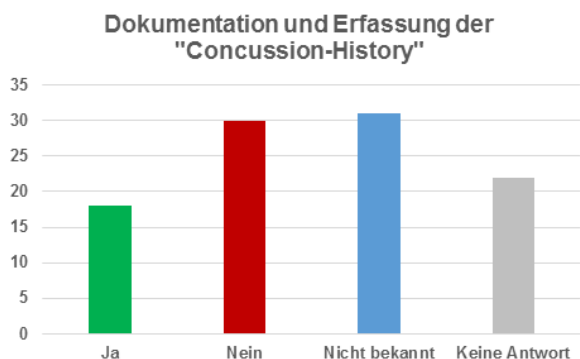
	Gesamt	Inzidenzraten (IR) (pro 1000 h Spieleexposition)	Inzidenzraten (IR) 95 % CI
Spieleexposition h	177584		
Verletzungen	356	2.02	1.82 – 2.24
Concussion/SHT	90	0.51	0.41 – 0.62
Gesichts-/ Kopfverletzungen	89	0.50	0.41 – 0.62
Kontusion	42	0.24	0.18 – 0.32
Lazerationen/ Abschürfungen	119	0.67	0.56 – 0.80
Andere	16	0.09	0.06 – 0.15
Verdacht auf Concussion	53	0.30	0.23 – 0.39
Verletzungen mit an- schließenden Ausfalltagen	329	1.85	1.66 – 2.06
Mittelwert + SD der Aus- fallzeit (Fehltage)	9 ± 10		
Median der Ausfallzeit (Fehltage)	5		
Spannweite der Fehltage	0–62		
1-3 Tage	73		
4-7 Tage	152		
8-28 Tage	89		
> 28 Tage	15		
Verletzungen ohne Ausfallzeit	27	0.15	0.10 – 0.22

Tab. 9 (Forts.)

	00/01-05/06			07/08-12/13			p
	IR pro 1000h of match exposure	IR 95 % CI	82.692,5	IR pro 1000h Spiel-exposi- tion	IR 95 % CI	81.416,5	
Spielexposition h							
Verletzungen	196	2.37	138	1.70	1.40	1.13 - 1.74	0.003
Concussion/SHT	50	0.61	35	0.43	0.31 - 0.60	0.91 - 2.17	0.12
Gesichts-/Kopferletzungen	48	0.58	40	0.49	0.36 - 0.67	0.78 - 1.80	0.44
Kontusionen	21	0.25	17	0.21	0.13 - 0.34	0.64 - 2.31	0.55
Lazerationen/Abschürfungen	70	0.85	40	0.49	0.36 - 0.67	1.72	1.17 - 2.54
Anderer	7	0.08	6	0.07	0.03 - 0.16	1.15	0.39 - 3.42
Verdacht auf Concussion	27	0.33	26	0.32	0.22 - 0.47	1.02	0.60 - 1.75
Verletzungen mit anschließenden Ausfalltagen	173		138				
Mittelwert + SD der Ausfallzeit (Fehltag)	9 ± 10		9 ± 10				
Median der Ausfallzeit (Fehltag)	6		5				
Spannweite der Fehltag	0 - 62		0 - 52				
1-3 Tage	37		31				
4-7 Tage	80		65				
8-28 Tage	47		36				
> 28 Tage	9		6				
Verletzungen ohne Fehltag	23		0				

4.7.5 Awareness/Sensibilisierung

Um die von Concussions ausgehenden Gesundheitsgefährdungen im Spitzensport zu minimieren, müssen alle Beteiligten (Sportlerinnen/Sportler, Trainerinnen/Trainer, Schiedsrichterinnen/Schiedsrichter, Angehörige und Ärztinnen/Ärzte) über die neuesten Leitlinien informiert sein und diese umsetzen. Nach der Literatur ist dies bei vielen Aktiven, Trainerinnen und Trainern sowie Betreuer-teams nicht der Fall. Auch bei den behandelnden Ärzten gibt es Wissensdefizite, wobei weniger als 40 % mit den aktuellen Leitlinien vertraut sind (Donaworth et al., 2016; Kemp et al., 2016; Newton et al., 2014; Haran et al., 2016; Lynall et al., 2013; Lebrun et al., 2013). **Es ist belegt, dass Aufklärung zum Thema die Inzidenz von Concussions reduziert und das Outcome verbessert** (Kaut et al., 2003; Hanson et al., 2014; Kerr et al., 2015; 2014).



4.7.6 Präventions- und Fair-Play Konzepte

Die Webrecherche dieser Expertise zeigt, dass zum Thema Concussion im Sport einige Präventionskampagnen und -projekte existieren, die darauf ausgerichtet sind, Information und Aufklärung der Bevölkerung über unterschiedliche mediale Kanäle zu erzielen. Damit soll insbesondere einer zumeist noch verbreiteten Bagatellisierung entgegen gewirkt werden – die Concussion soll ernst genommen und im Sinne der Gesunderhaltung der Sportler und Sportlerinnen richtig eingeschätzt werden.

Dabei steht nicht die wissenschaftliche oder medizinische Betrachtung im Mittelpunkt sondern die verständliche Aufarbeitung und Präsentation der Inhalte und ein möglichst breiter Zugang dazu.

Zielgruppen sind z. B. Eltern, Trainerinnen/Trainer, Lehrerinnen/Lehrer oder Sportbetreuer und -betreuerinnen, wie z. B. auch Physio- oder Sporttherapeuten und -therapeutinnen.

Inhalte sind allgemeine Informationen zur Concussion, Hinweise zur Erkennung von Symptomen, einfache „erste Hilfe Maßnahmen“ und Empfehlungen zum weiteren Umgang damit. In Deutschland wurden 2 größere Initiativen gefunden:

4.7.6.1 „Schütze Deinen Kopf“ – Gehirnerschütterungen im Sport

Auf Initiative der ZNS - Hannelore Kohl Stiftung soll diese Kampagne in Deutschland alle am Sport Beteiligten für das Thema Concussion sensibilisieren und durch Aufklärung mögliche Spätfolgen vermeiden.

Zur Kampagne gehören:

- Kampagnenwebseite, App, Informationsbroschüren, Flyer und Plakate
- Taschenkarte zum „ERKENNEN UND HANDELN“ bei Concussion (für „Jedermann“)
- Kurzform des SCAT-3 Sport Concussion Assessment Tool und Child-SCAT3 Sport Concussion Assessment Tool für Kinder von 5 bis 12 Jahren (für medizinische „Betreuer“)
- Stufenschema „Zurück in die Schule“ und „Zurück zum Sport“
- Ein Ratgeber für betroffene Angehörige (v. a. nach schwerem SHT)

- › Fortbildungen und Informationsveranstaltungen für Sportler und Sportlerinnen, Trainer und Trainerinnen, Physiotherapeuten und -therapeutinnen, Betreuer-teams sowie Lehrpersonal und Eltern

Quelle: www.schuetzdeinenkopf.de

4.7.6.2 Stop Concussions e. V.

Der Verein stopconcussions Germany e. V. hat sich zum Ziel gesetzt, Spielerinnen und Spielern, Eltern, Trainerinnen/Trainern und Offiziellen die Problematik von Gehirnerschütterungen und deren Folgen bei Kontaktsportarten näher zu bringen und möchte mittelfristig dafür sorgen, dass sich die Kultur im Umgang mit Gehirnerschütterungen und deren Folgen verändern wird, nicht jedoch das Spiel selbst.

Mittel ist z. B. die Bekanntmachung von Einzelfällen, deren Folgen und Konsequenzen. Dafür agiert der Verein mit dem Einsatz von Botschaftern (zumeist Betroffene) aus den klassischen Risikosportarten, Eishockey, Formel 1, American Football), der Durchführung von Lehrgängen für Trainerteams, Physiotherapeuten und -therapeutinnen, Betreuer-teams, Aktive und Eltern sowie einer themenspezifischen Öffentlichkeitsarbeit zum Thema.

Stop Concussions e. V. kommuniziert einen 4-Punkte-Plan:

- › Aufklären
- › Vorbeugen (z. B. Respekt und Fairplay, Verminderung der Anzahl der Vollkontakt-Trainingseinheiten, Baseline-Testing und Soforttests nach einem Hit)
- › Helfen (Beratungsplattform für jeden Aktiven und dessen Familie)
- › Forschen

Quelle: www.stopconcussions.de

4.7.6.3 Weitere Kampagnen

Vor allem in den USA finden sich weitere groß angelegte Programme und Maßnahmen, die Informationsmaterial, Videotutorials, Online-Schulungsprogramme, u. v. m. zum Thema sammeln, aufarbeiten und über sämtliche Medienkanäle verbreiten. An dieser Stelle sollen nur einige groß angelegte Projekte ergänzend aufgeführt werden:

- › Michigan NeuroSport Concussion Education for Coaches & Michigan NeuroSport Concussion Education for Parents (<http://www.uofmhealth.org/conditions-treatments/brain-neurological-conditions/concussion/concussion-education>)
- › Heads Up! (<http://www.cdc.gov/HeadsUp/>)
- › Sports Concussion Institute (<http://concussiontreatment.com>)
- › Connecticut Athletic Trainer's Association/Concussion (<https://cata45.wildapricot.org/Concussion>)
- › StopConcussions foundation (<http://www.stopconcussions.com>)
- › A.T. Still University's (ATSU) Concussion Program (<http://www.atsuconcussion.com/index.html>)
- › Concussion Prevention/Canadian Centre For Ethics In Sport (<http://cces.ca/concussion-prevention>)

5 Concussion Management in Risikosportarten der deutschen Spitzensportverbände

Die folgende Ergebnisdarstellung ist auf Basis der Konzeption der Gesamtbefragung strukturiert. Zu jeder, der als Risikosport für Concussion eingestuften Sportart, werden die Ergebnisse der quantitativen Teilstudie, die qualitativen Ergebnisse und ggf. weitere Recherchen zusammengetragen.

Unter dem Gesamthema Concussion werden dabei folgende Kategorien und Subkategorien zusammengeführt:

- › Concussion in der Sportart, bzw. die Einschätzung der Relevanz des Themas für die jeweiligen Sportart (Know How, Datenlage, Risikobewertung)
- › Organisation und Struktur in der Sportart, bzw. die Voraussetzungen zur gesamtmedizinischen Betreuung (Aufgaben und Funktionen, Kommunikation, Strukturen, Ressourcen)

- › Umgang mit Concussion in der Sportart (Diagnostik, Versorgung, Return-to-Competition, Nachsorge)
- › Maßnahmen zum Schutz vor Concussion (Verhaltens- und Verhältnisprävention)

5.1 American Football

Die Dachorganisation des American Footballs in Deutschland ist der American Football Verband Deutschland e. V. (AFVD). Der AFVD besteht aus zehn Landesverbänden mit 450 Vereinen und 45.000 Mitgliedern (Stand 2012). Der AFVD wurde erst 1982 gegründet und ist seit 1993 Mitglied des Deutschen Olympischen Sportbundes (DOSB).

Die Ligastruktur in Deutschland ist sehr vielseitig: GFL German Football League, zweite Bundesliga, Regional-, Ober-, Landes-, Aufbau-, Jugend-, Jugendaufbau-, Jugendflag- und Flagfootball Liga sowie Damenbundesliga. Die Bundesligen werden direkt durch den AFVD betreut und organisiert, die regionalen Ligen von den zuständigen Landesverbänden. 190 Herren-, 150 Jugend- und 50 Flagfootballmannschaften sowie 18 Damenmannschaften nehmen am Punktspielbetrieb des AFVD teil (Stand 2012).

Concussions im American Football sind seit längerem insbesondere in Nordamerika ein medial viel beachtetes Thema. Die bestehenden wissenschaftlichen Initiativen wurden 1994 durch das von der NFL eingerichtete Mild Traumatic Brain Injury Committee verstärkt. Dieses wurde 2010 durch das Head, Neck and Spine Committee abgelöst. Seitdem wurden eine Vielzahl von Studien zu Concussions beim American Football veröffentlicht (Yengo-Kahn et al., 2016).

Die Sportart wird aufgrund des offensichtlich hohen Risikos für Concussion in die vorliegende Expertise einbezogen. American Football gehört zwar nicht zu den olympischen Spitzensportverbänden innerhalb des DOSB, aber aus der Literaturrecherche ergeben sich entsprechende Merkmale für die Sportart als Kontakt- und Kollisionssportart.

In die Umfrageanalyse fließen 3 Befragungen ein (2 Fragebögen, 1 Interview). Die befragten Verbandsärzte betreuen zusammen ca. 300 Aktive und sind seit ca. 5 Jahren im Verband für verschiedene männliche und weibliche Kader tätig. Zudem wurde ausgehend von

der Webseite des AFVD und Hinweisen aus den Befragungen nach sekundären, vertiefenden Informationen zum Thema gesucht.

Im Zeitraum von 1996 bis 2007 wurden in der NFL offiziell 1641 Concussions während eines Spiels registriert. Damit betrug die Inzidenz 0,4 Concussions pro Spiel. Die relative Inzidenz war beim Passing Play am höchsten (36 %) gefolgt vom Rushing Play (31 %), Kickoff (16 %) und Punt (10 %). Die Spielposition korreliert ebenfalls mit dem Risiko einer Concussion. In NFL-Spielen erleiden Quarterbacks mit 16,2 pro 1000 Athletes Exposures (95 % CI, 12,2-20,2) deutlich mehr Concussions als Wide Receivers, Tight Ends und Defensive Secondaries (12,3, 9,3 und 9,2 pro 1000 Athletes Exposures) (Yengo-Kahn et al., 2016; Casson et al., 2010; Pellman et al., 2004).

In der Befragung wird das Risiko für Concussion im American Football von Verbandsärzten einvernehmlich als sehr hoch eingeschätzt. Häufig (10-30 Mal) stellten die Befragten die Diagnose in den letzten 3 Jahren. Insgesamt sind den Ärzten sieben Aktive aus den letzten 3 Jahren bekannt, die bereits mehrfach eine Concussion erlitten haben.

Mehrere Studien belegen das Concussions im Wettkampf häufiger sind als im Training (12 % vs. 88 %). Beim Tackling ist die Inzidenz höher als beim Block, unabhängig davon ob ein Spieler bzw. eine Spielerin tackled oder getackled wird. (65 % zu 35 %). In den häufigsten Fällen liegt einer Concussion ein Helm zu Helm Kontakt zu Grunde (68 %) gefolgt von Körper zu Helm Kontakten (21 %) und Helm zu Boden Kontakten (11 %) (Yengo-Kahn et al., 2016; Casson et al., 2010; Pellman et al., 2004).

Laut Umfrage ereigneten sich die Verletzungen in Deutschland sowohl im Training als auch im Spiel. Als typische Ursachen werden in der Umfrage „Direkte Gewalteinwirkung auf den Kopf durch Stoß/Schlag“ (100 %), „Direkte Gewalteinwirkung auf den Kopf durch Kollision/Kontakt“ (100 %) und „Direkte Gewalteinwirkung auf Kopf/HWS“ angegeben. Auch indirekte Gewalteinwirkungen (weitergeleitet vom Körper auf den Kopf) angegeben (50 %).

Den Teilnehmenden der Onlineumfrage ist nicht bekannt, ob der AFDV bereits epidemiologische Daten zu Concussions erhoben hat. Sekundärrecherchen ergaben ein ähnliches Ergebnis. Auf den Verbandsseiten wurden keine Verletzungsstatistiken oder spezifische Daten zur Epidemiologie von Concussion in Deutschland

gefunden. Von Baltzer (1998) wurde ein Beitrag in der Zeitschrift Unfallchirurgie gefunden: „American-Football-Verletzungen in der deutschen Bundesliga: Verletzungsrisiko und Verletzungsmuster“. Allerdings lag der Untersuchungszeitraum zwischen 1995-1997 und damit weit vor verschiedenen Regel- und Spieländerungen der jungen Sportart (Baltzer & Ghadamgahi, 1998).

Auch lassen sich keine Medienberichte von betroffenen Spielerinnen und Spielern der Bundesliga oder Nationalmannschaft (im Gegensatz zu Berichten von deutschen Spielerinnen/Spielern in der NFL) online finden. Die Medienpräsenz rund um den „deutschen Ableger“ der Amerikanischen Profiliga ist gering.

Wenn sich Athleten im American Football eine Concussion außerhalb von Verbandsmaßnahmen zuziehen, werden die Verbandsärzte „nicht systematisch“, bzw. „gar nicht“ informiert. Die befragten Ärzte tauschen sich im umgekehrten Fall immer mit dem Vereinsarzt und zum Teil mit dem Hausarzt, dem Verbandstrainer, den medizinischen Abteilungen von Verband und Verein aus. Ob die „Concussion-History“ der einzelnen Spitzensportathleten des AFVD erfasst und dokumentiert wird ist nicht bekannt bzw. wird verneint.

Die Strukturen und Abläufe zur medizinischen Betreuung der Sportler im AFDV sind wenig systematisiert, vernetzt oder standardisiert. Insbesondere aufgrund der noch jungen Vergangenheit des Verbandes und fehlender personeller und finanzieller Ressourcen scheinen Abläufe und Kommunikation von wenigen ehrenamtlich engagierten Ärzten abzuhängen. Hier wurde großer Bedarf für eine Verbesserung geäußert, insbesondere um die flächendeckende ganzheitliche Betreuung und eine zuverlässige Verletzungsdokumentation gewährleisten zu können und z. B. Spielerinnen und Spieler mit Symptomen oder Mehrfachdiagnosen von Concussions zu erkennen und adäquat zu behandeln.

Auf die Frage, auf welche spezialisierten Experten die Verbandsärzte für eine differenzierte Diagnostik, Behandlung, Therapie und „das Management des Return-to-Competition“ zurückgreifen würden, gaben die Befragten an, Neurologen/Neurologinnen, Neuroradiologen/-radiologinnen Physiotherapeuten und Sportphysiotherapeuten einzubeziehen, auf Neuropsychologen/-psychologinnen wird nicht zurück gegriffen.

Die im „Verband tätigen Ärzte oder Betreuer“ führen laut Fragebogen zum Teil 'Concussion-Baseline-Tests' durch. Als Instrument und Zeitpunkt der Basistestungen wurde die „Scan-Karte“ und „bei Verdacht“ genannt. Hier liegt die Vermutung nahe, dass es sich um einen Tipp-Fehler handelt und „SCAT-Karten“ heißen könnte, die laut Interview im Pocketformat (Aktion „Schütze deinen Kopf“) an alle Verbandsärzte zur Unterstützung bei akuter Concussion-Diagnostik auf und neben dem Platz verteilt wurden.

Im American Football werden zur „On-Field-“ und Sideline-Diagnostik SCAT-3 Pocket-Karten in der Kurzversion eingesetzt. Als Verbands- oder sportartspezifische „Leitlinien/Protokolle zur Erfassung, Behandlung und zum „Return-to-Competition“ bei Verdachtsdiagnose Concussion werden SCAT-3 und die Leitlinien der Hannelore-Kohl-Stiftung angegeben.

Im American Football existieren spezifische Maßnahmen zum Schutz der Sportler vor einer Concussion. In der Befragung werden zur Kategorie Prävention und Prophylaxe immer wieder Module der Initiative „Schütze Deinen Kopf“ genannt, die mit der zugehörigen Informationsbroschüre, App und Pocketcard bereits seit mind. 2 Jahren als Handlungsempfehlung für die betreuenden Ärzte gilt. Als Instrument zur Kategorie Diagnostik fällt häufig der Begriff „SCAT-Karte“, bei Fragen zur Kategorie „Return-to-Play“ wird auf das 6-Stufen Konzept verwiesen. Die Materialien sind außerdem Inhalt von Schulungen und Fortbildungen. Auf der Homepage des Landesverbandes NRW führt ein direkter Link zur Kampagne der Hannelore Kohl Stiftung. Auf den Seiten des Bundesverbandes konnte keine entsprechende Verlinkung gefunden werden. Ein besonderer Fair-Play- oder Respekt-Kodex war keinem der Ärzte bekannt.

Als verpflichtende „Teile der Ausrüstung für die Athleten und Athletinnen, die dem besonderen Schutz vor einer Concussion dienen?“ wurde der Helm genannt, der im American Football bereits seit Bestehen des AFVD Pflicht ist und nach Meinung der befragten Ärzte auch zu einer Verminderung der Concussion-Rate führt. Zudem wird der Mundschutz als Protektion erwähnt. Als sicherheitstechnische Maßnahmen werden das „Abpolstern der Goalposts“, „weiche Platzmarkierungen“ und „Auslaufzonen“ genannt, die zum Teil als wirksam eingeschätzt werden.

Als „Spezifische Trainingsprogramme, die der Vorbeugung einer Concussion dienen sollen“ werden „Übungsprogramme für Hals- und Nackenmuskulatur“, und „Anleitung zur korrekten Tackletechnik“ genannt.

Laut Ärzteteam des AFDV existieren „... Absichten oder konkrete Planungen“, die Spielregeln weiter zu verschärfen, härtere Strafen auszusprechen und Statements, Guidelines, o. ä. zum Umgang mit Concussion festzuschreiben und zu veröffentlichen. Außerdem sollen Vorträge auf Trainer- und Schiedsrichterlehrgängen und eigene Fortbildungsveranstaltungen in Kooperation mit einem Krankenhaus eingeführt werden.

5.2 Basketball

Die Sportart Basketball ist in Deutschland im Deutschen Basketball Bund (DBB) organisiert. Der DBB ist Dachverband der 16 Landesverbände mit rund 2.000 organisierten Vereinen/Abteilungen und > 190.000 Aktiven (basketball-bund.de). Er ist verantwortlich für den Amateur-Leistungssport (Nationalmannschaften, deren Förderung und Planung) und Breitensport. Der Verband ist zudem zuständig für Regeln, Ausrichtung von Länderspielen nationalen und internationalen Events, technische Überwachung und Entwicklung. Im DBB sind aktuell neun Nationalmannschaften organisiert. Der DBB gehört zu den 34 olympischen Spitzenverbänden im DOSB. International agiert der DBB unter dem Dach des europäischen Basketball-Verbandes FIBA Europe sowie dem Basketball-Weltverband FIBA. Die Profivereine werden in der Basketball Bundesliga GmbH (BBL) organisiert, sie ist verantwortlich für Spielbetrieb und Organisation der Bundesliga (Quelle: www.DBB.de, 08.2016).

Im deutschen Profisport machen Verletzungen beim Basketball 4 % der Gesamtkrankheitslast aus. Die Sportart gehört zu den Kollisionssportarten mit einem besonderen Risiko für Kopf-Kopf-Kollisionen oder Kopf-Ellbogen-Kollisionen vor allem im Spiel 1:1 unter dem Korb (Padaki, Cole & Ahmad, 2016).

Die Inzidenz von Concussion im amerikanischen College Basketball beläuft sich nach McCarthy et. al. auf 0,48-0,61 pro 1000 Athletes Exposures. Im High School Sport ist diese Rate etwas niedriger. Concussions stellen dabei 13 % der Gesamtkrankheitslast bei Frau-

en und 10 % bei Männern dar. Für Deutschland gibt es keine vergleichbaren Zahlen (Zuckerman et al., 2015; Jagodzinski & de Muni, 2005; Ghosh et al., 2000).

