bfu-Sicherheitsdossier Nr. 08

Fahrradverkehr



Autoren:
Esther Walter, Yvonne Achermann Stürmer, Gianantonio Scaramuzza, Steffen Niemann, Mario Cavegn

Bern 2012

bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung

bfu-Sicherheitsdossier Nr. 08

Fahrradverkehr

Autoren:
Esther Walter, Yvonne Achermann Stürmer, Gianantonio Scaramuzza, Steffen Niemann, Mario Cavegn

Bern 2012

bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung

Autoren



Esther Walter

Wissenschaftliche Mitarbeiterin Forschung, bfu, e.walter@bfu.ch

Lic. phil.; Studium am Institut für Psychologie der Universität Bern; 1997–2001 Assistentin am Institut für Sozial- und Präventivmedizin in Bern. Seit 2002 wissenschaftliche Mitarbeiterin der Forschungsabteilung der bfu. Schwerpunkte: Fahrradverkehr, Fussverkehr, Motorradverkehr, Kinder, Kampagnen. Seit 2006 im interuniversitären Weiterbildungsstudiengang Public Health.



Yvonne Achermann Stürmer

Wissenschaftliche Mitarbeiterin Forschung, bfu, y.achermann@bfu.ch

Lic. rer. pol.; Studium an der Fakultät der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften der Universität Genf. 1993–2000 wissenschaftliche Mitarbeiterin der Sektion Erwerbsleben des Bundesamts für Statistik, danach (2000–2006) in der Sektion Grundlagen des Bundesamts für Raumentwicklung. Seit März 2006 tätig als wissenschaftliche Mitarbeiterin der Abteilung Forschung der bfu. Arbeitsschwerpunkte: Regionale Unterschiede im Verkehrsunfallgeschehen, Bevölkerungsbefragung.



Gianantonio Scaramuzza

Wissenschaftlicher Mitarbeiter Forschung, bfu, g.scaramuzza@bfu.ch

Dipl. Ing. ETH; Bauingenieurstudium an der ETH Zürich; bis 1986 Assistent am Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT) an der ETH Zürich. 1986–2004 Mitarbeiter in der Abteilung Verkehrstechnik der bfu. Seit 2004 tätig als wissenschaftlicher Mitarbeiter der Abteilung Forschung der bfu. Schwerpunkte: Infrastruktur (insbesondere Verkehrsberuhigung), Fussverkehr, Fahrradverkehr, Geisterfahrer und Unfallschwerpunkte.



Steffen Niemann

Wissenschaftlicher Mitarbeiter Forschung, bfu, s.niemann@bfu.ch

Magister Artium; Studium der Soziologie, Psychologie und Informationswissenschaften an der Universität Düsseldorf; 1995–2005 Mitarbeiter am Institut für Sozial- und Präventivmedizin der Universität Bern. Seit April 2005 bei der bfu in der Abteilung Forschung. Arbeitsschwerpunkte: Datengrundlagen in den Bereichen Haus und Freizeit, Strassenverkehr, Sport, sowie eigene Erhebungen der bfu.



Mario Cavegn

Wissenschaftlicher Mitarbeiter Forschung, bfu, m.cavegn@bfu.ch

Lic. phil.; Primarlehrerausbildung in Chur, Psychologiestudium an der Universität Zürich. Seit 2002 bei der bfu in der Abteilung Forschung und seit 2011 Teamleiter Forschung Strassenverkehr. Einsitz in der Expertenkommission Fahrerassistenzsysteme des VSS, der Arbeitsgruppe Fahrzeugsicherheit des ASTRA und der Eidgenössischen Kommission für Alkoholfragen. Arbeitsschwerpunkte: Fahrausbildung, Fahrzeugtechnik, Evaluation von Sicherheitsmassnahmen.

Impressum

Herausgeberin	bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung Postfach 8236 CH-3001 Bern Tel. +41 31 390 22 22 Fax +41 31 390 22 30 info@bfu.ch www.bfu.ch Bezug auf www.bfu.ch/bestellen , Art.-Nr. 2.092
Autoren	Esther Walter, lic. phil., Wissenschaftliche Mitarbeiterin Forschung, bfu Yvonne Achermann Stürmer, lic. phil., Wissenschaftliche Mitarbeiterin Forschung, bfu Gianantonio Scaramuzza, dipl. Ing. ETH, Wissenschaftlicher Mitarbeiter Forschung, bfu Steffen Niemann, M.A., Wissenschaftlicher Mitarbeiter Forschung, bfu Mario Cavegn, lic. phil., Teamleiter Forschung Strassenverkehr, bfu
Redaktion	Stefan Siegrist, Dr. phil., EMPA, Leiter Forschung / Ausbildung, Stv. Direktor, bfu
Projektteam	Nathalie Clausen, lic. iur., Wissenschaftliche Mitarbeiterin Recht, bfu Regula Stöcklin, Fürsprecherin, Teamleiterin Recht, bfu Simone Studer, Rechtsanwältin, Wissenschaftliche Mitarbeiterin Recht, bfu Kai-Uwe Schmitt, PD Dr., Institut für Biomedizinische Technik, ETH
Druck/Auflage	Bubenberg Druck- und Verlags-AG, Monbijoustrasse 61, CH-3007 Bern 1/2012/600 Gedruckt auf FSC-Papier

© bfu/FVS 2012

Alle Rechte vorbehalten; Reproduktion (z. B. Fotokopie), Speicherung, Verarbeitung und Verbreitung sind mit Quellenangabe (s. Zitationsvorschlag) gestattet.

Dieser Bericht wurde im Auftrag des Fonds für Verkehrssicherheit (FVS) hergestellt. Für den Inhalt ist die bfu verantwortlich.

Zitationsvorschlag

Walter E, Achermann Stürmer Y, Scaramuzza G, Niemann S, Cavegn M. *Fahrradverkehr.* Bern: bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2012. bfu-Sicherheitsdossier Nr. 08.
ISBN 978-3-908192-53-4

Aus Gründen der Lesbarkeit verzichten wir darauf, konsequent die männliche und weibliche Formulierung zu verwenden.
Aufgrund von Rundungen sind im Total der Tabellen leichte Differenzen möglich.
Wir bitten die Lesenden um Verständnis.

Inhalt

I. Abstract / Résumé / Compendio 11

1. Fahrradverkehr 11
   - 1.1 Zielsetzung 11
   - 1.2 Methode 11
   - 1.3 Ergebnisse und Schlussfolgerungen 11
2. Trafic cycliste 12
   - 2.1 Objectif 12
   - 2.2 Méthode 12
   - 2.3 Résultats et conclusions 12
3. Traffico ciclistico 13
   - 3.1 Obiettivi 13
   - 3.2 Metodo 13
   - 3.3 Risultati e conclusioni 13

II. Kurzfassung / Version abrégée / Riassunto 14

1. Fahrradverkehr 14
   - 1.1 Einleitung 14
   - 1.2 Unfallgeschehen 14
   - 1.3 Risikofaktoren 16
   - 1.4 Prävention 19
   - 1.5 Fazit 26
2. Trafic cycliste 29
   - 2.1 Introduction 29
   - 2.2 Accidentalité 29
   - 2.3 Facteurs de risque 31
   - 2.4 Prévention 34
   - 2.5 Conclusions 41
3. Traffico ciclistico 44
   - 3.1 Introduzione 44
   - 3.2 Incidentalità 44
   - 3.3 Fattori di rischio 46
   - 3.4 Prevenzione 49
   - 3.5 Conclusione 56

III. Einleitung 59
1. Zielsetzung und Inhalt 59
2. Methodik 60

IV. Rahmenbedingungen 64
1. Einleitung 64
2. Gesellschaftlicher Stellenwert des Radfahrens 64
3. Fahrradmarkt 66
4. Verkehrspolitik 66
5. Gesetzliche Vorschriften zum Radfahren 67

V. Unfallgeschehen 68
1. Einleitung 68
   1.1 Ausgangslage 68
   1.2 Vergleich Schweiz – Europa 68
   1.3 Vergleich Fahrradunfälle – übriges Unfallgeschehen Schweiz 70
2. Radfahrende und Fahrräder 72
   2.1 Betroffene Personen 72
   2.2 Unfalltyp 74
   2.3 Verletzungen 75
   2.4 Benutzte Fahrräder 78
3. Kollisionsgegner und -objekte 78
4. Infrastruktur 79
5. Umwelteinflüsse 80
6. Unfallursachen 82
   6.1 Systematik der Ursachenerfassung 82
   6.2 Alleinunfälle 82
   6.3 Kollisionen 83
7. Fazit 84

VI. Risikofaktoren 86
1. Einleitung 86
2. Radfahrende 86
   2.1 Einleitung 86
   2.2 Fahreignung: Wahrnehmung und Informationsverarbeitung 87
   2.3 Fahreignung: Spielmotiv 91
   2.4 Fahreignung: Körpergrösse 92
   2.5 Fahrkompetenz: Verkehrsrelevantes Wissen 94

2.6 Fahrkompetenz: Gefahrenbewusstsein / sicherheitsförderliche Einstellungen 96
2.7 Fahrfähigkeit: Alkoholkonsum 98
2.8 Fahrfähigkeit: Ablenkung durch mediale Geräte 100
2.9 Fahrverhalten: Sensomotorik/Fahrtechnik 101
2.10 Fahrverhalten: Fahrstil 105
2.11 Fahrverhalten: Fahrgeschwindigkeit 106
2.12 Fahrverhalten: Regelwidriges Fahrverhalten 108
2.13 Fahrverhalten: Erkennbarkeit 110
2.14 Risikogruppen 111
2.15 Fazit 113
3. Fahrrad 114
3.1 Einleitung 114
3.2 Grundcharakteristika von Fahrrädern 114
3.3 Fahrradtypen 116
3.4 Betriebssicherheit: Technischer Qualitätszustand 118
3.5 Betriebssicherheit: Fahrradbeleuchtung 120
3.6 Betriebssicherheit: Bremsanlage 121
3.7 Fahrradanhänger 122
3.8 Fazit 124
4. Lenkende der Kollisionsobjekte 124
4.1 Einleitung 124
4.2 Fahrverhalten: Geschwindigkeitswahl 125
4.3 Fahrverhalten: Überholabstand 128
4.4 Fahrfähigkeit: Alkohol 129
4.5 Fahrfähigkeit: Drogen 131
4.6 Fahrfähigkeit: Medikamente 132
4.7 Fahrfähigkeit: Übermüdung 134
4.8 Fahrfähigkeit: Unaufmerksamkeit und Ablenkung 135
4.9 Fahrkompetenz: Fahrzeugbedienung 136
4.10 Fahrkompetenz: Gefahrenkognition und Selbstkontrolle 137
4.11 Fahreignung: Krankheiten und natürliche Veränderungen 138
4.12 Soziodemographische Risikogruppen 142
4.13 Menschliche Leistungsgrenzen: Visuelle Wahrnehmung 143
4.14 Fazit 145
5. Kollisionsobjekte 146
5.1 Einleitung 146
5.2 Frontgeometrie 146

5.3 Frontsteifigkeit 148
5.4 Eingeschränkte Sicht (Toter Winkel) 149
5.5 Fazit 150
6. Infrastruktur 151
6.1 Einleitung 151
6.2 Defizitäre Netzplanung 153
6.3 Defizitäre Knoten 154
6.4 Defizite auf der freien Strecke 155
6.5 Bauliche Hindernisse sowie Unterhaltsmängel für den leichten Zweiradverkehr 157
6.6 Fazit 158

VII. Prävention 159
1. Einleitung 159
2. Radfahrende 159
2.1 Einleitung 159
2.2 Fahreignung: Entwicklungs- bzw. alterungsbedingte Defizite in der Wahrnehmung und Informationsverarbeitung 161
2.3 Fahrkompetenz: Wissen, Einstellungen und Gefahrenbewusstsein 166
2.4 Fahrfähigkeit: Alkohol 171
2.5 Fahrfähigkeit: Ablenkung durch mediale Geräte 172
2.6 Fahrverhalten: Sensomotorik/Fahrtechnik 174
2.7 Fahrverhalten: Fahrstil und Fahrgeschwindigkeit 177
2.8 Fahrverhalten: Tragen von Kleidern/Produkten zur besseren Erkennbarkeit 177
2.9 Fazit 179
3. Fahrrad 181
3.1 Einleitung 181
3.2 Qualitätserhöhung des Fahrradbestandes 181
3.3 Fahrradausstattung: Beleuchtungsanlage 186
3.4 Fahrradausstattung: Bremsanlage 190
3.5 Fahrradanhänger 192
3.6 Fazit 194
4. Schutzprodukt: Fahrradhelm 195
4.1 Einleitung 195
4.2 Kopfverletzungen 196
4.3 Schutzmechanismus und Wirksamkeit eines Fahrradhelms 199
4.4 Präventionspotenzial (Population Attributable Risk) 202
4.5 Verbesserung der Schutzwirkung 205
4.6 Erhöhung der Helmtragquote 207

4.7 Fazit 214
5. Lenkende der Kollisionsobjekte 216
5.1 Einleitung 216
5.2 Alters- und krankheitsbedingte Defizite 217
5.3 Ablenkung und Unaufmerksamkeit 221
5.4 Fahrradspezifisches Gefahrenbewusstsein 222
5.5 Geschwindigkeit und Abstand beim Überholen 224
5.6 Fazit 227
6. Kollisionsobjekte 228
6.1 Einleitung 228
6.2 Fahrzeugfronten 229
6.3 Fahrzeugbeleuchtung 233
6.4 Massnahmen gegen tote Winkel 236
6.5 Elektronische Sicherheitssysteme 241
6.6 Fazit 246
7. Infrastruktur 247
7.1 Einleitung 247
7.2 Netzplanung für Fahrradinfrastruktur 248
7.3 Knoten mit Lichtsignal-Regelung 249
7.4 Knoten mit signalisationstechnischer Vortrittsregelung 252
7.5 Knoten mit Rechtsvortritt 256
7.6 Kreisverkehr 256
7.7 Knoten mit Schienenverkehr 259
7.8 Knoten auf zwei Ebenen 259
7.9 Freie Strecke innerorts 260
7.10 Freie Strecke ausserorts 266
7.11 Unterhalt 269
7.12 Umsetzung 269
7.13 Fazit 272

VIII. Schlussfolgerungen 274

IX. Anhang 275
1. Exkurs zu E-Bike 275
1.1 Grundsätzliches 275
1.2 Rechtliches 275
1.3 Risikofaktoren 276
1.4 Präventionsmöglichkeiten 277

2. Kinder als Radfahrende auf öffentlichen Strassen aus der Optik des Juristen 278
3. Überblick 279

Quellenverzeichnis **282**

I. Abstract / Résumé / Compendio

1. Fahrradverkehr

1.1 Zielsetzung

Im Sicherheitsdossier «Fahrradverkehr» werden wissensbasierte Präventionsempfehlungen zur Steigerung der Sicherheit von Radfahrenden auf Schweizer Strassen erarbeitet.

1.2 Methode

Die Methodik richtet sich nach jener der Epidemiologie. Aufgrund einer Risikoanalyse werden die zentralen Determinanten von schweren Verletzungen bei Radfahrenden bestimmt. Darauf aufbauend werden Ziele formuliert, die zur Unfall- und Verletzungsreduktion beitragen können. Es folgen Strategien/Massnahmen, wie diese Zielsetzungen wirksam erreicht werden können. Beim Literaturstudium werden systematische Review-Arbeiten und Meta-Analysen bevorzugt. Oft fehlen aber solche. Einzelne Studien sind aussagekräftig, wenn sie methodisch solide aufgebaut sind. Mitunter muss in Ermangelung wissenschaftlicher Studien auf Expertenurteile zurückgegriffen werden.

1.3 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Jährlich sind relativ wenig Kinder und Jugendliche unter 15 Jahren in schwere Fahrradunfälle verwickelt. Knapp die Hälfte der Getöteten ist über 60 Jahre alt. Aufgrund ihrer Anzahl entfallen auf die Altersgruppe der Erwachsenen zwischen 20 und 60 Jahren 60 % der schwer oder tödlich verunfallten Radfahrenden. In allen Altersgruppen sind 3 von 4 Verunfallten männlich. Die zentralsten Ziele zur Verbesserung der Sicherheit der Radfahrenden auf der Strasse sind:

- Netzplanung für den leichten Zweiradverkehr
- Infrastruktur für den leichten Zweiradverkehr gemäss VSS-Normen planen und bauen (vor allem an Knoten)
- Betrieb des innerörtlichen Strassennetzes konsequent nach Geschwindigkeitsregime 50/30
- vorausschauendes, partnerschaftliches Fahrverhalten der Motorfahrzeug-Lenkenden gegenüber den Radfahrenden
- Verbesserung der Kollisionseigenschaften von Motorfahrzeugen
- Ausrüsten der Motorfahrzeuge mit elektronischen Systemen (z. B. Systeme zur Detektion von Radfahrenden, Bremsassistenzsysteme)
- Förderung des Fahrradhelms
- fahrradspezifisches Gefahrenbewusstsein der jugendlichen und erwachsenen Radfahrenden fördern
- Kinder beim Zurücklegen von Fahrwegen begleiten

2. Trafic cycliste

2.1 Objectif

Le dossier de sécurité «Trafic cycliste» présente des recommandations préventives basées sur des données probantes et destinées à augmenter la sécurité des cyclistes sur les routes suisses.

2.2 Méthode

La méthodologie s'appuie sur l'épidémiologie. Sur la base d'une analyse de risque, les principaux facteurs à l'origine des blessures graves chez les cyclistes sont déterminés. Puis, sur cette base, des objectifs permettant de contribuer à réduire le nombre d'accidents et de blessures sont formulés. Enfin, des stratégies/mesures à même d'atteindre efficacement ces objectifs sont présentées. L'étude de la littérature scientifique privilégie systématiquement les travaux de synthèse et les méta-analyses, mais ceux-ci font souvent défaut. Les études individuelles sont significatives si elles sont construites sur des bases méthodologiques solides. Faute d'études scientifiques, il faut parfois recourir à des avis d'experts.

2.3 Résultats et conclusions

Annuellement, les enfants et les jeunes de moins de 15 ans impliqués dans des accidents graves de vélo sont relativement peu nombreux. Une petite moitié des personnes tuées a plus de 60 ans. 60% des cyclistes grièvement ou mortellement accidentés sont des adultes entre 20 et 60 ans. Dans tous les groupes d'âge, 3 accidentés sur 4 sont de sexe masculin.

Les mesures essentielles pour améliorer la sécurité des cyclistes sur les routes sont les suivantes:

- Planifier un réseau pour le trafic des deux-roues légers
- Planifier et aménager (carrefours surtout) l'infrastructure pour le trafic des deux-roues légers conformément aux normes VSS
- Mettre en place le régime de vitesses 50/30 km/h sur le réseau routier à l'intérieur des localités
- Pour les conducteurs de véhicules à moteur, adopter un comportement routier prévoyant et partenarial vis-à-vis des cyclistes
- Améliorer le comportement des véhicules à moteur en cas de collision
- Equiper les véhicules à moteur de systèmes électroniques (par ex., système de détection des cyclistes, assistance au freinage)
- Promouvoir le casque cycliste
- Promouvoir la conscience des dangers spécifiques au vélo chez les cyclistes jeunes et adultes
- Accompagner les enfants qui font du vélo

3. Traffico ciclistico

3.1 Obiettivi

Con il dossier sicurezza «Traffico ciclistico» l'upi ha realizzato un'opera contenente raccomandazioni e misure per aumentare la sicurezza dei ciclisti in Svizzera.

3.2 Metodo

La metodica si rifa a quella dell'epidemiologia. In base a un'analisi dei rischi si stabiliscono i determinanti centrali delle ferite gravi dei ciclisti per poter formulare in seguito obiettivi che possono contribuire a ridurre gli incidenti e le ferite. Seguono poi strategie/misure che permettono di raggiungere in modo efficace tali obiettivi. Per lo studio della letteratura si è preferito ricorrere a review sistematici e a meta-analisi. Spesso però questi studi mancano. Singoli studi sono significativi se seguono una struttura metodica e solida. A volte, per mancanza di lavori scientifici bisogna ricorrere a giudizi di esperti.

3.3 Risultati e conclusioni

Ogni anno sono relativamente pochi i bambini e gli adolescenti sotto i 15 anni a essere coinvolti in un incidente ciclistico grave. Quasi la metà dei morti aveva più di 60 anni. In base alla loro somma, la fascia d'età degli adulti tra i 20 e i 60 anni raggiunge il 60% dei ciclisti coinvolti in un incidente grave o mortale. In tutte le fasce d'età 3 su 4 persone coinvolte in un incidente sono maschi. Gli obiettivi di prima importanza per migliorare la sicurezza dei ciclisti sulla strada sono:

- pianificare una rete per il traffico dei veicoli leggeri a due ruote
- pianificare e costruire l'infrastruttura per il traffico dei veicoli leggeri a due ruote secondo le norme VSS (specialmente alle intersezioni)
- suddividere la rete stradale urbana in modo coerente secondo il regime 50/30 km/h
- comportamento alla guida previdente e rispettoso dei conducenti di un veicolo a motore rispetto ai ciclisti
- migliorare le caratteristiche di collisione dei veicoli a motore
- equipaggiare i veicoli a motore di sistemi elettronici (p. es. sistemi per la detezione di ciclisti, sistemi di assistenza alla frenata)
- promuovere il casco per ciclisti
- promuovere il senso del pericolo dei ciclisti adolescenti e adulti specificamente per la bicicletta
- accompagnare i bambini che usano la bicicletta

II. Kurzfassung / Version abrégée / Riassunto

1. Fahrradverkehr

1.1 Einleitung

Die bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung erstellt seit dem Jahr 2004 im Auftrag des Fonds für Verkehrssicherheit (FVS) jährlich ein Sicherheitsdossier mit periodischer Aktualisierung zu diversen Unfallschwerpunkten (z. B. Fussverkehr, Fahrradverkehr, Geschwindigkeit, Motorradverkehr, Personenwagen-Insassen). Das vorliegende Dossier ist das erste, das nach seiner Ersterscheinung im Jahr 2005 einer systematischen Aktualisierung unterzogen worden ist.

Die in den bfu-Sicherheitsdossiers angewendete Methodik richtet sich nach jener der Epidemiologie. Durch die **wissenschaftliche Vorgehensweise** haben sie den Anspruch, **solide Grundlagen für Entscheidungsträger** bereitzustellen. Die Publikation richtet sich nicht nur an den FVS, sondern generell an Personen und Institutionen, die für die Planung und Finanzierung von Präventionsmassnahmen oder anderweitigen sicherheitsrelevanten Massnahmen im Strassenverkehr verantwortlich zeichnen.

Kernstück des vorliegenden Sicherheitsdossiers «Fahrradverkehr» bilden die Kapitel Unfallgeschehen, Risikofaktoren und Prävention. Das Kapitel **Unfallgeschehen** zeigt basierend auf verschiedenen Datenquellen einen Überblick über die schweren Fahrradunfälle in der Schweiz – auch im Vergleich zum Ausland. Im Kapitel **Risikofaktoren** werden mögliche Gefahrenquellen erläutert und in ihrer Relevanz für schweizerische Verhältnisse gewichtet. Das Kapitel gliedert sich nach Risikofaktoren bei den Radfahrenden selbst, bei den Fahrrädern, bei den Lenkenden der Kollisionsobjekte, bei den Kollisionsobjekten (meist Personenwagen) und bei der Infrastruktur. Im Kapitel **Prävention** werden mögliche Zielsetzungen zur Reduzierung der Risikofaktoren (**was** soll erreicht werden) und Strategien zu deren Erreichung (**wie** kann dieser Sollzustand erreicht werden) beschrieben. Die Ausführungen zur Prävention schwerwiegender Fahrradunfälle gliedern sich analog zum Kapitel Risikofaktoren. Zur Reduzierung von Kopfverletzungen wird als Schutzprodukt der Fahrradhelm als Präventionsmassnahme beleuchtet. Als letzter Arbeitsschritt werden in den Präventionskapiteln (mehr oder weniger konkrete) **Präventionsvorschläge** für die Schweiz **beurteilt** (von «sehr empfehlenswert» bis «nicht empfehlenswert») und tabellarisch dargestellt. Die Beurteilung erfolgt nach bestem Wissen und Gewissen. Als Grundlage dienten vor allem die wissenschaftliche Evidenz der Wirksamkeit, der erwartete Nutzen aus Public-Health-Sicht sowie ethische Überlegungen (z. B. die besondere Schutzbedürftigkeit von Kindern). Darüber hinausgehende Kriterien wie die politische Akzeptanz oder das Kosten-Nutzen-Verhältnis gelten als Zusatzkriterien. Die von der bfu erarbeiteten Empfehlungen sind daher im Sinn einer Grundlage für die politische Diskussion zu verstehen.

1.2 Unfallgeschehen

Jährlich werden bei Strassenverkehrsunfällen 800 Radfahrende schwer und knapp 40 tödlich verletzt. Fast die Hälfte der Todesfälle (47 %) be-

traf in den Jahren 2005–2009 Personen ab 60 Jahren. Radfahrende unter 20 Jahren machten einen Anteil von 15 % aus (wobei die Hälfte von ihnen mindestens 15 Jahre alt war). Bezogen auf alle schwer verletzten und getöteten Radfahrenden reduziert sich der Anteil der Personen ab 60 Jahren auf 22 %, während sich derjenige der Radfahrenden unter 20 Jahren auf knapp 20 % erhöht. Kinder unter 15 Jahren sind eher selten in schwere Fahrradunfälle verwickelt. Senioren haben pro gefahrenen Kilometer das weitaus grösste Risiko, schwer oder tödlich zu verunfallen. Bezogen auf den jeweiligen Bevölkerungsanteil ist die Gruppe der 10- bis 14-Jährigen am häufigsten von schweren Fahrradunfällen betroffen, was sich in erster Linie durch ihre hohe Kilometerleistung ergibt. Durch die grosse Altersspannweite der Erwachsenen zwischen 20 und 60 Jahren fallen absolut gesehen aber 60 % der schwer oder tödlich verunfallten Radfahrenden in diese Gruppe. 3 von 4 tödlich verunfallten Radfahrenden sind Männer (und zwei Drittel der Schwerverletzten und Getöteten insgesamt). Dieses Missverhältnis zu Ungunsten der Männer findet sich bei allen Altersgruppen.

Die Sicherheit von Radfahrenden konnte in den letzten Jahren absolut gesehen zwar erhöht werden, bei anderen Verkehrsteilnehmergruppen (z. B. Fussgänger, Personenwagen-Insassen) wurden aber grössere Erfolge erzielt. Im europäischen Vergleich zeigt sich, dass die Verkehrssicherheit in der Schweiz im Allgemeinen sehr hoch ist, bei der Sicherheit von Radfahrenden jedoch nur durchschnittlich.

Rund 30 % der schwer oder tödlich verunfallten Radfahrenden erlitten Alleinunfälle und zwei Drittel waren in Kollisionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden verwickelt. 86 % der Kollisionsgegner waren Motorfahrzeuge, wobei der Hälfte der kollidierten Radfahrenden und einem Drittel der beteiligten Motorfahrzeug-Lenkenden im polizeilichen Unfallrapport keine Schuld (im Sinn eines erkennbaren Mangels) zugeordnet wird. Mit zunehmendem Alter steigt der Anteil der Radfahrenden, denen bei einer Kollision kein Mangel zugeschrieben wird. Kollisionen mit Motorfahrzeugen ereignen sich grösstenteils bei Abbiege- und Querungsmanövern. Drei Viertel der Fahrradunfälle ereignen sich innerorts.

Sowohl bei Alleinunfällen als auch bei Kollisionen stehen gemäss Angaben der Polizei verhaltensorientierte Ursachen im Vordergrund, verhältnisorientierte Ursachen sind eher selten. Nebst «Unaufmerksamkeit und Ablenkung» spielen bei Alleinunfällen «Geschwindigkeit» und «Alkohol», bei Kollisionen «Vortrittsmissachtungen» eine zentrale Rolle. Fehlende oder mangelhafte Infrastrukturelemente werden selten als mögliche Unfallursache registriert. Welche Risiken von einer mangelhaften Infrastruktur ausgehen, kann deshalb aufgrund der Polizeiprotokolle nicht beantwortet werden.

In der UVG-Statistik der Sammelstelle für die Statistik der Unfallversicherung SSUV werden jährlich 17 000 im Strassenverkehr verletzte Radfahrende erfasst. Im Gegensatz zu den polizeilich registrierten Unfällen ist der Anteil von Kollisionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden deutlich geringer, was durch die Dunkelziffer in der amtlichen Statistik zu erklären ist.

Radfahrende tragen bei Unfällen überwiegend Prellungen davon, gefolgt von Frakturen, Verstauchungen und offenen Wunden. Bei einem Sturz oder Anprall sind eher die oberen Extremitäten, bei einer Kollision der Rumpf und die Wirbelsäule betroffen. 20 % der Verletzungen werden im

Bereich des Kopfes und des Halses registriert. Von diesen sind rund 18 % Schädel-/Hirntraumata, überwiegend Gehirnerschütterungen.

Einschränkend muss erwähnt werden, dass Verletzungen von Kindern und Senioren durch die UVG-Statistik nicht erfasst werden. Die vorliegenden Auswertungen geben damit kein vollständiges Bild des Verletzungsspektrums bei Radfahrenden wieder.

Aus der Analyse der Unfalldaten und der UVG-Statistik wird deutlich, dass für Radfahrende in der Schweiz (weiterhin) Präventionsbedarf besteht.

1.3 Risikofaktoren

1.3.1 Radfahrende

Aufgrund der durchgeführten Literaturanalyse, wenn möglich plausibilisiert anhand der schweizerischen Unfallzahlen, kann gefolgert werden, dass sich Radfahrende bei Unfällen schwer verletzen, weil sie:

- über mangelhaftes **Gefahrenbewusstsein** verfügen
- über mangelhaftes verkehrsrelevantes **Wissen** verfügen
- nachts und insbesondere tagsüber schlecht **erkennbar** unterwegs sind
- sich nicht an die **Verkehrsregeln** halten
- **zu schnell** fahren
- unter **Alkoholeinfluss** stehen

Kinder unter 8 Jahren sind aufgrund ihrer kognitiven und sensomotorischen Fähigkeiten den heutigen Anforderungen des Strassenverkehrs nicht gewachsen. Bis zum Alter von 10 Jahren ist nach wie vor Vorsicht geboten. Auch Jugendliche sind durch ihr geringes Gefahrenbewusstsein, ihre Selbstüberschätzung und – wenn mit anderen unterwegs – ihre Ablenkung durch die soziale Interaktion besonderen Risiken ausgesetzt. Im Unterschied zu den Jugendlichen (die im Vergleich zu anderen Altersgruppen relativ oft Rad fahren) halten sich jüngere Kinder nicht lange im Verkehr auf, und wenn, dann vermutlich häufig begleitet. Dies ist zumindest aufgrund der vergleichsweise geringen Anzahl von Schwerverletzten oder Getöteten in dieser Altersgruppe zu vermuten. Die im Rahmen der Verkehrserziehung an der Unterstufe erworbenen Regelkenntnisse verblassen bereits im Kindes- und Jugendalter. Es ist davon auszugehen, dass Vortrittsmissachtungen zum Teil auf Unwissen zurückzuführen sind. Rund einem Drittel der Kinder und Jugendlichen wird bei Kollisionen von der Polizei eine Vortrittsmissachtung zugeschrieben.

Senioren, die fast die Hälfte der Todesfälle ausmachen, sind ebenfalls von entwicklungs- bzw. alterungsbedingten Defiziten betroffen (im Bereich der Wahrnehmung, Informationsvermittlung und Sensomotorik) und es wird vermutet, dass einige Senioren ohne genügend Regelkenntnisse Rad fahren. Allerdings sind Senioren nicht primär durch diese Faktoren gefährdet, sondern vielmehr durch ihre erhöhte Vulnerabilität. Sie erleiden schneller schwerere Verletzungen und erholen sich langsamer davon, was ihre hohe Opferzahl zu einem grossen Teil erklärt.

Bei **Erwachsenen** finden sich wenig spezifische Risikofaktoren. Auffallend ist gemäss polizeilich registrierter Unfälle lediglich der Mangel «Alkohol». Dieser betrifft in erster Linie Personen im Altssegment zwischen 18 und 59 Jahren (bei Alleinunfällen wird aber auch jedem Fünften 15- bis 17-Jährigen der Mangel «Alkohol» zugeschrieben).

Die grosse Mehrzahl der Radfahrenden ist unabhängig von ihrem Alter **ungenügend erkennbar, insbesondere am Tag**. Dies ergibt sich durch ihre schmale Silhouette (gegenüber zunehmend höheren Autos) und die oft dunkle Bekleidung. Von allen Risikofaktoren wird der ungenügenden Erkennbarkeit die grösste Unfallrelevanz zugesprochen. Eine bessere Erkennbarkeit würde zwar keine Alleinunfälle verhindern, aber vermutlich einen grossen Anteil der Kollisionen – insbesondere als Folge von Vortrittsmissachtungen.

Auch **zu schnelles Fahren** ist relativ unabhängig vom Alter ein wichtiger Risikofaktor und bei Alleinunfällen bedeutender als bei Kollisionen.

Ungenügende sensomotorische Fähigkeiten wurden in der Risikoanalyse insgesamt – d. h. bezogen auf alle Radfahrenden – nicht als zentraler Risikofaktor identifiziert. Es wird davon ausgegangen, dass jene Erwachsenen, die oft Rad fahren – und daher eine wichtige Zielgruppe sind, da sie den Gefahren des Verkehrs öfters ausgesetzt sind –, ausreichende sensomotorische Fähigkeiten besitzen bzw. umgekehrt wenige Erwachsene regelmässig mit dem Rad unterwegs sind, die das Fahrrad nicht ausreichend beherrschen (aber in Einzelfällen möglich). Die Sensomotorik entwickelt sich erst mit der Zeit, sodass Kinder und zum Teil auch Jugendliche, insbesondere bei geringer Fahrpraxis, diesbezüglich Defizite aufweisen (Reaktionszeit, Gleichgewicht, Bremsverhalten). Aufgrund der geringen Unfallzahlen bei Kindern ist davon auszugehen, dass Kinder mit grossen Defiziten entweder wenig am Verkehr teilnehmen oder begleitet werden. Die nicht selten geäusserten Beobachtungen von Verkehrsinstruktoren, dass die Sensomotorik der Kinder schlechter geworden sei, lassen sich möglicherweise darauf zurückführen, dass es heute mehr Kindern als früher an ausreichender Fahrpraxis fehlt – was an einer praktischen Prüfung zwangsläufig zu Unsicherheiten führt. Im fortgeschrittenen Alter verschlechtert sich die Sensomotorik oft wieder. Nicht selten verletzen sich ältere Radfahrende beim Auf- und Absteigen, was als Indiz für mangelnde Sensomotorik gesehen werden kann.

1.3.2 Fahrrad

Fahrräder weisen einige Charakteristika auf, die die Gefahr schwerer Verletzungen erhöhen: hohe Fahrinstabilität, kleine räumliche Ausdehnung, fehlende Knautschzone. Ob die Unfall- bzw. Verletzungsgefahr in Abhängigkeit des Fahrradtyps (Mountainbike, Rennrad, Citybike usw.) variiert, kann mangels Daten nicht gesagt werden.

Ein beachtlicher Anteil der Fahrräder weist **betriebstechnische Sicherheitsmängel** auf. Besonders häufig sind solche bei der Beleuchtung, den Bremsen und den Rädern. Der wichtigste Grund dafür dürfte wohl in der hohen «Mangeltoleranz» der Radfahrenden liegen. Die Unfallrelevanz dieser technischen Mängel ist aber im Vergleich zur Bedeutung anderer Risikofaktoren gering.

Bei der **Beleuchtung** besteht nicht nur das Problem von technischen Defekten an der Beleuchtungsanlage, sondern auch die Tatsache, dass viele Radfahrende gar keine Beleuchtung montiert haben. Bei Dunkelheit nur ungenügend oder gar nicht beleuchtete Fahrräder (und Anhänger) führen zwar zu einem höheren Risiko, von Motorfahrzeug-Lenkenden übersehen, angefahren und infolgedessen schwer verletzt zu werden. Dennoch ist die Bedeutung lichtbezogener Mängel zur Erklärung des gesamten

Unfallgeschehens gering, da in der Nacht/bei Dunkelheit nur ein Bruchteil aller Fahrten absolviert wird.

Auch **bremsenbezogene Mängel** sind für das Unfallgeschehen von Radfahrenden nur in bescheidenem Ausmass verantwortlich. Dass die Unfallrelevanz mangelhafter Bremsen geringer ist, als man aufgrund ihres relativ häufigen Vorkommens vermuten könnte, dürfte u. a. damit zusammenhängen, dass Radfahrende das Bremsvermögen ihrer Bremsen aus Erfahrung einschätzen können und entsprechend fahren.

1.3.3 Lenkende der Kollisionsobjekte

Motorfahrzeug-Lenkende gefährden Radfahrende insbesondere durch **Vortrittsmissachtungen** und **unvorsichtige Richtungs- und Fahrspurwechsel** (inkl. Kurvenschneiden). Zu Kollisionen kommt es hauptsächlich aufgrund von **ungenügendem fahrradspezifischem Gefahrenbewusstsein,** d. h., Motorfahrzeug-Lenkende schätzen Gefahren und Risiken bei sich selbst sowie die Situation falsch ein und verhalten sich dementsprechend wenig sicherheitsorientiert, sowie durch **Ablenkung und Unaufmerksamkeit**. Generell ist die **Fahrgeschwindigkeit** der Motorfahrzeug-Lenkenden (hinsichtlich Kollisionswahrscheinlichkeit und Verletzungsschwere) ein entscheidender Gefährdungsfaktor für die Radfahrenden. Während **Alkohol und Müdigkeit** bei motorisierten Fahrzeuglenkenden zwar generell ein grosses Sicherheitsproblem darstellen, haben diese beiden Faktoren für die Sicherheit der Radfahrenden eine untergeordnete Relevanz. Unfälle, bei denen der motorisierte Lenker alkoholisiert oder übermüdet ist, passieren zu Zeitpunkten (nachts) oder an Orten (auf monotonen Langstrecken auf Ausserortsstrassen oder Autobahnen), wo Radfahrende kaum unterwegs sind. Hingegen gefährden nicht selten zu dichte **Überholmanöver** der Motorfahrzeug-Lenkenden und das unvorsichtige **Öffnen der Wagentür** die Radfahrenden.

Unter den Motorfahrzeug-Lenkenden stellen – gemessen an ihrer Fahrleistung – die **jungen motorisierten Lenker** zwischen 18 und 24 Jahren und jene **ab 60 Jahren** ein besonderes Sicherheitsrisiko dar. Bei Neulenkenden liegen die Gründe einerseits in jugendtypischen Eigenschaften und andererseits in den noch geringen Fahrerfahrungen. Bei den älteren Lenkenden stehen verschiedenste alterungsbedingte Leistungseinbussen im Vordergrund (kognitive sowie körperlich-motorische Einschränkungen). Eine Demenzerkrankung erhöht z. B. das Unfallrisiko massiv, ist aber erst in sehr hohem Alter verbreitet. Aufgrund der grossen Altersspannweite, d. h. ihrer Summe, geht die grösste Gefahr für Radfahrende aber von **erwachsenen Motorfahrzeug-Lenkenden allgemein** aus.

