

wesen führt seit Mitte der 70er Jahre kontinuierliche Verkehrsbeobachtungen im gesamten Bundesgebiet durch, bei denen auch das Tragen von Schutzhelmen bei Radfahrern erfasst wird.

Die Beobachtungen des Jahres 2005 umfassen 13.845 Radfahrer, 6% davon trugen einen Helm [2]. In der Altersgruppe bis 10 Jahre trugen 53% einen Fahrradhelm, zum Vorjahr eine deutliche Zunahme um 30%. Radfahrer oberhalb 17 Jahre trugen sehr selten einen Helm, die Tragequote liegt dort in den jeweiligen Altersgruppen zwischen 2 und 4%.

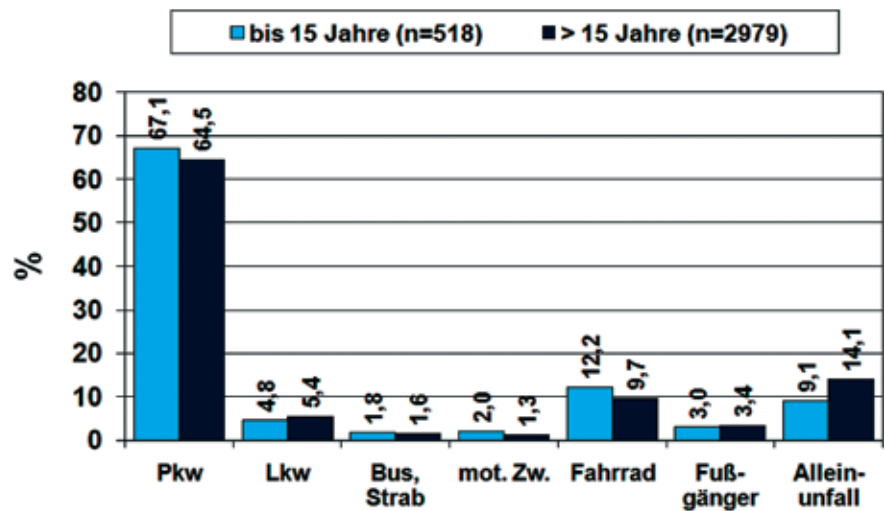
2 Potenzial eines Schutzhelmes für Radfahrer

Für Radfahrer hat der Eigenschutz durch Tragen eines Radhelmes eine wesentliche Bedeutung bei der Verletzungsreduzierung. Der Radhelm wurde in den 80er Jahren populär und ist in einigen Ländern wie beispielsweise Schweden, Australien und USA nahezu obligatorisch, 19 US-Staaten und der District of Columbia haben für junge Radfahrer eine Helmbenutzung per Gesetz vorgegeben [3].

In Deutschland und in anderen Ländern auch der EU wird der Radhelm empfohlen [4].

So ist es nicht verwunderlich, dass es viele wissenschaftliche Studien meist aus diesen Ländern mit hohen Helmtragequoten gibt, die die Wirksamkeit des Radhelmes hinsichtlich der Verletzungsreduktion ausweisen. Hiernach kann man davon ausgehen, dass der Radhelm insbesondere vor Hirnverletzungen schützt.

Eine US-Studie berichtet, dass einer von 8 Fahrradfahrern Hirnverletzungen davonträgt, 2/3 der Getöteten ursächlich auf traumatischen Hirnverletzungen basieren. Hirnverletzungen könnten – so die Studie – zwischen 45 und 88% durch Tragen eines Helmes vermieden werden. Die Helmbenutzungsquote für die USA wird mit durchschnittlich 18% angegeben [5]. 85% der getöteten Radfahrer in den



Kollisionskontrahent

BILD 2: Kollisionskontrahenten von Radfahrern (100%: alle Radfahrer einer Altersgruppe)