In die Umfrageanalyse zur Sportart Basketball fließen 2 Fragebögen und ein Experteninterview ein. Es wurden nur Fragebögen von Teilnehmenden einbezogen, die Angaben explizit zum Basketball machten und die als Verbandsärzte im DBB aktiv sind. Ergänzend gingen zwei Fragebögen ein, bei denen nicht eindeutig zuzuordnen war, ob sich die Angaben der Befragten auf Basketball, Rollstuhlbasketball oder Rudern bezogen, da die Ärzte auf die Frage in welcher Sportart sie aktiv seien, Mehrfachangaben machten. Zudem wurden ausgehend von den Webseiten der FIBA, des DBB und der NBA nach Informationen zum Thema gesucht.

Das Risiko für Concussion im deutschen Basketball wird von den befragten Ärzten als mäßig eingeschätzt. Die Diagnose wurde in den letzten 3 Jahren selten (2 Mal) bzw. nie gestellt, beide Concussions traten im Training auf, es gab laut Angaben keine Aktiven, die mehrfach eine Concussion erlitten.

Als typische Ursachen werden „Direkte Gewalteinwirkung auf den Kopf durch Kollision/Kontakt“ (100 %) und „Direkte Gewalteinwirkung auf den Kopf durch Sturz“ (50 %) angegeben.

Den Teilnehmenden an der Onlineumfrage ist nicht bekannt ob „in ihrem Verband bereits epidemiologische Daten zu Concussion erhoben“ wurden (100 %).

Dabei wird die Concussion im Basketball im Interview jedoch aufgrund der allgemeinen Entwicklung der Sportart und zahlreicher beobachteter Kollisionen als ein relevantes Thema eingestuft und auf ein hohes und zugleich wachsendes Risiko für die Spielenden hingewiesen, auch wenn bislang wenige Diagnosen gestellt wurden. Im Basketball werde noch keine klare Definition und Klassifizierung der Concussion zugrunde gelegt und die Abgrenzung von anderen Schädel-Hirn-Verletzungen sei deshalb erschwert. Die Schilderung unspezifischer Fallbeispiele und Symptome („Beule, Brummschädel, KO“) deutet ebenfalls darauf hin.

Die medizinische Betreuung der Basketballspieler und -spielerinnen in Deutschland wird auf Ebene der Nationalmannschaften (olympischer Spitzensport) durch Verbandsärzte organisiert.

Die Vereinsärzte der Bundesliga-Vereine organisieren sich seit 10 Jahren unter dem Dach der Deutschen Basketballärzte e. V. („BasketDocs“).

Die befragten „Ärzte tauschen sich ... im Fall einer Concussion eines ihrer Athleten ...“ mit dem Vereinsarzt, dem Verbandstrainer, dem Vereinstrainer und den medizinischen Abteilungen von Verband und Verein aus. Ein Austausch mit dem Hausarzt findet nicht statt.

„... wenn sich einer ihrer Athleten eine Concussion im Rahmen einer Vereinstätigkeit zuzieht ...“, werden die Verbandsärzte im Basketballsport laut Fragebogenaussagen „nicht systematisch“, bzw. „gar nicht“ informiert.

Die Aussagen des Online-Surveys zur systematische Erfassung der „Concussion-History“ sind zum Teil widersprüchlich. Ein Verbandsarzt beschreibt, dass Concussion systematisch mit einer „verbandseigenen Dokumentation“ erfasst würden, dem 2. Umfrageteilnehmer ist keine systematische Erfassung bekannt.

Es wird auf den Bedarf einer systematisierten Kommunikation, Betreuungsstruktur und Verletzungsdokumentation innerhalb des Deutschen Basketballbundes aber auch in Kooperation mit den Vereinen aufmerksam gemacht, um Spielerinnen oder Spieler mit Symptomen oder Mehrfachdiagnosen zu erkennen und adäquat zu behandeln. Eine Optimierung der Prozesse scheitert jedoch oft an personellen und zeitlichen Ressourcen.

Die Teilnehmenden an der Umfrage gaben, an Neurologen/Neurologinnen und Neuroradiologen/-radiologinnen in die Diagnostik der Concussion einzubeziehen, ein Teilnehmer gab an, auf Physiotherapeuten/-therapeutinnen und Sportphysiotherapeuten/-therapeutinnen zurückzugreifen, keiner der Ärzte greift auf Neuropsychologen/-psychologinnen zurück.

Die im „Verband tätigen Ärzte oder Betreuer“ führen laut Fragebogen keine „Concussion-Baseline-Tests“ im Basketball durch.

Die Diagnosestellung einer Concussion im Basketball ist noch nicht systematisiert. Weder „auf dem Spielfeld“ noch „an der Seitenlinie“ oder im weiteren Prozess gibt es festgeschriebene oder gängige Untersuchungen. Vielmehr ist der gängige Diagnoseprozess ein individuell durch den jeweils behandelnden Arzt gesteuerter Prozess, der durch die typische, komplexe Symptomlage ebenso, wie durch den zeitlichen Druck aber auch durch unklare Definition und Klassifizierung erschwert wird. Man sei sich der Verantwortung und Komplexität bewusst und an evidenzbasierten Daten interessiert, um eine fundierte Entscheidung darüber treffen zu können, ob ein Spieler bzw. eine Spielerin weiter spielen/trainieren darf oder nicht. Werde eine Concussion aufgrund einiger genannter Symptome (Orientierung, Kopfschmerzen, ...) vermutet, sei die Weiterleitung an Fachärzte, v. a. an Neurologen/Neurologinnen gängige Praxis. Zudem wurde angegeben, dass, ggf. auch mehrmals, bildgebende Diagnostik eingefordert worden sei.

Baseline-Testungen seien zwar bekannt, würden jedoch nicht durch den Verband durchgeführt/dokumentiert, weil die zeitlichen und personellen Ressourcen fehlten, an den Olympiastützpunkten keine Neurologen bzw. Neurologinnen seien und die Verantwortung für die Tests in den Vereinen liegen sollte.

Es waren keine verbands- oder sportartspezifischen „Leitlinien/Protokolle zur Erfassung, Behandlung und zum „Return-to-Play“ bei Verdachtsdiagnose Concussion bekannt. Man muss davon ausgehen, dass Behandlung und Erstellen eines Return-to-Play Protokolls im Basketball dem jeweils behandelnden Arzt überlassen bleibt, aber nicht systematisiert abläuft.

Besonders durch die Erfahrung der betreuenden Ärzte mit Spielern, die in der amerikanischen Profiliga (NBA) spielen, sei man sich jedoch darüber im klaren, welche Folgen entstehen könnten, wenn ein jemand mit einer Concussion unmittelbar wieder in Training oder Wettkampf zurückkehren würde, noch nicht vollständig kuriert sei oder mehrfach eine Concussion erleide. Vereinzelt käme das „graduated protocol der NBA“ zur Anwendung.

„Spezifische Regeln zum Schutz der Sportler vor einer Concussion“, „ein besonderer Fair-Play- oder Respekt-Kodex mit dem Ziel die Sportler vor einer Concussion zu schützen“ sind den Umfrageteilnehmern nicht bekannt.

Die Aufmerksamkeit und Sensibilisierung zum Thema sei hoch. Als Auslöser dafür wurden die Sportarten Eishockey, American Football und Baseball genannt, der Blick in die amerikanische Profiligena NBA, der Kontakt zum Teampsychologen einer Eishockeyprofimannschaft, und der Fall Christoph Kramer im Endspiel der WM 2014. Der Bedarf für weitere Sensibilisierung der medizinischen Betreuer aller Kadergruppen wurde jedoch als hoch eingeschätzt und für sehr wichtig eingestuft. Austausch und Fortbildung wurden als mögliche weiterführende Maßnahmen dazu genannt. Maßnahmen zur Protektion oder zu sicherheitstechnischen Maßnahmen wurden für schwer durchführbar bewertet, die Wirkung könne nur eingeschätzt werden.

Im deutschen Basketball gibt es weder verpflichtende noch typische freiwillig genutzte „Teile der Ausrüstung für die Athleten, die dem besonderen Schutz vor einer Concussion dienen“. Ein Umfrageteilnehmer nennt die Bande am Spielfeld als „weitere sicherheitstechnische Maßnahme zum Schutz vor Concussion“.

„Spezifische Trainingsprogramme, die der Vorbeugung einer Concussion dienen sollen“ sind im Basketball nicht bekannt. Zudem existieren im Basketballverband weder „... Absichten oder konkrete Planungen zur Prävention von Concussion“ noch „...Absichten oder konkrete Planungen zur Festschreibung von Statements, Guidelines, o. ä. zum Umgang mit Concussion“.

„Weiterführendes Interesse am Thema Concussion (z. B. Infomaterial, Fachtagung, spezifische Schulungen, Diagnose- und Management-Tools, ...)“ sei vorhanden.

Aus der Sekundärrecherche ergaben sich folgende Fallbeispiele mit Concussion im deutschen Basketball:

Im Mai 2015 fiel der Nationalspieler und Center Philipp Neumann von den EWE Baskets Oldenburg mit dem Rücken und dem Hinterkopf aufs Berliner Parkett. Er wurde mit Verdacht auf Gehirnerschütterung ins Krankenhaus gebracht (Sport1.de, 05.2015).

Zu Beginn der Erstligarunde der Damen 2014/15 blieb Nathalie Zehender (18) im Training an einem Block hängen, prallte an einer Mitspielerin ab, wurde zu Boden gestreckt und zog sich eine Gehirnerschütterung zu. Die Folge: eine wochenlange Pause. Das Ganze wiederholte sich im Laufe der Saison: Wieder ein Zusammenprall, wieder Diagnose Gehirnerschütterung, wieder eine Pause. Die Ärzte rieten der jungen Frau, ihr Haupt zu schützen. Also bestellte sie sich über das Internet einen handelsüblichen Rugby-Helm. Der Helm, besteht aus Schaumstoff und soll den Aufprall des Kopfes bei Zusammenstößen und Stürzen dämpfen. Die Spielerin ist die bisher erste und einzige Spielerin in der DBBL, die einen Kopfschutz trägt (Badische Zeitung, 11.2015).

In der Regelinterpretation 2015 des Deutschen Basketball Bund e. V. S. 69, Abs. 36.20 wurde folgende Regel gefunden, die zum Schutz vor Kopf-Ellbogen Kollisionen wie folgt ausgeführt wurde:

„Durch heftiges Ellbogenschwingen insbesondere bei Reboundaktionen oder enger Bewachung können schwere Verletzungen entstehen. Wird dabei der Gegenspieler getroffen, kann ein persönliches Foul gepfiffen werden. Kommt es dabei nicht zu einem Kontakt, kann ein technisches Foul verhängt werden.“

Darüber hinaus gelten die internationalen Regeln der FIBA, die ausschließlich die typischen Regeln zum Schutz der Athletinnen und Athleten vor Verletzung enthalten (Definition und Ahndung von Fouls, medizinische Versorgung, technische Vorgaben) und Maßnahmen bei jeder Form von Gewalt.

5.3 Bob, Rodeln, Skeleton

Bob- und Schlittensport ist ein traditioneller Wintersport, der sich ausdifferenziert hat in die Sportarten Bob, Rennrodeln, Skeleton und Naturbahn. Der Bob- und Schlittenverband für Deutschland (BSD) zählt in neun Landesverbänden ca. 100 Vereine mit ca. 8.000 Mitgliedern (Angabe BSD.de, 2016).

Neben der Ausrichtung nationaler und internationaler Sportveranstaltungen, sind die Leistungs-, Breiten- und Freizeitsportförderung des Bob-, Schlitten und Skeletonsports Zweck des BSD sowie die Aus- und Fortbildung insbesondere durch Förderung der sportli-

chen und allgemeinen Jugendarbeit. Internationaler Dachverband ist die Internationale Bobsleigh & Skeleton Federation (IBSF). Der BSD gehört zu den olympischen Spitzenverbänden des DOSB (bsd.de, 08.2016).

Auf BSD.de findet sich in der Rubrik Verband, Satzungen/Ordnungen auch eine verbandseigene Medizinordnung, die als Basis der gesamten medizinischen Versorgung innerhalb des BSD und seiner Nationalmannschaften vorgestellt wird. Inhalt sind die Struktur der medizinischen Kommission und deren Zweck und Aufgabe (mit Beratung in med. Fragen, Anti- Doping, Sportmedizinische Untersuchung, Betreuung der Kadersportler/-sportlerinnen bei zentralen Maßnahmen und Wettkämpfen, ...).

An den Umfragen zu den Sportarten beteiligten sich 3 Verbandsärzte des BSD, die in Summe ca. 300 Aktive betreuen und 76 Jahre Erfahrung in der Betreuung von Athleten aller Kaderstufen männlich und weiblich haben mit Funktionen und Aufgaben in allen routinemäßigen sportmedizinischen Bereichen. Zudem wurde der leitende Verbandsarzt, der zugleich Leiter der internationalen medizinischen Kommission ist, ausführlich interviewt.

Aus der systematischen Literaturanalyse ergab sich zum Zeitpunkt der Expertise keine aussagekräftige Literatur zu Schädel-Hirn-Verletzungen beim Bob, Rodeln oder Skeleton.

Erst nach Durchsicht der Ergebnisse des Online-Surveys rückte die Sportart in den Fokus der Untersucherguppe. Dort beschrieben die befragten Verbandsärzte das Concussion-Risiko von mäßig bis sehr hoch und gaben zu Protokoll, dass sie in den letzten 3 Jahren die Diagnose gelegentlich also 4-9 Mal (1 Umfrageteilnehmer) bis häufig, also 10 – 30 Mal (2 Umfrageteilnehmer) gestellt hätten. Zudem wurden 2 Athleten mit Mehrfachconcussions genannt. Als typische Ursachen wurden „Direkte Gewalteinwirkung auf den Kopf durch Kollision/Kontakt, Sturz und indirekte Gewalteinwirkung auf den Kopf durch Stoß/Schlag und Sturz angegeben und mit dem Hinweis „repetitive Erschütterungen z. B. beim Skeleton mit/ohne Eiskontakt“ versehen. Als Setting wurden Training und Wettkampf genannt.

Im Interview erläutert der leitende Verbandsarzt die möglichen Ursachen noch detaillierter und bezog das vermehrte Aufkommen

von Concussions unter anderem auf repetitive kleine Erschütterungen von Kopf und HWS oder auf das Anschlagen des Kopfes im Viererbob auf den Rücken des Vordermanns. Zudem wurde der Begriff des ‚sledgehead‘ in Bezug auf Schlittenkopfverletzungen erwähnt.

Die Stichwortsuche über die Suchfunktion der Website des BSD zu Concussion; Gehirnerschütterung; Kopfverletzung führte zu einem Artikel vom 08.02.2016: „Bob: Dr. Christian Schneider zum Bobfahren aus sportmedizinischer Sicht.“

Der Chefarzt des Sportorthopädischen Instituts der Schön Klinik in München Harlaching und leitende Verbandsarzt des BSD berichtet darin u. a. zu typischen akuten Verletzungen. Folgende Mechanismen und Diskussionen könnten aus seiner Sicht künftig dazu beitragen, den Bob und Schlittensport zu den Risikosportarten für Concussion zu zählen:

- › „Im Falle eines Sturzes, wenn der Bob während der Fahrt im Eiskanal umkippt, versucht der Athlet möglichst tief im Bob zu „verschwinden“, um nicht mit dem Kopf auf das Eis zu schlagen. Die enorm hohen Kräfte haben discoligamentäre Verletzungen meist der Halswirbelsäule, Kompressionsfrakturen der Lendenwirbelsäule und Gehirnerschütterungen zur Folge. Dies ist abzuklären.
- › Die aktuelle Diskussion um das Thema Concussion (Gehirnerschütterung) hat auch den Bobsport erreicht. Zur Verbesserung der Objektivität nach einer Concussion hat sich der Weltverband IBSF entschlossen, ein standardisiertes Messinstrument verpflichtend einzuführen. Dafür wird ein 20-minütiger Baseline-Test am heimischen Computer zur Beurteilung der zerebralen Belastung und Leistungsfähigkeit durchgeführt. Nach einem verdächtigen Sturz, einer ungewöhnlichen Kollision oder bei auftretenden Symptomen kann so über die Bahn- oder Mannschaftsärzte ein Vergleichstest durchgeführt werden, und das Verhältnis der Messergebnisse mit den klinischen Befunden zur Beurteilung einer Erlaubnis „Return-to-slide“ (Lizenz) herangezogen werden. Damit haben auch Athleten aus allen Teilen der Welt die Möglichkeit von den Erfahrungen der modernen Wissenschaft und Medizin zu profitieren.

- › Aufgrund der hohen Belastung der Hals- und Lendenwirbelsäule ist hier besondere Beachtung auftretenden Beschwerden zu schenken.“

(Quelle: <http://www.bsd-portal.de>)

Die Webrecherche führte außerdem zu zahlreichen Berichten mit Fallbeispielen, von denen hier nur zwei beispielhaft vorgestellt werden sollen:

- › Berchtesgadener Anzeiger online vom 26.02.2016: Bobsportlerin Sandra Kroll (22) vom WSV Königssee kann beim Weltcupfinale im Bobsport am Königssee nur als Zuschauerin dabei sein. Grund dafür ist ein schwerer Sturz vor gut zwei Monaten in Altenberg. Seither laboriert die ehemalige Top-Leichtathletin an den Folgen einer schweren Gehirnerschütterung, die sie am Freitag noch einmal zu einer Untersuchung nach München führt.

(Quelle: http://www.berchtesgadener-anzeiger.de/home_artikel,-Schwerer-Sturz-verhindert-Start-am-Koenigssee-arid,258293.html)

- › Auf den Webseiten des olympischen Teams der USA „TEAM USA.org“ fand sich ein Bericht von PEGGY SHINN vom 13.01. 2016 über Elena Meyers Taylor: ‚Im Januar 2015 in Königssee hatte die Sportlerin nach einem Sturz im 2er Bob zwar das Rennen beendet, war aber danach mit der Diagnose Concussion für die nächsten Rennen gesperrt worden. Die Sportlerin startete noch bei einigen Rennen in der Saison, berichtete aber von Symptomen wie Kopfschmerzen, Müdigkeit Licht- und Lärmempfindlichkeit, Balance-Problemen, Gedächtnisproblemen, emotionalen Problemen und Konzentrationsproblemen. Während eines Praktikums im Sommer wurden ihre Beschwerden schlimmer und sie begann mit einer Behandlung im Cerebrum Health Center, Atlanta‘. Im Bericht wird weiterhin beschrieben, wie die Sportlerin mit den Folgen und einem schweren Weg zurück in Training, Wettkampf und Privatleben gekämpft hat.

(Quelle: <http://www.teamusa.org/News/2016/January/13/How-A-Concussion-Changed-A-Year-Of-Elena-Meyers-Taylors-Life-And-How-Shes-Overcoming-It>)

Für eine differenzierte Diagnostik, Behandlung, Therapie und das Management des Return-to-Competition werden im Bobsport mehrheitlich Neurologen/Neurologinnen, Neuroradiologen/-radiologinnen, Radiologen/Radiologinnen und Physiotherapeuten/-therapeutinnen hinzugezogen. Neuropsychologen/-psychologinnen werden nicht hinzugezogen.

Die Aussagen der Survey-Teilnehmenden zur Frage, ob die Concussion-History im Verband erfasst wird, reichen von „nein“ über „nicht bekannt“ bis „ja“, was vermuten lässt, dass zumindest kein systematisch-einheitliches Vorgehen verankert ist. Das Gleiche gilt für die Kommunikation zwischen Verein und Verband. Auf die Frage „Werden Sie informiert, wenn sich einer Ihrer Athleten eine Concussion im Rahmen einer Vereinstätigkeit zuzieht?“ wird „nein“, „nicht systematisch“ und „ja“ geantwortet, so dass nahe liegt, dass der Austausch von den individuellen Ärzten/Ärztinnen, Athleten/Athletinnen und Trainern/Trainerinnen abhängig zu sein scheint. Die Verbandstrainer informieren im umgekehrten Fall sämtliche an der Betreuung und dem Training Beteiligte aus Verein und Verband. Laut Interviewpartner sind im Gegensatz zu vielen Verbandsärzten in den Spilsportarten, die Verbandsärzte des BSD mehrheitlich auch über das ganze Jahr in die Vereinsmaßnahmen integriert und betreuen die Kadersportler bzw. -sportlerinnen auch außerhalb von Verbandsmaßnahmen und häufig auch nach ihrer Karriere, was Kommunikationsstrukturen und den Austausch zu einzelnen Athleten sowie die Nachverfolgung von Regenerationsprozessen vereinfacht.

Verletzungen im Bobsport werden bei den internationalen Wettkämpfen systematisch erfasst, wurden aber noch nicht publiziert, so dass es noch keinen Zugang zu den Daten gibt.

Jährlich vor der Saison wird als Basistesting im BSD der ImPACT-Test in einer Online-Version durchgeführt, z. B. im Trainingslager oder mit einem Arzt. Zudem wurde angegeben, dass der „ImPACT-Test dann auch als Instrument der ‚Sideline-Diagnostik‘“ und als „Leitlinie/Protokoll zur Erfassung, zur weiteren Behandlung und zum ‚Return-to-Competition‘“ eingesetzt wird.

Online-Tests werden seit 2015 verpflichtend auch für alle internationalen Athleten und Athletinnen durchgeführt. Es wird auf die

niedrigen finanziellen Mittel, fehlende Zeit und Akzeptanz auf nationalem Niveau hingewiesen. Durch die medizinische Kommission bestehe die Empfehlung, zum Beispiel einen SCAT-3 Test durchzuführen vor Ausstellung der „Fit-to slide“-Lizenz. Erfahrungen bestünden auch mit dem ImpACT-Test, der seit der Saison 2015/2016 verpflichtend als Baseline für eine Lizenzerteilung international vorliegen muss. Im Bobsport träten häufiger unspezifische Symptome wie Kopfschmerzen oder Schwindel auf, deren Ätiologie zu klären sei.

Im Fall einer Concussion im Bobsport werde bei einem Sturz zunächst der Bahnarzt konsultiert, der eine Concussion-Screening durchführe. Bei Verdacht auf Concussion werde die Lizenz des Sportlers bzw. der Sportlerin deaktiviert. Diese könne schriftlich durch einen anderen Arzt (ohne konkret vorgeschriebenen Fragenkatalog) wieder beantragt und erteilt werden, und sei demnach abhängig von der medizinischen Expertise des attestierenden Arztes. Sechs Fälle hätten international so ihre Lizenz im letzten Jahr verloren. Die Akzeptanz auf Sportler- und Trainerebene für ein stufenweises Return-to-Competition Protokoll sei jedoch im Bobsport noch nicht so hoch.

Da noch keine Folgeschäden durch Concussion bei Bobsportlern bzw. -sportlerinnen aufgetreten seien, sei vermutlich das Thema Concussion im Bobsport *„noch nicht im Denken angekommen“*.

Als Regeln des Verbandes zum Schutz der Aktiven vor einer Concussion wurden folgende Angaben im Survey gemacht:

- › Tragen eines Helms (seit 1983)
- › ImpACT Test vor Saison als Baseline (seit 2014)
- › Arztpflicht nach jedem Sturz und danach erst weitere Freigabe.

Als verpflichtende oder freiwillige Teile der Ausrüstung für die Aktiven, die dem besonderen Schutz vor einer Concussion dienen (Protektion), wurden genannt:

- › Helm (hier bestünden auch Überlegungen, an der Entwicklung neuer Helme mit anderen Verbänden zusammen zu arbeiten (z. B. mit Airbag), Mundschutz

- › der sicherheitstechnische Ausbau der Wettkampfanlage, Matten
- › Kontusionsschutz
- › Protektoren.

