**Diplomarbeit**

# Auswirkung von Helmgesetz und Stufenführerschein auf schwere Schädelverletzungen bei motorisierten Zweiradfahrern


eingereicht von

**Martin Rauch**

Matr. Nr.: 0114095


zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktor der gesamten Heilkunde**

**(Dr. med. univ.)**

an der

**Medizinischen Universität Graz**

ausgeführt am

**Universitätsklinikum für Unfallchirurgie**

unter der Anleitung von

**Ao.Univ.-Prof. Mag. Dr. Franz Josef SEIBERT**

**Ao.Univ.-Prof. Dr. Michael Mokry**

*Eidesstattliche Erklärung*

*Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.*

*Graz, am ……* *Unterschrift*

# Vorwort

Im Sinne einer besseren Verständlichkeit und Lesbarkeit der Arbeit wird auf die heutzutage übliche Schreibweise der männlichen und weiblichen Form verzichtet. Mit der hier verwendeten Schreibweise sind somit immer beide Geschlechter gemeint.

# Danksagungen

Zuerst möchte ich mich bei meinen Betreuern, Herrn Prof. Mag. Dr. Franz Josef Seibert und Herrn Prof. Dr. Michael Mokry, für die tatkräftige Unterstützung beim Erstellen dieser Diplomarbeit bedanken. Sie haben mich mit viel Engagement durch diese Arbeit geleitet und waren jederzeit ansprechbar wenn es Probleme gab.

Großer Dank gilt vor allem meiner Mutter, Anneliese Rauch, und meinem Vater, Johann Rauch, welcher leider während meines Studiums verstorben ist. Beide haben mich immer unterstützt und haben mich durch schwere Zeiten geleitet. Nicht zuletzt haben sie mir durch ihre finanzielle Unterstützung das Studium erst ermöglicht.

Weiter möchte ich mich bei, Freya, Claudia, Richi, Kiki, Martin und Eva bedanken. Sie alle standen mir beim Erstellen dieser Arbeit mit Rat und Tat zur Seite.

Bedanken möchte ich mich besonders bei meinen Studienkolleginnen Freya und Angi. Sie haben mich durch gute und schlechte Zeiten begleitet, wurden weit über das Studium hinaus zu wirklichen Freunden und waren immer zu einem Gespräch bereit. Sie haben das Studium zu einem unvergesslichen Lebensabschnitt gemacht.

Auch meine Freunde Bernd und Stivi möchte ich an dieser Stelle erwähnen. Sie haben mich immer wieder aus dem Alltag des Studiums geholt und mit gemeinsamen Aktivitäten wie Sport oder Partys für Abwechslung gesorgt. Danke

Besonderer Dank gilt meiner Freundin Birgit, welche gerade die letzten, sehr stressigen Wochen mit mir gemeinsam durchgehalten hat. Vielen Dank dafür.

Last but not least möchte ich mich noch bei einem sehr wichtigen Menschen in meinem Leben bedanken. Danke Anne!!

**Gewidmet meinem Vater**

# Zusammenfassung

**Hintergrund, Ziel:** Insbesondere seit dem Zweiten Weltkrieg zeigt sich ein weltweiter Anstieg der Anzahl derer, die ein Moped oder Motorrad als Hobby oder als schnelleres Fortbewegungsmittel im immer dichter werdenden Stadtverkehr nutzen. Damit steigen auch die Unfallzahlen.

Schädelverletzungen sind eine der häufigsten Folgen von Unfällen mit motorisierten Zweirädern. Die vorliegende Arbeit soll zeigen, wie sich eine Helmpflicht auf diese Schädelverletzungen auswirkt. In weiterer Folge sollen auch die Auswirkungen des Stufenführerscheins in Österreich beleuchtet werden.

**Material:** Mit Hilfe einer Literaturrecherche wurden Ergebnisse verschiedener internationaler Studien gesammelt und ausgearbeitet. Das Augenmerk lag dabei auf der Schaffung einer internationalen Vergleichs.

**Ergebnisse:** Durch den Verzicht auf einen Helm erhöht sich das Risiko einer Schädelverletzung - abhängig von der Studie - auf das rund 3 - bis 6 – fache. Das Risiko, ohne Helm eine mittelschwere bis schwere Schädelverletzung zu erleiden, ist etwa 5-mal höher wie mit Helm. Ebenso steigt ohne Helm das Risiko einer traumatischen intrakraniellen Blutung auf das ca. 5 – fache an.

In Teilen Italiens sank die Zahl der traumatischen intrakraniellen Blutungen nach Einführung der Helmpflicht um 76%. In Maryland (USA) nahm die Zahl der Todesopfer pro 10.000 registrierter Motorräder in den Jahren nach Einführung der Helmpflicht um 56% ab. Der Stufenführerschein in Österreich führte zu einem Rückgang der Anzahl der verletzten und getöteten Moped- und Motorradlenker. Die Einführung der Regelung „Moped mit 15“ hingegen hatte in den Jahren 1997 bis 2000 einen Anstieg von ca. 150 zusätzlichen Verletzten zur Folge.

**Schlussfolgerungen:** Eine Helmpflicht wirkt sich immer positiv auf die Häufigkeit und auch auf den Schweregrad von Schädelverletzungen aus. Die Zahlen zeigen zudem einen deutlichen Rückgang der Todesopfer. Der Stufenführerschein hat ebenso einen positiven Einfluss auf die Zahl der Verletzten und Toten. „Moped mit 15“ jedoch führte zu einer Erhöhung der Anzahl der verletzten Mopedfahrer in der Altersklasse der 15jährigen.

# Abstract

**Background, Aim:** Particularly since World War Two you have been able to see a worldwide increase in the number of those who have had a moped or motorbike as their hobby or to use them as faster means of transport in the increasingly heavy city traffic. As a result numbers of accidents have been rising too.

Head injuries are among of the most common consequences of accidents involving powered two-wheelers

The present work is to show how a compulsory wearing of helmets affects those head injuries. Furthermore, the impact of the “Stufenführerschein” in Austria is featured.

**Material:** In the process of a literature research, results of different international studies were collected and worked out. The focus was on creating an international comparison.

**Results:** Driving without a helmet increases the risk of head injuries – according to the study – from 3 up to 6 times. The risk to suffer a moderate or heavy head injury without wearing a helmet is about 5 times higher than it is with a helmet. Moreover the risk of a traumatic intracranial bleeding increases up to 5 times.

In parts of Italy the number of traumatic intracranial bleedings decreased after the implementation of a compulsory helmet by 76%.

In Maryland (USA), the number of fatalities per 10,000 registered motorcycles decreased by 56% in the years after the government introduced the helmet law. The “Stufenführerschein” in Austria led to a decrease in the number of injured and killed moped and motorcycle riders.

On the other hand, the implementation of the scheme “moped with 15” led to a plus of 150 injured people from 1997 to 2000.

**Conclusion**: A helmet law always has a positive effect on the frequency and severity of head injuries. Moreover the figures also show a clear decline in deaths. The “Stufenführerschein” also has a positive impact on the number of dead and injured motorists "Moped with 15" instead, caused an increase in the number of injured moped riders of 15.

# Inhaltsverzeichnis

**Vorwort** ... ii
**Danksagungen** ... iii
**Zusammenfassung** ... iv
**Abstract** ... v
**Inhaltsverzeichnis** ... vi
**Glossar und Abkürzungen** ... viii
**1 Einleitung** ... 1
**2 Die Geschichte der Helmpflicht** ... 3
***2.1 Der Helm im zweiten Weltkrieg*** ... 3
2.1.1 Die erste Helmpflicht ... 3
2.1.2 Sir Hugh W. B. Cairns ... 3
2.1.3 Der Tod von Lawrence von Arabien ... 4
***2.2 USA, Land der Unabhängigkeit und persönlichen Freiheit*** ... 5
2.2.1 Die USA nach dem Zweiten Weltkrieg ... 5
2.2.2 1966, der Beginn der Helmpflicht in den USA ... 6
2.2.3 Breite Ablehnung gegen die Helmpflicht ... 7
2.2.4 Motorradorganisationen melden sich zu Wort ... 8
2.2.5 Auswirkungen des revidierten Gesetzes ... 10
2.2.6 Die Diskussionen gehen weiter ... 12
2.2.7 Inkrafttreten und Aufhebung des Gesetzes ... 13
2.2.8 Ein schwieriger Weg ... 14
2.2.9 Die Helmpflicht in Österreich ... 15
**3 Typische Verletzungsmuster bei Unfällen mit Zweirädern** ... 17
***3.1 Allgemeines*** ... 17
***3.2 Verletzungen der einzelnen Körperregionen*** ... 18
3.2.1 Verletzungen der Extremitäten und der Weichteile ... 18
3.2.2 Innere Verletzungen des Abdomens ... 19
3.2.3 Innere Verletzungen des Thorax ... 20
3.2.4 Verletzungen der Wirbelsäule und des Rückenmarks ... 20
3.2.5 Verletzungen des Schädels ... 21
***3.3 Die Schädelverletzungen*** ... 22
3.3.1 Allgemeines ... 22
3.3.2 Schädelfrakturen ... 22
3.3.3 Kalottenfrakturen ... 23
3.3.4 Schädelbasisfrakturen ... 23
3.3.5 Mittelgesichtsfrakturen ... 23

3.3.6 Hirnverletzungen ..... 24
**4 Die Auswirkungen der Helmpflicht anhand internationaler Studien ..... 33**
***4.1 Ausgewählte Studien im Vergleich ..... 33***
4.1.1 Studie über die Städte Rom und Neapel aus dem Jahr 1999 ..... 33
4.1.2 Der Effekt der Helmpflicht in Maryland (USA) ..... 36
4.1.3 Auswirkung des Helmgesetzes auf traumatische Hirnverletzungen in Italien (Provinz Romagna) ..... 39
4.1.4 Auswirkung der Helmpflicht in Städtischen Regionen Indiens ..... 41
4.1.5 Helmgebrauch und Outcome im Staat Washington (USA) ..... 44
**5 Der Stufenführerschein ..... 48**
***5.1 Der Stufenführerschein in Österreich ..... 48***
5.1.1 Einführung des Stufenführerscheines in Österreich ..... 48
5.1.2 Auswirkungen des Mopedausweises ..... 50
5.1.3 Auswirkungen des Stufenführerscheines ..... 51
5.1.4 Der „Code 111“ –Leichtkrafträder ..... 52
**6 Diskussion ..... 56**
**7 Anhang ..... 59**
***7.1 Abbildungsverzeichnis ..... 59***
***7.2 Tabellenverzeichnis ..... 60***
***7.3 Literaturverzeichnis ..... 61***
***CURRICULUM VITAE ..... 64***

# Glossar und Abkürzungen

| | |
|---|---|
| USA | United States of America |
| AMA | American Motorcycle Association |
| ABATE | A Brotherhood Against Totalitarian Enactments |
| NHTSA | National Highway Traffic Safety Administration |
| usw. | und so weiter |
| bzw. | beziehungsweise |
| A. | Arteria |
| sog. | sogenannt |
| GCS | Glasgow Coma Scale |
| max. | maximal |
| d. h. | daher |
| z. B. | zum Beispiel |
| N. | Nervus |
| Aa. | Arteriae |
| $pCO_2$ | Kohlendioxidpartialdruck |
| CCT | craniale Computertomographie |
| ca. | circa |
| ICD | International Statistical Classification of Diseases |
| PKW | Personenkraftwagen |
| ISS | Injury Severity Score |
| AIS | Abbreviated Injury Scale |
| RR | Relatives Risiko |
| OR | Odds Ratio (Quotenverhältnis) |
| Kfz | Kraftfahrzeug |
| $cm^3$ | Kubikzentimeter (Hubraum) |
| Km/h | Kilometer pro Stunde |
| EU | Europäische Union |
| kW | Kilowatt (1kW = 1,36PS) |
| UPS | Unfall mit Personenschaden |
| bzgl. | bezüglich |

# 1 Einleitung

Das Fahren mit motorisierten Zweirädern, seien es Mopeds mit wenig Leistung oder auch stark motorisierte Motorräder, erfreut sich immer mehr Beliebtheit. Einerseits kann man sich mit solchen Fahrzeugen in den von starkem Verkehr geplagten Städten schneller fortbewegen, anderseits kann man auf weitläufigen Landstraßen das Gefühl der Freiheit genießen. Die Zahl der Neuzulassungen steigt auch in Österreich immer weiter an. Damit leider auch die Unfallzahlen. Die Gefahren, die mit dem Fahren solcher Verkehrsmittel einhergehen, liegen auf der Hand. Nicht selten kommt es bei Unfällen mit Beteiligung von motorisierten Zweirädern zu schweren Verletzungen die oftmals auch zum Tod führen. Das Verletzungsmuster ist sehr vielfältig. Es reicht, je nach Unfallhergang und Krafteinwirkung, von leichten Abschürfungen der Hautoberfläche, Frakturen von Extremitäten bis hin zu Amputationen ganzer Gliedmaßen. Einen großen Teil der Verletzungen machen auch die inneren Verletzungen aus. So kommt es nicht selten zu Milz- oder Leberrupturen oder auch Verletzungen der Lunge. Besonders gefährlich, und oftmals auch zum Tod führend sind natürlich die Schädelverletzungen. Sie reichen von Frakturen im Gesichtsschädelbereich bis hin zu schweren Hirnverletzungen. Um Schädelverletzungen zu minimieren, schreibt der Großteil der Länder bereits das Tragen von Helmen beim Benutzen von motorisierten Zweirädern vor. Dies war nicht immer so. Besonders in den Vereinigten Staaten von Amerika, wo die Freiheit und die persönlichen Rechte des Einzelnen groß geschrieben werden, war es ein langer Kampf, ein solches Helmgesetz durchzubringen. Immer wieder gab es große Gegenwehr von Motorradvereinigungen aber auch von Automobilclubs, welche in der Helmpflicht einen Eingriff in die persönliche Freiheit des Einzelnen sahen. Mit dieser Arbeit möchte ich die schwierige Entwicklung der heute in unseren Breiten so selbstverständlichen Helmpflicht ein wenig beleuchten. Die Arbeit soll zeigen, in wie fern sich das Tragen eines Helmes auf schwere Schädelverletzungen auswirkt. Welche Verletzungen können damit verhindert, und welche können trotz Tragen eines Helmes nicht verhindert werden. Diese Arbeit wird weiter zeigen, wie in verschiedenen Ländern mit der Helmpflicht umgegangen wird. Nicht überall wird die Helmpflicht vom Großteil der motorisierten Zweiradfahrer eingehalten und

auch nicht in allen Ländern wird das Gesetz von der Executive so rigoros durchgesetzt wie in unseren Breiten. Doch hat der oftmals lasche Umgang mit dem Gesetz auch Auswirkungen auf die Schädelverletzungen? Steigt in diesen Ländern oder Städten die Anzahl der Schädelverletzungen an oder zeigen gerade die Statistiken aus Gebieten, in denen die Helmpflicht nicht so genau genommen wird, dass das Tragen eines Helmes kaum Vorteile bringt und somit durch die Gesetzgebung doch nur ein Einschnitt in die Persönlichkeitsrechte des Einzelnen gegeben ist? Diese Fragen soll diese Arbeit beantworten.

# 2 Die Geschichte der Helmpflicht

In diesem Kapitel wird die Geschichte der Helmpflicht vom Beginn des Zweiten Weltkrieges bis in die heutige Zeit erzählt.

## *2.1 Der Helm im zweiten Weltkrieg*

### *2.1.1 Die erste Helmpflicht*

Ende des 19. Jahrhunderts wurden die ersten Motorräder serienmäßig gefertigt. Erstmals wurden Helme von Motorradrennfahrern Anfangs der 1920er Jahre bei Rennen getragen.
Den ersten Vorschlag für ein verpflichtendes Tragen eines Helmes beim Lenken eines Motorrades brachte Hugh Cairns, ein Neurochirurg der Britischen Armee, im Zweiten Weltkrieg ein. Seiner Meinung nach sollten Verbindungsoffiziere, welche mit Motorrädern Informationen von den Kommandanten zu den Frontlinien brachten, verpflichtend einen Helm tragen.

**Abbildung 1:** Sir Hugh Cairns (1)

### *2.1.2 Sir Hugh W. B. Cairns*

Hugh William Bell Cairns wurde am 26. Juni 1896 in Port Pirie, Australien, geboren. Er war der Sohn eines schottischen Vaters und einer australischen Mutter. Aufgewachsen ist er in Adelaide, wo er auch zur Schule ging. Im Ersten Weltkrieg diente er, im Alter von einundzwanzig Jahren, dem Australischen Army Medical Corp.
1919 ging Cairns nach Oxford. Er arbeitete als Anatomiedemonstrator und Hauschirurg im Radcliffe Krankenhaus, bevor er 1921 ans Royal London Hospital

wechselte. Cairns entschied sich dann für eine Karriere im noch neuen Fach der Neurochirurgie und ging nach Boston. Er machte sich einen Namen und arbeitete an den Londoner Spitälern Maida Vale (1931- 1934) und Queens Square (1934-1937). Dort kam er in Kontakt mit Lord Nuffield, wurde der erste Nuffield-Professor für Chirurgie in Oxford und Gründer der neurochirurgischen Einheit im Radcliffe Krankenhaus. Als der Zweite Weltkrieg begann, wurde Cairns Berater des Gesundheitsministeriums für die Gebiete der Schädelverletzungen und der Neurochirurgie.

### *2.1.3 Der Tod von Lawrence von Arabien*

Lawrence von Arabien, eigentlich Colonel Thomas Edward Lawrence, war einer der bekanntesten Figuren während des Ersten Weltkrieges. Auch Cairns war ein Bewunderer dieser Person. 1935 kam es dann zu einem tragischen Ereignis, welches in Zukunft Auswirkungen auf alle Motorradfahrer haben sollte.

Am 13. Mai 1935 kam Lawrence von Arabien bei einem Motorradausflug zu Sturz und wurde mit schweren Schädelverletzungen in das Bovington Camp Militärspital eingeliefert. Er lag im Koma und die renommiertesten Neurochirurgen des Landes wurden zusammengezogen, um das Leben dieses Helden zu retten. Einer davon war Hugh Cairns. Trotz aller Bemühungen konnte das Leben von Lawrence von Arabien nicht gerettet werden. Er verstarb fünf Tage später, ohne das Bewusstsein wiedererlangt zu haben. Cairns war sehr ergriffen, dass sein großer Held so jung, Lawrence war siebenundvierzig Jahre alt, auf so tragische Art ums Leben kam. Cairns widmete sich seither dem Studium und den Möglichkeiten der Prävention von Schädelverletzungen bei Motorradfahrern.