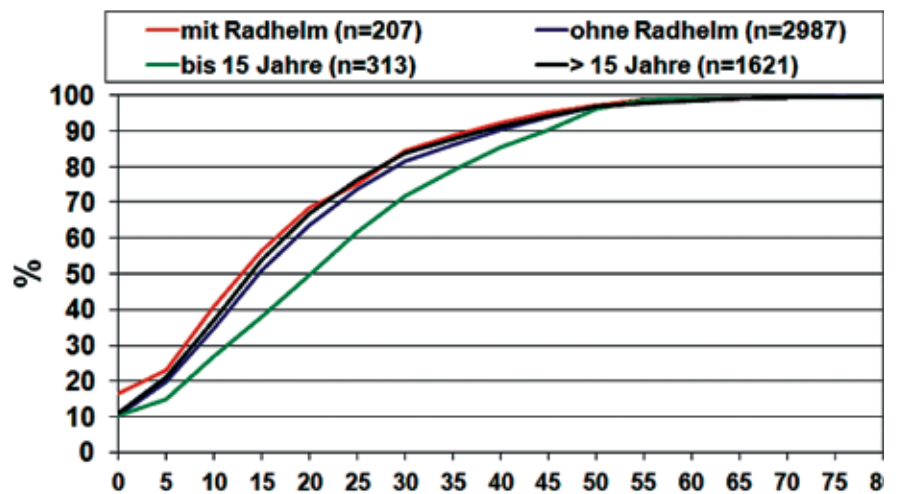
FIGURE 2: XXX

USA trugen keinen Helm. Die Benutzungsquote von 18% in 1991 konnte bis zum Jahr 1998 auf 50% gesteigert werden [6]. 69% der Kinder unter 16 Jahren trugen einen Helm, 38% der Erwachsenen. Es ist angegeben, dass 75% der getöteten kindlichen Radfahrer mit einem Radhelm überlebt hätten.

Die vermeidbaren Verletzungen durch Radhelm werden für USA mit 81 Mio. US-Dollar angegeben.

Transport Canada berichtet, dass 88% der in Canada getöteten Radfahrer keinen Helm trugen [7].

Statistiken aus Schweden sollen belegen, dass eine gesetzliche Regelung der



Kollisionskontrahent

BILD 3: Summenhäufigkeit der Kollisionsgeschwindigkeit des Fahrzeuges, mit dem der Radfahrer kollidierte

FIGURE 3: XXX

80% aller erwachsenen Radfahrer kollidierten mit dem Pkw unter einer Geschwindigkeit von bis zu 28 km/h, **BILD 3**, kindliche Radfahrer wurden dagegen vom Pkw häufiger mit höheren Geschwindigkeiten erfasst (80% bis 36 km/h). Etwa 5% aller Radfahrer wurden mit Geschwindigkeiten von mehr als 50 km/h vom Pkw erfasst. Die Studie zeigte, dass Radfahrer mit Helm offensichtlich zu Fahrten auf dem Radweg tendieren, während Radfahrer ohne Helm häufig die Straße benutzen. 52% der Radfahrer mit Helm benutzten den Radweg, bevor es zur Kollision kam, dagegen waren lediglich 36,8% der Radfahrer ohne Helm auf dem Radweg unterwegs.

Besonders auffallend ist dies bei den Erwachsenen, während bei Kindern unter 12 Jahren kein Unterschied in der Radweg- und Straßenbenutzung für Radfahrer mit und ohne Helm registriert wurde.

Die Verletzungsschwere der Radfahrer ist überwiegend leichter Art. So sind etwa $\frac{3}{4}$ aller Radfahrer leicht verletzt (MAIS 1, 75%). Mäßig schwere Verletzungen (MAIS 2) erleiden etwa 14% der Radfahrer. Kinder sind gegenüber Erwachsenen häufiger schwerer verletzt, Verletzungen des Grades MAIS 3+ finden sich mit 3,9% bei Kindern doppelt so häufig, **BILD 4**. Auffallend ist bei dem Vergleich mit und ohne Radhelm, dass schwere Verletzungen MAIS 3+ lediglich bei 2,4% der Fahrradfahrer mit Helm und in 3,7% bei Radfahrern ohne Helm auftraten. Hier zeichnet sich möglicherweise schon die mit Helm zu erwartende geringere Verletzungsschwere des Kopfes ab, die auch auf die Gesamtverletzungsschwere der Person einen doch entscheidenden Einfluss hat.

5 Verletzungssituation des Kopfes im Vergleich mit und ohne Radhelm

Betrachtet man die Kopfverletzungsschwere nach AIS, so findet man, dass bei Verkehrsunfällen mit Personenschaden, somit bei verletzten Radfahr-

ern, 72,7% der Radfahrer mit Helm am Kopf unverletzt blieben und 27,3% Kopfverletzungen aufwiesen, dagegen lediglich 61,3% ohne Helm unverletzt und 38,7% kopfverletzt waren, **BILD 5**. Der Anteil schwerster Verletzungen

AIS 3+ zeigt auch für Personen mit Helm mit 1,2% geringere Werte als für Personen ohne Helm (1,8% AIS 3+), eine somit 67%ige Reduktion von schwersten Verletzungen zu konstatieren ist.