Außerdem gaben die Verbandsärzte an, dass zum Schutz der Sportler vor einer Concussion spezifische Trainingsprogramme zur Stärkung der Muskulatur der Halswirbelsäule (mit Rumpfkraftdiagnostik) durchgeführt würden. Als präventive Absichten und Planungen des Verbandes wurden Massnahmen zur „Verbesserung der Helme“ angegeben.

Alle Verbandsärzte dokumentierten abschließend ihr starkes Interesse an der Thematik.

Die Recherche in den Regelwerken ergibt dazu folgende zitierte Formulierung:

„9.1 Rennarzt

... Der Sportler muss nach jedem Sturz zum Rennarzt zur Untersuchung gehen, um die Genehmigung für die weitere Teilnahme am Training oder am Rennen einzuholen.

Falls der Arzt eine Kopfverletzung vermutet, ist er berechtigt, dem betreffenden Sportler die weitere Teilnahme zu untersagen. In diesen Fällen muss der Rennarzt sofort den Jury-Präsidenten von der Unfähigkeit des Sportlers, weiterhin am Rennen teilzunehmen, in Kenntnis setzen, und der Sportler wird dementsprechend offiziell aus dem Rennen genommen.

Der Rennarzt muss den Jury-Präsidenten unverzüglich davon in Kenntnis setzen und letzterer wird das IBSF-Büro informieren, damit dem betroffenen Athleten zeitweilig die Lizenz entzogen wird.

Ausrüstung

10.16.1 Helm: Alle Aktiven müssen bei Trainings- und Rennläufen einen Vollschutzhelm nach den Sicherheitsnormen ECE bzw. OKM oder DOT tragen, der im Fachhandel erhältlich und käuflich zu erwerben ist. Es dürfen

keine aerodynamischen Elemente zusätzlich am Helm angebracht werden. Es ist Aufgabe und Verantwortung der Nationalverbände, dass die Sicherheitsnormen eingehalten werden.

14.2.8.7 Abpolsterung Polster können auf der Innenseite des Bobs verwendet werden, um Sportler vor Verletzungen zu schützen, unter Einhaltung der Regel 14.2.3 und 14.2.4. Diese können Gummi oder gummiähnliches Material enthalten.“

Quelle: Internationales Reglement BOB (2015)

5.4 Boxen

Der Deutsche Boxsport-Verband e.V. (DBV) ist der nationale Dachverband aller in der Bundesrepublik Deutschland im Boxsport organisierten Landesverbände und Vereine.

Der DBV vertritt die Sportart Boxen und ist verantwortlich für Aus- und Weiterbildung von Trainern und Kampfrichtern sowie von Ringärzten, Wettkampfbestimmungen, Veranstaltungen von internationalen Deutschen Einzel- und Mannschaftsmeisterschaften sowie nationaler und internationaler Turniere, Benennung und Betreuung der Athleten bei internationalen Wettkämpfen, Organisation des Ligabetriebs etc. Internationale Dachverbände sind AIBA und EUBC, zudem ist der DBV Mitglied der olympischen Spitzenverbände im DOSB (Quelle: www.box-sport-verband.de).

Auf box-sport-verband.de finden sich in der Rubrik Downloads die entsprechende Satzung sowie weitere Statuten und Ordnungen. Dokumente mit medizinischen Inhalt sind:

- › Formular zu KO-Meldung und Schutzsperre
- › Ringarztbuch (dieses regelt sehr detailliert med. Einschluss- und Ausschlusskriterien sowie die ärztlichen Pflichten rund um die Betreuung der Sportlerinnen und Sportler im Allgemeinen). Es wird darin nicht spezifische auf Concussion/SHT eingegangen.

Am Survey beteiligten sich 6 Verbandsärzte aus den Boxverbänden, die in Summe ca. 478 Aktive betreuen und 96 Jahre Erfahrung in der Betreuung von Athleten aller Kaderstufen männlich und weib-

lich haben mit Funktionen und Aufgaben in allen routinemäßigen sportmedizinischen Bereichen. Zudem wurde einer der leitenden Verbandsärzte des DBV ausführlich interviewt.

Aus der systematischen Literaturanalyse ergibt sich folgender Sachstand zum Boxen:

Beim Boxen versuchen die Athletinnen und Athleten, gezielt ihren Gegner am Kopf zu treffen. Sie können dadurch akute und chronische neurologische Schäden erleiden. Letztere wurden 1928 erstmalig beschrieben und als „Punch Drunk Syndrome“ bezeichnet. Der Boxsport wurde aufgrund dieser gesundheitlichen Risiken wiederholt kontrovers diskutiert.

Kopfverletzungen machen nach einer amerikanischen Kohortenstudie > 70 % der Verletzungen beim Boxen aus. Unter den Kopfverletzungen waren Concussion die häufigsten (33 %), gefolgt von offenen Wunden (29 %), Frakturen (19 %) und Verletzungen von Nase und Augenbrauen (19 %). Andere Studien geben einen Anteil an Concussions am Gesamtverletzungsvolumen von 6,5 %-51,6 % an. Die Inzidenz von Concussions wird in der Literatur von 5,8 bis 11,4 pro 1000 Athletes Exposures angegeben (Toth, McNeill & Feasby, 2005; Zazryn, Cameron & McCrory, 2006; Zazryn, McCrory & Cameron, 2009; Porter & O'Brien, 1996; American Academy of Pediatrics, 2011).

Die befragten Verbandsärzte beschreiben das Concussion-Risiko mehrheitlich hoch oder sehr hoch. Sie stellten in den letzten 3 Jahren die Diagnose häufig also 10-30 Mal oder oft > 31 Mal. Ein Arzt gab an, 3 Athleten mit Mehrfachconcussions betreut zu haben.

Laut Stand der Literatur verletzen sich sowohl Profis als auch Amateure im Wettkampf häufiger als im Training (57 % zu 43 %). Die Hauptursache für Concussions beim Boxen scheinen nicht die klassischen spektakulären Knockout-Schläge zu sein, sondern mehrere aufeinander folgende Kopftreffer ohne direkt auftretende Bewusstlosigkeit. Letzteres betrifft insbesondere Athletinnen und Athleten mit einer extensiven Kampfhistorie (Jordan, 1987).

Große Unterschiede zwischen dem olympischen Amateur- und Profiboxen wurden vom interviewten Verbandsarzt gesehen, da man bei größeren Wettkämpfen wie Weltmeisterschaften mehr

KO-Siege erlebe als beim Amateurboxen. Letzteres sei nicht zuletzt durch die kürzere Dauer von drei mal drei Minuten weniger prädestiniert für müdigkeitsbedingte Kopftreffer. Allerdings gäbe es auch da eine Grauzone, zumeist wenn Ringrichter und -arzt verlangsamte Reaktionsfähigkeiten nicht einem spezifischen Kopftreffer zuordnen könnten.

Als typische Ursachen für Concussions im Boxen wurden im Survey „Direkte Gewalteinwirkung auf den Kopf durch Stoß/Schlag, Kollision/Kontakt und Sturz“ genannt. Indirekte Gewalteinwirkungen auf den Kopf wurden nicht als Ursache angegeben. Als Setting wurden Wettkampf und Training (Sparringskämpfe) genannt, wenn gleich im Training Schläge auf den Kopf seltener vorkämen.

Für eine differenzierte Diagnostik, Behandlung, Therapie und das Management des Return-to-Competition werden im Boxsport mehrheitlich Neurologen/Neurologinnen, Neuroradiologen/-radiologinnen und Neuropsychologen/-psychologinnen zugezogen. Ergänzend wurde in einem Fragebogen der Neurochirurg genannt.

Die Frage ob die Concussion-History im Verband erfasst wird, wurde von den Teilnehmenden mehrheitlich mit ja beantwortet, 2 Teilnehmer gaben an „nicht bekannt“. Zur Erklärung wurde in den Fragebögen und im Interview angegeben, dass über den Startausweis und die dort aufgeführten Sperren gleichzeitig eine Erfassung/Dokumentation erfolgen würde.

Ein systematischer Austausch zwischen Verein und Verband findet nach Aussagen aller Befragten nicht statt. Allerdings beschreiben einige Ärzte, dass im Fall einer Concussion der Startpass eines Boxers eingezogen werde und ein Austausch dadurch gewährleistet sei.

Ein Survey-Teilnehmer gab an, selbst jährliche Verletzungsstatistiken zu erheben. Ein weiterer beschrieb, dass seit 2010 Erhebungen über die AIBA gemacht würden. Unter den Stichworten „AIBA“ und „Injuries“, sowie direkt ausgehend von der Website des internationalen Verbandes konnte eine entsprechende Dokumentation nicht öffentlich zugänglich gefunden werden.

Als z. T. schwierig für die Verbandsärzte beschreibt der Interviewpartner die Organisation zwischen Ringrichter, Ringarzt und Mannschaftsarzt, da man als Mannschaftsarzt nichts mit der Ent-

scheidung des Ringarztes zu tun habe und zum Teil nicht direkt am Ring platziert sei. Dadurch könne der Mannschaftsarzt den Kampf und ggf. die Entstehung einer Concussion nicht immer gut beobachten und der Ringarzt könne ggfs. Concussion-Symptome nicht optimal einschätzen, da er den Boxenden nicht kenne.

Die Akzeptanz der Ärzte untereinander wurde als hoch eingeschätzt, die Akzeptanz der Sperren bei Trainern/Trainerinnen und Boxern/Boxerinnen hingegen (z. B. beim Einhalten von medizinischen Sperren) in Einzelfällen möglicherweise weniger. Dies sei insbesondere der Fall, wenn kein KO vorgelegen habe, die Definition für eine Concussion jedoch möglicherweise erfüllt sei.

Grundsätzlich müssen Boxende an jedem Morgen vor und nach einem Boxkampf vom Ringarzt untersucht werden, bevor der Mannschaftsarzt aktiv werden darf. Nach dem Kampf sollen z. B. auch neurologische Tests gemacht werden, ein Protokoll oder eine Checkliste gebe es für den Ringarzt jedoch nicht. Die Mannschaftsärzte können also nicht „On Pitch“ oder an der „Sideline“, sondern erst wieder in der Kabine untersuchen. Zudem wird beschrieben, dass im Verlauf der Wettkampftage, Symptome einer Concussion auch morgens bei der Voruntersuchung zunehmend sichtbar, aber von den Athleten bzw. Athletinnen „vertuscht“ würden, weswegen die Mannschaftsärzte versuchen würden, bei diesen Untersuchungen zugegen zu sein.

Baselinetests gehören nicht zu den Standards im Boxverband. Hier wurde jedoch großer Bedarf gesehen, um Diagnostik an Vergleichswerten festmachen zu können und um Boxern/Boxerinnen und Trainern demonstrieren zu können, wann Regenerationsphasen sinnvoll und medizinisch indiziert seien. Diese würden aber zumeist in Eigenregie durchgeführt. Es würde nachdrücklich der Wunsch geäußert, bereits in der Jugend mit Baselinetestungen zu beginnen.

Zur Grunduntersuchung von Boxenden gehören teilweise auch MRTs. Im Survey werden zusätzlich SCAT-Testungen und Angio MR zur Erfassung von anatomischen Besonderheiten genannt, die von einzelnen Ärzten jährlich eingesetzt werden.

Der typische Ablauf im Falle einer Concussion im Boxsport ist nicht systematisiert oder unterliegt Empfehlungen oder Leitlinien. Ähnlich wie in den meisten anderen Sportarten hänge viel vom individuellen Engagement des Arztes, Aktiven und Trainers ab. Dem interviewten Verbandsarzt waren die gängigen Empfehlungen bekannt und er beschrieb entsprechende Handlungsmuster von der Erstbetreuung, bis zum stufenweisen „Return-to-Competition“ für sich persönlich nicht aber für den Boxsport in Deutschland. Zudem mangle es an Akzeptanz dafür bei Sportlern/Sportlerinnen und Trainern.

Über das Risiko Concussion und die diskutierten Folgen scheinen sich die meisten im Boxsport Aktiven bewusst zu sein. Es werden zwei Hauptgründe genannt, die dazu führen können, dass bestehende Handlungsempfehlungen zu Diagnostik, Versorgung und „Return-to-Competition“ in Deutschland trotzdem nicht systematisiert umgesetzt würden. Zum einen scheinen einige Trainer und Aktive das Risiko bewusst in Kauf zu nehmen, unter dem Motto „so ist Boxen, das gehört dazu“. Zum anderen scheinen viele Aktive möglichst kurze Regenerationszeiten und maximal viel Training anzustreben, um den größten sportlichen Erfolg zu erzielen.

Mit folgenden Maßnahmen könne laut Umfrage für Concussions sensibilisiert werden:

- › Fortbildungen für Ringrichter, Ärzte, Stützpunkttrainer, Physiotherapeuten/-therapeutinnen,
- › Trainingsprogramme für die Nackenmuskulatur,
- › Trainieren des Verteidigungsverhaltens/Schutz vor Kopftreffern.

Als Regeln des Verbandes zum Schutz der Sportler und Sportlerinnen vor einer Concussion wurden folgende Angaben im Survey gemacht, die sich auch in den Recherchen der Regelwerke wiederfinden (s. u.):

- › Kopfstoßverbot
- › Strenge Schutzsperrungen durch Ringärzte, mit Dokumentation im Pass
- › Neurologische Untersuchungen vor und nach dem Kampf

- › Bis zur Jugend: Kopfschutzpflicht, die für die Senioren zunächst bei den Profis, dann bei den Amateuren aufgehoben wurde.

Die Abschaffung der Kopfschutzpflicht wird kontrovers diskutiert. Einerseits sei nicht sicher, ob ein Kopfschutz den Sportler bzw. die Sportlerin überhaupt vor einer Concussion schützen könne. Zudem habe sich der Kampf und das Training dadurch verändert, und Ausweichen und die Entwicklung von Verteidigungsfertigkeiten stünden jetzt im Vordergrund des Trainings. Nach Abschaffung des Kopfschutzes würden die Trefferfläche am Kopf geringer und dadurch ggfs. die Kopftreffer weniger, was jedoch nicht durch Daten gestützt sei. Hierbei seien auch marketing- und medienorientierte Aspekte berücksichtigt worden, z. B. dass das bessere Erkennen der Gesichter im Kampf eine bessere Identifikation mit dem Sportler bzw. der Sportlerin erzielen könnte.

Die internationalen Regeln des Boxsports, die auch für den DBV gelten, zeigen o. g. Vorgaben zum Schutz der Boxenden vor Concussion. Als Hauptinstrument werden unterschiedlich lange Sperren in Abhängigkeit von Anzahl und Dichte der KOs sowie von der Dauer der Bewusstlosigkeit eingesetzt. Die Verantwortung liegt sowohl bei den Ring- als auch bei den Mannschaftsärzten, die die Sportler bzw. Sportlerinnen nach einer Sperre gründlich untersuchen müssen. Entsprechende Formulare sind den Regelwerken und Ordnungen angehängt. Zudem werden sämtliche Aktiven morgens vor dem Kampf und nach dem Kampf von Ringärzten untersucht.

Die Recherche in den Regelwerken (Wettkampfordnung DBV 2015 und AIBA technical rules 2015) ergab zum spezifischen Schutz vor Concussion/Kopfverletzungen:

DBV:

„... Boxer bis zu einem Alter von 18 Jahren (Stichtag ist der 31.12. des Vorjahres) und weibliche Boxer müssen beim Wettkampf einen vom DBV zugelassen Kopfschutz mit gültiger Prüfmarke des DBV tragen. Diese Regelung gilt auch bei Kämpfen in der Männerklasse, sofern keine auf zwölf Unzen geeichten Handschuhe (gem. Abs. 6) zur Verfügung stehen. Der Kopfschutz ist im Ring anzulegen.

... Der Schutz der Boxer ist das Hauptanliegen des Ringrichters. Er überwacht die strikte Einhaltung der Bestimmungen dieser WB und des Fair Play. Er hat die Leitung des Kampfes in allen Phasen.

Bei der Begrüßung der Boxer im Ring, muss der Ringrichter beim Handshake zwei kurze Belehrungen durchführen:

a) keine Kopfstöße verursachen, b) keinen Innenhände schlagen

... Wenn auf Anraten des Ringarztes der Kampf nach einer Verletzung, die durch einen Kopfstoß oder ein anderes Foul verursacht wurde, abgebrochen wird, ist der Boxer, der das Foul begangen hat, zu disqualifizieren.“

AIBA:

... one Knockout - no boxing or sparring 30 days

... two Knockouts - in a period of ninety (90) days, no boxing or sparring 90 days

... three Knockouts - in a period of twelve (12) months, no boxing or sparring for 1 year

... no Loss of Consciousness (LOC), minimum 30 days;

... LOC for less than one (1) minute, a minimum 90 days;

... LOC more than one (1) minute, a minimum 180 days;

... second LOC within three (3) months - highest medical restriction doubled;

... three (3) LOCs within twelve (12) months - suspended 18 months

... any Boxer who has a medical restriction must not train or spar during the restricted period.

All protective measures must also apply, if a Knockout and/or concussion occur during training or anywhere else. The Coach will be responsible to report to the National Federation.

Boxers returning from protective sanitary measures must receive written clearance from their national medical commission and inform the AIBA Headquarters before returning to box.

... If the National Federation does not have any national medical commission, a neurologist or sports medicine specialist must provide the clearance.“

Quelle: AIBA-Technical-Rules (2015) und Wettkampfbestimmungen des Deutschen Boxsport-Verbandes (2015).

Alle Verbandsärzte im Boxen geben großes Interesse und Bedarf für weitere Maßnahmen, Fortbildungen, Materialien an, sowie den Bedarf, Aktive und Trainer, Medien und Fans weiter zu sensibilisieren.

5.5 Eishockey

Dachverband der Landesverbände und Vereine ist der Deutsche Eishockey Bund e. V. (DEB). Die Proficlubs der Bundesliga stehen unter dem Dach der Deutschen Eishockeyliga (DEL). Der DEB wurde 1963 in Krefeld gegründet. Zweck des DEB ist die allgemeine Pflege des Eishockey-Sports, insbesondere die Förderung des nationalen Eishockey-Sports. Der DEB ist Vertreter seiner Sportart im In- und Ausland und Mitglied im Internationalen Eishockey-Verband (IIHF) und im Deutschen Olympischen Sportbund (DOSB)(Quelle: www.deb-online.de).

www.deb-online.de ist eine Internetseite mit starkem Bezug zur Präsentation des Sports und zur Berichterstattung. Außer im Zusammenhang zu Anti-Doping wurden keine weiteren Dokumente im Bereich der medizinischen Betreuung, Verletzungsdokumentation o. ä. unter DEB-intern oder in den Rubriken Downloads zu Concussions gefunden. Zum Regelwerk gab es ein Bestellformular, jedoch kein PDF. Ähnlich stellt sich die Webseite der DEL dar.

Am Survey beteiligte sich ein Vereinsarzt, der seit 4 Jahren in allen Bereichen der medizinischen Betreuung einer Profimannschaft in Deutschland engagiert ist und der sich im Anschluss auch für das Interview zur Verfügung stellte..

Eishockey ist ein extrem schneller Sport, mit einer zum Teil sehr aggressiven Spielweise. Geschwindigkeiten der Spieler von über

50 km/h und über 160 km/h schnelle Pucks machen Eishockey insbesondere im Hinblick auf Concussions zu einer gefährlichen Sportart (Sim et al., 1987).

Kopfverletzungen sind im Eishockey nach einer Auswertung von 664 schwedischen Profiligaspielen mit 39 % die häufigsten Verletzungen. In einem systematischen Review von Ruhe et. al. wird die Rate an Concussions am Gesamtverletzungsvolumen mit 2 %-22 % angegeben, wobei die Rate in den Nordamerikanischen Ligen signifikant höher lag als in den europäischen. Die Inzidenz pro 1000 Athlete Exposures variierte von 0,1-0,3 im Training bis 0,72-1,81 im Wettkampf (Ruhe, Gansslen & Klein, 2014; Biasca, Wirth & Teger, 2002; Molsa et al., 1999; Tegner & Lorentzon, 1996; Tegner & Lorentzon, 1991).

Die zu einer Concussion führenden Beschleunigungskräfte auf das Gehirn werden beim Eishockey hauptsächlich durch Kollisionen der Spieler und Spielerinnen oder durch Head Checking verursacht. Letzteres ist der direkte Kontakt des Kopfes mit Körper, Schultern, Ellenbogen, Knien oder Schläger des Gegners. Flexible Banden haben einen signifikant protektiven Effekt indem sie die Beschleunigungskräfte auf das Gehirn reduzieren (Smith et al., 2011). Kontrovers diskutiert wurde ob das Tragen von Vollvisierhelmen, welches das Risiko von Gesichtsverletzungen signifikant verringert, das Risiko von Concussions möglicherweise jedoch erhöht, da es zu einer aggressiveren Spielweise führen könnte. Eine Studie mit 650 Aktiven, deren eine Hälfte über eine Saison Vollvisiere und deren andere Hälfte Halbvisiere trug, konnte diesen Verdacht widerlegen ($p < .001$). Bei den verfügbaren Helmmodellen besteht noch Verbesserungsbedarf bezüglich des Schutzes vor Concussion (Emery et al., 2010; Benson et al., 2009; Benson & Meeuwisse, 2005; Benson et al., 1999).

Der befragte Experte gab ein hohes Risiko seiner Sportler für Concussion an und hat in den letzten Jahren häufig (10-30 Mal) die Diagnose Concussion gestellt. Diese traten alle im Wettkampf und nicht im Training auf. Keiner seiner Spieler hatte in der Zeit mehrfach eine Concussion erlitten. Die Concussion-History der Spieler bzw. Spielerinnen wird i. d. R. über ein Anamnesegespräch erfasst und dokumentiert.

Als Ursachen nennt er direkte und indirekte Einwirkungen auf den Kopf des Spielers durch Kollision/Kontakt, Schlag/Stoß und Sturz. Die Ausfallzeiten seien beachtlich (teilweise waren die Spielenden länger als 6 Monate nicht spielfähig).

Für eine differenzierte Diagnostik, Behandlung, Therapie und das Management des Return-to-Competition nimmt der Eishockey-Arzt Neurologen/Neurologinnen und Physiotherapeuten/therapeutinnen hinzu. Intensiver Austausch zu einer Concussion findet mit der medizinischen Abteilung des Vereins und dem Trainer statt. Leitlinie für das Concussion-Management ist das „4. Konsensus Statement der Concussion in Sports Group“. Konkrete Planungen zur Festschreibung von Statements, Guidelines, o. ä. zum Umgang mit Concussion seien für die Liga in Bearbeitung.

Das RTP erfolge im Eishockey anhand der Empfehlung zum stufenförmigen Protokoll der Concussion in Sports Group. „Erst bei völliger Symptombefreiheit geht ein Spieler bzw. eine Spielerin in die nächste Belastungsstufe“. Im Verein des Experten werden bei Verdacht auf Concussion erweiterte neurologische Untersuchung zur Verlaufsbeurteilung in Form von umfassenden multimodalen Untersuchungen der Hirnfunktion und -struktur durchgeführt. Bei Trainern und Aktiven seien Bereitschaft, Know How und Sensibilität sehr groß für ein vorsichtiges Return-to-Play und die entsprechenden Ausfallzeiten seien dadurch eher länger als die empfohlenen 6-10 Tage.

Die Erstdiagnostik „On Field“ erfolge im Eishockey mittels klinischer Beurteilung (u. a. GCS). An der Sideline würden dann Module der SCAT-Testung erfolgen.

