

## Zusammenfassung

Von 01.01.95 bis 31.12.1996 wurden 71 männliche und 40 weibliche Fahrradfahrer mit einem Altersmedian von 28,5 Jahren (4-87 Jahre) stationär wegen ihrer Verletzungen behandelt. Einen Schutzhelm trugen zum Unfallzeitpunkt nur 17 Patienten. Der typische Unfall ereignete sich auf der Straße mit einem normalen Fahrrad ohne Fremdverschulden. Ein Schädel-Hirn-Trauma (SHT) erlitten 76 von 94 helmungeschützten Fahrradfahrern (81%), 12 dieser Patienten (13 %) hatten ein SHT höheren Grades. Dagegen diagnostizierten wir bei 8 von 17 helmgeschützten Fahrradfahrern (47%) lediglich ein SHT 1 Grades. An den Folgen eines schweren SHT starben 4 helmungeschützte Fahrradfahrer, demgegenüber überlebten alle helmgeschützten Radfahrer. Der protektive Effekt des Schutzhelms war bzgl. der nominalskalierten Merkmale „SHT“, „pathologisches EEG“ und „Schädelfraktur“ statistisch signifikant (Chi-Quadrat  $p < 0,05$ , Fisher's Exact  $p < 0,05$ ).

## Summary

From 01.01.95 to 31.12.96 we reviewed retrospectively the typical injuries of 111 bicycle riders, who required medical treatment in our traumatology centre. The median age of the patients was 28.5 years (4-87 years), there were 71 men and 40 women. Only 17 patients wear a helmet at the time of accident. The bicycle related injuries occurred often with a normal bicycle on the street without any outside influence. 76 from 94 patients (81 %) without any head protection suffered from a head injury. 12 of these patients (13 %) had a severe head injury. On the other hand, only 8 from 17 patients (47 %) wearing a helmet suffered from a head injury. It is remarkable, that no severe head injury occurred in this group. In the non helmet group 4 patients died due to their head injuries. We analysed the protective effect of the bicycle helmet with the variables „head injury“, „pathological EEG“ and „skull fracture“. We found, that the protective effect is statistically significant (chi square  $p < 0,05$ , fisher's exact  $p < 0,05$ ).

G. Kelsch, M.U. Helber, K. Schmid, Chr. Ulrich

# Sind schwere Kopfverletzungen durch einen Fahrradschutzhelm vermeidbar?

## Is it possible to reduce head injuries with a bicycle helmet?

Unfallchirurgische Klinik, Klinik am Eichert, Göppingen  
(Chefarzt: Prof Dr. Chr. Ulrich)

## Einleitung

In den letzten Jahren wuchs das Fahrradfahren zu einer populären Freizeitsportart heran, wodurch sich die Zahl verunglückter Fahrradfahrer erhöhte (8, 17). Die Analysen der zahlreichen Verletzungen zeigten, daß Kopfverletzungen bei Fahrradfahrern dominieren (1, 4, 5, 8). Da die Mortalität der verunglückten Fahrradfahrer direkt von der Schwere des Schädel-Hirn-Traumas (SHT) beeinflusst wird, sollte den Kopfverletzungen eine angemessene Bedeutung zukommen (7), insbesondere weil Präventivmaßnahmen (wie z. B. ein Fahrradhelm) die Häufigkeit schwerer SHT günstig beeinflussen können. (1, 3, 4, 10, 11, 15). Trotz dieser in klinischen Studien belegten Schutzwirkung des Fahrradhelms vor schweren SHT wird der Schutzhelm nur selten getragen (8). Anhand unserer Untersuchung sollte die Bedeutung der Schutzwirkung des Schutzhelms nach einem Fahrradsturz aufgezeigt werden, um bei statistischer Signifikanz und der geringen Akzeptanz des Schutzhelms erneut und nachdrücklich auf dessen protektive und auch sozialökonomisch positive Wirkung hinzuweisen.

## Material und Methode

Vom 01.01.95 bis 31.12.96 wurden die Daten aller Fahrradfahrer retrospektiv analysiert, die infolge ihrer Verletzungen nach einem Fahrradsturz stationär in der Unfallchirurgischen

Klinik der Klinik am Eichert in Göppingen behandelt wurden. Ausgewertet wurden die Daten aller Fahrradfahrer, die Verletzungen am Kopf oder Zeichen einer Gewalteinwirkung am Schutzhelm hatten (Einschlußkriterien). Die statistische Analyse erfolgte mit dem SPSS für Windows System. Rein deskriptiv wurde das Maß der zentralen Tendenz für die unterschiedlich skalierten Merkmale angegeben. Die induktive Statistik wurde für nominalskalierte Merkmale mit Hilfe des Chi-Quadrat Testes vorgenommen. Bei 2\*2 Kreuztabellen mit einer absoluten Häufigkeit in einer Zelle  $< 2$  bzw. einer erwarteten Häufigkeit  $< 5$  wurde der Fisher's exact Test eingesetzt. Eine statistische Signifikanz wurde bei einem  $p < 0,05$  angenommen.

