

Kurzanalyse Fahrradhelm

Autorinnen/Autor:
Esther Walter, Yvonne Achermann Stürmer, Steffen Niemann

Bern 2015

Impressum

Herausgeberin	bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung Postfach 8236 CH-3001 Bern Tel. +41 31 390 22 22 Fax +41 31 390 22 30 info@bfu.ch www.bfu.ch Bezug auf www.bestellen.bfu.ch , Art.-Nr. 2.260
Autoren	Esther Walter, lic. phil., Wissenschaftliche Mitarbeiterin Forschung, bfu Yvonne Achermann Stürmer, lic. phil., Wissenschaftliche Mitarbeiterin bfu Steffen Niemann, M.A., Wissenschaftlicher Mitarbeiter Forschung, bfu
Redaktion	Mario Cavegn, lic. phil., Teamleiter Forschung Stassenverkehr, bfu
© bfu/FVS 2015	Alle Rechte vorbehalten; Reproduktion (z. B. Fotokopie), Speicherung, Verarbeitung und Verbreitung sind mit Quellenangabe (s. Zitationsvorschlag) gestattet. Dieser Bericht wurde im Auftrag des Fonds für Verkehrssicherheit (FVS) hergestellt. Für den Inhalt ist die bfu verantwortlich.
Zitationsvorschlag	Walter E, Achermann Stürmer Y, Niemann S, <i>Kurzanalyse Fahrradhelm</i> . Bern: bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2015. bfu-Faktenblatt Nr. 14. ISBN 978-3-906173-89-4 (PDF) Aus Gründen der Lesbarkeit verzichten wir darauf, konsequent die männliche und weibliche Formulierung zu verwenden. Aufgrund von Rundungen sind im Total der Tabellen leichte Differenzen möglich. Wir bitten die Lesenden um Verständnis.

Inhalt

I.	Einleitung	5
II.	Warum den Kopf schützen	6
	1. Verletzungsmechanismen und -kriterien	6
	2. Häufigkeit von Kopfverletzungen	7
III.	Schützt der Helm?	8
	1. Einleitung	8
	2. Biomechanische Experimente	8
	3. Epidemiologische Studien	9
IV.	Handlungsbedarf in der Schweiz	11
	1. Rettungspotenzial	11
	2. Helm: freiwillig oder obligatorisch	12
V.	Zusammenfassung und Fazit	15
	Quellen	16

I. Einleitung

In erster Linie muss Prävention im Strassenverkehr da ansetzen, wo Unfälle vermieden werden können (primäre Prävention). Die Sicherheit der Fahrradfahrenden in der Schweiz kann durch vielseitige Massnahmen weiter erhöht werden [1]. Es werden sich aber nicht alle Fahrradunfälle vermeiden lassen. Dann kommt der **Fahrradhelm als Mittel der sekundären Prävention** zum Einsatz: Er kann Kopfverletzungen in ihrem Schweregrad reduzieren.

können nicht sämtliche Fragen rund um den Velohelm behandelt werden.

Das vorliegende Dokument stellt in kurzer Form den aktuellen Forschungsstand zur Wirkung des Fahrradhelms und zur Wirksamkeit von Strategien zu dessen Förderung (freiwillig oder obligatorisch) dar.

Jeden Monat werden in Fachzeitschriften neue Studien zum Thema Fahrradhelm publiziert. Dabei werden zum Teil kontroverse Ergebnisse dargestellt. Nicht selten wird auf publizierte Fachartikel reagiert und eine Gegendarstellung veröffentlicht. Dies ermöglicht es Medien, Interessensvertretern und Wissenschaftlern, Fachartikel zu finden, die ihre bevorzugte Meinung stützen. So werden Forschungsergebnisse bei Befürwortern und Gegnern instrumentalisiert. Für eine objektiv-sachliche Zusammenfassung der Befunde ist es entscheidend, die wissenschaftliche Güte und die damit einhergehende Aussagekraft der einzelnen Studien zu prüfen. Methodische Mängel gilt es bei der Interpretation zu berücksichtigen; methodisch zu schwache Studien müssen sogar gänzlich ausgeklammert werden. Aufgrund der Kürze des vorliegenden Dokumentes kann auf die entsprechenden Beurteilungs- und Gütekriterien nicht eingegangen werden. Auch

II. Warum den Kopf schützen

1. Verletzungsmechanismen und -kriterien

Welche Kopfverletzungen bei einem Fahrradsturz erfolgen, hängt von der Art der Kopfbelastung ab.

Durch einen Aufprall können am **Schädel** Knochenbrüche (Frakturen) auftreten oder Weichteile verletzt werden. Unabhängig davon, ob ein Aufprall erfolgt oder nur die Trägheitskraft auf das **Gehirn** einwirkt, kann dieses entweder lokal begrenzt (fokal) oder in räumlich grösserem Ausmass (diffus) verletzt sein [2].

Fokale Hirnverletzungen sind oftmals die Folge einer linearen (translatorischen) Beschleunigung: Erfolgt beispielsweise ein Stoss auf die Stirn, drückt der Schädel erst gegen das Hirngewebe im frontalen Bereich, sodass hier Blutungen oder Schwellungen entstehen können (Kontusionen). Anschliessend wird sich das Gehirn mit gewisser zeitlicher Verzögerung in Richtung Hinterkopf bewegen. Dabei kann der hintere Teil des Gehirns wiederum an den Schädel anstossen und sich dabei eine Prellung ziehen. Somit ist es möglich, dass bei einem Kopfanprall zwei Kontusionsmarken am Gehirn entstehen (sogenannte Coup-Contrecoup-Verletzung). Wird der Kopf durch einen Stoss in eine schnelle Drehbewegung versetzt (rotatorische Beschleunigung), entstehen innere Kräfte bzw. Zugspannungen, die zu eher **diffusen Verletzungen** führen, wie Gehirnerschütterungen.