Zu Beginn des Zweiten Weltkrieges fielen Cairns die vielen unnötigen Verluste unter den Verbindungsoffizieren auf, welche per Motorrad Nachrichten überbrachten. Aufgrund der eingeschränkten Funkkommunikation waren diese Verbindungsoffiziere sehr wichtig und verloren ihr Leben oft schon sinnlos bevor die Kampfhandlungen eigentlich begannen. Cairns begann mit dem Studium. 1941 veröffentlichte Cairns seinen ersten wichtigen Artikel zu diesem Thema im British Medical Journal. Er berichtete, dass während der ersten einundzwanzig Monate des Krieges bereits zweihundertsiebenundzwanzig Motorradfahrer und Beifahrer

während Verkehrsunfällen ums Leben kamen. Und Schädelverletzungen waren der häufigste Grund der Todesfälle. Das war hochsignifikant, dokumentierte er nur sieben Fälle von verletzten Motorradfahrern, welche einen Helm getragen haben. Diese waren aber alle nicht tödlich.
Im November 1941 wurden dann alle Motorradfahrer der britischen Armee verpflichtet im Dienst einen Helm zu tragen. 1946 veröffentlichte Cairns einen Artikel in dem er monatlich die Anzahl der fatalen Motorradunfälle auflistete. Dieser Artikel zeigte einen augenscheinlichen Rückgang der tödlichen Motorradunfälle seit Einführung der Helmpflicht unter den Verbindungsoffizieren im November 1941.
Cairns schrieb in diesem Artikel weiter, dass ein Tragen eines Helmes auch bei zivilen Motorradfahrern Leben retten würde. Aber erst 1973, zweiunddreißig Jahre nach Erscheinen von Cairns Artikel, wurde in Großbritannien eine Helmpflicht für alle Motorradfahrer und Beifahrer eingeführt. (1)

## *2.2 USA, Land der Unabhängigkeit und persönlichen Freiheit*

### *2.2.1 Die USA nach dem Zweiten Weltkrieg*

Während in Großbritannien bereits Anfang 1950 die ersten Qualitätsstandards erarbeitet wurden, gab es diesbezüglich in den USA noch keine Überlegungen. Doch Motorradfahren erfreute sich auch in den USA zunehmender Beliebtheit. Veteranen des Zweiten Weltkriegs, welche dort das Fahren mit den bekannten Harley Davidson Motorrädern erlernten, fuhren auch in ihrer Heimat nach dem Krieg Motorrad. Viele junge Männer entdeckten das Motorradfahren als Wochenendhobby für sich. Die Verkaufszahlen stiegen weiter an. Es entwickelte sich eine eigene Kultur. Besonders in den Vorstädten bildeten sich die aus vielen Filmen bekannten „ gesetzlosen“ Motorradclubs. Sie boten ein Ausbrechen aus den damals sozialen Engräumen der Großstadt. Diese Clubs wurden in der Folge sehr einflussreich in Sachen Gesetzgebung im Bereich Verkehr.

### *2.2.2 1966, der Beginn der Helmpflicht in den USA*

Im Jahre 1965 veröffentlichte Ralph Nader seine Publikation „ Unsafe at any speed“ Er übte massive Kritik an den Sicherheitsstandards der US- Autoindustrie. Darauf hin wurde 1966 im Rahmen des Nationalen Highway- Sicherheitsgesetzes ein Beschluss erlassen, welcher auch eine Bestimmung bezüglich einer Helmpflicht beinhaltete. Die Bestimmung besagte, das staatliche Förderungen für Highway- Sicherheitsprogramme für all jene Bundesstaaten einbehalten werden, welche nicht innerhalb eine bestimmten Frist eine verpflichtende Helmpflicht für Motorradfahrer einführen. Dies basierte auf einer Studie die zeigte, dass eine Helmpflicht die Zahl der fatalen Motorradunfälle signifikant senkt.

1966 verabschiedeten aber nur drei US- Bundesstaaten-New York, Massachusetts und Michigan-ein Gesetz, welches Motorradfahrer zum Tragen eines Helmes verpflichtete. Zwischen 1967 und 1975 erarbeiteten aber fast alle Bundesstaaten Gesetze, um den Geldverlust durch das Nationale Highway-Sicherheitsgesetz zu verhindern.

Im September 1975 war Kalifornien der einzige Bundesstaat in dem es kein Gesetz zum Tragen eines Helmes gab. Doch Kalifornien hatte die größte Zahl an registrierten Motorrädern und auch die meisten tödlichen Unfälle. In den Jahren 1968 bis 1975 versuchte die politische Führung des Bundesstaates insgesamt acht Mal ein Gesetz für das verpflichtende Tragen eines Helmes zu erlassen, doch diverse Motorradgruppen hatten sich bereits zu einer starken Anti- Helm- Lobby vereinigt. Im September, nach dem Tod eines erst fünfzehnjährigen Motorradfahrers, brachte ein Stadtrat von Burbank einen Vorschlag für eine Helmpflicht ein. Über einhundert Motorradfahrer kamen zu der Sitzung und protestierten gegen den Vorschlag. Die „Los Angeles Times“ berichtete, dass die Motorradgruppe „ Hells Angels“ plane, am Tag der Abstimmung rund fünfhundert Leute an den Ort zu bringen. Der Stadtrat zog darauf hin den Vorschlag wieder zurück. Daran kann man den bereits großen Einfluss der Motorradclubs erkennen.

### *2.2.3 Breite Ablehnung gegen die Helmpflicht*

Schon kurz nach in Kraft treten der Gesetze, fanden diese große Ablehnung unter den Motorradfahrern. Immer mehr Gegner stellten sich gegen die Helmpflicht. Es folgten die ersten Klagen gegen die Helmpflicht. Manche Motorradfahrer legten Berufung ein, weil sie wegen Nichttragen eines Helmes sogar in Arrest kamen. Es gab auch Zivilklagen, die von Motorradfahrern eingebracht wurden, die der Meinung waren, dass eine Helmpflicht sie in ihren persönlichen Rechten beschneiden würde.

Zwischen 1968 und 1970 lehnten die Obersten Gerichtshöfe von Colorado, Hawaii, Louisiana, Missouri, Massachusetts, New Jersey, North Carolina, North Dakota, Ohio, Oregon, Tennessee, Texas, Vermont, Washington, Wisconsin und Vorinstanzen im Bundesstaat New York alle eingebrachten Berufungen zu den bestehenden Gesetzen der Helmpflicht ab.

Im Juni 1972 wies ein Amtsgericht in Massachusetts eine Berufung, die am Bundesverfassungsgericht eingebracht wurde, ebenfalls zurück. Im September 1972 bestätigte der Oberste Gerichtshof diese Entscheidung ohne weitere Urteilsbegründung.

Gegner fokussierten sich vor allen auf zwei Gründe. Gemäß der vierzehnten Gesetzesnovelle sei eine Helmpflicht ein Verstoß gegen die Gleichberechtigung und diskriminiert die Motorradfahrer als Klasse, und im Weiteren ein Verstoß gegen die Freiheit der Motorradfahrer. Nur der Oberste Gerichtshof von Illinois und das Berufungsgericht von Michigan akzeptierten diese Argumente. Der Oberste Gerichtshof von Illinois beschloss, dass das Helmgesetz ein Verstoß gegen die Rechte von Motorradfahrern sei.

Der Oberstaatsanwalt war aber der Meinung, dass ein solches Gesetz nicht gegen die Rechte des Einzelnen verstoße, sondern auch wichtig für die allgemeine Sicherheit sei, und forderte weiter die Helmpflicht. Das Berufungsgericht lehnte den Antrag aber mit der Begründung ab, dass eine solche Helmpflicht in einer grenzenlosen Bevormundung der Bevölkerung enden würde.

Auch die Zivilkläger in Massachusetts verwendeten bei ihren Klagen die Gründe, welche bereits in Illinois und Michigan erfolgreich waren. Doch die Gerichte wiesen diese Art der Begründung ab. Der Gerichtshof legte seinerseits Unfallberichte vor, in denen es Verletzungen von Personen gab, welche durch

Motorradfahren ohne Helm hervorgerufen worden sind.
Viele andere Staaten übernahmen die Begründung, dass eine Helmpflicht auch der Sicherheit anderer Verkehrsteilnehmer diene, um die Klagen gegen das Helmgesetz abzuweisen.

### *2.2.4 Motorradorganisationen melden sich zu Wort*

Motorradfahrer waren seit langer Zeit organisiert. Sei es durch die „ American Motorcycle Association“ (AMA) oder den „gesetzlosen“ Motorradgangs wie den „Hells Angels“. Die Debatte um das Helmgesetz bewegte diese Organisationen dazu, nun auch politisch aktiv zu werden. Während der 70er Jahre setzte sich die AMA, welche bereits 1924 gegründet wurde, als Interessensvertretung für Motorradfahrer ein. Die AMA verstand sich als Vertreter der Motorradfahrer, um national legale Aktivitäten gegen ein ihrer Meinung nach verfassungswidriges und diskriminierendes Helmgesetz zu organisieren.
Zusätzlich zur AMA, welche sich mit der Bikerkultur identifiziert, bildeten sich viele regionale Gruppen, die auch aus Mitglieder der gesetzlosen Motorradgangs und sogenannten Chopperfahrern bestanden. All diese Gruppen schlugen eine Aufhebung des Helmgesetzes und weiterer Limitierungen gegen die Motorrad-fahrer vor.
Im Oktober 1971 unterstrich das Magazin „ Easyrider“ die Wichtigkeit von nationalen Bemühungen der Motorradfahrer gegen das Gesetz. Im Artikel wurde um eine Drei Dollar Spende für die „ National Custom Cycle Association“, einer vom Magazin gegründete Non- Profit- Organisation, ersucht. Im Februar 1972 hatte die Organisation bereits Mitglieder in vierundvierzig Staaten und änderte den Namen in „ A Brotherhood Against Totalitarian Enactments“ (ABATE). Überall im Land formten sich Organisationen für die Rechte der Motorradfahrer.
1973 wurde die „ Modified Motorcycle Association“, eine Gruppe von Chopperfahrern, gegründet. Die Gruppe mied das gesetzlose Auftreten der „ Hells Angels“ und engagierte sich in den Antihelmgesetz- Aktivitäten und lokalen Aktivitäten gegen die Willkür der Polizei gegenüber Motorradfahrern.
Die Gruppen entwickelten sich zu einer großen und auch einflussreichen Lobby. Im Juni 1975 trafen sich in Washington DC hunderte Motorradfahrer und

protestierten rund um das Capitol gegen das Helmgesetz. Als Folge der Proteste wurden im Juli 1975 die Repräsentanten der ABATE, AMA und der Modified Motorcycle Association vom Komitee für Öffentlichkeitsarbeit und Transport eingeladen, um über eine Änderung des Nationalen Highway Sicherheitsgesetz zu diskutieren.

Der erste Motorradfahrer der vorsprach war Bruce Davey vom Virginia Chapter der ABATE. Er warf der National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) vor, Daten bezüglich der Effektivität von Motorradhelmen gefälscht zu haben. In weiterer Folge behauptete er auch, dass das Tragen eines Helmes die Anzahl von Nackenverletzungen steigern würde. Er brachte auch den Einwand ein, dass das Tragen eines Helmes von jeder Person selbst bestimmt werden sollte, und ein Gesetz die persönliche Freiheit des Einzelnen beschneiden würde. Dieser Punkt wurde zum zentralen Thema der Debatte und hatte große Ähnlichkeit mit der Diskussion um das Abtreibungsgesetz für Frauen. Abtreibungsbefürworter sagten, dass sie zwar nicht für Abtreibungen seien, waren aber der Meinung dass eine Frau selber entscheiden sollte, ob sie eine Schwangerschaft abbricht oder nicht. Die ABATE Chapterliteratur schrieb, dass eine Aufhebung der Helmpflicht nicht bedeutet dass man ohne Helm fahren sollte, sondern dass es die freie Entscheidung des Einzelnen sei, ob er einen Helm trägt oder nicht.

Am Ende der Hearings sagten Die Repräsentanten James Howard vom Staate New Jersey und Bud Schuster aus Pennsylvania, dass sie Revisionen unterstützen würden, welche im Zusammenhang mit der Bundesfinanzierung und dem bestehenden Helmgesetz stehen. Wie oben beschrieben, wurden Staaten, welche keine Helmpflicht einführten, die Bundesfinanzierungen gestrichen. Bereits im Hause von Stewart McKinney aus Connecticut wurde so eine Revision des Gesetzes durchgeführt. McKinney war selbst begeisterter Motorradfahrer und wurde wie folgt zitiert:

„ Es ist mein Kopf. Ich persönlich würde nie einen 55 Meilen per Stunde Highway ohne Helm befahren. Aber die Anbetracht der Tatsache dass ich außer mir niemand anderen gefährden würde, ist die Verpflichtung einen Helm zu tragen ein Verstoß gegen meine persönliche Freiheit“

Auch weitere Staaten machten sich für eine Änderung beziehungsweise einer Aufhebung der Helmpflicht stark. Am 13. Dezember 1975 wurde durch den Senat das Nationale Autobahn Sicherheitsgesetz revidiert. Diese Revision ging mit einer

Erhöhung des Autobahnkapitals um 17 Milliarden Dollar einher. Am 5. Mai 1976 wurde das revidierte Gesetz von Präsident Gerald Ford unterzeichnet.

### *2.2.5 Auswirkungen des revidierten Gesetzes*

Während der nächsten vier Jahre wiederiefen achtundzwanzig Bundesstaaten ihr verpflichtendes Helmgesetz. Die Folge war eine ansteigende Zahl an tödlichen Motorradunfällen. 1978 wurde eine Studie veröffentlicht, in der ein Anstieg von 20% an tödlich verletzten Motorradfahrern zu verzeichnen war. Die Zahl stieg von 3312 tödlich Verletzten im Jahr 1976 auf 4062 Todesopfer im Jahr 1977.
1978 schrieb Joan Claybrook, Leiterin der NHTSA, einen Brief an alle Gouverneure der Staaten, welche das Helmgesetz abgeschafft hatten. Sie bittet darin, die Verordnung einen Helm tragen zu müssen, wieder Inkrafttreten zu lassen. Sie zitierte Studien in denen Unfälle von Motorradfahren mit und ohne Helm verglichen wurden. Die Zahl der Kopfverletzungen war bei helmlosen Motorradfahrern um drei bis neun Mal höher als bei helmtragenden Fahrern. Besonders in Staaten welche die Helmpflicht wiederriefen, waren die Zahlen sehr deutlich.
Susan Baker, eine Epidemiologin und Leiterin des Johns Hopkins Injury Prevention Center, drückte sich in einer Ausgabe des „ American Journal of Public Health“ 1980 noch deutlicher aus. Sie schrieb:
„ Wissenschaftler die eine erfolgreiche Behandlung für eine Krankheit gefunden haben, werden gezwungen ihre Methode weiter zu beweisen, indem mit der Behandlung aufgehört wird, und der Krankheit erlaubt wird wiederzukommen.“
Baker war der Meinung, dass in Anbetracht der Zahlen der Staat das Recht hätte die individuelle Freiheit des Einzelnen zu beschneiden, um dessen und auch die Gesundheit der Anderen zu schützen. Weiter wies sie auf die hohen sozialen Kosten, die durch schwere Motorradunfälle verursacht werden, hin.
1981 veröffentlichte das Journal einen Konterpunkt zu Bakers Leitartikel. Das Überraschende daran war, dass der Artikel von einem Offiziellen des Gesundheitswesens verfasst wurde. Richard Perkins, Vertreter von New Mexicos Gesundheitswesen, schrieb in dem Artikel, dass es beispielsweise auch für Rodeo- Reiter und Bergsteiger keine Helmpflicht gibt. Er war der Meinung, dass

eine Helmpflicht nicht nur der Sicherheit dient, sondern auch den Menschen an der persönlichen Erfüllung hindert und einen Verlust der sozialen Lebenskraft darstellt.

Während der nächsten Dekade, wurden immer mehr Beweise vorgelegt, dass Motorradfahrer ohne Helm die medizinischen Kosten um bis zu 200% steigen lassen. Des Weiteren waren gerade helmlose Fahrer in vielen Staaten nicht versichert.

Im April 1987 publizierte das Magazin „ Texas Medicin“ einen Artikel mit dem Namen „ Wie viele Oper wird es noch geben?“. Darin wurde die wachsende Frustration der Ärzte, Epidemiologen und Beamten des Gesundheitswesens mit den gesetzgebenden Behörden veranschaulicht, welche nicht in der Lage waren, die Beweise der Auswirkungen, die eine Aufhebung der Helmpflicht mit sich bringt, zu erkennen.

Der Vorstand der Neurochirurgie am „ Ben Taub General Hospital“ in Houston schrieb in diesem Artikel:

„ Ich lade alle Gesetzgeber und Gegner einer Helmpflicht ein, einige Nächte in unserer viel beschäftigten Notaufnahme zu verbringen. Sprechen sie dort mit einigen am Boden zerstörten Müttern und Vätern deren Söhne schwere Kopfverletzungen haben, von denen viele unnötig sterben oder eine andauernde schwere Behinderung davontragen.“

Um der angeblichen Bevormundung durch ein Helmgesetz zu wiedersprechen, schrieb er:

„ Zivilisierte Gesellschaften machen nicht nur Gesetze um eine Person vor seinen Mitmenschen zu schützen, sondern manchmal auch um die Person vor sich selbst zu schützen.“

Weitere Studien beschäftigten sich in Folge mehr mit den ökonomischen Perspektiven, welche mit einer Aufhebung einer Helmpflicht einhergehen. 1983 wurde ein Artikel veröffentlicht, in dem ein mathematisches Modell angewandt wurde, um in den 28 Staaten die 1980 das Helmgesetz wieder aufhoben, die Anzahl der Todesfälle welche durch das Tragen eines Helmes verhindert hätten werden können, abzuschätzen. Aufgrund dieser Zahlen wurde eine Wirtschaftsanalyse über die Kosten, welche die Gesellschaft für die verhinderbaren Todesfälle zu tragen hat, durchgeführt. Die Analyse beinhaltete sowohl direkte Kosten wie Notdienste, Spitalkosten, Begräbniskosten usw., wie

auch die indirekten Kosten, die durch den wirtschaftlichen Ausfall aufgrund des Todes und damit auch Ausfall der Person im Berufsleben, entstanden. Die Wissenschaftler errechneten Kosten von unglaublichen 176,6 Millionen Dollar.
In der Zwischenzeit wurden auch in Europa die ersten verpflichteten Helmgesetze eingeführt. In Italien wurden die Motorradfahrer 1986 verpflichtet einen Helm zu tragen. Wissenschaftler führten in Cagliari eine Studie durch, welche die Unfallzahlen und Auswirkungen jeweils fünf Monate vor und nach Einführung des Gesetzes verglich. Sie wiesen einen 30%igen Rückgang von Motorradunfällen und insgesamt einen Rückgang der schweren Schädelverletzungen und Todesfälle nach.