## Ergebnisse

In unserer Klinik wurden 150 Fahrradfahrer stationär behandelt, davon erfüllten 111 Fahrradfahrer die Einschlußkriterien. Nur 17 von 111, d.h. 15 % der Radfahrer trugen zum Unfallzeitpunkt einen Schutzhelm.

Bei rechtsgipfliger Altersverteilung (Skewness +0,5) betrug der Altersmedian der 71 Männer und 40 Frauen 28,5 Jahre (4-87 Jahre), 43,5 % der Patienten waren jünger als 20 Jahre (Abb. 1).

Rein deskriptiv ereignete sich der Unfall meist auf der Straße mit einem gebräuchlichen Fahrrad ohne Fremdverschulden (Abb. 2-4).

Ein SHT diagnostizierten wir bei 8 von 17 helmgeschützten Fahrradfahrern (47 %), ein

# ORIGINALIA

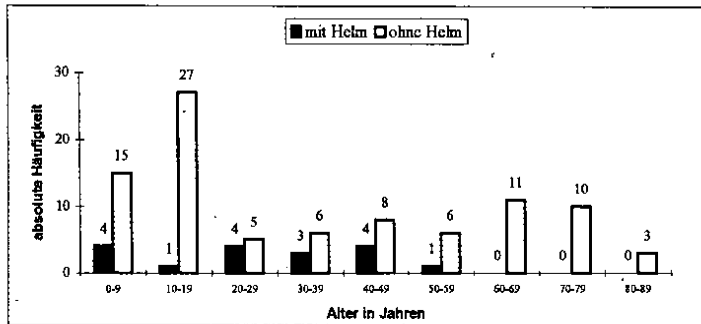


Abb. 1: Altersverteilung (n=111 Patienten, 3 Daten nicht eruiert)