TABELLE 1: Kopfverletzungsarten von Radfahrern mit und ohne Radhelmnutzung
TABLE 1: XXX

Verletzungsart	mit Radhelm	ohne Radhelm
Abriss Brücke Stammhirn	0	2
Abriss Ohrmuschel	0	1
Commotio (SHT 1. Grades)	23	306
Contusio (SHT 2. Grades)	0	22
Compressio (SHT 3. Grades)	0	9
Decollement	0	2
Defektbruch	1	1
Distorsion	0	2
Fissur	0	1
Fraktur	9	195
Gefäßverletzung o. n. A.	1	5
Gehirnverletzung o. n. A.	0	32
Hirnödem	0	5
Hämatom	3	77
Hämatom (epidural)	1	8
Hämatom (subdural)	2	13
Intrazerebrale Blutung	0	10
Knochenverletzung o. n. A.	0	4
Luxation der Zähne	0	8
Organprellung	0	2
Perforation	0	3
Prellung	27	440
Quetschung	0	10
RQW	24	603
Schürfung	37	354
Schnittwunde	2	54
Subarachnoidalblutung	0	19
traumatischer Gefäßverschluss	0	1
Ventrikelblutung	0	5
Verbrennung	0	4
Weichteilverletzung o. n. A.	1	24
Zahndefekt	4	23
Zahnverlust	1	16
Unbekannt	0	11
Summe	136	2275

auftreten können. Auch fanden sich auffallend viele Schnittverletzungen im Gesicht unter den Nichthelmträgern, dagegen mit $n = 2$ nur sehr wenige unter den Helmbenutzern.

Vergleicht man die Helm- und Nichthelm-Situation ausschließlich für Personen in einem vergleichbaren Unfallschwerebereich, **BILD 9**, hier einer Anprallgeschwindigkeit des Pkw von 30 bis 50 km/h, so wird hier ebenfalls bestätigt, dass mit Helm in der Regel Frakturen und schwere innere Hirnverletzungen nicht auftraten. Auch die Kombination von Verletzungen am Kopf wurde untersucht. **TABELLE 2** zeigt, dass ohne Helm neben einer Verletzung der Haut (A 853 von 3256) mit 26,1% besonders häufig eine Gehirnerschütterung mit 1,9% (E

Commotio: 63 von 3256) isoliert auftritt und diese auch als Kombinationsverletzungen (A + E: 188 von 3256) in 5,6% registriert werden. Mit Radhelm dagegen waren diese demgegenüber deutlich reduziert (A 15,9%: 43 von 269; E 2,6%: 7 von 269; A + E 4,8%: 13 von 269).

6 Abschätzung der Effektivität eines Radhelmes

Nach Kenntnis der Verletzungshäufigkeit am Kopf, unterschieden nach Helm und Nichthelmbenutzung, kann eine Reduktion der Verletzungshäufigkeit und auch der Verletzungsschwere konstatiert werden. Insbesondere zeigen sich bei einem Unfall mit Benut-

zung eines Helmes keine Anprallstellen auf dem Oberkopfbereich, wie dies die Dokumentation der Anprallstellen bei verunfallten und verletzten Radfahrern zeigt, **BILD 10**. Besonders häufig finden sich die Anprallstellen am seitlichen Helm, dabei auch unterhalb der eigentlichen Helmschale. Da aber häufig im Realunfall auch auf dem seitlich weit unter der Scheitalebene noch bei den meisten Helmen heruntergezogenen Schutzbereiches durch Stoßdämpfungsmaterial Anpralle lokalisiert werden können, erhöht dies die Wirksamkeit des Radhelmes.

Es lässt sich aus der Studie postulieren, dass mit Radhelm die folgende Schutzwirkung erkannt werden kann. Radhelmbenutzer erfahren gegenüber Nichthelmträgern:

TABELLE 2: Kombinationen von Kopfverletzungen von Radfahrern mit und ohne Radhelmbenutzung

TABLE 2: XXX

Verletzungen	mit	ohne	Verletzungen	mit	ohne	Verletzungen	mit	ohne
A+B+C+D+F+G		2	A+C	1	4	B	1	15
A+B+C+D+G		1	A+D+E		2	C+D+E		1
A+B+C+E+F		1	A+D+F	1		C+D+F+G		1
A+B+C+E		1	A+D+F+G		2	C+E		5
A+B+C+E+F		1	A+D+G		1	C+F+G		2
A+B+C+E		1	A+E+F		1	C+F		2
A+B+C+G		2	A+E+G		2	C+G		3
A+B+C		1	A+E	13	188	C	1	3
A+B+E+F		1	A+F+G		3	D+E+F+G		1
A+B+E+G		2	A+F		3	D+E+F		1
A+B+E	3	21	A+G	1	19	D+E		1
A+B+F+G		1	A	43	853	D+F		1
A+B+G		2	B+C+D+F		1	D+G		1
A+B	4	44	B+C+D+G		1	D		3
A+C+D+F+G		1	B+C+D		1	E+G		1
A+C+D+F		1	B+C+F		1	E	7	63
A+C+D+G		1	B+C+G		1	F+G		2
A+C+D		2	B+C		1	F		5
A+C+E		5	B+E+G		1	G	1	22
A+C+F+G		1	B+E		8	keine	193	1933
A+C+F		1	B+F+G		1			
A+C+G		2	B+G		1	Summe	269	3256
A: WT Kopf B: Fx Gesicht C: Fx Schädel D: Fx Basis E: Commotio F: Hirnblutung G: Hirncontusionen								

auftretenden Schädelverletzungen nach Art, Schwere und Lokalisation.