### *2.2.6 Die Diskussionen gehen weiter*

Im Mai 1989 hielt Senator John Chafee im Rahmen eines Meetings der American Trauma Society eine Pressekonferenz ab. Im Rahmen des neu eingeführten Sicherheitsgurtgesetztes stellte er ein Gesetz vor, welches die Behörden ermächtigte, 10% der Förderungen bei Staaten, welche kein Tragen eines Helmes oder Anlegen des Sicherheitsgurtes verlangten, einzubehalten.
Im Oktober desselben Jahres wurde im Senatskomitee noch einmal über die Vorteile, aber auch die philosophischen Probleme die so ein Gesetz mit sich bringen würde, diskutiert. Senator Daniel Patrick versuchte die Auferlegung eines Helmgesetzes mit der Aufgabe des Schutzes der Bevölkerung zu rechtfertigen. Senator James Jeffords wiederum antwortete mit den, für die amerikanische Politik so typischen, antipatriachalischen Argumenten. Er war der Auffassung, dass es nicht Aufgabe der Regierung sei jemanden zu schützen, der sich nur selbst gefährdet. Gäbe es mal eine Helmpflicht, dann müsse man Motorradfahrern auch vorschreiben gepanzerte Kleidung zu tragen, da es auch zu schweren Verletzungen im Thorax oder abdominalen Bereich komme. Wo sollte dies dann enden?
Senator Jeffords Ansichten wurden von Robert Ford unterstützt. Ford war Vorsitzender der Autofahrervereinigung „ Massachusetts Freedom First“. Diese Gruppe leitete eine erfolgreiche Kampagne gegen das Sicherheitsgurtgesetz. Ford kritisierte dabei aber nicht Statistiken die zeigten dass Sicherheitsgurte das

Autofahren sicherer machten, sondern nutze das Argument der persönlichen Freiheit, welche durch das Gesetz beschnitten wird:
„ Wir wollen nicht, dass uns gesagt wird, wie man sich in Bezug auf die persönliche Sicherheit benimmt. Wir wollen nicht gezwungen werden Sicherheitsgurte oder Helme zu tragen, nur weil andere denken, dass es gut für uns ist. Wir wollen nicht gezwungen werden uns an gewisse Diäten zu halten, nur weil manche glauben, dass wir dadurch gesünder sind, medizinische Kosten sparen und produktivere Bürger sind. Wir wollen nicht dass uns jemand zwingt Aktivitäten aufzugeben, nur weil jemand glaubt, dass wir uns dadurch unnötigen Risiken aussetzen."
Die Befürworter der Helmpflicht betonten wiederum die wissenschaftlichen Beweise der Vorteile einer Helmpflicht. 1991 wurde ein Bericht veröffentlicht. Darin wurden 46 Studien geprüft und beurteilt. Die Studien zeigten eindeutig, dass die Zahl von Todesfällen und schweren Schädelverletzungen seit Einführung der Helmpflicht stark gesunken sind.
Trotz der starken Opposition der Motorradvereinigungen und Autofahrerclubs, gelang es Senator Chafee, im Dezember 1991 das Gesetz zum Tragen eines Helmes für Motorradfahrer und auch das Sicherheitsgurtgesetz durchzusetzen. Jedoch nicht mit ganz so hoher Strafe wie es von Chafee zuerst gedacht war. Anstatt der Einbehaltung von 10% der Förderungen, mussten Staaten, welche das Gesetz nicht durchsetzten, auf 3 % der Förderungen verzichten.

### *2.2.7 Inkrafttreten und Aufhebung des Gesetzes*

1991 schien sich das Helmgesetz erstmals wirklich durchgesetzt zu haben. Am 1. Januar 1992 führte auch der Staat Kalifornien, erstmals in der Geschichte, die Helmpflicht für Motorradfahrer ein. Doch die Freude der Befürworter der Helmpflicht währte nicht lange. Nach der „ Gingrich Revolution" 1995 übernahmen die Republikaner die Führung des Kongresses und die Motorradlobby konnte eine Wiederaufhebung der 3% Förderungsstrafe bewirken. Nach großem Druck der Motorradvereinigung nahmen im Jahre 1997 auch die Bundesstaaten Arkansas und Texas das Gesetz zurück. Nur Motorradfahrer, die jünger als 21 Jahre waren, mussten weiterhin verpflichtend einen Helm tragen.

In den Jahren 1998 bis 2003 hoben auch Kentucky, Louisiana, Florida und Pennsylvania die bestehenden Gesetze wieder auf. Um aber die steigenden medizinischen Kosten zu senken, die laut Studien durch helmlose Fahrer entstehen , wurden die Motorradfahrer verpflichtet über mindestens 10.000 Dollar versichert zu sein, bevor sie ohne Helm fahren durften.
Diese neue Runde von Widerrufungen der Gesetze war Anlass für viele Studien. Die Ergebnisse waren vorhersehbar. In Arkansas und Texas sank die Zahl derer, welche einen Helm trugen signifikant. Dementsprechend stieg die Zahl der schweren Schädelverletzungen und tödlichen Unfälle um 21% bzw. 31%. 2003 zeigte eine Studie dass die Zahl der tödlichen Unfälle in Kentucky um 50%, und in Louisiana sogar um 100% stieg.
2005 zeigte eine Studie, dass in Florida, wo die Helmpflicht 2000 aufgehoben wurde, in den Jahren 2001 und 2002 ein Anstieg von 25% der tödlichen Verletzungen im Vergleich zu den beiden Jahren davor zu verzeichnen war.
2006 hatten nur 20 Statten ein aktuelles, verpflichtendes Helmgesetz. In 27 Bundesstaaten mussten nur Fahrer unter 18 bzw. 21 Jahre einen Helm tragen. In 6 dieser Staaten mussten erwachsene Fahrer, welche keinen Helm tragen, über mindestens 10.000 Dollar versichrt sein. Colorado, Illinois und Iowa hatten 2006 kein Helmgesetz. (2)

### *2.2.8 Ein schwieriger Weg*

Anhand der Geschichte der Helmpflicht in Amerika sieht man, wie schwer es sein kann, ein Gesetz durchzubringen. Trotz auf Statistiken beruhenden Beweisen, welche klar die Vorteile eines Helmes aufzeigten, gab es einen über 30 Jahre andauernden Kampf zwischen den Befürwortern der Helmpflicht und der Motorradlobby. In einem Land, in dem die persönliche Freiheit in der politischen Geschichte großgeschrieben wird, hatten genau diese Argumente, dass das verpflichtende Tragen eines Helmes die persönliche Freiheit beschneiden würde, große Wirkung gezeigt. Und wenn man den Stand der Dinge von 2006 mit dem Beginn der Debatte 1966 vergleicht, so lässt sich kaum ein Fortschritt erkennen. Noch immer gibt es in den USA ein uneinheitliches Bild betreffend der Helmpflicht. (siehe Abbildung 2)

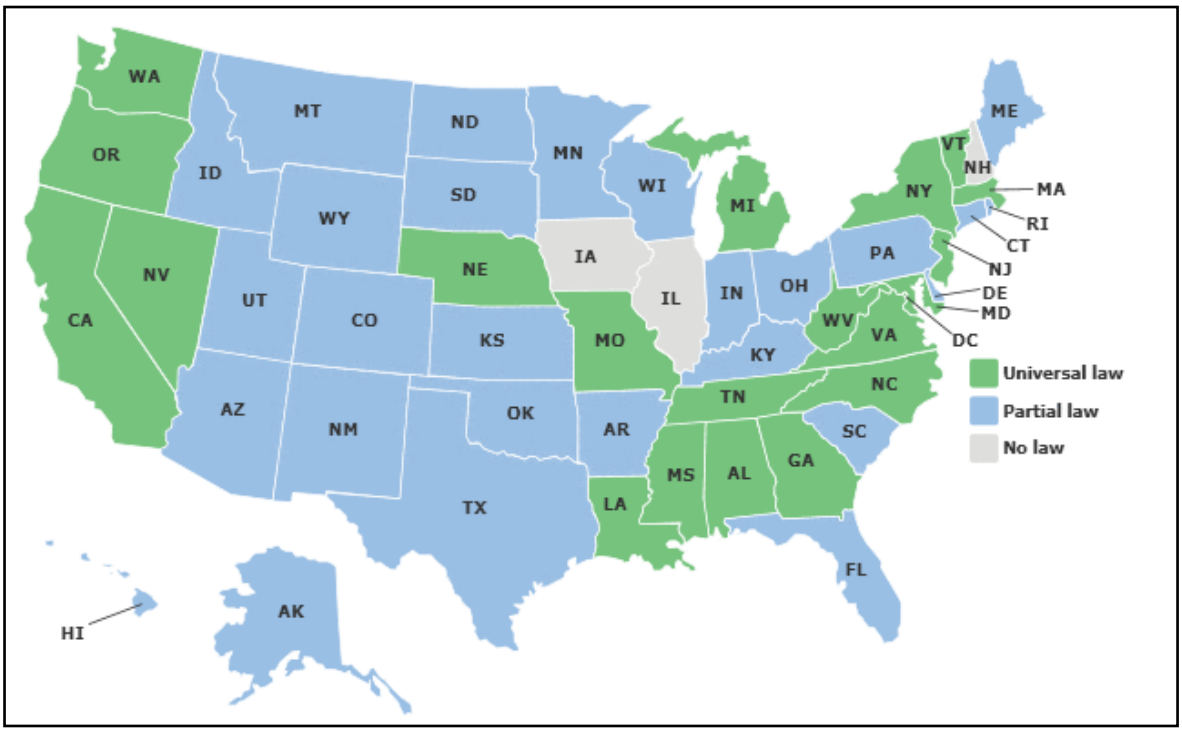


**Abbildung 2:** Helmpflicht in den Vereinigten Staaten (Stand Nov.2010)

### *2.2.9 Die Helmpflicht in Österreich*

In Österreich wurde im Jahr 1977, durch die 4. Novellierung des Kraftfahrzeuggesetzes von 1967, erstmals eine Sturzhelmpflicht für Fahrer von Motorrädern eingeführt. Das Gesetz besagt, dass Lenker eines Motorrades und eine mit einem Motorrad beförderte Person zum bestimmungsmäßigen Gebrauch eines Sturzhelmes verpflichtet sind. Sofern das Gesetz nicht eingehalten wird, wird im Falle eines Unfalls mit Personenschaden eine Teilschuld ausgesprochen, außer es kann nachgewiesen werden, dass die Verletzungen in diesem Umfang auch bei Tragen eines Helmes zustande gekommen wären. (3)

Im Jahr 1984 wurde dieses Gesetz zum ersten Mal geändert und eine Geldstrafe von Schilling 100.- bei Missachtung eingeführt. Bei Verweigerung der Strafzahlung konnte sich diese auf Schilling 300.- erhöhen. Bei Uneinbringlichkeit der Strafe wurde eine Freiheitsstrafe von bis zu 24 Stunden verhängt. (4)

Ab 1997 mussten auch Lenker und beförderte Personen von dreirädrigen Kraftwagen mit einem Eigengewicht von mehr als 400kg und ohne geschlossenen Aufbau, sog. „Trikes“, einen Helm tragen. (5)

Im Jahr 1998 wurde das Strafmaß deutlich angehoben. Die Geldstrafe bei Nichteinhalten des Gesetzes erhöhte sich von Schilling 100.- auf Schilling 300.-. Wurde die Strafe nicht bezahlt erhöhte sie sich auf Schilling 1000.- bzw. einem Freiheitsentzug von bis zu 24 Stunden. (6)

Die nächste Änderung wurde im Jahr 2002 durchgeführt. Seither sind Lenker und beförderte Personen von den oben genannten Trikes, welche über ein vergleichbares Sicherungssystem wie z.B. einen Sicherheitsgurt verfügen, von der Helmpflicht ausgenommen. (7)

2003 wurde das Gesetzt zum letzten Mal geändert. Auch bei Benützen von vierrädrigen Fahrzeugen mit einer Bauartgeschwindigkeit von über 25Km/h, sog. Quads, muss ein Helm getragen werden. (8)

# 3 Typische Verletzungsmuster bei Unfällen mit Zweirädern

In diesem Kapitel möchte ich auf die typischen Verletzungsmuster eingehen, die Fahrer von motorisierten Zweirädern bei Unfällen erleiden.

## *3.1 Allgemeines*

Das Fahren mit Motorrädern oder den kleineren motorisierten Zweirädern wie Mopeds erfreut sich in Österreich immer größerer Beliebtheit. Die Zulassungszahlen steigen. Wurden in Österreich 1990 26.795 Zweiräder angemeldet, so waren es im Jahr 2009 bereits 49.763 Neuzulassungen. (9)
Damit steigen natürlich auch die Unfallzahlen an denen Zweiradfahrer beteiligt sind. Da die Fahrer nicht wie in einem Auto von einer Karosserie geschützt sind, kommt es bei den Unfällen oft zu erheblichen Verletzungen, die nicht selten auch zum Tod führen. Die Schwere der Verletzung ist natürlich von der Art des Unfalles abhängig. Die Geschwindigkeit spielt dabei eine große Rolle. Auch die Art des Unfalles fällt sehr ins Gewicht. Kommt der Lenker alleine zu Sturz oder kommt es zum Kontakt mit einem anderen Fahrzeug, stürzt der Fahrer in eine Wiese oder prallt er gegen ein starres Hindernis? Nicht zuletzt spielt auch die Ausrüstung des Zweiradfahrers oft eine wichtige Rolle. Viele Verletzungen können mit geeigneter Schutzausrüstung vermindert oder vielleicht sogar ganz vermieden werden.
Die Verletzungen die Motorrad- und Mopedfahrer erleiden, verteilen sich auf alle Körperregionen. In Folge wird auf die typischen Verletzungen der einzelnen Regionen eingegangen. Die Schädelverletzungen werden dann etwas genauer beschrieben.

## 3.2 Verletzungen der einzelnen Körperregionen

### 3.2.1 Verletzungen der Extremitäten und der Weichteile

An den Extremitäten kommt es vor allem zu Knochenbrüchen. Häufig sind Frakturen im Handgelenksbereich festzustellen. Sie entstehen meist durch eine Abstützbewegung des Fahrers beim Aufprall. In vielen Fällen sind auch das Schlüsselbein oder die Rippen betroffen.

Oftmals kommt es auch zu Frakturen des Unterschenkels oder Verletzungen im Sprunggelenksbereich. Diese Verletzungen entstehen typischerweise wenn der Fahrer sich beim Sturz nicht vom Motorrad lösen kann, und das Gewicht des Fahrzeuges auf dem Unterschenkel lastet.

Frakturen der langen Röhrenknochen wie Femur- oder Humerusfrakturen entstehen oft durch den Anprall an ein Hindernis. Diese Verletzungen sind auch kaum zu verhindern. Man kann sich durch geeignete Kleidung mit eingearbeiteten Protektoren zwar schützen, jedoch wirken diese meist nur bis zu einer eher geringen Krafteinwirkung und sind bei Kollisionen mit einem Hindernis nur bis zu einem gewissen Grad ein sicherer Schutz. So eine Kleidung kann aber sehr zuverlässig von Hautabschürfungen schützen, welche auch sehr oft bei Stürzen vorkommen. Besonders bei Lenkern von Fahrzeugen mit geringer Leistung wie Mopeds kommt diese Verletzung häufig vor, da sie kaum geeignete Schutzkleidung tragen. Die geringere Geschwindigkeit vermittelt ein Gefühl der Sicherheit. Dennoch kann es schon bei Stürzen mit sehr niedriger Geschwindigkeit zu schweren Abschürfungen und auch Schnittverletzungen kommen, welche oft bis tief in die Muskulatur reichen und zu einem hohen Blutverlust führen können. Um diese Verletzungen zu verhindern sollte man beim Bewegen eines Mopeds oder Motorrades geeignete Kleidung tragen. Diese besteht aus einer langen Hose und auch langärmliger Oberbekleidung. Besonders Motorradfahrer sollten dafür ein abriebfestes Material wie Leder oder spezielle Textilien verwenden, welche den Fahrer auch bei längeren Rutschphasen über den Asphalt sicher schützen. Im besten Fall wird die Bekleidung noch durch eingearbeitete Protektoren unterstützt. Auch abriebfeste Handschuhe sollten nicht

vergessen werden, da man sich bei Stürzen oftmals mit den Handballen abstützt. Feste Schuhe und natürlich ein Helm sollten bei jeder Fahrt, egal ob mit Moped oder Motorrad, getragen werden. Leider sieht man gerade bei heißen Temperaturen immer wieder Fahrer in kurzen Hosen und Leibchen auf der Straße und so sind schon bei leichten Stürzen mit geringer Geschwindigkeit schwere Verletzungen vorprogrammiert.

### *3.2.2 Innere Verletzungen des Abdomens*

Häufig erleiden Zweiradfahrer bei Unfällen auch schwere innere Verletzungen. Besonders bei höheren Geschwindigkeiten und bei Aufprallen auf ein Hindernis kann dies geschehen. Oftmals kommt es zu Prellungen oder Rissen der parenchymatösen Organe. Ein sehr häufiges Bild ist das Lebertrauma. Dies ist eine sehr schwere Verletzung und kann je nach Verletzungsgrad zu großem Blutverlust führen. Bei Grad I nach Moore, welcher einer oberflächlichen Lazeration und einen Parenchymriss bis 1cm Tiefe entspricht, kommt es kaum zu Blutungen und instabilen Kreislaufsituationen. Bei Schweregrad III, subkapsuläres Hämatom über 10cm und Parenchymriss über 3cm, kommt es bereits zu massivem Blutverlust, der akut lebensbedrohlich sein kann. Beim höchsten Grad, Grad VI, dies ist ein Abriss bzw. ein Durchtrennen von Lebervenen, kommt oft jede Hilfe zu spät. (10)

Die Leberruptur kommt bei Unfällen mit Motorrädern und Mopeds aber meist nicht isoliert vor, sondern ist ein Teil eines Polytraumas. Somit kann schon ein geringer Blutverlust in Verbindung mit anderen Verletzungen das Outcome des Patienten verschlechtern.

Neben der Leberruptur kommt es auch häufig zu Milzrupturen. Die Milz ist auch ein parenchymatöses Organ und kann bei Verletzungen zu massivem Blutverlust führen. Die Ruptur der Milz kann sowohl als einzeitige Verletzung von Parenchym und Kapsel als auch mit primärer Verletzung des Parenchyms und zweizeitiger Kapselruptur nach Stunden bis Wochen ablaufen. Je nach Schweregrad der Verletzung muss entweder eine Blutstillung oder sogar eine komplette Entfernung der Milz erfolgen. (11) Seltener kommt es auch zu Prellungen bzw. Einrissen der Niere oder zu Rupturen der abdominellen Aorta.

### *3.2.3 Innere Verletzungen des Thorax*

Im thorakalen Bereich ist vor allem die Lunge betroffen. Die Verletzungen erfolgen bei Verkehrsunfällen mit Zweiradfahrern meist durch eine stumpfe Gewalteinwirkung aufgrund des Aufpralls auf den Boden oder der Kollision mit einem Hindernis. Da Motorrad- und Mopedfahrer aber im Bereich des Thorax meist wenig geschützt sind, kann es auch zu penetrierenden Verletzungen kommen. Die Verletzungsmuster im Thoraxbereich sind sehr umfangreich. Sie reichen von einer Rippenfraktur bis hin zum einem massiven Hämatothorax. Weiter kann auch das Herz in Form einer Herzbeuteltamponade betroffen sein. Bei starker Gewalteinwirkung kann sogar das Zwerchfell einreißen

Die Thoraxverletzungen führen in 31% der Fälle zu einer beatmungspflichtigen respiratorischen Insuffizienz. In weiteren 20% erleiden die Patienten ein Kreislaufversagen. Letztendlich müssen 10- 15% der Patienten mit einem Thoraxtrauma operiert werden. (12)

### *3.2.4 Verletzungen der Wirbelsäule und des Rückenmarks*

Besonders fatal können Verletzungen der Wirbelsäule enden. Der Verletzungsumfang reicht von einer Wirbelfraktur, bis zu einer Beteiligung des Rückenmarks. Nicht selten landen Motorradfahrer im Rollstuhl.

Im Halswirbelsäulenbereich kann es schon bei Unfällen mit niedriger Geschwindigkeit zu schweren Verletzungen kommen. Sei es durch den direkten Aufprall auf ein Hindernis oder schon alleine durch Beschleunigungs- oder Verzögerungskräfte. Die Masse des Schädels, und auch die eines getragenen Helmes, kann gravierend zunehmen.

Frakturen im Brust- bzw. Lendenwirbelsäulenbereich entstehen meist durch einen Aufprall auf ein Hindernis. Das kann die Gehsteigkante, ein Begrenzungspfeiler oder, für Motorradfahrer besonders gefährlich, der Steher einer Leitplanke sein.