Die **Leistungsgrenzen bezüglich Wahrnehmung und Informationsverarbeitung** werden bei Motorfahrzeug-Lenkenden generell im Verkehr überbeansprucht. Dies äussert sich z. B. im häufigen Übersehen der Radfahrenden bei Richtungs- oder Fahrspurwechseln und bei Vortrittsmissachtungen. Diesbezüglich sind folgende Problemfelder zu nennen:

- Knotenpunkte (ausgenommen Kreisel) weisen oftmals einen zu hohen Komplexitätsgrad auf, d. h., die Informationsdichte ist zu hoch. Verschärft wird das Problem durch die hohe Dichte von Verkehrssignalen.
- Radfahrende sind durch ihr unscheinbares Erscheinungsbild (schmale Silhouette, schlecht sichtbare Kleiderfarben) besonders gefährdet, in der Flut der verkehrsrelevanten Informationen unterzugehen.

- Die Geschwindigkeit der Motorfahrzeug-Lenkenden erhöht die Problematik der visuellen Leistungsgrenzen.

1.3.4 Kollisionsobjekte

Zweispurige Motorfahrzeuge sind die häufigsten und zugleich gefährlichsten Kollisionsgegner von Radfahrenden. Risikoerhöhende Merkmale beziehen sich insbesondere auf die strukturgeometrischen Fronteigenschaften. Eine **hohe und steile Front** birgt die Gefahr eines starken primären (Kopf-)Aufpralls und anschliessenden Wegschleuderns, was mit einem sekundären Aufprall auf die Strassenoberfläche endet. Die nach wie vor **zu hohe Festigkeit von Frontaufbauten** birgt ebenfalls ein hohes Gefahrenpotenzial. Erst einige wenige Personenwagen-Modelle weisen sicherheitsoptimierte Fronten auf, die einen gewissen Partnerschutz für ungeschützte Kollisionsgegner bieten. Bei höheren Kollisionsgeschwindigkeiten landen Radfahrende aber nicht auf der Motorhaube, sondern auf der deutlich härteren **Windschutzscheibe oder deren Umrahmung**. Ein weiterer Risikofaktor, der jedoch zur Erklärung des Unfallgeschehens von geringerer Bedeutung ist, stellen **tote Winkel** dar, die insbesondere bei Lastwagen vorkommen, aber auch die vorderen Dachsäulen (A-Säulen) bei Personenwagen.

1.3.5 Infrastruktur

Die Strasseninfrastruktur ist grösstenteils **stark auf den motorisierten Verkehr ausgerichtet**. Fahrradspezifische Infrastrukturelemente, namentlich an Knoten und auf der freien Strecke, sind oft mangelhaft, gänzlich fehlend, falsch angeordnet oder mangels Netzplanung lückenhaft. Infrastrukturelle Mängel werden in der offiziellen Unfallstatistik der Schweiz zwar selten und nicht im verkehrstechnischen Sinn als mögliche Ursache von Unfällen aufgeführt. Dennoch zeigt die Risikoanalyse, dass die **fehlende Planung eines Fahrradnetzes**, eine für Radfahrende **defizitäre Gestaltung von Knoten und Ausserortsstrecken** (z. B. Radstreifen auf zu schmaler Fahrbahn) sowie **Hindernisse** im weitesten Sinn die Sicherheit der Radfahrenden massiv gefährden können.

1.4 Prävention

1.4.1 Radfahrende

Entwicklungsbedingte Defizite im Bereich der Wahrnehmung und Informationsverarbeitung bei unter 10-jährigen **Kindern** lassen sich kaum reduzieren. Da Radfahren ein umweltschonendes und gesundheitsförderliches Fortbewegungsmittel ist, sollen Kinder dennoch so weit als vertretbar mit dem Fahrrad ihre Wege zurücklegen. Aus der Optik der Verkehrssicherheit sollten sie bis mindestens zum 8. Geburtstag (Vollendung des 7. Lebensjahres) durch eine verantwortungsbewusste Person begleitet werden. In der Schweiz wird zurzeit ein Mindestalter für unbegleitetes Fahren ab dem 7. oder gar 6. Geburtstag diskutiert (eventuell mit Ausnahmeregelungen für noch jüngere Kinder z. B. auf Radwegen). Während gegen das unbeaufsichtigte Verweilen/Spielen mit Kinderfahrrädern auf der Fahrbahn von verkehrsarmen Strassen, z. B. in Tempo-30-Zonen, nichts einzuwenden ist (und in der Schweiz heute wie in Zukunft erlaubt), sollten Kinder beim Radfahren von A nach B bis mindestens zum 8. Geburtstag immer begleitet werden. Tempo-30-Zonen, Radwege und Begegnungszonen sind in der Regel nicht als geschlossene Wegnetze konzipiert. Daher kann bei deren Benützung die Querung und Nutzung von Strassen, auf denen

Fahrzeuge mit höheren Geschwindigkeiten verkehren, nicht ausgeschlossen werden. Das bringt erhebliche Risiken für Kinder mit sich. Mit oder ohne gesetzliche Regelung über ein Mindestalter für unbegleitetes Radfahren müssen Eltern und andere Bezugspersonen für die Gefahren sensibilisiert werden. Ziel soll das Begleiten und nicht das Fernhalten vom Radfahren sein. Kinder, die unbegleitet mit dem Fahrrad unterwegs sind, sollen durch zusätzliche Massnahmen (möglichst verkehrsfreie Wegwahl, gute Erkennbarkeit, Fahrradhelm usw.) so wenigen Risiken wie möglich ausgesetzt werden.

Begleitete wie unbegleitete Kinder sollten früh mit einer institutionalisierten, fahrradspezifischen Verkehrserziehung konfrontiert werden. Als Setting bietet sich die Schule an. Hier werden alle Kinder unabhängig von ihrer sozialen Herkunft und unabhängig von der Affinität ihrer Eltern zum Thema gleichermassen erreicht. Sinnvoll sind neben der Vermittlung der Bedeutung von Signalen und Regeln auch die Schulung des Gefahrenbewusstseins sowie praktische, geführte Fahreinheiten, die risikoreiche Fahrsituationen im Verkehr veranschaulichen sollten. Sicherheit im Verkehr bedingt eine genügende Fahrpraxis. Kinder sollten daher in einem sicheren Umfeld bzw. durch Erwachsene begleitet zum Radfahren motiviert werden. Regelmässiges Radfahren, z. B. auch das Fahren eines Kinderlaufrads oder Trottinetts in jungen Jahren, kann die sensomotorische Entwicklung unterstützen. Aufgrund des Wachstumsschubs im Jugendalter ist dies kein geeigneter Zeitpunkt, um Bewegungsabläufe oder Elemente komplexer Bewegungsabläufe zu erlernen. Punktuelle fahrtechnische Trainingseinheiten im Teenageralter werden aus ungeübten Radfahrenden vermutlich keine sicheren Verkehrsteilnehmenden machen. Ein Fahrtechniktraining, das den Anspruch hat, im Kindesalter nicht erworbene koordinative Fähigkeiten auszubilden, müsste sehr intensiv sein und ist daher kaum umsetzbar. Fahrradspezifische Verkehrserziehung sollte über die gesamte obligatorische Schulzeit ein Thema sein. Studien haben gezeigt, dass Inhalte der Verkehrserziehung innerhalb eines Jahres massiv verblassen. Im Jugendalter ist nebst der Auffrischung von Signal- und Regelkenntnissen auch das Gefahrenbewusstsein zu fördern. Jugendliche fahren im Vergleich zu anderen Altersgruppen relativ oft Fahrrad und haben gemessen an ihrem Bevölkerungsanteil die meisten schweren Fahrradunfälle. Ihr Gefahrenbewusstsein ist entwicklungsbedingt wenig ausgeprägt und ihre Selbstüberschätzung gleichzeitig gross. Das Einbeziehen der Zielgruppe bei der Programmentwicklung von Verkehrserziehung bei Jugendlichen ist wichtig (partizipativer Ansatz).

Verkehrserziehung in der Schule kann in einem spezifischen Gefäss stattfinden (z. B. Verkehrserziehung durch Verkehrsinstruktoren) oder in den Schulunterricht integriert werden (z. B. im Mathematik-, im Sport- oder im Physikunterricht, als Natur-Mensch-Mitwelt-Thema usw.).

Die Schule ist aber nicht das einzige Setting, das für Verkehrserziehung ins Auge gefasst werden sollte. Insbesondere besteht das Problem, dass die Schule mit gesellschaftlichen Themen überschwemmt wird. Daher ist zu prüfen, inwiefern weitere Bezugspersonen wie Trainer, Pfadiführer, Pfarrer usw. **im Rahmen diverser Settings** Radfahren und Sicherheit thematisieren (Pfadilager, ausserschulischer Religionsunterricht, Elternrat, Jugendarbeit usw.). Dabei kann Verkehrserziehung auch im weiten Sinn verstanden – z. B. im Sinn von «wir tragen Sorge zueinander» – und mit anderen Themen – z. B. im Rahmen eines Gesundheitstages – kombiniert werden.

Auch **Senioren** sind alters- und krankheitsbedingt in ihrer Wahrnehmung und Informationsverarbeitung eingeschränkt. Es wird nicht davon ausgegangen, dass eine bessere Informiertheit darüber viele Unfälle von Senioren verhindern. Diese verunfallen sehr oft ohne eigenes Verschulden. Entscheidend sind bei Senioren eher die eingeschränkte Sensomotorik und insbesondere die hohe Vulnerabilität, wodurch Unfälle schnell schwerwiegende Folgen haben. Bereits Radfahrende über 60 Jahre haben eine überdurchschnittliche Letalität; bei über 70-Jährigen beträgt diese ein Mehrfaches des Durchschnitts aller Altersgruppen. Senioren können beim Radfahren womöglich von einer generellen Sturzprävention profitieren. Viele stürzen beim Auf- oder Absteigen, was auf sensomotorische Defizite hinweist.

Erwachsene sind aufgrund ihrer insgesamt gefahrenen Fahrradkilometer eine wichtige Zielgruppe. Themen wie eine bessere Erkennbarkeit, regelkonformes Fahren, eine angemessene Fahrgeschwindigkeit, Wissensdefizite oder das Gefahrenbewusstsein können durch Strategien des **Sozialmarketings** transportiert werden. Generell gilt auch hier, dass gebündelte Aktionen der Akteure (Interessensvertreter, Polizei, Versicherungen, Fahrradbranche, Verbände usw.) wirksamer sein können als isolierte. Welche Massnahmen hier im Detail sinnvoll sind, ist jeweils in gezielten Situationsanalysen zu klären. Aktionen/Kontrollen durch die Polizei sind wünschenswert als edukatives Mittel, nicht im Sinn von Kontrollen mit Sanktionen. So können bei einem geeigneten Vorgehen nicht nur die bereits sensibilisierten Radfahrenden erreicht werden, wie dies bei Kommunikationskampagnen, Aktionstagen usw. oft der Fall ist.

1.4.2 Fahrrad

Ein beachtlicher Teil der im Verkehr eingesetzten Fahrräder weist Mängel im Sinn von technischen Defekten und Funktionsbeeinträchtigungen auf, die zu einer Einschränkung der Betriebssicherheit führen können. Sowohl die polizeiliche Unfallstatistik als auch detaillierte Unfallursachenanalysen zeigen jedoch, dass die Bedeutung technischer Fahrradmängel für das Unfallgeschehen gering ist. Dementsprechend ist der präventive Nutzen von Massnahmen zur Förderung technisch einwandfreier Fahrräder im Vergleich zu anderen Massnahmen relativ bescheiden.

Empfehlenswert sind **gesetzliche Verschärfungen und Präzisierungen** zur aktiven und passiven Beleuchtung. Weiter ist zu empfehlen, den Konsumenten **Informationen** zur Verfügung zu stellen, die alle relevanten Sicherheitskomponenten des Fahrrads und Anhängers thematisieren. Diese sollen dazu dienen, den Fahrradkauf nach Sicherheitsaspekten vornehmen zu können, und andererseits die Möglichkeiten einer sicherheitstechnischen Nachrüstung aufzeigen. Sinnvoll ist zudem, die Motivation für Unterhalts-/Instandhaltungsarbeiten am Fahrrad zu fördern. Nicht ressourceneffizient wäre es aber, isoliert für diese Thematik Informationskanäle zu nutzen, wie z. B. einen eigens dafür konzipierten TV-Spot oder eine Broschüre ausschliesslich zu diesem Thema. Vielmehr sollte die Funktionstüchtigkeit der Fahrräder als Nebenthema in bestehende Präventionsaktivitäten eingebaut werden.

Bezüglich der **Anhänger** für den Kindertransport kann gesagt werden, dass durchaus Möglichkeiten zur sicherheitstechnischen Verbesserung bestehen, diese jedoch ein **sehr geringes Rettungspotenzial** haben. In Anbetracht der Unfreiwilligkeit der Ver-

kehrsteilnahme und der hohen Anzahl verlorener Lebensjahre der verunfallten Kinder kann diesen Massnahmen aus ethischen Überlegungen aber eine höhere Bedeutung beigemessen werden, als aus den Berechnungen des Rettungspotenzials resultiert.

1.4.3 Schutzprodukt: Fahrradhelm

Einen Helm zu tragen, ist eine Massnahme **sekundärer Prävention**, d. h., sie beeinflusst nicht das Unfallrisiko, sondern die Verletzungsschwere. In erster Linie muss Prävention da ansetzen, wo Unfälle vermieden werden können. In diesem Dossier wird eine Vielzahl notwendiger Massnahmen beschrieben, um dieses Ziel zu erreichen. Dennoch werden Fahrradunfälle nie völlig vermieden werden können. Kommt es zu einem Sturz, ist es sinnvoll, wenn ein Helm den Kopf schützt, auch wenn nicht alle Kopfverletzungen dadurch vermieden werden können.

Gemäss der Todesursachenstatistik sterben in der Schweiz 60 % der tödlich verunfallten Radfahrenden an einer **Kopfverletzung**. Dieses Ergebnis deckt sich mit der internationalen Literatur. Aufgrund der aktuellsten und methodisch ausgereiftesten Meta-Analyse, die über 20 Studien berücksichtigt, ist davon auszugehen, dass ein Fahrradhelm im Durchschnitt (nicht im Einzelfall) die **Wahrscheinlichkeit einer Kopfverletzung um rund 40 % reduziert**. Die Schutzwirkung kann durch einen gut passenden und korrekt getragenen Helm erhöht werden.

Im Zusammenhang mit dem Fahrradhelm sind zwei **Zielsetzungen** möglich: erstens die **Verbesserung der Schutzwirkung** und zweitens die **Erhöhung der Helmtragquote**. Aus Public-Health-Sicht ist die Erhöhung der Tragquote prioritär. Die Steigerung der Wirksamkeit (Efficacy) einer Intervention an sich – hier des Fahrradhelms – ist für die Öffentlichkeit oft weniger von Nutzen als die Steigerung der Durchdringung einer Intervention in der Bevölkerung (z. B. der Zugang relevanter Zielgruppen zu der Intervention sowie die individuelle Nutzung der Intervention).

Helmtests (Normierung) sind eine Möglichkeit, das Schutzpotenzial von Helmen unter vereinfachten, aber kontrollierten Bedingungen zu prüfen. Für Fahrradhelme ist insbesondere die Norm EN 1078 massgeblich, in der die stossdämpfenden Eigenschaften mittels Fallversuch getestet werden. Die Performance verschiedener Helme kann mit einem solchen Versuchsaufbau **verglichen** werden. Die dabei gemessene Beschleunigung gibt Auskunft über die Energieabsorption durch den Helm; eine Abschätzung des Risikos der durch den direkten Anprall entstehenden Verletzungen ist möglich. Der in der Norm angegebene Grenzwert ist hinsichtlich seiner biomechanischen Relevanz zu diskutieren, ist jedoch als **Mindestanforderung** zu verstehen. Durch Forschung und Entwicklung sind die Prüfkriterien von Helmtests weiterzuentwickeln, wie z. B. besserer Schutz im Schläfenbereich, geringerer Belastungsgrenzwert, Berücksichtigung rotierender Beschleunigung, andere Anprallstelle als Scheitel usw.

Eine **höhere Helmtragquote** kann grundsätzlich durch edukative Strategien (Schulungsprogramme, Kommunikationskampagnen), legislative Strategien (Obligatorium) oder ökonomische Strategien (Subventionierung oder Gratisabgabe von Helmen) angestrebt werden.

Eine Übersichtsarbeit, in die 11 Studien aus den 90er-Jahren einflossen, zeigte, dass **Schulungsprogramme und gemeindeorientierte Kampagnen**

für Kinder/Jugendliche (zum Teil durch Gratisabgabe, Ersatz oder Vergünstigung von Helmen) die Helmtragquote unter der Zielgruppe um den **Faktor 2** erhöhen konnten. Aufgrund der zwischenzeitlich veränderten Rahmenbedingungen (höhere Tragquote, höhere Resistenz der Nichthelmträger) ist heute eher von einem geringeren Effekt auszugehen. Uns sind keine Studien über die Wirksamkeit edukativer Interventionen (auf persönlichen Kontakten basierend) bei **Erwachsenen** bekannt.

Es liegen keine aktuellen Daten zur Wirksamkeit von primär massenmedial ausgerichteten **Fahrradhelmkampagnen** vor. Die Literatur zeigt, dass Verkehrssicherheitskampagnen handlungswirksam sein können. Eine gründliche Situationsanalyse, eine zielgruppenspezifische Konzipierung und Implementierung ist Voraussetzung – und doch keine Garantie für Erfolg. In der Schweiz stagniert die Helmtragquote trotz intensiver, jährlicher, nationaler Kommunikationskampagnen und finanziellem Anreiz seit 2007 bei knapp 40 %. Es empfiehlt sich demzufolge, neue Wege in der Ansprache der Radfahrenden zu gehen sowie andere Themen der Fahrradsicherheit durch Kommunikationskampagnen aufzubereiten (z. B. fahrradspezifisches Gefahrenbewusstsein der Radfahrenden und/oder der Motorfahrzeug-Lenkenden).

Bei edukativen Strategien ist oft ein **partizipativer Ansatz** sinnvoll. Insbesondere, wenn Personen als Zielgruppe anvisiert werden, die der Prävention eher reserviert gegenüberstehen (z. B. Jugendliche) oder schwer erreichbar sind (z. B. Personen mit Migrationshintergrund).

Die Förderung der Helmtragquote muss vermehrt auch auf **das richtige Tragen eines passenden Helms** ausgerichtet sein.

Zwei Übersichtsarbeiten zeigen, dass die Einführung eines Helmobligatoriums die Helmtragquote um den **Faktor 1,5–22** zu steigern vermag. Die grosse Heterogenität der Effekte konnte nicht schlüssig geklärt werden und zeigt, dass der Erfolg eines Obligatoriums von einer Vielzahl Faktoren abhängt. Begleitende Sanktionen und edukative Projekte sind sinnvoll.

Die Steigerung der Helmtragquote ist lediglich ein Zwischenziel, das letztendlich der **Reduktion von Kopfverletzungen** bei verunfallenden Radfahrenden dient. Nur in wenigen Studien mit Kontrollgruppendesign werden Kopfverletzungen als Outcome untersucht. Die Autoren einer Cochrane-Review-Arbeit halten fest, dass die verfügbaren Studien – wenn in der Quantität und Qualität auch limitiert – einen protektiven Effekt eines Fahrradhelmobligatoriums für Kinder auf Kopfverletzungen nachweisen können. Die berücksichtigten Studien untersuchten die Auswirkung von Helmobligatorien für Kinder. Die Ergebnisse sind womöglich nicht auf Erwachsene übertragbar.

Für die Review-Arbeiten wurden keine Studien gefunden, die den Selektionskriterien entsprachen und die **unerwünschte Nebeneffekte** wie die Reduktion der Anzahl Radfahrende oder eine negative Verhaltenskompensation als Outcome untersuchten.

Aufgrund ihrer Wirksamkeit sind edukative, legislative und ökonomische Strategien zur **Steigerung der Helmtragquote** in der Schweiz begründbar. Entscheidend ist letztendlich auch die politische Umsetzbarkeit. Die **Schutzwirkung** sollte als sekundäre Strategie durch Forschung und Normanpassungen weiterentwickelt werden. Aufgrund der noch relativ geringen Tragquoten unter Jugendli-

chen und Erwachsenen ist das **Rettungspotenzial** in diesen Altersgruppen im Vergleich zu jenem bei Kindern grösser. Andere Überlegungen hingegen rechtfertigen gerade Interventionen bei Kindern, z. B. deren gesetzlich verankerter besonderer Anspruch auf Schutz. Ein Helmobligatorium für alle Altersgruppen empfiehlt sich für die Schweiz aus Public-Health-Sicht kaum, solange unerwünschte Nebeneffekte nicht gänzlich ausgeschlossen werden können.

1.4.4 Lenkende der Kollisionsobjekte

Die Motorfahrzeug-Lenkenden können einen bedeutenden Beitrag zur Steigerung der Sicherheit der Radfahrenden leisten. Dementsprechend ist es folgerichtig, die Motorfahrzeug-Lenkenden gezielt in ihrer Fahrweise zu beeinflussen. Das globale Ziel besteht darin, einen vorausschauenden, sicherheitsorientierten und partnerschaftlichen Fahrstil zu fördern. **Fahrgeschwindigkeit**, **Ablenkung** und **mangelndes Gefahrenbewusstsein** der Motorfahrzeug-Lenkenden, die eine sehr hohe Zahl an **Vortrittsmissachtungen und Kollisionen beim Richtungs- und Fahrstreifenwechsel** nach sich ziehen, haben die höchste Relevanz für die Radfahrenden. Weitere Gefahren für Radfahrende ergeben sich durch einen zu **geringen Überholabstand** und das **unvorsichtige Türöffnen**.

In der **Fahrausbildung** der Motorfahrzeug-Lenkenden sollte das fahrradspezifische Gefahrenbewusstsein vertieft gefördert werden. Hierzu sind aber – auch um nebst den Neulenkenden die restlichen Motorfahrzeug-Lenkenden erreichen zu können – weitere Bemühungen notwendig. Über welche Kanäle und in welcher Form Motorfahrzeug-Lenkende für die Sicherheit von Radfahrenden zu sensibilisieren sind, müsste in einer **vertieften Situationsanalyse** geklärt werden. Im Vordergrund sollte eine **allgemeine fahrradspezifische Gefahrensensibilisierung** stehen (inkl. der Themen Ablenkung und Geschwindigkeitswahl), die zur Reduktion der Vortrittsmissachtungen und Fehler bei Richtungs- und Fahrspurwechseln beitragen kann. Auch der Überholabstand und das Türöffnen sollten wenn möglich thematisiert werden. Denkbar sind diverse Strategien des sozialen Marketings von massenmedialen **Kampagnen** bis zu qualitativ hochwertigen Face-to-Face-Kontakten in **Aktionen/Events**. Allerdings besteht die Schwierigkeit, mehrere Themen und Handlungsanweisungen in einer Kampagne zu integrieren. Vermutlich ist es schwieriger, Motorfahrzeug-Lenkende via Kommunikationskampagnen für die Sicherheit der Radfahrenden zu sensibilisieren als die Radfahrenden selbst (Letztere haben ein grösseres Interesse an ihrer eigenen Sicherheit). Wünschenswert ist auch ein Engagement der **Polizei** (Aufklärungsarbeit mit oder ohne Sanktionen). Denn durch ein geeignetes Vorgehen kann eher gewährleistet werden, dass nicht nur die bereits sensibilisierten Motorfahrzeug-Lenkenden erreicht werden, wie dies bei Kommunikationskampagnen/Aktionen oft die Gefahr ist. Geschwindigkeitswahl, Ablenkung, Vortrittsmissachtungen sowie Unachtsamkeit beim Richtungs- und Fahrspurwechsel müssten bei Polizeikontrollen/Aktionen im Vordergrund stehen.

Optimierungen bei der Fahreignungsabklärung der Motorfahrzeug-Lenkenden und ein koordiniertes Vorgehen der Akteure zur **systematischen Bedienung von älteren Personenwagen-Lenkenden mit Informationsmaterial** zu sicherheitsrelevanten, alters- oder krankheitsbedingten Leistungsbeeinträchtigungen sollten gefördert werden – auch mit Bezug zu Radfahrenden.

Den Motorfahrzeug-Lenkenden kommt auch deshalb eine zentrale Bedeutung bei der Sicherheit der Radfahrenden zu, weil Kinder und Jugendliche entwicklungsbedingt Defizite aufweisen. «Fehler» dieser Verkehrsteilnehmergruppe müssen weitgehend **durch die Motorfahrzeug-Lenkenden kompensiert** werden.

Ergänzend ist anzumerken, dass das Fahrverhalten sowohl der Motorfahrzeug-Lenkenden wie der Radfahrenden zu einem beachtlichen Teil auch durch die situativen Gegebenheiten der Infrastruktur bestimmt wird. Speziell zu denken ist an die grosse Problematik der Vortrittsmissachtungen. Defizite der Motorfahrzeug-Lenkenden können wirksam auch fahrzeugseitig aufgefangen werden.

1.4.5 Kollisionsobjekte

Fahrzeugtechnische Optimierungen können einen wichtigen Beitrag zur Steigerung der Sicherheit von Radfahrenden leisten. Einen Ansatzpunkt stellt die Optimierung der struktur-geometrischen **Fronteigenschaften** dar, da diese einen wesentlichen Einfluss auf die Schwere der Verletzungen haben. Zur Verbesserung der Fahrzeugfronten existieren verschiedene Möglichkeiten, die teilweise bereits gesetzlich vorgeschrieben sind. Die entsprechenden prüftechnischen Anforderungen sind jedoch auf Fussgänger zugeschnitten und berücksichtigen die Eigenarten der Radfahrenden noch zu wenig. So ist die Windschutzscheibe als häufige Aufprallstelle von Radfahrenden in den Prüfanforderungen gänzlich ausgeklammert.

Die **Beleuchtungsfunktionalität** kann insbesondere durch adaptives Kurvenlicht oder das innovative Gefahrenmarkierungslicht optimiert werden. Tagfahrleuchten können Radfahrende vor Fahrmanövern mit zu geringer Sicherheitsreserve bewahren.

Von den Lenkenden nicht unmittelbar einsehbare Bereiche der Fahrzeugumgebung gehen mit der Gefahr einher, dass Radfahrende übersehen werden. Nebst dem seitlichen **toten Winkel**, der insbesondere bei Lastwagen problematisch ist, bergen auch breite A-Säulen eine gewisse Verdeckungsgefahr. Nebst Tote-Winkel-Spiegeln und schlankeren Konstruktionen der A-Säulen haben insbesondere **elektronische Systeme** ein hohes Schutzpotenzial. Besonders Erfolg versprechend sind neuere Systeme, die Radfahrende detektieren und die Autofahrenden warnen, bzw. zur Vermeidung der sich anbahnenden Kollision selber aktiv in die Fahrzeugsteuerung eingreifen. Auch Bremsassistenten, die eine beachtliche Verkürzung des Bremswegs ermöglichen, können Unfälle mit Radfahrenden vermeiden oder zumindest die Kollisionsgeschwindigkeit und dadurch die Verletzungsschwere reduzieren.

In Anbetracht der vorhandenen technischen Möglichkeiten zum Partnerschutz stellt sich die Frage, wie sich ihre **Implementierung fördern** lässt. Auch wenn gewisse Technologien per Gesetz vorgeschrieben werden können, spielt der edukative Weg mit Sensibilisierung und Information potenzieller Autokäufer eine zentrale Rolle. Konsumenten müssen bezüglich des Partnerschutzes sensibilisiert und über die verfügbaren Technologien sowie aktuellen Crash-Tests (z. B. Euro NCap) informiert werden. Um den so zu erwartenden freiwilligen Einsatz von Sicherheitstechnologien weiter zu fördern, eignen sich finanzielle Anreizsysteme (Verkehrssteuern, Versicherungsprämien).

Trotz der bereits erreichten Sicherheitsfortschritte muss festgehalten werden, dass fahrzeugtechnische Konzepte zum Schutz von schwachen Verkehrsteilnehmenden erst am Anfang ihrer Entwicklung stehen.

1.4.6 Infrastruktur

Infrastruktur und Verkehrsabläufe müssen so organisiert werden, dass die Kollisionswahrscheinlichkeit und die Sturzgefahr für Radfahrende ohne Beteiligung weiterer Fahrzeuge drastisch gesenkt werden. Die Einführung eines flächendeckenden, vom Autoverkehr komplett getrennten Radwegnetzes ist aus praktischen und finanziellen Gründen unrealistisch. Notwendig und für die sichere Fortbewegung von Radfahrenden unabdingbar ist hingegen eine **Netzplanung für den leichten Zweiradverkehr**. Dort, wo infrastrukturelle Interventionen für den leichten Zweiradverkehr geplant und umgesetzt werden, müssen diese unbedingt den sicherheitstechnischen Aspekten der **VSS-Normen** entsprechen. Ansonsten besteht nicht nur die Gefahr, dass die erhoffte Sicherheitssteigerung ausbleibt, sondern dass das Unfall- und Verletzungsrisiko sogar steigt. Hauptziel ist dabei die **sichere Gestaltung von Knoten**. Denn obwohl während einer Fahrt die Aufenthaltsdauer in Knoten bedeutend geringer ist als auf freier Strecke, sind in Knoten 54 % aller schweren Personenschäden bei Kollisionen zu verzeichnen. Neben fahrradspezifischen Infrastrukturelementen stellt auch der **Betrieb des innerörtlichen Strassennetzes** nach einem **konsequenten** Geschwindigkeitsregime 50/30 eine zentrale Sicherheitsmassnahme dar. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass eine sehr hohe Evidenz für die unfallreduzierende Wirkung von Tempo-30-Zonen gegeben ist (-27 % Unfälle mit Verletzten). Nicht zuletzt ist ein **angemessener Unterhalt** des Strassennetzes, der die Belange des leichten Zweiradverkehrs mit einbezieht, nötig. Dazu gehört auch die regelmässige Überprüfung der Signalisation im Hinblick auf eine mögliche Reduktion der Signalisationsdichte). **Strategien zur Umsetzung** der infrastrukturellen Massnahmen sind insbesondere die **nachhaltige Ausbildung von Verkehrsfachleuten**, die **systematische Umsetzung von Road Safety Audits und Road Safety Inspections** sowie die Fertigstellung des **VSS-Normenpaketes zum Thema «leichter Zweiradverkehr».**

1.5 Fazit

Kinder, Erwachsene und Senioren sind aus unterschiedlichen Überlegungen jede für sich wichtige Zielgruppen. Durch defensives, aber selbstbewusstes Fahrverhalten können Radfahrende viel zu ihrer eigenen Sicherheit beitragen. Für sicheres Radfahren kommt jedoch der Infrastruktur, den Lenkenden der Kollisionsobjekte und den Kollisionsobjekten selbst eine äussert grosse Bedeutung zu. Zentrale Ziele zur Verbesserung der Sicherheit der Radfahrenden auf der Strasse sind:

- Netzplanung für den leichten Zweiradverkehr
- Infrastruktur für den leichten Zweiradverkehr gemäss VSS-Normen planen und bauen (vor allem an Knoten)
- Betrieb des innerörtlichen Strassennetzes konsequent nach Geschwindigkeitsregime 50/30
- vorausschauendes, partnerschaftliches Fahrverhalten der Motorfahrzeug-Lenkenden gegenüber den Radfahrenden
- Verbesserung der Kollisionseigenschaften von Motorfahrzeugen
- Ausrüsten der Motorfahrzeuge mit elektronischen Systemen (z. B. Systeme zur Detektion von Radfahrenden, Bremsassistenzsysteme)
- Förderung des Fahrradhelms
- fahrradspezifisches Gefahrenbewusstsein der jugendlichen und erwachsenen Radfahrenden fördern
- Kinder beim Zurücklegen von Fahrwegen begleiten

Erfolg versprechende Strategien/Massnahmen zur Zielerreichung in der Schweiz finden sich in den Tabellen 1 und 2.

Tabelle 1
Sehr empfehlenswerte Strategien zur Zielerreichung/Massnahmen

Strategien zur Zielerreichung/Massnahmen
Radfahrende
Institutionalisierte fahrradspezifische Verkehrserziehung inkl. praktischer Fahrradprüfung für Kinder/Jugendliche. Themen: Gefahrenbewusstsein, Regelkenntnisse, korrektes Fahren/sichere Manöver (z. B. Bremsen), defensiver Fahrstil (regelkonformes Fahren, angemessene Geschwindigkeit), Erkennbarkeit, Nutzung medialer Geräte, Alkohol bei Jugendlichen
Schutzprodukt: Fahrradhelm
Helmobligatorium für Kinder (begleitet durch edukative Strategien, unterstützt durch die Polizei) (Empfehlung leitet sich primär aus der besonderen Schutzbedürftigkeit der Kinder ab)
Lenkende der Kollisionsobjekte
In der 1. und 2. Phase der Fahrausbildung auf einen vorausschauenden, partnerschaftlichen, sicherheitsorientierten Fahrstil spezifisch im Umgang mit Radfahrenden hinarbeiten (Themen: Geschwindigkeit, Ablenkung, Vortrittsmissachtungen, Unvorsichtigkeit beim Richtungs- und Fahrstreifenwechsel, Überholabstand). Die Inhalte müssen in Theorie, Praxis und Prüfungen thematisiert werden.
Kollisionsobjekte
Übernahme gesetzlicher Ausrüstungsvorschriften der EU für Neufahrzeuge
Finanzielle Anreizsysteme wie Versicherungsrabatte und Steuerreduktionen für ausgewählte Sicherheitstechnologien
Im Rahmen von Euro NCAP elektronische Sicherheitstechnologien zum aktiven Partnerschutz in die Bewertung einbeziehen
Infrastruktur
Erstausbildung der Ingenieure und Planer: Sensibilisierung für die Verkehrssicherheit sowie Vermittlung fachspezifischen Grundwissens
Weiter-/Fortbildung der Ingenieure und Planer: Organisation und Koordination von fachspezifischen Tagungen. Prüfung der Optimierung des SVI-Weiterbildungsreglements aus der Optik Verkehrssicherheit / leichter Zweiradverkehr.
Sowohl in der Erstausbildung als auch in der Weiter-/Fortbildung sind schwerpunktmässig folgende Themen zu behandeln: · Grundsätze zur Sicherheit des leichten Zweiradverkehrs (inkl. Aspekte der falschen Sicherheit) · Radwegnetz-Planung · Zweiradfreundliche Knotengestaltung · Zweiradfreundliche Gestaltung der freien Strecke · Spezialthemen (Geschwindigkeitsregime innerorts 50/30, zweiradfreundlicher Strassenunterhalt) · Technische und gesetzliche Grundlagen in ihrer Gesamtheit
Unterstützung der Bestrebungen, in der Schweiz Safety Audits und Inspections als standardmässige Projektphase einzuführen
Unterstützung der aktuellen Bestrebungen, die VSS-Normen mit Bezug zum leichten Zweiradverkehr zu vervollständigen

Tabelle 2
Empfehlenswerte Strategien zur Zielerreichung/Massnahmen

Strategien zur Zielerreichung/Massnahmen	Beurteilung (und Anmerkungen)
Radfahrende	
Gesetzliches Fahrverbot für Fahrten von A nach B auf öffentlichen Strassen für Kinder bis zur Vollendung des 7. Lebensjahrs (sofern allein unterwegs)	Empfehlenswert
Sensibilisieren und informieren der Eltern inkl. Handlungsanweisungen, wie ihre Kinder möglichst sicher mit dem Fahrrad unterwegs sein können (begleiten, Wegwahl, Vortrittsregeln beachten, Erkennbarkeit, Helm).	Empfehlenswert
Sensibilisieren und informieren der Kinder/Jugendlichen über fahrradspezifische Sicherheitsfragen in diversen Settings (Schule, Sport, Freizeit, Religionsunterricht) durch wichtige Bezugspersonen (Lehrer, Trainer, Pfadiführer, Pfarrer). Themen: Vortrittsmissachtungen, defensiver Fahrstil, Erkennbarkeit, Helm, bei Jugendlichen auch Alkohol	Empfehlenswert (im Rahmen bestehender Gefässe und somit geringen Kosten)
Gut konzipierte Kommunikationskampagne/Aktionen zur Steigerung des Gefahrenbewusstseins bei Radfahrenden (Themen: Vortrittsmissachtungen, defensiver Fahrstil, Erkennbarkeit, Helm, Alkohol)	Empfehlenswert
Aktionen/Kontrollen der Polizei (vor allem als edukative Intervention) zur Steigerung des fahrradspezifischen Gefahrenbewusstseins bei Radfahrenden (Themen: Vortrittsmissachtungen, defensiver Fahrstil, Nutzung medialer Geräte, Erkennbarkeit, Helm)	Empfehlenswert (aber bei grosser Verbreitung teuer, da personalintensiv)
Zielgruppengerechte Alltagskleider fürs Radfahren, die eine gute Erkennbarkeit fördern, auf den Markt bringen	Empfehlenswert (wenn aktiv durch zielgruppengerechtes Marketing unterstützt)
Fördern der koordinativen Fähigkeiten von Kindern im Alltag (z. B. mit Kinderlaufrad oder Trottinett, aber auch beim Spielen im Schonraum)	Empfehlenswert

Tabelle 2 - Fortsetzung
Empfehlenswerte Strategien zur Zielerreichung/Massnahmen

Strategien zur Zielerreichung/Massnahmen	Beurteilung (und Anmerkungen)
Fahrrad	
Ausschliesslich blinkende Rücklichter gesetzlich erlauben und seitliche Reflektoren gesetzlich vorschreiben	Empfehlenswert
Konsumenteninformation in bestehende/geplante Broschüren oder Internetauftritte usw. von Akteuren der Verkehrssicherheit aufnehmen (Themen: Licht, Bremsen, Lenkerendstopfen, Anhänger)	Empfehlenswert (Aufwand gering, weil Plattformen bestehend oder geplant; keine isolierten Broschüren usw. für diese Themen produzieren)
Promotion von Reflexfarben durch Arbeitsgruppe fördern	Empfehlenswert
Abstandskelle als günstiges Give-away im Rahmen edukativer Strategien	Empfehlenswert (da Kosten gering)
Schutzprodukt: Fahrradhelm	
Forschung und Entwicklung zur Verbesserung der Schutzwirkung und des Tragkomforts (z. B. besserer Schutz im Bereich der Schläfen, neue Materialien, Schutz gegen rotierende Beschleunigung, Fixiersysteme)	Empfehlenswert
Weiterentwicklungen bei der Normierung des Fahrradhelms (z. B. höhere Anforderungen beim sportlichen Einsatz oder bei E-Bikes, Testkriterien für rotierende Beschleunigung)	Empfehlenswert
Helm im Rahmen von bestehenden oder neuen Programmen/Broschüren usw. zur Sicherheitsförderung von Kindern und Jugendlichen thematisieren (für schwer erreichbare Zielgruppen wie Jugendliche u. a. partizipativer Ansatz notwendig)	Empfehlenswert
Kommunikationskampagne zur Erhöhung der Helmtragquoten – basierend auf gründlicher Situationsanalyse und unter Anwendung innovativer, Erfolg versprechender Kampagnenkonzepte	Empfehlenswert (insb. auch bei einem allfälligen Obligatorium)
Massnahmen zur Steigerung der Helmverfügbarkeit und der Tragquote bei Personen mit geringem sozioökonomischem Status und/oder Migrationshintergrund (die Massnahmen sind partizipativ mit der Zielgruppe zu erarbeiten)	Empfehlenswert
Spezifische (z. B. für einkommensschwache Zielgruppen) Anreizsysteme für Helmkauf in Kombination mit edukativen Massnahmen	Empfehlenswert
Zusammenarbeit mit der Filmindustrie, um den Helm in Ton und Bild als Norm zu platzieren	Empfehlenswert (beschränkt auf CH-Sender)
Lenkende der Kollisionsobjekte	
Umfassendes Handyverbot (inkl. Freisprechanlage) beim Fahren	Empfehlenswert (aber politisch in der CH kaum umsetzbar)
Aktionen/Kontrollen der Polizei (mit oder ohne Sanktionen) zur Steigerung des fahrradspezifischen Gefahrenbewusstseins bei Motorfahrzeug-Lenkenden (Sensibilisierung für das Thema Vortrittsmissachtungen, Geschwindigkeit, Ablenkung, Überholabstand usw.)	Empfehlenswert (aber bei genügend intensiver Umsetzung teuer, da personalintensiv)
Generell intensivierte Polizeikontrollen bzgl. Geschwindigkeit	Empfehlenswert (aber Nutzen reduziert, da fokussiert auf signalisierte Höchstgeschwindigkeit und den Verhältnissen nicht angepasste Geschwindigkeit)
Gut konzipierte Kommunikationskampagne/Aktionen zur Steigerung des fahrradspezifischen Gefahrenbewusstseins bei Motorfahrzeug-Lenkenden (Sensibilisierung für das Thema Vortrittsmissachtungen, Geschwindigkeit, Ablenkung, Überholabstand und unvorsichtiges Türöffnen)	Empfehlenswert
Qualitätssicherung bei der Fahreignungsabklärung (Präzisierungen über Inhalte und Abläufe) und präzise körperliche und psychische Mindestanforderungen auf Verordnungsebene definieren	Empfehlenswert
Koordiniertes Vorgehen der Akteure zur systematischen Information von älteren Personenwagen-Lenkenden zu sicherheitsrelevanten, alters- oder krankheitsbedingten Leistungsbeeinträchtigungen	Empfehlenswert
Kollisionsobjekte	
Informationsveranstaltungen und massenmediale Promotionskampagne für die breite Bevölkerung zu elektronischen Sicherheitstechnologien und Partnerschutz bei Personenwagen	Empfehlenswert
Zusammen mit Autogewerbe eine aktive Strategie zur Vermarktung elektronischer Sicherheitstechnologien entwickeln	Empfehlenswert
Verbrauchertests wie Euro NCAP unterstützen und Ergebnisse verbreiten	Empfehlenswert
Nutzen und Praktikabilität von innovativen Technologien in Pilotprojekten aufzeigen	Empfehlenswert
In internationalen Arbeitsgruppen (z. B. UN/ECE) die technischen Anforderungen zum Partnerschutz verschärfen	Empfehlenswert
Übernahme der EU-Vorschriften zur Ausrüstung von Neufahrzeugen mit Tagfahrleuchten	Empfehlenswert
Als ergänzende Verhaltensvorschrift: Umwandlung der geltenden Soll-Vorschrift in ein Obligatorium zum Fahren mit Licht	Empfehlenswert
Geschlossener Flankenschutz gesetzlich vorschreiben	Empfehlenswert
Warnkleber an Lastwagen-Lenkende abgeben (zur Sensibilisierung der Radfahrenden für Tote-Winkel-Unfälle)	Empfehlenswert

2. Trafic cycliste

2.1 Introduction

Depuis 2004, sur mandat du Fonds de sécurité routière (FSR), le bpa – Bureau de prévention des accidents établit chaque année un dossier de sécurité sur une problématique accidentologique (par ex., trafic piéton, trafic cycliste, vitesse, trafic motocycliste, occupants de voitures de tourisme) et l'actualise périodiquement. Le présent dossier est le premier à être actualisé depuis sa première parution en 2005.