Um klinisch anzugeben, **wie schwerwiegend** eine Kopfverletzung ist, werden unterschiedliche Systematiken verwendet. Verbreitet ist die «Abbreviated

Injury Scale» (AIS), die Kopfverletzungen nach deren Lebensbedrohlichkeit einstuft. Ein detaillierter AIS-Katalog gibt Auskunft über die Einteilung der jeweiligen Verletzung von AIS1 (leicht verletzt) bis AIS6 (maximal verletzt, i. d. R. tödlich) [3]. Da es für jede Körperregion AIS-Einteilungen gibt, können mehrere Verletzungen bezüglich ihrer Schwere verglichen werden. Bei einer Person mit mehreren Verletzungen wird oftmals nur der maximale AIS-Code (MAIS), d. h. der AIS-Code derjenigen Körperregion mit der grössten Verletzungsschwere, angegeben.

Beispiele für Kopfverletzungen verschiedener AIS-Grade sind bei Schmitt et al. dargestellt [2; S. 75].

Neben der klinischen Einteilung von vorhandenen Verletzungen ist es wichtig, **Grössenordnungen der Belastungen** zu kennen, die zu Verletzungen führen. Mit welchen Verletzungen bzw. mit welchem Verletzungsrisiko ist zu rechnen, wenn der Kopf mit einer gewissen Kraft gestossen wird? Bis zu welcher Grössenordnung sind Kopfbelastungen tolerierbar? Das Wissen um diese Belastungsgrenzwerte ist für die Konstruktion wirksamer Helme wichtig. Um solche Fragestellungen zu untersuchen, wurden verschiedene Experimente mit Leichen, Freiwilligen und Tieren durchgeführt (zusammenfassend dargestellt in [2]). Die Ergebnisse dieser Experimente geben Belastungsgrenzen bzw. Toleranzbereiche für verschiedene Kopfverletzungen an. Sie sind wichtig, um in Experimenten Schlussfolgerungen über die Wirksamkeit von Fahrradhelmen ziehen zu können.

2. Häufigkeit von Kopfverletzungen

Gemäss zwei Studien aus Deutschland haben rund 40 % der verunfallten Radfahrenden Kopfverletzungen [4,5]. Daten aus den Niederlanden zeigen, dass bei einem Drittel der in ein Spital eingelieferten Radfahrenden, Kopfverletzungen vorlagen [6]. Gemäss UVG-Statistik der Unfallversicherungen in der Schweiz erleiden 6000 (34 %) der verunfallten Radfahrenden Verletzungen im Bereich Kopf/Gesicht/Hals [1].

Die überwiegende Mehrheit der verunfallten Radfahrenden erleiden leichte Kopfverletzungen (AIS1). Die Daten z. B. der deutschen Spitalstudie von Malczyk weisen einen Anteil von 77 % aus [5]. Aber: Kopfverletzungen können für verunfallte Radfahrende zu einem gravierenden Problem werden. Kopfverletzungen sind die primäre Todesursache von verunfallten Radfahrenden [7].

Die Todesursachenstatistik des BFS weist für die Jahre 2008–2012 insgesamt 162 getötete Radfahrende aus. Bei 64 % von ihnen wurde eine Kopfverletzung als Todesursache diagnostiziert. Von allen Verletzungen im Bereich Kopf/Gesicht/Hals werden in der UVG-Statistik 20 % als «Schädel-/Hirnverletzungen» kodiert. Zu zwei Dritteln handelt es sich dabei um Gehirnerschütterungen und -prellungen.

Häufigkeit und Schwere von Kopfverletzungen hängen von diversen Einflussfaktoren ab – abgesehen davon, ob ein Helm getragen wurde oder nicht – wie dem Unfalltyp (Kollision vs. Alleinunfall), der Kollisionsgeschwindigkeit des Gegners oder dem Alter der Verunfallten.

Das niederländische Forschungsinstitut für Strassenverkehrssicherheit SWOV hält fest, dass bei in Spitälern eingewiesenen Fahrradfahrenden, die eine **Kollision** mit einem motorisierten Fahrzeug erlitten, knapp die Hälfte (47 %) der Verunfallten Kopfverletzungen aufweisen. Der Anteil reduziert sich bei Alleinunfällen auf unter einen Drittel (29 %) [6]. Die UVG-Daten der Schweiz zeigen keine Unterschiede im Anteil Verletzungen im Bereich Kopf/Gesicht/Hals für Kollisionen bzw. Alleinunfälle [1, S. 77, Abb. 12].

Auch das **Alter** spielt eine Rolle: Kinder und Jugendliche erleiden gemäss schwedischen Daten überdurchschnittlich oft bei einem Fahrradunfall Kopfverletzungen [6]: Über 60 % erleiden bei einem Fahrradunfall mit Spitaleinweisung Kopfverletzungen. Daten aus Frankreich zeigen, dass nebst Kindern auch Senioren ein erhöhtes Verletzungsrisiko aufweisen [8]. Für die Schweiz liegen keine Daten zu Kopfverletzungen nach Fahrradunfällen für Kinder und Senioren vor, da diese Altersgruppen nicht Teil der UVG-Statistik sind und in der Statistik der polizeilich registrierten Strassenverkehrsunfälle diese Variable nicht erhoben wird.

III. Schützt der Helm?

1. Einleitung

Die Wirksamkeit des Fahrradhelms wird anhand von biomechanischen **Experimenten** oder von **epidemiologischen Studien** mit Radfahrenden untersucht.