Frakturen kann man je nach Unfallhergang in Kompressionsfrakturen, Flexions-/ Distraktionsfrakturen und Rotationsfrakturen unterscheiden. Je nach Verletzungsgrad kann die Instabilität der Wirbelsäule beeinträchtigt sein. (13)

Ist auch das Rückenmark betroffen, so können die Auswirkungen sehr variieren.

Ein schweres Bild einer Rückenmarksverletzung ist natürlich die Querschnittslähmung, welche immer eine große Auswirkung auf den Verletzten aber auch seine Familie hat. Knapp die Hälfte aller traumatischen Querschnittslähmungen ist komplett. Die Lähmungen entstehen bei etwa 40% aller Patienten mit Frakturen der Halswirbelsäule und bei 15-20% mit Frakturen der Brustwirbelsäule und Lendenwirbelsäule. 45% aller traumatischen Querschnittslähmungen entstehen durch Verkehrsunfälle. (14)
In den letzten Jahren wurden immer bessere Rückenprotektoren für Motorradfahrer entwickelt. Somit können einige Verletzungen der Wirbelsäule und des Rückenmarks verhindert werden. Leider bieten die Protektoren nur bis zu einem gewissen Grad einen optimalen Schutz und können bei höheren Geschwindigkeiten schwere Verletzungen nicht immer vermeiden. Fahrer von Zweirädern die keine so hohe Geschwindigkeit erreichen, tragen kaum einen solchen Schutz, obwohl gerade sie davon am meisten profitieren würden.

### *3.2.5 Verletzungen des Schädels*

Da gerade die Verletzungen des Schädels mit dem eigentlichen Thema dieser Arbeit im direkten Zusammenhang stehen, möchte ich im nächsten Kapitel gesondert und etwas detaillierter darauf eingehen.

## 3.3 Die Schädelverletzungen

### 3.3.1 Allgemeines

Diese Arbeit beschäftigt sich mit dem Thema der Helmpflicht. Um den Sinn einer Helmpflicht diskutieren zu können, möchte ich in diesem Teil etwas detaillierter auf die Schädelverletzungen eingehen, welche ja durch das Tragen eines Helmes vermieden werden sollen.
Die Verletzungen im Schädelbereich umfassen knöcherne Verletzungen sowie auch Verletzungen des Gehirns. Der Schweregrad ist von vielen verschiedenen Faktoren wie Geschwindigkeit, der Art des Aufpralls oder auch die Art des verwendeten Helmes abhängig. So könnten zum Beispiel viele Verletzungen im Gesichtsschädelbereich durch das Tragen eines sogenannten Integralhelmes vermieden werden. Dieser schützt im Gegensatz zu einem Jet- Helm auch sehr gut den Gesichtsschädelbereich.
In Folge möchte ich einen Überblick über die häufigsten Schädelverletzungen bei Motorradfahrern geben.

### 3.3.2 Schädelfrakturen

Bei Gewalteinwirkung auf den Kopf wird das Gehirn vom knöchernen Schädel geschützt. Schädelfrakturen entstehen, wenn die Elastizitätsgrenzen des Knochens überschritten werden. Häufig werden bei Schädelfrakturen Hirn, Hirnhäute oder Hirnnerven in Mitleidenschaft gezogen.
In Abhängigkeit von der Pathomechanik und der daraus resultierenden Frakturform unterscheidet man lineare Frakturen, Biegungs-, Berstungs- und Stückbrüche sowie Impressionsfrakturen. Weiter kann man sie entsprechend ihrer Lokalisation in Kalotten-, Schädelbasis-, Gesichtsschädel- und Mittelgesichtsfrakturen unterscheiden.

### 3.3.3 Kalottenfrakturen

Diesen kommt besondere neurotraumatologische Relevanz in der Temporoparietalregion wegen der Gefahr einer A. meningea- media- Begleitverletzung mit Entwicklung eines epiduralen Hämatoms zu. Impressionsfrakturen an der Schädelkalotte führen häufig zu fokalen zerebralen Symptomen und zur traumatogenen Epilepsie.

### 3.3.4 Schädelbasisfrakturen

Schädelbasisbrüche finden sich meist als Berstungsbrüche und häufig in Kombination mit Kalottenbrüchen.
Bei fronto- basaler Lokalisation führen oft gleichzeitig anzutreffende Durarisse zur offenen Hirnverletzung. Klinisch wegweisend sind dabei Blutungen im Nasen-Rachen- Raum sowie Monokel- und Brillenhämatome.
Bei Temporobasalen Frakturen (Felsenbeinfrakturen) kommen vor allem Otoliquorrhöen, retroauriculäre Hämatome (sog. Battle- Zeichen), Stufenbildungen im äußeren Gehörgang und Fazialisparesen vor.
Okzipitale Schädelbasisfrakturen, insbesondere sog. Ringbrüche, die das Foramen magnum umfassen, sind wegen der meist gleichzeitigen Kleinhirn- und Medulla oblongata- Läsion häufig lebensbedrohend. (15)

### 3.3.5 Mittelgesichtsfrakturen

Mittelgesichtsfrakturen kommen häufiger bei Motorrad- oder Mopedfahrern vor, die einen sog. Jet- Helm tragen. Da bei dieser Art des Helmes der Gesichtsbereich nicht zuverlässig geschützt wird, kann es vor allem beim Aufprall auf den Boden zu schwerwiegenden Verletzungen kommen.
Das Mittelgesicht reicht von den Zähnen des Oberkiefers bis zum oberen Augenhöhlenrand und zur Nasenwurzel. Es umfasst das Oberkiefer, die Siebbeine, Jochbeine, Nasenbeine, Tränenbeine, Keilbeine und den Vomer, wobei für seinen Aufbau ein kompliziertes Hohlraumsystem (Augenhöhlen, Nasenhöhlen,

Nasennebenhöhlen) kennzeichnend ist. Dieses Hohlraumsystem wird durch ein Rahmenwerk aus kräftigen Knochenpfeilern mit dazwischen geschalteten dünnen Knochenlamellen begrenzt. Die knöchernen Elemente bilden eine architektonische Einheit aus morphologisch und funktionell ungleichen Teilen, die für die Widerstandkraft und den wahrscheinlichen Bruchlinienverlauf bestimmend sind. Dadurch wird eine Klassifizierung nach immer wiederkehrenden Bruchlinien möglich.

Großflächige zentrale Gewalteinwirkungen, wie sie durch das Aufschlagen des Gesichts auf den Asphalt vorkommen, können zu direkten oder indirekten Frakturen mit Abriss großer Mittelgesichtsfragmente an typischen Stellen führen.

Nach Stärke und Richtung der direkten oder indirekten Gewalteinwirkung und nach den biomechanischen Bedingungen entstehen die Frakturformen des Mittelgesichtes, die sich weitgehend exakt definieren lassen. (siehe Abbildung 3)

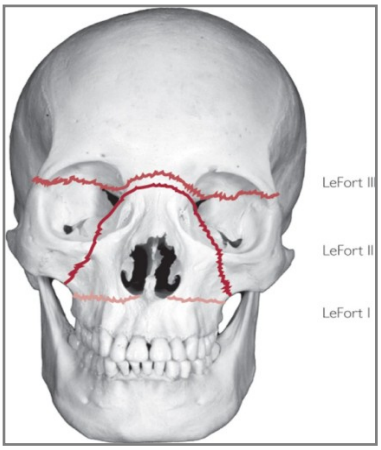


**Abbildung 3:** Einteilung der Mittelgesichtsfrakturen nach Le Fort

Sind die Belastungsflächen kleiner, entstehen mehr lokalisierte Frakturen, wie die des zygomatikoorbitalen Komplexes, des nasomaxillären Komplexes, des nasoethmoidalen Komplexes oder des dentoalveolären Komplexes, die sich ebenfalls an anatomischen Schwachlinien orientieren.

Alle Frakturen können isoliert oder kombiniert mit andere Frakturen des Gesichtsschädels oder des gesamten Schädels vorkommen. (16)

### *3.3.6 Hirnverletzungen*

Hirnverletzungen sind entweder gedeckt, daher sie liegen unter einer intakten harten Hirnhaut, oder aber offen, wenn infolge einer Duraverletzung Verbindung zwischen dem subduralen Raum und der Außenwelt entsteht.

Des Weiteren unterscheidet man primäre Hirnverletzungen, die im Augenblick der Gewalteinwirkung als unmittelbare Verletzungsfolgen entstehen, und sekundäre Hirnverletzungen, welche sich mit zeitlicher Verzögerung entwickeln. Dazu

gehören vorwiegend zirkulationsbedingte Schäden wie Hirnödem oder diapedetische Blutungen oder aber, bei offenen Hirnverletzungen, Infektionen. (8)
In Folge werden einzelne Hirnverletzungen genauer besprochen.

#### *3.3.6.1 Klinische Einteilung der Schweregrade einer Hirnverletzung*

Aufgrund des großen Umfangs an Hirnverletzungen war man lange Zeit bemüht, eine Schweregraduierung anhand der Intensität und Dauer der Hirnschädigung vorzunehmen.
Zur groben Orientierung kann davon ausgegangen werden, dass eine trauma-bedingte Bewusstlosigkeit bis zu zwei Stunden für eine leichte und bis vierund-zwanzig Stunden für eine mittelschwere und über vierundzwanzig Stunden für eine schwere Hirnverletzung spricht. Ebenso ist die Dauer der Erinnerungslücke vor und nach dem Unfall zu berücksichtigen. Die Dauer der Erinnerungslücke ist im Normalfall abhängig von der traumabedingten Bewusstseinsstörung.
Zur Einteilung des Schweregrades hat sich im internationalen Notarztwesen und auch im klinischen Bereich die Glasgow Coma Scale (GCS) durchgesetzt. Bei der GCS wird der Schweregrad einer Hirnschädigung anhand der bestehenden sprachlichen und motorischen Reaktionen sowie des Augenöffnens auf Aufforderung oder Schmerzreiz mit Zahlen von insgesamt 3- 15 differenziert (siehe Abbildung 4).
Bei einem GCS von ≤ 8 spricht man von schwerer, bei GCS = 9- 12 von mittelschwerer und bei GCS > 12 von leichter Hirnverletzung.

| | | |
|---|---|---|
| Augen öffnen: | spontan<br>auf Aufforderung<br>auf Schmerzreiz<br>fehlend | 4<br>3<br>2<br>1 |
| Sprache: | orientiert<br>desorientiert<br>inadäquate Worte<br>unverständlich<br>keine | 5<br>4<br>3<br>2<br>1 |
| Motorik: | auf Aufforderung<br>gezielt auf Schmerz<br>normale Beugereaktion<br>atypische Beugemechanismen<br>Streckmechanismen<br>Keine | 6<br>5<br>4<br>3<br>2<br>1 |
| GCS | Summe maximal | 15 |

**Abbildung 4:** Glasgow Coma Scale

Die GCS alleine ist für eine Früherkennung von intrakraniellen Komplikationen (einseitige Raumforderung unterschiedlicher Ursache) aber ungeeignet, da hierbei die diagnostisch wichtigen Symptome wie die Pupillenfunktion, einseitige Paresen, einseitige abnorme Abwehr und/ oder Strecksynergismen eines drohenden Mittelhirnsyndrom unberücksichtigt bleiben.

Deshalb wurde für die präklinische Phase sowie für die stationäre Verlaufsbeobachtung im erstbehandelnden Krankenhaus für akute Hirnschädigungen unterschiedlicher Genese ein eigenes Schema erarbeitet. Zusätzlich zum GCS beinhaltet dieses Schema die Extremitätenbewegung (Kraftgrad), die Pupillenfunktion und eine Untersuchung auf Meningismus. Insbesondere wird bei motorischer Reaktion der Seitenvergleich aller vier Extremitäten beurteilt. (17)

### *3.3.6.2 Commotio cerebri ( Gehirnerschütterung)*

Gehirnerschütterungen kommen häufig bei Motorrad- und Mopedfahrern vor. Oft kommt es durch die Wucht des Aufpralls auf den Boden zu einer Gehirnerschütterung.

Unter einer Commotio cerebri versteht man eine leichte Hirnverletzung mit kurzfristiger Bewusstlosigkeit für max. eine Stunde, die keine fassbaren Substanz-

veränderungen und keine Dauerfolgen hinterlässt.
Das klassische Vollbild einer Commotio, das sog. Kommotionssyndrom, ist durch eine initiale kurzfristige Bewusstlosigkeit, Amnesie und Erbrechen gekennzeichnet.
Die Bewusstlosigkeit beginnt inital mit dem Trauma und dauert meist nur wenige Sekunden bis einige Minuten. Bei Klinikaufnahme ist der Patient meist schon wieder ansprechbar.
Die Gedächtnislücke erstreckt sich nicht nur auf den Augenblick des Traumas und die Zeit der Bewusstlosigkeit, sondern charakteristischer Weise auch auf die Sekunden vor dem Unfall (retrograde Amnesie) und seltener auf eine Zeitspanne nach dem Erwachen (antegrade Amnesie). Aufgrund der Amnesie kann der Patient zum Unfallhergang und zur Dauer der Bewusstlosigkeit keine oder nur unzureichende Angaben machen. Daher ist man auf eine Fremdanamnese angewiesen. Leichte vegetative Regulationsstörungen finden sich immer, das Erbrechen ist jedoch kein obligates Syndrom.
Die Therapie erfolgt bei einer Commotio rein symptomatisch mit der Gabe von Analgetika, Antiemetika und Antihypotonika je nach Bedarf. Bei stabilen Kreislaufverhältnissen darf der Patient aufstehen. Eine stationäre Überwachung kann in Ausnahmefällen notwendig sein, insbesondere bei zusätzlicher Schädelfraktur, um eine sekundäre auftretende intrakranielle Blutung nicht zu übersehen.
Die Commotio cerebri heilt immer folgenlos ab. (18)

#### *3.3.6.3 Contusio cerebri (Hirnprellung)*

Unter einer Contusio cerebri versteht man umschriebene hämorrhagische Nekrosen der Großhirnrinde als Folge einer Gewalteinwirkung auf den Schädel, die einen direkten Anprall des Hirngewebes auf die Schädelinnenfläche verursacht.

Vorzugslokalisationen der traumatischen Rindenprellungsherde sind die frontobasale Rinde und die Temporalpole, d.h. Regionen, in denen das Liquorkissen zwischen Hirn und Schädel sehr flach ist. (19)

Am Ort der Gewalteinwirkung (Coup) und an der Gegenseite (Contrecoup) treten petechiale Blutungen, Zerreißung von Gefäßen und sog. Prellherde auf. (siehe Abbildung 5)

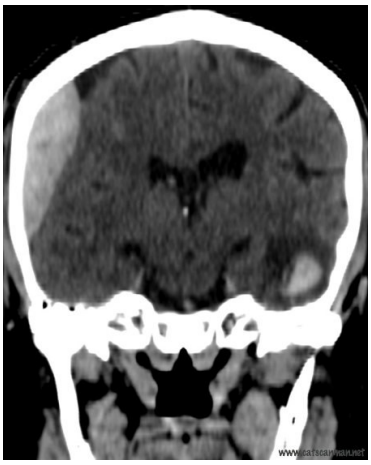

**Abbildung 5:** CCT- Coup rechts und Contrecoup links

Die Symptomatik hängt stark vom Ort der Schädigung ab. Unterscheiden kann man auch eine Contusio ohne Bewusstlosigkeit und eine mit Bewusstlosigkeit, wobei die Dauer der Bewusstlosigkeit meist mehr als eine Stunde anhält.

Akute Symptome sind z. B. ein leerer Blick, verzögerte verbale und motorische Reaktion, Verwirrtheit, Desorientiertheit, Konzentrationsschwächen, verwaschene Sprache und Koordinationsstörungen. Nach Minuten bis Stunden findet man Kopfschmerzen, Schwindel, Übelkeit und Erbrechen. Späte Symptome nach Tagen oder Wochen sind persistierende Kopfschmerzen, Konzentrationsschwäche, rasche Ermüdbarkeit, Reizbarkeit, Licht- und Lärmempfindlichkeit, depressive Verstimmungen, Schlafstörungen und Konvergenzschwäche.

Wichtig ist in jedem Fall eine stationäre Überwachung, die Behandlung eines eventuell entstandenen Hirnödems und ggf. eine Beatmung.

Die Prognose hängt stark vom Schweregrad und der Lokalisation der Läsionen ab. (20)

### *3.3.6.4 Compressio cerebri (Gehirnquetschung)*

Definitionsgemäß versteht man unter einer Compressio cerebri einen erhöhten Hirndruck durch eine intrakranielle Blutung oder Hirnödem. (21)

Die Compressio cerebri kann sich auf verschiedenen pathogenetischen Wegen entwickeln. Eine Hirndrucksteigerung nach Trauma wird meist durch Hämatome (in den ersten 48 Stunden), Hirnödem (zwischen dem 3. und 7. Tag) oder einer

infektiösen Komplikation (nach der ersten Woche) ausgelöst. (15)
Die Symptome der Hirndrucksteigerung sind initial unspezifisch, abhängig vom zeitlichen Verlauf und müssen in ihrer Zusammenschau bewertet werden. Als Frühzeichen eines intrakraniell erhöhten Druckes sind Kopfschmerzen, Übelkeit und Erbrechen zu nennen. Später kann es zu einer Stauungspapille kommen.
Bei rascher Progredienz des Geschehens kommt es zur Entwicklung eines Druckgradienten mit einer sukzessiven Massenverschiebung des Gehirnes. Die Richtung dieser Verschiebung bestimmt die Symptomatik. So kommt es bei der axialen Massenverschiebung zur Einklemmung des Uncus hyppocampi am Tentoriumschlitz mit einer Kompression des N. oculomotorius. Sie bewirkt eine Anisokorie, die letztendlich in eine bilaterale Midriasis übergeht. Okklusionen im Stromgebiet der Aa. cerebri posteriores können zu Territorrialinfarkten sowie petechialen Blutungen im Mittel- und Stammhirn führen. Bei der infratentoriellen Raumforderung fehlt die pupillomotorische Störung. Massive Verschiebungen mit Einklemmungen im Foramen magnum führen in kürzester Zeit zur vegetativen Entgleisung und zum Atemstillstand. (22)
Auf die pathogenetischen Ursachen wie Hirnödem und Hämatome wird in Folge eingegangen.

#### *3.3.6.5 Das posttraumatische Hirnödem*

Das posttraumatische Hirnödem kann sich sekundär innerhalb der ersten Tage nach einem Trauma entwickeln. Eine intrakranielle Druckmessung mittels Ventrikelkatheters ist vor allem dann zu empfehlen, wenn nach Ausschluss oder Operation einer intrakraniellen Blutung der Patient trotz stabiler Vitalfunktionen bewusstlos bleibt. Die intrakranielle Druckmessung ist wichtig zur Feststellung des zerebralen Perfusionsdruckes.
Das traumatische Hirnödem nimmt zu, wenn die Sauerstoffversorgung unzureichend ist. Die Verlegung der Atemwege durch Aspiration, schlechter Atemantrieb, eingeschränkter Sauerstofftransport als Folge eines traumatischen Schocks mit gestörter Mikrozirkulation, Spasmen der zerebralen Arterien als Reaktion auf eine eventuelle Subarachnoidalblutung, erhöhter intrakranieller Druck mit der Folge eines zu geringen zerebralen Perfusionsdruckes gefährden den

Schädel- Hirn- Verletzten. Die Sicherung einer adäquaten Sauerstoffversorgung des Gehirns hat daher höchste Priorität.