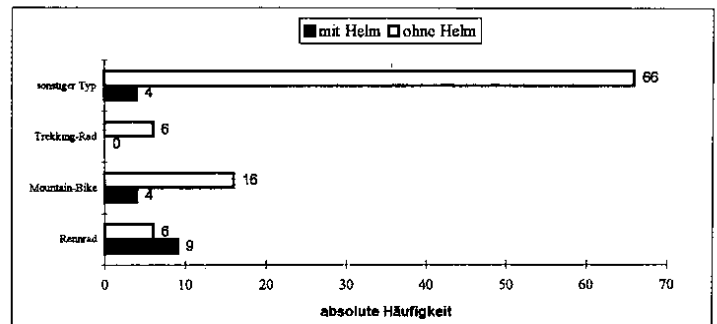


Abb. 2: Fahrradtyp

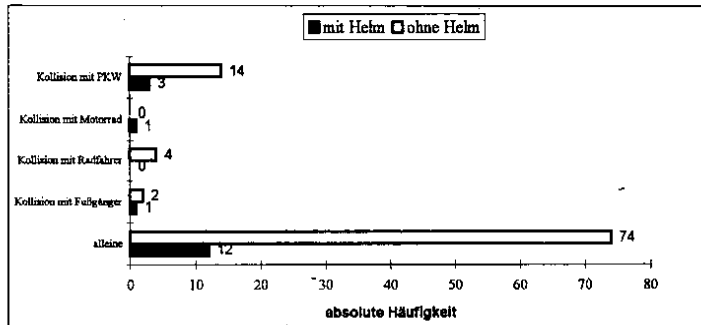


Abb. 3: Unfallmechanismus

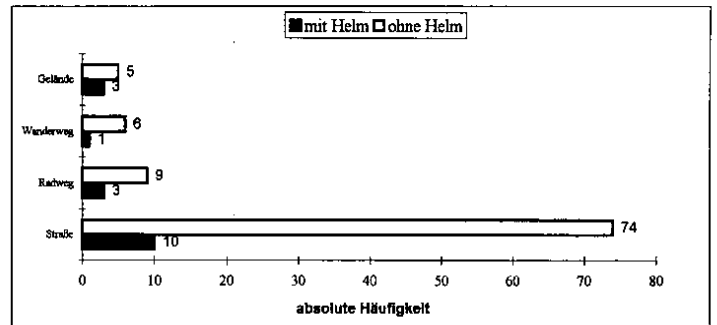


Abb. 4: Unfallort

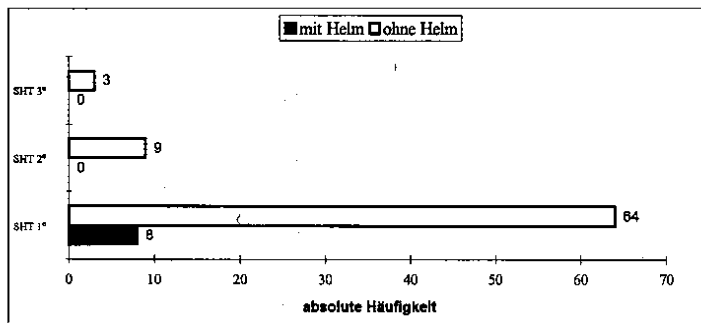


Abb. 5: Schadel-Hirn-Trauma

SHT höheren Grades wurde nicht beobachtet. Demgegenüber hatten 76 von 94 helmungeschützten Fahrradfahrer (81%) ein SHT, ein SHT höheren Grades diagnostizierten wir bei 12 Patienten (13%) (Abb. 5).

Tab. 1 - 4 fassen die Ergebnisse der statistischen Analyse tabellarisch zusammen.

Operativ mußten 10 helmgeschützte Fahrradfahrer behandelt werden (10/17 = 59%),

count exp val	SHT	
	ja	nein
helmgeschützt	12,9	4,1
helmungeschützt	76	18
	71,1	22

Tab. 1: 2\*2 Kreuztabelle der Merkmale Schutzhelm / SHT (count=absolute Häufigkeit, exp val=erwartete Häufigkeit). Die induktive Statistik ergibt: Chi-Square Pearson Wert = 8,9, Phi-Koeffizient = 0,28, wodurch eine mittlere statistische Beziehung zwischen beiden Merkmalen dokumentiert wird, diese ist statistisch signifikant (Fisher's Exact Test  $p < 0,05$ ).

## Diskussion

Aus unserer Untersuchung geht hervor, daß Kopfverletzungen bei Fahrradunfällen dominieren. Von 150 Fahrradfahrern, die stationär wegen ihrer Verletzungen behandelt wurden, hatten 111 Radfahrer Kopfverlet-

count exp val	pathologisches EEG	
	ja	nein
helmgeschützt	7,9	9,1
helmungeschützt	43	41
	39,1	44,9

Tab. 2: 2\*2 Kreuztabelle der Merkmale Schutzhelm / pathologisches EEG (Legende wie Tab. 1, n=10 Daten nicht eruiert). Die induktive Statistik ergibt: Chi-Square Pearson Wert = 4,3, Phi-Koeffizient = 0,21, wodurch eine mittlere statistische Beziehung zwischen beiden Merkmalen dokumentiert wird, diese ist statistisch signifikant (Chi-Square Signifikanz  $< 0,05$ ).

dagegen wurden 66 helmungeschützte Fahrradfahrer konservativ behandelt (66/94 = 70%).

Alle helmgeschützten Patienten überlebten, dagegen starben 4 helmungeschützte Patienten (4%), an den Folgen eines schweren SHT.

zungen bzw. es lagen Veränderungen einer Gewalteinwirkung am Schutzhelm vor. Die Akzeptanz des Fahrradschutzhelms war unter den behandelten Patienten gering, nur 17 der 111 Patienten (15%) trugen zum Unfallzeitpunkt einen Helm. Auf die Dominanz der

count exp val	Schädelfraktur	
	ja	nein
helmgeschützt	4,7	12,3
helmungeschützt	29	60
	24,3	64,7

Tab. 3: 2\*2 Kreuztabelle der Merkmale Schutzhelm / Schädelfraktur (Legende wie Tab. 1, n=5 Daten nicht eruiert). Die induktive Statistik ergibt: Chi-Square Pearson Wert = 7,6, Phi-Koeffizient = 0,27, wodurch eine mittlere statistische Beziehung zwischen beiden Merkmalen dokumentiert wird, diese ist statistisch signifikant (Fisher's Exact Test  $p < 0,05$ ).

count exp val	intrakranielles Hämatom	
	ja	nein
helmgeschützt	2,4	14,6
helmungeschützt	15	74
	12,6	76,4

Tab. 4: 2\*2 Kreuztabelle der Merkmale Schutzhelm / intrakranielles Hämatom (Legende wie Tab. 1, n=5 Daten nicht eruiert). Die induktive Statistik ergibt: Chi-Square Pearson Wert = 3,3, Phi-Koeffizient = 0,1, wodurch eine mäßige statistische Beziehung zwischen beiden Merkmalen dokumentiert wird, diese ist statistisch nicht signifikant (Fisher's Exact Test  $p > 0,05$ ).