Der befragte Experte führt regelmäßig Concussion-Basistestungen durch. In der DEL ist eine SCAT-2/3 Testung Lizenzierungsvoraussetzung und wird vor jeder Saison vom Mannschaftsarzt durchgeführt. Vereinsindividuell wird auch der ImPACT-Test eingesetzt. Dadurch sei auch die Sensibilität der Spieler und Spielerinnen gestiegen.

Als Diagnostik-Instrumente wurde zudem das MRT mit diffusion tensor imaging (DTI) Protokoll genannt.

Aufgrund komplexer, individueller Symptome sei die Therapie und Versorgung im Fall einer Concussion erschwert und für jeden anders anzulegen. Auch im Eishockey gäbe es dafür kein standardisiertes sondern ein individualisiertes Vorgehen. Schmerzmittel gegen Kopfschmerzen, Physiotherapie gegen Nackenschmerzen, absolute Ruhigstellung oder vertiefender Diagnostik bei Schwindel und Doppelbildern, leichte Bewegungsprogramme und Aktivierung seien diverse Maßnahmen, die begleitend zum Einsatz kommen würden, aber immer wieder auf eine differenzierte begleitende Diagnostik abgestimmt werden müssten.

Im Eishockeysport ist das tragische Beispiel von Stephan Ustorf, der nach zwei Concussions innerhalb von zwei Wochen seine aktive Karriere beenden musste, sehr bekannt und hat für hohe Aufmerksamkeit und Sensibilität in Deutschland gesorgt. Trotzdem sei vielen noch nicht bewusst, wie sehr das Krankheitsbild der Concussion unterschätzt werde.

Wie in allen anderen Sportarten auch seien im Eishockey Diagnostik, Versorgung und Prävention wesentlich von den Sportlern selbst abhängig. Insbesondere in der Verlaufsbeurteilung seien Ärzte nach einer Concussion darauf angewiesen, dass die Spieler bzw. Spielerinnen ihre Symptome offen und ehrlich wahrnehmen und zu Protokoll geben würden.

Als Regeln des Vereins/der Liga zum Schutz der Aktiven vor einer Concussion wurden folgende Angaben im Survey gemacht:

- › erhöhte Strafen bei Check von hinten (Einführung 2013)
- › Baseline-Untersuchungen mittels SCAT-2/3
- › Helmpflicht
- › Als sicherheitstechnische Maßnahmen seien weiche, intelligente Banden in Diskussion.

Zum Schutz der Aktiven vor einer Concussion im Eishockey wurden folgende weitere Maßnahmen genannt:

- › Trainingsprogramme zur Stärkung der Nackenmuskulatur
- › Gründung einer Arbeitsgruppe zum Thema, die in der DEL verankert ist (Medical Task Force DEL) mit Zielen, wie Prävention und Therapiekonzepten für die Gehirnerschütterung, Entwicklung und Standardisierung

von Fairplay-Regeln, Entwicklung von Standards inkl. Prävention, Protektion, Return-to-Play-Protokollen eishockeytypischer Verletzungen, Entwicklung medizinischer Anamnese- und Untersuchungs-Standards

- › ...Kampagne „Schütze Deinen Kopf“ (Poster, Taschenkarten, Broschüre) zusammen mit der Hannelore Kohl Stiftung im niedersächsischen Landesverband für den Nachwuchs, Schiedsrichter, Eltern und Trainer

5.6 Fußball

Der mitgliederstärkste deutscher Sportfachverband ist der Deutsche Fußballbund e. V. (DFB). Er besteht aus 27 Mitgliedsverbänden. Dazu gehören die DFL e. V. (Deutsche Fußball Liga) fünf Regionalverbände Nord, West, Süd, Südwest und Nordost mit 21 Landesverbänden und den Fußballvereinen in Deutschlands. Der Fußball auf europäischer Ebene wird organisiert durch die UEFA, Weltverband ist die FIFA (Quelle: www.dfb.de).

Auf der Webseite des DFB wird die 14-köpfige DFB-Kommission Sportmedizin vorgestellt und auf der Seite findet man Downloads mit gesundheitsrelevanten Empfehlungen zur Sportart in den Themenbereichen Nahrungsergänzung, Hepatitis, Impfungen im Fußball und plötzlicher Herztod. Spezifische Informationen, Programme und Maßnahmen zur Concussion wurden dort nicht gefunden. Ein Beitrag zum Zusammenhang von Kopfballspiel und Gehirnerschütterungen aus wissenschaftlicher Sicht fand sich in den Nachrichten vom 30.11.2015. zum 3. DFB-Wissenschaftskongress. Im Rahmen eines Interviews mit Dr. Nina Feddermann-Demont wurde zu aktuellen Erkenntnissen zum Zusammenhang von Kopfballspiel und Gehirnerschütterungen berichtet. Eine Internet-Information zum Umgang mit Kopfverletzungen für Laien sei nach Aussage eines interviewten Experten in Vorbereitung und gehe noch im Oktober 2016 online.

Am Survey beteiligten sich 6 Verbandsärzte, die zusammen 675 Aktive aller Kaderstufen beider Geschlechter betreuen und 74 Jahre Erfahrung in allen Bereichen in der Betreuung von Fußballspielen mitbringen.

Deutschland- und weltweit ist Fußball der mit Abstand populärste Sport. 6,8 Millionen Menschen in Deutschland sind Mitglied eines

Fußballvereines. 70 % aller Verletzungen im deutschen Profisport geschehen beim Fußball (Verwaltungs-Berufsgenossenschaften, 2014) Dies liegt im wesentlichen daran, dass im Fußball – im Gegensatz zu den anderen Sportarten – bis hinunter in die 6. Oder 7. Liga Spieler die versicherungstechnische Definition eines Profis erfüllen..

Zur Epidemiologie von Concussions im deutschen Profifußball gibt es keine aussagekräftige Literatur. Die hierzu im Rahmen dieser Expertise durchgeführten Untersuchungen (4.7.3.1) ergaben eine Inzidenz von ca. 0,1 Concussion pro Spiel. Eine Übersicht über betreffende Daten aus Nordamerika ist unter 4.3.4 dargestellt.

Die Aussagen der befragten Experten zum Concussion-Risiko im Fußball waren breit gestreut. Die Einschätzungen reichen von gering über mäßig bis sehr hoch. Ein Survey-Teilnehmer gab an, einen Aktiven mit Mehrfachconcussions betreut zu haben. Concussions traten nach Erfahrung der Ärzte sowohl im Wettkampf als auch im Training auf. Es wird vermutet, dass neben einer tatsächlichen Zunahme der Inzidenz, die vermehrte Diagnose einer erhöhten Aufmerksamkeit zugeschrieben werden kann.

Die Concussion-Anamnese der Spieler und Spielerinnen wird nach Angaben von zwei Survey-Teilnehmern mit einer elektronischen Akte oder dem SCAT-3 erfasst. Die übrigen Befragten gaben an, Concussions nicht systematisch zu erfassen. Als Ursachen wurde mehrheitlich die „direkte Einwirkungen auf den Kopf des Spielenden durch Kollision/Kontakt“ angegeben, weitere Angaben waren „direkte Einwirkungen auf den Kopf des Spielenden durch Stoß/Schlag“ und „indirekte Einwirkungen auf den Kopf des Spielers durch Kollision/Kontakt“.

Drei Hauptursachen mit abnehmender Gewichtung wurden angeführt:

- 1) Zusammenprall unterschiedlicher/unspezifischer Art
- 2) Kopfballduell mit Kontakt Kopf-Kopf oder Kopf-Ellenbogen
- 3) Ball an den Kopf.

Im Rahmen der unter 3.5 beschriebenen Analyse zeigte sich, dass in der Fußball-Bundesliga zwischen 200/2001 und 2012/2013 33 % der Kopfverletzungen durch Kopf-Kopf-Kontakt und 19 % durch

Kopf-Ellenbogen-Kontakt entstanden. Lediglich 1 % der Kopfverletzungen entstand durch Kopf-Ball-Kontakt. Ein Kopfballduell war an 26 % der Kopfverletzungen beteiligt. Noch häufiger entstanden Kopfverletzungen bei Sprüngen nach oben (26 %) etwas seltener bei Sprüngen nach vorn (16 %).

Nach Aussagen aller Befragten wurden im DFB noch keine epidemiologischen Daten zur Concussion erhoben.

„CISG“, „SCAT-3“ und „FIFA-Leitlinien“ wurden genannt auf die Frage ob Leitlinien/Protokolle zur Erfassung, zur weiteren Behandlung und zum „Return-to-Play“ im deutschen Fußball existieren. Die Mehrheit der Befragten gab an, keine Leitlinien oder Protokolle einzusetzen.

Ein systematischer Austausch zwischen den Ärzten aus Verein und Verband zu einer Concussion sei nicht systematisiert, würde aber auf persönlicher Ebene praktiziert. Hausärzte der Spielerinnen und Spieler (jede Spielerin bzw. jeder Spieler hat zumeist ihren/seinen individuellen Hausarzt) werden allein aus quantitativen Gründen so gut wie nicht in die Kommunikation einbezogen. Die Kommission Sportmedizin des DFB führt einmal jährlich für den Austausch zwischen DFB- und Vereinsärzten die Bundesligaärztetagung als „etabliertes Forum“ durch. Bereits zweimal nacheinander stand das Thema „Schädel-Hirn-Trauma“ auf der Agenda der Tagung, was eine ungewöhnliche Häufung darstelle. Darüber hinaus gab es eine separate Fortbildungsveranstaltung für Bundesligaärzte und Nationalmannschaftsärzte ausschließlich zu dieser Thematik.“

Systematische Basistestungen werden im DFB nicht durchgeführt. International scheint es bis dato noch keine Einigung zu geben, welches System im Fußball eingesetzt werden soll. Laut Befragung arbeitet die FIFA an der Einführung einer Vorgabe, die UEFA hat im Rahmen der „Elite Injury Study“ den teilnehmenden Vereinen das ImPACT-System vorgegeben. DFB und DFL würden jedoch gern für alle Profiligen ein einheitliches System einführen, was durch diese Uneinigkeit erschwert werde. Im Experteninterview wird darauf aufmerksam gemacht, dass insbesondere neuropsychologische Tests „sprachneutral“ sein müssten, „damit sie für alle im Fußball vorkommenden Sprachen nutzbar sind“. In dem Punkt wird der imPACT als möglicherweise bestes Instrument eingeschätzt. Deutlich

wichtiger als Basistestungen bewerten die medizinischen Experten im Fußball gründliche klinische Diagnostik im Verdachtsfall, für die „nicht immer eine Baseline benötigt wird“.

Die Befragten des Surveys geben an, spezifische Diagnostik sowohl auf dem Spielfeld als auch an der Seitenlinie einzusetzen. Ein Umfrageteilnehmer nennt die SCAT-Karte (Kurzversion) als Instrument. Zur „On-Field-Diagnostik“ wurde im Fußball die 3-Minuten Regel durch die FIFA eingeführt, die dem betreuenden Mannschaftsarzt erlaubt auf dem Platz einige Tests durchzuführen, um dann zu entscheiden ob der Spieler bzw. die Spielerin weiterspielen kann oder ausgewechselt werden soll, was positiv von den Befragten beurteilt wird. Darüber hinaus wurde 2015 international festgelegt, dass ausschließlich der Mannschaftsarzt (wenn vorhanden) über das Weiterspielen eines Akteurs mit Kopfverletzung entscheidet. Diese Maßnahmen werden als sinnvoll gewertet, um für die Bedeutung der Kopfverletzungen im Fußball zu sensibilisieren.

Im Fall einer Concussion würde der Spieler oder die Spielerin in den ersten Stunden nach dem Vorfall intensiv betreut und beobachtet. Bei Erhärtung des Verdachts würden bildgebende Verfahren (CT, MRT) routinemäßig noch am Tag oder spätestens am Folgetag zur Ausschlussdiagnostik eingesetzt. In schweren Fällen transportiere man Betroffene ins nächstgelegene Krankenhaus.

In Folge würde symptomorientiert beobachtet, behandelt und der Einstieg zurück in Training/Spiel geplant. Könnte der oder die Betroffene an der weiteren Verbandsmaßnahme nicht mehr teilnehmen, würde er/sie an seinen Vereins- und/oder Hausarzt mit den diagnostischen Befunden und einer Empfehlung zur weiteren Versorgung weitergeleitet, die sich an den FIFA-Leitlinien zum stufenweisen „Return-to-Play“ orientiere. Die durchschnittliche Ausfallzeit sei in Deutschland etwa identisch mit der in Richtlinien für angemessen erachteten Mindestausfallzeit nach Concussion, was in einigen Fällen auf ein zu schnelles Return-to-Play Protokoll hinweisen könne. Wenngleich hier unterschiedliche persönliche und sportliche Interessen eine Rolle spielen könnten, sei die Aufklärung und Sensibilisierung sicher ein geeignetes Instrumentarium.

Der Fußball hat wohl ungewollt den „größten Beitrag zur Sensibilisierung zum Thema in Deutschland geleistet“. Alle interviewten

Experten bezogen sich an verschiedenen Stellen und in unterschiedlichem Zusammenhang auf den „Fall Christoph Kramer“ im WM-Finale 2014 in Rio. Trotzdem forderte ein Experte aus dem Fußball eine Verstärkung der Aufmerksamkeit und ordnete dieser eine größere Bedeutung als administrativen Maßnahmen zu.

Spezifische Regeln zum Schutz der Aktiven vor einer Concussion im Fußball sind:

- › 3 min Regel (seit 2015) zur „Point-of-Care Diagnostik“ auf dem Spielfeld, damit verbunden die alleinige Zuständigkeit des Mannschaftsarztes nach Kopfverletzungen über „Weiterspielen oder nicht“ zu entscheiden
- › absichtlicher Ellenbogenschlag gegen den Kopf führt zu einem Platzverweis (2006) – Laut FIFA konnte die Rate der schweren Kopfverletzungen bei Fußballspielen dadurch auf die Hälfte reduziert werden (Quelle: <http://de.fifa.com/development/news/y=2014/m=8/news=fifa-kooperationsprojekt-zum-thema-gehirner-schutterung-im-fussball-2419986.html>). Dies ließ sich ansatzweise in der eigenen Untersuchung im Rahmen dieser Expertise nachvollziehen, jedoch erreichte die Reduktion der Concussions durch die Regeleinführung keine statistische Signifikanz (s. 4.7.3.1).

Im Fußball werden keine spezifischen Ausrüstungsgegenstände oder protektive Maßnahmen zum Schutz vor Concussion vorgeschrieben. Dies wird auch von den Experten als richtig eingestuft.

Zum Schutz der Aktiven vor einer Concussion im Fußball wurden folgende weitere Maßnahmen genannt:

- › Training der Nackenmuskulatur im Jugendbereich.

Über die Stichwortsuche Concussion, FIFA, Protocol, Guideline wurden auf der offiziellen FIFA-Verbandsseite folgende frei zugängliche Dokumente gefunden:

- › 2. Edition of Football Emergency Medicine Manual. Darin sind in Kapitel 1.2, S. 7–10 die umfangreichen sportartspezifischen, medizinischen Leitlinien zum Thema Concussion beschrieben
- › Pocket-Card SCAT-3.

5.7 Handball

Der Deutsche Handball-Bund (DHB) ist weltweit der größte Handball Dachverband mit 767.326 Mitgliedern und 4414 Vereinen (Stand 1. Januar 2015). Erst um 1900 wurde Feldhandball reglementiert und 1920 nach mehrfachen Regeländerungen zum Wettkampfspiel. Mit den Erfolgen der deutschen Handballer und Handballerinnen wuchs die Bedeutung des DHB in der internationalen Handball-Gemeinschaft. 1972 wurde Handball erstmals olympisch. Der DHB gehört zu den olympischen Spitzenverbänden im DOSB und verzeichnet durch die jüngsten Erfolge der Nationalmannschaft bei der Europameisterschaft und bei den olympischen Spielen hohe Aufmerksamkeit (Quelle: www.dhb.de).

Auf der Webseite des DHB sind die aktuellen Regeln als PDF abrufbar. Zum Thema Gehirnerschütterung finden sich keine medizinischen Dokumentationen, Leitlinien, Programme oder Maßnahmen aber 17 Treffer in ‚News‘ (2013-2015), in denen von Spielern mit Gehirnerschütterung berichtet wird.

Am Survey beteiligten sich 3 Verbandsärzte, die ca. 140 Aktive aller Kaderstufen in allen klassischen Bereichen sportmedizinisch betreuen und dabei 36 Jahre Erfahrung aufweisen. Der leitende Verbandsarzt und Mannschaftsarzt der A-Nationalmannschaft wurde ausführlich interviewt.

Es gibt momentan keine aussagekräftige Literatur zu Schädel-Hirn-Verletzungen beim Handball.

Große öffentliche Aufmerksamkeit erlangte das Thema Concussion im Handball im Januar 2016. Bei der Handball EM wurde dem deutschen Mannschaftskapitän Steffen Weinhold im Spiel gegen Spanien ein Freiwurf ins Gesicht geworfen. Der geschätzt 100 km/h schnelle Ball traf ihn auf die rechte Gesichtshälfte, knapp unterhalb des Auges, der spanische Spieler sah die rote Karte, Weinhold spielte nach einer kurzen Behandlung weiter. Er hatte ein Stück eines Zahns verloren, die medizinische Abteilung sprach zudem von einer leichten Gehirnerschütterung. Weinhold spielte die EM weiter, bis er sich im letzten Hauptrundenspiel einen Muskelbündelriss im Adduktorenbereich des linken Oberschenkels zuzog.

Die Aussagen der befragten Experten zum Concussion-Risiko im Handball lauteten ‚mäßig oder hoch‘. Die Diagnose Concussion wurde in den letzten 3 Jahren selten (1-3 Mal) bis gelegentlich (4-9 Mal) gestellt. 4 Spieler fielen mit Mehrfachconcussions auf. Concussions traten nach Erfahrung der Ärzte sowohl im Wettkampf als auch im Training auf.

Nur ein Survey-Teilnehmer gab an, dass in Zusammenarbeit mit den Vereinen die Concussion-History der Spieler und Spielerinnen in medizinischen Datenblättern erfasst würde. Die übrigen Befragten gaben keine systematische Erfassung an.

Die „direkte Einwirkung auf den Kopf des Spielers durch Kollision/Kontakt oder Sturz“ wurde als Hauptursache genannt. Die zunehmende Athletik der Spielenden und ansteigende Dynamik des Spiels würden vermutlich zu einem weiteren Anstieg von Kopfverletzungen und Concussions im Handball führen. Die Klassifizierung einer Concussion sei laut Experten extrem schwer. Die Abhängigkeiten des Risikos einer Concussion von der jeweiligen Spielposition im Handball wurde ebenfalls als entscheidendes Kriterium angeführt. Hier wurden zum Beispiel Kopftreffer bei Torhütern/Torhüterinnen, insbesondere Abpraller von der Seite, genannt. Das Risiko für Feldspieler/-spielerinnen sei deutlich niedriger einzustufen. Sehr wahrscheinlich würden Concussions im Handball auch unentdeckt bleiben. Dies geschehe sowohl aus Gründen der komplexen Diagnostik und Symptome, aber auch aufgrund der besonders „hartgesottene Spielertypen“ im Handball. Nach Aussagen aller Befragten wurden im DHB bislang keine epidemiologischen Daten zur Concussion erhoben.

Für eine differenzierte Diagnostik, Behandlung, Therapie und das Management des Return-to-Play werden im Handball von den Befragten Verbandsärzten Neurologen/Neurologinnen, Neuroradiologen/-radiologinnen, Neuropsychologen/-psychologinnen und Physiotherapeuten/-therapeutinnen hinzugezogen. Auf die Frage nach Leitlinien/Protokollen zur Erfassung, zur weiteren Behandlung und zum „Return-to-Competition“ im deutschen Handball wurden „Empfehlungen des DHB“ angegeben und „48h frei von Symptomen/Concussion Empfehlungen“. Der Austausch zwischen Verein und Verband zu einer Concussion verläuft nicht

standardisiert oder systematisiert, sondern individuell zwischen Aktiven, Trainern/Trainerinnen und Ärzten.

Eine „On-Field“ oder „Sideline-Diagnostik“ findet im Handball nach klinischen Kriterien statt. Dabei finden zum Beispiel die GCS und andere Standard-Diagnostik Anwendung. Es wird eindeutiger Bedarf formuliert, soweit zu sensibilisieren „dass im Verletzungsfall an die Möglichkeit Concussion gedacht wird“ und Werkzeuge im Handball zu installieren, um im Verdachtsfall schnell, sensitiv und sensibel entscheiden zu können.

Alle typischen Abläufe orientieren sich an klinischen Standards der Klassifizierung, Diagnostik und Weiterleitung in eine Klinik mit Abklärung z. B. über bildgebende Verfahren (MRT, CT). Im Interview macht der Mannschaftsarzt darauf aufmerksam, „... dass die komplexe Symptomatik einer Concussion nur bei den Spielern zuverlässig eingeschätzt werden könne, die man gut bzw. sehr gut kennt.“ Systematische Basistestungen werden im Handball in Deutschland nicht durchgeführt.

Nach der Diagnose einer Concussion werden Handballspieler bzw. -spielerinnen von den Verbandsärzten intensiv am Spielfeldrand, in der Kabine und im Mannschaftshotel beobachtet und untersucht. Jegliche körperliche Belastung wird ausgeschlossen. Im weiteren Verlauf werden Diagnostik wie CT, MRT, neurologisches Konsil angeschlossen. Auf die Zusammenarbeit mit Neurologen/Neurologinnen wird dabei großer Wert gelegt.

Die weitere Überwachung und Verlaufsbeurteilung dauert laut Experten zwischen 48 h und 3 Wochen. Dabei würden die Handballärzte gern auf Basisuntersuchungen im neurokognitiven und neuropsychologischen Bereich zurückgreifen, die schnell und überall durchführbar eingesetzt werden könnten, um Zustand und Verlauf des Betroffenen besser einschätzen zu können. Bislang gäbe es dafür keine Protokolle, Leitlinien oder Empfehlungen im Handball.

Die Entscheidung, ob ein Spieler oder eine Spielerin wieder einsatzfähig sei, ist laut Experten stark geprägt von der sportlichen Situation und der Wichtigkeit des Spiels. Auch hier wäre die „Verfügbarkeit von gut handhabbaren, kurzdauernden Tests“ extrem hilfreich. Einen Zusammenhang zwischen einer Concussion und einer später

auftretenden Verletzung, wie im Fall Weinhold, sei grundsätzlich vorstellbar, aber in diesem Fall ausgeschlossen.

Die Aufmerksamkeit und Sensibilität zum Thema Concussion im Handball sei noch nicht sehr hoch. Diese Einschätzung deckt sich damit, dass auch in der begleitenden Recherche nur wenig Material zu Aufklärung, Information oder Management gefunden wurde. Trotz des tragischen Fallbeispiels von Joachim Deckarm, der 1979 in einem Europapokalspiel verunglückte als er in der 23. Spielminute bei einem Tempogegenstoß mit einem ungarischen Gegenspieler unglücklich zusammenstieß und mit seinem Kopf ungebremst auf den Boden aufschlug, ist das Thema im Handball wenig präsent. Die aktuelle Diskussion wurde deshalb von allen Befragten sehr begrüßt.