Die intrakranielle Drucksteigerung kann in einen Circulus vitiosus einmünden. Die sich entwickelnde Raumforderung durch ein Hämatom oder ein fokales Ödem bewirkt über die Drucksteigerung auch eine Behinderung des venösen Abflusses durch Kompression der Brückenvenen. Blut wird im venösen System aufgestaut und das zerebrale Blutvolumen nimmt zu. Der zerebrale Blutfluss verlangsamt sich. Der zerebrale Perfusionsdruck fällt, da die Zunahme des zerebralen Blutvolumens wiederum einen Anstieg des intrakraniellen Drucks auslöst. Unter diesen Bedingungen verschlechtert sich die zerebrale Sauerstoffversorgung und der $pCO_2$ steigt. Die präkapillären Gefäße reagieren darauf mit Weitstellung, wodurch das zerebrale Blutvolumen weiter wächst. Gleichzeitig verringert sich der Strömungswiderstand im arteriellen Schenkel der zerebralen Gefäßbahn, wenn die venöse Abflussbehinderung zunimmt. In letzter Konsequenz steuert der Prozess auf einen Zustand hin, in dem der venöse Abfluss blockiert ist und der intrakranielle Druck den arteriellen Mitteldruck egalisiert. Es tritt ein Stillstand der Perfusion ein. (23)

Klinisch manifestiert sich das Hirnödem durch die typischen Zeichen einer intrakraniellen Drucksteigerung, welche bereits zuvor beschrieben wurden.

Die Therapie des Hirnödems erfolgt nach einem Stufenplan. Zuerst muss der Oberkörper des Patienten in eine Position von 15- 30° hochgelagert werden. Als nächste Maßnahme kann bei liegender Ventrikeldrainage durch Ablassen von Liquor eine Druckentlastung herbeigeführt werden. Der nächste Schritt ist die Gabe von Osmodiuretika, die durch einen osmotischen Gradienten zwischen Plasma und Gewebe zu einer Entwässerung des Gehirns führen. Eine weitere Alternative ist die Gabe von Barbituraten, die über eine Reduktion des zerebralen Stoffwechsels und damit einhergehender Herabsetzung der Hirndurchblutung eine Minderung des intrakraniellen Blutvolumens bewirkt. (24)

### *3.3.6.6 Die Epiduralblutung*

Bei der Epiduralblutung handelt es sich um eine arterielle Einblutung zwischen der Dura mater und dem knöchernen Schädel. Bei akuten Schädel- Hirn-Traumata entstehen 80% der Epiduralblutungen im Rahmen von temporoparietalen Kalottenfrakturen mit Verletzung der A. meningea media. (25)

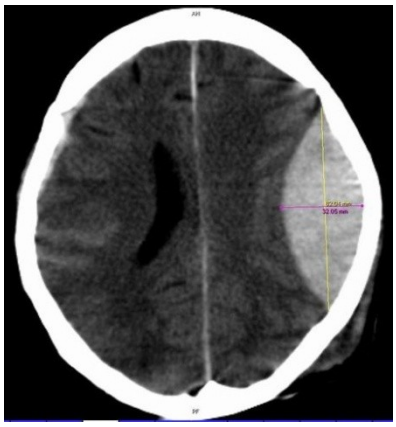

**Abbildung 6:** CCT-Epiduralhämatom links

Eine Epiduralblutung zeigt klinisch einen typischen Verlauf. Direkt nach der Verletzung ist der Betroffene durch die direkte Gehirnschädigung nur für kurze Zeit oder gar nicht bewusstlos. Es folgt ein freies (luzides) Intervall von wenigen Stunden in dem der Patient wieder bei Bewusstsein und ansprechbar ist. Bei schweren Hirnverletzungen kann das freie Intervall aber fehlen. Danach wird der Patient durch das mittlerweile entstandene Hämatom erneut bewusstlos.

Bei der Untersuchung sind Halbseitenzeichen und je nach Schwere der Blutung weitere Hirndrucksymptome nachweißbar. (26)

Bei Verdacht einer Epiduralblutung ist ohne Zeitverzug eine Computertomographie durchzuführen. Im CCT zeigt sich typischerweise eine scharf begrenzte, hyperdense, konvexe Struktur mit Verstreichen der Hirnfurchen. (siehe Abbildung 6)

Bei Bestätigung des Verdachts ist meist die sofortige operative Entfernung notwendig. Bei schneller Druckentlastung ist die Prognose meist sehr gut, bei zu langer Latenz zwischen Auftreten von Hirndruckzeichen und Operation jedoch häufig schlecht. (27)

### *3.3.6.7 Die Subduralblutung*

Die Subduralblutung ist zwischen Dura mater und Arachnoidea lokalisiert. (28)

Beim akut- subduralen Hämatom stellen Brückenvenen bzw. kortikale Kontusionsherde die Blutungsquelle dar. Die kortikalen Kontusionsherde sind am häufigsten in der Temporalregion bzw. in der Frontalregion zu finden. Da sich das Hämatom über die gesamte Hemisphäre entwickeln kann, ist dadurch das Ent-

stehen einer enormen Raumforderung möglich. (29)

Typisch sind bei akuter Blutung oft initiale Bewusstlosigkeit, verbunden mit schwerer Hirnsubstanzschädigung. Klinisch zeigen sich Pupillenstörungen, Halbseitensymptomatik, epileptische Anfälle, Kopfschmerzen und psychische Veränderungen.

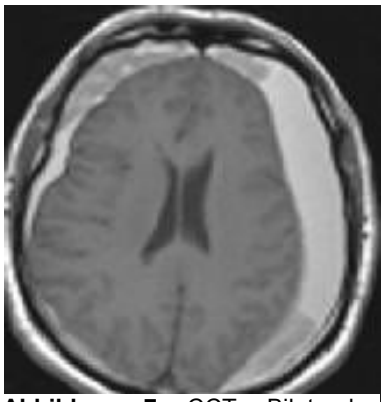

**Abbildung 7:** CCT- Bilaterales Subduralhämatom

Im CCT zeigt sich eine sichelförmige oder plan-konvexe Hyperintensität. ( siehe Abbildung 7)

Die Therapie besteht wie bei einem Epiduralhämatom in einer operativen Entlastung mittels Kraniotomie. Die Prognose ist von der Schwere der Verletzung abhängig. Bei akuter Blutung beträgt die Letalität jedoch bis zu 90%. (30)

# 4 Die Auswirkungen der Helmpflicht anhand internationaler Studien

Im folgenden Kapitel wird anhand von Studien, welche Unfallstatistiken vor bzw., nach Einführung einer Helmpflicht und solchen, die Auswirkungen von Helmen auf Verletzungen des Schädels behandeln, veranschaulicht, wie sich das Tragen eines Helmes auf die Art und Zahl der Schädelverletzungen auswirken kann. Da sich bei den Studien die Einteilung der Schwere der Verletzung bzw. die Einschlusskriterien unterscheiden, wird in Folge eine Auswahl von internationalen Studien im Einzelnen besprochen.

## *4.1 Ausgewählte Studien im Vergleich*

Die folgenden Studien werden ein Bild davon geben, wie sich das Tragen eines Helmes auf die Folgen eines Unfalls auswirkt.

### *4.1.1 Studie über die Städte Rom und Neapel aus dem Jahr 1999*

Die Studie beschäftigt sich mit schweren Unfällen motorisierter Zweiräder im Straßenverkehr von Rom und Neapel im Jahr 1999.
Gerade in italienischen Großstädten werden Motorräder und Mopeds für ein schnelleres Vorankommen im dichten Verkehr genützt.
In Italien kommt es jährlich zu ca. 270.000 Verkehrsunfällen. 1997 gab es dabei 6226 Todesopfer zu beklagen. Mehr als 20% der Todesopfer sind Fahrer motorisierter Zweiräder. (31)
Die Anzahl der schweren Verletzungen von motorisierten Zweiradfahrern ist verglichen mit anderen industriellen Staaten in Italien besonders hoch. Viele Studien haben bewiesen, dass eine Helmpflicht die Zahl der schweren Schädelverletzungen und deren Folgen vermindern kann. Trotzdem wurde in Italien erst im März 2000 eine verpflichtende Helmpflicht für Personen unter

18 Jahren ausgesprochen.

Die Studie rekrutierte die Opfer, die als Lenker eines motorisierten Zweirades in die Notaufnahmen der Policlinico Umberto Klinik in Rom und der Nuovo Pellegrini Klinik in Neapel eingeliefert wurden. Die beiden Spitäler wurden wegen ihrer Größe und ihrer zentralen Lage in den Städten ausgewählt.

Die Studie erstreckt sich über eine Periode von sechs Monaten. Es wurde der Zeitraum von Jänner bis Juni 1999 gewählt.

Ein Fall in der Studie ist definiert als verletzter Fahrer eines motorisierten Zweirades im Alter von 14 bis 35 Jahren, welcher die Notaufnahme eines der beiden Krankenhäuser aufsuchte.

Der Fragebogen beinhaltete neben persönlichen Daten auch Angaben zu Begleitumständen des Unfalls, Art der Einlieferung in das jeweilige Spital, Fahrzeugtypen, die am Unfall beteiligt waren, Helmgebrauch und eventuell noch Angaben über Drittbeteiligte des Unfalls. Des Weiteren wurden spezifische Diagnosen nach dem ICD-10 Codesystem angegeben. Besonderes Augenmerk wurde auf die Lokalisation und das Zustandekommen der Verletzung gelegt. Für Patienten mit Schädel- Hirn- Trauma wurde die Glasgow Coma Scale (GCS) herangezogen.

Insgesamt schließt die Studie 736 verletzte Zweiradfahrer ein. Davon sind 65,1% männlich und 34,9% weiblich. 234 Männer und 193 Frauen wurden in Rom registriert, 245 Männer und 64 Frauen in Neapel.

An 42,9% der Unfälle waren Zweiradfahrer alleine beteiligt. In 44,6% waren Autos involviert und in 3,7% auch Beifahrer, welche in Italien nicht erlaubt sind.

In nur 12% der Fälle wurde ein Helm getragen. In mehr als einem Viertel (27,5%) der Fälle kam es zu Verletzungen des Knies oder des Unterschenkels, gefolgt von Verletzungen des Schädels (17,5%). Die restlichen Verletzungen beziehen sich hauptsächlich auf die obere Extremität.

Eine große Anzahl an Prellungen (59,9%) wurde beobachtet, gefolgt von Abschürfungen (23,9%), Dislokationen und Zerrungen (6,6%) und offenen Wunden (5,1%).

Interessant ist die Tatsache, dass alle Lenker, die einen Helm trugen, einen GCS-Score von 14-15 aufwiesen. Lenker ohne Helm wiesen jedoch in 0.6%- 3% der Fälle einen GCS-Score von ≤13 auf.

Tabelle 1 zeigt die Arten der Schädelverletzungen. Mit 201 Fällen ist die Schädelprellung am häufigsten, gefolgt von offenen Wunden und Abschürfungen. In 14 Fällen kam es zu Frakturen des Schädels und in 7 Fällen wurden auch Gefäße verletzt.

| | Rom | | Neapel | | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| | n | % | n | % | n |
| | | | | | |
| **Abschürfung** | 23 | 16.4 | 26 | 13.8 | 49 |
| | | | | | |
| **Prellung** | 92 | 65.7 | 109 | 57.7 | 201 |
| | | | | | |
| **Offene Wunde** | 21 | 15.0 | 37 | 19.6 | 58 |
| | | | | | |
| **Fraktur** | 4 | 2.9 | 10 | 5.3 | 14 |
| | | | | | |
| **Verletzung von Blutgefäßen** | 0 | 0 | 7 | 3.7 | 7 |
| | | | | | |
| **Gesamt** | **140** | | **189** | | **329** |

**Tabelle 1:** Art der Schädelverletzung

Die Tabelle 2 zeigt, dass sich durch das Verzichten eines Helms, das Risiko eine Schädelverletzung zu erleiden gegenüber Helmträgern auf fast das Sechsfache (RR= 5.73) erhöht, während die Anzahl der Verletzungen anderer Körperregionen nahezu gleich bleibt.

| Körperregion | ohne Helm | mit Helm | RR |
|---|---|---|---|
| Kopf | 26.42 | 4.61 | 5.73 |
| Thorax | 2.39 | 2.05 | 1.16 |
| Abdomen | 5.28 | 5.64 | 0.93 |
| Extremität | 90.50 | 87.69 | 1.03 |

**Tabelle 2:** Prozentanteil an Verletzungen, nach Helmgebrauch und Körperregion

Zusammenfassend kann man sagen dass der Großteil der Verletzten männlichen Geschlechts (65%) und älter als 18 Jahre (80%) ist. 88% der Verletzten trugen keinen Helm. Die Studie zeigt deutlich, dass durch das Tragen eines Helmes das Risiko einer Kopfverletzung verringert wird. Weiter kommt es durch einen Helm auch zu einem positiven Einfluss auf die Schwere der Verletzungen. Wie bereits oben erwähnt hatte kein Patient, der zum Zeitpunkt des Unfalls einen Helm trug, einen GCS- Score von <14 während bereits bis zu 3% der Verletzten, welche keinen Helm trugen, einen GCS- Score von ≤13 aufwiesen.

Die Studie wird aber auch durch einige Faktoren limitiert. So wurden zum Beispiel die Geschwindigkeit oder ein eventueller Alkoholgehalt im Blut des Verletzten nicht registriert. Dies könnte aber Auswirkungen auf die Häufigkeit und Schwere der Verletzungen haben. Weiter handelt es sich bei den Probanden der Studie ausschließlich um verletzte Motorradfahrer. Zweiradfahrer, welche einen Unfall erlitten und durch das Tragen eines Helms keine Verletzungen davontrugen, wurden in der Studie nicht berücksichtigt. Dies könnte zu einem Unterschätzen der Wirksamkeit eines Helmes führen. (32)

### *4.1.2 Der Effekt der Helmpflicht in Maryland (USA)*

In den USA wurden im Jahr 1998 2284 Motorradfahrer bei Unfällen getötet und 49.000 verletzt. 1997 machte die Anzahl der Motorräder weniger als 2% der gesamt zugelassenen Fahrzeuge in den USA aus. Nur 0,4% aller von den registrierten Fahrzeugen zurückgelegten Meilen wurden mit Motorrädern bewältigt. Pro Fahrzeugmeile sind Motorradfahrer somit 14-mal häufiger bei Verkehrsunfällen getötet worden als Insassen von PKWs. (33)

Zehn Jahre später, im Jahr 2008, wurden in den USA bereits 5290 Motorradfahrer getötet und 96.000 verletzt. (34)

Die folgende Studie bezieht sich auf den Bundesstaat Maryland, in dem 1992 eine Helmpflicht für alle Motorradfahrer und Beifahrer eingeführt wurde.
Als Antwort auf den National Traffic and Motor Vehicle Safety Act aus dem Jahre 1966, führte Maryland 1967 ein Gesetz ein, welches alle Motorradfahrer und auch Mitfahrer zum Tragen eines von der Verkehrsbehörde zugelassenen Helms verpflichtete. 1979 wiederum wurde das Gesetz aber abgeschwächt und in Folge waren nur noch minderjährige Personen verpflichtet einen Helm zu tragen. Dreizehn Jahre später, am 1. Oktober 1992 wurde wieder die Helmpflicht für alle Lenker und Beifahrer von Motorrädern eingeführt.
Die Studie beinhaltet alle bei Verkehrsunfällen getöteten Motorradfahrer in den 33 Monaten vor und nach der Einführung des Gesetzes im Oktober 1992. Der Zeitraum erstreckt sich vom 1. Januar 1990 bis zum 1. Oktober 1992, also den 33 Monaten vor der Einführung und vom 1. Januar 1993 bis zum 30. September 1995. Der zweite Beobachtungszeitraum beginnt 3 Monate nach Einführung des Gesetzes und erstreckt sich ebenfalls über 33 Monate.
Alle Autopsieberichte wurden auf Informationen bezüglich Verletzungen und Helmgebrauch überprüft. Traumatische Hirnverletzungen wurden nach den Guidelines for Surveillance of Central Nervous System Injury definiert.
Im gesamten Studienzeitraum kamen in Maryland insgesamt 212 Benützer von Motorrädern ums Leben. 89% der Todesopfer waren Fahrer und 190 der insgesamt 212 Opfer trugen zum Unfallzeitpunkt einen Helm. Dies sind 89,6%.
Von den 212 Verunglückten starben 130 (61,3%) vor und 82 (38,7%) nach Einführung des Gesetzes. Das bedeutet einen Rückgang um 36,9%.
Nach Inkrafttreten der Verordnung kam es zu einem signifikanten Anstieg der Helmträger. Vor dem Gesetz trugen 24,6% der in tödlichen Unfällen verwickelten Motorradfahrer einen Helm. Diese Zahl stieg auf 80,5% nach der Gesetzes-einführung.
Bezogen auf 10.000 registrierte Motorräder stieg vor Inkrafttreten des Gesetzes im Jahr 1992 die Zahl der Todesopfer von 7.8 auf 10.2. Trotz annähernd gleicher Anzahl an registrierten Fahrzeugen sank diese Zahl von 1992 bis 1996 auf 4.5 Todesopfer/ 10.000 Motorräder. (siehe Tabelle 3)

| Jahr | Registrierte Motorräder | Tote | Tote pro 10 000 registrierte Motorräder |
|---|---|---|---|
| **1990** | 55 068 | 43 | 7.8 |
| **1991** | 48 145 | 49 | 10.2 |
| **1992** | 46 733 | 48 | 10.3 |
| **1993** | 46 839 | 37 | 7.9 |
| **1994** | 50 691 | 26 | 5.1 |
| **1995** | 47 950 | 21 | 4.4 |
| **1996** | 46 708 | 21 | 4.5 |

**Tabelle 3**: Getötete Motorradfahrer pro 10 000 registrierte Motorräder; Maryland 1990-1996

Nach der Einführung der Verordnung war bei Tragen eines Helmes, das Risiko für Motorradfahrer eine schwere Schädelverletzung zu erleiden signifikant geringer (OR= 0.31)

Insgesamt zeigt die Studie, dass mit dem Gesetz einen Helm zu tragen, die Zahl der tödlichen Motorradunfälle um 37% gesunken ist. Dieses Ergebnis ist auch mit Ergebnissen von Studien anderer Bundesstaaten der USA vergleichbar, welche den Vorteil einer Helmpflicht beweisen. Die Anzahl der zugelassenen Motorräder fluktuierte zwischen 1992 und 1996. Aber nach Einführung des Gesetzes konnte kein wesentlicher Rückgang beobachtet werden. Allerdings sank die Zahl der Todesopfer pro 10.000 gefahrenen Meilen, von 1992 (10.3) bis 1996 (4.5), um 56 %. Dieser Rückgang deckt sich mit Zahlen aus Kalifornien und Louisiana.

Der Anstieg der Helmträger von 24,6% auf 80% bezieht sich aber nur auf die tödlichen Unfälle. Dadurch repräsentiert diese Studie hauptsächlich die Personen, welche keinen Helm trugen. Wären in die Studie auch Patienten mit weniger schwerwiegenden Verletzungen aufgenommen worden, so könnte ein noch größerer Benefit nachweisbar sein. (35)

### *4.1.3 Auswirkung des Helmgesetzes auf traumatische Hirnverletzungen in Italien (Provinz Romagna)*

Die folgende Studie erstreckt sich über den Zeitraum 1999 bis 2001. Da im März 2000 in Italien eine allgemeine Helmpflicht verordnet wurde, beinhaltet diese Studie jeweils einen Zeitraum vor und nach Einführung des Gesetzes.