La méthodologie utilisée dans les dossiers de sécurité du bpa s'appuie sur l'épidémiologie. Cette **approche scientifique** permet de livrer des **bases solides aux décideurs**. Les publications ne s'adressent pas seulement au FSR mais aussi aux personnes et aux institutions chargées de planifier et de financer des mesures de prévention ou d'autres mesures de sécurité dans le domaine de la circulation routière.

Les chapitres relatifs à l'accidentalité, aux facteurs de risque et à la prévention forment le cœur du présent dossier. Le chapitre **Accidentalité** se base sur différentes sources de données et livre un aperçu des accidents graves de cyclistes en Suisse – aussi en comparaison avec l'étranger. Le chapitre **Facteurs de risque** présente les sources de danger possibles et pondère leur importance relativement aux conditions qui prévalent en Suisse. Le chapitre est subdivisé selon les facteurs de risque qui relèvent des cyclistes eux-mêmes, des cycles, des conducteurs antagonistes, des objets antagonistes (voitures de tourisme la plupart du temps) et de l'infrastructure. Le chapitre **Prévention** décrit les objectifs possibles de réduction des facteurs de risque (**que** faut-il atteindre?) et les stratégies pour les atteindre (**comment** y arriver?). Le chapitre consacré à la prévention des accidents graves de cyclistes est structuré comme celui qui traite des facteurs de risque. Pour réduire les blessures à la tête, le produit de sécurité casque cycliste comme mesure de prévention est examiné. Enfin, pour chacun des domaines de prévention, des **propositions préventives** (plus ou moins concrètes) pour la Suisse sont **évaluées** (de «vivement recommandé» à «pas recommandé») et présentées sous forme de tableaux. L'évaluation se base principalement sur l'évidence scientifique de l'efficacité, le bénéfice attendu du point de vue de la santé publique ainsi que sur des considérations éthiques (par ex., le besoin de protection particulier des enfants). D'autres critères, comme l'acceptation politique ou le rapport coût-utilité, sont des critères additionnels. Les recommandations élaborées par le bpa doivent donc être considérées comme des bases pour la discussion politique.

2.2 Accidentalité

Chaque année, 800 cyclistes sont grièvement blessés dans des accidents de la circulation routière, et une quarantaine sont tués. Au cours des années 2005–2009, presque la moitié des cas mortels (47%) concernaient des personnes de 60 ans et plus. 15% avaient moins de 20 ans (dont la moitié avait au moins 15 ans). Par rapport à tous les cyclistes grièvement blessés ou tués, la part des personnes de 60 ans et plus diminue à 22%, alors que celle des cyclistes de moins de 20 ans augmente pour atteindre 20%. Il est plutôt rare que des enfants de moins de 15 ans soient impliqués dans des accidents graves de vélo. Par kilomètre parcouru, les aînés ont de loin le risque le plus élevé de subir un accident grave ou mortel. Par rapport à leur représentation respective dans la population, les

10–14 ans sont le plus fréquemment victimes d'accidents graves de vélo, ce qui résulte en premier lieu du nombre élevé de kilomètres parcourus. Toutefois, en chiffres absolus et du fait de l'importante amplitude des âges, 60% des cyclistes victimes d'accidents graves ou mortels sont des adultes entre 20 et 60 ans. 3 cyclistes tués sur 4 sont des hommes (en tout, ceux-ci représentent les deux tiers des blessés graves et tués). Cette disproportion en défaveur des hommes se retrouve dans toutes les tranches d'âge.

Même si, dans l'absolu, la sécurité des cyclistes a pu être augmentée ces dernières années, des succès plus importants ont pu être atteints chez d'autres groupes d'usagers de la route (par ex., piétons, occupants de voitures de tourisme). En comparaison européenne, la sécurité routière est globalement très élevée en Suisse, mais seulement moyenne pour les cyclistes.

30% environ des cyclistes grièvement blessés ou tués sont concernés par des accidents n'impliquant pas de tierce personne, et deux tiers par des collisions avec d'autres usagers de la route. 86% des véhicules antagonistes sont à moteur; selon les rapports de police, la moitié des cyclistes ayant subi une collision et un tiers des conducteurs de véhicules à moteur impliqués ne sont pas fautifs. Plus l'âge augmente, plus la part de cyclistes qui ne sont pas fautifs de la collision augmente. Les collisions avec des véhicules à moteur ont majoritairement lieu lors de manœuvres de changement de direction ou de traversée. Trois quarts des accidents de vélo se produisent en localité.

Selon les indications de la police, les accidents n'impliquant pas de tiers tout comme les collisions ont principalement des causes comportementales; les causes situationnelles sont plutôt rares. Outre l'inattention et la distraction, la vitesse et l'alcool jouent un rôle central dans les accidents n'impliquant pas de tiers, et le non-respect de la priorité dans les collisions. Des éléments infrastructurels manquants ou défectueux sont rarement mentionnés comme causes possibles des accidents. Les procès-verbaux de la police ne permettent donc pas de savoir quels risques émanent d'une infrastructure défectueuse.

Chaque année, la statistique LAA du Service de centralisation des statistiques de l'assurance-accidents SSAA enregistre 17 000 cyclistes blessés dans la circulation routière. Contrairement aux accidents saisis par la police, la part des collisions avec d'autres usagers de la route est nettement plus faible, ce qui s'explique par les cas non recensés dans la statistique officielle.

Les cyclistes accidentés ont principalement des contusions, puis viennent les fractures, les entorses et les plaies ouvertes. En cas de chute ou de choc, ce sont plutôt les extrémités supérieures qui sont touchées; en cas de collision, c'est le tronc et la colonne vertébrale. 20% des blessures enregistrées concernent la tête et le cou: 18% d'entre elles sont des traumatismes cérébro-crâniens, et principalement des commotions cérébrales.

Mentionnons toutefois que la statistique LAA ne comprend pas les blessures subies par les enfants et les aînés. De ce fait, ces chiffres ne donnent pas une image exhaustive des blessures subies par les cyclistes.

L'analyse des données d'accidents et de la statistique LAA fait ressortir qu'il faut poursuivre les efforts préventifs en faveur des cyclistes en Suisse.

2.3 Facteurs de risque

2.3.1 Cyclistes

L'analyse de la littérature scientifique dont la plausibilité a été, si possible, vérifiée au moyen des données suisses relatives aux accidents fait ressortir que les cyclistes se blessent grièvement parce qu'ils:

- ne sont pas assez **conscients des dangers**,
- ne disposent pas de toutes les **connaissances** nécessaires pour circuler,
- sont difficiles à **percevoir** de nuit et en particulier de jour,
- ne respectent pas les **règles de la circulation routière**,
- roulent **trop vite**,
- sont sous l'**influence de l'alcool**.

Du fait de leurs facultés cognitives et sensorimotrices, les **enfants** de moins de 8 ans ne sont pas capables de répondre aux exigences de la circulation routière actuelle. La prudence est de mise jusqu'à leurs 10 ans. Les jeunes aussi sont exposés à des risques particuliers, car ils sont peu conscients des dangers, se surestiment et distraits par les interactions sociales lorsqu'ils sont avec d'autres. Contrairement aux jeunes (qui, comparativement à d'autres groupes d'âge, font relativement souvent du vélo), les enfants plus jeunes ne restent pas longtemps dans la circulation routière et si c'est le cas, ils sont probablement souvent accompagnés. C'est en tout cas ce que l'on peut supposer vu le nombre relativement faible de tués et de blessés graves dans ce groupe d'âge. Les connaissances relatives aux règles de la circulation acquises pendant les heures d'éducation routière au degré inférieur sont déjà oubliées quelques années plus tard. On peut supposer que le non-respect de la priorité est partiellement dû à l'ignorance. D'après les rapports de police, un tiers des enfants et des jeunes n'a pas respecté la priorité en cas de collision.

Les **seniors**, qui représentent presque la moitié des cas mortels, sont aussi victimes de déficits dus à l'âge (dans le domaine de la perception, du traitement des informations et de la senso-motricité). On suppose aussi que quelques seniors font du vélo sans bien connaître les règles. Toutefois, les seniors ne sont pas prioritairement mis en danger par ces facteurs mais plutôt par leur plus grande vulnérabilité. Leurs blessures sont vite plus graves et ils s'en remettent plus lentement, ce qui explique en grande partie le nombre élevé de victimes dans ce groupe d'âge.

Chez les **adultes**, on trouve peu de facteurs de risque spécifiques. Ce qui frappe selon les rapports de police, c'est la présence de l'alcool, qui concerne en premier lieu les personnes dont l'âge est compris entre 18 et 59 ans (mais pour les accidents n'impliquant pas de tiers, 1 accidenté sur 5 entre 15 et 17 ans est sous l'influence de l'alcool).

Indépendamment de l'âge, la grande majorité des cyclistes n'est **pas assez perceptible, surtout de jour**. Cela est dû à leur silhouette étroite (à côté de voitures de plus en plus hautes) et à leurs vêtements souvent foncés. De tous les facteurs de risque, leur manque de perceptibilité joue le rôle le plus important dans les accidents. Bien qu'une meilleure perceptibilité n'empêcherait pas les accidents n'impliquant pas de tiers, elle préviendrait probablement une bonne part des collisions – surtout celles consécutives au non-respect de la priorité.

Indépendamment de l'âge, **rouler trop vite** est également un facteur de risque important, qui est

plus significatif lors d'accidents n'impliquant pas de tiers que de collisions.

Dans l'analyse de risque globale incluant tous les cyclistes, des **facultés sensori-motrices insuffisantes** n'ont pas été identifiées comme un facteur de risque central. On suppose que les adultes qui font souvent du vélo et qui, de ce fait, représentent un groupe cible important vu qu'ils sont plus fréquemment exposés aux dangers de la circulation routière, disposent de facultés sensori-motrices suffisantes ou, inversement, que ceux qui ne sont pas très à l'aise sur une selle font moins régulièrement du vélo (toutefois possible dans des cas isolés). La senso-motricité se développant avec le temps, les enfants et partiellement aussi les jeunes présentent des lacunes en la matière (temps de réaction, équilibre, freinage), surtout s'ils roulent peu souvent. Vu le petit nombre d'accidents dont les enfants sont victimes, on peut supposer que ceux qui présentent d'importantes lacunes prennent rarement part au trafic ou qu'ils sont accompagnés. Il n'est pas rare que les instructeurs de la circulation observent que la senso-motricité des enfants a empiré, ce qui est peut-être dû au fait qu'ils sont plus nombreux aujourd'hui à manquer de pratique (d'où irrémédiablement des doutes lors d'un examen pratique). A un âge avancé, la senso-motricité se détériore souvent de nouveau. Il n'est pas rare que les cyclistes seniors se blessent en montant ou en descendant de leur vélo, ce qui peut indiquer un déficit sensori-moteur.

2.3.2 Cycles

Les vélos présentent des caractéristiques qui augmentent le risque de blessures graves: conduite instable, petite dimension spatiale, pas de zone déformable. Faute de données, il est impossible de dire si le risque d'accident ou de blessure varie selon le type de vélo (VTT, vélo de course, de ville, etc.).

Une part considérable de vélos présente des **insuffisances techniques au niveau de la sécurité** qui concernent fréquemment l'éclairage, les freins ou les roues. La principale raison semble être le fait que les cyclistes font preuve d'une grande tolérance à cet égard. Mais, comparativement à d'autres facteurs de risque, ces insuffisances techniques jouent un rôle peu important dans les accidents.

L'**éclairage**, quant à lui, est soit défectueux soit absent. Bien que, dans l'obscurité, les vélos (et les remorques) dépourvus d'éclairage ou seulement faiblement éclairés présentent un risque plus élevé de ne pas être vus par les conducteurs de véhicules à moteur et donc d'être renversés et leurs conducteurs grièvement blessés, les défauts liés à l'éclairage expliquent peu d'accidents vu que seule une petite partie des cyclistes roule de nuit ou dans l'obscurité.

Les **freins défectueux** sont également faiblement responsables des accidents subis par les cyclistes. Que l'importance de freins défectueux dans l'accidentalité soit moins grande que ce que l'on pourrait supposer sur la base de leur fréquence tient probablement aussi au fait que les cyclistes connaissent l'état des freins de leur engin et qu'ils adaptent leur conduite en conséquence.

2.3.3 Conducteurs des véhicules antagonistes

Les conducteurs de véhicules à moteur mettent les cyclistes en danger principalement par des refus de priorité ou des changements imprudents **de direction ou de voie** (y compris lorsqu'ils coupent les virages). Les collisions sont principalement dues à

une **conscience insuffisante des dangers spécifiquement liés aux cyclistes**. En d'autres termes, les conducteurs de véhicules à moteur évaluent mal les dangers et leurs risques ainsi que la situation. Par conséquent, ils se comportent d'une manière peu axée sur la sécurité. La **distraction** et l'**inattention** figurent aussi parmi les principales causes de collisions. Un facteur de risque décisif pour les cyclistes (en ce qui concerne la probabilité de collision et la gravité des blessures) est la **vitesse** des véhicules à moteur. Alors que chez les conducteurs de véhicules à moteur, l'**alcool** et la **fatigue** représentent généralement un problème de sécurité considérable, ces deux facteurs ont une importance secondaire pour la sécurité des cyclistes. Les accidents de conducteurs motorisés alcoolisés ou fatigués ont lieu à des moments (la nuit) ou à des endroits (routes hors localité monotones ou autoroutes) où les cyclistes sont peu nombreux. Par contre, les **dépassements trop serrés** des conducteurs de véhicules à moteur et **l'ouverture imprudente de portières** ne sont pas sans danger pour les cyclistes.

Par rapport aux kilomètres parcourus, les **jeunes conducteurs de véhicules à moteur** entre 18 et 24 ans et ceux de **60 ans et plus** représentent un risque sécuritaire particulier. Chez les nouveaux conducteurs, les raisons en sont, d'une part, des caractéristiques typiques des jeunes et, d'autre part, leur manque d'expérience de la conduite. Chez les conducteurs âgés, divers déficits (cognitifs, physiques et moteurs) liés à l'âge sont au premier plan. La démence, par ex., augmente massivement le risque d'accident mais n'est répandue qu'à partir d'un très grand âge. En raison de l'amplitude importante des âges, soit de leur somme, ce sont les **conducteurs adultes de véhicules à moteur** qui représentent le plus grand danger pour les cyclistes.

D'une manière générale, les conducteurs de véhicules à moteur sont soumis à des **exigences trop élevées** concernant la **perception** et le **traitement de l'information** dans la circulation routière. Cela se manifeste, par ex., par le fait que, souvent, ils ne voient pas les cyclistes lorsqu'ils changent de direction ou de voie et qu'ils ne leur accordent pas la priorité. A ce sujet, citons les problématiques suivantes:

- Les carrefours (giratoires exceptés) sont souvent trop complexes car l'information est trop dense. Le problème est aggravé par la forte densité de signaux routiers.
- Vu leur aspect (silhouette étroite, vêtements de couleurs peu perceptibles), les cyclistes risquent fortement de passer inaperçus dans le flot des informations routières.
- La vitesse des véhicules à moteur augmente la problématique des limites visuelles de leurs conducteurs.

2.3.4 Véhicules antagonistes

Les **véhicules à moteur à quatre roues** sont les véhicules antagonistes les plus fréquents et les plus dangereux pour les cyclistes. Les caractéristiques qui augmentent le risque concernent en particulier les caractéristiques frontales. Une **partie frontale haute et rigide** recèle le risque d'un premier choc violent à la tête, suivi d'un deuxième choc lorsque la tête heurte le bitume. La **trop forte rigidité** de la partie frontale constitue aussi un fort danger potentiel. Seuls quelques modèles de voitures ont des parties frontales qui ont été optimisées en tenant compte de la sécurité et qui, en cas de collision, offrent une certaine protection aux usagers de la route vulnérables. Toutefois, en cas de vitesse de collision plus élevée, les cyclistes n'atterrissent

pas sur le capot mais sur le **pare-brise ou son cadre**, qui sont nettement plus durs.

Un autre facteur de risque qui n'est toutefois pas très significatif pour expliquer les accidents est l'**angle mort**, particulièrement chez les camions, mais aussi les montants latéraux avant des toits des voitures.

2.3.5 Infrastructure

L'infrastructure routière est en majeure partie **axée sur le trafic motorisé**. Faute de planification du réseau, les éléments infrastructurels spécifiques au vélo – notamment aux carrefours et en section courante – sont souvent insuffisants voire totalement absents, mal disposés ou incomplets. Mais, dans la statistique officielle des accidents, les insuffisances infrastructurelles sont rarement citées (et pas dans le sens de la technique de la circulation) comme causes possibles des accidents. Toutefois, l'analyse des risques montre que ces insuffisances peuvent compromettre considérablement la sécurité des cyclistes. Par insuffisances on entend notamment l'**absence de planification d'un réseau cyclable, un aménagement des carrefours et des tronçons en dehors des localités qui laisse à désirer** pour les cyclistes (par ex. des voies cyclables sur des chaussées trop étroites) ou encore toutes sortes d'**obstacles**.

2.4 Prévention

2.4.1 Cyclistes

Les déficits liés au développement dans le domaine de la perception et du traitement de l'information chez les enfants de moins de 10 ans sont difficiles à combler. Mais vu que le vélo est un moyen de locomotion écologique et bon pour la santé, les enfants devraient autant que faire se peut l'utiliser pour leurs déplacements. Du point de vue de la sécurité routière, ils devraient être accompagnés par une personne consciente de ses responsabilités jusqu'à ce qu'ils fêtent leur 8e anniversaire au moins (7 ans révolus). Des discussions sur l'âge minimal pour rouler à vélo non accompagné à partir de 7 voire de 6 ans (avec, éventuellement, des exceptions pour les enfants encore plus jeunes, par ex. sur les pistes cyclables) ont actuellement lieu en Suisse. Alors qu'il n'y a rien à objecter au fait que les enfants jouent sans surveillance avec leurs vélos d'enfants sur des routes peu fréquentées, par ex. dans des zones 30 (ce qui est déjà autorisé en Suisse et continuera à l'être), les enfants devraient toujours être accompagnés au moins jusqu'à leur 8e anniversaire lorsqu'ils se déplacent à vélo d'un point A à un point B. En règle générale, les zones 30, pistes cyclables et zones de rencontre ne sont pas conçues comme des réseaux routiers fermés. On ne peut donc pas exclure d'y rencontrer des traversées ou d'utiliser des routes sur lesquelles des véhicules roulent vite, ce qui comporte des risques élevés pour les enfants. Avec ou sans réglementation légale sur un âge minimal pour rouler à vélo non accompagné, les parents et d'autres personnes de référence doivent être sensibilisés aux dangers. L'objectif doit être l'accompagnement et non l'éloignement de la pratique cycliste. Les enfants qui roulent à vélo sans accompagnement doivent être exposés au minimum de risques possibles par des mesures complémentaires (choix d'itinéraires peu fréquentés, bonne perceptibilité, casque cycliste, etc.).

Les enfants, accompagnés ou non, devraient bénéficier de bonne heure d'une éducation routière institutionnalisée et spécifique au vélo. L'école

s'impose comme lieu de cette éducation car elle permet d'atteindre tous les enfants, indépendamment de leur origine sociale et de la sensibilité de leurs parents à ce thème. Outre leur apprendre la signification des signaux et des règles, il faut aussi former leur conscience des dangers et leur offrir des cours de guidage pratiques et accompagnés permettant de concrétiser des situations de trafic dangereuses. La sécurité dans le trafic est conditionnée par une pratique suffisante. C'est pourquoi les enfants devraient être incités à faire du vélo dans un environnement sûr, respectivement accompagnés par des adultes. Faire régulièrement du vélo, par ex. aussi du vélo sans pédales ou de la trottinette dans la petite enfance, peut soutenir le développement sensori-moteur. En raison de la poussée de croissance à l'adolescence, ce n'est pas un moment approprié à l'apprentissage d'enchaînements de mouvements ou d'éléments d'enchaînements de mouvements complexes. Des entraînements ponctuels de technique de guidage à l'adolescence ne transformeront probablement pas des cyclistes non exercés en usagers de la route sûrs. Un entraînement de la technique de guidage qui viserait à développer des capacités de coordination qui n'auraient pas été acquises pendant l'enfance devrait être extrêmement intensif et est, de ce fait, presque irréalisable. Une éducation routière spécifique pour les cyclistes devrait s'étaler sur toute la scolarité obligatoire. Des études ont en effet montré qu'en l'espace d'une année, les contenus transmis lors des cours d'éducation routière ont presque totalement disparus des mémoires. A l'adolescence, il faudrait rafraîchir les connaissances relatives aux signaux et aux règles, mais aussi encourager la prise de conscience des dangers. Comparativement aux autres groupes d'âge, les jeunes roulent relativement souvent à vélo et, par rapport à leur représentation dans la population, subissent le plus d'accidents graves de vélo. Du fait de leur stade de développement, leur conscience des dangers est peu prononcée alors qu'en même temps, ils se surestiment énormément. Il est important d'inclure le groupe cible dans l'élaboration programmatique de l'éducation routière destinée aux jeunes (approche participative).

L'éducation routière à l'école peut avoir lieu dans un cadre spécifique (par ex., éducation routière donnée par les instructeurs de la circulation) ou être intégrée dans l'enseignement scolaire (par ex., dans les cours de mathématiques, sport ou physique comme thème nature-homme-environnement, etc.).

Mais l'école ne devrait pas être la seule institution envisagée pour l'éducation routière, car elle est submergée de thèmes sociétaux à traiter. Il faut donc examiner dans quelle mesure d'autres personnes de référence comme l'entraîneur, le chef scout, le prêtre/pasteur, etc., pourraient, **dans différents contextes**, parler de la sécurité à vélo (camp de scouts, enseignement religieux hors du cadre scolaire, etc.). Ainsi, l'éducation routière peut aussi être comprise au sens large du terme – par ex., dans le sens: «nous prenons soin les uns des autres» – et être combinée avec d'autres sujets – par ex. dans le cadre d'une journée consacrée à la santé.

Du fait de leur âge et de maladies, les seniors aussi sont limités dans leurs capacités perceptives et de traitement de l'information. Il est peu probable que plus d'information sur ces déficiences préviendrait beaucoup d'accidents de seniors. Très souvent, les aînés ne sont pas fautifs dans les accidents. Ce qui est déterminant, ce sont plutôt leur senso-motricité restreinte et, en particulier, leur forte vulnérabilité qui, en cas d'accident, entraîne vite de graves

conséquences pour eux. A partir de 60 ans déjà, les cyclistes ont une létalité supérieure à la moyenne; à 70 ans et plus, elle est nettement supérieure à celle de toutes les tranches d'âge. Une prévention générale des chutes peut éventuellement être salutaire aux aînés, car nombre d'entre eux tombent en montant ou en descendant de leur bicyclette, ce qui indique des déficits sensori-moteurs.

Vu le nombre total de kilomètres qu'ils parcourent à vélo, les **adultes** représentent un important groupe cible. Des thèmes tels que meilleure perceptibilité, respect des règles de la circulation routière, vitesse adaptée, connaissances lacunaires ou conscience des dangers peuvent être véhiculés par des stratégies de **marketing social**. Ici aussi, les actions conjointes des différents représentants des groupes d'intérêt (lobbyistes, police, assurances, monde du vélo, associations, etc.) sont en général plus efficaces que lorsqu'elles sont isolées. Il faut analyser chaque situation de manière ciblée pour déduire les mesures utiles. Les actions/contrôles de police sont souhaitables comme moyen éducatif, mais pas dans le sens de contrôles avec sanctions à la clé. Le choix d'une démarche appropriée permet ainsi de ne pas atteindre uniquement les cyclistes déjà sensibilisés, comme c'est souvent le cas lors de campagnes de communication, journées d'action, etc.

2.4.2 Cycles

Un nombre considérable de vélos en circulation présentent des insuffisances techniques et des lacunes au niveau du fonctionnement qui peuvent porter atteinte à la sécurité. Toutefois, la statistique policière des accidents tout comme des analyses détaillées des causes des accidents montrent que les insuffisances techniques des vélos jouent un rôle peu important dans les accidents. Par conséquent, l'utilité préventive de mesures visant à promouvoir des vélos techniquement impeccables est, comparativement à d'autres mesures, relativement modeste.

Par contre, des **durcissements et précisions législatifs** relatifs à l'éclairage actif et passif sont recommandés, tout comme la mise à disposition des consommateurs d'**informations** sur tous les éléments de sécurité des vélos et des remorques. Ces informations doivent permettre d'acheter un vélo en tenant compte des aspects sécuritaires et de montrer les possibilités de compléter l'équipement de sécurité des vélos qui ne sont pas neufs. Il est également judicieux de promouvoir l'entretien des vélos. Par contre, utiliser à cette fin exclusive des canaux de diffusion comme, par ex., un spot TV ou une brochure sur ce thème ne serait pas efficace au regard des ressources mobilisées. Le bon état de fonctionnement des vélos devrait au contraire être inclus comme thème annexe dans les activités préventives existantes.

En ce qui concerne les **remorques** pour le transport d'enfants, il est certes possible d'optimiser leur sécurité (sur le plan technique), mais le **potentiel préventif** de ces améliorations est **très faible**. Vu que les enfants ne prennent pas volontairement part à la circulation routière et étant donné le nombre élevé d'années de vie perdues pour les enfants accidentés, ces mesures s'avèrent plus importantes sur la base de considérations éthiques que si l'on considère leur potentiel préventif.

2.4.3 Equipement de protection: le casque cycliste

Porter un casque est une mesure de **prévention secondaire**, car cela n'influence pas le risque

d'accident mais la gravité des blessures. Or, la prévention doit se déployer en premier lieu là où des accidents peuvent être évités. Le présent dossier de sécurité décrit de nombreuses mesures nécessaires pour atteindre cet objectif. Toutefois, il ne sera jamais possible d'éviter tous les accidents de cyclistes. En cas de chute, il est judicieux de porter un casque, même si toutes les blessures à la tête ne pourront être évitées grâce à lui.

Selon la statistique des causes de décès, en Suisse, 60% des cyclistes mortellement accidentés meurent des suites d'une **blessure à la tête**. Ce résultat recoupe la littérature internationale. Sur la base de la méta-analyse la plus récente et la plus aboutie méthodologiquement, qui prend en considération plus de 20 études, on peut supposer qu'en moyenne (pas dans chaque cas), le casque cycliste **diminue la probabilité d'une blessure à la tête de quelque 40%**. Un casque bien ajusté et porté correctement peut augmenter l'effet protecteur.

Par rapport au casque cycliste, deux **objectifs** sont possibles: premièrement, **améliorer son effet protecteur** et, deuxièmement, **augmenter son taux de port**. Dans l'optique de la santé publique, il faut prioritairement augmenter son taux de port. Augmenter l'efficacité d'une intervention en soi – ici le casque cycliste – est souvent moins utile à la population que l'augmentation de sa pénétration dans la population (par ex., l'accès de groupes cibles importants à l'intervention et l'utilisation individuelle de l'intervention).

Les **tests de casques (normalisation)** représentent une possibilité d'examiner leur potentiel de protection dans des conditions simplifiées mais contrôlées. Pour les casques cyclistes, la norme EN 1078 en particulier est déterminante car elle teste leurs propriétés amortissantes au moyen de crash tests. Ces essais permettent de **comparer** les performances des différents casques. L'accélération mesurée renseigne sur l'énergie que le casque absorbe et permet d'évaluer le risque de blessure résultant du choc. La valeur limite indiquée dans la norme peut être discutée en ce qui concerne sa pertinence biomécanique mais doit toutefois être comprise comme une **exigence minimale**. Les critères de test pour les casques doivent être perfectionnés par la recherche et le développement comme, par ex., une meilleure protection des tempes, une capacité d'absorption des chocs plus grande, une prise en considération de l'accélération rotatoire, un choc ailleurs que sur le sommet du crâne, etc.

Un **taux de port du casque plus élevé** peut être ambitionné au moyen de stratégies éducatives (programmes de formation, campagnes de communication), législatives (obligation) ou économiques (subvention ou gratuité).

Un travail récapitulatif englobant 11 études des années 1990 a montré que les **programmes de formation** et les **campagnes réalisées dans les communes pour les enfants et les jeunes** (partiellement par la remise gratuite, le remplacement ou l'octroi d'un rabais) ont permis d'augmenter d'un facteur 2 le taux de port du casque chez le groupe cible. Vu qu'entre-temps, les conditions-cadre ont changé (taux de port plus élevé, résistance plus forte de ceux qui ne le portent pas), on peut supposer qu'aujourd'hui, l'effet sera plus faible. Par ailleurs, nous ne connaissons pas d'études sur l'efficacité d'interventions éducatives (basées sur des contacts personnels) chez les **adultes.**

Il n'existe aucune donnée actuelle quant à l'efficacité de **campagnes** principalement médiati-

ques **sur le casque cycliste**. Il ressort de la littérature scientifique que les campagnes de sécurité routière peuvent être efficaces pour induire une action. Une analyse approfondie de la situation, une conception et une mise en œuvre spécifiques aux groupes cibles sont les conditions – mais pas la garantie – du succès. En Suisse, malgré des campagnes de communication intenses, nationales et annuelles ainsi que des incitations financières, le taux de port du casque stagne à près de 40% depuis 2007. Il est donc recommandé de chercher de nouvelles voies pour aborder les cyclistes et de traiter d'autres thèmes relatifs à la sécurité des cyclistes dans des campagnes de communication (par ex., conscience des dangers spécifiques au vélo chez les cyclistes eux-mêmes et/ou les conducteurs de véhicules à moteur.

Dans le cadre des stratégies éducatives, une **approche participative** est souvent judicieuse. C'est particulièrement le cas lorsque le groupe cible visé est plutôt réservé par rapport à la prévention (les jeunes, par ex.) ou difficile à atteindre (par ex., les personnes issues de la migration).

Augmenter le taux de port du casque doit aussi davantage être axé sur le fait qu'il doit être **bien ajusté et bien positionné**.

Deux travaux récapitulatifs montrent que l'introduction de l'obligation de porter le casque augmenterait son taux de port d'un **facteur de 1,5 à 22**. L'importante disparité des effets de ce changement législatif n'a pas pu être tirée au clair de manière concluante et montre que le succès du port obligatoire dépend de nombreux facteurs. Des sanctions et projets éducatifs concomitants sont judicieux.

Augmenter le taux de port du casque n'est qu'un but intermédiaire, le but ultime étant de **diminuer le nombre de blessures à la tête** des cyclistes accidentés. Peu d'études avec des groupes témoins étudient les blessures à la tête. Les auteurs d'un travail de synthèse Cochrane constatent que les études disponibles – même si elles sont quantitativement et qualitativement limitées – sont à même de prouver que l'obligation, pour les enfants, de porter le casque a un effet préventif sur les blessures à la tête. Ces études ont examiné l'effet du casque obligatoire pour les enfants. Les résultats ne sont peut-être pas applicables aux adultes.

Les travaux de synthèse n'ont trouvé aucune étude correspondant aux critères de sélection qui examine les **effets secondaires indésirables** comme la diminution du nombre de cyclistes ou un comportement compensatoire négatif.

En raison de leur efficacité, des stratégies éducatives, législatives et économiques visant à **augmenter le taux de port du casque** sont fondées en Suisse. Mais en fin de compte, la faisabilité politique est également décisive. L'**effet protecteur** devrait être perfectionné comme stratégie secondaire au moyen de recherches et d'adaptation des normes. Du fait du taux de port encore relativement modeste chez les jeunes et les adultes, le **potentiel préventif** pour ces groupes d'âge est plus élevé que chez les enfants. A l'inverse, d'autres réflexions justifient précisément d'intervenir chez les enfants, par ex., leur besoin de protection particulier ancré dans la loi. Du point de vue de la santé publique, une obligation de port pour tous les groupes d'âge n'est guère recommandée en Suisse aussi longtemps que des effets secondaires indésirables ne peuvent être totalement exclus.

2.4.4 Conducteurs des véhicules antagonistes

Les conducteurs de véhicules à moteur peuvent fortement contribuer à augmenter la sécurité des cyclistes. Il est donc logique d'influencer de façon ciblée leur manière de conduire. L'objectif global est de promouvoir un style de conduite prévoyant, axé sur la sécurité et partenarial. La **vitesse**, les **distractions** et une **conscience insuffisante des dangers** provoquent un nombre très élevé de **refus de priorité** et de **collisions lors de changements de direction ou de voie**, et portent le plus grand préjudice à la sécurité des cyclistes. Des **dépassements serrés** et l'**ouverture imprudente de portières** représentent également des dangers pour les cyclistes.

La connaissance des dangers qui menacent spécifiquement les cyclistes devrait être approfondie dans la **formation à la conduite** des conducteurs de véhicules à moteur. Toutefois, afin de pouvoir atteindre non seulement les nouveaux mais tous les autres conducteurs, de nouveaux efforts sont nécessaires. Une **analyse plus approfondie de la situation** devrait permettre de clarifier par quels canaux et sous quelle forme les conducteurs de véhicules à moteur doivent être sensibilisés à la sécurité des cyclistes. Une **sensibilisation générale aux dangers spécifiques auxquels les cyclistes sont exposés** (distractions et vitesses adoptées comprises) devrait être au premier plan, car elle peut contribuer à réduire le nombre de non-respects des priorités et d'erreurs lors de changements de direction ou de voie. La distance de dépassement et l'ouverture des portières devraient aussi, si possible, être au programme. Différentes stratégies de marketing social sont envisageables, depuis les **campagnes** médiatiques jusqu'aux contacts personnels lors d'**actions/événements**. Il est toutefois difficile d'intégrer plusieurs sujets et consignes dans une campagne. Il est probablement plus difficile de sensibiliser les conducteurs de véhicules à moteur à la sécurité des cyclistes au moyen de campagnes de communication que les cyclistes eux-mêmes (ces derniers ayant un plus fort intérêt à la propre sécurité). L'engagement de la **police** est également souhaitable (sensibilisation avec ou sans sanctions). Une démarche appropriée permet en effet d'atteindre un public cible plus large que les conducteurs de véhicules à moteur déjà sensibilisés, au contraire des campagnes/actions de communication. La vitesse, les distractions, le non-respect des priorités ainsi que l'inattention lors de changements de direction ou de voie devraient être au premier plan des contrôles/actions de la police.

Il faut encourager l'**optimisation des examens de l'aptitude à la conduite** des conducteurs de véhicules à moteur et coordonner les interventions des différents acteurs pour une **distribution systématique aux conducteurs seniors de matériel d'information** relatif aux déficits dus à l'âge ou à la maladie et importants pour la sécurité – tout ceci aussi par rapport aux cyclistes.