2. Biomechanische Experimente

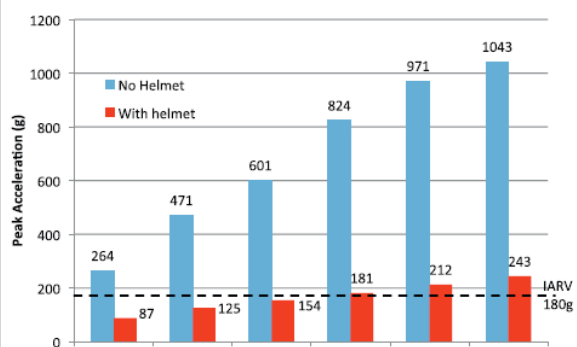
Zur Veranschaulichung biomechanischer Studien sei exemplarisch auf das Experiment von Cripton und Mitautoren hingewiesen [9]. Die Autoren zeigen aufgrund von Fallversuchen die unterschiedliche (translatorische) Beschleunigung im Kopf mit und ohne Helm. Durch die Variation der Fallhöhe werden unterschiedlich starke Impacts simuliert. Eine Fallhöhe von 1,5 m entspricht einer Aufprallgeschwindigkeit von 5,6 m/sec bzw. ca. 20 km/h). Der behelmte Testkopf produziert für alle Fallhöhen deutlich tiefere Beschleunigungswerte¹ (Abbildung 1).

Is Grenzwert sind mit der gestrichelten Linie 180 g dargestellt. Dies entspricht gemäss dem Injury Assessment Reference Value (IARV) einem 5%-Risiko für eine Schädelfraktur. Durch den Helm können die Beschleunigungswerte massiv gesenkt werden. So reduziert der Helm die Beschleunigung bei einer Fallhöhe von 2 Metern von 824 g auf 181 g und reduziert damit das Risiko einer Schädelfraktur von 99,9% auf 5%.

¹ Die Beschleunigung wird in g angegeben. 1 g entspricht der Erdbeschleunigung.

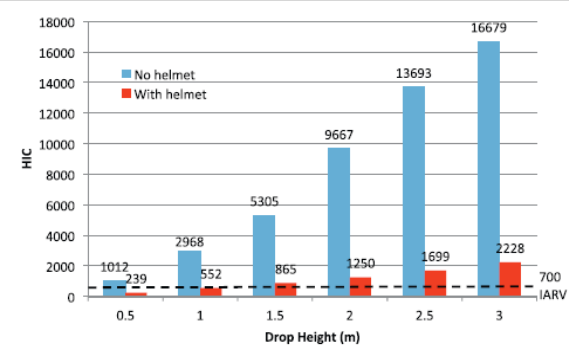
Ein Mass, das nicht nur die Spitze der Beschleunigung berücksichtigt, sondern auch die Dauer der jeweiligen Belastung, ist das sogenannte Head Injury Criterion (HIC). Abbildung 2 zeigt, dass bei jeder Fallhöhe das HIC in der behelmten Situation massiv geringer war als in der unbehelmten. Der eingezeichnete Grenzwert von 700 geht gemäss dem

Abbildung 1
Beschleunigungsspitzen (Peak Acceleration) je nach Fallhöhe (Drop Height) mit oder ohne Helm. Die Zahlen über den Balken bezeichnen die Beschleunigungsspitzen. Die gestrichelte Linie IARV 180g entspricht einem 5%-Risiko für eine Schädelfraktur.



Quelle: Cripton et al. [10]

Abbildung 2
Dauer der Belastung (Head Injury Criterion HIC) je nach Fallhöhe (Drop Height) mit oder ohne Helm. Die Zahlen über den Balken bezeichnen HIC-Werte. Die gestrichelte Linie 700 IARV entspricht einem 5%-Risiko für eine schwere Hirnverletzung.



Quelle: Cripton et al. [10]

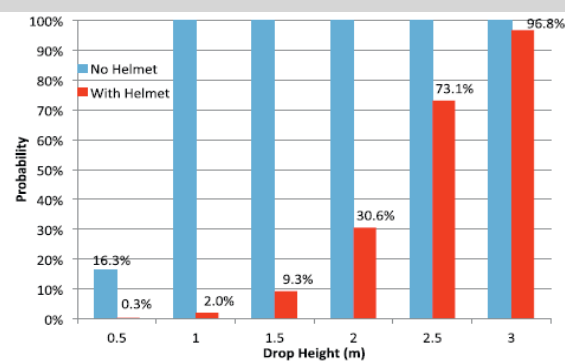
IARV mit einem 5%-Risiko einer schweren Hirnverletzung (AIS 4+) einher.

Abbildung 3 zeigt das Risiko schwerer Hirnverletzungen (AIS 4+) in der behelmteten und unbehelmteten Situation.

Wie die Befunde zeigen, verfügen Helme über ein deutliches Schutzpotenzial. Dennoch reduziert sich die Wirksamkeit mit steigender Aufprallgeschwindigkeit. Bei sehr hohen Geschwindigkeiten drohen demnach auch mit Helm Hirnverletzungen.

Eine im Jahr 2015 veröffentlichte Studie hat gezeigt, dass Fahrradhelme noch optimiert werden könnten, insbesondere um die Bereiche der Schläfen und der unteren Stirn besser zu schützen [10]. Auch bei den Testverfahren besteht Optimierungspotenzial (z. B. Ausweitung des Prüfbereichs und höhere Prüfungsgeschwindigkeiten für den Stossdämpfungstest). Gleichzeitig ist es wichtig, Kriterien wie Helmgewicht und Helmbelüftung zu berücksichtigen, denn sie haben einen Einfluss auf die Akzeptanz von Fahrradhelmen.

Abbildung 3
Wahrscheinlichkeit (Probability) schwerer Hirnverletzungen je nach Fallhöhe (Drop Height) mit oder ohne Helm. Die Angaben über den Balken bezeichnen die Wahrscheinlichkeit.



Quelle: Crompton et al. [10].