Folgende Regeln zum Schutz der Aktiven vor einer Concussion/Kopfverletzung im Handball wurden im internationalen Regelwerk gefunden:

„Kap. 8.9 ... mit Disqualifikation zu ahnden sind folgende Vergehen:

...

c) Den Ball während einer Spielunterbrechung absichtlich auf einen Gegenspieler werfen. Ist der Wurf sehr hart und aus kurzer Entfernung geworfen, kann dies auch als besonders rücksichtsloses Vergehen ... angesehen werden.

d) Wenn der 7-m-Werfer den Torwart am Kopf trifft und dieser nicht seinen Kopf Richtung Ball bewegt.

e) Wenn der Werfer eines Freiwurfs den Abwehrspieler am Kopf trifft und dieser nicht seinen Kopf Richtung Ball bewegt.

...

Kommentar: Im Fall eines 7-m-Wurfs oder Freiwurfs trägt der Werfer die Verantwortung dafür, den Torwart oder den Abwehrspieler nicht zu gefährden.“

Quelle: Internationale Hallenhandball-Regeln und DHB-Zusatzbestimmungen (Ausgabe: 1. Juli 2016)

Im Handball würden keine spezifischen Ausrüstungsgegenstände oder protektive Maßnahmen zum Schutz vor Concussion vorgeschrieben. Der interviewte Experte würde Kopf- und Mundschutz für Torwarte begrüßen. In der Befragung wurden keine weiteren präventiven Verbandsmaßnahmen, Trainingsprogramme, sicherheitstechnische Maßnahmen genannt, die derzeit im Handball zum Schutz der Spieler vor einer Concussion angewandt werden.

5.8 Judo

Der Deutsche Judo Bund (DJB) wurde 1956 gegründet und ist Mitglied im Deutschen Olympischen Sportbund DOSB. Der DJB ist Dach der 18 Landesverbände und für die Entwicklung des Judosports verantwortlich. Auf der Webseite des DJB sind die Wettkampfordnungen, Kampfregeln und Regelwerke als PDF abrufbar. Für die Judo-Bundesliga existiert ein eigenes Portal.

Zum Thema Gehirnerschütterung/Kopfverletzung/Concussion finden sich keine medizinischen Dokumentationen, Leitlinien, Programme oder Maßnahmen, keine News oder Verweise in den gesichteten Dokumenten (Quelle: www.judobund.de).

Judo gehört zu den Kampfsportarten und damit zu den Risikosportarten für Concussion. Boxen, Judo, Ringen und Taekwondo sind die olympischen Kampfsportarten in Deutschland.

An der Befragung beteiligten sich 2 Verbandsärzte, einer davon via Online-Survey, einer via Interview.

Die Literaturanalyse der Expertise ergab keine aussagekräftige Literatur zu Schädel-Hirn-Verletzungen beim Judo.

Die befragten Experten schätzen das Risiko für Concussion im Judo als gering ein und stellten in den letzten 3 Jahren nur selten selbst die Diagnose. Kämpfende mit Mehrfachconcussions wurden nicht genannt. Die Concussion-Anamnese der Kämpfer/Kämpferinnen im Judo wird laut Survey-Angaben mit der „Turbomed Sportlerdokumentation“ erfasst. Als mögliche Ursachen für Concussions im Judo wurde „direkte Einwirkungen auf den Kopf des Spielers durch Kollision/Kontakt oder Sturz“ genannt. Die Technik im Judo im Spitzensport sei aber so weit entwickelt, dass die meisten Stürze durch Abrollen über die Schulter erfolgen würde und somit unabhängig von den Gewichtsklassen, wenig Stürze auf den Kopf pas-

sieren würden. In den unteren Leistungsklassen, im Training und Nachwuchsbereich sieht der befragte Experte das größere Risiko, was vornehmlich durch missglückte Angriffe begründet sei. Im Judo existiere keine Technik, die das Ziel habe, den Gegner oder die Gegnerin durch Wurf auf den Kopf auszuschalten. Man könne allerdings von einer hohen Dunkelziffer im Judo ausgehen. Im Training und bei vielen Wettkämpfen seien keine Ärzte anwesend. Zudem seien Kampfsportler bzw. -sportlerinnen dafür bekannt, „nicht zimperlich“ zu sein und Symptome einer Concussion sehr wahrscheinlich zu bagatellisierten.

Epidemiologischen Daten zur Concussion wären im DJB noch nicht erhoben worden.

Für eine differenzierte Diagnostik, Behandlung, Therapie und das Management des Return-to-Competition werden im Judo Neurologen/Neurologinnen, Neuroradiologen/-radiologinnen, und Physiotherapeuten/-therapeutinnen hinzugezogen. Leitlinien oder Protokolle zur Erfassung, zur weiteren Behandlung und zum „Return-to-Competition“ gibt es für Judo in Deutschland nicht. Der Austausch zu einer Concussion verläuft nicht standardisiert oder systematisiert, sondern individuell zwischen Aktiven, Trainern und Ärzten.

Spezifische Tools für „On-Field“ oder „Sideline diagnostik“ gäbe es im Judo nicht. Bei Verdacht auf Gehirnerschütterung würde nach klinisch-medizinischen Standards gehandelt. Die Klassifizierung und Abgrenzung einer Concussion hielten die Befragten für schwierig, insbesondere unter Zeitdruck. Mannschaftsarzt und Mattenarzt würden in Absprache entscheiden, ob ein Sportler bzw. eine Sportlerin den Kampf fortführen könne oder nicht. Im Zweifel würde der Betroffene geschützt und zunächst von Physiotherapeuten/-therapeutinnen betreut und beobachtet. Würde sich der Verdacht erhärten, würde der Athlet oder die Athletin an ein Krankenhaus oder an Fachärzte weitergeleitet. Nach einer Regeneration und 2-3 Trainingswettkämpfen Pause nähmen die Judoka in der Regel den Sport wieder auf. Eine stufenförmige Rückführung sei trotz ärztlicher Empfehlung nicht gelebte Praxis im Spitzenbereich. Systematische Basistestungen würden nicht durchgeführt.

Das Thema Concussion im Judo würde nicht für sehr relevant eingeschätzt. Den Experten waren weder spezifische Regeln noch andere präventive Maßnahmen zum Schutz der Kämpfer vor einer Concussion/Kopfverletzungen bekannt. Auch die Analyse der Regelwerke ergab keine entsprechenden Ergebnisse. Der Kopfschutz sei nicht Teil der Ausrüstung für Judoka.

Die Experten gaben an, dass Trainingsprogramme zur Stabilisierung der Hals-Wirbel-Säule, Fallübungen und spezifisches Ausweichtraining im Judo praktiziert würde, um die Risikofaktoren „unkontrollierte Stürze oder Kollisionen“ zu reduzieren. Die Fallschule sei die wichtigste Basis der Prävention, deshalb sei das Risiko auf hohem Leistungsniveau auch nicht so hoch wie im unteren Leistungs- oder Nachwuchsbereich.

Die Befragten äußerten starkes Interesse am Thema und beschrieben, dass Aufklärung zum Thema Concussion im Verband dringend notwendig und in Planung sei. Insbesondere die Aufklärung und Schulung von Physiotherapeuten/-therapeutinnen wurde vorgeschlagen, weil diese bei den meisten Wettkämpfen anwesend seien und die meiste Zeit mit den Sportlern und Sportlerinnen verbringen würden. Zudem müssten Aktive und Trainer mit Informationen versorgt werden, um das Risiko für Folgen besser einschätzen zu können und Symptome erst zu nehmen.

5.9 Reiten

Die Deutsche Reiterliche Vereinigung (Fédération Equestre Nationale, kurz FN) ist der Dachverband aller Züchter, Reiter, Fahrer und Voltigierer in Deutschland. 7.593 Vereine und fast 700.000 Mitglieder sind in dem Verband gebündelt. Neben 17 Landesverbänden und deren Landeskommissionen für Pferdeleistungsprüfungen gehören dem Bereich Sport der Deutschen Reiterlichen Vereinigung weitere Verbände und Vereine, unter anderem das Deutsche Olympiade-Komitee für Reiterei (DOKR), der Deutsche Reiter- und Fahrer-Verband sowie die Deutsche Richtervereinigung für Pferdeleistungsprüfungen an.

Die FN zeichnet sich verantwortlich für einheitliche Richtlinien, Regelwerke und Bestimmungen und vertritt die Interessen des

Reit-, Fahr- und Voltigiersports sowie der Pferdezucht national und international (Quelle: www.pferd-aktuell.de).

Zur Sportart Reiten wurden die Daten eines Fragebogens und ein ausführliches Interview einbezogen. Aufgrund des hohen Sturzrisikos wird das Reiten als Risikosportart für Schädel-Hirn-Verletzungen eingestuft.

Beim Reiten sitzt der Athlet/die Athletin in ca. zwei Meter Höhe auf einem Tier welches ungefähr eine halbe Tonne wiegt, bis zu 70 km/h schnell wird und mit der Kraft von bis zu einer Tonne austreten kann. Dies erklärt den hohen Anteil schwerer Verletzungen in dieser Sportart.

Concussions machen 10 %-20 % aller im Krankenhaus evaluierten Verletzungen im Reitsport aus. Mehr als 62 % der Betroffenen sind weiblich, was auf die höhere Partizipation von Frauen im Sport zurückgeführt wird. Bei Kindern unter 14 Jahren ist die Rate der Kopfverletzungen mit bis zu 38 % höher, was auf ein größeres Kopf-zu-Körper Verhältnis zurückgeführt wird. Die Inzidenz wird in der Literatur mit 0.28-2.46 Concussions pro 1000 Athlete Exposures angegeben (Sorli, 2000; Zuckerman et al. 2015; Jagodzinski & deMuri, 2005). Eine retrospektive Studie von Peters et. Al. untersuchte 316 Schädel-Hirn-Verletzungen im Pferdesport, von denen 65 % durch einen Sturz vom Pferd verursacht wurden. Ein Tritt des Pferdes war für 29 % der Verletzungen verantwortlich. Diese Verhältnisse decken sich mit den Ergebnissen anderer Studien (Ghosh et al., 2000; Ball et al., 2007).

Folgende pferdeassoziierte Unfallursachen werden bei einer Untersuchung von 150 Fällen durch Thompson et. al. angegeben: 27 % Erschrecken, 10 % Widerspenstigkeit, 9 % plötzlicher Gangwechsel, 8 % Ausrutschen, 5 % Quetschung des Reiters zwischen zwei Pferden und in 3 % der Fälle ein Angriff eines verängstigten Pferdes. Ein höheres Alter des Pferdes ist protektiv, ebenso wie eine größere Erfahrung des Reiters/der Reiterin (Hasler et al., 2011; Thompson & von Hollen, 1996). Gleichzeitig verfügten 56 % von 231 Patienten bzw. Patientinnen mit einer Schädel-Hirn-Verletzung in einer Studie von Guyton et. al. über mehr als 10 Jahre Reiterfahrung. Die Nutzung eines Helmes, welche mit zunehmender Erfahrung der Reitenden signifikant abnimmt, reduziert die absolute Wahrschein-

lichkeit einer Schädel-Hirn-Verletzung um 40 %-60 % (Mayberry et al., 2007; Guyton et al., 2013).

Das Concussionrisiko wurde von den befragten Experten als hoch im Freizeitsport, jedoch nicht so hoch im professionellen Reitsport eingeschätzt wie in der Literatur angegeben. Die Diagnose Concussion wurde von den Befragten nur gelegentlich gestellt, Definition und Klassifizierung würden in vielen Fällen auf eine schwerere Schädel-Hirn-Verletzung deuten, die klinisch versorgt und behandelt werden müsse. Als Ursachen wurden die „direkte Einwirkungen auf den Kopf durch Sturz“ angegeben, gelegentlich treten Kollisionen mit dem Hals/Kopf des Pferdes auf. Das deutlich höhere Risiko im Freizeitsport erkläre sich durch eine deutlich schlechtere Ausbildung der Reiter und Reiterinnen in den unteren Leistungsklassen. Die hohe Qualität der Reitausbildung sei per Ausbildungsvorschrift verankert und gehe mit einer Abnahme der Unfälle einher. Alle Verletzungen im Spitzensport würden im Verband in Warendorf erfasst, dort seien in den letzten 3 Jahren etwa 4-5 Fälle pro Jahr gemeldet worden.

Laut Literaturrecherche nutzt die Federation Equestre Internationale (FEI) bei ihren Sportveranstaltungen das Sport Concussion Assessment Tool (SCAT-3). Die Deutsche Reiterliche Vereinigung schreibt eine Nutzung dessen bei Veranstaltung in Deutschland nicht vor. Die befragten Experten gaben an, bei Verdacht auf Concussion auf Fachspezialisten zurückzugreifen. Für eine differenzierte Diagnostik würden Neurologen/Neurologinnen, Neuroradiologen/-radiologinnen, Physiotherapeuten/-therapeutinnen und Neuropsychologen/-psychologinnen konsultiert.

Der SCAT-3 würde im Deutschen Spitzensport Reiten nicht systematisch eingesetzt. Bei einem Sturz werde zunächst am Unfallort eine schnelle Point-of-Care Diagnostik nach „klassischen klinischen Standards“ durchgeführt. Dabei käme z. B. die Glasgow Coma Scale als Instrument zur Einschätzung der Schwere der Kopfverletzung zum Einsatz, um erste Anhaltspunkte für die Entscheidung zu finden, ob der Reiter bzw. die Reiterin weiter an Training oder Turnier teilnehmen könne oder nicht. Bei Verdacht auf Concussion würde der oder die Betroffene aus dem Turnier genommen, ggf. weiter untersucht, beobachtet und betreut. Für eine differenziertere

Diagnostik würden Fachärzte hinzugezogen, ggf. werde der Reiter/ die Reiterin in ein nahe gelegenes Krankenhaus transportiert.

Im weiteren Verlauf würden der technische Delegierte und der Streckenarzt an das Deutsche Olympische Komitee für Reiterei berichten. Mit dem Bericht würden entsprechend des Schweregrades der Concussion Sperren verhängt. In den meisten Fällen führen die Betroffenen nach einem Unfall nach Hause und würden vom Hausarzt weiter betreut. Die Kadermitglieder blieben in Kontakt mit dem Verbandsarzt und würden bei anhaltenden Symptomen weiter abgeklärt. Dabei kämen bildgebende Verfahren, neurophysiologische Messmethoden und neuropsychologische Tests zur Anwendung.

Behandelt würde individuell und symptomorientiert. Eine Rückkehr aufs Pferd erfolge bei Aktiven im Spitzensport zumeist nicht vor 14 Tagen. Bevor sie wieder auf einem Turnier starten, käme es zur Beurteilung durch den Verbandsarzt. Die Kontrolle des individuellen Return-to-Competition sei im Reitsport nicht möglich. Diese liege in der Verantwortung der Reitenden selbst und werde ggf. von Hausärzten begleitet.

Systematische Basistestungen werden im Reitsport in Deutschland nicht durchgeführt. Spätfolgen oder Folgeverletzungen, die einen Zusammenhang zu Concussions aufweisen, wurden von den Experten noch nie beobachtet.

Die begleitende Recherche zu Medienberichten über Reitunfälle führt zu zahlreichen Fallbeispielen mit tödlichem Ausgang. Die Schwere der beschriebenen Verletzungen führt zu der Annahme, dass häufiger schwere SHTs und weniger häufig Concussions vorliegen, insbesondere bei Stürzen, bei denen die Reiter und Reiterinnen unter ihrem Pferd landen. Auch aus dem Spitzensport finden sich zahlreiche Berichte zu solchen Unfällen.

Die Vorbeugung von Reitunfällen in Deutschland wird auf verschiedenen Ebenen umgesetzt.

Spezifische Regeln zum Schutz der Reiter vor einer Kopfverletzung sind:

- › Helmpflicht (in Arbeit ist eine neue Norm der FEI)
- › Sperren nach Verletzungen.

Als sicherheitstechnische Maßnahme wurden „Sicherheitshindernisse die nachgeben“ und die sichere Gestaltung der Strecke genannt.

Als weitere Maßnahmen ergeben die Recherche und Expertenbefragung:

- › Die Verbesserung der Ausbildungsqualität von Pferd und Reiter/Reiterin
- › Sperren für gefährliches Reiten, Einführung einer Watchlist
- › Die Gründung eine Arbeitsgemeinschaft für Reitsicherheit
- › Aufklärung
- › Schulung der Streckenärzte und der Ärzte im Reitsport
- › Verbesserung der Fitness der Reiter/Reiterinnen inklusive Fallübungen.

In Planung steht zudem, dass die Concussion mit auf die Watchlist aufgenommen wird und die Reiter bzw. Reiterinnen mit vorheriger Concussion unter besondere Beobachtung genommen werden.

Außerdem soll Ende 2016 ein Film über alle Landesverbände verteilt werden, der zum Thema Prävention von Stürzen und zu Maßnahmen im Fall eines Sturzes aufklärt.

5.10 Ski alpin und nordisch

Die unterschiedlichen Disziplinen des Skisports in Deutschland werden im Deutschen Skiverband e.V. (DSV) organisiert. Unter dem Dach des DSV sind 20 Landesskiverbände (LSV), die Freunde des Skisports (FdS), der Deutscher Schützenbund und der Snowboardverband Deutschland (SVD) organisiert. Insgesamt gibt es in Deutschland 7,39 Millionen aktive Alpin-Skifahrer/-fahrerinnen, 2,36 Millionen Langläufer/Läuferinnen und 1,98 Millionen Snowboarder/-boarderinnen. (Stand 09.2016). Auf der Webseite des DSV wird zudem auf die Stiftung Sicherheit im Skisport (SIS) verwiesen, die sich sicherheitsrelevanten Belangen im Wintersport widmet und z. B. die jährlich gemeldeten Verletzungen im Wintersport erfasst (Quelle: www.deutscherskiverband.de).

Am Online Survey zur Sportart Skifahren beteiligten sich 3 Verbandsärzte, die jährlich für ca. 270 Aktive in allen Bereichen der

sportmedizinischen Betreuung und Versorgung verantwortlich sind und mehr als 30 Jahre Erfahrung aufweisen. Zudem wurden Interviews mit den Verbandsärzten Ski alpin und Ski nordisch/Biathlon geführt.

Aufgrund der hohen Geschwindigkeiten besteht im alpinen Skisport eine erhöhte Verletzungsgefahr. Schädel-Hirn-Verletzungen sind dabei die häufigste Todesursache. Zu Schädel-Hirn-Verletzungen in den nordischen Disziplinen mangelt es an Literatur (Ackery et al., 2007; Russell, Christie & Hagel, 2010).

Die Verletzungshäufigkeit hat nach sich nach Koehle et. al. von 6,5 Verletzungen pro 1000 Athlete Exposures 1970 auf 2,5 im Jahr 2000 verringert. Dies wird auf eine Verbesserung des Equipments und der Pistenbeschaffenheit zurückgeführt (Koehle, Lloyd-Smith & Taunton, 2002).

Das Concussionrisiko wurde von den Befragten im alpinen Skisport als hoch bis sehr hoch eingeschätzt, obwohl die Diagnose von den Befragten in den letzten 3 Jahren nur selten (1-3 Mal) oder gelegentlich (4-9 Mal) gestellt wurde. 3 Sportler waren mit Mehrfachconcussions aufgefallen. Im Experteninterview nennt der Verbandsarzt Ski alpin 1-2 Diagnosen jährlich. Im Biathlon wird das Risiko vom Interviewpartner als nicht hoch eingeschätzt.

Nach einer Metaanalyse von Hume et. al. auf Basis einer Haddon's Matrix verletzen sich erfahrene Skifahrer bzw. Skifahrerinnen eher bei Sprüngen, Unerfahrene eher bei Stürzen. Eine Hauptursache sind neben überhöhter Geschwindigkeit und Kontrollverlust auch schlechte Sichtverhältnisse. Nach Hagel et. al. sind 70 % aller Schädel-Hirn-Verletzungen im Alpinsport Concussions. In drei großen Fall-Kontroll-Studien wurde beim Ski- und Snowboardsport durch das Helmtragen eine absolute Risikoreduktion von durchschnittlich 34 % festgestellt. Gleichzeitig entsteht durch das Tragen eines Helmes keine erhöhte Gefahr einer Verletzung der Halswirbelsäule (OR 0.89, 95 % CI 0.72-1.09) (Cusimano & Kwok, 2010; Hume et al., 2015; Ruedl et al., 2015). Entgegen medienwirksamer Vermutungen wurde bei einer Befragung von > 2000 verletzten Skifahrern/fahrerinnen kein signifikant verändertes Risikoverhalten durch das Tragen eines Helmes festgestellt (Ruedl et al., 2015).

Die Hauptursache von Concussions im alpinen Skilauf ist laut Angaben im Online-Survey die „direkte Krafteinwirkung auf den Kopf“ beim Sturz in Training und Wettkampf. Die Verbandstrainer werden in der Regel direkt informiert, wenn sich einer ihrer Athleten bzw. Athletinnen eine Concussion oder Kopfverletzung zugezogen hat. Der Austausch zu Concussions findet vor allem im Verbandsteam auf Trainerebene und mit Physiotherapeuten/-therapeutinnen statt, nicht mit den Haus- oder Vereinsärzten der Aktiven. Über eine verbandseigene medizinische Datenbank werden alle Verletzungen der Athletinnen und Athleten des DSV erfasst und dokumentiert, auch die Concussion Anamnese. Veröffentlicht wurden diese Daten bislang noch nicht. Spezifische epidemiologische Daten zur Concussion wurden nach Angaben der Befragten vom Verband bislang nicht erhoben.

Beide Verbandsärzte gehen davon aus, dass ein Teil der Concussions unentdeckt bleiben. Bagatellisierung könnte dabei eine Rolle spielen.

Der Internationale Skiverband (FIS) sieht nach eigener Auskunft keine Nutzung des SCAT-3 oder ähnlicher Leitlinien im Zusammenhang mit Schädel-Hirn-Verletzungen vor.

Die Concussion scheint im alpinen Skilauf – ähnlich wie im Reiten – (Sturzsportarten) eine untergeordnete Rolle gegenüber dem schweren SHT, das durch stärkere Gewalteinflüsse auf den Kopf bei hohen Geschwindigkeiten entstehen kann, zu spielen. Die beschriebene Symptomatik nach Kopftraumen ist zumeist stärker ausgeprägt (z. B. bezüglich Amnesien oder Bewusstlosigkeit). Festgeschriebene Leitlinien oder Protokolle zur Diagnostik, Versorgung oder zum Return-to-Competition werden nicht angewandt.

Bei Verdacht auf Concussion erfolgt im alpinen und nordischen Skilauf die sofortige klinische Diagnostik, die je nach Erstbefund, zu weiterer apparativer Diagnostik führt. Die Problematik einer komplexen Symptomatik mit „unauffälliger Neurologie, unauffälliger Bildgebung, aber doch funktionellen Defiziten nach kleineren Kopfverletzungen“ sei auch im Skisport bekannt.