Vu les déficits liés au développement des enfants et des jeunes, les conducteurs de véhicules à moteur ont une importance cruciale pour la sécurité de ces cyclistes. En effet, les «fautes» commises par ces groupes d'usagers de la route doivent être **compensées** en grande partie **par les conducteurs de véhicules à moteur**.

Pour compléter, notons que le comportement routier des conducteurs de véhicules à moteur comme des cyclistes est aussi déterminé dans une large mesure par les éléments infrastructurels. Nous pensons en particulier à l'importante problémati-

que des refus de priorité. Les déficits des conducteurs de véhicules à moteur peuvent aussi être contrebalancés efficacement par des technologies embarquées.

2.4.5 Véhicules antagonistes

Les optimisations techniques des véhicules peuvent considérablement contribuer à augmenter la sécurité des cyclistes. Améliorer la structure géométrique des **parties frontales** représente une des interventions possibles, vu que ces parties influencent grandement la gravité des blessures. Les possibilités à cet égard sont nombreuses et certaines sont déjà inscrites dans la loi. Toutefois, les exigences de contrôle correspondantes sont conçues en fonction des piétons et ne tiennent pas assez compte des particularités des cyclistes. Ainsi, le pare-brise que les cyclistes heurtent souvent est totalement exclu de ces exigences.

La **fonctionnalité de l'éclairage** peut être améliorée en particulier par des feux de virage adaptatifs ou des feux innovants qui éclairent les dangers. Les feux diurnes peuvent préserver les cyclistes de manœuvres dangereuses.

Du fait de certaines parties de l'environnement du véhicule non immédiatement perceptibles par les conducteurs, ces derniers risquent de ne pas voir les cyclistes. Outre l'**angle mort** latéral particulièrement problématique pour les camions, des montants latéraux avant larges risquent aussi de masquer la vue. En plus de miroirs contre l'angle mort et de montants latéraux avant plus minces, les **systèmes électroniques**, notamment, ont un fort potentiel préventif. De nouveaux systèmes qui détectent les cyclistes et avertissent les automobilistes ou qui interviennent activement dans la conduite du véhicule pour éviter une collision sont particulièrement prometteurs. Les systèmes d'assistance au freinage, qui permettent de raccourcir considérablement la distance de freinage, peuvent aussi éviter des accidents avec des cyclistes ou, pour le moins, réduire la vitesse de collision et donc la gravité des blessures.

Vu les possibilités techniques qui existent pour protéger les autres usagers de la route, il faut se demander comment **encourager leur mise en œuvre**. Bien que certaines technologies puissent être imposées par la voie légale, la voie éducative comprenant la sensibilisation et l'information des acheteurs potentiels joue un rôle central. Les consommateurs doivent être sensibilisés à la protection des autres usagers de la route et informés des technologies disponibles ainsi que des crash tests (Euro NCap, par ex.). Des systèmes d'incitation financière comme des rabais d'assurance ou des réductions d'impôts pour les technologies de sécurité peuvent aussi aider à les promouvoir sur une base volontaire.

Nonobstant les gains de sécurité déjà obtenus, retenons que les concepts techniques des véhicules pour la protection des usagers de la route vulnérables n'en sont qu'à leur début.

2.4.6 Infrastructure

L'**infrastructure** et l'**écoulement du trafic** doivent être organisés de manière à diminuer drastiquement le risque de collision ou de chute de cyclistes sans implication d'autres véhicules. L'aménagement d'un réseau de pistes cyclables continu et complètement séparé du trafic automobile est irréaliste, tant du point de vue pratique que financier. Par contre, il est nécessaire et,

pour la sécurité des déplacements des cyclistes, indispensable, de **planifier un réseau pour le trafic des deux-roues légers**. Les interventions infrastructurelles prévues et réalisées pour le trafic des deux-roues légers doivent absolument correspondre aux aspects techniques de sécurité des **normes VSS**. Autrement, il y a non seulement le risque que le gain de sécurité espéré ne se produise pas, mais que le risque d'accident et de blessure augmente. L'objectif principal est un **aménagement sûr des carrefours**. En effet, quand bien même les usagers de la route passent beaucoup moins de temps dans les carrefours que sur les sections courantes, 54% de tous les dommages corporels graves consécutifs à des collisions s'y produisent. Outre les éléments infrastructurels spécifiques au trafic cycliste, une autre mesure de sécurité centrale est l'**application conséquente du régime de vitesses 50/30 km/h sur le réseau routier en localité**. Il a en effet été prouvé avec une grande certitude qu'il y a beaucoup moins d'accidents dans les zones 30 (27% d'accidents avec blessés en moins). Enfin, soulignons la nécessité d'un **entretien des routes** adapté aux deux-roues légers. En fait également partie l'examen régulier de la signalisation en vue d'une possible diminution de sa densité. Au nombre des **stratégies de mise en œuvre** des mesures infrastructurelles, citons en particulier la **formation continue des professionnels de la route, la réalisation systématique de road safety audits et de road safety inspections** ainsi que l'achèvement de l'**ensemble des normes VSS relatives au trafic des deux-roues légers**.

2.5 Conclusions

Pour des raisons différentes, les enfants, adultes et seniors sont chacun des groupes cibles importants. En roulant de manière défensive mais avec assurance, les cyclistes peuvent considérablement contribuer à leur propre sécurité. Mais l'infrastructure, les conducteurs des véhicules antagonistes et les objets antagonistes jouent un rôle essentiel pour la sécurité des cyclistes. Les mesures essentielles pour améliorer la sécurité des cyclistes sur les routes sont les suivantes:

- Planifier un réseau pour le trafic des deux-roues légers
- Planifier et aménager (aux carrefours surtout) l'infrastructure pour le trafic des deux-roues légers conformément aux normes VSS
- Mettre en place le régime de vitesses 50/30 km/h sur le réseau routier à l'intérieur des localités
- Pour les conducteurs de véhicules à moteur, adopter un comportement routier prévoyant et partenarial vis-à-vis des cyclistes
- Améliorer le comportement des véhicules à moteur en cas de collision
- Equiper les véhicules à moteur de systèmes électroniques (par ex., système de détection des cyclistes, assistance au freinage)
- Promouvoir la conscience des dangers spécifiques au vélo chez les cyclistes jeunes et adultes
- Accompagner les enfants qui font du vélo

Les stratégies/mesures prometteuses pour la Suisse figurent dans les tableaux 1 et 2.

Tableau 1
Stratégies/mesures vivement recommandées pour atteindre les objectifs

Stratégies/mesures pour atteindre les objectifs
Cyclistes
Education routière institutionnalisée spécifique aux cyclistes comprenant un test cycliste pratique pour les enfants/jeunes. Thèmes: conscience des dangers, connaissances des règles, rouler correctement, faire des manœuvres sûres (par ex., freiner), style de conduite défensif (se conformer aux règles, vitesse adaptée), perceptibilité, utilisation de téléphones mobiles/baladeurs audio, alcool chez les jeunes
Equipement de protection: le casque cycliste
Casque obligatoire pour les enfants (accompagné de stratégies éducatives, soutien de la police) (recommandation découlant principalement du besoin de protection particulier des enfants)
Conducteurs des véhicules antagonistes
Au cours des 2 phases de la formation à la conduite, encourager un style de conduite prévoyant, partenarial, axé sur la sécurité et orienté spécifiquement sur les relations avec les cyclistes (thèmes: vitesse, distraction, non-respect de la priorité, imprudence lors de changements de direction ou de voie, distance de dépassement). Ces sujets doivent être traités théoriquement, dans la pratique et lors des examens.
Véhicules antagonistes
Pour les nouveaux véhicules, adoption des prescriptions légales de l'UE relatives à l'équipement
Systèmes d'incitation financière comme des rabais de primes d'assurance ou réductions d'impôts pour des technologies de sécurité choisies
Dans le cadre d'Euro NCAP, inclure dans l'évaluation les technologies de sécurité relatives à la protection active des autres usagers de la route
Infrastructure
Formation de base des ingénieurs et planificateurs: sensibilisation à la sécurité routière et transmission de connaissances de base spécialisées.
Formation complémentaire/perfectionnement des ingénieurs et planificateurs: organiser et coordonner des séminaires spécifiques. Examen de l'optimisation du règlement de la formation complémentaire SVI dans l'optique de la sécurité routière/trafic des deux-roues légers.
Mettre l'accent sur les thèmes suivants tant dans la formation de base que dans la formation complémentaire/perfectionnement: · principes guidant la sécurité du trafic des deux-roues légers (y compris le sentiment de sécurité subjectif) · planification de réseaux de pistes cyclables · aménagement des carrefours adapté aux deux-roues · aménagement des tronçons hors carrefours adapté aux deux-roues · thèmes spéciaux (régime de vitesses 30/50 km/h en localité, entretien des routes adapté aux deux-roues) · bases techniques et légales dans leur ensemble
Soutien des efforts visant à intégrer systématiquement les safety audits et les safety inspections dans les projets en Suisse
Soutien des efforts actuels visant à compléter les normes VSS en rapport avec le trafic deux-roues légers

Tableau 2
Stratégies/mesures recommandées pour atteindre les objectifs

Stratégies/mesures pour atteindre les objectifs	Evaluation (et remarques)
Cyclistes	
Interdiction légale de circuler d'un point A à un point B sur les routes publiques pour les enfants jusqu'à 7 ans révolus (s'ils ne sont pas accompagnés)	Recommandé
Sensibiliser et informer les parents (y c. instructions) pour que leurs enfants circulent à vélo avec le maximum de sécurité possible (accompagnement, choix du trajet, respect des règles de priorité, perceptibilité, casque)	Recommandé
Des personnes de référence (enseignant, entraîneur, chef scout, curé, pasteur) sensibilisent et informent les enfants et les jeunes sur des questions de sécurité spécifiques aux cycles dans des lieux et à des moments divers (école, sport, loisirs, enseignement religieux). Thèmes: non-respect de la priorité, style de conduite défensif, perceptibilité, casque, alcool chez les jeunes	Recommandé (coût peu élevé car dispensé dans le cadre des institutions existantes)
Campagnes/actions de communication bien conçues pour augmenter la conscience des dangers chez les cyclistes (thèmes: non-respect de la priorité, style de conduite défensif, perceptibilité, casque, alcool)	Recommandé
Actions/contrôles de la police (interventions éducatives surtout) pour augmenter la conscience des dangers spécifiques au vélo chez les cyclistes (thèmes: non-respect de la priorité, style de conduite défensif, utilisation de téléphones mobiles/baladeurs audio, perceptibilité, casque)	Recommandé (mais cher si mise en pratique intense car demande beaucoup de personnel)
Commercialiser des vêtements de tous les jours pour les cyclistes qui leur permettent d'être bien perceptibles	Recommandé (si soutenu activement par un marketing adapté au groupe cible)
Promouvoir les capacités coordinatrices des enfants dans la vie quotidienne (par ex., avec des vélos sans pédales ou des trottinettes, mais aussi lorsqu'ils jouent dans un espace protégé)	Recommandé

Tableau 2 (suite)
Stratégies/mesures recommandées pour atteindre les objectifs

Stratégies/mesures pour atteindre les objectifs	Evaluation (et remarques)
Cycles	
Autorisation légale exclusive des feux arrière clignotants et prescription par voie légale des réflecteurs latéraux	Recommandé
Reprendre dans des brochures ou pages Internet existantes ou prévues des informations destinées aux consommateurs provenant d'acteurs de la sécurité routière (thèmes: lumière, freins, embouts de guidon, remorque)	Recommandé (peu de frais car plateformes existantes ou prévues; ne pas produire de brochures ou autres isolées sur ces thèmes)
Promotion des couleurs réfléchissantes par l'intermédiaire d'un groupe de travail	Recommandé
Témoin de distance comme cadeau publicitaire dans le cadre de stratégies éducatives	Recommandé (peu de frais)
Equipement de protection : le casque cycliste	
Recherche et développement pour améliorer l'effet protecteur et le confort (par ex., meilleure protection dans la région temporale, nouveaux matériaux, protection contre l'accélération rotatoire, systèmes de fixation)	Recommandé
Développer la normalisation des casques cyclistes (par ex., exigences plus élevées pour une utilisation sportive ou pour le vélo électrique, critères de test pour l'accélération rotatoire)	Recommandé
Thématiser le casque dans le cadre de programmes/brochures etc. existants ou nouveaux pour promouvoir la sécurité des enfants et des jeunes (approche participative nécessaire pour des groupes cibles difficiles à atteindre)	Recommandé
Campagne de communication pour augmenter le taux de port du casque basée sur une analyse complète de la situation et en utilisant des concepts novateurs et prometteurs	Recommandé (surtout si le casque devient obligatoire)
Mesures visant à augmenter la disponibilité et le port du casque chez les personnes au statut socioéconomique bas et/ou étrangères (mesures à élaborer avec le groupe cible)	Recommandé
Systèmes d'incitation spécifiques (par ex., pour les groupes cibles dont le revenu est faible) combinés à des mesures éducatives	Recommandé
Collaborer avec l'industrie cinématographique pour imposer le casque visuellement et auditivement	Recommandé (limité aux émetteurs suisses)
Conducteurs des véhicules antagonistes	
Interdiction générale de téléphoner au volant (y c. avec un dispositif mains libres)	Recommandé (mais politiquement peu réalisable en Suisse)
Actions/contrôles de la police (avec ou sans sanctions) pour augmenter la conscience des dangers spécifiques au vélo chez les conducteurs de véhicules à moteur (sensibilisation aux thèmes suivants: non-respect de la priorité, vitesse, distraction, distance de dépassement, etc.)	Recommandé (mais cher si mise en pratique intense car demande beaucoup de personnel)
Plus de contrôles de police relatifs à la vitesse	Recommandé (mais utilité réduite car se focalise sur les vitesses maximales signalées et non adaptées aux conditions/circonstances)
Campagnes/actions de communication bien conçues pour augmenter la conscience des dangers spécifiques au vélo chez les conducteurs de véhicules à moteur (sensibilisation aux thèmes suivants: non-respect de la priorité, vitesse, distraction, distance de dépassement et ouverture imprudente de portière)	Recommandé
Assurance qualité lors des examens sur l'aptitude à la conduite (précisions sur les contenus et les déroulements) et définition d'exigences physiques et psychiques minimales précises dans les textes de loi (ordonnance)	Recommandé
Action coordonnée de tous les intervenants pour informer systématiquement les automobilistes seniors de la détérioration de capacités importantes pour la sécurité due à l'âge ou à la maladie	Recommandé
Véhicules antagonistes	
Séances d'information et campagne de promotion médiatique pour le grand public sur les technologies électroniques de sécurité et la sécurité des autres usagers de la route	Recommandé
Avec l'industrie automobile, développer une stratégie active de commercialisation des technologies électroniques de sécurité	Recommandé
Soutenir les tests consommateurs comme ceux d'Euro NCAP et diffuser leurs résultats	Recommandé
Montrer l'utilité et de la faisabilité de technologies innovatrices dans des projets pilote	Recommandé
Dans des groupes de travail internationaux (par ex. ONU/CEE), renforcer les exigences techniques relatives à la sécurité des autres usagers de la route	Recommandé
Adoption des prescriptions de l'UE relatives à l'équipement des nouveaux véhicules en feux diurnes	Recommandé
Règle de conduite complémentaire: changer la prescription obligative en vigueur en une obligation de conduire de jour feux allumés	Recommandé
Prescrire par voie légale la protection latérale fermée	Recommandé
Remettre des autocollants de mise en garde aux routiers (pour sensibiliser les cyclistes aux accidents dus à l'angle mort)	Recommandé

3. Traffico ciclistico

3.1 Introduzione

Dal 2004, l'upi – Ufficio prevenzione infortuni – redige su mandato del Fondo di sicurezza stradale (FSS) ogni anno un dossier sicurezza attualizzato periodicamente e dedicato a diversi infortuni frequenti (p. es. traffico pedonale, traffico ciclistico, velocità, traffico motociclistico, occupanti di automobili). Il presente dossier, pubblicato nel 2005, è il primo che è stato sottoposto a una revisione sistematica.

Il metodo applicato nei dossier sicurezza upi si orienta a quello dell'epidemiologia, un **approccio scientifico** che permette di fornire delle **basi solide per le autorità decisionali**. La pubblicazione è destinata sia all'FSS sia a tutte le persone e istituzioni responsabili per la pianificazione e il finanziamento delle misure di prevenzione o di altre misure di sicurezza nella circolazione stradale.

I capitoli incidentalità, fattori di rischio e prevenzione costituiscono il fulcro del presente dossier sicurezza «Traffico ciclistico». Il capitolo **incidentalità** ricorre a diverse fonti dei dati per presentare una panoramica sugli incidenti ciclistici gravi in Svizzera e li paragona con dati esteri. Nel capitolo **fattori di rischio** si spiegano le possibili fonti di pericolo, valutandole a seconda della loro rilevanza per le circostanze svizzere. Il capitolo contiene i seguenti argomenti: fattori di rischio dei ciclisti, fattori di rischio delle biciclette, fattori di rischio dei conducenti dei veicoli coinvolti nella collisione, fattori di rischio dei veicoli coinvolti nella collisione (per lo più automobili) e fattori di rischio dell'infrastruttura. Nel capitolo **prevenzione** si descrivono i potenziali obiettivi per la riduzione dei fattori di rischio (**cosa** deve essere raggiunto) e le strategie per raggiungerli (**come** è possibile raggiungere questo stato). Le spiegazioni relative alla prevenzione degli incidenti ciclistici gravi sono suddivise in modo analogo al capitolo sui fattori di rischio. Il casco per ciclisti viene presentato come prodotto di sicurezza per ridurre le lesioni alla testa. Come ultima fase di lavoro, nei capitoli sulla prevenzione si valutano e si presentano in una tabella delle **proposte di prevenzione** (più o meno concrete) per la Svizzera (da «non raccomandabile» fino a «molto raccomandabile»). La valutazione è stata effettuata secondo scienza e coscienza. Come base è servita specialmente l'evidenza scientifica dell'efficacia, l'utilità attesa dal punto di vista della Sanità Pubblica nonché delle riflessioni etiche (p. es. il particolare bisogno di proteggere i bambini). I criteri che vanno oltre tali punti come l'approvazione politica oppure il rapporto costi/utilità valgono come criteri supplementari. Le raccomandazioni elaborate dall'upi vanno pertanto intese come base per il dibattito politico.

3.2 Incidentalità

Ogni anno, negli incidenti stradali 800 ciclisti vengono feriti gravemente e quasi 40 in modo mortale. Quasi la metà dei casi mortali (47%) riguardava tra il 2005 e il 2009 le persone di 60 anni e più. I ciclisti sotto i 20 anni hanno raggiunto un tasso del 15% (la metà di questi aveva almeno 15 anni). Riferito a tutti i ciclisti feriti gravemente e morti, il tasso delle persone di 60 anni e più scende al 22% mentre quello dei ciclisti sotto i 20 anni aumenta ad approssimativamente il 20%. I bambini sotto i 15 anni sono piuttosto raramente coinvolti in un incidente ciclistico grave. Gli anziani hanno, per ogni chilometro percorso, il rischio ampiamente maggiore di essere coinvolti in un incidente grave o mortale. Riferito alle relative percentuali sulla popolazione, la fascia d'età che tra 10 e 14 anni è quella

maggiormente interessata dagli incidenti ciclistici gravi; questo risulta principalmente dal loro elevato numero di chilometri percorsi. A causa dell'elevata forbice d'età compresa tra i 20 e i 60 anni, in modo assoluto però il 60% dei ciclisti feriti gravemente o morti rientra in questo gruppo. 3 su 4 ciclisti coinvolti in un incidente mortale sono uomini (e due terzi dei feriti gravi e dei morti complessivamente). Questa sproporzione a sfavore degli uomini emerge in tutte le fasce d'età.

Benché negli ultimi anni sia stato possibile aumentare, visto in modo assoluto, la sicurezza dei ciclisti, negli altri gruppi di utenti della strada (p. es. pedoni, occupanti di automobili) sono stati raggiunti successi maggiori. Dal confronto europeo emerge che la sicurezza stradale in Svizzera è generalmente molto elevata, ma la sicurezza dei ciclisti soltanto media.

Quasi il 30% dei ciclisti feriti gravemente o morti era coinvolto in un incidente a veicolo isolato e due terzi in una collisione con altri utenti della strada. L'86% degli utenti antagonisti erano veicoli a motore, mentre nei verbali della polizia alla metà dei ciclisti coinvolti in una collisione e a un terzo dei conducenti di un veicolo non viene attribuito nessun torto (nel senso di un difetto evidente). Con la maggiore età aumenta il tasso dei ciclisti a cui non si attribuisce nessun torto in una collisione. Le collisioni con un veicolo a motore si verificano prevalentemente durante una manovra per svoltare e attraversare. Tre quarti degli incidenti ciclistici succedono nell'abitato.

Secondo le indicazioni della polizia sia gli incidenti a veicolo isolato sia le collisioni sono dominati dalle cause di natura comportamentale, le cause di natura strutturale sono piuttosto rare. Oltre alla «disattenzione e distrazione» gli incidenti a veicolo isolato sono correlati specialmente alla «velocità» e all'«alcol», le collisioni all'«inosservanza del diritto di precedenza». Gli elementi infrastrutturali mancanti o difettosi vengono raramente rilevati come possibile causa d'incidente. In base ai verbali della polizia non è possibile risalire ai rischi che provengono da un'infrastruttura difettosa.

Nella statistica LAINF si contano ogni anno 17 000 ciclisti feriti in un incidente stradale. A differenza degli incidenti rilevati dalla polizia, il tasso delle collisioni con un altro utente della strada è notevolmente inferiore; questo si spiega con il numero oscuro nella statistica ufficiale.

I ciclisti coinvolti in un incidente riportano prevalentemente delle contusioni, seguite dalle fratture, dalle distorsioni e dalle lesioni aperte. In caso di caduta o urto sono interessate piuttosto le estremità superiori, in caso di collisione il tronco e la colonna vertebrale. Il 20% delle lesioni si rilevano nella zona della testa e del collo. Nel 18% circa di questi casi si tratta di traumi cranici/cerebrali, prevalentemente commozioni cerebrali.

Restrittivamente va detto che la statistica LAINF del servizio centrale delle statistiche dell'assicurazione contro gli infortuni SSAINF non comprende le lesioni dei bambini e degli anziani. Le analisi disponibili dunque non presentano un quadro completo dello spettro di lesioni dei ciclisti.

Dall'analisi degli incidenti e della statistica LAINF emerge chiaramente che per i ciclisti svizzeri esiste (tuttora) la necessità di misure di prevenzione.

3.3 Fattori di rischio

3.3.1 Ciclisti

In base alla letteratura analizzata, se possibile plausibilizzata con i dati svizzeri sull'incidentalità, si può dedurre che i ciclisti in caso di incidente riportano ferite gravi perché:

- dispongono di un insufficiente **senso del pericolo**
- dispongono di **nozioni** lacunose rilevanti per la circolazione stradale
- circolano di notte e in particolare di giorno in modo che siano difficilmente **visibili**
- non si attengono alle **norme della circolazione stradale**
- viaggiano a velocità **troppo elevate**
- guidano sotto l'**influsso dell'alcol**

I bambini sotto gli 8 anni non dispongono ancora delle capacità cognitive e sensomotoriche per poter affrontare la circolazione stradale odierna. Fino a 10 anni bisogna prestare ancora molta prudenza. Anche i giovani sono esposti a rischi particolari perché hanno un senso del pericolo esiguo, la tendenza a sopravvalutarsi e – se in giro con altri – distratti dall'interazione sociale. Al contrario dei giovani (che rispetto ad altre fasce d'età usano relativamente spesso la bicicletta) i bambini più giovani non si trovano a lungo nel traffico stradale e se comunque capita, sono probabilmente spesso accompagnati; questo almeno è presumibile in base al relativamente esiguo numero di feriti gravi o morti rilevati in questa fascia d'età. Le regole imparate durante le lezioni di educazione stradale nelle elementari svaniscono già durante la fanciullezza e l'adolescenza. Va presunto che le inosservanze della precedenza sono in parte riconducibili all'ignoranza delle regole stradali. In caso di collisione, la polizia attribuisce a quasi un terzo dei bambini e adolescenti l'inosservanza del diritto di precedenza come causa d'incidente.

Anche gli **anziani**, che raggiungono quasi la metà dei casi mortali, sono affetti da un deficit legato allo sviluppo e all'età (nell'ambito della percezione, informazione e sensomotorica) e si presume che alcuni anziani vanno in bicicletta senza conoscere sufficientemente le regole. Tuttavia per gli anziani il pericolo non sorge principalmente per questi fattori, ma piuttosto per la loro elevata vulnerabilità. Riportano più facilmente delle ferite gravi e si riprendono più lentamente da queste, ciò spiega in gran parte il loro elevato numero di vittime.

Per gli **adulti** emergono pochi fattori di rischio specifici. Dagli incidenti rilevati dalla polizia risalta solo il difetto «alcol». Questo concerne in primo luogo le persone tra i 18 e i 59 anni (negli incidenti a veicolo isolato il difetto «alcol» viene attribuito però anche a un 15-17enne su cinque).

A prescindere dalla loro età, la grande maggioranza dei ciclisti è **insufficientemente visibile, particolarmente di giorno**. Questo risulta dalla loro silhouette stretta (rispetto ad auto sempre più alte) e il frequente uso di abiti scuri. Tra tutti i fattori di rischio, alla visibilità insufficiente viene attribuita la rilevanza più alta per gli incidenti. Una migliore visibilità per sé non eviterebbe gli incidenti a veicolo isolato, ma probabilmente un elevato tasso delle collisioni, in particolare in seguito all'inosservanza della precedenza.

Anche **la velocità troppo elevata** è, relativamente indipendentemente dall'età, un fattore di rischio importante e più significativa per gli incidenti a veicolo isolato che per le collisioni.

Nell'analisi dei rischi, le **facoltà sensomotorie insufficienti** complessivamente – cioè rispetto a tutti i ciclisti – non sono state identificate come fattore di rischio centrale. Si presume che gli adulti che usano spesso la bici – e che di conseguenza costituiscono un target importante poiché sono esposti più frequentemente ai pericoli del traffico – dispongano di una sufficiente quantità di facoltà sensomotorie ovvero che pochi adulti usano la bici se non la maneggiano bene (ma possibile in singoli casi). La sensomotorica si sviluppa soltanto a poco a poco e di conseguenza i bambini e in parte anche i giovani, in particolare in caso di poca pratica, presentano dei deficit (tempo di reazione, equilibrio, modo di frenare). In base all'esiguo numero d'incidenti dei bambini, va presunto che i bambini con elevati deficit o partecipano poco al traffico stradale o vengono accompagnati. Le osservazioni pronunciate non raramente dagli istruttori del traffico che la sensomotorica dei bambini sia peggiorata sono probabilmente riconducibili al fatto che oggi la pratica di guida manca a un numero più elevato di bambini rispetto al passato. In caso di test pratico emergono giocoforza delle incertezze. In età avanzata la sensomotorica peggiora spesso. Non di rado i ciclisti anziani si feriscono mentre salgono o scendono dalla bici, un indizio per una sensomotorica insufficiente.

3.3.2 Bicicletta

Le biciclette presentano alcune caratteristiche che aumentano il pericolo di riportare una ferita grave: elevata instabilità, esigua distensione spaziale, assenza di zona ad assorbimento d'urto. Per mancanza di dati non è possibile dire se il pericolo d'incidente ovvero di ferita varia in dipendenza del tipo di bicicletta (mountain bike, bicicletta da corsa, city bike ecc.).

Un notevole tasso delle biciclette presenta dei **difetti di sicurezza tecnici**. Particolarmente frequenti sono quelli delle luci, dei freni e delle ruote. Il motivo principale potrebbe essere ricercato nell'elevata «tolleranza rispetto ai difetti» da parte dei ciclisti. Rispetto al significato di altri fattori di rischio, la rilevanza per gli incidenti di questi difetti tecnici è però esigua.

Nel caso dell'**illuminazione** sussistono due problemi: i difetti tecnici e la mancanza delle luci. I conducenti di bici (e relativi rimorchi) con illuminazione insufficiente o del tutto mancante e guidate nel buio comportano un rischio maggiore di non essere visti o di essere investiti da un conducente di un veicolo a motore e di essere, di conseguenza, feriti gravemente. Eppure il significato dei difetti relativi all'illuminazione è esiguo per poter spiegare l'intera incidentalità, visto che di notte/con il buio si effettua soltanto una frazione di tutte le corse.

Anche i **difetti relativi ai freni** sono responsabili solo in misura modesta dell'incidentalità dei ciclisti. Che la rilevanza per gli incidenti dovuti a freni insufficienti è più bassa di quanto si potrebbe presumere dalla loro elevata frequenza, potrebbe essere dovuto al fatto che i ciclisti per esperienza sono in grado di valutare l'efficacia dei freni e che adeguano la guida in base al loro funzionamento.

3.3.3 Conducenti dei veicoli antagonisti

I conducenti di veicoli a motore mettono in pericolo i ciclisti particolarmente con l'**inosservanza della precedenza** e con i **cambiamenti di direzione e di corsia imprudenti** (compreso tagliare le curve). Per le collisioni ci sono principalmente due cause: 1) **insufficiente senso del pericolo in materia di biciclette** ovvero i conducenti dei vei-

coli a motore stimano male i pericoli e i rischi per loro stessi e della situazione e si comportano di conseguenza in modo poco sicuro e 2) **distrazione e disattenzione**. In generale la **velocità** dei conducenti di un veicolo a motore (per quanto concerne la probabilità di una collisione e la gravità delle ferite) è un fattore di rischio determinante per i ciclisti. Benché l'**alcol e la stanchezza** rappresentino un elevato problema di sicurezza per i conducenti dei veicoli motorizzati, questi due fattori sono di rilevanza inferiore per la sicurezza dei ciclisti. Gli incidenti dei conducenti di un veicolo a motore che sono alticci o stanchi succedono in periodi precisi (di notte) oppure su strade (su tratti monotoni e lunghi delle strade extraurbane) poco usate dai ciclisti. Per contro non è raro che le **manovre di sorpasso** con uno spazio troppo esiguo tra veicolo a motore e bicicletta e l'**apertura imprudente della portiera** mettano in pericolo i ciclisti.

Tra i conducenti di un veicolo a motore – misurato in base ai chilometri percorsi da questi – i **conducenti giovani di un veicolo a motore** che hanno tra 18 e 24 anni e coloro **dai 60 anni in su** rappresentano un particolare rischio per la sicurezza. Nella categoria dei neopatentati i motivi vanno ricercati nelle caratteristiche tipiche per i giovani e nella poca esperienza di guida. Per i conducenti più anziani spicca un calo delle prestazioni a diversi livelli (limitazioni cognitive e fisico-motorie). Una demenza p. es. aumenta massicciamente il rischio d'incidenti, è però diffusa soltanto a età molto elevata. In base all'elevata forbice d'età, ovvero della loro somma, il maggior pericolo per i ciclisti è però costituito **generalmente dai conducenti di un veicolo a motore adulti** .

I **limiti delle capacità, cioè percezione ed elaborazione delle informazioni** dei conducenti di un veicolo a motore, vengono generalmente sovrasollecitati nella circolazione stradale. Questo si manifesta p. es. nel fatto che i ciclisti spesso non vengono visti nel momento in cui si cambia direzione o corsia e nell'inosservanza del diritto di precedenza. In tale contesto vanno menzionati i seguenti problemi:

- le intersezioni (eccetto le rotatorie) presentano spesso una complessità troppo elevata ovvero la densità di informazioni è troppo elevata. L'elevata densità di segnali stradali inasprisce il problema;
- i ciclisti sono piuttosto inapparescenti (silhouette stretta, colori dei vestiti poco visibili) e rischiano pertanto particolarmente di sparire nella massa delle informazioni rilevanti per la circolazione stradale;
- la velocità dei conducenti di un veicolo a motore aumenta la problematica dei limiti di capacità visuali.

3.3.4 Oggetti di collisione

Gli **autoveicoli** sono i veicoli antagonisti più frequenti e contemporaneamente più pericolosi per i ciclisti. Le caratteristiche che aumentano il rischio si riferiscono particolarmente alle caratteristiche strutturali e geometriche dei frontali. Un **frontale alto e ripido** cela il pericolo di un forte impatto primario (testa) seguito dall'essere scaraventati via con conseguente urto sull'asfalto. Anche la tuttora **troppo elevata rigidità dei frontali** comporta un elevato potenziale di pericolo. Soltanto poche automobili dispongono di frontali costruiti in modo da offrire una certa protezione agli altri utenti della strada privi di protezione in caso di collisione. In caso di velocità di collisione più elevate, i ciclisti non sbattono sul cofano bensì sul molto più duro **parabrezza o sul suo supporto**. Un ulteriore fattore di rischio, tuttavia di rilevanza minore per

spiegare l'incidentalità, costituisce l'**angolo morto** che emerge in particolare per gli autocarri, ma anche i montanti anteriori (montanti A) delle automobili.

3.3.5 Infrastruttura

L'infrastruttura stradale è prevalentemente **focalizzata fortemente al traffico motorizzato**. Gli elementi infrastrutturali destinati alle biciclette, specialmente alle intersezioni e sugli archi stradali, sono spesso difettosi, mancano completamente, sono disposti in modo erroneo o lacunosi per la mancanza di una pianificazione della rete. I difetti infrastrutturali figurano raramente nell'ufficiale statistica degli incidenti in Svizzera e non sono mai indicati come probabile causa tecnica per un incidente stradale. Eppure dall'analisi dei rischi emerge che la **mancante pianificazione di una rete viaria ciclistica**, un **arredo difettoso delle intersezioni e delle strade extraurbane** (p. es. corsie ciclabili su carreggiata troppo stretta) per i ciclisti nonché gli **ostacoli** nel senso lato possono mettere massicciamente in pericolo la sicurezza dei ciclisti.

3.4 Prevenzione

3.4.1 Ciclisti

I deficit nella percezione e nell'elaborazione delle informazioni dovuti allo sviluppo dei bambini sotto i 10 anni sono difficilmente influenzabili. La bicicletta è un mezzo di trasporto ecologico e sano pertanto i bambini dovrebbero poterla usare nella misura in cui è ragionevole. Dall'ottica della sicurezza stradale andrebbero accompagnati da una persona responsabile almeno fino agli 8 anni (compimento dei 7 anni). Attualmente, in Svizzera si dibatte su un'età minima per la guida senza accompagnamento di una bici a partire dai 7 anni o persino dei 6 anni (eventualmente con deroga per i bambini ancora più piccoli p. es. sulle ciclopiste). Mentre l'uso di biciclette per bambini sulle carreggiate di strade poco trafficate, p. es. in una zona 30 km/h, è assolutamente tollerabile (e in Svizzera già permesso e anche in futuro), fino agli 8 anni i bambini che vogliono recarsi da A a B andrebbero sempre accompagnati . Le zone 30 all'ora, le ciclopiste e le zone d'incontro generalmente non sono concepite come reti stradali chiuse. Pertanto quando le si usa non si può escludere l'attraversamento o l'uso di strade su cui circolano veicoli a velocità più elevate. Tali situazioni comportano un elevato rischio per i bambini. Con o senza regole giuridiche su un'età minima per l'uso della bicicletta senza essere accompagnati, i genitori e altre persone responsabili vanno sensibilizzati nei confronti dei possibili pericoli. L'obiettivo deve essere che i bambini siano accompagnati e non allontanati dall'uso della bicicletta. I bambini che usano la bicicletta senza accompagnamento vanno protetti nel miglior modo possibile mediante misure supplementari (scelta di strade possibilmente non trafficate, buona visibilità, casco per ciclisti ecc.).

Anche gli anziani sono limitati nella loro percezione ed elaborazione delle informazioni a causa dell'età e delle malattie. Non si presume che una migliore informazione sull'argomento aiuti a prevenire molti incidenti degli anziani. Molto spesso questi sono coinvolti in un incidente senza averne colpa. Per gli anziani sono determinanti piuttosto la sensomotorica limitata e in particolare l'elevata vulnerabilità che comporta immediatamente conseguenze gravi. Già i ciclisti oltre i 60 anni presentano una letalità superiore alla media; nella categoria dei ciclisti oltre i 70 anni questa raggiunge un multiplo della media su tutte le fasce d'età. Gli anziani che usano la

bicicletta possono probabilmente usufruire di una generale prevenzione delle cadute. Molti cadono mentre salgono o scendono dalla bici, fatto che indica che ci sono dei deficit sensomotori.

I bambini accompagnati e non accompagnati dovrebbero essere confrontati presto con un'educazione stradale istituzionalizzata e specifica per le biciclette. Come setting si presta la scuola dove vengono raggiunti in egual misura tutti i bambini indipendentemente dalla loro classe sociale e dall'affinità dei loro genitori nei confronti dell'argomento. Oltre all'insegnamento dei segnali e delle regole è utile esercitare il senso del pericolo e di effettuare lezioni pratiche in bici in cui si mostrano delle situazioni stradali pericolose. La sicurezza stradale esige una sufficiente esperienza di guida. Pertanto i bambini vanno incitati a usare la bicicletta in un ambiente sicuro ovvero accompagnati da un adulto. Andare regolarmente in bici quando si è bambini, p. es. anche usare una bicicletta senza pedali o un monopattino, può favorire lo sviluppo sensomotorico. L'adolescenza è legata a un forte sviluppo del corpo ed è pertanto un pessimo periodo per imparare una sequenza di movimenti o degli elementi di sequenze di movimenti complessi. Probabilmente, le unità puntuali per esercitare la guida non trasformeranno un ciclista adolescente inesperto in un utente della strada sicuro. Un programma per allenare la tecnica di guida che ha l'obiettivo di formare le capacità coordinative non acquisite durante l'infanzia dovrebbe essere molto intenso ed è pertanto difficilmente realizzabile. L'educazione stradale specifica per la bicicletta dovrebbe essere integrata nei programmi scolastici durante l'intero periodo della scuola dell'obbligo. Da studi è emerso che quanto appreso nell'educazione stradale svanisce fortemente nell'arco di un anno. Durante l'adolescenza, oltre a ripetere le nozioni sui segnali e le regole bisogna anche esercitare il senso del pericolo. Rispetto alle altre fasce d'età, gli adolescenti usano relativamente spesso la bicicletta e misurato al tasso relativo alla popolazione presentano il maggior numero di incidenti ciclistici gravi. A causa dello sviluppo, il loro senso del pericolo è poco sviluppato e la loro sopravvalutazione delle proprie capacità contemporaneamente alta. È importante coinvolgere il target durante lo sviluppo del programma di educazione stradale (approccio partecipativo).

L'educazione stradale a scuola può essere offerta in un modo specifico (p. es. educazione stradale impartita da istruttori del traffico) oppure essere integrata nelle lezioni (p. es. matematica, educazione fisica, biologia, fisica ecc.).