Es zeigte sich unter Radhelmbenutzern bei gleicher Unfallschwere und Unfallkonstellation sowie relativ gleicher Gesamtverletzungsschwere MAIS der Radfahrer, eine häufigere Unversehrtheit des Kopfes (mit Helm 71,1%, ohne Helm 53,7%). Schwere Verletzungen AIS > 1 waren mit Helm halb so häufig anzutreffen wie ohne Helm (ohne Helm: 16,1% AIS>1, mit Helm: 8,7% AIS>1).

Literaturhinweise

- [1] Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 2006
- [2] Bast Info 2007: Gurte, Kindersitze, Helme und Schutzkleidung – 2005, BAST-Info 01/06 Bergisch-Gladbach Germany 2007
- [3] BHSI 2007: Helmet Related Statistics from Many Sources, Bicycle Helmet Safety Institute Washington, 2007
- [4] Otte, D.; Kalbe, P.; Appel, H.: Difference of injury pattern and accident kinematic of motorized and non-motorized two-wheelers, Proc. 29th Amer. Ass. for Autom. Med. AAAM 335-352, Washington (USA), October 1985
- [5] IIHS 2003: Fatality Facts 2003, Statistics from the Insurance Institute for Highway Safety, 2003
- [6] CPSC 1999: CPSC Helmet Usage Survey – McDonald’s Release National Survey on Bike Helmet Usage: Helmet Use on the Rise, But Half of All Riders Still Not Wearing Helmets, press release April 21, 1999
- [7] Schulman J. Sacks J. Provenzano G.: State level estimates of the incidence and economic burden of head injuries stemming from non-universal use of bicycle helmets, Journal of Injury Prevention;8:47-52,2002
- [8] VTI R 487, 2003: Effekter av åtgärder för ökad cykelhjälsanvändning. En litteraturstudie VTI-kod: R487, Ämneskategori: Trafiksäkerhet, År: 2003
- [9] Somerford P. Pinder T. Valuri S. Stevens M.: Bicycle Injury Hospitalizations and Deaths in Western Australia 1981-1995, Health Department of Western Australia, 1998
- [10] Thomson, R.S. Frederick P.R. Thompson D.C.: A Case-Control Study of the Effectiveness of Bicycle Safety Helmets, New England Journal of Medicine 1969;320:1361, 1989
- [11] Otte 1991: Unfallsituation des Radfahrers und Diskussion der Notwendigkeit eines Radhelms aus der Sicht der Unfallerbhebung Hannover, Unfall- und Sicherheitsforschung Straßenverkehr, Journal 82, 116-123, Bundesanstalt für Straßenwesen Bergisch Gladbach 1991
- [12] BHSI 2008: Bicycle Helmet Standards and Bicycle helmets 2008, Bicycle Helmet Safety Institute Washington, 2008
- [13] Otte, D.; Krettek, C.; Brunner, H.; Zwipp, H.: Scientific Approach and Methodology of a New In-Depth-Investigation-Study in Germany so called GIDAS, ESV Conference, Japan, 2003
- [14] Otte, D.: 3-D laser systems for scaled accident sketches and documentation of traces after accidents on basis of biomechanical analysis, Proc. Ircobi, 435-438, Prag, 2005
- [15] American Association for Automotive Medicine: Abbreviated Injury Scale, Morton Grove, 1998
- [16] Pfeiffer, M., Schmidt, J.: Statistical and Methodological Foundations of the GIDAS Accident Survey System, 2nd ESAR Conference, Hannover, 2006

Wirksamkeit von Fahrradhelmen bei Verkehrsunfällen von Radfahrern auf Kopfverletzungshäufigkeit und Verletzungsschwere

Radhelme gehören seit Jahren zur optionalen Schutzausrüstung der Fahrradfahrer, die bei Unfällen schwere Kopfverletzungen erleiden können. Die Schutzwirkung des Radhelms aus dem Verkehrsunfallgeschehen für Deutschland zu analysieren und verunfallte Radfahrer mit und ohne Helm vergleichend gegenüberzustellen, hat die Unfallforschung der Medizinischen Hochschule Hannover als Ziel ihrer Untersuchung definiert. Als Datengrundlage wurden die Erhebungen am Unfallort GIDAS verwendet.

* Autoren

Prof. Dipl.-Ing. Dietmar Otte ist Leiter der Verkehrsunfallforschung an der Medizinischen Hochschule Hannover. Dr. med. Carl Haasper ist Assistenzarzt an der Unfallchirurgischen Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover.

Dipl.-Math. Birgitt Wiese ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Biometrie der Medizinischen Hochschule Hannover. ::