Kopfverletzungen wurde bereits in einigen Studien eindrucksvoll hingewiesen (1, 4, 5, 8, 9, 12). Leider wird der Radhelm trotz der wissenschaftlich nachgewiesenen protektiven Wirkung bzgl. Kopfverletzungen nur selten getragen (1, 2, 3, 4, 8, 10, 11, 12, 15, 16). Da die Mortalität der verunglückten Fahrradfahrer von der Schwere eines Schädel-Hirn-Traumas beeinflusst wird (7), liegt es nahe, Anstrengungen aufzuwenden, die die Akzeptanz des Fahrradhelms steigern.

Unsere rechtsverschobene, männerdominante Altersstruktur zeigte, daß praktisch ab dem 50. Lebensjahr der Schutzhelm nicht akzeptiert wird. Jünger als 20 Jahre waren 43,5 % der verunglückten Fahrradfahrer, wobei auch in diesem Lebensabschnitt der Schutzhelm selten getragen wurde. Der typische Unfall ereignete sich bei unseren Patienten auf der Straße mit einem gebräuchlichen Fahrrad ohne Fremdverschulden. Oftmals führen schlechte Fahrradausrüstung, Unachtsamkeit und niedrige Fahrgeschwindigkeit zum Unfall (10, 14, 16). *Otte und Suren* (9) konnten bei 11,3 % der Fahrräder Mängel feststellen, die in 8 % unfallentscheidend waren. Ferner zeigte ihre Analyse, daß nach eingeleitetem Reaktionsverhalten der Unfall in 61,5 % nicht verhindert werden konnte. Aus einer altersbezogenen Unfallanalyse von *Rowe et al.* (12) war zu entnehmen, daß der Fahrfehler unter den Unfallursachen bei Fahrradfahrern < 19 Jahre und > 45 Jahre dominierte, demgegenüber wurde der Unfall in der Altersgruppe 20 - 44 Jahre meist durch den Unfallgegner verursacht.

Ein SHT konnten wir bei 84 Patienten (56 %) diagnostizieren. Acht dieser Patienten waren helmgeschützt und hatten lediglich ein SHT 1°. Demgegenüber hatten 12 der 76 helmungeschützten Patienten ein SHT höheren Grades. Die Energieabsorption des Schutzhelms reduziert hierbei die Kopfbelastung (2), wodurch beim typischen Fahrradsturz schwere SHT verhindert werden können. Die Mortalität der verunglückten Fahrradfahrer wird im wesentlichen vom Schädel-Hirn-Trauma beeinflusst (5, 7), die trotz optimaler intensivmedizinischer Behandlung nicht wesentlich gesenkt werden kann (7). Somit kommt dem Schutzhelm zur Vermeidung schwerer SHT eine bedeutende Rolle zu.

Will man, ausgehend von einer Stichprobe - die unser Patientenkollektiv darstellt - auf

die Grundgesamtheit - d.h. die Gesamtheit der Fahrradfahrer - rückschließen, so braucht man die Methoden der induktiven Statistik. Die Analyse der nominalskalierten Merkmale „Schutzhelm/SHT“ zeigt einen statistisch signifikanten Zusammenhang beider Merkmale. Ebenso ergibt sich für die Merkmale „Schutzhelm/pathologisches EEG“ und „Schutzhelm/Schädelfraktur“ eine statistisch signifikante Beziehung. Statistisch nicht signifikant waren die Merkmale „Schutzhelm/ intrakranielles Hämatom“. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß eine Schädelfraktur und ein intrakranielles Hämatom bei den helmgeschützten Fahrradfahrern nicht auftraten. Dies läßt sich auf die biomechanischen Untersuchungen von *Benz et al.* (2) zurückführen. Unsere statistisch signifikanten Ergebnisse unterstreichen die bereits rein deskriptiv gemachten Beobachtungen, daß der Radhelm vor schweren SHT schützen kann; ferner können zusätzliche extra- bzw. intrakranielle Verletzungen verhindert werden. Aufklärungskampagnen, wie sie bereits in den Vereinigten Staaten und Israel erfolgreich eingesetzt wurden (3, 7), sind auch bei uns dringend nötig.