La scuola però non è l'unico setting da prendere in considerazione per l'educazione stradale. Sussiste in particolare il problema che la scuola si vede sommersa da argomenti sociali. Pertanto va verificato in quale modo altre persone come allenatori, rover/animatori, preti ecc. **nel quadro di diversi setting** tematizzano la bicicletta e la sicurezza (campi, catechismo all'esterno delle scuole, consiglio dei genitori, attività giovanili ecc.). L'educazione stradale può essere compresa anche in un senso più lato (p. es. nel senso «ci aiutiamo a vicenda») ed essere combinata con altri argomenti (p. es. in occasione di una giornata della salute).

Gli **adulti** percorrono molti chilometri e sono pertanto un target importante. Argomenti come una migliore visibilità, una guida nel rispetto delle regole, una velocità adeguata, i deficit nel sapere oppure il senso del pericolo possono essere trasportati mediante strategie del **marketing sociale**. In generale vale anche in questo caso che le azioni con-

certate degli attori (rappresentanti degli interessi, polizia, assicurazione, settore delle biciclette, associazioni ecc.) possono essere più efficaci di quelle isolate. Quali siano le misure utili in dettaglio va sempre verificato in mirate analisi della situazione. Le azioni/i controlli della polizia sono benvenuti come mezzo educativo, non nel senso di controlli con sanzioni. In questo modo, in caso di procedimento idoneo è possibile raggiungere non solo i ciclisti già sensibilizzati come succede spesso per le campagne di comunicazione, le azioni ecc.

3.4.2 Bicicletta

Una notevole parte delle biciclette usate nella circolazione stradale presenta dei difetti tecnici o caratteristiche funzionali malfunzionanti che possono compromettere la sicurezza. Sia dalla statistica della polizia sull'incidentalità sia dalla dettagliata statistica delle cause degli incidenti emerge che il significato dei difetti tecnici delle biciclette è esiguo per l'incidentalità. In tal senso l'utilità preventiva delle misure atte a promuovere le biciclette tecnicamente in regola sono relativamente modeste rispetto ad altre misure.

Sono raccomandabili gli **inasprimenti di leggi e le precisazioni** per un'illuminazione attiva e passiva. Inoltre, si raccomanda di mettere a disposizione dei consumatori delle **informazioni** su tutti gli aspetti rilevanti per la sicurezza dei componenti della bicicletta e del rimorchio. Queste dovrebbero aiutare ad acquistare una bicicletta secondo gli aspetti di sicurezza e mostrare con quali elementi è possibile rendere il veicolo più sicuro. Si consiglia, inoltre, di promuovere la motivazione per i lavori di manutenzione da effettuare sulla bici. Tuttavia non sarebbe efficiente dal punto di vista delle risorse se si usassero i canali d'informazione esclusivamente per questa tematica, come p. es. uno spot TV specifico o un opuscolo dedicato solo a questo argomento. Il buon funzionamento delle biciclette dovrebbe piuttosto essere inserito nelle esistenti attività di prevenzione sotto forma di argomento secondario.

In merito ai **rimorchi** per trasportare i bambini si può dire che esistono senz'altro possibilità per migliorarli dal punto di vista della sicurezza ma che questi presentano un **potenziale di salvamento molto esiguo**. In considerazione dell'involontarietà con cui i bambini partecipano al traffico e all'elevato numero di anni vita persi, per motivi etici a queste misure può però essere attribuito un significato più alto rispetto a quanto risulta dai calcoli del potenziale di riduzione del numero delle vittime.

3.4.3 Protezioni: casco per ciclisti

Usare un casco è una misura che rientra nella **prevenzione secondaria**, cioè che non influenza il rischio d'incidenti ma la gravità delle ferite. La prevenzione deve intervenire prima di tutto là dove è possibile evitare gli incidenti. In questo dossier si descrive una vasta gamma di misure necessarie per raggiungere tale obiettivo. Ciò nonostante non sarà mai possibile prevenire completamente gli incidenti ciclistici. In caso di caduta è utile se la testa è protetta da un casco, anche se questo non potrà prevenire tutte le lesioni alla testa.

Secondo la statistica delle cause di morte, in Svizzera il 60% dei ciclisti coinvolti in un incidente muore per una **lesione alla testa**. Questo risultato si copre con la letteratura internazionale. In base alla meta-analisi più attuale e metodicamente più elaborata, che tiene conto di oltre 20 studi, bisogna presumere che un casco per ciclisti mediamente (non nel singolo caso) riduce la **probabilità di una**

lesione alla testa del 40% circa. L'effetto protettivo può essere aumentato con l'uso di un casco che calza bene e che è indossato correttamente.

Nel contesto del casco per ciclisti ci sono due **obiettivi** possibili: 1) **migliorare l'effetto protettivo** e 2) **aumentare il tasso d'uso del casco**. Dal punto di vista della Sanità Pubblica l'aumento del tasso d'uso è prioritario. L'incremento dell'efficacia di un intervento – in questo caso del casco per ciclisti – per la popolazione è spesso meno utile rispetto all'incremento della diffusione capillare tra la popolazione di un intervento (p. es. accesso di destinatari rilevanti all'intervento nonché l'uso individuale dell'intervento).

I **test dei caschi (normazione)** sono una possibilità per verificare il potenziale di protezione dei caschi in condizioni semplificate ma controllate. I caschi per ciclisti devono essere a norma EN 1078 che prevede i test delle caratteristiche ammortizzanti mediante prova di caduta. Un tale set up dell'esperimento permette di **paragonare** la prestazione di diversi caschi. L'accelerazione misurata fornisce informazioni sull'energia assorbita dal casco; è possibile stimare il rischio delle ferite causate dall'urto diretto. Il valore limite indicato nella norma va discusso in merito alla sua rilevanza biomeccanica, ma va tuttavia inteso come **requisito minimo**. Bisogna continuare con le ricerche e gli sviluppi per migliorare i criteri di prova dei test dei caschi (p. es. migliore protezione alle tempie, migliore capacità di assorbimento degli urti, tener conto delle rotazioni acceleranti, punto d'urto alternativo alla scriminatura ecc.).

Un **tasso d'uso più alto del casco** può essere inseguito mediante strategie educative (programmi scolastici, campagne di comunicazione), strategie legislative (obbligo) oppure strategie economiche (incentivi oppure distribuzione gratuita di caschi).

Da un lavoro panoramico, che comprende 11 studi degli anni 90, è emerso che grazie ai **programmi scolastici e le campagne a livello comunale per bambini/ragazzi** (in parte mediante distribuzione gratuita, sostituzione o incentivazione di caschi) il tasso d'uso del casco tra i destinatari è aumentato del **fattore 2**. In base alle condizioni quadro cambiate nel frattempo (tasso d'uso più alto, maggiore resistenza di chi non indossa il casco), oggi bisogna presumere piuttosto un effetto minore. L'upi non conosce studi sull'efficacia di interventi educativi (basati su contatti personali) destinati agli **adulti**.

Non sono disponibili dati sull'efficacia di **campagne per il casco per ciclisti** con orientamento prevalentemente massmediale. Dalla letteratura emerge che le campagne di sicurezza stradale possono essere efficaci a livello comportamentale. È indispensabile ricorrere a un'approfondita analisi della situazione e a un concetto e a un'implementazione mirati al target, anche se questi punti non sono una garanzia per il successo. Dal 2007, in Svizzera il tasso d'uso del casco si è fermato al 40% nonostante ogni anno siano state fatte a livello nazionale delle intense campagne di comunicazione e siano stati offerti degli incentivi. Si consiglia dunque di scegliere nuove vie nella comunicazione con i ciclisti e di proporre altri temi relativi alla sicurezza dei ciclisti nelle campagne di comunicazione (p. es. senso del pericolo specifico dei ciclisti e/o dei conducenti di un veicolo a motore).

Per le strategie educative spesso è utile applicare un **metodo partecipativo**. In particolare se il target è costituito da persone piuttosto restie nei confronti

della prevenzione (p. es. adolescenti) o da persone difficilmente raggiungibili (p. es. immigrati).

La promozione del tasso d'uso del casco va maggiormente focalizzata anche sull'**uso corretto di un casco che calza bene**.

Due ricerche panoramiche mostrano che l'introduzione dell'obbligo del casco aumenterebbe il tasso d'uso del casco del **fattore 1,5–22**. La grande eterogeneità degli effetti non è stata spiegabile in modo conclusivo e dimostra che il successo di un obbligo dipende da numerosi fattori. È utile fiancheggiarlo con sanzioni e progetti educativi.

L'incremento del tasso d'uso del casco è soltanto una meta intermediaria che serve infine a **ridurre le lesioni alla testa** dei ciclisti coinvolti in un incidente. Esistono soltanto pochi studi basati su un disegno sperimentale con gruppi di controllo che analizzano le lesioni alla testa come outcome. Gli autori di una revisione cochrane sostengono che gli studi disponibili – benché limitati nella quantità e qualità – possono provare un effetto protettivo di un obbligo del casco per le lesioni alla testa dei bambini in bici. Gli studi presi in considerazione hanno analizzato gli effetti di un obbligo del casco per i bambini. Probabilmente, i risultati non possono essere applicati per gli adulti.

Per i lavori di revisione non sono stati trovati studi che corrispondevano ai criteri di selezione e che analizzavano gli **effetti collaterali indesiderati** come la riduzione del numero di ciclisti o una compensazione comportamentale negativa come outcome.

In base alla loro efficacia, le strategie educative, legislative ed economiche per **aumentare il tasso d'uso del casco** sono motivabili in Svizzera. Alla fine è determinante anche la realizzabilità politica. L'**effetto protettivo** dovrebbe essere ulteriormente sviluppato come strategia secondaria mediante ricerche e adeguamento delle norme. In base ai tassi d'uso ancora relativamente bassi tra gli adolescenti e gli adulti, il **potenziale di riduzione del numero delle vittime** in queste fasce d'età è più alto rispetto a quello dei bambini. Altre riflessioni invece giustificano proprio gli interventi nel gruppo dei bambini, p. es. il loro diritto a essere protetti previsto dalla legge. Per la Svizzera un obbligo del casco per tutte le fasce d'età non è consigliabile dal punto di vista della Sanità Pubblica finché non è possibile escludere completamente gli effetti collaterali.

3.4.4 Conducenti dei veicoli antagonisti

I conducenti dei veicoli a motore possono apportare un contributo notevole per aumentare la sicurezza dei ciclisti. In tal senso è giusto influenzare i conducenti dei veicoli a motore in modo mirato nei confronti dello stile di guida. L'obiettivo globale consiste nella promozione di uno stile di guida previdente, orientato alla sicurezza e caratterizzato da rispetto reciproco. La **velocità di marcia**, la **distrazione** e il **mancante senso del pericolo** dei conducenti di un veicolo a motore che comportano un numero molto elevato di **inosservanze della precedenza e collisioni nel cambiare direzione e corsia**, presentano la massima rilevanza per i ciclisti. Ulteriori pericoli per i ciclisti risultano da una **distanza di sorpasso troppo esigua** e dall'**apertura imprudente delle portiere**.

Nella **formazione** dei conducenti dei veicoli a motore andrebbe promosso in modo approfondito il senso del pericolo specifico per le biciclette. A tale

proposito però – anche per poter raggiungere oltre ai neopatentati anche gli altri conducenti di un veicolo a motore – sono necessari ulteriori impegni. Mediante un'**approfondita analisi della situazione** dovrebbe essere individuato via quali canali e sotto quale forma vanno sensibilizzati i conducenti di un veicolo a motore nei confronti della sicurezza dei ciclisti. In primo piano dovrebbe figurare una **sensibilizzazione ai pericoli generale e specifica per le biciclette** (compreso gli argomenti distrazione e scelta della velocità) che può contribuire a ridurre l'inosservanza della precedenza e gli errori nel cambiare direzione e corsia. Va possibilmente tematizzato anche la distanza di sorpasso e l'apertura delle portiere. Sono pensabili diverse strategie del marketing sociale di **campagne** massmediali fino a contatti face to face di elevata qualità in **campagne/eventi**. Tuttavia sussiste la difficoltà di integrare più di un tema e di una informazione comportamentale in una campagna. Probabilmente è più difficile sensibilizzare i conducenti di un veicolo a motore via campagne di comunicazione per la sicurezza dei ciclisti che i ciclisti stessi (quest'ultimi hanno un interesse superiore per la loro sicurezza). Benvenuto è anche un impegno della **polizia** (lavoro di informazione con o senza sanzioni). Poiché tramite un approccio idoneo si può garantire con maggiore probabilità che non si raggiungano soltanto i conducenti di un veicolo a motore già sensibilizzati come vi è spesso il pericolo nel caso delle campagne di comunicazione/delle iniziative. La scelta della velocità, la distrazione, le inosservanze della precedenza nonché la disattenzione nel momento di cambiare direzione e corsia dovrebbero figurare in primo piano al momento dei controlli della polizia/delle iniziative.

Andrebbero promosse le **ottimizzazioni in materia di verifica dell'idoneità alla guida** dei conducenti di un veicolo a motore e un'azione coordinata degli attori per **fornire in modo sistematico agli automobilisti più anziani delle informazioni** su limiti di prestazione dovuti all'età o a una malattia.

Il ruolo dei conducenti di un veicolo a motore è centrale in materia di sicurezza dei ciclisti anche perché i bambini e gli adolescenti presentano dei deficit legati alla fase di sviluppo. Gli «errori» di questo gruppo di utenti della strada deve ampiamente essere **compensato dai conducenti di un veicolo a motore**.

Va aggiunto che il comportamento alla guida sia dei conducenti di un veicolo a motore sia dei ciclisti viene determinato in notevole misura anche dalla situazione infrastrutturale. Va tenuto conto specialmente della grande problematica dell'inosservanza della precedenza. I deficit dei conducenti di un veicolo a motore possono essere neutralizzati in modo efficace anche dal veicolo.

3.4.5 Oggetti di collisione

L'ottimizzazione tecnica dei veicoli può fornire un contributo importante per incrementare la sicurezza dei ciclisti. Un inizio può essere fatto con l'ottimizzazione delle **caratteristiche strutturali e geometriche dei frontali** poiché queste influenzano notevolmente la gravità delle ferite. Per migliorare i frontali delle auto esistono diverse possibilità che parzialmente sono già diventati delle leggi. I relativi requisiti tecnici di prova sono però su misura dei pedoni e tengono troppo poco conto delle specificità dei ciclisti. Il parabrezza per esempio è del tutto escluso dai requisiti di prova nonostante sia un punto d'impatto che i ciclisti urtano spesso.

La **funzionalità d'illuminazione** può essere ottimizzata specialmente con una luce di curva dinamica oppure con l'innovativa «hazard identification spotlight». Le luci di marcia diurna possono proteggere i ciclisti dalle manovre con margine di sicurezza troppo esiguo.

Le zone non immediatamente visibili attorno al veicolo comportano il pericolo che non ci si accorga dei ciclisti. Oltre all'**angolo morto** laterale, problematico in particolare per gli autocarri, anche i montanti A larghi presentano un certo pericolo di ostacolare la vista. Oltre agli specchietti per l'angolo morto e ai montanti A più snelli, sono specialmente i **sistemi elettronici** ad avere un elevato potenziale di protezione. Molto promettenti sono i sistemi di nuova generazione che rilevano i ciclisti e allertano gli automobilisti, ovvero che per evitare la potenziale collisione intervengono attivamente, intervenendo autonomamente sulla guida. Anche gli assistenti alla frenata, che permettono una notevole riduzione dello spazio di frenata, possono prevenire o perlomeno ridurre la velocità di collisione e di conseguenza la gravità delle ferite.

In considerazione delle possibilità tecniche disponibili per la protezione degli altri utenti della strada emerge il quesito come possa essere **promossa la loro implementazione**. Anche se certe tecnologie potrebbero essere obbligatorie per legge, la via educativa con la sensibilizzazione e l'informazione dei potenziali acquirenti di un'automobile gioca un ruolo centrale. I consumatori vanno sensibilizzati nei confronti della protezione degli altri utenti della strada e informati sulle tecnologie in commercio nonché sugli attuali crash test (p. es. Euro NCAP). Per poter promuovere ulteriormente l'uso volontario delle tecnologie di sicurezza pubblicizzate in tale modo, si può ricorrere agli incentivi (tasse di circolazione, premi d'assicurazione).

Nonostante i progressi raggiunti nella sicurezza va detto che i concetti tecnici dei veicoli atti a proteggere gli utenti della strada deboli sono ancora all'inizio dello sviluppo.

3.4.6 Infrastruttura

L'**infrastruttura e i flussi di traffico** vanno organizzati in modo da ridurre drasticamente la probabilità di collisioni e il pericolo di caduta per i ciclisti senza il coinvolgimento di ulteriori veicoli. L'introduzione di una rete di ciclopiste su tutto il territorio nazionale e completamente separata dall'traffico automobilistico è irrealistica per motivi pratici ed economici. Per la sicurezza dei ciclisti è invece necessaria e indispensabile la **pianificazione di una rete per il traffico dei veicoli leggeri a due ruote**. Dove bisogna pianificare e realizzare interventi infrastrutturali per il traffico dei veicoli leggeri a due ruote, questi devono essere assolutamente conformi ai requisiti tecnici delle **norme VSS**. Altrimenti possono verificarsi due conseguenze: 1) viene a mancare l'aumento di sicurezza desiderato e 2) aumenta persino il rischio d'incidente e di ferita. L'obiettivo principale è l'**arredo sicuro delle intersezioni**. Benché, infatti, durante un viaggio il tempo di permanenza in un'intersezione sia notevolmente inferiore rispetto al tempo di permanenza su arco stradale, nelle intersezioni si rileva il 54% di tutti i danni gravi alle persone nelle collisioni. Oltre agli elementi infrastrutturali anche **l'esercizio della rete stradale locale** secondo il **regime di velocità conseguente di 50/30 km/h** costituiscono una misura di sicurezza fondamentale. In tale contesto va tenuto conto del fatto che un'evidenza molto alta è data per gli effetti positivi sulla riduzione

degli incidenti delle zone 30 km/h (-27% incidenti con feriti). Inoltre è necessario prevedere una **manutenzione adeguata** della rete stradale che tenga conto delle esigenze del traffico dei veicoli leggeri a due ruote. A ciò si aggiunge anche il controllo periodico della segnaletica (in vista di una possibile riduzione del numero dei segnali). Le **strategie per realizzare** le misure infrastrutturali sono in particolare: **la formazione approfondita degli specialisti della circolazione stradale**, la **realizzazione sistematica dei Road Safety Audit e delle Road Safety Inspection** nonché il completamento del **pacchetto di norme VSS relativo al «traffico dei veicoli leggeri a due ruote».**

3.5 Conclusione

Per vari motivi i bambini, gli adulti e gli anziani sono ognuno preso per sé dei destinatari importanti. I ciclisti possono contribuire molto alla propria sicurezza guidando in modo difensivo ma sicuro di sé. La sicurezza dei ciclisti dipende però moltissimo dall'infrastruttura, dai conducenti dei veicoli antagonisti e dagli oggetti di collisione stessi. Obiettivi fondamentali per migliorare la sicurezza dei ciclisti sulla strada sono:

- pianificare una rete per il traffico dei veicoli leggeri a due ruote
- pianificare e costruire l'infrastruttura per il traffico dei veicoli leggeri a due ruote secondo le norme VSS (specialmente alle intersezioni)
- suddividere la rete stradale urbana in modo coerente secondo il regime 50/30 km/h
- comportamento alla guida previdente e rispettoso dei conducenti di un veicolo a motore rispetto ai ciclisti
- migliorare le caratteristiche di collisione dei veicoli a motore
- equipaggiare i veicoli a motore di sistemi elettronici (p. es. sistemi per la detezione di ciclisti, sistemi di assistenza alla frenata)
- promuovere il senso del pericolo dei ciclisti adolescenti e adulti specificamente per la bicicletta
- accompagnare i bambini che usano la bicicletta

Nelle tabelle 1 e 2 si trovano strategie/misure promettenti per poter raggiungere l'obiettivo in Svizzera.

Tabella 1
Strategie molto raccomandabili per raggiungere l'obiettivo/le misure

Strategie per raggiungere l'obiettivo/le misure
Ciclisti
Educazione stradale istituzionalizzata compreso test ciclistico pratico per bambini/ragazzi. Temi: senso del pericolo, conoscenza delle regole, guida corretta/manovre sicure (p. es. frenare), guida difensiva (guida nel rispetto delle regole, velocità adeguata), essere visibili, uso di apparecchi elettronici, alcol per i ragazzi
Protezioni: casco per ciclisti
Obbligo del casco per i bambini (fiancheggiato da strategie educative, sostenuto dalla polizia) (Raccomandazione deriva principalmente dalla particolare necessità di proteggere i bambini)
Conducenti dei veicoli antagonisti
Nella 1ª e 2ª fase dell'istruzione alla guida mirare a uno stile di guida previdente e rispettoso specialmente nei confronti dei ciclisti (temi: velocità, distrazione, inosservanza della precedenza, imprudenza nel cambio di direzione e di corsia, distanza di sorpasso). Gli argomenti vanno integrati nella teoria, nella prassi e negli esami.
Oggetti di collisione
Integrazione di prescrizioni dell'Ue relative all'equipaggiamento per i veicoli nuovi
Incentivi economici come ribassi sull'assicurazione e sgravio fiscale per selezionate tecnologie di sicurezza
Nel quadro di Euro NCAP integrare nella valutazione le tecnologie di sicurezza elettroniche per la protezione attiva degli altri utenti della strada
Infrastruttura
Prima formazione di ingegneri e pianificatori: sensibilizzare nei confronti della sicurezza stradale e insegnare le nozioni base specifiche.
Formazione continua di ingegneri e pianificatori: organizzazione e coordinazione di convegni specialistici. Valutazione dell'ottimizzazione del regolamento per la formazione continua dell'SVI dal punto di vista della sicurezza stradale/del traffico dei veicoli leggeri a due ruote.
Sia nella formazione di base sia in quella continua vanno approfonditi i seguenti punti principali: · principi relativi a sicurezza del traffico dei veicoli leggeri a due ruote (compresi aspetti di sicurezza falsa) · pianificazione di rete di ciclopiste · realizzare intersezioni su misura dei veicoli a due ruote · realizzare archi stradali su misura dei veicoli a due ruote · argomenti speciali (regime di velocità nell'abitato 50/30, manutenzione stradale su misura dei veicoli) · basi tecniche e legislative nella loro complessività
Sostenere le attività che mirano a introdurre in Svizzera i Safety Audit e le inspection come fase di progetto standard
Sostenere le attuali attività che mirano a completare le norme VSS con riferimento al traffico dei veicoli leggeri a due ruote

Tabella 2
Strategie raccomandabili per raggiungere l'obiettivo/le misure

Strategie per raggiungere l'obiettivo/le misure	Valutazione (e commenti)
Ciclisti	
Vietare per legge ai bambini che non hanno ancora compiuto i 7 anni di età di viaggiare sulle strade pubbliche da A a B (se in bici da soli)	Raccomandabile
Sensibilizzare e informare i genitori, informando anche come i loro bambini possono viaggiare in modo sicuro in bici (accompagnare, scelta percorso, osservare precedenza, visibilità, casco)	Raccomandabile
Sensibilizzare e informare i bambini/adolescenti in modo mirato nei confronti della sicurezza della bici in diversi setting (scuola, sport, tempo libero, catechismo) da parte di intermediari importanti (docenti, allenatori, rover/animatori, preti). Argomenti: inosservanza della precedenza, guida difensiva, visibilità, casco, per gli adolescenti anche alcol	Raccomandabile (all'interno di offerte esistenti e dunque con costi bassi)
Campagna di comunicazione/iniziative ben concepite per incrementare il senso del pericolo dei ciclisti (argomenti: inosservanza della precedenza, guida difensiva, visibilità, casco, alcol)	Raccomandabile
Iniziative/controlli della polizia (specialmente sotto forma di interventi educativi) per incrementare il senso del pericolo specialmente dei ciclisti (argomenti: inosservanza della precedenza, guida difensiva, uso di apparecchi media, visibilità, casco)	Raccomandabile (ma caro se effettuato su vasta scala poiché richiede elevato numero di personale)
Mettere in commercio vestiti per uso quotidiano con elevata visibilità e su misura dei singoli destinatari	Raccomandabile (se sostenuto attivamente da marketing mirato al target)
Promuovere la coordinazione dei bambini nella vita quotidiana (p. es. con bicicletta senza pedali o monopattini, ma anche durante attività ludiche in luogo protetto)	Raccomandabile

Continuazione tabella 2
Strategie raccomandabili per raggiungere l'obiettivo/le misure

Strategie per raggiungere l'obiettivo/le misure	Valutazione (e commenti)
Bicicletta	
Permettere per legge esclusivamente luci posteriori lampeggianti e prescrivere per legge riflettori laterali	Raccomandabile
Integrare le informazioni per il consumatore negli opuscoli o nei siti web ecc. esistenti/in preparazione degli attori della sicurezza stradale (argomenti: luce, freni, tappi manubrio, rimorchi)	Raccomandabile (lavoro esiguo poiché piattaforma già esistente o in preparazione; non produrre opuscoli isolati ecc. per questi temi)
Promozione di colori rifrangenti tramite gruppo di lavoro	Raccomandabile
Paletta di sicurezza per bicicletta come gadget economico all'interno di strategie educative	Raccomandabile (costi bassi)
Protezioni: casco per ciclisti	
Ricerca e sviluppo per migliorare la protezione e il comfort (p. es. migliore protezione nella zona delle tempie, materiali nuovi, protezione contro accelerazione rotante, sistemi di fissaggio)	Raccomandabile
Sviluppare la normazione del casco per ciclisti (p. es. requisiti più severi per l'uso sportivo o per le e-bike, criteri dei test per l'accelerazione rotante)	Raccomandabile
Tematizzare il casco nel quadro di programmi/opuscoli esistenti o nuovi per la promozione della sicurezza dei bambini e degli adolescenti (per target difficilmente raggiungibile come gli adolescenti è eventualmente necessario approccio partecipativo)	Raccomandabile
Campagna di comunicazione per aumentare il tasso d'uso del casco in base a analisi approfondita della situazione e applicando concetti innovativi e promettenti per le campagne	Raccomandabile (in particolare anche in caso di eventuale obbligo)
Misure per incrementare l'accessibilità a un casco e il tasso d'uso tra le persone del ceto basso e/o stranieri (le misure vanno sviluppate in modo partecipativo con i destinatari)	Raccomandabile
Specifici sistemi d'incentivi (p. es. per target con introito basso) per l'acquisto di un casco in combinazione con misure educative	Raccomandabile
Collaborare con l'industria cinematografica per piazzare il casco come norma in suono e immagine	Raccomandabile (limitato a canali CH)
Conducenti dei veicoli antagonisti	
Vasto divieto del cellulare (compreso vivavoce) al volante	Raccomandabile (ma politicamente quasi irrealizzabile in CH)
Iniziative/controlli della polizia (con o senza sanzioni) per incrementare il senso del pericolo specifico alla bicicletta tra i conducenti di un veicolo a motore (sensibilizzare nei confronti dell'inosservanza della precedenza, della velocità, della distrazione, della distanza di sorpasso ecc.)	Raccomandabile (ma caro se applicato in modo sufficientemente intenso poiché richiede molto personale)
Generalmente intensificare i controlli della velocità	Raccomandabile (ma utilità ridotta poiché focalizzata su limite di velocità segnalato e non adatto alle condizioni meteo/stradali)
Campagne di comunicazione/iniziative ben realizzate per aumentare tra i conducenti di un veicolo a motore il senso del pericolo specifico per le biciclette (sensibilizzare nei confronti dell'inosservanza della precedenza, della velocità, della distrazione, della distanza di sorpasso e dell'apertura imprudente delle portiere)	Raccomandabile
Definire la garanzia della qualità nella verifica dell'idoneità alla guida (precisazioni di contenuto e svolgimento) e i precisi requisiti minimi fisici e psichici a livello di ordinanza	Raccomandabile
Lavoro coordinato degli attori per informare sistematicamente gli automobilisti anziani sui limiti delle prestazioni legati all'età o a una malattia	Raccomandabile
Oggetti di collisione	
Eventi informativi e campagne di promozione massmediali per il vasto pubblico sulle tecnologie elettroniche di sicurezza e sulla protezione degli altri utenti della strada per le automobili	Raccomandabile
Sviluppare assieme al settore automobilistico una strategia attiva per commercializzare le tecnologie elettroniche di sicurezza	Raccomandabile
Sostenere test di associazioni consumatori come Euro NCAP e divulgare i risultati	Raccomandabile
Spiegare utilità e praticabilità di innovazioni tecnologiche in progetti pilota	Raccomandabile
In gruppi di lavoro internazionali (p. es. UN/ECE) inasprire i requisiti tecnici per la protezione degli altri utenti della strada	Raccomandabile
Integrare le prescrizioni Ue sull'equipaggiamento di veicoli nuovi con luci di marcia diurna	Raccomandabile
Come prescrizione integrativa: convertire la norma dispositiva attuale in una legge che obbliga a usare le luci di giorno	Raccomandabile
Prescrivere per legge le protezioni laterali chiuse	Raccomandabile
Distribuire adesivi di avvertenza ai camionisti (per sensibilizzare i ciclisti nei confronti degli incidenti legati all'angolo morto)	Raccomandabile

III. Einleitung

1. Zielsetzung und Inhalt

Die bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung erstellt seit dem Jahr 2004 im Auftrag des Fonds für Verkehrssicherheit (FVS) jährlich ein Sicherheitsdossier mit periodischer Aktualisierung zu diversen Unfallschwerpunkten (z. B. Fussverkehr, Fahrradverkehr, Geschwindigkeit, Motorradverkehr, Personenwagen-Insassen). Das vorliegende Dossier ist das erste, das nach seiner Ersterscheinung im Jahr 2005 einer systematischen Aktualisierung unterzogen worden ist.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Erarbeitung von **Handlungsempfehlungen** zur Steigerung der Sicherheit von Radfahrenden im Strassenverkehr. Dieses Dossier hat damit den Anspruch, den **aktuellen Wissensstand** in konzentrierter Form wiederzugeben und wissensbasierte Entscheidungen im Bereich Strassenverkehrsunfallprävention zu ermöglichen. Die Publikation richtet sich nicht nur an den FVS, sondern generell an Personen und Institutionen, die für die Planung und Finanzierung von Präventionsmassnahmen oder anderweitigen, sicherheitsrelevanten Massnahmen im Strassenverkehr verantwortlich zeichnen.

Kernstück des vorliegenden Sicherheitsdossiers «Fahrradverkehr» bilden die Kapitel Unfallgeschehen, Risikofaktoren und Prävention. Das Kapitel **Unfallgeschehen** (Kap. V, S. 68) zeigt basierend auf verschiedenen Datenquellen einen Überblick über die schweren Fahrradunfälle in der Schweiz (wo passieren sie, was passiert, wer ist betroffen, welche Verletzungen resultieren daraus usw.). Im Kapitel **Risikofaktoren** (Kap. VI, S. 86) werden mögliche Gefahrenquellen erörtert und in ihrer Relevanz für schweizerische Verhältnisse gewichtet. Das Kapitel gliedert sich nach Risikofaktoren bei den Radfahrenden selbst, bei den Fahrrädern, bei den Lenkenden der Kollisionsobjekte, bei den Kollisionsobjekten (meist Personenwagen [PW]) und bei der Infrastruktur. Im Kapitel **Prävention** (Kap. VII, S. 159 werden mögliche Zielsetzungen zur Reduzierung der Risikofaktoren (**was** soll erreicht werden) und Strategien zu deren Erreichung (**wie** kann dieser Sollzustand erreicht werden) beschrieben. Die Ausführungen zur Prävention schwerwiegender Fahrradunfälle gliedern sich analog zum Kapitel Risikofaktoren. Zusätzlich wird der Fahrradhelm als Präventionsmassnahme diskutiert.

Das Kapitel Rahmenbedingungen (Kap. IV, S. 64) beschreibt den Stellenwert des Radfahrens in unserer Gesellschaft, die Situation am Fahrradmarkt, relevante verkehrspolitische Tendenzen und gesetzliche Rahmenbedingungen. Im Kapitel Schlussfolgerungen (Kap. VIII, S. 274) wird in knapper und prägnanter Form ein Fazit gezogen. Die **Kurzfassung** (Kap. II, S. 14) gibt hingegen einen ausführlichen Überblick – vom Unfallgeschehen bis zur Prävention – über die zentralen Ausführungen.

Im **Anhang** (Kap. IX, S. 275) findet sich ein Exkurs zum Thema E-Bikes, einige Antworten der bfu zu fahrradspezifischen FAQ (aus rechtlicher Sicht) und eine Übersichtstabelle zur internationalen Verbreitung von Fahrradhelmobligatorien.

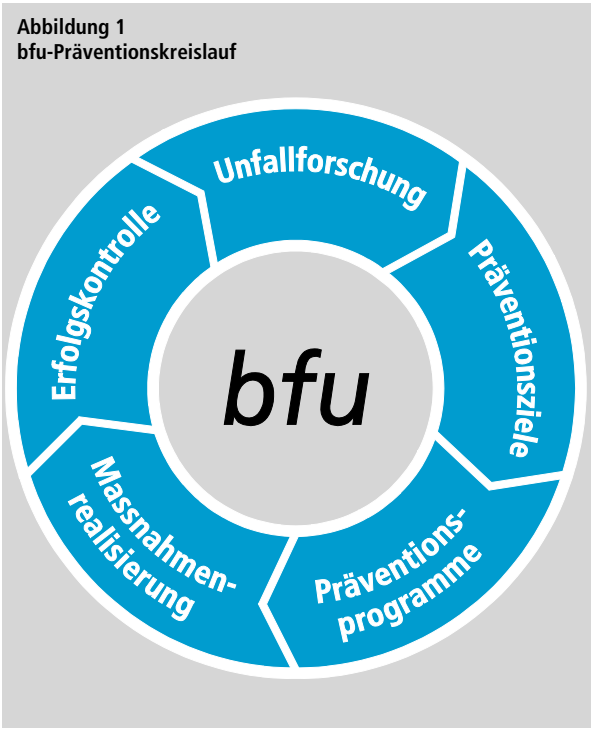
2. Methodik

Die Sicherheitsdossiers decken den ersten Teilbereich des **bfu-Präventionskreislaufs** ab.

Die angewendete Methodik richtet sich nach jener der **Epidemiologie**. Die Epidemiologie befasst sich mit der **Verteilung** und den **Determinanten** von gesundheitsbezogenen Ereignissen und Zuständen in einer definierten Bevölkerungsgruppe und den **Anwendungen** der Ergebnisse zur Steuerung von Gesundheitsproblemen [1].

Aufgrund der **wissenschaftlichen Vorgehensweise** haben die Sicherheitsdossiers den Anspruch, solide Grundlagen für Entscheidungsträger bereitzustellen. «Wissenschaftliche Kenntnis beginnt dann, wenn man das messen kann, worüber man spricht und es in Zahlen ausdrücken kann» [1]. Das **Zahlenmaterial** für das vorliegende Dossier stammt aus diversen Quellen. Wichtig sind **Zensusdaten**, die seitens der Behörden erhoben und von der bfu spezifisch ausgewertet werden (z. B. die Strassenverkehrsunfallstatistik (= polizeilich registrierte Verkehrsunfälle), die registrierten Nichtberufsunfälle der obligatorisch nach der Unfallversicherung (UVG) versicherten Personen, der Mikrozensus zum Verkehrsverhalten 2005 oder die Todesursachenstatistik [2]). Diese Datenquellen fliessen vor allem in das Kapitel Unfallgeschehen ein und helfen Unfallschwerpunkte zu bestimmen. Eigene Datenerhebungen der bfu, die für das vorliegende Sicherheitsdossier relevante Informationen liefern, sind eher selten (z. B. bfu-Bevölkerungsbefragung oder Erhebung der Fahrradhelmtragquoten).

Abbildung 1
bfu-Präventionskreislauf



Weitere wichtige Datenquellen sind **Literaturdatenbanken** (z. B. PubMed, Cochrane Library, Safetylit, TRANSPORT). Für die Überarbeitung des Sicherheitsdossiers «Fahrradverkehr» wurden diese insbesondere nach Literatur ab etwa dem Jahr 2000 durchsucht[1]. Wenn möglich wird auf **Übersichtsarbeiten** zurückgegriffen. Diese fassen Ergebnisse aus diversen Einzelstudien zusammen und sind daher am aussagekräftigsten[2]. Nicht zu jedem Thema liegen Übersichtsarbeiten vor. Andererseits können **einzelne Studien** wichtige Hinweise liefern. Für die Aussagekraft der Studienergebnisse (sowohl der Übersichtsarbeiten wie auch der Einzelstudien) ist die **methodische Qualität** entscheidend. Es sei auf die Methoden der Epidemiologie und Biostatistik verwiesen, die hierüber Auskunft geben [1,3]. Mitunter muss in Ermangelung wissenschaftlicher Studien auf Expertenurteile zurückgegriffen werden.

---

1 Bei Themen, die im Rahmen des überarbeiteten Sicherheitsdossiers vertieft diskutiert werden (z. B. die Relevanz der motorischen Fähigkeiten), wird auch auf ältere Literatur zurückgegriffen.

2 Übersichtsarbeiten werden in Form von «systematic reviews» publiziert, in denen die Ergebnisse diverser Studien systematisch aufgearbeitet wurden. Idealerweise werden die Ergebnisse der Einzelstudien zusätzlich in sogenannten Meta-Analysen mathematisch verrechnet. Ein «pooled effect» gibt in diesem Fall Auskunft über den aktuellen Wissensstand der berücksichtigten Studien.

Die Epidemiologie lebt vom **Vergleich zwischen Gruppen**. Ohne Gruppenvergleiche lassen sich keine wissenschaftlich soliden Aussagen machen[3].

Masse zur Berechnung **relativer Effekte** kommen insbesondere bei der **Ursachenforschung** zum Einsatz. Sie sagen etwas über die **Stärke eines Zusammenhangs** aus. Als relatives Mass werden in der Epidemiologie anhand geeigneter Studiendesigns **relative Risiken (RR)** oder – in der Unfallforschung meist – **Odds Ratio (OR)** berechnet. Die Berechnung des OR basiert auf einem Gruppenvergleich hinsichtlich eines bestimmten Merkmals (z. B. auf dem Vergleich zwischen verunfallten und nicht-verunfallten Radfahrenden hinsichtlich ihrer Kleiderfarbe, Tabelle 3). Wenn der **relative Effekt = 1** ist, hat das Untersuchungsmerkmal (hier die Kleiderfarbe) keinen Einfluss auf den Outcome (hier das Unfallrisiko). Es besteht also kein Zusammenhang. Ist der **relative Effekt > 1** bedeutet dies, dass das Merkmal einen Risikofaktor darstellt (bei einem relativen Effekt < 1 ist es ein Schutzfaktor). Ein OR von 5,4 (Tabelle 3, fiktives Beispiel) bedeutet, dass die Wahrscheinlichkeit zu verunfallen, für einen Radfahrer in dunkler Kleidung gegenüber einem Radfahrer in heller Kleidung um den Faktor 5,4 erhöht ist[4].