Im Jahr 2000 waren in Italien rund 385.000 Motorräder und 7.000.000 Mopeds in Gebrauch. Das neue Gesetz wurde verabschiedet, um ein nationales Problem in den Griff zu bekommen. Pro Jahr wurden 385.000 Verletzte in Notaufnahmen behandelt. 75.000 Krankenhausaufnahmen und rund 1500 Tote, hauptsächlich wegen schwerer Hirnverletzungen, wurden gezählt. Der Großteil davon trug keinen Helm.

Vorhergegangene Studien zeigen, dass eine gesetzliche Helmpflicht nicht auch das Tragen eines Helmes garantiert. Von Februar bis Juni 2000 überprüften 57 Gesundheitseinrichtungen den Helmgebrauch in ihrer Region. Die Daten beinhalten ca. 300.000 Mopedfahrer. Ca. die Hälfte dieser Einrichtungen sammelte auch Daten bezüglich Aufsuchens von Notaufnahmen durch verunglückte Motorradfahrer vor und nach der Gesetzesverordnung.

Im Vergleich zu der Periode vor der Einführung der Helmpflicht zeigen die Daten nach Einführung einen deutlichen Anstieg bezüglich des korrekten Gebrauchs der Helme. So stiegen die Prozentzahlen der Helmträger in den nördlichen und zentralen Teilen Italiens auf 90%- 95% und in den südlichen Teilen auf 50%- 70%. Die Anzahl der zugelassenen Fahrzeuge veränderte sich aber kaum.

Die Provinz Romagna, eine Region mit einer Einwohnerzahl von 983.534 im Jahr 2000, liegt im Nordosten Italiens. In diesem Gebiet lag die Prozentzahl der Helmträger vor Einführung des Gesetzes bei 19,5% bezogen auf 25.356 Motorrad und – Mopedfahrer. Nach der neuen Verordnung stieg diese Zahl auf 97,5% von 39.327 überprüften Fahrern. Dies ist auf eine großangelegte mediale Kampagne und strenge Überwachung durch die Polizei zurückzuführen.

Um die Auswirkung der Helmpflicht auf die traumatischen Hirnverletzungen zu evaluieren, wurden Daten der neurochirurgischen Abteilung des „ Bufalini“-Krankenhauses, das einzige neurochirurgische Zentrum in der Region, herangezogen. Des Weiteren werden Computertomografiebilder der peripheren Spitäler an diese Klinik weitergeleitet. In der Klinik werden somit alle Daten von

Patienten der Region, welche einen neurochirurgischen Eingriff benötigen oder Gefahr laufen eine intrakranielle Läsion zu entwickeln, zentralisiert. Alle komatösen Patienten, welche mittels intrakranieller Druckmessung überwacht werden müssen, werden in das Bufalini- Krankenhaus transferiert, da dieses über die einzige neurochirurgische Intensivstation in der Region verfügt. In der Datenbank der Klinik finden sich somit alle schweren Fälle von traumatischen Hirnverletzungen der Region. Hirnverletzungen, die durch einen Motorradunfall entstanden waren, wurden elektronisch identifiziert. Da sich die Anzahl der Bewohner der Region im Sommer durch Urlauber fast verdoppelt, wurden nicht ortsansässige Personen eliminiert.

Zweckmäßig wurde der Zeitraum der Studie in ein „prelaw- year 1999“ (30. März 1999 bis 29. März 2000) und „postlaw- year 2000“ (30. März 2000 bis 29. März 2001) eingeteilt.

Die Zahl der neurochirurgischen Fälle pro 100.000 Personen sank nach der Gesetzesverordnung um signifikante 31,4%.

Spezifische neurochirurgische Diagnosen zeigten ebenfalls einen Rückgang. So kam es bei verunglückten Motorradfahrern zu einem Rückgang von 76% der Diagnosen traumatische Subarachnoidalblutung, Epidural- und Subduralhämatom. Waren es im Jahr 1999, also vor Einführung der Helmpflicht, noch 42 Patienten bei denen ein Epiduralhämatom diagnostiziert wurde, so wurde im Jahr nach Einführung der Pflicht, bei nur 4 Patienten ein Epiduralhämatom diagnostiziert. Auch bei den Subduralhämatomen sank die Zahl der Patienten von 18 im Jahr vor der Gesetzesverordnung auf 13 Patienten im Jahr danach. Bei beiden Hämatomarten ist der Rückgang signifikant.

Ein Vergleich aller traumatischen Hirnverletzungen (Autofahrer, Fußgänger…) im Zeitraum der Studie zeigt keine signifikante Veränderung nach Einführung des Gesetzes. Bei den durch Motorrad- bzw. Mopedunfällen verursachten traumatischen Hirnverletzungen konnte man jedoch einen Rückgang um 66% beobachten.

Die Studie zeigt somit, dass die Zahl der traumatischen Hirnverletzungen seit Einführung der Helmpflicht um 31% gesunken ist. Der positive Effekt des Helmes wird insofern gestärkt, dass sich die Zahlen der traumatischen Hirnverletzungen durch andere Einwirkungen, abgesehen von Motorrad- und Mopedunfällen, im Studienzeitraum nicht signifikant verändert haben.

Weiter zeigt die Studie einen signifikanten Rückgang von posttraumatischen Hämatomen bei Tragen eines Helmes. Besonders beim Epiduralhämatom, der typischen Aufschlagverletzung von Motorradfahrern, welche oftmals mit einer Schädelfraktur vergesellschaftet ist, konnte ein signifikanter Rückgang beobachtet werden.
Bei Subduralhämatomen oder diffusen Hirnverletzungen, welche meist erst bei höheren Geschwindigkeiten entstehen, konnte nur ein geringerer Effekt eines Helms nachgewiesen werden. (36)

### *4.1.4 Auswirkung der Helmpflicht in Städtischen Regionen Indiens*

Im letzten Jahrzehnt nahm in Indien die Anzahl der motorisierten Fahrzeuge rapide zu. Mit der Zahl der Fahrzeuge stieg natürlich auch die Unfallhäufigkeit. Im Jahr 2006 verzeichnete Indien über 105.700 Tote und 452.900 Verletzte durch Verkehrsunfälle. 17,8% der getöteten Verkehrsteilnehmer waren Fahrer motorisierter Zweiräder.
Diese Studie ist eine prospektive- Outcome- Studie mit der städtischen Population von Hyderabad City in Indien. In den Jahren 2001 bis 2002 hatte Hyderabad eine Einwohnerzahl von 3.8 Millionen und 1,2 Millionen zugelassene Fahrzeuge. Der Großteil davon, nämlich 77%, waren motorisierte Zweiräder.
In zwei großen öffentlichen und einem großen privaten Krankenhaus wurden vom November 2005 bis Juni 2006 781 aufeinanderfolgende Fälle von Verkehrsunfällen untersucht. In der Studie wurden alle Opfer, welche verletzt oder auch tot in die Spitäler eingeliefert wurden, registriert. Eine Person verweigerte an der Studie teilzunehmen.
Trainierte Interviewer waren rund um die Uhr anwesend, um Daten für spätere Kontaktierungen aufzunehmen. Für minderjährige oder getötete Unfallopfer wurde ein erwachsener Familienangehöriger befragt. Des Weiteren wurden Daten bezüglich des Ortes und den Umständen des Unfalls, Helm oder kein Helm und Alkoholeinfluss erhoben.
Auch spezielle Aufzeichnungen der Verletzungen wurden durchgeführt. Sie wurden anschließend nach ICD-10 eingeteilt. Zur Einteilung des Schweregrades wurde für jeden Fall der Injury Severity Score (ISS) herangezogen. Für die

Einteilung des Schweregrades nach verletzter Region wurde die Abbreviated Injury Scale verwendet (AIS).

Insgesamt wurden 781 Fälle von Verkehrsunfällen in die Studie aufgenommen. Darunter waren 378 Benützer von motorisierten Zweirädern, wovon 252 (66,7%) selbst Fahrer des Fahrzeuges und 126 (33,3%) Beifahrer waren. Von den 378 Unfallopfern starben 6 (1,6%) noch am Unfallort und 12 (3,2%) auf dem Weg ins Krankenhaus. 360 (95,2%) erreichten lebend das Spital, wovon aber 24 (6,3%) später verstarben. Insgesamt verstarben 42 Personen (11,1%) an den Folgen ihrer Verletzungen.

Die häufigsten Verletzungen im Schädel- Halsbereich waren offene Wunden (35%) gefolgt von oberflächigen Wunden (34%).

43 (11%) erlitten eine intrakranielle Verletzung wovon 12 (28%) eine assoziierte Fraktur des Schädelknochens aufwiesen. 25 Personen erlitten einen Schädelbruch ohne intrakranielle Verletzung. Im Bereich der Schädelverletzungen konnte keine große Differenz zwischen Fahrer und Beifahrer festgestellt werden.

Nur 74 (19,6%) von den insgesamt 378 Verunglückten trugen zum Zeitpunkt des Unfalls den Helm korrekt. Darunter waren 73 Fahrer und nur ein Beifahrer. Unter Ausnahme der „Nichtträger“ wurden 9 Personen (2.4%) gefunden, welche zwar einen Helm trugen, aber den Kinnriemen nicht geschlossen hatten. Weitere 27 (7%) trugen einen Helm bei sich, benutzten diesen aber nicht.

Abgesehen von den sechs Todesopfern, welche noch am Unfallort verstarben, erlitten 149 (49,8%) der 299 Fahrer ohne Helm eine Bewusstlosigkeit, während dessen nur 27 (37%) der 73 Fahrer mit Helm einen Bewusstseinsausfall zu beklagen hatten (RR 1,34)

In 165 Fällen wurde der GCS- Score erhoben. In den Bereichen GCS 3- 8 und GCS 9-12 trugen 95% der Personen keinen Helm. Im Bereich GCS 13- 15 trugen 71% keinen Helm.

Das Risiko eine mittelschwere bis schwere Kopfverletzung davonzutragen war bei Nichttragen eines Helmes auf das 5- fache erhöht. Bei allen Subtypen der Kopfverletzungen war die Gefahr eine Verletzung zu erleiden bei helmlosen Personen höher. Besonders bei offenen Wunden und intrakraniellen Verletzungen wird dieser Effekt deutlich.

Bei Nichttragen eines Helmes erhöht sich das Risiko einer offenen Wunde auf das 1.9- fache (RR1.91). Das Risiko eine intrakranielle Verletzung zu erleiden erhöht sich ohne Helm auf das 5fache (RR4.99). (siehe Tabelle 4)

| Schädelverletzung | mit Helm (n=74) N (%) | ohne Helm (n= 304) N (%) | RR |
|---|---|---|---|
| **Superficial** | 22 (29.7%) | 106 (34.9%) | 1.17 |
| **Offene Wunde** | 16 (20.3%) | 118 (38.8%) | 1.91 |
| **Fraktur** | 6 (6.8%) | 33 (10.5%) | 1.56 |
| **Intrakraniell** | 2 (2.7%) | 41 (13.5%) | 4.99 |
| **Quetschung** | 1 (1.4%) | 6 (2.0%) | 1.46 |
| **Amputation** | 0 (0.0%) | 2 (0.7%) | - |
| **Andere** | 5 (6.8%) | 31 (10.2%) | 1.51 |

**Tabelle 4:** Art der Schädelverletzung und Relatives Risiko

Nur zwei Personen, die einen Helm trugen erlitten eine intrakranielle Verletzung, während es unter den helmlosen Zweiradfahrern einundvierzig waren. Die intrakraniellen Verletzungen wurden genauer untersucht. Fokale Hirnverletzungen waren am häufigsten (n= 13, 30%), gefolgt von Subduralhämatomen (n= 10, 23%), Subarachnoidalblutungen (n= 9, 21%), Gehirnerschütterungen (n= 3, 7%), traumatischen Hirnödemen (n=2, 5%) und Epiduralhämatomen (n=2, 5%). Von den 10 Probanden, welche ein Subduralhämatom erlitten, trugen zwei einen Helm, während acht Personen keinen Helm trugen. Vier Personen, welche ebenfalls eine schwere intrakranielle Verletzung aufwiesen, starben und scheinen in der Aufzählung nicht auf.

Insgesamt starben 36 (11,8%) der 304 Personen, welchen keinen Helm trugen, während von den 74 Personen mit Helm 6 (8.1%) tödlich verunglückten. Dies ist

nicht statistisch signifikant, zeigt aber doch ein erhöhtes Risiko (RR= 1.46). Von den 19 Personen, die am Unfallort oder am Weg ins Krankenhaus verstarben, trugen 16 (84%) keinen Helm.
Um die Auswirkung von Helmen auf intrakranielle Verletzungen besser bewerten zu können, wurde der Zusammenhang zwischen intrakraniellen Verletzungen und Mortalität genauer untersucht. Insgesamt erlitten 11% der Fahrer und Beifahrer intrakranielle Verletzungen, von denen 30% tödlich waren. Die Mortalitätsrate bei Personen ohne intrakranielle Verletzung lag bei 8,7%. Die Analyse ergab, dass das Mortalitätsrisiko bei Patienten mit intrakraniellen Verletzungen auf das 3.5-fache (RR= 3,46) erhöht war.
Eine Auswertung über den Schädel- AIS ergab keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Helmgebrauch und dem Schädel- AIS.
Zusammenfassend starben 42 Unfallopfer (11%), davon 42,8% vor Eintreffen im Spital. Nur 74 (19,6%) der 378 Zweiradfahrer und Beifahrer trugen einen Helm. Das Nichtragen eines Helms geht mit einem 5- fach höheren Risiko einer intrakraniellen Kopfverletzung einher. Von den 19 Personen,. welche vor Einlieferung ins Krankenhaus verstarben, trugen 16 (84%) keinen Helm.
Der Gebrauch eines Helms hat in dieser Studie keinen direkten Einfluss auf die Mortalität. Jedoch gibt es eine starke Beziehung zwischen Helmgebrauch und intrakraniellen Verletzungen und wiederum einen starken Zusammenhang zwischen intrakraniellen Verletzungen und der Mortalität. Dies spricht führt die präventive Wirkung des Helmes. (37)

### *4.1.5 Helmgebrauch und Outcome im Staat Washington (USA)*

In den Vereinigten Staaten von Amerika ist die Gefahr bei einem Motorradunfall verletzt oder gar getötet zu werden um einiges größer als bei Autounfällen. Im Bundesstaat Washington kam es im Jahr 1989 zu 27,4 getötete Motorradfahrer pro 1000 Motorradunfälle. Im Vergleich dazu gab es bei Unfällen mit allen anderen motorisierten Fahrzeugen nur 5,6 getötete Personen pro 1000 Unfälle. Dies bedeutet ein 5- fach erhöhtes Risiko bei einem Motorradunfall getötet zu werden.
eBei einem Großteil der getöteten Motorradfahrer sind Schädelverletzungen nachzuweisen und ein Helm soll das Risiko, so eine Verletzung zu erleiden,

senken. Bevor in Washington 1990 die Helmpflicht für alle Motorradfahrer eingeführt wurde, galt diese nur für Personen unter 18 Jahren.

Für diese retrospektive Kohortenstudie wurden bundesweit Unfall- und Krankenhausdaten gesammelt. Aus Daten der Washington State Patrol wurden Einwohner des Bundestaates Washington, welche 1989 als Fahrer von Motorrädern, Motorscootern oder Mopeds in einen Unfall verwickelt waren, identifiziert. Die State Patrol sammelt Daten wie Alter, Geschlecht, Helmgebrauch usw. von Unfällen auf öffentlichen Straßen, bei denen es zu Verletzten, Toten oder Sachschäden über 500 Dollar kam.

Informationen über Verletzungen, Dauer von Krankenhausaufenthalten und Kosten der Behandlung wurden über das Hospital Abstract Reporting System, welches Daten von verschieden Krankenhäusern sammelte, zusammengefasst. Das System beinhaltet Daten von verletzten Motorradfahrern, welche zumindest einen Tag stationär in einem Akutkrankenhaus betreut wurden. Diese Informationen zusammen können Aufschluss über Zusammenhänge zwischen Helmgebrauch, anderen unfallrelevanten Daten, Art und Schwere der Verletzung und Kosten der Behandlung geben.

Die Verletzungen, der in Krankenhäuser aufgenommenen Motorradfahrer wurden nach ICD- 9 codiert. Schädelverletzungen von getöteten Motorradfahrern wurden ebenfalls nach ICD- 9 codiert.

Für hospitalisierte Motorradfahrer wurde der AIS- Score anhand der ICD- 9 Code kalkuliert. Der ISS wurde wiederum anhand der AIS kalkuliert. Für die Studie wurden Patienten mit einem Schädel- AIS- Score- von 2 bis 5 als Patienten mit Schädelverletzung bezeichnet. Bei allen anderen AIS Körperregionen galt jeder Score der größer als 0 war als Verletzung.

Für die Studie wurden der AIS- Score wie folgt kategorisiert: AIS1= leicht, AIS2= mittel, AIS3= ernsthaft, AIS4= schwerwiegend und AIS5= kritisch.

ISS- Scores von 1 bis 15 wurden als mittel und 16 bis 24 als ernsthaft bezeichnet. Scores von 25 und höher bezeichnete man als schwerwiegend oder kritisch.

Insgesamt verzeichnete die Washington State Patrol im Jahre 1989 2709 Motorradfahrer, welche in Unfälle auf öffentlichen Straßen involviert waren, wovon. 59 getötet wurden. Für 619 (22%) konnte kein Patientenidentifikationscode anhand der Aufzeichnungen der State Patrol erstellt werden.386 Personen hatte keinen gültigen Führerschein und 233 Personen mit Fahrerlaubnis konnten nicht

mit dem Straßenverkehrsamt verlinkt werden. Für 2090 Aufzeichnungen der State Patrol konnten Patienteninformationscodes erstellt werden. 409 konnten erfolgreich mit Krankenhausdaten verlinkt werden.

Für 23 der 409 im System aufgenommenen Patienten lag keine Information bezüglich des Tragens eines Helmes vor und diese wurden aus der Studie genommen. Somit verblieben 386 Personen für die Analyse. Von den 59 getöteten Motorradfahren wurde einer aus der Studie genommen, da ebenfalls keine Information bezüglich des Helmes vorlag. Die Anzahl der getöteten Personen für die Analyse beträgt somit 58.

Das Ergebnis der Analyse zeigt, dass Motorradfahrer ohne Helm ein leicht erhöhtes Risiko haben nach einem Unfall stationär behandelt werden zu müssen (RR= 1.2).Jedoch haben sie ein nahezu 3- fach höheres Risiko mit einer Schädel-verletzung eingeliefert zu werden (RR= 2.9), und ein fast 4- fach höheres Risiko eine ernsthafte bis schwerwiegende Schädelverletzung zu erleiden (RR= 3.7).

Fahrer ohne Helm wiesen insgesamt ein 2- fach höheres Risiko, eine schwere Verletzung (ISS≥16) davonzutragen, auf (RR= 2.0).

Die durchschnittliche Dauer des Krankenhausaufenthaltes lag bei Fahrern mit Helm, mit 10 Tagen etwas unter derjenigen der Fahrer ohne Helm (12.6 Tage). Dies ist statistisch jedoch nicht signifikant. Die gesamten Spitalskosten für alle verunglückten Motorradfahrer beliefen sich auf 5.7 Millionen Dollar, wovon alleine 3.5 Millionen Dollar durch Fahrer ohne Helm verursacht wurden.