Das typische Concussion-Management im Verletzungsfall beim Skilaufen wurde wie folgt skizziert: Zunächst beurteilt der Mannschaftsarzt vor Ort die Symptome direkt auf der Piste. Dann würde entschie-

den, ob ein zügiger Transport organisiert werden müsse (Helikopter oder Rettungsdienst) oder ob die weitere Diagnostik und Behandlung im Hotel durchgeführt werden könne. Dabei kämen SCAT-2 oder -3, sowie klinische Scores wie die Glasgow Coma Scale zur Anwendung, in denen sämtliche Mannschaftsärzte und Physiotherapeuten/-therapeutinnen des DSV geschult seien. Anschliessend würde ggfs. eine erweiterte, interdisziplinäre Diagnostik vor Ort im Krankenhaus durchgeführt, je nach Schweregrad mit CT oder MRT. Anschließend fiel die Entscheidung, ob der Athlet bzw. die Athletin stationär überwacht werden müsse. Eine 24 h-Betreuung und Beobachtung gelte intern als minimale Vorgabe nach Concussion im Skisport. Im nächsten Schritt würden (zumeist von extern) Sportpsychologen/-psychologinnen oder Neuropsychologen/-psychologinnen (zumeist von extern) involviert, die dann z. B. Funktionstestungen durchführen könnten.

Im alpinen und nordischen Skisport gäbe es kein festgeschriebenes „graduated Return-to-Play“ Protokoll. Es werde individuell entschieden, wann ein Athlet oder eine Athletin wieder fit genug sei, um zu trainieren oder keine Sturzgefährdung mehr aufweisen würde. Es erfolge dann unter Beobachtung eine langsame Rückführung zu Training und Wettkampf. Im Zweifelsfall werde auch eine Zweitmeinung eingeholt.

Baselinetestungen werden im DSV nicht systematisch und standardisiert durchgeführt. Beide Experten halten den Aufwand der Standardisierung (finanziell und personell) im Vergleich zum Risiko in ihrer Sportart für zu hoch.

Eine sachgerechte Information, Aufklärung und Schulung auf Trainerebene, von Aktiven und Physiotherapeuten/-therapeutinnen wurde als großer Bedarf für die Prävention und den korrekten Umgang mit Concussion verbalisiert. Die Notwendigkeit zur Sensibilisierung wurde gesehen und sollte flächendeckend im Skisport stattfinden. Zudem wurden epidemiologische Untersuchungen in den Sportarten gewünscht.

Spezifische Vorgaben zum Schutz der Skifahrer/Skifahrerinnen vor einer Kopfverletzung sind:

- › Helmpflicht (Schutz vor Concussion wird von den Experten bezweifelt).

- › Als sicherheitstechnische Maßnahme wurde die sichere Gestaltung der Strecken genannt.
- › Zudem seien Westen mit Airbags in Entwicklung die zum Schutz der HWS entwickelt würden und ggf. indirekte Concussions reduzieren könnten.

5.11 Turnen

Der Deutsche Turner-Bund (DTB) ist der älteste und zweitgrößte Spitzenverband im deutschen Sport. Über 20.000 Vereine mit über 5 Millionen Mitgliedern in ganz Deutschland sind Mitglied im DTB und den zugehörigen Landesverbänden. Dabei vertritt der Verband neben dem olympischen Turnen auch zahlreiche Sportarten aus dem Bereich Gymnastik und Fitness.

Auf der Webseite des DTB finden sich zum Thema Gehirnerschütterung/Kopfverletzung/Concussion keine medizinischen Dokumentationen, Leitlinien, Programme oder Maßnahmen. Ebenso finden sich keine News oder Verweise in den gesichteten Dokumenten (Quelle: www.dtb-online.de).

Turnen gehört als Sportart mit potentiellem Sturzrisiko zu den Risikosportarten für Concussion. Im Online-Survey gab es keine Datensätze zum Turnen. Die nachfolgend aufgeführten Informationen stammen aus dem Interview mit einem der leitenden Verbandsärzte der Turner in Deutschland.

Die Literaturanalyse der Expertise ergab keine aussagekräftige Literatur zu Schädel-Hirn-Verletzungen beim Turnen.

Der Verbandsarzt schätzt das Risiko des direktens Traumas durch einen Sturz auf den Kopf als nicht besonders hoch ein („ca. 2-3 Fälle in den letzten 2-3 Jahren, zumeist durch Sturz am Boden, am Reck oder von den Ringen“). Häufig seien dagegen indirekte Gewalteinwirkungen auf den Kopf, die von der Halswirbelsäule weitergeleitet würden. Diese würden besonders bei bestimmten Abrollelementen am Boden auftreten, nach Salti oder anderen vorgeschalteten Elementen. Schon „leichte Fehler würden dann häufiger zu solchen indirekten Concussions führen“. Dieses Risiko sei insbesondere bei Turnen im niedrigeren Leistungsbereich („2. Liga oder Regionalliga“) sehr hoch. Darüber hinaus wurden die Landungen nach missglückten Flugelementen am Reck als Ursache genannt. Im

Spitzensport seien Concussions eher selten, allerdings könne man durchaus „von einer Dunkelziffer“ ausgehen, da Athleten und Athletinnen die Symptome unter Umständen nicht an den Arzt weitergeben würden.

Epidemiologischen Daten zur Concussion wurden im DTB noch nicht erhoben, der befragte Experte führt eine „eigene private Verletzungsstatistik“ und kann so den Verlauf einzelner Athleten und Athletinnen nachzeichnen.

Im DTB gibt es keine Leitlinien oder Protokolle zur Erfassung, zur weiteren Behandlung und zum „Return-to-Competition“. Ein Austausch zu Athleten bzw. Athletinnen mit einer Concussion verläuft nicht standardisiert oder systematisiert, sondern individuell auf Sportler-, Ärzte- und Trainerebene.

Spezifische Diagnostiktools werden im Turnen nicht eingesetzt. Nach Stürzen oder Verdacht auf Concussion wird nach klinisch-medizinischen Standards gehandelt. Die Klassifizierung und Abgrenzung einer Concussion wird für schwierig gehalten, insbesondere wenn Symptome bei indirekten Gehirnerschütterungen zeitverzögert auftreten. Bei Verdacht auf Concussion oder wenn die Ärzte einen Sturz beobachten, würden die Betroffenen sofort aus dem Training oder Wettkampf genommen und untersucht. Im Verdachtsfall werde immer auch ein Neurologe oder eine Neurologin konsultiert. Das Return-to-Competition Protokoll werde ganz individuell in Abhängigkeit vom einzelnen Verlauf gesteuert. Die Abstimmung dazu mit den Trainern und Trainerinnen verliefen konstruktiv, aber die Gefahr dass die Turnenden selbst die Symptome nicht ernst nähmen sei nach Angaben des Verbandsarzts größer. Systematische Basistestungen würden nicht durchgeführt. Die Entwicklung medizinischer Standards auf nationaler und internationaler Ebene sei zumeist abhängig von einzelnen engagierten Personen.

Das Thema Concussion werde im Turnen nicht für sehr relevant eingeschätzt. Es existieren keine spezifischen Regeln oder präventive Maßnahmen zum Schutz der Sportler und Sportlerinnen vor einer Concussion/Kopfverletzung. Auch die Analyse der Regelwerke ergab keine entsprechenden Ergebnisse.

Der Verbandsarzt gab an, dass er die intensive Schulung bestimmter Abrollelemente als wirksamste Präventionsmaßnahme einschätzen würde. Aufklärung zum Thema Concussion seien im nationalen und internationalen Verband dringend notwendig. Insbesondere die Aufklärung von Aktiven sowie Trainern und Trainerinnen sei wichtig für die Prävention, um das Risiko zu minimieren, Folgen besser einschätzen zu können und Symptome im Falle einer Concussion nicht zu bagatellisieren.

Die begleitende Recherche zum Thema Concussion im Turnen führte auf der Seite des Internationalen Turnverbandes (FIG - FEDERATION INTERNATIONALE DE GYMNASTIQUE) zu einem Beitrag über Verletzungen im Turnen von Dr. M. Leglise und Dr. M. Binder. Weder Kopfverletzungen noch die Concussion wurden in dem Beitrag erwähnt. Quelle: <http://www.fig-gymnastics.com/site/files/page/editor/files/Medical-Doc-Laccidentologie%20en%20gymnastique-e.pdf>

6 Kritische Bewertung und Empfehlungen

6.1 Übersicht

Die vorliegende Expertise stellt den derzeitigen Stand im Umgang mit Concussions im deutschen Spitzensport dar. Dem aktuellen Stand in der Literatur, werden die Strukturen und Standards, vornehmlich in den olympischen Risikosportarten gegenübergestellt. Dabei zeigt sich entgegen vieler medialer Berichte, dass das Forschungsdefizit in vielen Bereichen enorm ist. Wenngleich sich Situation, Standards und Bedürfnisse in den einzelnen Spitzensportverbänden und (para-)medizinischen Fachgruppen unterscheiden, lassen sich aus der vorliegenden Übersicht dennoch übergreifende Probleme formulieren.

Die Definition und Klassifikation von leichten Schädel-Hirn-Verletzungen in Deutschland unterscheidet sich (wertfrei) von der in anderen Ländern (insbesondere im europäischen Raum und Nordamerika). Hieraus ergibt sich eine uneinheitliche und unscharfe Terminologie (wie Concussion, Gehirnerschütterung, mild traumatic brain injury, SHT Grad 1 etc.).

Es existiert derzeit keine allgemein akzeptierte Klassifikation von sportassoziierten Schädel-Hirn-Verletzungen. Aus epidemiologischer Sicht führt dies zu einem hohen Risiko für Missklassifikationen in allen bisherigen und auch laufenden wissenschaftlichen Untersuchungen. Diese kann

- › nicht-differenziell (also alle Probanden bzw. Probandinnen mit gleicher Wahrscheinlichkeit treffen) oder
- › differenziell sein (sich also z. B. zwischen Probanden bzw. Probandinnen mit unterschiedlicher Ausprägung der Verletzung oder Leistungs- und Breitensportlern/-sportlerinnen unterscheiden).

Sie kann sowohl die Ereignisebene (wenn Variablen untersucht werden sollen, welche das Risiko für die Eintrittswahrscheinlichkeit beeinflussen) als auch die Ergebnis- bzw. Outcome-Ebene betreffen (wenn Variablen untersucht werden sollen, welche das Risiko für ungünstige Outcomes, Rehabilitationsintervalle etc. untersucht werden sollen). Hieraus ergibt sich die Unsicherheit der Übertragbarkeit epidemiologischer Daten zur Concussion aus dem anglo-amerikanischen Raum auf die Situation in Deutschland.

Die Auswirkungen einer differenziellen Missklassifikation auf Outcome-Parameter von den RTP-Intervallen bis hin zur Wiederaufnahme von Training und Spiel ist komplex und kann von einer substantiellen Unter- bis zur Überschätzung von Effektstärken reichen.

Es existiert derzeit kein allgemein akzeptierter Referenzstandard für die Diagnose von sportassoziierten Schädel-Hirn-Verletzungen. Dies erschwert die Validierung klinischer, neurophysiologischer, -kognitiver und -psychologischer, laborchemischer und bildgebender Methoden von der Point-of-Care (POC) über die innerklinische bis hin zur Rehabilitationsphase und trägt zu der vermuteten Dunkelziffer und zum standardisierten Management in den Verbänden bei.

Ohne eine einheitliche Klassifikation bzw. Graduierung des Ereignisses oder Risikofaktors Concussion lassen sich nur schwer Aussagen über unabhängige Risikofaktoren oder Outcomes treffen. Ohne einen anerkannten Referenzstandard ist wiederum keine übergreifende Validierung etablierter und/oder innovativer diagnostischer Testmethoden möglich.

Jede Aussage über Risikovariablen sowie die zu erwartende Dauer bis zur körperlichen, mentalen und sozialen Rehabilitation einschl. evtl. Folgeschäden erfordert eine einheitliche Definition des stattgehabten Verletzungsbildes, bzw. einen objektiven Verlaufsparemeter. Ohne valide diagnostische Tests ist eine stratifizierte bzw. individualisierte Therapie bzw. Rehabilitation kaum möglich, an deren Ende die *restitutio ad integrum* und uneingeschränkte Trainings- und Wettkampffähigkeit stehen sollte.

Unter gesundheitsökonomischen Aspekten muss für alle Beteiligten (d. h., Sportler bzw. Sportlerinnen, Verein/Verband, Sponsoren, Versicherer, Arbeitgeber, Familie) frühzeitig abgewogen werden, welche direkten und indirekten Kosten aus bestimmten diagnostischen, therapeutischen und rehabilitativen Interventionen entstehen und welche Effekte diese bewirken. Im Idealfall wird mit minimalem Ressourceneinsatz (d. h. personell, finanziell, zeitlich) ein optimales Ergebnis (rasche Wiederaufnahme des Trainings oder Wiederherstellung der Spiel-/Wettbewerbsfähigkeit) erzielt. Im ungünstigsten Fall kann trotz maximalem Ressourceneinsatz keine Wiederherstellung der Trainings- oder Spiel-/Wettbewerbsfähigkeit erreicht werden. Die Wahrscheinlichkeit der denkbaren Szenarien sollte wissenschaftlich belastbar erforscht werden.

6.2. Forschungsfragen und Handlungsempfehlungen

6.2.1 Generelle Empfehlungen

Der aktuelle Stand der Literatur sowie die medizinische Praxis bei Concussions im Sport werfen einige Fragen auf. So gilt es zum Beispiel zu klären, welche Variablen mit einer schlechten Prognose nach Concussions assoziiert sind, welche Langzeitfolgen wiederholte Concussions nach sich ziehen und welche Möglichkeiten es gibt, einen komplizierten Verlauf abzuwenden. Bei der Versorgung von Athleten und Athletinnen mit Concussions zeigen sich (krankheitsübergreifend) Defizite bei der Organisation und Kommunikation auf Ärzte-, Trainer-, Physiotherapeuten- und Betreuererebene. Mit wenigen Ausnahmen werden in den Verbänden nur selten standardisierte Leitlinien oder Algorithmen bei der Versorgung von Concussions angewandt. Verbunden mit der nahezu unisono geäußerten Befürchtung einer hohen Dunkelziffer, dem Wunsch nach

objektiven Parametern in Diagnostik und Verlaufsbeurteilung und einer besseren Versorgungsstruktur ergibt sich folgender Fragen- und Handlungskatalog:

6.2.2 Prävention

- › Übersicht von sportartspezifischen Inzidenzen in Deutschland (u. a. zur sachgerechten Bedarfsermittlung unter Berücksichtigung der Situation in Deutschland)
- › Einfluss von Regeländerungen, legislativen und öffentlichkeitswirksamen Maßnahmen sowie Massnahmen zur Verhaltens- und Verhältnisprävention auf die Epidemiologie, Diagnose, Therapie, Rehabilitation und das Outcome sportassoziiierter Schädel-Hirn-Verletzungen (einschl. Concussion)
- › Wirkung von Protektion/sicherheitstechnischer Umgebung: Entwicklung und klinische Wirksamkeit
- › Auswirkungen einer verstärkten Aufklärung über das Krankheitsbild und den Umgang mit Concussion.

6.2.3 Diagnostik

- › Es besteht massiver Bedarf an spezifischen, sensitiven, objektiven und praktikablen diagnostischen Parametern für eine Concussion auf dem Spielfeld/an der Seitenlinie (Empfehlungen zu Abbruch/Fortführung von Wettkampf/Spiel) im Rahmen der klinisch-ärztlichen Untersuchungen und von Return-to-Competition Protokollen, die auch in Baselinetestungen implementiert werden sollten. Dabei ist die Genauigkeit etablierter Instrumente, wie z. B. des SCAT-3 oder des IMPACT-Tests derzeit noch nicht ausreichend evaluiert. Der Fokus sollte zunehmend solche Biomarkern einschließen, die durch eine Concussion entstandene (strukturelle und funktionelle) Pathophysiologien objektiv darstellen, jedoch in ihrer klinischen Funktion als tatsächlicher Biomarker noch nicht erforscht sind. Da es sich bei einer Concussion um eine komplexe Schädigung des Gehirns mit vielseitigen Symptomen handelt, kommt hier vor allem eine Kombination verschiedener Parameter zur multimodalen Beurteilung (z. B. aus klinischen, neurophysiologischen, neuropsychologischen und anderen Tests) in Frage. Diese sollten systematisch ggfs. im Rahmen von routinemäßigen sportmedizinischen Untersuchungen (z. B. auch im Nachwuchsleistungs-

sport) etabliert werden, wodurch sich im Rahmen einer systematischen Erfassung die Möglichkeit zur Betrachtung im Längsschnitt eröffnet. Ziel muss es zudem sein, die in aktuellen Leitlinien empfohlene, multimodale Herangehensweise an das Krankheitsbild longitudinal zu untersuchen (McCrea, Broshek & Barth, 2015). Bei der Verwendung von neurokognitiven Tests muss z. B. die korrekte, geschlechtsspezifische Durchführung gewährleistet werden (Buckley, Burdette & Kelly, 2015; deMarco & Broshek, 2016).

- › In ähnlicher Art könnte z. B. die Betrachtung der Effekte von Kopfbällen im Fußball (insbesondere im Kindesalter) erfolgen, da auch und gerade bei diesem Thema die Schere zwischen medialer Berichterstattung, durchgeführten Maßnahmen und Interventionen sowie wissenschaftlicher Evidenz massiv auseinander klafft.

6.2.4 Versorgung und Return-to-Competition

- › Evaluation der Effektivität und Effizienz der in aktuellen Leitlinien empfohlenen graduierten Return-to-Play-Protokolle einschl. des optimalen Ausmaßes und der Gestaltung der verordneten physischen und kognitiven Ruheperiode
- › Einfluss von Art und Umfang körperlicher Aktivität auf den Heilungsverlauf
- › Untersuchung multimodaler klinischer Maßnahmen bei fortgesetzten Beschwerden
- › Prädiktoren für gutes/schlechtes Outcome nach SHT/Concussion.

6.2.5 Folgen von Concussion

- › Spätfolgen (Abhängigkeit von individueller Voraussetzung, Vorgeschichte, Verletzungsmechanismus, Schweregrad, Diagnostik, Versorgung)
- › Folgeverletzungen nach Concussion (zentral und peripher, zum Beispiel auch in Bezug auf Folgen von Kopfbällen im Kindes- und Erwachsenenalter, oder insbesondere nach Leitlinien-gerechtem Return-to-Play) sowie deren Mechanismen in Bezug auf Concussion.

6.2.6 Zusammenfassung

Die Verfasser dieser Expertise empfehlen die vorrangige Bearbeitung und Beachtung folgender offener Forschungsfragen und Handlungsfelder:

- › Erfassung prospektiver, spitzensportspezifischer Daten in Deutschland u. a. zu Akutversorgung und Langzeitverlauf (u. a. durch eine nationale Datenbank)
- › Sensibilisierung durch sportartspezifische Kommunikation und Umsetzung klinischer, evidenz-basierter Kriterien, z. B. in der Diagnostik und im Return-to-Play (z. B. durch ein Versorgungsnetzwerk im deutschen Spitzensport) sowie eine Evaluation der Wirksamkeit der entsprechenden Maßnahmen
- › Entwicklung und Einsatz einer Klassifikation von leichten SHT mit spezifischem Bezug auf den (Spitzen-) Sport
- › Entwicklung und klinische Evaluation von validen objektiven diagnostischen Biomarkern, die der Pathophysiologie und multimodalen klinischen Beeinträchtigung gerecht werden
- › nach Sportarten differenzierte Betrachtung der Folgen von Concussions, z. B. Folgeverletzungen, Spätfolgen unter Berücksichtigung individueller Verläufe, Therapien etc.

6.3 Perspektiven

Neben der Notwendigkeit einer verbesserten Diagnostik von Concussions, bedürfen viele der beschriebenen Fragestellungen einer systematischeren Erfassung von klinischen, epidemiologischen und mechanistischen Daten von Concussions, insbesondere unter Berücksichtigung nationaler Besonderheiten (z. B. bei der medizinischen Versorgung oder dem organisierten Spitzensports), damit sich die gewonnenen Erkenntnisse auch allgemein (z. B. auf den Breitensport) anwenden lassen. Hierzu sollte die eingerichtete Plattform zur Erfassung prospektiven Datenerfassung von Concussions im Spitzensport herangezogen und nachhaltig unterstützt werden.

Um schon jetzt zeitnah das Outcome nach sportassoziierten Concussions zu verbessern, sollten Aktive, Trainer und Trainerinnen, Schiedsrichter und Schiedsrichterinnen, Angehörige sowie Ärzte

und Ärztinnen flächendeckend über Leitlinien und deren Implikationen informiert werden. Dazu gehört die sensible Berücksichtigung des Interessenskonfliktes zwischen dem kurzfristigen sportlichen Erfolg und dem langfristigen Wohlergehen des Sportlers bzw. der Sportlerin. Hierfür könnten Anreize für die korrekte Befolgung der Leitlinien hilfreich sein (Kemp et al., 2016; Buckley, Burdette & Kelly, 2015; Partridge, 2014). Insbesondere Trainer und Trainerinnen sollten für die Implikationen von Concussions sensibilisiert werden, da

1. sich deren Inzidenz durch gezieltes Training verringern lässt und
2. die Erstdiagnose in den meisten Fällen durch nicht-medizinische Laien erfolgt (Lincoln et al., 2013; Mihalik et al., 2010).

Für die Versorgung der Sportler und Sportlerinnen ist die Etablierung eines deutschlandweiten Netzwerks zur SHT-Versorgung ein elementarer Baustein, der zudem die weitere Basis für eine systematische Untersuchung in den beschriebenen Handlungsfeldern bilden könnte.

6.4 Einschränkungen

Die Untersuchung der Literatur beschränkte sich auf Publikationen, die zwischen Januar 2012 und Juni 2016 in englischer, französischer und deutscher Sprache erschienen sind. Es erfolgte aufgrund der Heterogenität des Datenmaterials weder eine formale qualitative Bewertung von Methoden noch eine quantitative Datenaggregation. Auf eine Auswertung von grauer Literatur und Datenbanken außerhalb von Medline und Embase wurde aus Gründen der Handhabbarkeit der Literaturmenge bei vorgegebenem engen zeitlichen Rahmen verzichtet. Auch die prospektive Befragung sowie die Internetrecherche in den Sportarten der olympischen Spitzenverbänden hätte ausgeweitet werden können, insbesondere im Hinblick auf den Vergleich mit internationalen Verbänden und Gesellschaften. Dies war aufgrund gegebener zeitlicher Rahmenbedingungen nicht möglich. Eine valide Darstellung der Situation in Deutschland dürfte mit den umfangreichen erfassten Daten und Recherchen jedoch gewährleistet sein. Diese Expertise bildet den aktuellen Stand der Wissenschaft und medizinischen Versorgung im Spitzensport in Deutschland ebenso ab, wie kontrovers geführte Themen, insbesondere da alle im Untersuchungszeitraum veröffentlichten Leitli-

nien und Übersichtsarbeiten eingeschlossen werden konnten. Die vorliegende Expertise dient nach Meinung der beteiligten Arbeitsgruppen als robuste Informations- und Diskussionsgrundlage für alle Stakeholder.

7 Zusammenfassung und Fazit

Concussions im (Spitzen-)Sport belasten die Betroffenen und das Gesundheitssystem gleichermaßen. In den letzten Jahren hat sich die Wissenschaft intensiv mit dem Thema befasst und interdisziplinär ausgeweitet. Die vorliegende Expertise deckt die für die Zukunft relevanten Forschungsfragen ebenso wie den Handlungsbedarf im Deutschen (Spitzen-)Sport gleichermaßen auf.

Es fehlen allgemeingültige Definitionen und Klassifizierungen des Krankheitsbildes und diagnostische Standards. Evidenzbasierte Behandlungs- und Rehabilitationspfade gibt es kaum. Studien zur Evaluation des individuellen, nachhaltigen Outcomes in Abhängigkeit von Art, Umfang und Ablauf der Versorgung nach Concussion sind notwendig, ebenso wie Untersuchungen dazu, welche interindividuellen Reaktionen auf Maßnahmen der Versorgung erwartet werden können.