Im Sicherheitsdossier finden sich relative Kenngrössen wie z. B. im **Kapitel Unfallgeschehen**: Wie stark erhöht sich das Unfallrisiko bei Nachtfahrten gegenüber Tagfahrten? Das **Kapitel Risikofaktoren** wirft z. B. die Frage auf, ob für Kinder mit geringen motorischen Fähigkeiten beim Radfahren ein erhöhtes Unfallrisiko besteht. Im **Kapitel Prävention** ist z. B. relevant, ob sich der Anteil an Kopfverletzungen zwischen gestürzten Helmträgern und Nicht-Helmträgern unterscheidet.

Aus Public-Health-Sicht interessiert nicht nur die **Stärke** eines Zusammenhangs (d. h. die Höhe eines relativen Effekts). Denn es kann sein, dass ein Faktor die Unfall- oder Verletzungswahrscheinlichkeit zwar massiv erhöht, aber nur selten auftritt. Im Sicherheitsdossier wird daher nebst der «Gefährlichkeit» (basierend auf der Stärke der relativen Effekte) auch die «Verbreitung» der diskutierten Risikofaktoren beurteilt. Auf einer Fünf-Sterne-Skala wird anschliessend die **Unfallrelevanz** der Risikofaktoren für das **Kollektiv der Radfahrenden** abgeschätzt (1 Stern bedeutet: für das Kollektiv der Radfahrenden ist dieser Risikofaktor unbedeutend).

Tabelle 3
Berechnungsbeispiel zu Odds Ratio

	Verunfallte Radfahrende	Nicht-verunfallte Radfahrende	Verunfallte Radfahrende	Nicht-verunfallte Radfahrende
Radfahrende mit dunkler Kleidung	a=70%	b=70%	a=70%	b=30%
Radfahrende mit heller Kleidung	c=30%	d=30%	c=30%	d=70%
OR=ad/bc	70*30/70*30=1		70*70/30*30=5.4	

[3] Würde man z. B. in einem Spital feststellen, dass 70 % der behandelten Radfahrenden in dunkler Kleidung unterwegs waren, sagt diese Auskunft nichts über die Sicherheitsrelevanz der Kleiderfarbe bei Radfahrenden aus. Zu prüfen ist, ob Radfahrende, die nicht verunfallen, zu einem **geringeren** Anteil mit dunkler Kleidung unterwegs sind.

[4] Diese Interpretation ist nur zulässig, wenn ein solides Studiendesign vorliegt.

Prävention sollte grundsätzlich bei **relevanten Risikofaktoren** ansetzen, kann aber in begründeten Fällen von dieser Maxime abweichen. Es ist zu bedenken, dass die Unfallrelevanz zwar für das Kollektiv der Radfahrenden gering sein kann, für spezifische Subgruppen aber beachtlich.

Nach der Diskussion und Beurteilung der Unfallrelevanz von Risikofaktoren folgen im Kapitel Prävention die entsprechenden Zielsetzungen und Strategien zur Umsetzung. Dabei handelt es sich um sehr **generelle Zielsetzungen** (z. B. sicherheitsoptimierte Frontkonstruktionen bei Personenwagen, umfassende und flächendeckende Fahrradnetzplanung seitens der zuständigen Behörden). Strategien sagen noch nichts darüber aus, welche konkreten Massnahmen bzw. Aktivitäten ausgeführt werden sollten [4]. Im Auftrag des FVS werden einige **ausgewählte Zielsetzungen** präzisiert und zu **konkreten Massnahmen** verdichtet[5].

Wenn möglich werden im Zusammenhang mit der Zielsetzung Angaben über das **Präventionspotenzial** gemacht (Welchen Nutzen bringt die Zielerfüllung?). Dabei handelt es sich oft um eine Abschätzung aus Expertensicht. Die Überlegungen stützen sich auf das Konzept des attributablen Risikos – einem in der Epidemiologie wichtigen Mass. Das **attributable Risiko** sagt aus, in welchem Ausmass ein Ereignis einem bestimmten Merkmal zugeschrieben werden kann [1]. Wie viele der nächtlichen Kollisionen zwischen Personenwagen und Radfahrenden lassen sich beispielsweise auf den Risikofaktor «Radfahren ohne Licht» zurückführen? Somit gibt das attributable Risiko (AR) Auskunft über das Präventionspotenzial (oft als Prozentangabe). Das AR entspricht nicht einfach dem Anteil Ereignisse mit dem entsprechenden Merkmal, d. h. nicht einfach der Anzahl nächtlicher Kollisionen, bei denen der Radfahrer **ohne** Licht unterwegs war. Vielmehr haben auch Radfahrende, die **mit** Licht unterwegs sind ein gewisses Unfallrisiko. Dieses sogenannte **Hintergrundrisiko** muss bei der Ermittlung des Präventionspotenzials mitberücksichtigt werden[6].

Bei der **Umsetzung** der Ziele können verschiedene Strategien zur Anwendung kommen. Unter **Strategien** werden Ansätze und Vorgehensweisen verstanden, die der Zielerreichung dienen [4]. Im übergeordneten Sinn handelt es sich z. B. um edukative Strategien (Informieren in den Schulen), um legislative Strategien (Kontrollieren durch Gesetze) oder um ökonomische Strategien (Anreize schaffen). Im Sicherheitsdossier werden **für jedes Ziel verschiedene Strategien** diskutiert (z. B. Gesetze erlassen, d. h. ein Obligatorium zur Erreichung einer höheren Fahrradhelmtragquote). Wenn möglich wird aufgrund der Literatur die **Wirksamkeit** der Strategien diskutiert. Zum Teil lassen sich die Strategien evidenzbasiert **konkretisieren**, zum Teil entstehen sie aufgrund von Expertenurteilen: Welche Zielgruppen sollen z. B. über welche Kanäle wie informiert werden.

Als letzter Arbeitsschritt erfolgt eine **Beurteilung** dieser (mehr oder weniger konkreten) Präventionsvorschläge. Die Beurteilung erfolgt anhand einer Skala von «sehr empfehlenswert», «empfehlenswert», «bedingt empfehlenswert» oder «nicht empfehlenswert» und wird tabellarisch dargestellt. Der Einfachheit halber wird nun als Tabellenüberschrift von

[5] Dieser zweite Teil des überarbeiteten Sicherheitsdossiers «Fahrradverkehr» wird separat erstellt.

[6] So wird im Sicherheitsdossier z. B. angenommen, dass die Kollisionen an Knoten mit Lichtsignal-Regelung nur zur Hälfte durch korrekte infrastrukturelle Interventionen reduziert werden könnten (die andere Hälfte der Kollisionen würde sich wohl auch bei korrekter Ausführung ereignen).

«Massnahmen» gesprochen, obwohl es sich – wie oben ausgeführt – nicht um konkret ausgearbeitete Massnahmen handelt.

Die Beurteilung erfolgt nach bestem Wissen und Gewissen. Als Grundlage dient vor allem die wissenschaftliche Evidenz der Wirksamkeit, der erwartete Nutzen aus Public-Health-Sicht sowie ethische Überlegungen (z. B. beim Schutz von Kindern). Zusätzliche Kriterien wie die politische Akzeptanz oder das Kosten-Nutzen-Verhältnis gelten als Zusatzkriterien. Interessant ist die z. B. von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) angewendete Beurteilungssystematik [5]. Gemäss diesem sogenannten **GRADE-System** [6,7] ist die wissenschaftliche Evidenz zwar ein zentrales Kriterium, wird aber ergänzt durch weitere (z. B. Wertepräferenzen, Ressourcen). Während die Beurteilung der Evidenz den Experten aus der Wissenschaft vorbehalten ist, sind bei der Beurteilung der weiteren Kriterien Akteure im Umfeld einer Intervention einzubeziehen. Das GRADE-System beruht u. a. auf folgenden Prinzipien [7]:

- Explizite Unterscheidung zwischen der Qualität der Evidenz und der Stärke einer Empfehlung[7]
- Bewusstsein, dass sich Interventionen auf verschiedene Endpunkte unterschiedlich auswirken können und die Berücksichtigung dieser unterschiedlichen Endpunkte[8]
- Bewusstsein, dass Empfehlungen immer Wertvorstellungen beinhalten.

Die von der bfu erarbeiteten Empfehlungen sind im Sinn einer **Diskussionsgrundlage** zu verstehen.

---

[7] Eine Intervention kann eine starke Empfehlung erhalten, auch wenn keine solide wissenschaftliche Evidenz für die Wirksamkeit dieser Intervention vorliegt, z. B. wenn keine Alternative existiert oder unter allen Beteiligten die Intervention befürwortet wird.

[8] Im Sicherheitsdossier «Fahrradverkehr» müsste nebst den Fahrradunfällen als relevanter Endpunkt auch die körperliche Aktivität untersucht werden.

IV. Rahmenbedingungen

1. Einleitung

Um das Unfallgeschehen, aber auch Sicherheitsmassnahmen besser einordnen zu können, ist es erforderlich, einige grundlegende Rahmenbedingungen des Radfahrens zu betrachten. In diesem Sinn werden nachfolgend der Stellenwert des Radfahrens in unserer Gesellschaft (Kap. IV.2, S. 64), die Situation am Fahrradmarkt (Kap. IV.3, S. 66), relevante verkehrspolitische Tendenzen (Kap. IV.4, S. 66) und die wichtigsten gesetzlichen Rahmenbedingungen (Kap. IV.5, S. 67) in knapper Form dargestellt.

2. Gesellschaftlicher Stellenwert des Radfahrens

Gemäss der Befragung des Mikrozensus zum Verkehrsverhalten 2005, die alle 5 Jahre zwischen 1984 und 2005 bei rund 32 000 Schweizer Haushalten durchgeführt wurde [8], zeigte sich, dass 71 % der Haushalte heute mindestens ein Fahrrad besitzen. 100 Haushalte besitzen durchschnittlich zusammen 180 Fahrräder. Der Anteil Fahrräder, für die eine Nummer gelöst wurde, liegt bei 83 %. Das Fahrrad ist insbesondere das Verkehrsmittel der Kinder und Jugendlichen: Über 90 % der 6- bis 17-Jährigen verfügen immer bzw. nach Absprache mit jemandem über ein Fahrrad; bei den über 65-Jährigen sind es noch rund 43 %. Der Fahrradbestand betrug 2010 gemäss Schweizerischer Fachstelle für Zweiradfragen (SFZ) ca. 3,9 Mio. Fahrräder (ohne Spiel- und Kinderfahrräder 10"–18")[9]. Multipliziert man die 1,8 Fahrräder pro Haushalt mit der Anzahl Haushalte im Jahr 2005 (Schätzung des Bundesamts für Statistik BFS), dann kommt man auf 5,4 Mio. Fahrräder bzw. 4,5 Mio. Fahrräder mit gelösten Nummern.

In der bfu-Bevölkerungsbefragung geben 55 % der Befragten (15–85 Jahre) an, mindestens einmal oder mehrere Male pro Jahr ausserhalb der Wintermonate Rad zu fahren. Bezogen auf die ständige Wohnbevölkerung der Schweiz in dieser Altersspanne (ca. 6,5 Mio.) würde dies eine Zahl von rund 3,5 Mio. Radfahrenden ergeben, zuzüglich Kinder. Insgesamt kann man wohl von 4 bis 5 Mio. mehr oder weniger aktiven Radfahrenden in der Schweiz ausgehen.

Seit den 80er-Jahren sind gesamtschweizerisch die mit dem Rad gefahrenen Kilometer gestiegen. Gemäss Mikrozensus zum Verkehrsverhalten 2005 ist die Fahrrad-Fahrleistung pro Person und Jahr bis zum Jahr 2000 stetig gestiegen und dann innerhalb von 5 Jahren stark gesunken (Tabelle 4, S. 65). Methodische Effekte sind dabei nicht auszuschliessen, denn der Mikrozensus zum Verkehrsverhalten 2005 ist nicht als Längsschnittstudie konzipiert. Wahrscheinlich ist auch ein Teil der Schwankungen auf unterschiedliche Wetterbedingungen zurückzuführen. Bei Niederschlag verzichten viele Personen aufs Radfahren. Gemäss Aussagen der befragten Personen gab es im Jahr 2005 mehr Tage mit Niederschlägen als im Jahr 2000[10].

[9] http://www.autopubli.ch/Webkit/UserData/000162/de/media37336.html, Zugriff am 15.12.2011.

[10] Ein kleiner Teil der Abnahme der Jahresverkehrsleistung im Jahr 2005 gegenüber Jahr 2000 erklärt sich ausserdem durch die Tatsache, dass das Jahr 2000 ein Schaltjahr war.

Berücksichtigt man hingegen die Angaben der Befragung «Sport Schweiz 2000», die in den Jahren 2000 und 2008 realisiert wurde, so zeichnet sich eine steigende Tendenz des Radfahrens ab. Der Anteil der Bevölkerung zwischen 15 und 74 Jahren, der angegeben hat, als sportliche Tätigkeit Rad zu fahren, hat zwischen 2000 und 2008 um 3 % zugenommen [9]. Da aber in diesen zwei Erhebungen Unterschiedliches gemessen wurde (einerseits die zurückgelegte Distanz bzw. das allgemeine Verkehrsverhalten, andererseits das Fahrrad in Bezug auf Sport- und Bewegungsverhalten) sind diese Angaben nicht direkt vergleichbar. Die Statistik der SFZ über den Schweizer Fahrradmarkt zeigt ebenfalls für die letzten Jahre einen steigenden Trend an (Kap. IV.3, S. 66). Im Jahr 2010 wurden 312 000 Fahrräder (exkl. E-Bikes sowie Spiel- und Kinderfahrräder mit einem Raddurchmesser von 10" bis 18") verkauft, gegenüber 267 000 im Jahr 2003. Die Resultate des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010 werden erst im Frühling 2012 vorliegen.

In den letzten Jahrzenten fand eine Sensibilisierung für die Anliegen der Radfahrenden im Strassenverkehr statt. Besonders in strassenbaulicher Hinsicht wurde damit begonnen, vermehrt Anpassungen vorzunehmen, z. B. im Ausbau und in der Signalisation des Fahrradwegnetzes, in der fahrradspezifische Steuerung von Lichtsignalanlagen oder im Einsetzen von vorgezogenen Haltebalken). Diese Veränderungen haben die Qualität des Radfahrens deutlich erhöht.

Tabelle 4
Verkehrsleistungen pro Person und Jahr nach Verkehrsteilnahme (in Kilometer), 1984–2005

	Personenwagen	Motorrad	Mofa	Fahrrad	Fussgänger	Bus/Tram	Postauto	Bahn	Übrige	Total
1984	7 008	109	219	292	365	401	73	1 533	730	10 730
1989	7 811	182	109	292	365	474	73	1 825	1 022	12 153
1994	8 431	146	73	328	547	474	73	1 715	620	12 407
2000	9 380	274	42	355	623	505	70	1 918	795	13 963
2005	9 324	233	22	285	754	547	57	2 272	438	13 932

Basis 2005: 32 008 Zielpersonen ab 10 Jahren

Da 2000 ein Schaltjahr war, ist die Jahresverkehrsleistung im Jahr 2000 leicht höher als 2005, obwohl die Tagesdistanz im Jahr 2000 leicht tiefer war.

Quelle: Bundesamt für Statistik (BFS); Bundesamt für Raumentwicklung (ARE); Mikrozensus zum Verkehrsverhalten 2005

Tabelle 5
Übersicht über den Fahrradmarkt (ohne Spiel- und Kinderfahrräder, Raddurchmesser 10"–18") nach Fahrradtyp, 2006–2010

Segmente	2006		2007		2008		2009		2010	
	Verkaufte Stückzahl	Prozent	Verkaufte Stückzahl	Prozent	Verkaufte Stückzahl	Prozent	Verkaufte Stückzahl	Prozent	Verkaufte Stückzahl	Prozent
Sportfahrräder ohne Ausrüstung	**188 852**	**63.8**	**197 370**	**64.0**	**195 146**	**64.4**	**194 758**	**59.7**	**195 567**	**62.7**
Mountainbike	137 952	46.6	141 811	46.0	141 952	46.8	128 196	39.3	136 056	43.6
Crossbike	10 800	3.6	13 190	4.3	11 447	3.8	17 052	5.2	16 516	5.3
Rennrad	13 000	4.4	13 805	4.5	13 255	4.4	13 801	4.2	15 444	5.0
Junior Fahrrad	27 100	9.2	28 564	9.3	28 492	9.4	35 709	11.0	27 551	8.8
Freizeit-/ Alltagsfahrrad mit Ausrüstung	**107 253**	**36.2**	**110 966**	**36.0**	**108 007**	**35.6**	**131 259**	**40.3**	**116 189**	**37.3**
Citybike	77 359	26.1	87 067	28.2	84 575	27.9	88 579	27.2	83 334	26.7
Junior-Fahrrad	22 659	7.7	21 258	6.9	21 242	7.0	37 238	11.4	29 969	9.6
Tandem, Faltfahrrad usw.	7 235	2.4	2 641	0.9	2 190	0.7	5 442	1.7	2 886	0.9
Total	**296 105**	**100**	**308 336**	**100**	**303 153**	**100**	**326 017**	**100**	**311 756**	**100**
E-Bike	3 181	1.1	5 825	1.9	11 631	3.7	23 886	6.8	39 247	11.2

Quelle: Schweizerische Fachstelle für Zweiradfragen (SFZ)

3. Fahrradmarkt

Gemäss dem Verband der Schweizer Fahrradlieferanten (velosuisse) wurden im Jahr 2010 in der Schweiz rund 312 000 neue Fahrräder verkauft (Kinderfahrräder[11] nicht eingerechnet)[12]. Davon waren etwa 63 % Sportfahrräder ohne Ausrüstung und 37 % Freizeit- und Alltagsfahrräder mit Ausrüstung. Als Ausrüstung zählen Ausstattungselemente wie Schutzbleche, Lichtanlage, Gepäckträger, Kettenschutz usw. (Tabelle 5).

Im Vergleich zu den Verkaufszahlen vor 5 Jahren (2006) wurden im Jahr 2010 rund 16 000 Fahrräder mehr verkauft, 9000 davon waren Alltags- und 7000 Sportfahrräder. Im Vergleich zum Vorjahr hingegen wurden im Jahr 2010 rund 15 000 Alltagsfahrräder weniger verkauft. velosuisse erklärt sich diesen Rückgang dadurch, dass sich viele Käufer zugunsten des E-Bikes statt Citybikes entschieden haben. In der Tat haben sich die Verkaufszahlen von Elektrofahrrädern in den letzten Jahren vervielfacht (von 3181 im Jahr 2006 auf 39 247 im Jahr 2010). E-Bikes gelten nicht als Fahrräder (Kap. IX.1, S. 275).

Trotz diesen hohen Verkaufszahlen kämpfen die Fahrradhersteller mit Problemen: Der massive Preisdruck führt zu Billigfahrrädern mit qualitativ ungenügender Technik. Die Produktezyklen sind kurz, sodass zu schnell und zu häufig neue Modelle auf den Markt gebracht werden, was die Gefahr von unausgereiften Fahrradmodellen mit sich bringt. Das in Verkehr bringen von Fahrrädern, Fahrradbestandteilen und Zusatzausrüstung ist seit Inkrafttreten des Bundesgesetzes über die Produktesicherheit (PrSG)[13] gesetzlich geregelt. Gemäss Art. 1 Abs. 7 VTS[14] wird dieses Gesetz für Fahrzeuge, deren Bestandteile und Ausrüstungsgegenstände ergänzend zu den bestehenden Vorschriften angewendet.

4. Verkehrspolitik

Das Bundesamt für Strassen (ASTRA) hat im Auftrag des Eidgenössischen Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) ein Leitbild erarbeitet, das den Langsamverkehr (Zu-Fuss-Gehen, Radfahren, Wandern, Fortbewegung mit fahrzeugähnlichen Geräten wie Rollschuhen, Skateboards, Trottinette usw.) vermehrt fördern soll. Bedenkt man, dass heute 30 % der Autofahrten weniger als 3 km weit bzw. 45 % weniger als 5 km weit sind, wird das grosse Verlagerungspotenzial ersichtlich [8]. Der Langsamverkehr soll sich neben dem öffentlichen Verkehr und dem motorisierten Individualverkehr zum gleichberechtigten dritten Pfeiler einer nachhaltigen Verkehrspolitik entwickeln. Gemäss der Strategie «Nachhaltige Entwicklung», deren Aktualisierung durch den Bundesrat 2008 gutgeheissen wurde, soll der Anteil der Langsamverkehr-Etappen an der gesamten Personenmobilität zunehmen. Wichtiger Leitsatz ist dabei auch die Sicherheit, die als unabdingbare Voraussetzung für die Förderung des Langsamverkehrs betrachtet wird. Ende 2010 hat der Bundesrat die Botschaft zu Via sicura verabschiedet. Via sicura entspricht einem Verkehrssicherheitspaket, mit dem die Zahl der Verkehrsopfer bedeutend gesenkt werden soll. Es geht vor allem darum, die bestehenden Vorschriften besser durchzusetzen und die grössten Unfallschwerpunkte zu

[11] Kinderfahrräder sind Fahrräder mit einem Raddurchmesser zwischen 10" und 18".

[12] http://www.autopubli.ch/Webkit/UserData/000162/de/media49668.html, Zugriff am 2. Mai.2011.

[13] Bundesgesetz über die Produktesicherheit vom 1. Juli 2010, SR 930.11

[14] Verordnung über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge vom 19. Juni 1995, SR 741.41

beseitigen. Es ist besonders wichtig, dass das Strassensystem so gestaltet wird, dass es möglichst tolerant gegenüber unvermeidbarem menschlichem Fehlverhalten ist. Die Präventionsmöglichkeiten zur Erhöhung der Sicherheit sollen dabei jedoch nicht zu Einschränkungen oder Erschwernissen bei der Fortbewegung führen. Das Leitbild Langsamverkehr möchte neben der objektiven Verkehrssicherheit auch das subjektive Sicherheitsempfinden erhöhen.

5. Gesetzliche Vorschriften zum Radfahren

Gesetzliche Grundlagen für das Radfahren gibt es verhältnismässig wenige. Die **gesetzlich vorgeschriebene Ausrüstung** (Art. 213–218 VTS) umfasst eine gut hörbare Glocke (ausgenommen bei Fahrrädern mit einem Leergewicht ohne Führer von höchstens 11 kg), Rückstrahler oder lichtreflektierende Folien (vorne weiss und hinten rot, fest angebracht, Leuchtfläche mindestens 10 cm^2, Sichtbarkeit auf 100 m), ein Beleuchtungssystem mit ruhenden Lichtern (nicht blinkend, vorne weiss und hinten rot, fest angebracht oder abnehmbar, nachts bei guter Witterung auf 100 m Distanz sichtbar), Luftreifen oder andere etwa gleich elastische Reifen (Gewebe nicht sichtbar), gelbe Rückstrahler vorne und hinten an den Pedalen (Leuchtfläche mindestens 5 cm^2; ausgenommen Rennpedale, Sicherheitspedale und dergleichen), zwei kräftige Bremsen, und eine Diebstahlsicherung. Die Kantone können Kontrollen der Fahrräder durchführen (Art. 18 Abs. 3 SVG[15]).

Ab dem Jahr 2012 braucht es keine neue Fahrradvignette mehr[16]. Das Bundesparlament hat beschlossen, diese obligatorische Haftpflichtversicherung abzuschaffen. Künftig werden die privaten Haftpflichtversicherungen für Schäden aufkommen, die Radfahrende verursachen. Die Vignette von 2011 gilt aber bis zum 31. Mai 2012.

Weiter ist im Strassenverkehrsgesetz festgehalten, dass erst **Kinder im schulpflichtigen Alter** (Kap. IX.2, S. 278) Rad fahren dürfen (Art. 19 Abs. 1 SVG). Bei körperlicher oder geistiger Krankheit oder Gebrechen sowie bei schwerer oder mehrfacher Gefährdung des Verkehrs z. B. infolge Trunkenheit kann die Behörde der betroffenen Person das Radfahren untersagen (Art. 19 Abs. 2–3 SVG). Um die Eignung abzuklären, kann eine Prüfung angeordnet werden (Art. 19 Abs. 4 SVG).

Zur Gestaltung von Radstreifen und -wegen und zu weiteren baulichen Massnahmen im Zusammenhang mit dem Radfahren liegt eine Vielzahl von Schweizer Normen (SN) vor, die von der Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (VSS) erarbeitet wurde. Diese Normen sind rechtlich zwar nicht grundsätzlich verbindlich, erlangen in der Praxis dennoch oft rechtliche Relevanz[17].

[15] Strassenverkehrsgesetz vom 19. Dezember 1958, SR 741.01

[16] http://www.astra.admin.ch/dokumentation/00109/00113/00491/index.html?lang=de&msg-id=39285, Zugriff am 15. Dezember 2011.

[17] Dies ist der Fall, wenn a) ein Gesetz oder eine Verordnung auf eine oder mehrere Normen verweist oder deren Wortlaut ganz oder teilweise übernimmt; b) in privatrechtlichen Verträgen die Anwendbarkeit der Normen auf eine konkrete Rechtsbeziehung vereinbart wird; c) Normen zur Konkretisierung unbestimmter Gesetzesbegriffe wie «anerkannte Regeln der Technik» herangezogen werden oder d) Normen bei der Beurteilung durch ein Gericht als Massstab für die einzuhaltende Sorgfalt (Stand der Technik) zugrunde gelegt werden.

V. Unfallgeschehen

1. Einleitung

1.1 Ausgangslage

Hochrechnungen der bfu [10] zeigen, dass auf den Schweizer Strassen jährlich rund 26 000 Radfahrende verletzt oder getötet werden. Der Polizei gemeldet und registriert wird aber nur etwa ein Achtel dieser Unfälle, vor allem die schweren. Nachfolgende Analysen beziehen sich auf diese – polizeilich erfassten – Unfälle.

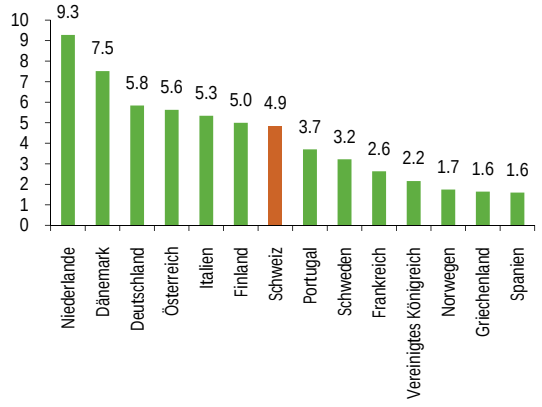
Tabelle 6 zeigt die Entwicklung der Fahrradunfälle und die Verletzungsschwere der Betroffenen für die Zeitspanne von 2005–2009. Pro Jahr erlitten durchschnittlich 3300 Radfahrende unfallbedingte Verletzungen, davon verunfallten jährlich um die 800 Radfahrende schwer und 40 tödlich.

Ohne detaillierte Kenntnisse über das Unfallgeschehen ist es nicht möglich, wirksame Prävention zu betreiben. Durch gezielte Interventionen soll primär die Zahl der Schwerverletzten und Getöteten reduziert werden. Leichtverletzte werden daher bei der nachfolgenden Analyse der Unfallsituation nur ausnahmsweise dargestellt.

1.2 Vergleich Schweiz – Europa

In der Schweiz verunfallten in den Jahren 2005–2009 jährlich 40 Radfahrende tödlich, was 5 Getöteten auf 1 Mio. Einwohner entspricht. Im europäischen Vergleich steht die Schweiz damit im Mittelfeld (Abbildung 2). Den höchsten Wert weisen die Niederlande mit 9, den niedrigsten Spanien mit 2 Getöteten pro 1 Mio. Einwohner auf.

Abbildung 2
Getötete Radfahrende pro 1 Mio. Einwohner, Ø 2005–2009



Quelle: IRTAD, Auswertungen bfu

Tabelle 6
Personenschäden[1] bei Radfahrenden, 2005–2009

Jahr	Leichtverletzte		Schwerverletzte		Getötete		Total
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	
2005	2 322	73.2	815	25.7	37	1.2	3 174
2006	2 381	73.9	804	25.0	35	1.1	3 220
2007	2 488	74.9	802	24.2	30	0.9	3 320
2008	2 412	74.0	821	25.2	27	0.8	3 260
2009	2 434	72.7	858	25.6	54	1.6	3 346
∑ 2005–2009	12 037	73.8	4 100	25.1	183	1.1	16 320
ø 2005–2009	2 407	73.8	820	25.1	37	1.1	3 264

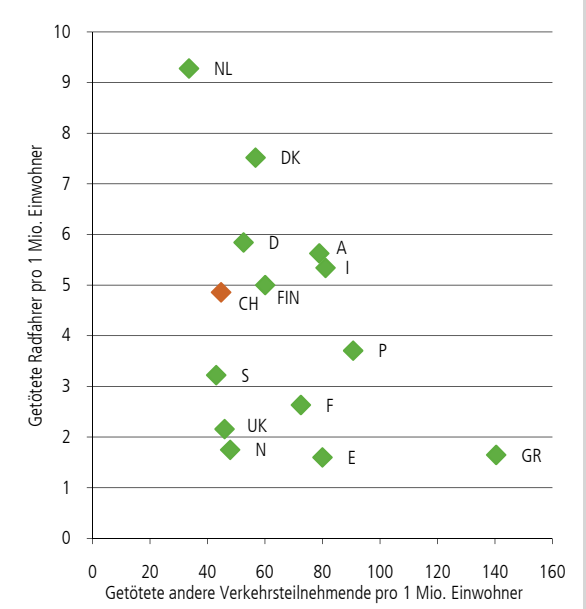
[1] Personenschäden: Verletzte und getötete Personen

Quelle: BFS, Auswertungen bfu

Abbildung 3 zeigt die Gegenüberstellung der Anzahl getötete Radfahrende und der Anzahl übrige getötete Verkehrsteilnehmende (vor allem PW-Lenkende, Fahrer von motorisierten Zweirädern und Fussgänger). Mit 45 übrigen getöteten Verkehrsteilnehmenden pro 1 Mio. Einwohner befindet sich die Schweiz im Vergleich zu andern europäischen Ländern im besser abschneidenden Viertel. Den höchsten Wert weist Griechenland mit 140, den niedrigsten die Niederlande mit 34 Getöteten pro 1 Mio. Einwohner auf.

Abbildung 3 gibt zudem Auskunft über den Zusammenhang zwischen dem Unfallniveau der Radfahrenden und dem Unfallniveau der übrigen Verkehrsteilnehmenden. So zeigt sich, dass in der Schweiz, in Deutschland und in Dänemark auf jeden getöteten Radfahrer etwa 10 getötete übrige Verkehrsteilnehmende fallen. Beträgt dieser Wert in den Niederlanden etwa 5, so muss in Griechenland mit dem Faktor 86 gerechnet werden.

Abbildung 3
Getötete Verkehrsteilnehmende pro 1 Mio. Einwohner, Ø 2005–2009



Quelle: IRTAD, Auswertungen bfu

Während die generelle Unfallbelastung in der Schweiz also relativ tief ist, kann – im europäischen Vergleich – bei der Verkehrssicherheit von Radfahrenden nur von einem durchschnittlichen Niveau gesprochen werden.

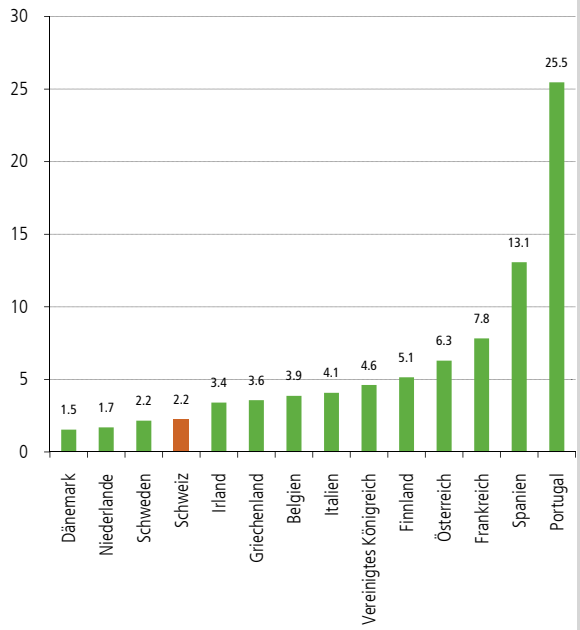
Bei den obigen Darstellungen ist nicht berücksichtigt, wie oft in den einzelnen Ländern Rad gefahren wird bzw. wie oft die Einwohner mit anderen Verkehrsmitteln oder zu Fuss unterwegs sind. Daher kann aufgrund dieser Auswertungen nichts über die Gefährdung des einzelnen Radfahrers ausgesagt werden. Hierzu ist es notwendig, die Exposition, d. h. die mit dem Fahrrad zurückgelegte Distanz oder verwendete Zeit, mit zu berücksichtigen[18].

In gewissen europäischen Ländern wird das Fahrrad öfter benutzt als in anderen. Leider konnten vergleichbare Daten zur Fahrrad-Fahrleistung in den verschiedenen Ländern nur für das Jahr 1995 ermittelt werden [11]. Während beispielsweise in den Niederlanden und in Dänemark 1019 bzw. 958 km pro Person und pro Jahr mit dem Fahrrad zurückgelegt wurden, betrug der entsprechende Wert in Frankreich nur 87. In der Schweiz belief sich gemäss Mikrozensus zum Verkehrsverhalten 1994 die mit dem Fahrrad zurückgelegte Distanz pro Person im Jahr 1994 auf 339 km. Berücksichtigt man einerseits diese länderspezifische Expositionsangaben und andererseits die Anzahl getötete Radfahrende im Jahr 1995 gemäss IRTAD-Datenbank, so ist ersichtlich, dass die Gefährdung des einzelnen Radfahrers in Dänemark und in den Niederlanden beispielsweise rund 5-mal kleiner war als in Frankreich (Abbildung 4). Pro 100 Mio. Kilometer verunfallten tödlich 1,5 bzw. 1,7 Radfah-

[18] Expositionsbezogene Daten sind für die Schweiz für das Jahr 2005 in der Tabelle 25, S. 90 zu finden.

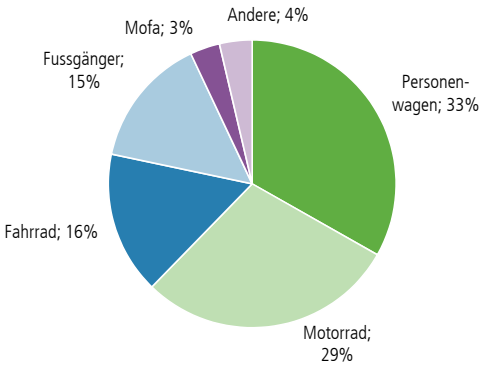
rende in den ersten zwei erwähnten Ländern, respektive 7,8 Radfahrende in Frankreich. Abbildung 4 beruht auf Daten aus dem Jahr 1995. Die Fahrradfahrleistungen in den verschiedenen Ländern dürfte sich in der Zwischenzeit unterschiedlich entwickelt haben: Es wird aber vermutet, dass die Reihenfolge der Länder, wie sie hier dargestellt wird, heutzutage ähnlich ist.

Abbildung 4
Getötete Radfahrende pro 100 Mio. Personenkilometer, 1995



Quelle: Europäische Kommission, IRTAD, ARE/BFS, Auswertungen bfu

Abbildung 5
Anteil der schweren Personenschäden[1] nach Verkehrsteilnahme, Ø 2005–2009



[1] Schwere Personenschäden: Schwer verletzte und getötete Personen

Quelle: BFS, Auswertungen bfu

1.3 Vergleich Fahrradunfälle – übriges Unfallgeschehen Schweiz

Von den jährlich insgesamt rund 5350 schwer verletzten oder getöteten Verkehrsteilnehmenden (Durchschnitt 2005–2009) sind rund 16 % Radfahrende (Abbildung 5). Dieser Anteil bewegte sich in den untersuchten Jahren zwischen 15 und 18 %. Ein Trend ist nicht feststellbar. Jährlich ziehen sich 860 Radfahrende schwere oder sogar tödliche Verletzungen zu (Tabelle 6, S. 68).

Setzt man die Zahl der Schwerverletzten und Getöteten in Relation zur Fahrleistung, so zeigt sich, dass Radfahrende rund 15-mal häufiger schwer verunfallen als PW-Insassen (Tabelle 7). Bezogen auf die Fahrstunden ist die Gefährdung der Radfahrenden jedoch weniger ausgeprägt. Pro 100 Mio. Personenkilometer verunfallen 44 Radfahrende tödlich oder werden schwer verletzt. Dieses Risiko hat zwischen 1994 und 2005 um 20 % abgenommen, also weniger als bei einigen anderen Verkehrsteilnehmenden.

Tabelle 7
Schwere Personenschäden pro 100 Mio. Personenkilometer nach Verkehrsteilnahme, 1994/2000/2005

Verkehrsteilnahme	1994	2000	2005	Veränderung in Prozent (1994–2005)
Fahrrad	55.0	45.1	43.9	-0.2
Personenwagen	5.8	4.6	2.8	-0.5
Motorrad	158.0	84.0	99.4	-0.4
Mofa	125.0	123.0	123.2	0.0

Quelle: BFS, Auswertungen bfu

Ein Blick zurück auf das Unfallgeschehen vor gut 10 Jahren zeigt, dass in den Jahren 1998/99 (Durchschnitt) insgesamt 25 % mehr Schwerverletzte und Getötete zu beklagen waren als 2008/09. Nicht bei allen Verkehrsteilnehmenden hat eine Reduktion in gleichem Mass stattgefunden (Abbildung 6)[19]. Die Unfallzahlen der Radfahrenden konnten zwar deutlich reduziert werden, jedoch bei weitem nicht im gleichen Ausmass wie bei anderen Verkehrsteilnehmenden.

Fokussiert man nur auf die letzten fünf Jahre, so zeigt sich, dass bei Radfahrenden – im Gegensatz zu anderen Verkehrsteilnehmenden – keine Reduzierung der Schwerverletzten und Getöteten beobachtbar ist (Abbildung 7).

Bei einem Unfall haben Radfahrende gegenüber PW-Insassen und Motorfahrradlenkenden ein erhöhtes Risiko, schwere oder tödliche Verletzungen zu erleiden (Abbildung 8), hingegen ein geringeres als etwa Fussgänger oder Motorradfahrer. Die Dunkelziffer (Verhältniszahl des effektiven zum polizeilich registrierten Unfallgeschehen) der leicht verletzten Radfahrenden ist deutlich grösser als diejenige der übrigen Verkehrsteilnehmenden. Die Verletzungsschwere der Radfahrenden (Verhältnis von Schwerverletzten und Getöteten pro 10 000 Verunfallte) dürfte hier also etwas überschätzt sein, da die Zahl der Verunfallten effektiv grösser ist als die für die Berechnung verwendete Angabe aus der Strassenverkehrsunfallstatistik.