3. Epidemiologische Studien

Studien mit verunfallten Radfahrenden (epidemiologischer Ansatz) kommen gegenüber Experimenten der Realität näher. Häufig werden in Ermangelung besserer Studiendesigns (randomisierte Studien) Spitaldaten ausgewertet (Fall-/Kontrollstudien). Polizeidaten liefern oftmals ein verzerrtes Bild, insbesondere da schwere Unfälle und Kollisionen überrepräsentiert sind. Da es schwierig ist, im Nachhinein alle Faktoren zu erfassen, die neben dem Helm möglicherweise einen Einfluss auf Kopfverletzungen haben, gehen auch Spitaldaten mit Einschränkungen einher. Hilfreich sind sogenannte **Meta-Analysen** (systematische Übersichtsarbeiten). Hierbei werden die Effekte einzelner Studien rechnerisch verschmolzen. Ermittelt wird ein gepoolter Effekt über alle verfügbaren Studien. Dies hat den Vorteil, dass Unsicherheiten, die in jeder Studie stecken, im Idealfall ausnivelliert werden. Die durch internationale Forschungsarbeiten belegte Schutzwirkung eines Fahrradhelms variiert je nach Meta-Analyse. So ermitteln Thompson, Rivara, Thompson [11] eine Schutzwirkung von 70 % und Attewell, Glase, McFadden [12] von 60 %. Im Rahmen der Meta-Analysen, die Elvik in den Jahren 2011 [13] und 2013 [14] realisiert hat, wurden Schutzwirkungen eines Fahrradhelms von 40 % bzw. 50 % errechnet.

Zu beachten ist, dass die Wirksamkeitsangaben aus epidemiologischen Studien auch auf Unfällen mit nicht korrekt getragenen Velohelmen beruhen. Wird ein passender Helm korrekt getragen, fällt die Wirksamkeit demnach höher aus [15,16]. In der Schweiz tragen gemäss Helmerhebungen rund 10 % der Radfahrer den Helm nicht gemäss Empfehlungen, bei den Kindern gar 20 % [17].

In Anbetracht dieser Resultate wird ersichtlich, dass die Schutzwirkung des Fahrradhelmes nicht genau bestimmt werden kann. In der vorliegenden Kurzanalyse wird von einer minimalen Schutzwirkung von 40 % ausgegangen.

IV. Handlungsbedarf in der Schweiz

1. Rettungspotenzial

Es wurde dargestellt, dass ein Fahrradhelm Kopfverletzungen in ihrem Schweregrad reduzieren kann. Ist es aus Sicht der öffentlichen Gesundheit aber auch sinnvoll, die Nutzung des Fahrradhelms zu fördern? Entscheidend ist das Präventionspotenzial: Wie viele Kopfverletzungen können verhindert werden, wenn die Tragquote zunimmt – im Idealfall auf 100 %? Das Präventionspotenzial hängt davon ab, wie viele Nichthelmträger heute unter den Radfahrenden überhaupt zu finden sind und von der ermittelten Schutzwirkung des Helms.

Für die Schweiz fehlen leider Angaben über die Häufigkeit von Kopfverletzungen bei der gesamten Bevölkerung. Einzig aus der UVG-Statistik lässt sich für die Erwerbspersonen Angaben machen. Sie machen rund die Hälfte der Schweizer Bevölkerung aus. Insbesondere für Kinder und Senioren stehen keine Daten zur Verfügung. Von den gemäss UVG-Statistik jährlich 17 000 verletzten Radfahrenden erleiden rund 1160 Radfahrende Schädel-/Hirnverletzungen [1]. Bei den in Tabelle 1 dargestellten Tragquoten liessen sich davon rund 350 Verletzungen verhindern, wenn der Helm konsequent getragen worden wäre. Diese Berechnung basiert auf einer konservativen Schätzung der Schutzwirkung des Fahrradhelms von 40 %.

Obige Abschätzung verdeutlicht, dass der **Anteil vermeidbarer Verletzungen** nicht mit der Wirksamkeit des Helms übereinstimmt, sondern zusätzlich von der aktuellen Tragquote abhängt.

Tabelle 1 zeigt den Anteil vermeidbarer Kopfverletzungen in Abhängigkeit der Altersgruppe. Durch die hohe Helmtragquote bei Kindern bis 14 Jahre ist in dieser Altersklasse der geringste Anteil Kopfverletzungen (19 %) auf das Nichthelmtragen zurückzuführen. Das Bild verändert sich bei den Älteren: Knapp ein Drittel ihrer Kopfverletzungen könnten vermieden werden.

Diese Ausführungen zeigen, dass in der Schweiz ein beachtliches Präventionspotenzial durch die weitere Steigerung der Helmtragquote besteht. Dennoch erscheint eine aktive Förderung der Helmtragquote nur dann gerechtfertigt, wenn die Kosten hierfür nicht zu hoch ausfallen. Entsprechend stellt sich die Frage nach der **Wirtschaftlichkeit**. Eine Massnahme ist dann wirtschaftlich, wenn die Kosten (z. B. für Schulungsprogramme, Kampagnen, die Anschaffung eines Fahrradhelms für alle Radfahrenden) geringer ausfallen als der Nutzen (in Form verminderter materieller und immaterieller Kosten). Eine umfassende Kosten-Nutzen-Diskussion würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Es sei an dieser Stelle aber festgehalten, dass die Ergebnisse stark

Tabelle 1
Helmtragquoten der Radfahrenden und Anteil vermeidbarer Kopfverletzungen nach Alter in Prozent, 2015

Alter	Helmtragquote CH 2015 ¹	Anteil vermeidbarer Kopfverletzungen ²
0–14	67	19
15–29	34	32
30–44	51	26
45–59	49	27
60+	38	31
Total	47	28

¹ STATUS 2015

² Berechnet nach Gutsche et al.; 2011.