Unklarheit herrscht schließlich über die Langzeitfolgen von rezidivierenden Concussions und über Möglichkeiten der Vermeidung von Mehrfachconcussions, z. B. zum Risiko in unterschiedlichen Zeitfenstern nach einer Concussion. Wann Athleten bzw. Athletinnen nach Mehrfachconcussions für einen längeren Zeitraum oder sogar ganz aus Training und Wettkampf genommen werden sollten, ist unsicher.

In Summe zeigt sich ein eklatantes Missverhältnis zwischen der medialen Aufmerksamkeit und Berichterstattung, evidenzbasiertem Wissen und Konsequenzen für das Concussion-Management im Sport. Eine sensible Betrachtung der Gesamtproblematik sollte immer in einem verantwortungsvollen Abgleich zwischen Risiken und Benefits einer Sportart erfolgen.

8 Quellen

- Ackery, A., et al. (2007). An international review of head and spinal cord injuries in alpine skiing and snowboarding. *Injury prevention*, 13 (6), p. 368-375.
- American Academy of Pediatrics, C.o.S.M., et al. (2011). Policy statement-Boxing participation by children and adolescents. *Pediatrics*, 128 (3), p. 617-623.
- Andersen, T.E. et al. (2004). Mechanisms of head injuries in elite football. *British journal of sports medicine*, 38 (6), p. 690-696.
- Andrews, J. et al. (2013a). GRADE guidelines: 14. Going from evidence to recommendations: the significance and presentation of recommendations. *Journal of clinical epidemiology*, 66 (7), p. 719-725.
- Andrews, J.C. et al. (2013b). GRADE guidelines: 15. Going from evidence to recommendation-determinants of a recommendation's direction and strength. *Journal of clinical epidemiology*, 66 (7), p. 726-735.
- Anseel, F.L., Lievens, F., Schollaert E. & Choragwicka, B. (2010). Response rates in organizational science, 1995-2008: A meta-analytic review and guidelines for survey researchers. *Journal of business and psychology*, 25, p. 335-349.
- Asplund, C., Bettcher, S. & Borchers, J. (2009). Facial protection and head injuries in ice hockey: a systematic review. *British journal of sports medicine*, 43 (13), p. 993-999.
- Ball, C.G. et al. (2007). Equestrian injuries: incidence, injury patterns, and risk factors for 10 years of major traumatic injuries. *American journal of surgery*, 193 (5), p. 636-640.
- Balshem, H. et al. (2011). GRADE guidelines: 3. Rating the quality of evidence. *Journal of clinical epidemiology* 64 (4): p. 401-406.
- Baltzer, A.W. & Ghadamgahi, P.D. (1998). American football injuries in the German Federal League: risk of injuries and pattern of injuries. *Unfallchirurgie*, 24 (2), p. 60-65.
- Barnes, B.C. et al. (1998). Concussion history in elite male and female soccer players. *American journal of sports medicine*, 26 (3), p. 433-438.

- Bartley, E.J. & Fillingim, R.B. (2013). Sex differences in pain: a brief review of clinical and experimental findings. *British journal of anaesthesia*, 111 (1), p. 52-58.
- Bazarian, J.J. et al. (2010). Sex differences in outcome after mild traumatic brain injury. *Journal of neurotrauma*, 27 (3), p. 527-539.
- Bell, D.R. et al. (2011). Systematic review of the balance error scoring system. *Sports health*, 3 (3), p. 287-295.
- Benedict, P.A. et al. (2015). Gender and age predict outcomes of cognitive, balance and vision testing in a multidisciplinary concussion center. *Journal of the neurological sciences*, 353 (1-2), p. 111-115.
- Berz, K. et al. (2013). Sex-specific differences in the severity of symptoms and recovery rate following sports-related concussion in young athletes. *The Physician and Sportsmedicine*, 41 (2), p. 58-63.
- Biasca, N., Wirth, S. & Tegner, Y. (2002). The avoidability of head and neck injuries in ice hockey: an historical review. *British journal of sports medicine*, 36 (6), p. 410-427.
- Benson, B.W. et al. (2013). What are the most effective risk-reduction strategies in sport concussion? *British journal of sports medicine*, 47 (5), p. 321-326.
- Benson, B.W. et al. (2009). Is protective equipment useful in preventing concussion? A systematic review of the literature. *British journal of sports medicine*, 43 (1), p. i56-67.
- Benson, B.W. & Meeuwisse, W.H. (2005). Ice hockey injuries. *Medicine an sport science*, 49, p. 86-119.
- Benson, B.W. et al. (1999). Head and neck injuries among ice hockey players wearing full face shields vs half face shields. *Journal of the American Medical Association*, 282 (24), p. 2328-2332.
- Blennow, K., Hardy, J. & Zetterberg, H. (2012). The neuropathology and neurobiology of traumatic brain injury. *Neuron*, 765, p. 886-899.
- Boden, B.P., Kirkendall, D.T. & Garrett, Jr., W.E. (1998). Concussion incidence in elite college soccer players. *American journal of sports medicine*, 26 (2), p. 238-241.

- Broglio, S.P. et al. (2014). National Athletic Trainers' Association position statement: management of sport concussion. *Journal of athletic training*, 49 (2), p. 245-265.
- Broglio, S.P., Eckner, J.T. & Kutcher, J.S. (2013). Field-based measures of head impacts in high school football athletes. *Current opinion in pediatrics*, 24 (6), p. 702-708.
- Broglio, S.P. & Puetz, T.W. (2008). The effect of sport concussion on neurocognitive function, self-report symptoms and postural control : a meta-analysis. *Sports medicine*, 38 (1), p. 53-67.
- Brown, D.A. et al. (2015). Differences in Symptom Reporting Between Males and Females at Baseline and After a Sports-Related Concussion: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports medicine*, 45 (7), p. 1027-1040.
- Brown, N.J. et al. (2014). Effect of cognitive activity level on duration of post-concussion symptoms. *Pediatrics*, 133 (2), p. e299-304.
- Brunetti, M. et al. (2013). GRADE guidelines: 10. Considering resource use and rating the quality of economic evidence. *Journal of clinical epidemiology*, 66 (2), p. 140-150.
- Buckley, T.A., Burdette, G. & Kelly, K. (2015). Concussion-Management Practice Patterns of National Collegiate Athletic Association Division II and III Athletic Trainers: How the Other Half Lives. *Journal of athletic training*, 50 (8), p. 879-888.
- Cancelliere, C. et al. (2014). Systematic review of prognosis and return to play after sport concussion: results of the International Collaboration on Mild Traumatic Brain Injury Prognosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 95 (3), p. S210-229.
- Cantu, R.C. (2016). Dysautoregulation/Second Impact Syndrome with Recurrent Athletic Head Injury. *World neurosurgery*.
- Cantu, R.C. & Gean, A.D. (2010). Second-impact syndrome and a small subdural hematoma: an uncommon catastrophic result of repetitive head injury with a characteristic imaging appearance. *Journal of neurotrauma*, 27 (9), p. 1557-1564.
- Casson, I.R. et al. (2010). Twelve years of national football league concussion data. *Sports health*, 2 (6), p. 471-483.

- Chen, J.K. et al. (2007). A validation of the post concussion symptom scale in the assessment of complex concussion using cognitive testing and functional MRI. *Journal of neurology, neurosurgery and psychiatry*, 78 (11), p. 1231-1238.
- Chen, J.K. et al. (2004). Functional abnormalities in symptomatic concussed athletes: an fMRI study. *Neuroimage*, 22 (1), p. 68-82.
- Collins, M.W. et al. (2002). Cumulative effects of concussion in high school athletes. *Neurosurgery*, 51 (5), p. 1175-1179; discussion 1180-1181.
- Colvin, A.C. et al. (2009). The role of concussion history and gender in recovery from soccer-related concussion. *American journal of sports medicine*, 37 (9), p. 1699-704.
- Council on Sports, Medicine and Fitness. et al. (2014). Policy Statement. Reducing injury risk from body checking in boys' youth ice hockey. *Pediatrics*, 133 (6), p. 1151-1157.
- Covassin, T. et al. (2013). The management of sport-related concussion: considerations for male and female athletes. *Translational stroke research*, 4 (4), p. 420-424.
- Covassin, T. et al. (2012a). The role of age and sex in symptoms, neurocognitive performance, and postural stability in athletes after concussion. *American journal of sports medicine*, 40 (6), p. 1303-1312.
- Covassin, T., et al. (2012b). Sex and age differences in depression and baseline sport-related concussion neurocognitive performance and symptoms. *Clinical journal of sport medicine*, 22 (2), p. 98-104.
- Covassin, T. et al. (2009). Immediate post-concussion assessment and cognitive testing (ImPACT) practices of sports medicine professionals. *Journal of athletic training*, 44 (6), p. 639-644.
- Covassin, T., Swanik, C.B. & Sachs, M.L. (2003). Sex Differences and the Incidence of Concussions Among Collegiate Athletes. *Journal of athletic training*, 38 (3), p. 238-244.
- Cusimano, M.D. et al. (2013). Mechanisms of team-sport-related brain injuries in children 5 to 19 years old: opportunities for prevention. *PLoS One*, 8 (3), p. e58868.

- Cusimano, M.D. & Kwok, J. (2010). The effectiveness of helmet wear in skiers and snowboarders: a systematic review. *British journal of sports medicine*, 44 (11), p. 781-786.
- Daneshvar, D. H., Nowinski, C.J. et al. (2011). The epidemiology of sport-related concussion. *Clinics in sports medicine*, 30 (1), p. 1-17, vii.
- Daneshvar, D. H. et al. (2011). Helmets and mouth guards: the role of personal equipment in preventing sport-related concussions. *Clinics in sports medicine*, 30 (1), p. 145-163.
- Davis, G.A., Castellani, R.J. & McCrory, P. (2015). Neurodegeneration and sport. *Neurosurgery*, 76 (6), p. 643-655; discussion 655-656.
- de Courten-Myers, G.M. (1999). The human cerebral cortex: gender differences in structure and function. *Journal of neuropathology and experimental neurology*, 58 (3), p. 217-226.
- DeKosky, S.T., Ikonomic, M.D. & Gandy, S. (2010). Traumatic brain injury – football, warfare, and long-term effects. *The New England journal of medicine*, 363 (14), p. 1293-1296.
- Delaney, J.S. et al. (2008). The effect of protective headgear on head injuries and concussions in adolescent football (soccer) players. *British journal of sports medicine*, 42 (2), p. 110-115; discussion 115.
- De Marco, A.P. & Broshek, D.K. (2016). Computerized Cognitive Testing in the Management of Youth Sports-Related Concussion. *Journal of child neurology*, 31 (1), p. 68-75.
- Dick, R.W. (2009). Is there a gender difference in concussion incidence and outcomes? *British journal of sports medicine*, 43 (1), p. i46-50.
- Dick, R. et al. (2007). Descriptive epidemiology of collegiate women's soccer injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 1988-1989 through 2002-2003. *Journal of athletic training*, 42 (2), p. 278-285.
- Dimou, S. & Lagopoulos J. (2014). Toward objective markers of concussion in sport: a review of white matter and neurometabolic changes in the brain after sports-related concussion. *Journal of neurotrauma*, 31 (5), p. 413-424.

- Dominguez, D.C. & Raparla, M. (2014). Neurometabolic aspects of sports-related concussion. *Seminars in speech and language*, 35 (3), p. 159-165.
- Donaworth, M.A. et al. (2016). Is current medical education adequately preparing future physicians to manage concussion: an initial evaluation. *The physician and sportsmedicine*, 44 (1), p. 1-7.
- Dougan, B.K., Horswill, M.S. & Geffen, G.M. (2014). Athletes' age, sex, and years of education moderate the acute neuropsychological impact of sports-related concussion: a meta-analysis. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 20 (1), p. 64-80.
- Duma, S.M., et al. (2005). Analysis of real-time head accelerations in collegiate football players. *Clinical journal of sport medicine*, 15 (1), p. 3-8.
- Echemendia, R.J., Giza, C.C. & Kutcher, J.S. (2015). Developing guidelines for return to play: consensus and evidence-based approaches. *Brain injury*, 29 (2), p. 185-194.
- Echemendia, R.J. et al. (2013). Advances in neuropsychological assessment of sport-related concussion. *British journal of sports medicine*, 47 (5), p. 294-298.
- Echemendia, R.J. et al. (2012). The utility of post-concussion neuropsychological data in identifying cognitive change following sports-related MTBI in the absence of baseline data. *Clinical neuropsychology*, 26 (7), p. 1077-1091.
- Ellis, M.J., et al. (2015). Vestibulo-ocular dysfunction in pediatric sports-related concussion. *Journal of neurosurgery and pediatrics*, 16 (3), p. 248-255.
- Emery, C.A. et al. (2010). Risk of injury associated with body checking among youth ice hockey players. *Journal of the American Medical Association*, 303 (22), p. 2265-2272.
- Esposito, G. et al. (1996). Gender differences in cerebral blood flow as a function of cognitive state with PET. *Journal of nuclear medicine*, 37 (4), p. 559-564.

- Faul, M., X.L., Wald, M.M. et al. (2010). Traumatic brain injury in the United States: emergency department visits, hospitalizations and deaths 2002–2006. Atlanta (GA): Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Injury Prevention and Control.
- Field, M. et al. (2003). Does age play a role in recovery from sports-related concussion? A comparison of high school and collegiate athletes. *The journal of pediatrics*, 142 (5), p. 546-553.
- Foley, C., Gregory, A. & Solomon, G. (2014). Young age as a modifying factor in sports concussion management: what is the evidence? *Current sports medicine reports*, 13 (6), p. 390-394.
- Gabbett, T.J. (2005). Influence of the limited interchange rule on injury rates in sub-elite Rugby League players. *Journal of science and medicine in sport*, 8 (1), p. 111-115.
- Galetta, K.M. et al. (2011a). The King-Devick test as a determinant of head trauma and concussion in boxers and MMA fighters. *Neurology*, 76 (17), p. 1456-1462.
- Galetta, K.M. et al. (2011b). The King-Devick test and sports-related concussion: study of a rapid visual screening tool in a collegiate cohort. *Journal of the neurological sciences*, 309 (1-2), p. 34-9.
- Gardner, A. et al. (2015). A systematic review of concussion in rugby league. *British journal of sports medicine*, 49 (8), p. 495-498.
- Gardner, A., Iverson, G.L. & McCrory, P. (2014). Chronic traumatic encephalopathy in sport: a systematic review. *British journal of sports medicine*, 48 (2), p. 84-90.
- Gardner, A., Iverson, G.L. & Stanwell, P. (2014). A systematic review of proton magnetic resonance spectroscopy findings in sport-related concussion. *Journal of neurotrauma*, 31 (1), p. 1-18.
- Gardner, A. et al. (2012). A systematic review of diffusion tensor imaging findings in sports-related concussion. *Journal of neurotrauma*, 29 (16), p. 2521-2538.

- Gessel, L.M. et al. (2007). Concussions among United States high school and collegiate athletes. *Journal of athletic training*, 42 (4), p. 495-503.
- Giannotti, M. et al. (2010). Epidemiology of acute head injuries in Canadian children and youth soccer players. *Injury*, 41 (9), p. 907-912.
- Giza, C. (2014). Pediatric issues in sports concussion. *Continuum*, 20 (6), p. 1570-1587.
- Giza, C.C. & Hovda, D.A. (2014). The New Neurometabolic Cascade of Concussion. *Neurosurgery*, 75, p. S24-S33.
- Giza, C. et al. (2013). Summary of evidence-based guideline update: Evaluation and management of concussion in sports. *Neurology*, 80, p. 2250-2257.
- Ghosh, A. et al. (2000). Horse-related injuries in pediatric patients. *Journal of pediatric surgery*, 35 (12), p. 1766-1770.
- Greenwald, R.M., et al. (2008). Head impact severity measures for evaluating mild traumatic brain injury risk exposure. *Neurosurgery*, 62 (4), p. 789-798; discussion 798.
- Guskiewicz, K.M. et al. (2013). Evidence-based approach to revising the SCAT2: introducing the SCAT3. *British journal of sports medicine*, 47 (5), p. 289-293.
- Guskiewicz, K.M., et al. (2007). Measurement of head impacts in collegiate football players: relationship between head impact biomechanics and acute clinical outcome after concussion. *Neurosurgery*, 61 (6), p. 1244-1252; discussion 1252-1253.
- Guskiewicz, K.M., et al. (2005). Association between recurrent concussion and late-life cognitive impairment in retired professional football players. *Neurosurgery*, 57 (4), p. 719-726; discussion 719-726.
- Guskiewicz, K.M. et al. (2003). Cumulative effects associated with recurrent concussion in collegiate football players: the NCAA Concussion Study. *Journal of the American Medical Association*, 290 (19), p. 2549-2555.
- Guskiewicz, K.M. et al. (2000). Epidemiology of concussion in collegiate and high school football players. *American journal of sports medicine*, 28 (5), p. 643-650.

- Guyatt, G. et al. (2013). GRADE guidelines: 11. Making an overall rating of confidence in effect estimates for a single outcome and for all outcomes. *Journal of clinical epidemiology*, 66 (2), p. 151-157.
- Guyatt, G.H. et al. (2011a). GRADE guidelines: a new series of articles in the Journal of Clinical Epidemiology. *Journal of clinical epidemiology*, 64 (4), p. 380-382.
- Guyatt, G. et al. (2011b). GRADE guidelines: 1. Introduction-GRADE evidence profiles and summary of findings tables. *Journal of clinical epidemiology*, 64 (4), p. 383-394.
- Guyatt, G.H. et al. (2011c). GRADE guidelines: 2. Framing the question and deciding on important outcomes. *Journal of clinical epidemiology*, 64 (4), p. 395-400.
- Guyatt, G.H. et al. (2011d). GRADE guidelines: 4. Rating the quality of evidence – study limitations (risk of bias). *Journal of clinical epidemiology*, 64 (4), p. 407-415.
- Guyatt, G.H. et al. (2011e). GRADE guidelines: 5. Rating the quality of evidence – publication bias. *Journal of clinical epidemiology*, 64 (12), p. 1277-1282.
- Guyatt, G.H. et al. (2011f). GRADE guidelines 6. Rating the quality of evidence – imprecision. *Journal of clinical epidemiology*, 64 (12), p. 1283-1293.
- Guyatt, G.H. et al. (2011g). GRADE guidelines: 7. Rating the quality of evidence-inconsistency. *Journal of clinical epidemiology*, 64 (12), p. 1294-1302.
- Guyatt, G.H. et al. (2011h). GRADE guidelines: 8. Rating the quality of evidence-indirectness. *Journal of clinical epidemiology*, 64 (12), p. 1303-1310.
- Guyatt, G.H. et al. (2011i). GRADE guidelines: 9. Rating up the quality of evidence. *Journal of clinical epidemiology*, 64 (12), p. 1311-1316.
- Guyatt, G.H. et al. (2008). What is “quality of evidence” and why is it important to clinicians? *BMJ*, 336 (7651), p. 995-998.
- Guyton, K. et al. (2013). Equestrian injury is costly, disabling, and frequently preventable: the imperative for improved safety awareness. *The American surgeon*, 79 (1), p. 76-83.

- Hagglund, M., M. Walden, & Ekstrand, J. (2006). Previous injury as a risk factor for injury in elite football: a prospective study over two consecutive seasons. *British journal of sports medicine*, 40 (9), p. 767-772.
- Halstead, M.E. et al. (2013). Returning to learning following a concussion. *Pediatrics*, 132 (5), p. 948-957.
- Hanson, E. et al. (2014). Management and prevention of sport-related concussion. *Clinical pediatrics (Philadelphia)*, 53 (13), p. 1221-1230.
- Haran, H.P. et al. (2016). On-field management and return-to-play in sports-related concussion in children: Are children managed appropriately? *Journal of science and medicine in sport*, 19 (3), p. 194-199.
- Harmon, K.G., et al. (2013). American Medical Society for Sports Medicine position statement: concussion in sport. *British journal of sports medicine*, 47 (1), p. 15-26.
- Hasler, R.M. et al. (2011). Protective and risk factors in amateur equestrians and description of injury patterns: A retrospective data analysis and a case – control survey. *Journal of trauma management & outcomes*, 5, p. 4.
- Hebert, O. et al. (2016). The diagnostic credibility of second impact syndrome: A systematic literature review. *Journal of science and medicine in sport*.
- Higgins, J.P. et al. (2011). The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ*, 343, p. d5928.
- Hofman, P.A. et al. (2001). MR imaging, single-photon emission CT, and neurocognitive performance after mild traumatic brain injury. *American journal of neuroradiology*, 22 (3), p. 441-449.
- Hootman, J.M., Dick, R. & Agel, J. (2007). Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. *Journal of athletic training*, 42 (2), p. 311-319.
- Hrysomallis, C. (2013). Injury incidence, risk factors and prevention in Australian rules football. *Sports medicine*, 43 (5), p. 339-354.

- Hume, P.A. et al. (2015). Recreational Snow-Sports Injury Risk Factors and Countermeasures: A Meta-Analysis Review and Haddon Matrix Evaluation. *Sports medicine*, 45 (8), p. 1175-1190.
- Inglese, M., et al. (2005). Diffuse axonal injury in mild traumatic brain injury: a diffusion tensor imaging study. *Journal of neurosurgery*, 103 (2), p. 298-303.
- Iverson, G.L. & Schatz, P. (2015). Advanced topics in neuropsychological assessment following sport-related concussion. *Brain injury*, 29 (2), p. 263-275.
- Iverson, G.L. et al. (2004). Cumulative effects of concussion in amateur athletes. *Brain injury*, 18 (5), p. 433-443.
- Jagodzinski, T. & DeMuri, G.P. (2005). Horse-related injuries in children: a review. *Wisconsin medical journal*, 104 (2), p. 50-4.
- Janda, D. h., Bir, C.A. & Cheney, A.L. (2002). An evaluation of the cumulative concussive effect of soccer heading in the youth population. *International journal of injury control and safety promotion*, 9 (1), p. 25-31.
- Jantzen, K.J. et al. (2004). A prospective functional MR imaging study of mild traumatic brain injury in college football players. *American journal of neuroradiology*, 25 (5), p. 738-745.
- Johnson, R.S. et al. (2016). The Effect of Cognitive Rest as Part of Post-Concussion Management for Adolescent Athletes: A Critically Appraised Topic. *Journal of sport rehabilitation*.
- Johnson, E.W., Kegel, N.E. & Collins, M.W. (2011). Neuropsychological assessment of sport-related concussion. *Clinical sports medicine*, 30 (1), p. 73-88, viii-ix.
- Jordan, B.D. (1987). Neurologic aspects of boxing. *Archives of neurology*, 44 (4), p. 453-459.
- Karantzoulis, S. & Randolph, C. (2013). Modern chronic traumatic encephalopathy in retired athletes: what is the evidence? *Neuropsychology review*, 23 (4), p. 350-360.
- Katayama, Y., et al. (1990). Massive increases in extracellular potassium and the indiscriminate release of glutamate following concussive brain injury. *Journal of neurosurgery*, 73 (6), p. 889-900.