Abbildung 6
Schwere Personenschäden nach Verkehrsteilnahme, 1998/99 versus 2008/09

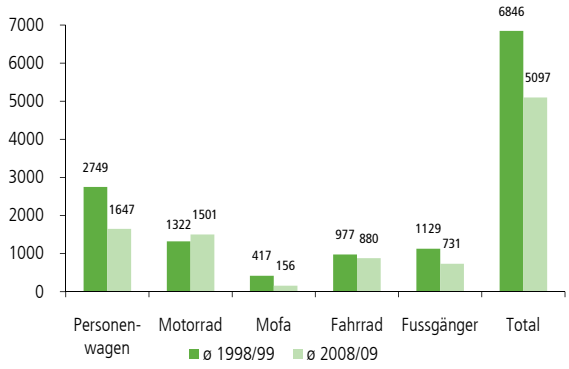
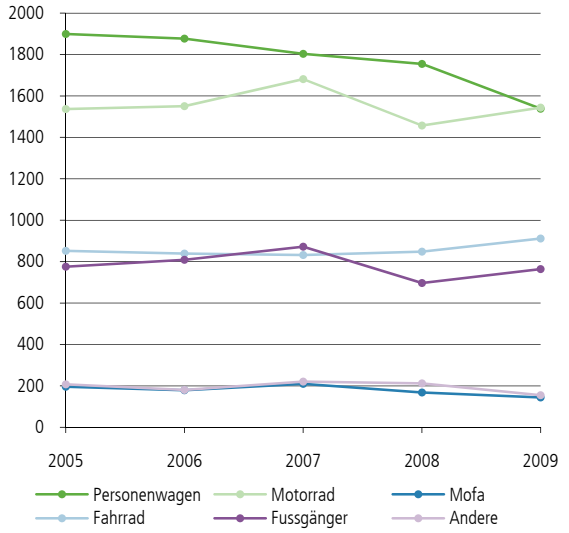
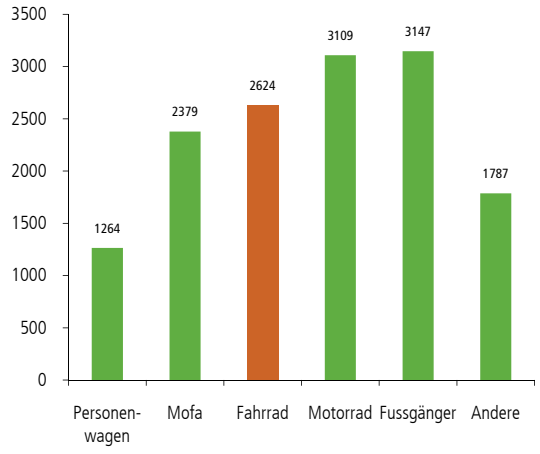


Abbildung 7
Schwere Personenschäden nach Verkehrsteilnahme, ∑ 2005–2009



Quelle: BFS, Auswertungen bfu

Abbildung 8
Schwere Personenschäden pro 10 000 Verunfallte nach Verkehrsteilnahme, Ø 2005–2009



Quelle: BFS, Auswertungen bfu

[19] Der Anstieg bei den Motorradfahrenden ergibt sich aus der Zunahme der Schwerverletzten (+7 %). Bei den Getöteten konnte hingegen eine Reduktion um 6 % verzeichnet werden.

2. Radfahrende und Fahrräder

2.1 Betroffene Personen

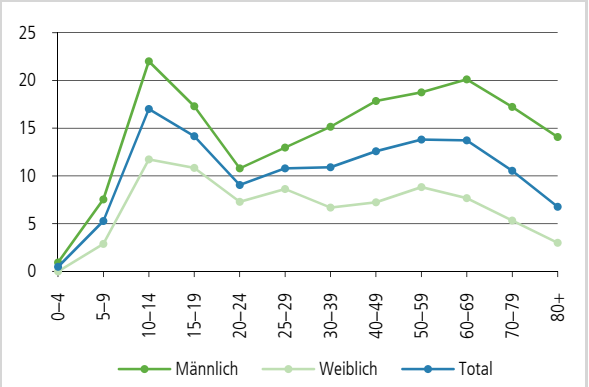
In den Jahren 2005–2009 wurden 4100 Radfahrende schwer und 183 tödlich verletzt (Tabelle 8). Zwei Drittel davon sind männlichen Geschlechts. Dieser Anteil ist bei allen Altersgruppen im ähnlichen Ausmass feststellbar.

Der Anteil Getöteter an der Summe schwer verunfallter Radfahrender (Schwerverletzte und Getötete) liegt im Durchschnitt bei 4,3 % und ist bei den Senioren am höchsten. Bei den 60- bis 69-Jährigen beträgt der Anteil 5,5 %, bei den 70- bis 79-Jährigen 11,2 % und bei den über 80-Jährigen sogar 18,3 %. Die Mortalität bei Senioren ist also sehr hoch.

Bei den 9 Radfahrenden, die als Mitfahrer verunfallten (9 Schwerverletzte, 0 Getötete), handelt es sich hauptsächlich um Kinder. Dies entspricht einem Anteil von 0,2 % der schwer verunfallten Radfahrenden. Nachfolgend wird deshalb auf die separate Analyse der Mitfahrenden verzichtet und deren Zahl ist Bestandteil der jeweiligen Darstellungen.

In Abbildung 9 wurden die Unfallzahlen der einzelnen Alterskategorien mit der Anzahl Personen der entsprechenden Alterskategorie gemäss der Statistik über die schweizerische Wohnbevölkerung in Bezug gesetzt. Dadurch wird ersichtlich, dass von den 4283 schwer verletzten oder getöteten Radfahrenden deutlich mehr in die Altersgruppe der 10- bis 14-Jährigen fallen als das aufgrund ihres Bevölkerungsanteils zu erwarten wäre. Abbildung 9 veranschaulicht ausserdem, dass Männer jeglichen Alters gegenüber Frauen eine höhere Gefährdung aufweisen.

Abbildung 9
Schwere Personenschäden bei Radfahrenden pro 100 000 Personen nach Alter und Geschlecht, Ø 2005–2009



Quelle: BFS, Auswertungen bfu

Tabelle 8
Schwere Personenschäden bei Radfahrenden nach Alter und Geschlecht, ∑ 2005–2009

Alter	Männlich			Weiblich			Total		
	Schwerverletzte	Getötete	Schwerverletzte und Getötete	Schwerverletzte	Getötete	Schwerverletzte und Getötete	Schwerverletzte	Getötete	Schwerverletzte und Getötete
0–4	9	0	9	0	0	0	9	0	9
5–9	72	3	75	25	2	27	97	5	102
10–14	235	5	240	117	4	121	352	9	361
15–19	192	8	200	114	5	119	306	13	319
20–24	122	2	124	80	2	82	202	4	206
25–29	154	3	157	102	3	105	256	6	262
30–39	409	9	418	181	4	185	590	13	603
40–49	537	21	558	216	6	222	753	27	780
50–59	453	17	470	215	5	220	668	22	690
60–69	362	27	389	154	3	157	516	30	546
70–79	177	27	204	76	5	81	253	32	285
80+	69	16	85	29	6	35	98	22	120
Total	**2 791**	**138**	**2 929**	**1 309**	**45**	**1 354**	**4 100**	**183**	**4 283**

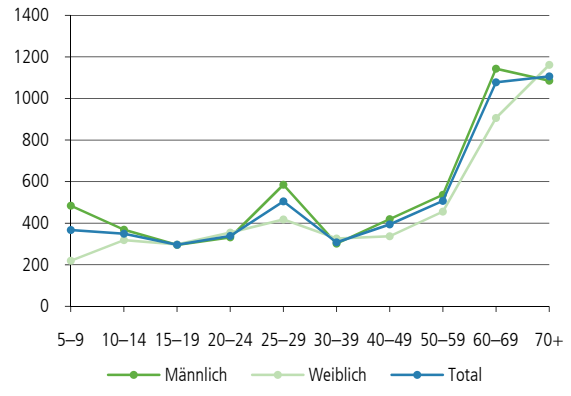
Quelle: BFS, Auswertungen bfu

In Abbildung 9 ist nicht berücksichtigt, wie oft in den unterschiedlichen Altersklassen Rad gefahren wird (Exposition), was die Unfallzahlen natürlich beträchtlich beeinflusst.

Berechnet man das Unfallrisiko der einzelnen Altersgruppen in Abhängigkeit von ihrer Fahrleistung, so zeigt sich Folgendes (Abbildung 10[20]):

- Der alters- und geschlechtsunabhängige Durchschnitt liegt bei rund 440 Schwerverletzten oder Getöteten pro 1 Mrd. Personenkilometer.
- Der altersunabhängige Wert von Männern liegt mit 463 rund 15 % höher als derjenige von Frauen mit 402. Grössere Geschlechtsunterschiede sind bei den 5- bis 9-jährigen Kindern und bei den 25- bis 29-Jährigen zu verzeichnen.
- Überdurchschnittlich stark betroffen sind 25- bis 29-jährige Personen und insbesondere Senioren über 60 Jahren.
- Unterdurchschnittlich stark betroffen sind 5- bis 14-jährige Mädchen sowie Jugendliche im Alter zwischen 15 und 19 Jahren. Pro gefahrenen Kilometer verunfallen nahezu 2-mal mehr 25- bis 29-Jährige und fast 4-mal mehr Senioren als 15- bis 19-jährige Radfahrende.

Abbildung 10
Schwere Personenschäden bei Radfahrenden pro 1 Mrd. Personenkilometer nach Alter und Geschlecht, Ø 2005–2009



[20] Die Auswertungen basieren einerseits auf den Unfallzahlen der Schwerverletzten und Getöteten aus den Jahren 2005–2009 und andererseits auf der Fahrleistung der Radfahrenden im Jahr 2005. Angaben zur Kilometerleistung liegen für Radfahrende ab 6 Jahren vor. Die Zahlen für die 5-Jährigen wurden geschätzt.

Exkurs:
Bei Radfahrenden ab 60 Jahren resultieren pro gefahrene Kilometer am meisten Schwerverletzte oder Getötete. Das dürfte in erster Linie auf ihre Verletzlichkeit zurückzuführen sein. Im Vergleich zum Sicherheitsdossier «Fahrradverkehr» aus dem Jahr 2005, das sich auf Analysen in der Zeitspanne von 1999 bis 2003 bezog, erscheint das Unfallrisiko für Kinder unter 10 Jahren gesunken zu sein. Für die Jahre zwischen 2005 und 2009 liegt das Unfallrisiko für 5- bis 9-jährige Kinder mit 367 Schwerverletzten oder Getöteten pro 1 Mrd. Personenkilometer unter dem Durchschnitt von 442 für alle Altersklassen.

Erklärungen für diese durch viele Studien bestätigten Alters- und Geschlechtsunterschiede werden im Kapitel Risikofaktoren diskutiert (Kap. 0, S. 86).

24 % der schwer oder tödlich verletzten Radfahrenden trugen einen Fahrradhelm (Tabelle 9). Dieser Anteil ist deutlich geringer als die jeweilige – empirisch ermittelte – Fahrradhelmtragquote von rund 37 % in den Jahren 2005–2009 (2005: 34 %; 2006: 39 %; 2007: 38 %; 2008: 38 %; 2009: 38 %).

Tabelle 9
Schwere Personenschäden bei Radfahrenden mit oder ohne Fahrradhelm nach Alter, ∑ 2005–2009

Alter	Mit Helm		Ohne Helm		Total	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
0–14	116	24.6	356	75.4	472	100
15–29	115	14.6	672	85.4	787	100
30–44	247	24.4	764	75.6	1 011	100
45–59	318	29.9	744	70.1	1 062	100
60+	246	25.9	705	74.1	951	100
Total	**1 042**	**24.3**	**3 241**	**75.7**	**4 283**	**100**

Quelle: BFS, Auswertungen bfu

2.2 Unfalltyp

67 % der schwer oder tödlich verletzten Radfahrenden erleiden eine Kollision (Tabelle 10). Fast ein Drittel verunfallt also ohne Beteiligung weiterer Fahrzeuge.

Am häufigsten ereignen sich Kollisionen beim Linksabbiegen (19 %). Unklar ist dabei, ob der Radfahrer oder sein Kollisionsgegner links abgebogen ist. Gut ein Viertel aller Kollisionen geschieht bei diesem Unfalltyp, weitere 17 % beim Queren (ohne Abbiegen).

Kollisionen im Längsverkehr (20 %) treten rund halb so oft auf wie Kollisionen beim Queren mit und ohne Abbiegen (39 %).

Wie schon erwähnt lassen die Daten des BFS keine Zuordnung der Kollisionsgegner zu Fahrströmen zu, so ist z. B. unklar, ob bei einem Linksabbiegeunfall der Radfahrer oder der Kollisionsgegner abgebogen ist.

Tabelle 10
Schwere Personenschäden bei Radfahrenden nach Unfalltyp, ∑ 2005–2009

Unfalltyp	Häufigkeit	Prozent
Kollisionen beim Linksabbiegen	810	19
Kollisionen beim Queren (ohne Abbiegen)	485	11
Kollisionen beim Rechtsabbiegen	349	8
Begegnungsunfälle (Frontalkollisionen)	247	6
Auffahrunfall	237	6
Kollisionen beim Überholen	194	5
Kollisionen beim Vorbeifahren	156	4
Kollisionen mit Fussgängern	67	2
Kollisionen mit (Haus- oder Wild-)Tieren	45	1
Andere Kollisionen[2]	259	6
Total Kollisionen	**2849**	**67**
Alleinunfall[1]	1 318	31
Nicht zuzuordnen	116	3
Total	**4 283**	**100**

[1] Alleinunfälle umfassen polizeilich erfasste Unfälle, bei denen nebst dem Radfahrer keine weiteren Personen beteiligt waren. Allerdings ist eine Kollision mit einem festen Hindernis auf oder neben der Fahrbahn möglich. Beim grössten Teil der Alleinunfälle erfolgte jedoch auch keine Kollision mit einem Hindernis.
[2] Z. B. beim Manövrieren und Parken, Kollisionen mit schienengebundenen Fahrzeugen

Quelle: BFS, Auswertungen bfu

Eine Analyse der Unfallzahlen 2005–2009 des Kantons Zürich (ohne die Städte Zürich und Winterthur) durch die Kantonspolizei Zürich zeigte folgendes – wohl für die ganze Schweiz charakteristisches – Bild der Linksabbiege- und -einbiegeunfälle.

In 40 % der Unfälle waren die Radfahrenden links ab- respektive eingebogen, in den übrigen 60 % deren Unfallgegner (meist PW-Lenkende). In über 80 % der Fälle gilt der Verkehrsteilnehmer, der links ab- respektive eingebogen ist (ob Radfahrer oder ein anderer Verkehrsteilnehmer) als mutmasslicher Unfallverursacher. Je nach Unfalltyp zeigen sich deutliche Unterschiede:

- **Linkseinbieger mit Fahrzeug von links (46 % der Linksabbiege- und -einbiegeunfälle)**
  Bei rund 40 % dieser Unfälle bog der Radfahrer links ein und war in 88 % dieser Fälle der Verursacher. Bei den übrigen 60 % dieses Unfalltyps war der links abbiegende ein anderer Verkehrsteilnehmer (vor allem Personenwagen) und war in 84 % dieser Fälle der Verursachende.
- **Linksabbieger mit Gegenverkehr (29 % der Linksabbiege- und -einbiegeunfälle)**
  Bei rund 16 % dieser Unfälle bog der Radfahrer links ab und war meist (d. h. in 86 % der Fälle) der Verursacher. Bei den übrigen 84 % Kollisionen dieses Unfalltyps war der links abbiegende ein anderer Verkehrsteilnehmer (vor allem Personenwagen) und der im Gegenverkehr fahrende Radfahrer nur in 7 % der Fälle der Unfallverursacher.
- **Linksabbieger mit nachfolgendem Kollisionsgegner (16 % der Linksabbiege- und einbiegeunfälle)**
  Bei rund 86 % dieser Unfälle bog der Radfahrer links ab bzw. schickte sich an, einzuspuren und war meistens (87 % der Fälle) der Verursachende. Bei den übrigen 14 % Kollisionen dieses

Unfalltyps war der links abbiegende ein anderer Verkehrsteilnehmer (vor allem Personenwagen) und der nachfolgende Radfahrer in der Hälfte der Fälle der Unfallverursacher.

- **Linkseinbieger mit Fahrzeug von rechts (9 % der Linksabbiege- und -einbiegeunfälle)**
  Bei rund 35 % dieser Unfälle bog der Radfahrer links ein und war immer der Verursacher. Bei den übrigen 65 % Kollisionen dieses Unfalltyps war der links abbiegende ein anderer Verkehrsteilnehmer (vor allem Personenwagen) und war in 54 % der Fälle der Unfallverursacher.

Die Verteilung der Unfalltypen weicht bei den Kindern wesentlich von derjenigen der Erwachsenen ab (Tabelle 11). Während der Anteil der Alleinunfälle bei den 0- bis 9-Jährigen nur 15 % (Erwachsene über 24 Jahre: 33 %) beträgt, verunfallt jedes vierte Kind in diesem Alter beim Queren der Fahrbahn (Erwachsene über 24 Jahre: 10 %). Auch Kinder zwischen 10 und 14 Jahren weisen noch eine unterdurchschnittliche Zahl Alleinunfälle und einen erhöhten Anteil an Querungsunfällen auf. Der Anteil Alleinunfälle steigt mit zunehmendem Alter.

2.3 Verletzungen

Im Unfallaufnahmeprotokoll der Schweizer Polizei werden bis auf die von den Polizisten eingeschätzte Verletzungsschwere in den Kategorien «leicht verletzt», «schwer verletzt» und «getötet» keine Angaben zu den Verletzungen gemacht. Aus diesem Grund werden die Daten der Sammelstelle für die Statistik der Unfallversicherung SSUV als Datengrundlage genutzt. Die SSUV kodiert Verletzungen nach ICD-9 [12]. In den folgenden Auswertungen werden diese Verletzungen in den Kategorien der Barell-Matrix zusammengefasst [13]. In der UVG-Statistik werden alle Verletzungen mit Folgekosten erhoben. Deshalb ist in den folgenden Auswertungen zu beachten, dass es sich nur zu einem geringen Anteil um schwere Verletzungen handelt.

Die durch die UVG-Statistik der SSUV abgedeckte Population besteht aus der angestellten erwerbstätigen Schweizer Wohnbevölkerung sowie registrierten Stellensuchenden. Somit sind Verletzungen von Kindern und älteren Menschen nicht berücksichtigt. In der UVG-Statistik sind Verletzungsmuster ausreichend abgedeckt. Dagegen sind nur einige wenige Merkmale des Unfallereignisses kodiert. Für die Verletzungsart und die Verletzungsschwere entscheidende Faktoren wie z. B. Kollisionsgeschwindigkeiten, Merkmale der Kollision, oder getragene

Tabelle 11
Schwere Personenschäden bei Radfahrenden nach Alter und Unfalltyp, ∑ 2005–2009

Unfalltyp	0–9		10–14		15–24		25–59		60+		Total	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Alleinunfall	16	15.0	87	24.8	151	29.5	760	33.3	304	33.1	1 318	31.6
Unfälle im Längsverkehr	21	19.6	78	22.2	89	17.4	458	20.1	188	20.5	834	20.0
Unfälle beim Abbiegen (links/rechts)	36	33.6	95	27.1	163	31.9	613	26.9	252	27.5	1 159	27.8
Unfälle beim Queren (ohne Abbiegen)	27	25.2	65	18.5	66	12.9	230	10.1	97	10.6	485	11.6
Andere Kollisionen	7	6.5	26	7.4	42	8.2	219	9.6	77	8.4	371	8.9
Total	**107**	**100**	**351**	**100**	**511**	**100**	**2 280**	**100**	**918**	**100**	**4 167**	**100**

Exkl. 200 Schwerverletzte und Getötete (diesen Unfalltypen nicht zuzuordnen)

Quelle: BFS, Auswertungen bfu

Schutzausrüstung fehlen. Die UVG-Statistik ist eine 5%-Stichprobe aller im Laufe eines Jahrs registrierten Unfälle. Für die Angaben von Unfallhäufigkeiten werden die Stichprobenfälle mit dem Kehrwert ihrer Auswahlwahrscheinlichkeit hochgerechnet.

Die folgende Analyse beschränkt sich auf die Verletzungen von Radfahrenden im Alter von 16 bis 64 Jahren in den Jahren 2005–2009. Das Unfallereignis war eine Kollision mit einem anderen Verkehrsteilnehmer oder ein Sturz vom/mit dem Fahrrad oder ein Anprall an ein Objekt. Unfälle im Radsport abseits des Strassenverkehrs sind ausgeschlossen.

In den Jahren 2005–2009 verletzten sich 84 790 Radfahrende, also annähernd 17 000 pro Jahr. Ein bemerkenswerter Unterschied zu den polizeilich registrierten Strassenverkehrsunfällen ist der Unfallhergang, der zur Verletzung führte: Nur rund 17 % aller Radfahrenden verletzten sich bei Kollisionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden. Bei den polizeilich registrierten Strassenverkehrsunfällen beträgt dieser Anteil etwa zwei Drittel. Im Schnitt erleidet jeder Betroffene 1,7 Verletzungen.

Rund ein Viertel der Radfahrenden verletzt sich im Bereich des Oberarms und des Schultergürtels (Tabelle 12). Der annähernd gleiche Anteil von Verletzungen findet sich im Bereich des Handgelenks und der Finger. Bei den detaillierten Verletzungslokalisationen müssen noch die nicht näher bezeichneten (n.n.b.) Verletzungen der jeweiligen Körperregion berücksichtigt werden. So auch bei den Kopfverletzungen: 7 % der Radfahrenden erleiden eine Schädel-/Hirnverletzung, 12 % eine Verletzung im Gesicht. Bei insgesamt 15 % wird eine nicht weiter spezifizierte Verletzung im Bereich «Kopf/Gesicht/Hals» registriert.

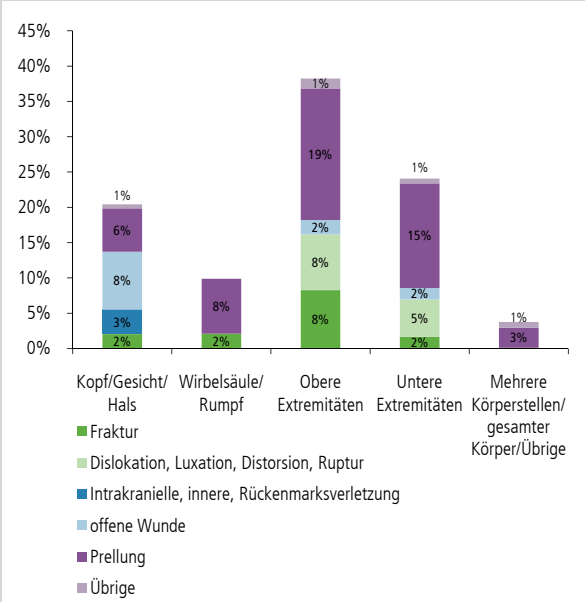
Unterschiede zwischen Frauen und Männern zeigen sich bei den oberen Extremitäten: Bei Männern werden häufiger Verletzungen in diesem Körperbereich diagnostiziert. Lediglich für die Unterarmverletzungen liegt der Anteil bei den Frauen höher.

Tabelle 12
Verletzungslokalisation bei Radfahrenden nach Geschlecht in Prozent, UVG-Versicherte, Ø 2005–2009

	Männlich	Weiblich	Total
Schädel/Hirn	7	7	7
Gesicht	11	13	12
Augen	1	1	1
Kopf/Gesicht/Hals (n.n.b.)	14	17	15
Wirbelsäule/Rückenmark	4	6	5
Rumpf	19	16	18
Schultergürtel/Oberarm	26	21	24
Unterarm/Ellbogen	10	15	11
Handgelenk/Hand/Finger	24	19	22
Obere Extremitäten (n.n.b.)	8	7	8
Hüfte	4	3	4
Oberschenkel	2	3	2
Knie	8	15	10
Unterschenkel/Sprunggelenk	5	7	5
Fuss/Zehen	3	4	4
Untere Extremitäten (n.n.b.)	15	16	16
Übrige und mehrere/Körperstellen (n.n.b.)	6	7	6
Gesamter Körper (Systemische Effekte)	1	1	1
Total	**168**	**176**	**171**

Quelle: SSUV, UVG-Statistik

Abbildung 11
Verletzungslokalisation bei Radfahrenden nach Verletzungsart, UVG-Versicherte, Ø 2005–2009



Quelle: SSUV, UVG-Statistik

Bei den unteren Extremitäten weisen die Frauen vor allem Knieverletzungen auf.

Die Differenzierung nach Verletzungsart zeigt, dass die Hälfte der Verletzungen Prellungen sind, grösstenteils bei den unteren und oberen Extremitäten (Abbildung 11).

Im etwa gleichen Ausmass finden sich Frakturen (14 %), Verstauchungen und Rupturen (13 %) sowie offene Wunden (12 %). Während Frakturen und Verstauchungen ebenfalls überwiegend die oberen Extremitäten betreffen, werden offene Wunden häufig im Bereich des Kopfs einschliesslich des Gesichts und Halses registriert. Über die Hälfte von ihnen sind Zahnfrakturen und -luxationen.

Kollidiert ein Radfahrer mit einem Fahrzeug, sind der Körperrumpf und die Wirbelsäule häufiger betroffen, bei einem Sturz oder Anprall eher die oberen Extremitäten (Abbildung 12). Verletzungen der anderen Körperbereiche sind dagegen unabhängig vom Unfallhergang.

Annähernd 30 000 Verletzungen, d. h. 6000 pro Jahr, betreffen den Bereich «Kopf/Gesicht/Hals». Rund 40 % davon sind nicht näher bezeichnete Verletzungen an Gesicht, Hals oder der Kopfschwarte. Diese machen jeweils zur Hälfte Prellungen und offene Wunden aus. Frakturen der Gesichtsknochen tragen einen Anteil von 7 %.

5800 (jährlich 1160, 20 %) Verletzungen im Bereich «Kopf/Gesicht/Hals» werden als «Schädel-/Hirnverletzung» kodiert. Es handelt sich überwiegend um Gehirnerschütterungen und -prellungen (Abbildung 13). Nur 9 % sind Frakturen des Schädels ohne intrakranielle Verletzungen. Das Schädel-Hirn-Trauma macht damit 91 % aller Schädel-/Hirnverletzungen und 18 % aller Verletzungen am Kopf, Gesicht oder Hals aus.

Abbildung 12
Verletzungslokalisation bei Radfahrenden nach Unfallhergang, UVG-Versicherte, Ø 2005–2009 (pro 100 Verletzungen)

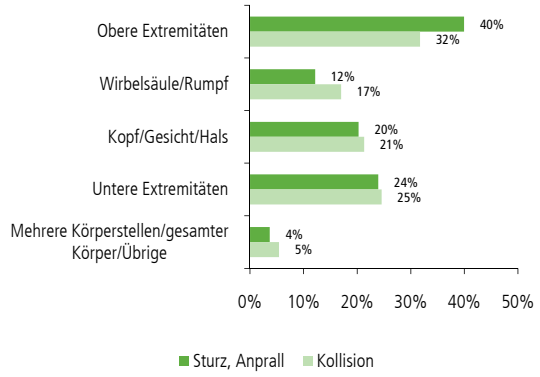
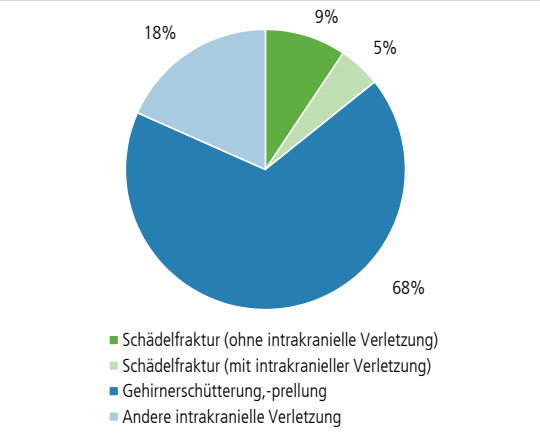


Abbildung 13
Anteil der Schädel-/Hirnverletzungsart, UVG-Versicherte, Ø 2005–2009



Quelle: SSUV, UVG-Statistik

2.4 Benutzte Fahrräder

Es stehen wenige Informationen bezüglich Unfallgeschehen von verschiedenen Fahrradtypen (wie Mountainbikes, Rennräder, Liegeräder usw.) zur Verfügung. Im Rahmen einer in Deutschland durchgeführten Befragung von Radfahrenden wurde das Unfallgeschehen verschiedener Fahrradtypen untersucht. In dieser Studie zeigten sich im Wesentlichen zwei Auffälligkeiten: Einerseits ist der Anteil Alleinunfälle bei Rennrädern kleiner und andererseits sind Kollisionen mit anderen Fahrrädern bei Mountainbikes seltener als bei anderen Fahrradtypen.

3. Kollisionsgegner und -objekte

31 % der schwer oder tödlich verunfallten erlitten Alleinunfälle und 67 % verunfallten in der Zeitspanne von 2005–2009 durch eine Kollision mit anderen Verkehrsteilnehmenden (Tabelle 10, S. 74). 3 % der Verunfallten sind diesen Kategorien nicht zuzuordnen.

Um die Interpretation der Ergebnisse zu erleichtern, wurden nur Kollisionen mit zwei beteiligten Fahrzeugen berücksichtigt. Abbildung 14 zeigt die Verteilung der Kollisionsgegner[21] von Radfahrenden nach Verkehrsteilnahme (Informationen sind nur von 2754 Kollisionsgegnern vorhanden).

In der Schweiz stossen durch eine Kollision schwer oder tödlich verunfallte Radfahrende zu 70 % mit einem Personenwagen zusammen (Abbildung 14). 11 % sind grössere motorisierte Fahrzeuge (von Lieferwagen bis Sattelschlepper über 3,5 t).

[21] Unfälle, bei denen zwei Radfahrende schwere oder tödliche Verletzungen erlitten, werden nicht berücksichtigt. Zwischen 2005 und 2009 ereigneten sich 25 Zweierkollisionen, bei denen 51 Radfahrende schwer verletzt wurden (auf einem Fahrrad war ein Mitfahrer). Getötet wurde dabei keiner. Bei den hier abgebildeten 8 % Radfahrenden als Kollisionsgegner handelt es sich um Unverletzte oder Leichtverletzte.

Es gibt einen deutlichen Zusammenhang zwischen der Schwere der Verletzungen und der Art der Kollisionsgegner. Bei den tödlichen Fahrradunfällen beläuft sich der Anteil der Kollisionsgegner der Kategorie «grössere motorisierte Fahrzeuge» auf 34 %. Bei Unfällen mit Fussgängern, Motorfahrrad- oder Motorradlenkenden als Unfallgegner entsprechen die Anteile je 1 %.

Tabelle 13 zeigt, dass der Kollisionsgegner eines schwerverletzten oder getöteten Radfahrers (in Zweierkollisionen) selten schwere Verletzungen erleidet. Von den 2726 Zweierkollisionen, bei denen Radfahrende schwer oder tödlich verunfallt sind, wurden lediglich 55 Kollisionsgegner eben-

Abbildung 14
Verteilung der schweren Personenschäden bei Radfahrenden nach Kollisionsobjekten, Ø 2005–2009

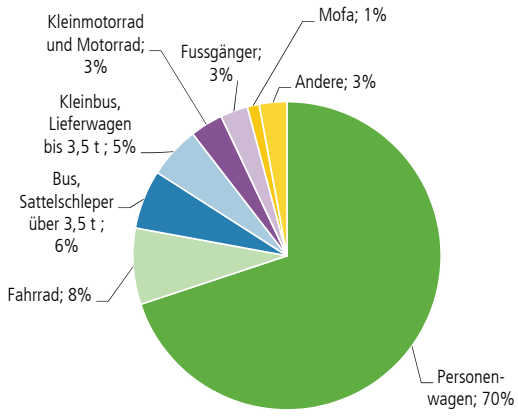


Tabelle 13
Schwere Personenschäden bei Radfahrenden und Kollisionsgegnern (Zweierkollisionen), ∑ 2005–2009

	Fahrrad	Kollisionsgegner						
		Personenwagen	Motorrad	Mofa	Fahrrad	Fussgänger	Andere	Total
Schwerverletzte	2 603	1	16	0	25	10	2	54
Getötete	123	0	1	0	0	0	0	1
Total	**2 726**	**1**	**17**	**0**	**25**	**10**	**2**	**55**

Quelle: BFS, Auswertungen bfu

falls schwer verletzt oder getötet. In den meisten Fällen handelte es sich dabei um Radfahrende (45 %), gefolgt von Motorradfahrenden (31 %) und Fussgängern (18 %). Bei dem einzigen getöteten Kollisionsgegner handelt es sich um einen Motorradfahrer.

4. Infrastruktur

75 % der schweren Fahrradunfälle ereignen sich im Innerortsbereich (Tabelle 14). Dieser Anteil steigt bei Kollisionen auf 78 %. Umgekehrt geschehen ein Viertel der schweren Unfälle ausserorts. Die Alleinunfälle sind dort übervertreten (30 %).

56 % aller Unfälle geschehen auf Nebenstrassen, bei Alleinunfällen sind es sogar 65 % (Tabelle 15).

Mehr als die Hälfte der Unfälle ereignet sich auf freier Strecke (Gerade Strasse oder Kurve). Kollisionen finden mehrheitlich (53 %) an Knoten statt, häufiger an Einmündungen als an Kreuzungen. Alleinunfälle ereignen sich fast ausschliesslich auf der freien Strecke (89 %), wobei in mehr als zwei Dritteln dieser Fälle die Unfallstelle «Gerade» betroffen ist (und in weniger als einem Drittel «Kurve» (Tabelle 16).

Tabelle 14
Schwere Personenschäden bei Radfahrenden in Allein- und Kollisionsunfällen nach Ortslage, ∑ 2005–2009[1]

Ortslage	Alleinunfall		Kollisionen		Total	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Innerorts	927	70.3	2 208	77.5	3 135	75.2
Ausserorts / Autobahn[2]	391	29.7	641	22.5	1 032	24.8
Total	**1 318**	**100**	**2 849**	**100**	**4 167**	**100**

[2] Nur 3 Unfälle auf Autobahnen

Tabelle 15
Schwere Personenschäden bei Radfahrenden in Allein- und Kollisionsunfällen nach Strassenart, ∑ 2005–2009[1]

Strassenart	Alleinunfall		Kollisionen		Total	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Hauptstrasse	362	27.5	1 314	46.1	1 676	40.2
Nebenstrasse	854	64.8	1 470	51.6	2 324	55.8
Andere, unbekannt	102	7.7	65	2.3	167	4.0
Total	**1 318**	**100**	**2 849**	**100**	**4 167**	**100**

Tabelle 16
Schwere Personenschäden bei Radfahrenden in Allein- und Kollisionsunfällen nach Unfallstelle, ∑ 2005–2009[1]

Unfallstelle	Alleinunfall		Kollisionen		Total	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Gerade	838	63.6	970	34.0	1 808	43.4
Kurve	330	25.0	320	11.2	650	15.6
Freie Strecke	1 168	88.6	1 290	45.3	2 458	59.0
Einmündung	73	5.5	844	29.6	917	22.0
Kreuzung	31	2.4	660	23.2	691	16.6
Knoten	104	7.9	1 504	52.8	1 608	38.6
Andere, unbekannt	46	3.5	55	1.9	101	2.4
Total	**1 318**	**100**	**2 849**	**100**	**4 167**	**100**

[1] Exkl. 116 schwer verletzte und getötete Radfahrende (diesen Unfalltypen nicht zuzuordnen)

Quelle: BFS, Auswertungen bfu

9 % der schwer verletzten oder getöteten Radfahrenden verunfallen auf Radwegen oder -streifen (Tabelle 17). Kollisionen sind gegenüber Alleinunfällen anteilsmässig auf Radstreifen übervertreten.

Radfahrende verunfallen mehrheitlich auf ebenem Gelände (Tabelle 18). Bei Alleinunfällen sinkt dieser Anteil auf 42 %. Das heisst, nahezu drei Fünftel der Alleinunfälle passieren bei abfallendem Gelände. Kollisionen hingegen ereignen sich zu zwei Dritteln auf ebenem Gelände.

5. Umwelteinflüsse

85 % der schweren Unfälle ereignen sich auf trockener Fahrbahn (Tabelle 19). Alleinunfälle treten überdurchschnittlich oft auf verschneiten oder vereisten Strassen auf.

Im Sommer (21. Juni bis 20. September) ereignen sich überdurchschnittlich viele schwere Fahrradunfälle (38 %) (Tabelle 20). Im Winter passieren bedeutend weniger solche Unfälle (10 %). Dies hängt von der Exposition ab, denn es werden im Sommer mit dem Fahrrad im Durchschnitt längere Strecken zurückgelegt als während den anderen Jahreszeiten. Gemäss Mikrozensus zum Verkehrsverhalten

Tabelle 17
Schwere Personenschäden bei Radfahrenden in Allein- und Kollisionsunfällen auf Radwegen und -streifen, ∑ 2005–2009[1]

	Alleinunfall		Kollisionen		Total	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Radweg	71	5.4	143	5.0	214	5.1
Radstreifen	27	2.0	130	4.6	157	3.8
Andere, unbekannt	1 220	92.6	2 576	90.4	3 796	91.1
Total	**1 318**	**100**	**2 849**	**100**	**4 167**	**100**

Tabelle 18
Schwere Personenschäden bei Radfahrenden in Allein- und Kollisionsunfällen nach Strassenanlage bezüglich Infrastruktur, ∑ 2005–2009[1]

Strassenanlage / Infrastruktur	Alleinunfall		Kollisionen		Total	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Eben	550	41.7	1 860	65.3	2 410	57.8
Gefälle	714	54.2	676	23.7	1 390	33.4
Steigung	50	3.8	311	10.9	361	8.7
Andere, unbekannt	4	0.3	2	0.1	6	0.1
Total	**1 318**	**100**	**2 849**	**100**	**4 167**	**100**

[1] Exkl. 116 schwer verletzte und getötete Radfahrende (diesen Unfalltypen nicht zuzuordnen)

Tabelle 19
Schwere Personenschäden bei Radfahrenden in Allein- und Kollisionsunfällen nach Strassenanlage bezüglich Umwelteinflüsse, ∑ 2005–2009[1]

Umwelteinflüsse	Alleinunfall		Kollisionen		Total	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Trocken	1 111	84.3	2 443	85.7	3 554	85.3
Nass/feucht	164	12.4	387	13.6	551	13.2
Winterlich	38	2.9	14	0.5	52	1.2
Andere, unbekannt	5	0.4	5	0.2	10	0.2
Total	**1 318**	**100**	**2 849**	**100**	**4 167**	**100**

Quelle: BFS, Auswertungen bfu

2005 wurde von den mit dem Fahrrad geleisteten Kilometern 34 % im Sommer und nur 13 % im Winter zurückgelegt (Frühling: 31 % und Herbst: 22 %). Ausserdem geschehen Alleinunfälle überdurchschnittlich oft im Sommer.