Schutzwirkung : Odds Ratio = 0.58 aus Elvik; 2011

Quelle: bfu, Gutsche et al. [177], Elvik [170]

von den Rahmenbedingungen (z. B. der konkreten Strategie zur Förderung) abhängen. Eine Berechnungen aus der Schweiz zur Wirtschaftlichkeit eines Fahrradhelmobligatoriums für Kinder bis 14 Jahre kommt z. B. zu folgendem Befund [18]: Der Nutzen übersteigt die materiellen Kosten um den Faktor 1,5 bzw. um den Faktor 4,7, wenn die Reduktion von immateriellem Leid dem Nutzen angerechnet wird. Die Berechnungen basieren auf der Annahme, dass zur Durchsetzung keine zusätzlichen polizeilichen Kontrollen erforderlich sind.

2. Helm: freiwillig oder obligatorisch

Die Tragquote kann grundsätzlich auf **freiwilliger Basis** (Schulungen, Kampagnen, ökonomische Anreize) oder mittels eines (evtl. altersbezogenen) **Obligatoriums** (Gesetz, Vollzug) gefördert werden. Beide Strategien können ein wirksames Mittel zur Erhöhung der Tragquote und der Reduzierung von Kopfverletzungen sein – untersucht primär bei Kindern (zusammengefasst in [1, S. 207 ff.]), neue Studien: [19,20].

Eine **autonome Entscheidung** des Individuums setzt voraus, dass es die Konsequenzen seines Tuns vollumfänglich abschätzen kann. Um Erwachsenen eine informierte Entscheidung zu ermöglichen, ist der Staat verpflichtet, seine Bürgerinnen und Bürger zu informieren [21]. Dabei sollte die Informationsvermittlung wirksam gestaltet werden.

Edukative Interventionen (z. B. Schulungsprogramme, Kommunikationskampagnen) bedürfen zur Erreichung von Wirksamkeit in jedem Fall eine **vertiefte Situationsanalyse** bei der anvisierten Zielgruppe. Studien über Determinanten der Helmnutzung und über Handlungstheorien am Beispiel des Helmtragens sind wichtige Quellen, die bei der

Konzipierung zwingend berücksichtigt werden müssen [22-31]. Empfehlenswert ist der **direkte Kontakt** zur Zielgruppe. Bei Kindern kann er am effizientesten in einer Verkehrserziehung während der obligatorischen Schulzeit hergestellt werden. Für alle anderen Altersgruppen ist ein direkter Kontakt schwer herzustellen, höchstens anlässlich von polizeilichen Kontrollen oder Aktivitäten der Polizei, bei denen auf die Wichtigkeit des Helmtragens hingewiesen wird, oder im Kontakt mit Fahrradhändlern. Informationsanlässe oder Schulungsprogramme müssen zielgruppenorientiert ausgerichtet sein. Informationen sind bevorzugt im Kontext des Fahrradfahrens zu vermitteln. Ein **partizipativer Ansatz** lohnt sich insbesondere bei Zielgruppen, die gegenüber Prävention eher zurückhaltend reagieren (z. B. Jugendliche) oder schwer erreichbar sind (z. B. Personen aus tieferen sozioökonomischen Schichten und/oder mit Migrationshintergrund [32,33]).

Im Rahmen des EU-Projektes CAST (campaigns and awareness raising strategies in traffic safety) wurde aufgezeigt, dass Kommunikationskampagnen im Bereich der Verkehrssicherheit handlungsrelevant wirken können, wenn gewisse Kriterien bei der Entwicklung und Implementierung berücksichtigt werden [34,35]. Diese gelten auch bei einer Velohelmkampagne.

Nebst reinen Sensibilisierungskampagnen können auch finanzielle **Anreizsysteme** zur Erhöhung der Verfügbarkeit der Velohelme eingesetzt werden. Dies insbesondere bei Personen mit tiefem Einkommen. Wie stark eine Anreizschaffung durch einen Preisnachlass beim Kauf eines Helms oder gar einer Gratisabgabe zur Steigerung der Verfügbarkeit bzw. zu einer höheren Tragquote beiträgt, ist aufgrund verfügbarer Studien unklar [36]. Finanzielle Anreize können aber bestehende soziale Ungleichheiten re-

duzieren helfen [37]. In spezifischen Settings (insbesondere bei Personen mit geringem Einkommen) ist eine Anreizschaffung eher sinnvoll als eine unspezifische z. B. für die ganze Bevölkerung. Werden Vergünstigungen unspezifisch angeboten, ist das Risiko, dass jene von Vergünstigungen profitieren, die sich ohnehin einen Helm gekauft hätten, gross.

Die höchste Helmtragquote ist mit einem **gesetzlichen Obligatorium** zu erreichen. Zur Rolle des Vollzugs liegen widersprüchliche Ergebnisse vor [1]. Eine neue Studie (Interrupted Time Series Study) aus Schweden zur Wirksamkeit des Helmobligatoriums bei Kindern unter 15 Jahren zeigt, dass bei Knaben eine mit dem Obligatorium zu begründende Reduktion von Kopfverletzungen feststellbar ist, nicht hingegen bei Mädchen [20]. Die Autoren können aufgrund der ihnen verfügbaren Daten keine Gründe für den Gendereffekt liefern. Auch die Erfahrungen in Österreich sind positiv: Seit Einführung eines Helmobligatoriums für Kinder unter 12 Jahren ist die Helmtragquote von 65 % auf 86 % gestiegen und der Anteil Kopfverletzungen bei Verunfallten von 47 % auf 42 % gesunken [38].

Eine Helmpflicht hat den Vorteil, den **sozialen Gradienten** in der Nutzung des Fahrradhelms zu reduzieren. Parkin und Mitautoren konnten in einer Untersuchung in Toronto, Kanada, aufzeigen, dass ein Fahrradhelmobligatorium nicht nur die Tragquote um etwa 20 Prozentpunkte von 44 % auf 66 % erhöhte, sondern dass der Anstieg differenziell war. Kinder aus Wohngebieten mit tieferem oder mittlerem Sozio-ökonomischen Status (SES) profitierten deutlich mehr als Kinder aus hohen SES-Regionen [39].