Tabelle 5 zeigt, dass wenige Motorradfahrer Gesichtsverletzungen davontrugen. Jedoch hatte die Gruppe der Fahrer ohne Helm ein nahezu 8- fach höheres Risiko (RR= 7.7) einer solchen Verletzung. Verletzungen im Bereich Thorax, Abdomen und Extremitäten zeigten in beiden Gruppen eine fast identische Frequenz.

| | % Lenker mit Helm (n= 945) | % Lenker ohne Helm (n= 957) | Relatives Risiko |
|---|---|---|---|
| Schädel | 1.4 | 4.2 | 2.9 |
| Gesicht | 0.3 | 2.1 | 7.7 |
| Thorax | 1.7 | 1.8 | 1.1 |
| Abdomen | 1.3 | 1.2 | 0.9 |
| Extremität | 6.7 | 6.9 | 1.5 |

**Tabelle 5:** Anteil der Verletzungen nach Körperregion

Die 58 Todesopfer repräsentieren 2,1% aller 2709 Motorradfahrer, welche 1989 in Washington in Verkehrsunfälle involviert waren. Motorradfahrer ohne Helm hatten ein signifikant höheres Risiko zu versterben (RR= 1.63)

Diese Studie zeigt, dass der Gebrauch eines Helms im direkten Zusammenhang mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit steht, eine Schädelverletzung zu erleiden. Ein Helm hat auch einen positiven Einfluss auf die Schwere der Schädelverletzung und auf das Risiko aufgrund einer Schädelverletzung stationär aufgenommen zu werden oder zu versterben.

Motorradfahrer ohne Helm haben ein nahezu 3- fach höheres Risiko eine Schädelverletzung zu erleiden und ein fast 4- fach höheres Risiko, dass diese Verletzung auch schwerwiegend oder gar kritisch ist. Motorradfahrer, die keinen Helm benutzen haben eine um 63% höhere Todesrate.

Weiter sind die durchschnittlichen Kosten pro Patient für Motorradfahrer ohne Helm um 30% höher.

Eine Helmpflicht reduziert somit die Inzidenz und auch die Schwere einer Schädelverletzung und senkt somit auch die Behandlungskosten. (38)

# 5 Der Stufenführerschein

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit dem Stufenführerschein für einspurige Kfz und dessen Auswirkung auf die Unfallzahlen. Aufgrund der wenigen Literatur zu diesem Thema, kann nicht direkt auf die Auswirkung des Stufenführerscheins auf Kopfverletzungen eingegangen werden.

## *5.1 Der Stufenführerschein in Österreich*

In Österreich muss man, um ein einspuriges Kfz wie Moped oder Motorrad lenken zu dürfen, eine Prüfung absolvieren. Bei Motorrädern gibt es noch eine zusätzliche Einteilung, welche jungen Führerscheinbesitzern erst nach einer gewissen Zeit erlaubt auch stärker motorisierte Zweiräder zu lenken  Dieses Kapitel beschäftigt sich mit den Auswirkungen des Stufenführerscheines in den ersten zehn Jahren nach dessen Einführung, da es nur für dieses erste Jahrzehnt eine Evaluierung gibt.

### *5.1.1 Einführung des Stufenführerscheines in Österreich*

Am 1. Juli 1991 trat das „österreichische Modell des stufenweisen Zugangs zum einspurigen Kfz“ in Kraft. Die Änderungen umfassten die Ausbildung und eine Beschränkung der technischen Eigenschaften von Fahrzeugen, welche von Anfängern benutzt werden durften.
Um ein Moped, dies ist ein Motorfahrrad mit einem Hubraum von max. 50 $cm^3$ und einer damaligen Bauartgeschwindigkeit von max. 40 Km/h, lenken zu dürfen, musste eine theoretische Prüfung abgelegt werden. Diese konnte man ab dem 16. Lebensjahr absolvieren.
Bei den Motorrädern wurde der Stufenführerschein eingeführt. Dabei waren im Alter zwischen 18 und 24 Jahren neu erteilte Lenkerberechtigungen der Gruppe A für zumindest zwei Jahre auf Leichtmotorräder beschränkt. Nach diesen zwei Jahren konnte die Lenkerberechtigung durch Ablegen einer praktischen Prüfung

auf die uneingeschränkte Gruppe A ausgedehnt werden. Ab dem 24. Lebensjahr konnte man direkt in die uneingeschränkte Gruppe A einsteigen.

Mit dem Beitritt Österreichs zur EU mussten die Bestimmungen an das EU-Stufenführerscheinmodell angepasst werden. Technische Bestimmungen für Leichtmotorräder und der Zugang zum Führerschein wurden gelockert. Die Bauartgeschwindigkeit bei Mopeds wurde auf 45 Km/h angehoben und unter gewissen Voraussetzungen konnte der Mopedausweis bereits mit 15 Jahren erworben werden.

Die Anpassung erfolgte am 1. November 1997. Die wichtigsten Änderungen bezüglich technischer Bestimmungen der einzelnen Klassen zeigt Tabelle 6.

Im Zuge dieser Anpassung wurde auch der „Code111“ eingeführt, welcher auch so im Führerschein eingetragen wurde. Er ermächtigt Besitzer der Führerscheinklasse B nach 5 Jahren Besitz dieser Klasse und Absolvierung von praktischen Fahrübungen im Ausmaß von 6 Stunden, Leichtkrafträder mit einem Hubraum von max. 125 $cm^3$ und max. 11 kW Motorleistung, zu lenken. In der Tabelle als Unterklasse A1 bezeichnet.(siehe Tabelle 6)

| **Eigenschaft** | **Österr. Modell (vor 1.11.1997)** | **EU Modell (RL 91/439)** |
|---|---|---|
| Technische Daten der Fahrzeuge | | |
| **Unterklasse A1 der RL[1]** | | |
| max. Motorleistung (kW) | - | 11 |
| max. Leistungsgewicht (kW/kg) | - | - |
| max. Hubraum ($cm^3$) | - | 125 |
| **Beschränkte Klasse A der RL[2]** | | |
| max. Motorleistung (kW) | 20 | 25 |
| wenn gedrosselt, max. Leistung des ungedrosselten Motor (kW) | 37 | - |
| max. Leistungsgewicht (kW/kg) | 0.14 | 0.16 |
| max. Hubraum ($cm^3$) | 2- Takt: 250<br>4- Takt: 500 | - |
| max. Zylinderzahl | 2- Takt: 1<br>4- Takt: 2 | - |

**Tabelle 6:** Technische Änderungen durch das EU Modell

[1] Entspricht in Österreich den Krafträdern des Code 111 (§ 2 Abs 1 Z 2 lit c FSG)
[2] Entspricht in Österreich der Vorstufe A

### *5.1.2 Auswirkungen des Mopedausweises*

Seit beginn der 90er Jahre sank der Bestand an Mopeds langsam aber beständig. Bis zur Einführung des Mopedausweises war auch die Zahl der Neuzulassungen stark rückläufig. Ab dann, stiegen die Neuzulassungen bis zum Jahr 2000 stetig an.

Ab 1992, dem Jahr der Einführung des Mopedausweises, kam es zu einem signifikanten Rückgang der Unfallzahlen in der vom Mopedausweis betroffenen Altersgruppe. Diese positive Entwicklung endete aber ziemlich zeitgleich mit der Einführung des FSG im Jahr 1997 und der damit einhergehenden Einführung „ Moped mit 15“.

Vor allem bei den 15-jährigen Lenkern war ab 1998 ein massiver Anstieg der Unfallopfer zu verzeichnen. (siehe Tabelle 7)

| | Getötete Mopedlenker | | Verletzte Mopedlenker | | Fahrzeug-bestand | Neuzu-lassungen |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **0-15** | **16-17** | **0-15** | **16-17** | | |
| **1987** | 2 | 24 | 95 | 3165 | 503915 | 20204 |
| **1988** | 2 | 24 | 60 | 3146 | 485528 | 16544 |
| **1989** | 0 | 16 | 66 | 3055 | 470056 | 15241 |
| **1990** | 1 | 14 | 55 | 2674 | 430022 | 9729 |
| **1991** | 0 | 18 | 61 | 2349 | 404154 | 8856 |
| **1992** | 1 | 20 | 43 | 2070 | 390621 | 7515 |
| **1993** | 1 | 19 | 24 | 1729 | 376962 | 9346 |
| **1994** | 0 | 15 | 37 | 1744 | 368209 | 8419 |
| **1995** | 1 | 16 | 25 | 1546 | 362186 | 10742 |
| **1996** | 1 | 9 | 36 | 1614 | 357894 | 14010 |
| **1997** | 0 | 14 | 34 | 1881 | 355114 | 15892 |
| **1998** | 2 | 7 | 47 | 1897 | 352231 | 16357 |
| **1999** | 0 | 12 | 76 | 2176 | 346052 | 17818 |
| **2000** | 2 | 9 | 144 | 2295 | 337795 | 19132 |

**Tabelle 7:** Verletzte und getötete Mopedlenker in Österreich 1987-2000

Die Zeitreihe der Tabelle zeigt deutlich, dass von den 144 verletzten 15-jährigen Mopedlenkern im Jahr 2000 rund 100 auf die Einführung von „ Moped mit 15“ zurückzuführen sind. Insgesamt können der Regelung vom Zeitpunkt ihrer Einführung bis ins Jahr 2000 rund 150 Verletze zugeordnet werden.

### *5.1.3 Auswirkungen des Stufenführerscheines*

Die folgenden Unfallzahlen beziehen sich auf Motorrad- und Leichtmotorradlenker zusammen. Einerseits gab es vor der Einführung des Stufenführerscheins das Leichtmotorrad noch nicht, daher müssen die Zahlen zur Vergleichbarkeit addiert werden, anderseits zeigt sich, dass bei der Datengewinnung nicht ausreichend zwischen Motorrad und Leichtmotorrad unterschieden wurde. Unter dem Begriff Motorradlenker sind in Folge stets Motorrad- und Leichtmotorradlenker gemeint.

Vor der Einführung des Stufenführerscheins wurden jährlich rund 600 18- bis 19jährige Motorradfahrer im Straßenverkehr verletzt und etwa 15 bis 20 getötet. Nach der Einführung sank dieses Niveau auf rund 150 Verletzte und 5 Getötete. In der vom Stufenführerschein direkt betroffenen Altersklasse konnte die Anzahl der Getöteten um ca. zwei Drittel, jene der Verletzten um drei Viertel reduziert werden. In der Altersklasse der 20 – 24jährigen kommt es zu einer Mischung von Leichtmotorrad- und Motorradlenkern, da ab dem 20. Geburtstag nach Ablegen einer praktischen Prüfung die Lenkerberechtigung von der eingeschränkten auf die uneingeschränkte Klasse ausgedehnt werden kann. Auch in dieser Klasse gingen die Unfallzahlen signifikant zurück und zwar von etwa 1100 Verletzten und 40 Getöteten, auf etwa 600 Verletzte und rund 20 Getötete jährlich. In beiden Fällen bedeutet dies also einen Rückgang um ca. die Hälfte. (siehe Tabelle 8)
Das Stufenführerscheinmodell war also höchst effizient, obwohl die Zahlen der zugelassenen Motorräder und der Neuzulassungen stetig anstiegen.
Die Anzahl der insgesamt getöteten und verletzten Motorrad- und Leichtmotorradlenker, also inklusive der Altersgruppe über 24 Jahre, blieb annähernd konstant. So gab es jährlich zwischen 75 und 100 Getötete und 2400 bis 3000 Verletzte.

| | Getötete Lenker | | Verletzte Lenker | | Fahrzeug-bestand | Neuzu-lassungen |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **18-19** | **20-24** | **18-19** | **20-24** | | |
| **1987** | 14 | 37 | 618 | 1137 | 87920 | 7880 |
| **1988** | 18 | 40 | 638 | 1177 | 99445 | 9126 |
| **1989** | 22 | 43 | 610 | 1133 | 104840 | 8370 |
| **1990** | 15 | 36 | 546 | 1057 | 105177 | 9155 |
| **1991** | 13 | 31 | 463 | 1120 | 112219 | 10633 |
| **1992** | 10 | 33 | 409 | 1044 | 124904 | 12236 |
| **1993** | 7 | 27 | 292 | 893 | 138034 | 14661 |
| **1994** | 8 | 32 | 245 | 904 | 154297 | 16243 |
| **1995** | 1 | 22 | 190 | 729 | 174907 | 18185 |
| **1996** | 3 | 19 | 142 | 608 | 193685 | 20823 |
| **1997** | 6 | 25 | 141 | 662 | 212791 | 20969 |
| **1998** | 2 | 19 | 127 | 601 | 237767 | 25316 |
| **1999** | 6 | 19 | 152 | 605 | 263297 | 27276 |
| **2000** | 7 | 20 | 126 | 580 | 279728 | 23775 |

**Tabelle 8:** Verletzte und getötete Motorrad- und Leichtmotorradlenker in Österreich 1987-2000

Der Umstieg auf das EU- Modell im Jahr 1997 lässt keine Trendwende in den Unfallzahlen erkennen. Allerdings waren die Jahre 1998 und 2000, mit einer Gesamtzahl an Verkehrstoten von jeweils unter 1000, generell sehr gute „Verkehrssicherheitsjahre“. Weiter ist zu berücksichtigen, dass auch die Einführung des Österreichischen Stufenführerscheinmodells nicht sofort seine volle Wirkung entfaltete, sondern erst 4 Jahre nach der Einführung eine Stabilisierung der Unfallzahlen auf einem tieferen Niveau eintrat.

### *5.1.4 Der „Code 111“ –Leichtkrafträder*

Wie schon erwähnt wurde mit Einführung des EU- Modells im Jahr 1997 auch die Klasse der Leichtkrafträder übernommen. Dies sind Zweiräder mit einem Hubraum von max. 125 $cm^3$ und max. 11kW Motorleistung. Diese Leichtkrafträder dürfen auch mit der Führerscheinklasse B gelenkt werden, sofern man mindestens 5 Jahre in Besitz dieser Lenkerberichtigung ist und praktische Fahrübungen im Ausmaß von 6 Stunden absolviert hat.

Dies wurde dann mit dem Zusatz„ Code 111“ in den Führerschein eingetragen.

Aufgrund der Umstellung der Führerscheinerfassung auf ein zentrales elektronisches Führerscheinregister standen Daten über die Ausstellung von

Führerscheinen mit Eintrag des „Code 111“ in dieser Datenbank nicht vollständig zu Verfügung.

Um eine Einschätzung der Größenordnung der tatsächlichen ausgestellten Lenkerberechtigungen durchführen zu können, wurde die Anzahl der Kursteilnehmer bei einem Anbieter mit einem Marktanteil von rund 15% betrachtet. Die Zahlen ließen für das Jahr 1997 auf wenige Hundert und für die Jahre 1998 und 1999 auf etwa 9000 tatsächlich ausgestellte Lenkerberechtigungen schließen.

Da gleichzeitig mit der Einführung des „Code 111“ auch die Vorstufe A (Leichtmotorräder) verändert wurde und die Zugangsbestimmungen geändert wurden, stieg der Bestand bei den Leichtmotorrädern in Absolutzahlen noch stärker.

Insgesamt steigerte das größere und attraktivere Fahrzeugangebot die Verkehrsbeteiligung in diesen Klassen. Insbesondere im Bereich der vorwiegend innerstädtisch genutzten Fahrzeuge war somit eine zusätzliche Verkehrsbeteiligung zu erwarten, welche nicht auf die neu erteilten Lenkerberechtigungen oder „Code 111“ beruht, sondern auf Besitzer der Lenkerberechtigung für die eingeschränkte Klasse A, die diese nicht auf die uneingeschränkte Klasse A erweitert haben und nun für ihre Lenkerberechtigung attraktivere Fahrzeuge am Markt vorfanden. Eine weitere Erhöhung der Verkehrsbeteiligung ging von Besitzern der Lenkerberechtigung für die uneingeschränkte Klasse A aus, welche vor allem für den innerstädtischen Bereich vom Auto auf ein leichtes, einspuriges Kfz umstiegen. Durch diese Umstände ließen sich die zusätzlichen Benutzer von 125ern nicht von Jenen trennen, welche mit „Code 111“ unterwegs waren.

Das attraktivere Fahrzeugangebot und die geänderten Zugangsbestimmungen haben gute Voraussetzungen für eine verstärkte Verkehrsbeteiligung junger Lenker geschaffen. So war in der Altersklasse der 18- bis 19-jährigen, nach einem sehr starken Rückgang der Zahl der Verletzten seit 1991, im Jahr 1999 erstmals wieder ein Anstieg zu erkennen. Auch die Zahl der Getöteten lag mit sechs wieder deutlich über dem Durchschnitt der letzten Jahre, wenngleich diesem Umstand keine statistische Signifikanz zukam. (siehe Tabelle 8)

Betrachtet man nur die verletzten Lenker von Leichtmotorrädern, die von Natur her Anfängerfahrzeuge sind, so kam es in den beiden Jahren nach der Einführung von „Code 111“ zu einer massiven Verschiebung der Verletzten hin zu älteren

Semestern. (siehe Tabelle 9)

Die Altersgrenze von 23 Jahren wurde festgelegt, weil für „Code 111“ eine Mindestbesitzdauer der Lenkerberechtigung für die Klasse B von 5 Jahren vorgesehen war und somit die Zielgruppe der Lenker mindestens 23 Jahre alt sein musste.

Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass anhand der vorliegenden Unfalldaten nicht unterscheiden werden konnte, welcher Benutzergruppe die verunglückten Lenker angehörten. Die Zulassungszahlen ließen den Schluss zu, dass die zusätzlichen Verletzten je etwa zu Hälfte Fahrer von 125ern und Fahrer von Leichtmotorräder im Sinne der Vorstufe A waren.

| Verletzte Lenker Leichtmotorad | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 |
| alle | 25 | 37 | 55 | 70 | 65 | 92 | 99 | 115 | 298 |
| bis 22 | 16 | 27 | 43 | 50 | 48 | 71 | 56 | 59 | 119 |
| über 23 | 9 | 10 | 12 | 20 | 17 | 21 | 43 | 56 | 179 |
| Anteil an gesamt verletzten Lenkern in % | | | | | | | | | |
| bis 22 | 64.0 | 73.0 | 78.2 | 71.4 | 73.8 | 77.2 | 56.6 | 51.3 | 39.9 |
| über 23 | 36.0 | 27.0 | 21.8 | 28.6 | 26.2 | 22.8 | 43.4 | 48.7 | 60.1 |

**Tabelle 9:** Verletzte Leichtmotorradlenker nach Altersklasse

In der amtlichen Unfallstatistik wird in Österreich nicht der Hubraum der verunfallten Fahrzeuge erhoben, dafür aber die Leistung. Für eine leistungsbezogene Auswertung wurde für die 125er-Klasse 6kW als Untergrenze und 11kW als Obergrenze angenommen.

Die Auswertung zeigt, dass bei der Gesamtzahl der Unfälle mit Personenschaden (UPS) im relevanten Zeitraum zwar ein leichter Anstieg zu verzeichnen war, dieser aber in seinem Ausmaß jedoch keinesfalls den erheblichen Anstieg der Unfallzahlen im Bereich Zweirad rechtfertigte.

Bei den Unfällen mit beteiligten Leichtmotorrädern und Motorrädern wurde ein Anstieg verzeichnet, welcher relativ gesehen auch stärker ausfiel, als Jener der Gesamtunfallzahlen. Zur Konzentration der Auswertung auf die betroffenen Lenker- und Fahrzeuggruppen wurden die Unfälle auf Leichtmotorräder der für 125er typischen Motorleistung von 6 bis 11 kW und dann noch weiter auf Lenker mit mindestens 23 Lebensjahren eingeschränkt. Bei beiden Zeitreihen kommt es zu einem sprunghaften Anstieg der UPS im Beobachtungszeitraum.