Die konservative Therapieform, meist infolge eines SHT 1°, dominierte bei den helmungeschützten Patienten. Demgegenüber hatte das SHT bei den helmgeschützten Fahrradfahrern meist keine direkte Auswirkung auf die Therapieform. Diese Patienten mußten meist wegen einer Extremitätenfraktur operativ behandelt werden. Eine große Dunkelziffer repräsentiert u. E. der kopfgeschützte Fahrradfahrer, der nach einem Sturz oftmals kein SHT erleidet, wodurch sich bei fehlender Extremitätenverletzung eine Vorstellung in einer Klinik erübrigt. Die Wichtigkeit und Bedeutung des Schutzhelms auch bei Fahrradfahrern läßt sich eindrucksvoll durch unsere Untersuchung belegen. Vier der helmungeschützten Patienten starben infolge ihrer SHT, während sämtliche helmgeschützten Verunfallten überlebten.

### Literaturverzeichnis

1. *Barry D., Weiss M.D.*: Bicycle-related head injuries. *Bicycling Injuries* 13 (1994), 99-112
2. *Benz G., McIntosh A., Kallieris D., Daum R.*: A biomechanical study of bicycle helmets' effectiveness in childhood. *Eur J Pediatr Surg* 3 (1993), 259-263
3. *Jaffe B., T'Amir D.*: Bicycle helmets in Israel: observed change in usage following a nationwide

- campaign. *Isr-J-Med-Sci* 32. (1996), 135-137
4. *Kelsch G., Helber M.U., Ulrich C.*: Schädel-Hirn-Trauma nach Fahrradsturz - welchen Einfluß hat der Schutzhelm? *Unfallchirurg* 99 (1996), 202-206
5. *Li G., Baker S.P., Fowler C., DiScala C.*: Factors related to the presence of head injury in bicycle-related pediatric trauma patients. *J Trauma* 38 (1995), 871-875
6. *Martin V., Langley B., Coffman S.*: Patterns of injury in pediatric patients in one Florida community and implications for prevention programs. *J Emerg-Nurs* 21 (1995), 12-16
7. *Mock C.N., Maier R.V., Boyle E., Picher S., Rivara F.P.*: Injury prevention strategies to promote helmet use decrease severe head injuries at a level 1 trauma center. *J Trauma* 39 (1995), 29-33
8. *Otte D.*: Unfallsituation des Radfahrers und Diskussion der Notwendigkeit eines Radhelms aus der Sicht der Unfallerhebung Hannover. *Unfall u. Sicherheitsforschung Straßenverkehr* 82 (1991), 116-123
9. *Otte D., Suren E.G.*: Der Fahrradunfall - Eine verkehrsmedizinisch-technische Analyse. *Hefte zur Unfallheilkunde* 171, Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo 1986
10. *Pitt W.R., Thomas S., Nixon J., Clark R., Battistutta D., Acton C.*: Trends in head injuries among child bicyclists. *BMJ* 308 (1994), 177
11. *Rivara F.P., Thompson D.C., Thompson R.S., Rogers L.W., Alexander B., Felix D., Bergmann A.B.*: The Seattle children's bicycle helmet campaign: Changes in helmet use and head injury admissions. *Pediatrics* 93 (1994), 567-569
12. *Rowe B.H., Rowe A.M., Bota G.W.*: Bicyclist and environmental factors associated with fatal bicycle related trauma in Ontario. *Can-Med-Assoc-J* 152 (1995), 45-53
13. *Rowe B.H., Thorsteinson K., Bota G.W.*: Bicycle helmet use and compliance: a northeastern Ontario roadside survey. *Can-J-Public-Health* 86 (1995), 57-61
14. *Spaite D.W., Criss E.A., Weist D.J., Valenzuela T.D., Judkins D., Meislin H.W.*: A prospective investigation of the impact of alcohol consumption on helmet use, injury severity, medical resource utilization, and health care costs in bicycle related trauma. *J-Trauma* 38 (1995), 278-290
15. *Thomas S., Acton C., Nixon J., Battistutta D., Pitt W.R., Clark R.*: Effectiveness of bicycle helmets in preventing head injury in children: case-control study. *BMJ* 308 (1994), 173-176
16. *Walters E.A.*: Should pedal cyclists wear helmets? A comparison of head injuries sustained by pedal cyclists and motorcyclists in road traffic accidents. *Injury* 17 (1986), 372-375
17. *Yelon J.A., Harrigan N., Evans J.T.*: Bicycle trauma: a five year experience. *Am-Surg* 61 (1995), 202-205

Anschrift für die Autoren:

**Dr. G. Kelsch**  
**Unfallchirurgische Klinik**  
**Klinik am Eichert**  
**Postfach 660**  
**73006 Göppingen**