In Zusammenhang mit einer Helmpflicht sind mögliche, **unerwünschte Nebeneffekte** zu beachten. Befürchtet wurde insbesondere ein Rückgang des

Radfahrens. Robinson stellte einen Rückgang Radfahrender Kinder nach Einführung des Helmobligatoriums in New South Wales (NSW, Australien) um rund 40 % fest [40]. Er argumentiert, dass die festgestellte Reduktion der Anteile an Kopfverletzungen nicht auf die Wirkung des Helmobligatoriums, sondern auf den Rückgang der Exposition zurückzuführen sei. Dieses oftmals zitierte Ergebnis steht jedoch im Widerspruch zu anderen Publikationen, die international keinen entsprechenden Rückgang feststellen konnten. Gemäss neuen Analysen lässt sich auch für Australien (NSW) der Rückgang der Kopfverletzungen bei verunfallten Radfahrenden auf das Helmobligatorium zurückführen [41]. Bisher fehlt die Evidenz dafür, dass ein Helmobligatorium zu einer nachhaltigen Reduktion von Radfahrten führt.

Nebst der rein präventiven Beurteilung einer Massnahme müssen auch die Umsetzungschancen beachtet werden. So muss ein Obligatorium insbesondere politische Hürden meistern. 2012 fand der Antrag des Bundesrats, eine Helmpflicht bei Kindern einzuführen, im Parlament keine Mehrheit. Im Rahmen der parlamentarischen Diskussion wurden verschiedene Gegenargumente angeführt. Besonders betont wurde, dass die bisherige Förderung der Helmtragquote auf freiwilliger Basis erfolgreich war und diese Strategie deshalb auch künftig für die weitere Steigerung der Nutzungsquote anzuwenden sei. Die aktuelle Entwicklung der Velohelmtragquote lässt jedoch eher vermuten, dass eine gewisse Grenze erreicht wurde und eine weitere Steigerung durch rein edukative Sensibilisierungskampagnen möglicherweise nur schwer zu erreichen ist.

In der Diskussion um ein Obligatorium werden auch ethische Gesichtspunkte eingebracht, wie insbesondere die Freiheitseinschränkung. Die **Einschränkung der individuellen Freiheit** rechtfertigt sich

aus ethischer Sicht, wenn nicht nur das einzelne Individuum von möglichen negativen Folgen seines Handelns betroffen ist, sondern auch die Gesellschaft. Während manche argumentieren, das Nichttragen eines Fahrradhelms führe zu keiner Fremdgefährdung und rechtfertige daher kein staatliches Eingreifen [42], kontern andere mit den Unfallkosten, die der Gemeinschaft entstehen [43]. Darüber hinaus stellt sich die Frage, ob eine Massnahme **zumutbar und verhältnismässig** ist. Gemäss Schröder wäre z. B. ein gänzliches Verbot, Fahrrad zu fahren, eine unverhältnismässige und unzumutbare Einschränkung des Individuums, hingegen kaum das Gebot, einen Helm zu tragen [44]. Diese ethischen Gesichtspunkte betreffen grundsätzlich nur erwachsene Radfahrer. Für Kinder liegt die Verantwortung hingegen nicht bei ihnen selbst. So könnte eine Helmtraspflicht für Kinder ähnlich gut begründet werden wie ein Rauch- oder Alkoholverbot unter einer bestimmten Altersgrenze.

Ungeachtet der politischen und ethischen Diskussionen zeigen aktuelle Befragungsdaten eine hohe Akzeptanz der Schweizer Bevölkerung für ein Obligatorium: 2015 befürworteten 89 % der Bevölkerung ein Fahrradhelmobligatorium für Kinder bis 14 Jahre [45]. Auch unter den Radfahrenden befürworten 87 % diese Massnahme. Ein Helmtrageobligatorium für alle Radfahrenden wird noch von 68 % der Schweizer Bevölkerung und 59 % der Radfahrenden befürwortet. Die **gesellschaftliche Akzeptanz** für ein Helmobligatorium ist demnach gegeben.

V. Zusammenfassung und Fazit

Einen Helm zu tragen, ist eine Massnahme **sekundärer Prävention**, d. h., sie beeinflusst nicht das Unfallrisiko, sondern die Verletzungsschwere. In erster Linie muss Prävention da ansetzen, wo Unfälle vermieden werden können. Hierzu liegt für die Schweiz ein umfassender Massnahmenkatalog vor [1]. Dennoch werden Fahrradunfälle nie völlig vermieden werden können. Kommt es zu einem Sturz, ist es sinnvoll, den Kopf mit einem Helm zu schützen – auch wenn nicht alle Kopfverletzungen dadurch vermieden werden können.

Gemäss der Todesursachenstatistik sterben in der Schweiz 64 % der tödlich verunfallten Radfahrenden an einer **Kopfverletzung**. Dieses Ergebnis deckt sich mit der internationalen Literatur.

Es ist summarisch davon auszugehen, dass ein Fahrradhelm im Durchschnitt die Wahrscheinlichkeit einer Kopfverletzung um mindestens 40 % reduziert [13]. Die Schutzwirkung kann durch einen gut passenden und korrekt getragenen Helm erhöht werden. In der Schweiz könnten durch ein konsequentes Tragen eines Velohelms rund 350 schwere Kopfverletzungen bei den UVG-Versicherten verhindert werden. Für Kinder und Senioren kann das Rettungspotenzial nicht abgeschätzt werden.

Die **Steigerung der Helmtragquote** muss nach wie vor durch geeignete Massnahmen angegangen werden. Grundsätzlich bestehen hierfür kommunikative, edukative, legislative und ökonomische Strategien. Welche Strategie gewählt wird, hängt nicht

nur vom wissenschaftlichen Nachweis der Wirksamkeit ab, sondern auch von der politischen Umsetzbarkeit.