Eine weiter vertiefende Auswertung ergab folgendes Ergebnis:

- Pro 1000 zugelassene Fahrzeuge können zwischen 6 und 13 zusätzliche UPS mit Beteiligung solcher Fahrzeuge erwartet werden.
- Pro 1000 zugelassene Fahrzeuge können zwischen 7 und 12 zusätzliche verletzte Benutzer erwartet werden. (39)

# 6 Diskussion

Primäres Ziel dieser Arbeit ist es, durch Vergleich einiger Studien die Auswirkung einer Helmpflicht auf Schädelverletzungen zu veranschaulichen. In vielen Staaten gibt es ein Gesetz, welches beim Lenken von motorisierten Zweirädern zum Tragen eines Helmes verpflichtet. Jedes Gesetz ist jedoch ein Einschnitt in die persönliche Freiheit des Einzelnen. Besonders in den USA entfachten über einen Zeitraum von drei Jahrzehnten immer wieder neue Diskussionen bezüglich der Helmpflicht. Noch heute gibt es in den Vereinigten Staaten ein uneinheitliches Bild was die Gesetzgebung betrifft.

Doch welchen Vorteil bringt das Tragen eines Helmes wirklich und ist ein Gesetz, welches eigentlich nur dem Schutz des Einzelnen und nicht der Allgemeinheit gilt, wirklich gerechtfertigt?

Die Zahlen sprechen eine recht deutliche Sprache. Ohne Helm erhöht sich das Risiko bei einem Unfall eine Schädelverletzung zu erleiden auf das rund 3 – bis 6 – fache. Auch auf den Schweregrad der Verletzung zeigt das Tragen eines Helmes einen positiven Einfluss. So ist das Risiko, eine mittelschwere bis schwere Schädelverletzung zu erleiden, ohne Helm um etwa 5-mal höher als mit Helm. Ebenso steigt ohne Helm das Risiko einer intrakraniellen Blutung auf das 5 – fache an. Auffallend ist jedoch das die Zahl der Subduralblutungen nicht so stark beeinflusst wird, wie die anderer Schädelverletzungen. Dies ist wohl darauf zurückzuführen, dass eine Subduralblutung meist erst bei einem Unfall mit hoher Geschwindigkeit entsteht, und bei den dabei entstehenden Kräften auch die Wirkung eines Helmes nicht mehr ausreichend ist.

Diese Arbeit zeigt nur einen kleinen Ausschnitt der Literatur zu diesem Thema und doch kann man einige Aussagen treffen. Eine Helmpflicht verringert die Häufigkeit und auch auf den Schweregrad von Schädelverletzungen. Besonders bei Unfällen mit niedriger Geschwindigkeit geht die Zahl der daraus folgenden Verletzungen zurück. Daher kann man darüber diskutieren ob man nicht auch etwa bei Radfahrern oder Skisportlern eine Helmpflicht einführt. Gerade im Geschwindigkeitsbereich in dem sich diese beiden Gruppen bewegen, könnte eine Vielzahl der Verletzungen durch das Tragen eines Helmes verhindert werden.

Weiter ist auch zu bedenken, dass sich durch einen Rückgang von Verletzungen auch Behandlungskosten, welche ja auch von der Allgemeinheit getragen werden,

verringern und ein Helmgesetz daher nicht nur dem Einzelnen dient und somit wohl auch gerechtfertigt ist.
Leider gibt es auch einige Faktoren welche die Ergebnisse limitieren. Ein direkter Vergleich der Studien ist aufgrund von verschiedenen Einschlusskriterien und Definitionen bzgl. des Schweregrades einer Verletzung nicht möglich. Auch wurden Unfälle bei denen es aufgrund des Tragens eines Helmes zu keinen Verletzungsfolgen kam nicht berücksichtigt, da die Personen keine klinische Einrichtung aufsuchten. Gerader dieser Punkt könnte die Vorteile eines Helmes noch deutlicher machen.

Der zweite Teil dieser Arbeit beschäftigt sich mit dem Thema Mopedausweis und Stufenführerschein in Österreich. Zu diesem Thema gibt es nur sehr wenig Literatur.
Der Mopedausweis zeigte nach seiner Einführung im Jahr 1992 seine positive Wirkung. Es kam zu einem signifikanten Rückgang der Unfallzahlen in der vom Mopedausweis betroffenen Altersklasse. Mit dem Umstieg auf das EU- Modell und dem damit Verbundenen Modell „Moped mit 15“, kam es jedoch zu einem starken Anstieg der Verletzten in der Altersklasse 15 – 16 Jahre. Im Jahr 2000 sind 100 von insgesamt 144 Verletzten Mopedfahrern auf das Modell „Moped mit 15“ zurückzuführen. Dies sollte Anlass genug sein dieses Modell nochmal zu überdenken.
Der Stufenführerschein zeigte seine Wirkung bei den 18 - bis 20jährigen. Die Zahl der Toten ging um ca. zwei Drittel, die der Verletzten um etwa drei Viertel zurück. In der Gruppe der 20 – 24jährigen, in der es zu einer Mischung aus Leichtmotorrad- und Motorradfahrern kommt, kam es zu einem Rückgang von rund 50% bei Toten und Verletzten. Bei den über 24jährigen blieben die Zahlen in etwa konstant.
Nach Umstieg auf das EU- Modell kam es zu keinen großen Veränderungen der Unfallzahlen. Der Stufenführerschein hat somit seine Wirksamkeit bewiesen. Womöglich könnte man die Zahl der Verletzten und Toten noch weiter senken, wenn man vor Umstieg auf die unbeschränkte Klasse nachweisen müsste, bereits Praxis mit einem Motorrad der beschränkten Klasse gesammelt zu haben.
Die Einführung des „Code 111“, der Gruppe der Leichtkrafträder welche auch mit einer Fahrerlaubnis der Klasse B nach 5 Jahren gelenkt werden darf, führte zu

einem starken Anstieg der Neuzulassungen dieser Fortbewegungsmittel. Die Unfallzahlen waren aber nicht detailliert eruierbar, da es zu einer Vermischung der Besitzer der Führerscheinklassen B und A kam. Auffallend war jedoch, dass es zu einer Verschiebung der Verletzten hin zum älteren Semester kam. Dies zeigt dass es nicht zur Sicherheit beiträgt, wenn Personen mit einer Führerscheinberechtigung für zweispurige Fahrzeuge, nach nur 6 Stunden Fahrübungen, einspurige Fahrzeuge lenken. Auch wenn diese Fahrzeuge von der Motorleistung her beschränkt sind und der Lenker schon mind. 5 Jahre im Besitz eines Führerscheins der Klasse B ist.

# 7 Anhang

## 7.1 Abbildungsverzeichnis

**Abbildung 1:** Sir Hugh Cairns (1) ..... 3

**Abbildung 2:** Helmpflicht in den Vereinigten Staaten (Stand Nov.2010) ..... 15

*Quelle: modifiziert von http://www.iihs.org/laws/mapmotorcyclehelmets.aspx [Online]*

*[Zitat vom 12.11.2010]*

**Abbildung 3:** Einteilung der Mittelgesichtsfrakturen nach Le Fort ..... 24

*Quelle: modifiziert von http://medicaldictionary.thefreedictionary.com/_/viewer.aspx? path=mosby&name=500087-fx17.jpg [Online]*

*[Zitat vom 12.11.2010]*

**Abbildung 4:** Glasgow Coma Scale ..... 26

*Quelle: http://www.rettungsdienst.net/spezial/shtsht/fos-shtt.htm [Online]*

*[Zitat vom 03.11.2010]*

**Abbildung 5:** CCT- Coup rechts und Contrecoup links ..... 28

*Quelle: http://www.catscanman.net/blog/2009/05/scanmans-casebook-case-18/ [Online]*

*[Zitat vom 22.11.2010]*

**Abbildung 6:** CCT- Epiduralhämatom links ..... 31

*Quelle: http://pictures.doccheck.com/de/photos/301/4597/epiduralhaematom-links/ [Online]*

*[Zitat vom 10.11.2010]*

**Abbildung 7:** CCT- Bilaterales Subduralhämatom ..... 32

*Quelle: http://emedicine.medscape.com/article/344482-imaging [Online]*

*[Zitat vom 10.11.2010]*

## 7.2 Tabellenverzeichnis

**Tabelle 1:** Art der Schädelverletzung ..... 35
*Quelle: modifiziert von (32)*
**Tabelle 2:** Prozentanteil an Verletzungen, nach Helmgebrauch und Körperregion ..... 36
*Quelle: modifiziert von (32)*
**Tabelle 3:** Getötete Motorradfahrer pro 10 000 registrierte Motorräder; Maryland 1990-1996 ..... 38
*Quelle: modifiziert von (35)*
**Tabelle 4:** Art der Schädelverletzung und Relatives Risiko ..... 43
*Quelle: modifiziert von (37)*
**Tabelle 5:** Anteil der Verletzungen nach Körperregion ..... 46
*Quelle: modifiziert von (38)*
**Tabelle 6:** Technische Änderungen durch das EU Modell ..... 49
*Quelle: modifiziert von (39)*
**Tabelle 7:** Verletzte und getötete Mopedlenker in Österreich 1987-2000 ..... 50
*Quelle: modifiziert von (39)*
**Tabelle 8:** Verletzte und getötete Motorrad- und Leichtmotorradlenker in Österreich 1987-2000 ..... 52
*Quelle: modifiziert von (39)*
**Tabelle 9:** Verletzte Leichtmotorradlenker nach Altersklasse ..... 54
*Quelle: modifiziert von (39)*

## *7.3 Literaturverzeichnis*


1. **Maartens, N.F., Wills, A.D. und Adams, C.B.T.** Lawrence of Arabia, Sir Hugh Cairns, and the Origin of Motorcycle Helmets. *Neurosurgery.* 1. Januar 2002, 50, S. 176-180.

2. **Jones, M.M. und Bayer, R.** Paternalism& Its Discontents. *American Journal of Public Health.* Februar 2007, 97, S. 208-217.

3. **Bundesrepublik Österreich.** Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich BGBl. Nr. 615/1977. [Hrsg.] bundeskanzleramt. Wien : Verlagspostamt Wien, 1977. 185. Stück.

4. —. Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich BGBl. Nr. 253/1984. [Hrsg.] Bundeskanzleramt. Wien : Verlagspostamt Wien, 1984. 115. Stück.

5. —. Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich BGBl. Nr. 103/1997. [Hrsg.] Bundeskanzleramt. Wien : Verlagspostamt Wien, 1997.

6. —. Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich BGBl. Nr. 93/1998. [Hrsg.] Bundeskanzleramt. Wien : Verlagspostamt Wien, 1998. Teil 1.

7. —. Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich BGBl. Nr. 80/2002. [Hrsg.] Bundeskanzleramt. Wien : Verlagspostamt Wien, 2002. Teil 1.

8. —. Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich BGBl. Nr. 60/2003. [Hrsg.] Bundeskanzleramt. Wien : Verlagspostamt Wien, 2003. Teil 1.

9. **Statistik Austria.** *Kfz- Neuzulassungen 1990-2009.* 2010.

10. **Tscheliessnigg, K.H., Uranüs, S. und Pierer, G.** *Lehrbuch der allgemeinen und speziellen Chirurgie.* 3. Auflage. Wien- Münschen - Bern : Verlag Wilhelm Maudrich, 2005. S. 125.

11. **Schumpelick, V., Bleese, N.M. und Mommsen, U.** *Chirurgie.* 5. unveränderte Auflage. Stuttgart - New York : Thieme Verlag, 2000. S. 1007-1010.

12. **Schneider, P., Kruschewski, M. und Buhr, H.J.** *Thoraxchirurgie.* Berlin - Heidelberg - New York : Springer Verlag, 2004. S. 80-87.

13. **Schirmer, M.** *Neurochirurgie.* 10. Auflage. München : Urban& Fischer Verlag, 2005. S. 143-145.

14. **Tscherne, H. und Blauth, M.** *Unfallchirurgie- Wirbelsäule.* Berlin - Heidelberg - New York : Springer Verlag, 1998. S. 25.

15. **Delank, H.W. und Gehlen, W.** *Neorologie.* 11. korrigierte Auflage. Stuttgart - New York : Thieme Verlag, 2006. S. 275.

16. **Siewert, R.** *Chirurgie.* 8. Auflage. Heidelberg : Springer Medizin Verlag, 2006. S. 261-262.

17. **Engelhardt, G. H.** *Unfallheilkunde: Ein Leitfaden für Klinik und Praxis.* 3. völlig überarbeitete Auflage. Berlin; New York : de Gruyter, 1998. S. 144-145.

18. **Paetz, B. und Benzinger- König, B.** *Chirurgie für Pflegeberufe.* 20. völlig neu bearbeitete Auflage. Stuttgart : Georg Thieme Verlag, 2004. S. 229.

19. **Böcker, W., Denk, H. und Heitz, Ph.U.** *Pathologie.* 3., völlig überarbeitete Auflage. München - Jena : Urban& Fischer Verlag, 2004. S. 276-277.

20. **Berlit, P.** *Therapielexikon Neurologie.* Berlin - Heidelberg : Springer Verlag, 2005. S. 276.

21. **Günther H. Willital, Alfred Holzgreve.** *Definitive chirurgische Erstversorgung.* 6. Auflage. Berlin : de Gruyter, 2006. S. 70.

22. **Burchardi, H., et al.** *Die Intensivmedizin.* 10. Auflage. Heidelberg : Springer Medizin Verlag, 2008. S. 628.

23. **Durst, J.** *Traumatologische Praxis.* Suttgart - New York : Schattauer Verlag, 1997. S. 198-199.

24. **Ullrich, L., Stolecki, D. und Grünewald, M.** *Intensivpflege und Anästhesie.* Suttgart : Thieme Verlag, 2005. S. 387.

25. **Brokmann, J. und Rossaint, R.** *Repetitorium Notfallmedizin.* Heidelberg : Springer Medizin Verlag, 2008. S. 245.

26. **Menche, Nicole.** *Repetitorium Pflege Heute.* 3. Auflage. München : Urban& Fischer Verlag, 2004. S. 518.

27. **Grunst, St. und Sure, U.** *Pflege Konkret: Neurologie Psychiatrie.* 3. Auflage. München : Urban& Fischer Verlag, 2006. S. 95.

28. **Vogel, Andrea.** *Chirurgie in Frage und Antwort.* 6. Auflage. München : Urban& Fischer Verlag, 2009. S. 243.

29. **Wallesch, C.W., Unterberg, A. und Dietz, V.** *Neurotraumatologie.* Stuttgart : Georg Thieme verlag, 2005. S. 57.

30. **Schaps, K.P., Kessler, O. und Fetzner, U.** *DasZweite Kompakt: Neurologie Psychiatrie Psychosomatik.* Heidelberg : Springer Medizin Verlag, 2007. S. 25.

31. **ACI, ISTAT-.** *Statistica degli incidenti stradali: anno 1997 (Traffic accidents statistics: year 1997).* Rom : National Institute of Statistics, 1998.

32. **Latorre, G., et al.** Epidemiology of accidents among users oft two- wheeled motor vehicles--A surveillance study in two Italien cities. *European Journal of Public Health.* 2002, 12, S. 99-101.

33. **Administration, National Highway Traffic Safety.** *Traffic Safety Facts 1998.* US Dept of Transportation. Washington, DC. : s.n., 1998.

34. —. *Traffic Safety Facts 2008.* US Dept of Transportation. Washington, DC. : s.n., 2009.

35. **Auman, K.M., et al.** Autopsy Study of Motorcyclist Fatalities: The Effect of the 1992 Maryland Motorcycle Helmet Use Law. *American Journal of Public Health.* 2002, 92, S. 1352-1355.

36. **Servadei, F., et al.** Effect of Italy`s motorcycle helmet law on traumatic brain injuries. *Injury Prevention.* 2003, 9, S. 257-260.

37. **Fitzharris, M., et al.** Crash characteristics and patterns of injury among motorised two- wheeled vehicle users in urban India. *BMC Public Health.* 2009, 9.

38. **Rowland, J., et al.** Motorcycle Helmet Use and InjuryOutcome and Hospitalization Costs from Crashes in Washington State. *American Journal of Public Health.* 1996, 86, S. 41-45.

39. **Vavryn, K. und Winkelbauer, M.** *10 Jahre Stufenführerschein in Österreich.* Kuratorium für Verkehrssicherheit. Wien : s.n., 2002.

# CURRICULUM VITAE

**Persönliche Daten:**

| | |
|---|---|
| **Name:** | Martin Rauch |
| **Geboren am:** | 22. November 1978 in Graz |
| **Familienstand:** | ledig |
| **Staatsbürgerschaft:** | Österreich |
| **E-Mail:** | marauch@gmx.at |

**Schulischer- und beruflicher Werdegang**

| | |
|---|---|
| **1984 – 1988** | Volksschule, 8071 Gössendorf |
| **1988 – 1992** | Hauptschule Engelsdorf, 8041 Graz |
| **1992 – 1993** | Polytechnischer Lehrgang, 8020 Graz |
| **1993 – 1997** | Ausbildung zum Kfz- Mechaniker bei der Firma Salis und Braunstein, 8020 Graz |
| **1998 – 1999** | Ausbildung zum Heilmasseur und Heilbademeister mit Zusatzausbildung in Sporttherapie, 8010 Graz |
| **1999 – 2002** | Kfz- Zubehörverkauf bei Firma Kanik, 8055 Graz |
| **2002 – 2003** | Studienberechtigungslehrgang für Medizin. 8010 Graz |

**Hochschulausbildung:**

**Oktober 2003 – heute** Studium der Humanmedizin an der Med. Univ. Graz

**Oktober 2008 – Juli 2009** Praktisches Studienjahr (3.Studienabschnitt):

5 Wochen: Universitätsklinik für Hals- Nasen- und Ohrenheilkunde, LKH Graz

5 Wochen: Allgemeinmedizinfamulatur Praxis Dr. Elke Suette, Gössendorf

10 Wochen: Universitätsklinik für Unfallchirurgie, LKH Graz

10 Wochen: Universitätsklinik für Innere Medizin, FA Kardiologie, LKH Graz West

**Famulaturen: (im Ausmaß von insg. 16 Wochen)**

04.09.2006 – 15.09.2006: Unfallchirurgie, Unfallkrankenhaus Graz

16.07.2007 – 10.08.2007: Allgemeinchirurgie, Landeskrankenhaus Hartberg

16.06.2008 – 27.06.2008: Innere Medizin, Krankenhaus der Elisabethinen, Graz

28.07.2008 – 08.08.2008: Anästhesie, Landeskrankenhaus Hartberg

11.08.2008 – 22.08.2008: Innere Medizin, Landeskrankenhaus Deutschlandsberg

25.08.2008 – 19.09.2008: Allgemeinchirurgie, Landeskrankenhaus Hartberg

**Auslandsaufenthalte: (im Ausmaß von insg. 4 Wochen)**

02.02.2009 – 13.02.2009: Unfallchirurgie/ Orthopädie, Vogtlandklinikum Plauen (GER)

16.02.2009 – 27.02.2009: Unfallchirurgie/ Orthopädie, Paracelsusklinik Adorf (GER)

**Spezielle Studienmodule:**

Klinisch – topographische Anatomie der Extremitäten

Klinisch – topographische Anatomie der Eingeweide

Klinisch – topographische Anatomie der Kopf – Halsregion

Chirurgische Operationslehre

Case Based Learning in Klinik und Praxis