- Kaut, K.P. et al. (2003). Reports of head injury and symptom knowledge among college athletes: implications for assessment and educational intervention. *Clinical journal of sport medicine*, 13 (4), p. 213-221.
- Kemp, J.L. et al. (2016). Implementation of concussion guidelines in community Australian Football and Rugby League-The experiences and challenges faced by coaches and sports trainers. *Journal of science and medicine in sport*, 19 (4), p. 305-310.
- Kerr, Z.Y. et al. (2015). Comprehensive Coach Education and Practice Contact Restriction Guidelines Result in Lower Injury Rates in Youth American Football. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 3 (7), p. 2325967115594578.
- Kerr, Z.Y. et al. (2014). Disclosure and non-disclosure of concussion and concussion symptoms in athletes: review and application of the socio-ecological framework. *Brain injury*, 28 (8), p. 1009-1021.
- Khurana, V.G. & Kaye, A.H. (2012). An overview of concussion in sport. *Journal of clinical neuroscience*, 19 (1), p. 1-11.
- King, N.S. (2014). A systematic review of age and gender factors in prolonged post-concussion symptoms after mild head injury. *Brain injury*, 28 (13-14), p. 1639-1645.
- King, N. (2014). Permanent post concussion symptoms after mild head injury: a systematic review of age and gender factors. *NeuroRehabilitation*, 34 (4), p. 741-748.
- King, D. et al. (2014). Assessment, management and knowledge of sport-related concussion: systematic review. *Sports medicine*, 44 (4), p. 449-471.
- Kirkwood, G. et al. (2015). Concussion in youth rugby union and rugby league: a systematic review. *British journal of sports medicine*, 49 (8), p. 506-510.
- Koehle, M.S., Lloyd-Smith, R. & Taunton, J.E. (2002). Alpine ski injuries and their prevention. *Sports medicine*, 32 (12), p. 785-93.
- Koh, J.O., Cassidy, J.D. & Watkinson, E.J. (2009). Incidence of concussion in contact sports: a systematic review of the evidence. *Brain injury*, 17 (10), p. 901-917.

- Kontos, A.P. et al. (2014). Computerized neurocognitive testing within 1 week of sport-related concussion: meta-analytic review and analysis of moderating factors. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 20 (3), p. 324-32.
- Koseoglu, E. et al. (2015). The role of exercise in migraine treatment. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 55 (9), p. 1029-1036.
- Kurca, E., Sivak, S. & Kucera, P. (2006). Impaired cognitive functions in mild traumatic brain injury patients with normal and pathologic magnetic resonance imaging. *Neuroradiology*, 48 (9), p. 661-669.
- Kutcher, J.S., et al. (2013). What evidence exists for new strategies or technologies in the diagnosis of sports concussion and assessment of recovery? *British journal of sports medicine*, 47 (5), p. 299-303.
- Lamnek, S. (2005). *Qualitative Sozialforschung*. Vol. 4. (S. 748). Weinheim: Beltz. 748.
- Lebrun, C.M. et al. (2013). Sport concussion knowledge base, clinical practises and needs for continuing medical education: a survey of family physicians and cross-border comparison. *British journal of sports medicine*, 47 (1), p. 54-59.
- Lee, Y.M. et al. (2013). Does age affect symptom recovery after sports-related concussion? A study of high school and college athletes. *Journal of neurosurgery and pediatrics*, 12 (6), p. 537-544.
- Levy, M.L. et al. (2012). Concussions in soccer: a current understanding. *World neurosurgery*, 78 (5), p. 535-544.
- Lewine, J.D. et al. (2007). Objective documentation of traumatic brain injury subsequent to mild head trauma: multimodal brain imaging with MEG, SPECT, and MRI. *Journal of head trauma rehabilitation*, 22 (3), p. 141-155.
- Li, H.H. et al. (2004). Differential gene expression in hippocampus following experimental brain trauma reveals distinct features of moderate and severe injuries. *Journal of neurotrauma*, 21 (9), p. 1141-1153.

- Li, L. et al. (2016). White Matter Changes in Posttraumatic Stress Disorder Following Mild Traumatic Brain Injury: A Prospective Longitudinal Diffusion Tensor Imaging Study. *Chinese medical journal (Engl)*, 129 (9), p. 1091-1099.
- Lincoln, A.E. et al. (2013). Video incident analysis of concussions in boys' high school lacrosse. *American journal of sports medicine*, 41 (4), p. 756-761.
- Lincoln, A.E. et al. (2011). Trends in concussion incidence in high school sports: a prospective 11-year study. *American journal of sports medicine*, 39 (5), p. 958-963.
- Lorberboym, M. et al. (2002). Brain SPECT evaluation of amnesic ED patients after mild head trauma. *The American journal of emergency medicine*, 20 (4), p. 310-313.
- Lovell, M.R. & Solomon, G.S. (2013). Neurocognitive test performance and symptom reporting in cheerleaders with concussions. *Journal of pediatrics*, 163 (4), p. 1192-1195 e1.
- Lynall, R.C. et al. (2013). Concussion-assessment and -management techniques used by athletic trainers. *Journal of athletic training*, 48 (6), p. 844-850.
- Macciocchi, S.N. et al. (1996). Neuropsychological functioning and recovery after mild head injury in collegiate athletes. *Neurosurgery*, 39 (3), p. 510-514.
- Macpherson, A., Rothman, L. & Howard, A. (2006). Body-checking rules and childhood injuries in ice hockey. *Pediatrics*, 117 (2), p. e143-147.
- Maddocks D.L., Dicker, G.D. & Saling M.M. (1995). The assessment of orientation following concussion in athletes. *Clinical journal of sport medicine*, 5 (1), p. 32-35.
- Maher, M.E. et al. (2014). Concussions and heading in soccer: a review of the evidence of incidence, mechanisms, biomarkers and neurocognitive outcomes. *Brain injuries*, 28 (3), p. 271-285.
- Majerske, C.W. et al. (2008). Concussion in sports: postconcussive activity levels, symptoms, and neurocognitive performance. *Journal of athletic training*, 43 (3), p. 265-274.
- Marar, M. et al. (2012). Epidemiology of concussions among United States high school athletes in 20 sports. *American journal of sports medicine*, 40 (4), p. 747-755.

- Maroon, J.C., Winkelman, R., Bost, J., Amos, A., Mathyssek, C. et al. (2015). Chronic traumatic encephalopathy in contact sports: a systematic review of all reported pathological cases. *PLoS One*, 10 (2), p. e0117338.
- Mayberry, J.C. et al. (2007). Equestrian injury prevention efforts need more attention to novice riders. *The journal of trauma*, 62 (3), p. 735-739.
- Mayer, H.O. (2013). *Interview und schriftliche Befragung*. Vol. 6. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag. 223.
- Mayer, A.R. et al. (2010). A prospective diffusion tensor imaging study in mild traumatic brain injury. *Neurology*, 74 (8), p. 643-650.
- McCarthy, M.T. & Kosofsky, B.E. (2015). Clinical features and biomarkers of concussion and mild traumatic brain injury in pediatric patients. *Annales of the New York Academy of Sciences*, 1345, p. 89-98.
- McCarthy, M.M. et al. (2013). Injury profile in elite female basketball athletes at the Women's National Basketball Association combine. *American journal of sports medicine*, 41 (3), p. 645-651.
- McClincy, M.P. et al. (2006). Recovery from sports concussion in high school and collegiate athletes. *Brain injury*, 20 (1), p. 33-39.
- McCrea, M., Broshek, D.K. & Barth, J.T. (2015). Sports concussion assessment and management: future research directions. *Brain injury*, 29 (2), p. 276-282.
- McCrea, M. et al. (2013). Day of injury assessment of sport-related concussion. *British journal of sports medicine*, 47 (5), p. 272-284.
- McCrea, M. (2001). Standardized Mental Status Assessment of Sports Concussion. *Clinical journal of sport medicine*, 11, p. 176-181.
- McCrea, M. et al. (2004). Unreported concussion in high school football players: implications for prevention. *Clinical journal of sport medicine*, 14 (1), p. 13-17.

- McCrea, M. et al. (2003). Acute effects and recovery time following concussion in collegiate football players: the NCAA Concussion Study. *Journal of the American Medical Association*, 290 (19), p. 2556-2563.
- McCrea, M., Kelly, J.P., Randolph, C., Kluge, J., Bartolic, E., Finn, G. & Baxter, B. (1998). Standardized assessment of concussion (SAC): on-site mental status evaluation of the athlete. *The journal of head trauma rehabilitation*, 13 (2)(April): p. 27-35.
- McCrory, P. (2013). Traumatic brain injury: revisiting the AAN guidelines on sport-related concussion. *National reviews neurology*, 9 (7), p. 361-362.
- McCrory, P. et al. (2013). Consensus statement on concussion in sport: the 4th International Conference on Concussion in Sport held in Zurich, November 2012. *Journal of the American College of Surgeons*, 216 (5), p. e55-71.
- McCrory, P., Meeuwisse, W.H., Kutcher, J.S. et al. (2013). What is the evidence for chronic concussion-related changes in retired athletes: behavioural, pathological and clinical outcomes? *British journal of sports medicine*, 47, p. 327-330.
- McCrory, P., Meeuwisse, W. et al. (2013). What is the lowest threshold to make a diagnosis of concussion? *British journal of sports medicine*, 47 (5), p. 268-271.
- McCrory, P., Davis, G. & Makdissi, M. (2012). Second impact syndrome or cerebral swelling after sporting head injury. *Current sports medicine reports*, 11 (1), p. 21-23.
- McCrory, P. (2002). Should we treat concussion pharmacologically? The need for evidence based pharmacological treatment for the concussed athlete. *British journal of sports medicine*, 36 (1), p. 3-5.
- McCrory, B. (2001a). Does second impact syndrome exist. *Clinical journal of sport medicine*, 11, 144-149.
- McCrory, P. (2001b). When to retire after concussion? *British journal of sports medicine*, 35, 380-382.
- McCrory, B. & Berkovic, S. (1998). Second impact syndrome. *Neurology*, 50 (3), p. 677-683.
- McIntosh, A.S. et al. (2011). Sports helmets now and in the future. *British journal of sports medicine*, 45 (16), p. 1258-1265.

- McKeag, D. & Moeller, J., (2007). *Primary Care Sports Medicine* (2nd Edition). Philadelphia:Lippincott Williams & Wilkins, 2007.
- Meehan, W., Mannix, R., Zafonte, R. & Pascual-Leone, A (2015). Chronic traumatic encephalopathy and athletes. *Neurology*, 85 (17), p. 1504-1511.
- Meehan, W.P., 3rd et al. (2013). Symptom severity predicts prolonged recovery after sport-related concussion, but age and amnesia do not. *The journal of pediatrics*, 163 (3), p. 721-725.
- Meuser, M.N. & Nagel, U. (1997). Das ExpertInneninterview - Wissenssoziologische Voraussetzungen und methodische Durchführung. In B.P. Friebertshäuser (Hrsg.), *Handbuch qualitativer Forschungsmethoden in der Erziehungswissenschaft* (S. 904). Weinheim: Beltz Juventa.
- Mihalik, J.P. et al. (2010). Collision type and player anticipation affect head impact severity among youth ice hockey players. *Pediatrics*, 125 (6), p. e1394-1401.
- Molsa, J.J. et al. (1999). Spinal cord injuries in ice hockey in Finland and Sweden from 1980 to 1996. *International journal of sports medicine*, 20 (1), p. 64-67.
- Moser, R.S., Schatz, P. & Lichtenstein, J.D. (2015). The importance of proper administration and interpretation of neuropsychological baseline and postconcussion computerized testing. *Applied neuropsychology. Child*, 4 (1), p. 41-48.
- Moser, R.S., Glatts, C. & Schatz, P. (2012). Efficacy of immediate and delayed cognitive and physical rest for treatment of sports-related concussion. *Journal of pediatrics*, 161 (5), p. 922-926.
- Moser, R.S. et al. (2007). Neuropsychological evaluation in the diagnosis and management of sports-related concussion. *Archives of clinical neuropsychology*, 22 (8), p. 909-916.
- Moser, R.S. et al. (2001). Group versus individual administration affects baseline neurocognitive test performance. *American journal of sports medicine*, 39 (11), p. 2325-2330.
- Mucha, A. et al. (2014). A Brief Vestibular/Ocular Motor Screening (VOMS) assessment to evaluate concussions: preliminary findings. *American journal of sports medicine*, 42 (10), p. 2479-2486.

- Murray, N. et al. (2014). Reliability and validity evidence of multiple balance assessments in athletes with a concussion. *Journal of athletic training*, 49 (4), p. 540-549.
- Nelson, L.D. et al. (2016). Age Differences in Recovery After Sport-Related Concussion: A Comparison of High School and Collegiate Athletes. *Journal of athletic training*, 51 (2), p. 142-152.
- Newton, J.D. et al. (2014). Intention to use sport concussion guidelines among community-level coaches and sports trainers. *Journal of science and medicine in sport*, 17 (5), p. 469-473.
- Niedfeldt, M.W. (2011). Head injuries, heading, and the use of headgear in soccer. *Current sports medicine reports*, 10 (6), p. 324-329.
- Noble, J.M. & Hesdorffer, D.C. (2013). Sport-related concussions: a review of epidemiology, challenges in diagnosis, and potential risk factors. *Neuropsychology review*, 23 (4), p. 273-84.
- Nordstrom, A., Nordstrom, P. & Ekstrand, J. (2014). Sports-related concussion increases the risk of subsequent injury by about 50% in elite male football players. *British journal of sports medicine*, 48 (19), p. 1447-1450.
- Nygren-de Boussard, C. et al. (2014). Nonsurgical interventions after mild traumatic brain injury: a systematic review. Results of the International Collaboration on Mild Traumatic Brain Injury Prognosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 95 (3), p. S257-264.
- Okonkwo, D.O., Tempel, Z.J. & Maroon, J. (2014). Sideline assessment tools for the evaluation of concussion in athletes: a review. *Neurosurgery*, 75 (4), p. S82-95.
- Padaki, A.S., Cole, B.J. & Ahmad, C.S. (2016). Concussion Incidence and Return-to-Play Time in National Basketball Association Players: Results From 2006 to 2014. *American journal of sports medicine*, 44 (9), 2263-2268.
- Partridge, B. (2014). Dazed and confused: sports medicine, conflicts of interest, and concussion management. *Journal of bioethical inquiry*, 11 (1), p. 65-74.
- Pellman, E.J. et al. (2004). Concussion in Professional Football: Epidemiological Features of Game Injuries and Review of the Literature – Part 3. *Neurosurgery*, 54 (1), p. 81-96.

- Petraglia, A.L., Maroon, J.C. & Bailes, J.E. (2012). From the field of play to the field of combat: a review of the pharmacological management of concussion. *Neurosurgery*, 70 (6), p. 1520-1533; discussion 1533.
- Pfister, T. et al. (2016). The incidence of concussion in youth sports: a systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 50 (5), p. 292-297.
- Porter, M. & O'Brien, M. (1996). Incidence and severity of injuries resulting from amateur boxing in Ireland. *Clinical journal of sport medicine*, 6 (2), p. 97-101.
- Powell, J.W. & Barber-Foss, K.D. (2000). Sex-related injury patterns among selected high school sports. *American journal of sports medicine*, 28 (3), p. 385-391.
- Quintana, L.M. (2016). Second Impact Syndrome in Sports. *World neurosurgery*.
- Randolph, C. (2011). Baseline neuropsychological testing in managing sport-related concussion: does it modify risk? *Current sports medicine reports*, 10 (1), p. 21-26.
- Reeves, D.L. et al. (2007). ANAM genogram: historical perspectives, description, and current endeavors. *Archives of clinical neuropsychology*, 22 (1), p. S15-37.
- Resch, J.E., McCrea, M.A. & Cullum, C.M. (2013). Computerized neurocognitive testing in the management of sport-related concussion: an update. *Neuropsychology review*, 23 (4), p. 335-349.
- Riley, D.O. et al. (2015). Chronic traumatic encephalopathy: contributions from the Boston University Center for the Study of Traumatic Encephalopathy. *Brain injury*, 29 (2), p. 154-63.
- Roberts, W.O. et al. (1996). Fair-play rules and injury reduction in ice hockey. *Archives of pediatrics and adolescent medicine*, 150 (2), p. 140-145.
- Ruedl, G. et al. (2015). Are self-reported risk-taking behavior and helmet use associated with injury causes among skiers and snowboarders? *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 25 (1), p. 125-130.

- Ruhe, A., Gansslen, A. & Klein, W. (2014). The incidence of concussion in professional and collegiate ice hockey: are we making progress? A systematic review of the literature. *British journal of sports medicine*, 48 (2), p. 102-106.
- Russell, K., Christie, J. & Hagel, B.E. (2010). The effect of helmets on the risk of head and neck injuries among skiers and snowboarders: a meta-analysis. *Canadian Medical association Journal*, 182 (4), p. 333-340.
- Sabini, R.C., Nutini, D.N. & Nutini, M. (2014). Return-to-play guidelines in concussion: revisiting the literature. *The physician and sportsmedicine*, 42 (3), p. 10-19.
- Schmidt, J.D. et al. (2012). Identifying Impairments after concussion: normative data versus individualized baselines. *Medicine and science in sports and exercise*, 44 (9), p. 1621-1628.
- Schneider, K.J. et al. (2013). The effects of rest and treatment following sport-related concussion: a systematic review of the literature. *British journal of sports medicine*, 47 (5), p. 304-307.
- Scott Delaney, J., Puni, V. & Rouah, F. (2006). Mechanisms of injury for concussions in university football, ice hockey, and soccer: a pilot study. *Clinical journal of sport medicine*, 16 (2), p. 162-165.
- Simple, B.D. et al. (2015). Repetitive concussions in adolescent athletes - translating clinical and experimental research into perspectives on rehabilitation strategies. *Front neurology*, 6, p. 69.
- Sim, A., Terryberry-Spohr, L. & Wilson, K.R. (2008). Prolonged recovery of memory functioning after mild traumatic brain injury in adolescent athletes. *Journal of neurosurgery*, 108 (3), p. 511-516.
- Sim, F.H. et al. (1987). Ice hockey injuries. *American journal of sports medicine*, 15 (1), p. 30-40.
- Slobounov, S.M. et al. (2010). Functional abnormalities in normally appearing athletes following mild traumatic brain injury: a functional MRI study. *Experimental brain research*, 202 (2), p. 341-54.
- Smith, A.M. et al. (2011). Proceedings from the ice hockey summit on concussion: a call to action. *Clinical journal of sport medicine*, 21 (4), p. 281-287.

- Solomon, G.S. & Zuckerman, S.L. (2015). Chronic traumatic encephalopathy in professional sports: retrospective and prospective views. *Brain injury*, 29 (2), p. 164-170.
- Solomon, G.S. & Sills, A. (2014). Chronic traumatic encephalopathy and the availability cascade. *The physician and sportsmedicine*, 42 (3), p. 26-31.
- Sorli, J.M. (2000). Equestrian injuries: a five year review of hospital admissions in British Columbia, Canada. *Injury prevention*, 6 (1), p. 59-61.
- Sullivan, A.B. et al. (2012). The role of exercise and types of exercise in the rehabilitation of chronic pain: specific or nonspecific benefits. *Current pain headache reports*, 16 (2), p. 153-161.
- Takahashi, H., Manaka, S. & Sano, K. (1981). Changes in extracellular potassium concentration in cortex and brain stem during the acute phase of experimental closed head injury. *Journal of neurosurgery*, 55 (5), p. 708-717.
- Talavage, T.M., et al. (2014). Functionally-detected cognitive impairment in high school football players without clinically-diagnosed concussion. *Journal of neurotrauma*, 31 (4), p. 327-338.
- Tegner, Y. & Lorentzon, R. (1996). Concussion among Swedish elite ice hockey players. *British journal of sports medicine*, 30 (3), p. 251-255.
- Tegner, Y. & Lorentzon, R. (1991). Ice hockey injuries: incidence, nature and causes. *British journal of sports medicine*, 25 (2), p. 87-89.
- Theeler, B. et al. (2013). Post-traumatic headaches in civilians and military personnel: a comparative, clinical review. *Headache*, 53 (6), p. 881-900.
- Thomas, S. et al. (2000). Cerebral metabolic response to traumatic brain injury sustained early in development: a 2-deoxy-D-glucose autoradiographic study. *Journal of neurotrauma*, 17 (8), p. 649-665.
- Thompson, J.M. & von Hollen, B. (1996). Causes of horse-related injuries in a rural western community. *Canadian family physician*, 42, p. 1103-1109.
- Tierney, R.T. et al. (2008). Sex differences in head acceleration during heading while wearing soccer headgear. *Journal of athletic training*, 43 (6), p. 578-584.

- Tierney, R.T. et al. (2005). Gender differences in head-neck segment dynamic stabilization during head acceleration. *Medicine and science in sports and exercise*, 37 (2), p. 272-279.
- Toth, C., McNeil, S. & Feasby, T. (2005). Central nervous system injuries in sport and recreation: a systematic review. *Sports medicine*, 35 (8), p. 685-715.
- Trojian, T.H. & Mohamed, N. (2012). Demystifying preventive equipment in the competitive athlete. *Current sports medicine reports*, 11 (6), p. 304-308.
- Tscholl, P., et al. (2007a). Causation of injuries in female football players in top-level tournaments. *British journal of sports medicine*, 41 (1), p. i8-14.
- Tscholl, P., et al. (2007b). Tackle mechanisms and match characteristics in women's elite football tournaments. *British journal of sports medicine*, 41 (1), p. i15-9
- Tysvaer, A.T. (1992). Head and neck injuries in soccer. Impact of minor trauma. *Sports medicine*, 14 (3), p. 200-213.
- Verwaltungs-Berufsgenossenschaften (2014). *Präventionskonzept fuer den bezahlten Sport*.
- Withnall, C., et al. (2005). Biomechanical investigation of head impacts in football. *British journal of sports medicine*, 39, (1), p. i49-57.
- Xu, J. et al. (2007). Diffuse axonal injury in severe traumatic brain injury visualized using high-resolution diffusion tensor imaging. *Journal of neurotrauma*, 24 (5), p. 753-765.
- Yengo-Kahn, A.M. et al. (2016). Concussions in the National Football League: A Current Concepts Review. *American journal of sports medicine*, 44 (3), p. 801-811.
- Yoshino, A. et al. (1991). Dynamic changes in local cerebral glucose utilization following cerebral conclusion in rats: evidence of a hyper- and subsequent hypometabolic state. *Brain research*, 561 (1), p. 106-119.
- Yard, E.E. et al. (2008). The epidemiology of United States high school soccer injuries, 2005-2007. *American journal of sports medicine*, 36 (10), p. 1930-1937.
- Zasler, N.D. (2015). Sports concussion headache. *Brain injury*, 29 (2), p. 207-220.

- Zazryn, T.R., McCrory, P.R. & Cameron, P.A. (2009). Neurologic injuries in boxing and other combat sports. *Physical medicine & rehabilitation clinics of North America*, 20 (1), p. 227-39, x-xi.
- Zazryn, T., Cameron, P. & McCrory, P. (2006). A prospective cohort study of injury in amateur and professional boxing. *British journal of sports medicine*, 40 (8), p. 670-674.
- Zemper, E.D. (2003). Two-year prospective study of relative risk of a second cerebral concussion. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 82 (9), p. 653-659.
- Zuckerman, S.L. et al. (2015). Functional and Structural Traumatic Brain Injury in Equestrian Sports: A Review of the Literature. *World neurosurgery*, 83 (6), p. 1098-1113.
- Zuckerman, S.L. et al. (2014). Effect of sex on symptoms and return to baseline in sport-related concussion. *Journal of neurosurgery and pediatrics*, 13 (1), p. 72-81.