Unabhängig von der konkreten Strategie zur Nutzungssteigerung, gilt es auch, **das richtige Tragen eines passenden Helms** zu fokussieren. So lässt sich das Rettungspotenzial weiter ausschöpfen.

In der Forschung wird nach wie vor darüber diskutiert, welche Art und Schwere von Kopfverletzungen durch heute übliche Helme eher verhindert werden können bzw. welche weniger. Während biomechanische Experimente aufzeigen, dass die Schutzwirkung von Helmen bei hohen Impacts an ihre Grenzen stossen, belegen epidemiologische Studien, dass der Helm auch bei hohen Impacts wie sie in Realität vorkommen (z. B. bei Kollisionen mit motorisierten Fahrzeugen), eine Schutzwirkung aufweist [46]. Einigkeit besteht darüber, dass der Helm weiterentwickelt und die **Schutzwirkung** durch Forschung und Normanpassungen optimiert werden kann.

Was wir bisher wissen, spricht dafür, **in jeder Situation einen Helm zu tragen** – auch wenn er keine Lebensversicherung ist. Was wir bisher wissen, spricht aber auch dafür, nicht alleine auf den Helm zu setzen. In der Schweiz laufen daher richtigerweise **viele weitere Bemühungen**, das Fahrradfahren sicherer zu gestalten.

Quellen

- [1] Walter E, Achermann Stürmer Y, Scaramuzza G, Niemann S, Cavegn M. *Fahrradverkehr*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2012. bfu-Sicherheitsdossier Nr. 08.
- [2] Schmitt K, Niederer P, Muser M, Walz F. *Trauma-Biomechanik – Verletzungen in Strassenverkehr und Sport*. Heidelberg: Springer Verlag; 2010.
- [3] Gennarelli TA, Wodzin E. *The Abbreviated Injury Scale 2005*. Des Plaines, IL: American Association for Automotive Medicine AAAM; 2008.
- [4] Otte D, Facius T, Wiese B. Einflüsse auf das Verletzungsrisiko des Kopfes von Radfahrern und Nutzen von Radhelmen zur Vermeidung und Minderung von Verletzungen. *VKU Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik*. 2013;51(9): 298–309.
- [5] Malczyk A, Bauer K, Juhra C, Schick S. *Head Injuries in Bicyclists and Associated Crash Characteristics*. In: IRCOB Conference Proceedings; 2014; Berlin.
- [6] SWOV - Institute for Road Safety Research. Anger, aggression in traffic, and risky behaviour. 2012.
http://www.swov.nl/rapport/Factsheets/UK/FS_Emotions_and_traffic.pdf. Zugriff am 06.12.2013.
- [7] International Olympic Committee. *IOC World Conference on Prevention of Injury & Illness in Sport*. <http://www.ioc-preventionconference.org/OnLPMonaco.php>. Zugriff am 06.12.2013.
- [8] Otte D, Haasper C, Wiese B. *Wirksamkeit von Fahrradhelmen bei Verkehrsunfällen von Radfahrern auf Kopfverletzungshäufigkeit und Verletzungsschwere*.
<http://www.atonline.de/Artikel/3/8897/Wirksamkeit-von-Fahrradhelmen-bei-Verkehrsunfaellen-von-Radfahrern-auf-Kopfverletzungshaeufigkeit-und-Verletzungsschwere.html>. Zugriff am 06.12.2013.
- [9] Crompton PA, Dressler DM, Stuart CA, Dennison CR, Richards D. Bicycle helmets are highly effective at preventing head injury during head impact: head-form accelerations and injury criteria for helmeted and unhelmeted impacts. *Accident Analyses and Prevention*. Sep 2014;70: 1-7. DOI: 10.1016/j.aap.2014.02.016.
- [10] Bauer K, Schick S, Wagner A, Zhou K, Peldschus S, Malczyk A. *Untersuchung zur Schutzwirkung des Fahrradhelms*. Berlin: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. Unfallforschung der Versicherer; 2015. Forschungsbericht Nr. 32.
- [11] Thompson DC, Rivara FP, Thompson R. Helmets for preventing head and facial injuries in bicyclists (Cochrane Review). *The Cochrane Library*. 2009(1): DOI: 10.1002/14651858.CD001855.
- [12] Attewell RG, Glase K, McFadden M. Bicycle helmet efficacy: a meta-analysis. *Accid Anal Prev*. May 2001;33(3): 345-52.
- [13] Elvik R. Publication bias and time-trend bias in meta-analysis of bicycle helmet efficacy: A re-analysis of Attewell, Glase and McFadden, 2001. *Accident Analysis and Prevention*. 2011;43: 1245-51.
- [14] Elvik R. Corrigendum to: "Publication bias and time-trend bias in meta-analysis of bicycle helmet efficacy: A re-analysis of Attewell, Glase and McFadden, 2001" [*Accid. Anal. Prev.* 43 (2011) 1245–1251]. *Accident Analysis & Prevention*. 11/ 2013;60(0): 245-53.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457512004253>. Zugriff am 31.03.2015. DOI: 10.1016/j.aap.2012.12.003.
- [15] Lee RS, Hagel BE, Karkhanavaz M, Rowe BH. A systematic review of correct bicycle helmet use: how varying definitions and study quality influence the results. *Inj Prev*. 2009;15(2): 125-31.
- [16] Romanow NR, Hagel BE, Williamson J, Rowe BH. Cyclist head and facial injury risk in relation to helmet fit: a case-control study. *Chronic diseases and injuries in Canada*. 2014;34(1): 1-7.

- [17] bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung. *bfu-Erhebung 2014: Helmtragquoten der Radfahrenden im Strassenverkehr*. Bern: bfu; 2014.
- [18] Cavegn M, Ewert U, Allenbach R. *Auswirkungen der Via sicura-Massnahmen*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2010. bfu-Grundlagen.
- [19] Russell K, Foisy M, Parkin P, Macpherson A. The promotion of bicycle helmet use in children and youth: an overview of reviews. *Evidence-Based Child Health: A Cochrane Review Journal*. 2011;6(6): 1780-9.
- [20] Bonander C, Nilson F, Andersson R. The effect of the Swedish bicycle helmet law for children: An interrupted time series study. *Journal of Safety Research*. 12// 2014;51(0): 15-22. DOI: 10.1016/j.jsr.2014.07.001.
- [21] Rippe KP, Faisst K. Medizinische Ethik. In: Gutzwiller F, Paccaud F, Hg. *Sozial- und Präventivmedizin - Public Health*. Vol 4. Bern: Hans Huber; 2011: 103-15.
- [22] Lang IA. Demographic, socioeconomic, and attitudinal associations with children's cycle-helmet use in the absence of legislation. *Injury Prevention*. 2007;13: 355-8.
- [23] Ritter N, Vance C. The determinants of bicycle helmet use: Evidence from Germany. *Accident Analysis and Prevention*. 2008;43: 95-100.
- [24] Kakefuda I, Henry KL, Stallones L. Associations between childhood bicycle helmet use, current use, and family and community factors among college students. *Fam Community Health*. 2009;32(2): 159-66.
- [25] Ross T, Thomson Ross L, Rahmann A, Cataldo S. The bicycle helmet attitudes scale: using the health belief model to predict helmet use among undergraduates. *Journal of American College Health*. 2010;59(1): 29-36.
- [26] Siegrist S, Allenbach R, Regli C. *Velohelme: Erhebung des Tragverhaltens und der Traggründe*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 1999. bfu-Report 41.
- [27] Keezer MR, Rughani A, Carroll M, Haas B. Head first. Bicycle-helmet use and our children's safety. *Canadian Family Physician*. 2007;53: 1131-2.
- [28] Weiss J, Okun M, Quay N. Predicting bicycle helmet stage-of-change among middle school, high school, and college cyclists from demographic, cognitive, and motivational variables. *J Pediatr*. 2004;145(3): 360-4.
- [29] O'Callaghan FV, Nausbaum S. Predicting bicycle helmet wearing intentions and behavior among adolescents. *J Safety Res*. 2006;37(5): 425-31.
- [30] Christensen P, Mikkelsen MR. Jumping off and beeing careful: children's strategies of risk managment in everyday life. *Sociology of Health and Illness*. 2008;30(1): 112-30.
- [31] Kakefuda I, Stallones L, Gibbs J. Discrepancy in bicycle helmet use among college students between two bicycle use purposes: commuting and recreation. *Accid Anal Prev*. 2009;41(3): 513-21.
- [32] *Transkulturelle Prävention und Gesundheitsförderung in der Schweiz*. www.transpraev.ch.
- [33] Farley C, Laflamme L, Vaez M. Bicycle helmet campaigns and head injuries among children. Does poverty matter? *J Epidemiol Community Health*. 2003;57(9): 668-72.
- [34] Vaa T, Phillips R, Adamos G, Areal A, Ausserer K et al. *Effects of road safety campaigns. Deliverable D 1.3*. <http://www.cast-eu.org/pages/results%20and%20deliverables.html>.
- [35] Delhomme P, de Dobbeler W, Forward S, Simões A, et al. *Manual for designing, implementing, and evaluating road safety communication campaigns*. Brussels: Belgian Road Safety Institute; 2009.
- [36] Walter E. *Finanzielle Anreize zur Erhöhung der Verkehrssicherheit: Möglichkeiten und Grenzen*. Bern: bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2015. bfu-Grundlagen.
- [37] Kendrick D, Royal S, Lids for Kids project t. Cycle helmet ownership and use; a cluster randomised controlled trial in primary school children in deprived areas. *Arch Dis Child*. Apr 2004;89(4): 330-5. PMID: 1719862.
- [38] Steiner M, Baue R. Die Radhelmpflicht für Kinder unter 12 Jahren in Österreich: Akzeptanz und erste Auswirkungen. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*. 2013;2: 113-4.
- [39] Parkin PC, Khambalia A, Kmet L, Macarthur C. Influence of socioeconomic status on the effectiveness of bicycle helmet legislation for children: a prospective observational study. *Pediatrics*. Sep 2003;112(3 Pt 1): e192-6.

- [40] Robinson DL. Head injuries and bicycle helmet laws. *Accid Anal Prev*. Jul 1996;28(4): 463-75.
- [41] Olivier J, Walter SR. Bicycle helmet wearing is not associated with close motor vehicle passing: a re-analysis of Walker, 2007. *PLoS One*. 2013;8(9): 1-7. DOI: 10.1371/journal.pone.0075424. PMCID: 3783373.
- [42] Hooper C, Spicer J. Liberty or death; don't tread on me. *Journal of Medical Ethics*. 2012;38: 338-41. DOI: 10.1136/medethics-2011-100085
- [43] Biegler P, Johnson M. In defence of mandatory bicycle helmet legislation: response to Hooper and Spicer. *J Med Ethics*. Jun 26 2013: 1-5. DOI: 10.1136/medethics-2013-101476.
- [44] Schröder P. Public-Health-Ethik in Abgrenzung zur Medizinethik. *Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz*. 2007;1: 103-11.
- [45] bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung. *bfu-Bevölkerungsbefragung 2015*: bfu; 2015. eigene Auswertung.
- [46] Hagel BE, Romanow NT, Enns N, Williamson J, Rowe BH. Severe bicycling injury risk factors in children and adolescents: A case-control study. *Accident Analysis & Prevention*. 2015;78: 165-72.