Rund jeder fünfte Fahrradunfall ereignet sich bei eingeschränkten Lichtverhältnissen (Tabelle 21). Von den Alleinunfällen sind es allein in der Nacht 20 %, was signifikant mehr ist als der Anteil nächtlicher Kollisionen (12 %). Ob in der Nacht oder bei Dämmerung ein erhöhtes Unfallrisiko besteht, hängt vom Anteil der bei eingeschränkten Lichtverhältnissen gefahrenen Kilometer ab. Gemäss Mikrozensus zum Verkehrsverhalten 2005 werden 9 % der Fahrradstrecken nachts gefahren.

Das Risiko für einen Radfahrer, schwer verletzt oder getötet zu werden, ist nachts pro gefahrenen Kilometer fast doppelt so hoch wie tagsüber (1,78) (Tabelle 22). Dieses Risiko ist andererseits bei Niederschlag deutlich geringer als auf trockenen Strassenverhältnissen (0,38-mal weniger). Bezüglich Jahreszeit passieren im Sommer mehr schwere Fahrradunfälle pro gefahrenen Kilometer als in einer anderen Jahreszeit. Im Winter ist das Unfallrisiko pro gefahrenen Kilometer am Kleinsten.

Tabelle 22
Relative Risiken in Bezug auf Lichtverhältnisse, Wetterbedingungen und Jahreszeiten, 2005–2009

		Unfallrisiko/ Kilometer	Risiko verletzt oder getötet zu werden/ Kilometer	Risiko schwer verletzt oder getötet zu werden/ Kilometer
Nacht zu Tag		1.74	1.75	1.78
Niederschläge zu kein Niederschläge		0.44	0.45	0.38
Saison gegenüber Winter	Frühling	1.17	1.18	1.31
	Sommer	1.22	1.24	1.46
	Herbst	1.21	1.20	1.20
	Winter	1.00	1.00	1.00

Quelle: BFS, Mikrozensus zum Verkehrsverhalten 2005, Auswertungen bfu

Tabelle 20
Schwere Personenschäden bei Radfahrenden in Allein- und Kollisionsunfällen nach Jahreszeit, ∑ 2005–2009[1]

Jahreszeit	Alleinunfall		Kollisionen		Total	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Frühling	393	29.8	908	31.9	1 301	31.2
Sommer	584	44.3	1 018	35.7	1 602	38.4
Herbst	233	17.7	607	21.3	840	20.2
Winter	108	8.2	316	11.1	424	10.2
Total	**1 318**	**100**	**2 849**	**100**	**4 167**	**100**

Tabelle 21
Schwere Personenschäden bei Radfahrenden in Allein- und Kollisionsunfällen nach Lichtverhältnissen, ∑ 2005–2009[1]

Lichtverhältnisse	Alleinunfall		Kollisionen		Total	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Tageslicht	984	74.7	2 344	82.3	3 328	79.9
Dämmerung	76	5.8	157	5.5	233	5.6
Dunkelheit	258	19.6	348	12.2	606	14.5
Total	**1 318**	**100**	**2 849**	**100**	**4 167**	**100**

[1] Exkl. 116 schwer verletzte und getötete Radfahrende (diesen Unfalltypen nicht zuzuordnen)

Quelle: BFS, Auswertungen bfu

Abbildung 15 und Abbildung 16 geben Auskunft über die Fahrradunfallzeiten in Abhängigkeit vom Alters- und Wochensegment. Während Senioren sowohl werktags wie auch am Wochenende relativ gleich häufig verunfallen, zeigen sich bei schulpflichtigen Kindern und Berufstätigen zwischen Montag und Freitag deutlich drei Spitzen, die primär mit der Exposition (Schul- und Arbeitszeiten an Werktagen) zu erklären sind. Am Wochenende gleichen sich die Unfallzeiten zwischen den Altersklassen an. Die meisten schweren Fahrradunfälle ereignen sich zwischen 17 und 18 Uhr werktags (Montag bis Freitag) und zwischen 15 und 16 Uhr am Wochenende.

Abbildung 15
Schwere Personenschäden bei Radfahrenden an Werktagen (Mo-Fr) nach Unfallzeit und Alter, ∑ 2005–2009

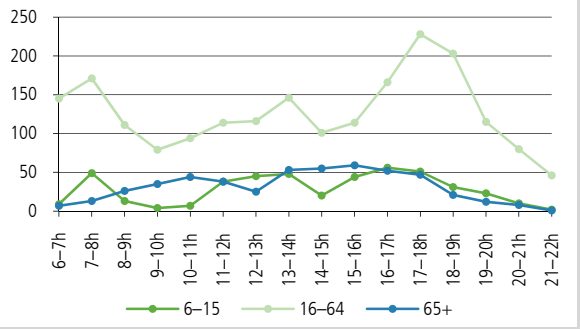
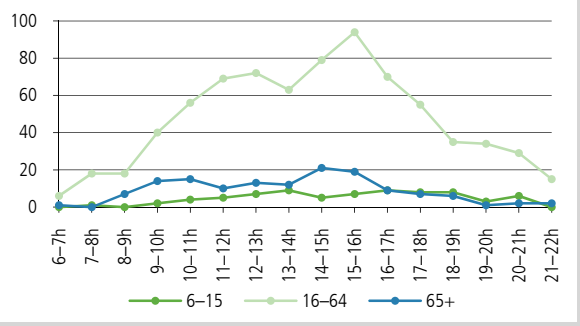


Abbildung 16
Schwere Personenschäden bei Radfahrenden am Wochenende (Sa-So) nach Unfallzeit und Alter, ∑ 2005–2009



Quelle: BFS, Auswertungen bfu

6. Unfallursachen

6.1 Systematik der Ursachenerfassung

Die Polizei kann jedem an einem Unfall beteiligten Objekt bis zu maximal drei Mängel und Einflüsse zuschreiben. Anhand dieser Angaben kann auf mögliche Unfallursachen geschlossen werden.

Zur Codierung verfügt die Polizei über einen Katalog mit rund 150 Mängeln/Einflüssen aus folgenden vier Kategorien:

- direkter Einfluss des Lenkers oder Fussgängers
- äusserer Einfluss
- Mängel am Fahrzeug
- Verkehrsablauf/Verkehrsregeln

6.2 Alleinunfälle

Bei Alleinunfällen wird jedem Radfahrer mindestens ein Mangel zugeschrieben. Den 1318 bei Alleinunfällen verunfallten Radfahrenden wurden insgesamt 1803 Mängel und Einflüsse zugeordnet. Die Aufteilung dieser Nennungen ist in Tabelle 23 dargestellt.

Tabelle 23
Unfallursachen bei schweren Alleinunfällen von Radfahrenden in Prozent, 2005–2009

Unfallursachen	Radfahrende
Unaufmerksamkeit, Ablenkung	22
Zustand der Person (vor allem Verdacht auf Alkohol)	18
Spezifische Fehlverhalten des Radfahrenden[1]	14
Mangelhafte Bedienung des Fahrzeugs (u. a. kein Licht, falsche Zeichenangabe)	13
Geschwindigkeit	12
Mangel am Strassenzustand und momentaner äusserer Einfluss	7
Technischer Mangel am Fahrzeug	4
Links–/Rechtsfahren, Einspuren	3
Andere	14
Total	**100**

[1] Diese Kategorie beinhaltet folgende Mängel/Einflüsse:
- Nichtbenützen des Radweges
- Nichtbenützen des Radstreifens
- Fahren in verbotener Richtung (z. B. auf Radweg, Radstreifen)
- Befahren eines Fussgängerstreifens zum Überqueren der Fahrbahn
- Befahren eines Trottoirs/Fussweges in Längsrichtung
- Anderes Fehlverhalten des Fahrradlenkers

Quelle: BFS, Auswertungen bfu

Bei Alleinunfällen wird von der Polizei am häufigsten «Unaufmerksamkeit oder Ablenkung» als mögliche Unfallursache genannt (22 %), gefolgt von «Zustand des Lenkers» (18 %). In diese Kategorie fällt in erster Linie übermässiger Alkoholkonsum (73 %). 14 % der Mängel stehen im Zusammenhang mit spezifischen Fehlverhalten des Radfahrenden wie z. B. das Nichtbenützen eines Radwegs oder Befahren eines Trottoirs in Längsrichtung. «Mangelhafte Bedienung des Fahrzeugs» wird in 13 % der Fälle genannt. 12 % der Mängel werden der «unangepassten Geschwindigkeit» zugeordnet (vor allem der «Linienführung nicht angepasst» und den «Strassenverhältnissen nicht angepasst»).

Die verhältnisorientierten Unfallursachen «Mängel an Strassenzustand und momentaner äusserer Einfluss» (7 %) und «Technische Mängel am Fahrzeug» (4 %) spielen bei den Alleinunfällen eine deutlich geringere Rolle als die verhaltensorientierten Ursachen.

6.3 Kollisionen

Die Analyse der Unfallursachen bei Kollisionen beschränkt sich auf Zweierkollisionen. Bei diesen Unfällen mit 2726 schwer verletzten oder getöteten Radfahrenden (Tabelle 13, S. 78) wurden 2007 Mängel bei den Radfahrenden und 2491 bei den Kollisionsgegnern festgestellt. Die Aufteilung dieser Nennungen ist in Tabelle 24 dargestellt.

49 % der Radfahrenden sind «schuldlos» in diese Kollisionen verwickelt. Das heisst, ihnen wurden keine Mängel zugeordnet. 33 % der Kollisionsgegner sind «schuldlos». Bei rund 83 % der Zweierkollisionen scheint die Schuldfrage eindeutig zuzuordnen zu sein, bei 17 % der Fälle weisen beide Kollisionsgegner Mängel auf.

Sowohl bei den Radfahrenden als auch bei deren Kollisionsgegnern sind Vortrittsmissachtungen die Hauptunfallursache (22 bzw. 37 %). Insbesondere die Vortrittsmissachtungen bei den Kollisionsgegnern sind dominant. Für die Kollisionsgegner steht

Tabelle 24
Unfallursachen in schweren Zweierkollisionen bei Radfahrenden und Kollisionsgegnern in Prozent, 2005–2009

Unfallursachen	Radfahrende	Kollisionsgegner
Vortrittsmissachtung	22	37
Unaufmerksamkeit, Ablenkung	14	17
Links–/Rechtsfahren, Einspuren	12	10
Überholen	2	6
Mangelhafte Bedienung des Fahrzeugs (u. a. kein Licht, falsche Zeichenangabe, unvorsichtiges Öffnen der Wagentür)	7	5
Geschwindigkeit	6	4
Zustand der Person (vor allem Verdacht auf Alkohol)	4	3
Mangel am Strassenzustand und momentaner äusserer Einfluss	2	2
Technischer Mangel am Fahrzeug	3	<1
Spezifische Fehlverhalten des Fahrradlenkers/Motorradlenkers[1]	18	2
Andere	11	15
Total	**100**	**100**

[1] Diese Kategorie beinhaltet folgende Mängel/Einflüsse:
- Nichtbenützen des Radwegs
- Nichtbenützen des Radstreifens
- Fahren in verbotener Richtung (z. B. auf Radweg, Radstreifen)
- Befahren eines Fussgängerstreifens zum Überqueren der Fahrbahn
- Befahren eines Trottoirs/Fusswegs in Längsrichtung
- Anderes Fehlverhalten des Fahrradlenkers

Quelle: BFS, Auswertungen bfu

an 2. Stelle «Unaufmerksamkeit, Ablenkung» (17 %) und an 3. Stelle Mängel beim «Links-/ Rechtsfahren, Einspuren» (10 %). Bei den Radfahrenden, die in Zweierkollisionen schwer verunfallt sind, stehen auf Platz 2 «spezifische Fehlverhalten des Fahrradlenkers» (18 %) und auf Platz 3 «Unaufmerksamkeit, Ablenkung» (14 %). Der Mangel «Überholen» spielt bei den motorisierten Kollisionsgegnern eine grössere Rolle als bei den Radfahrenden (in dieser Tabelle an der 4. bzw. 9. Stelle genannt). Die Mängel «Mangelhafte Bedienung des Fahrzeugs», «Geschwindigkeit» und «Technischer Mangel am Fahrzeug» werden hingegen bei den Radfahrenden häufiger genannt als bei den motorisierten Kollisionsgegnern. Der Zustand des Lenkers (insbesondere Alkohol am Steuer) wird in Zweierkollisionen im Vergleich zu Alleinunfällen relativ selten zugeschrieben, dies sowohl bei den Radfahrenden wie auch bei den Lenkenden der Kollisionsobjekte.

Die verhältnisorientierten Unfallursachen «Mängel an Strassenzustand und momentaner äusserer Einfluss» und «Technische Mängel am Fahrzeug» spielen auch bei den Kollisionen eine deutlich geringere Rolle als die verhaltensorientierten Ursachen.

7. Fazit

Jährlich werden bei Strassenverkehrsunfällen 800 Radfahrende schwer und knapp 40 tödlich verletzt. Die Sicherheit von Radfahrenden konnte in den letzten Jahren absolut gesehen zwar erhöht werden, bei anderen Verkehrsteilnehmergruppen (z. B. Fussgänger, PW-Insassen) wurden aber grössere Erfolge erzielt. Im europäischen Vergleich zeigt sich, dass die Verkehrssicherheit in der Schweiz im Allgemeinen sehr hoch ist, bei der Sicherheit von Radfahrenden jedoch nur durchschnittlich.

Bezogen auf den jeweiligen Bevölkerungsanteil ist die Gruppe der 10- bis 14-Jährigen am häufigsten von schweren Fahrradunfällen betroffen, was sich in erster Linie durch ihre hohe Kilometerleistung ergibt. Bezogen auf eine gegebene Streckenlänge weisen hingegen Personen zwischen 25 und 29 Jahren sowie über 60 Jahre die höchste Unfallbelastung (= Unfallrisiko) auf.

Rund 30 % der schwer oder tödlich verunfallten Radfahrenden erlitten Alleinunfälle und zwei Drittel waren in Kollisionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden verwickelt. 86 % der Kollisionsgegner waren Motorfahrzeuge (MFZ), wobei der Hälfte der kollidierten Radfahrenden und einem Drittel der beteiligten MFZ-Lenkenden im polizeilichen Unfallrapport keine Schuld (im Sinn eines erkennbaren Mangels) zugeordnet wird. Kollisionen mit Motorfahrzeugen ereignen sich grösstenteils bei Abbiege- und Querungsmanövern. Drei Viertel der Fahrradunfälle ereignen sich innerorts.

Sowohl bei Alleinunfällen als auch bei Kollisionen stehen gemäss Angaben der Polizei verhaltensorientierte Ursachen im Vordergrund, verhältnisorientierte Ursachen sind eher selten. Nebst «Unaufmerksamkeit und Ablenkung» spielen bei Alleinunfällen «Geschwindigkeit» und «Alkohol», bei Kollisionen «Vortrittsmissachtungen» eine zentrale Rolle. Fehlende oder mangelhafte Infrastrukturelemente werden selten als mögliche Unfallursache registriert. Welche Risiken von einer mangelhaften Infrastruktur ausgehen, kann deshalb aufgrund der Polizeiprotokolle nicht beantwortet werden.

In der UVG-Statistik werden jährlich 17 000 im Strassenverkehr verletzte Radfahrende erfasst. Im Gegensatz zu den polizeilich registrierten Unfällen ist der Anteil von Kollisionen mit anderen

Verkehrsteilnehmenden deutlich geringer, was durch die Dunkelziffer in der amtlichen Statistik zu erklären ist.

Radfahrende tragen bei Unfällen überwiegend Prellungen davon, gefolgt von Frakturen, Verstauchungen und offenen Wunden. Bei einem Sturz oder Anprall sind eher die oberen Extremitäten, bei einer Kollision der Rumpf und die Wirbelsäule betroffen.

20 % der Verletzungen werden im Bereich des Kopfes und des Halses registriert. Von diesen sind rund 18 % Schädel-/Hirntraumata, überwiegend Gehirnerschütterungen.

Einschränkend muss erwähnt werden, dass Verletzungen von Kindern und Senioren durch die UVG-Statistik nicht erfasst werden. Die vorliegenden Auswertungen geben damit kein vollständiges Bild des Verletzungsspektrums bei Radfahrenden wieder.

Aus der Analyse der Unfalldaten und der UVG-Statistik wird deutlich, dass für Radfahrende in der Schweiz (weiterhin) Präventionsbedarf besteht.

VI. Risikofaktoren

1. Einleitung

Im vorliegenden Kapitel werden **mögliche Gefahrenquellen** für Radfahrende diskutiert und in ihrer Relevanz für schweizerische Verhältnisse gewichtet. Das Kapitel gliedert sich nach Risikofaktoren **bei den beteiligten Systemen**: den Radfahrenden selbst, den Fahrrädern, den Lenkenden von Kollisionsobjekten, den Kollisionsobjekten (meist Personenwagen) und der Infrastruktur.

Die Wahl der Risikofaktoren leitet sich aus der Literatur und aus Expertenüberlegungen ab. Grundsätzlich gelten Faktoren als Risikofaktoren, die dem **System immanent** sind oder als **Standard des Systems** angesehen werden können. Systemimmanent ist z. B. beim Fahrrad die Bremsanlage oder das Licht (Faktoren, die zudem als Standard gelten, da sie ja gesetzlich vorgeschrieben sind). Diesbezügliche Defizite werden als Risikofaktoren diskutiert. Hingegen werden z. B. die Abwesenheit von Speichenreflektoren oder reflektierendem Lack nicht als Risikofaktoren diskutiert. Das Fahrrad fährt auch ohne Speichenreflektoren. Es ist also kein systemimmanenter Faktor und es gibt diesbezüglich auch keine Vorschriften. Die Möglichkeiten zur Verbesserung der Erkennbarkeit finden sich unter dem Kapitel Massnahmen (Kap. VII.3, S. 181). Analoges gilt z. B. für Fahrassistenzsysteme bei Personenwagen oder für den Fahrradhelm. Deren Abwesenheit wird nicht als Risikofaktor für Radfahrende diskutiert, sondern deren Anwesenheit als Möglichkeit der Prävention.

Informationen über die **Methodik** (z. B. zu den verwendeten Kennwerten «Odds Ratio» oder zur Herleitung der Unfallrelevanz) findet der interessierte Leser im Kapitel Einleitung (Kap. III.2, S. 60).

2. Radfahrende

2.1 Einleitung

Rad fahren scheint einfach zu sein. Fast jedes Kind erlernt es in den ersten Lebensjahren. Der Gesetzgeber erlaubt allen Schulpflichtigen (mit wenigen Ausnahmen), auf öffentlichen Strassen zu fahren. Bei genauerer Betrachtung ist Radfahren jedoch keineswegs eine so einfache Tätigkeit. Welche Voraussetzungen jemand mitbringen muss, bzw. welche Risikofaktoren sich ergeben, wenn diese Voraussetzungen nicht erfüllt sind, wird in diesem Kapitel erläutert. Die Systematik erfolgt gemäss den Begriffen Fahreignung, Fahrkompetenz und Fahrfähigkeit. Aus diesen dispositiven Eigenschaften resultiert das konkrete, beobachtbare Fahrverhalten.

Unter dem Begriff **Fahreignung** werden jene psychischen und physischen Voraussetzungen zusammengefasst, die z. B. auf Veranlagung, altersbedingte Entwicklungsprozesse oder Persönlichkeitsstörungen zurückzuführen sind. Solche Risikofaktoren können nicht durch Lernprozesse aufgehoben werden. Thematisiert werden Aspekte der Wahrnehmung und Informationsverarbeitung (Kap. VI.2.2, S. 87), motivationale Aspekte (Kap. VI.2.3, S. 91) und die Körpergrösse (Kap. VI.2.4, S. 92).

Unter dem Begriff **Fahrkompetenz** werden jene psychischen und physischen Voraussetzungen verstanden, die durch Lernprozesse beeinflusst werden können. Sie sind – einmal erworben – relativ stabil vorhanden. Thematisiert werden verkehrsrelevantes Wissen (Kap. VI.2.5, S. 94) sowie sicherheitsförderliche Einstellungen (Kap. VI.2.6, S. 96).

Sind die Voraussetzungen der Fahreignung und Fahrkompetenz erfüllt, können trotzdem punktuelle Risiken vorhanden sein. Diese sind aber zeitlich begrenzt.

Unter dem Begriff **Fahrfähigkeit** werden jene psychischen und physischen Voraussetzungen verstanden, die – bei gegebener Fahreignung und Fahrkompetenz – zum Zeitpunkt des Fahrens vorhanden sein müssen. Thematisiert werden die Fahrunfähigkeit durch Alkoholkonsum (Kap. VI.2.7, S. 98) und Ablenkung durch mediale Geräte (Kap. VI.2.8, S. 100). Der Müdigkeit als weiter die Fahrfähigkeit zeitweilig beeinflussenden Faktor kommt durch die körperliche Aktivität beim Radfahren nur wenig Bedeutung zu.

Fahreignung, Fahrkompetenz und Fahrfähigkeit führen zu entsprechendem **Fahrverhalten**. Auf der Ebene des konkret beobachtbaren Fahrverhaltens werden die Motorik (Kap. VI.2.9, S. 101), der Fahrstil (Kap. VI.2.10, S. 105), die Fahrgeschwindigkeit (Kap. VI.2.11, S. 106), regelwidriges Verhalten (Kap. VI.2.12, S. 108) sowie das Schutzverhalten, namentlich zur Erhöhung der Erkennbarkeit (Kap. VI.2.13, S. 110), thematisiert.

Im Anschluss daran werden nach soziodemographischen Merkmalen Risikogruppen definiert, bei denen die besprochenen Risikofaktoren konzentriert zu finden sind (Kap. VI.2.14, S. 111). Als Übersicht folgt am Ende des Kapitels ein Fazit (Kap. VI.2.15, S. 113).

2.2 Fahreignung: Wahrnehmung und Informationsverarbeitung

2.2.1 Ausgangslage und Verbreitung

Im Strassenverkehr sind für Radfahrende hauptsächlich die visuelle und die auditive Wahrnehmung wichtig. Diese Wahrnehmungen ändern sich bei normaler Entwicklung während der Lebensspanne. Dasselbe gilt für die Informationsverarbeitung, die massgeblich durch die Konzentrations- und Aufmerksamkeitsfähigkeit beeinflusst wird.

Kinder sind in ihrem peripheren Sehen eingeschränkt. Bei 6- bis 7-Jährigen ist dieses erst etwa zu 70 % ausgebildet. Ein herannahendes Auto von links oder rechts befindet sich daher lange ausserhalb ihres Blickfeldes. Auch das dreidimensionale Tiefensehen braucht viel Übung und Erfahrung. Mangelndes Tiefensehen bewirkt, dass Entfernungen und Geschwindigkeiten nicht richtig eingeschätzt werden können. 3- bis 4-Jährige erkennen meist nicht, ob ein Fahrzeug steht oder fährt. Bei stark befahrenen Strassen wählen Kinder daher oft zu kurze Zeitintervalle zwischen herannahenden Autos [14]. Was Kindern als gute Lücke erscheint, ist in Wirklichkeit zu wenig Zeit, um die Strasse sicher zu überqueren. Erst mit 6 Jahren können Entfernungen und mit 10 Jahren Geschwindigkeiten annähernd richtig eingeschätzt werden [15,16]. Da sich Kinder unter 10 Jahren bei Strassenüberquerungen nach der Distanz und nicht nach der Geschwindigkeit der Fahrzeuge richten, wählen sie ungeachtet der Situation eine immer gleich grosse Lücke. Durch dieses Verhalten wird ihre Sicherheit durch Fahrzeuge, die zu schnell fahren, besonders gefährdet [17].
Das Hörvermögen bezüglich laut/leise und hoch/tief ist bereits bei Kleinkindern gut und mit 6 Jahren voll entwickelt. Hingegen hapert es in die-

sem Alter noch mit dem Richtungshören. Erst mit ca. 6–7 Jahren können Geräuschquellen, die von (schräg) hinten oder (schräg) vorne kommen, zuverlässig lokalisiert werden [16].

Die visuelle und die auditive Wahrnehmung arbeite bei Kindern nicht gefahren-, sondern interessenbezogen. Die Aufmerksamkeit wird dorthin gelenkt, wo starke Reize vorliegen. Durch mangelnde Konzentrationsfähigkeit fällt es einem Kind schwer, seine Aufmerksamkeit willentlich zu steuern. Schärft man einem 5-jährigen Kind ein, dass es sich ausschliesslich auf den Strassenverkehr konzentrieren soll, wird es dieser Aufforderung höchstens 15 Minuten Folge leisten können. Eine längere willentliche Aufmerksamkeit ist eine Überforderung. Volle Konzentrationsfähigkeit (= höchste Aufmerksamkeitsstufe) ist erst mit 14 Jahren gegeben [15,16].

Bis zu einem Alter von etwa 6 Jahren handeln Kinder, ohne eine Situation genügend erfasst zu haben und ohne die Folgen ihres Handelns genau abschätzen zu können. Typischerweise können Kinder dieser Altersstufe ihre Aufmerksamkeit nur auf einen einzigen Vorgang lenken, z. B. auf die Passantin auf dem Gehweg, nicht aber gleichzeitig auf die beim Ausweichmanöver immer näher rückende Bordsteinkante. Eine weitere Eigenart ist, dass Kinder in diesem Alter unbeabsichtigte und seltene Nebeneffekte des eigenen oder fremden Handelns nicht erkennen. So halten sie oft zu wenig Abstand, weil ihnen nicht bewusst ist, dass ein abruptes Anhalten eine Kollision zur Folge haben kann. Weiter ist das Denken von 6-Jährigen von Egozentrismus geprägt. Das heisst, sie verfügen nicht über die Möglichkeit des Perspektivenwechsels. Das Kind schliesst von sich auf andere und versteht daher nicht, dass es von einem PW-Lenker nicht gesehen wird, obwohl es selbst das Auto sieht. Auch dass Autos einen Bremsweg benötigen, ist dem Kind – das mit dem Rad praktisch auf der Stelle anhalten kann – nicht bewusst [15]. Kinder haben zudem ein mangelhaftes Verständnis für Regeln. Vor allem bekunden sie in diesem Alter noch Mühe mit den sozialen Regeln. Sie verstehen z. B. nicht, dass das Lichthupen je nach Situation Verschiedenes oder gar Gegenteiliges bedeuten kann. Ausserdem rechnen 6-Jährige nicht damit, dass Regeln von erwachsenen Verkehrsteilnehmenden manchmal missachtet werden. Im Alter zwischen 6 und 12 Jahren wird das Denken weniger egozentrisch. Es ist aber noch immer an konkrete Gegebenheiten gebunden, zumindest an konkret vorstellbare Gegebenheiten. Gemäss Limbourg können Kinder in dieser Altersspanne daher Erfahrungen in Bezug auf eine spezifische Verkehrssituation nicht auf eine andere Situation übertragen. Mit anderen Worten: Gemachte Verkehrserfahrungen sind z. B. auf neuen Wegen, die befahren werden, von geringem Nutzen.

Beim Seh- und Hörvermögen ergeben sich im fortgeschrittenen Alter verschiedene Veränderungen. Bereits ab dem 30. Lebensjahr werden weniger Signale aufgenommen und diese langsamer verarbeitet und beantwortet. Das Auge wird zunehmend weniger empfindlich und verliert an Beweglichkeit. Gegenstände werden weniger schnell und weniger scharf wahrgenommen. Ausserdem nimmt die im Auge wahrgenommene Helligkeit ab, sodass für klares Sehen mehr Licht benötigt wird [18]. In einer Beobachtungsstudie im Auftrag der Stadtpolizei Zürich konnte festgestellt werden, dass Radfahrende zu 21 % ihren Blick primär knapp vor das Fahrrad richten [19]. Zu dieser Gruppe gehören zu zwei Dritteln Senioren (von den Beobachtenden 60 Jahre und mehr geschätzt worden).

Nicht nur ein beidseitiger, sondern auch ein einseitiger Hörverlust beeinträchtigt die Sicherheit. Menschen, deren Hörvermögen bei beiden Ohren beeinträchtigt ist, nehmen die Gefahr zu spät wahr. Personen, die auf einem Ohr nicht gut hören, erkennen die Richtung schlechter, aus der Gefahr droht.

Bei Senioren verläuft der altersbedingte Leistungsabbau individuell unterschiedlich. Gemäss Rytz tauchen folgende für die Verkehrssicherheit relevanten Probleme mit dem Alter auf [20]:

- Verschlechterung der Sehfähigkeit/Hörfähigkeit
- Verminderte Flexibilität (Schwierigkeit, mehrere Stimuli gleichzeitig wahrzunehmen und zu verarbeiten)
- Nachlassende Aufmerksamkeit und Konzentrationsfähigkeit
- Verlangsamung der Reaktionen/verlängerte Entscheidungszeiten
- Grössere Stresssensibilität (verringerte Belastungsfähigkeit)
- Schnellere Ermüdbarkeit / Nachlassen der Muskelkräfte
- Verminderte motorische Koordinationsfähigkeiten und Beweglichkeit

Wie gross ist die Verbreitung des Risikofaktors «kognitive Defizite» (Wahrnehmung und Informationsverarbeitung) unter den Radfahrenden insgesamt? Um diese Frage beantworten zu können, muss erst berechnet werden, wie gross der Anteil der verschiedenen Altersgruppen am Total der gefahrenen Fahrradkilometer ist. Alternativ kann auch die Verteilung nach der auf dem Fahrrad verbrachten Zeit betrachtet werden. Tabelle 25 zeigt aufgrund diverser Parameter die Grössenordnung der Verteilung.

Die Zahlen machen – auch wenn sie nur als Richtwerte verstanden werden dürfen – deutlich, dass Kinder zwischen 5 und 9 Jahren, die über die grössten Defizite bezüglich Wahrnehmung und Informationsverarbeitung verfügen, nur einen geringen Beitrag an die insgesamt gefahrenen Fahrkilometer leisten (3 %). Die gefahrenen Kilometer der Kinder zwischen 10 und 14 Jahren, die zum

Tabelle 25
Radfahrende und mit dem Fahrrad zurückgelegte Distanzen nach Alter, 2005

Alter	Fahrrad-Verfügbarkeit[1] (Prozent)	Anzahl Radfahrende[2] (Schätzung)	Personen mit Fahrrad-Etappe(n)[3] (Prozent)	Mit dem Fahrrad zurückgelegte Kilometer pro Tag[4]	Mit dem Fahrrad zurückgelegte Kilometer pro Tag und Person[5]	Anzahl Kilometer pro Fahrrad-Etappe[6]	Mit dem Fahrrad zurückgelegte Kilometer[7] (Prozent)	Mit dem Fahrrad verbrachte Zeit[8] (Prozent)	Altersgruppen bzgl. gesamte Bevölkerung (Prozent)
5–9	82	330 648	8	699	0.4	2.0	3	6	6
10–14	94	412 113	21	2 752	1.3	1.8	11	15	6
15–17	88	231 638	19	2 279	1.8	2.8	9	9	4
18–24	80	490 848	8	2 248	0.8	2.8	9	7	9
25–29	75	348 319	8	1 312	0.6	2.9	5	5	7
30–59	79	2 596 758	9	13 915	0.9	3.4	54	49	47
60+	49	771 071	5	2 421	0.3	3.0	9	10	22
Total		**5 181 394**	**9**	**25 626**	0.8	2.9	**100**	**100**	**100**

[1] Fahrrad ist immer oder nach Absprache verfügbar (inkl. Schätzung für die 5-Jährigen).
[2] Personen mit Fahrradverfügbarkeit innerhalb der Population einer Altersgruppe
[3] Anteil der Personen, die 1 oder 2 Tage vor der Befragung mit dem Fahrrad unterwegs waren (in den jeweiligen Altersgruppen)
[4] Kilometer-Angaben aller Personen der Stichprobe (33 390 Personen), inkl. Schätzung für die 5 Jährigen
[5] Kilometer-Angaben sowie Anzahl Befragte innerhalb der Altersgruppen
[6] Kilometer-Angaben sowie Anzahl Etappen
[7] Anteil der mit dem Fahrrad gefahrenen Kilometer am Total nach Altersgruppen
[8] Anteil der mit dem Fahrrad verbrachte Zeit am Total nach Altersgruppen

Quelle: Mikrozensus zum Verkehrsverhalten 2005

Teil auch noch mit Defiziten zu kämpfen haben, sind jedoch beachtlich (11 %). Ebenfalls nicht unbedeutend sind die von Senioren gefahrenen Kilometer (9 %). Die entsprechenden Anteile in Bezug auf die Zeit, die auf dem Fahrrad verbracht wurde, belaufen sich auf 6 % bei den 5- bis 9-Jährigen, 15 % bei den 10- bis 14-Jährigen und 10 % bei Personen ab 60 Jahren. Die Verbreitung einer ungenügenden Kognition ist auf alle Radfahrenden bezogen somit als eher gering bis mittel einzuschätzen.

2.2.2 Gefahrenpotenzial und Unfallrelevanz

Entwicklungsbedingte Defizite in der auditiven und visuellen Wahrnehmung und – selbst noch bei älteren Kindern – in der Informationsverarbeitung bergen ein grosses Gefahrenpotenzial für Kinder bis zum Alter von etwa 9 Jahren. Die kurze Konzentrationsfähigkeit der Kinder stellt vermutlich einen weniger grossen Risikofaktor dar als die unzulängliche Wahrnehmung und Informationsverarbeitung, weil die meisten Fahrten der Kinder doch eher kurz sind.

Dass Eltern ihre Kinder vorwiegend kurze oder als ungefährlich wahrgenommene Strecken allein fahren lassen [16], relativiert die Problematik kaum. Auch kurze und als ungefährlich wahrgenommene Strecken beinhalten bei den vorhandenen Defiziten viele Risiken. Hinzu kommt, dass die Einschätzung der Gefährlichkeit einer Strecke fehlerhaft sein kann. Sie hängt z. B. stark davon ab, was dem betroffenen Kind zugemutet wird. Eine objektive Beurteilung der kindlichen Leistungen im Bereich der Wahrnehmung und Informationsverarbeitung wird dadurch erschwert, dass sie weniger offensichtlich ist als z. B. die körperlichen Leistungen. So erstaunt nicht, dass Eltern die Probleme ihrer Kinder im Strassenverkehr unterschätzen. Das bestätigt eine österreichische Studie, die u. a. erhoben hat, welche Gefahren Eltern von 5- bis 10-jährigen Kindern im Strassenverkehr sehen und sie veranlassen, diese zu begleiten [16]. Nur knapp ein Viertel (23 %) der befragten Eltern stimmt der Aussage zu, dass ihre Kinder den hohen Anforderungen des Verkehrsgeschehens noch nicht gerecht werden und ein unsicheres Verkehrsverhalten zeigen. Dass ihr Kind auf der Strasse belästigt werden könnte, sehen hingegen 36 % der Eltern als Gefahr.

Senioren sind sich ihrer Defizite zum Teil bewusst und haben die Möglichkeit, diese durch gezieltes Verhalten zu kompensieren. Sie steigen z. B. an einer Kreuzung ab und benutzen den Fussgängerstreifen zum Queren. Die verlangsamte Informationsverarbeitung dürfte bei den Rad fahrenden Senioren weniger Relevanz haben als bei den Auto fahrenden, da sie mit dem Fahrrad viel langsamer unterwegs sind und so mehr Zeit zum Reagieren haben.

Aufgrund dieser Ausführungen wird das Risiko für Kinder unter 9 Jahren, als Radfahrende zu verunfallen, als hoch eingestuft. Die Zahlen aus der Strassenverkehrsunfallstatistik und dem Mikrozensus zum Verkehrsverhalten 2005 zeigen aber, dass pro gefahrenen Kilometer die Anzahl schwer verunfallter Kinder zwischen 5 und 9 Jahren (Tabelle 25) nicht besonders hoch ist. Vermutlich hängt dieses Resultat mit der Tatsache zusammen, dass ein bedeutender Teil der von den 5- bis 9-jährigen Kindern zurückgelegten Kilometer auf den Gehwegen oder in Begleitung von Erwachsenen gemacht wird.

Da Kinder unter 10 Jahren kilometermässig wenig Rad fahren, resultiert für das Gesamtkollektiv der Radfahrenden eine eher geringe Unfallrelevanz. Dies könnte sich aber in den nächsten Jahren durch Bewegungsförderungsmassnahmen verändern.

2.2.3 Risikobeurteilung

Die Risikobeurteilung der Fahreignung bezüglich der defizitären Wahrnehmung und Informationsverarbeitung wird in Tabelle 26 dargestellt.

Tabelle 26
Risikobeurteilung: Fahreignung. Defizitäre Wahrnehmung und Informationsverarbeitung

Risikofaktor	Verbreitung	Gefahrenpotenzial	Unfallrelevanz
Defizitäre Wahrnehmung und Informationsverarbeitung	**	****	**

* sehr gering / ***** sehr gross

2.3 Fahreignung: Spielmotiv

2.3.1 Ausgangslage und Verbreitung

Kinder sind beim Radfahren oft emotional engagiert. Zwischen dem 3. und 7. Lebensjahr vermischen sich Realität und Phantasie. Sie sehen in ihrem Fahrrad ein Pferd und sich selbst als Superman. Dadurch sind sie abgelenkt und können Gefahren kaum wahrnehmen [15]. Zwischen 7 und 10 Jahren gehen Phantasiespiele deutlich zurück. Sportliche und soziale Aktivitäten rücken in den Vordergrund [15]. Doch selbst bei den 10- bis 14-Jährigen, bei denen Zielfahrten im Vordergrund stehen, fliessen spielerische Elemente bei gegebenem Anreiz durch die Umgebung noch immer wieder ein (hier eine Bordsteinkante hinauffahren, dort um einen Brunnen kurven usw.). Eine australische Studie zeigt, dass von den 5- bis 14-Jährigen, die einen Fahrradunfall erlitten hatten, die Hälfte während des Spielens verletzt wurde.

Kinder zwischen 5 und 9 Jahren (mit dem ausgeprägtesten Spielmotiv) tragen wenig zur Fahrleistung der Radfahrenden insgesamt bei (Tabelle 25). Kinder, die oft fahren (10–17 Jahre), sind nur punktuell durch spielerisches Engagement abgelenkt. Unter dem Strich ist – bezogen auf das Total der Radfahrenden – somit von einer eher geringen Verbreitung auszugehen. Betrachtet man die auf dem Fahrrad verbrachte Zeit statt die gefahrenen Kilometer, so kann eine leicht höhere Verbreitung festgestellt werden.

2.3.2 Gefahrenpotenzial und Unfallrelevanz

Typisch ist beim spielerischen Radfahren, dass ein regelmässiger Wechsel zwischen unterschiedlich intensiv frequentierten Fahrbahnen stattfindet. Da-

bei achten Kinder kaum auf die Anforderungen, die die neue Verkehrsumwelt an sie stellt (von der Parkanlage über den Gehweg an einer Einfahrt vorbei auf die Strasse). Eine zusätzliche Gefahr für die Kinder stellt die Tatsache dar, dass anderen Verkehrsteilnehmenden nicht bewusst ist, dass sich Kinder aus rein spielerischen Motiven im Verkehrsraum tummeln. Sie sind daher beispielsweise auch nicht auf plötzliche Richtungswechsel der Kinder gefasst.

Kinder und Jugendliche, die durch spielerisches Engagement (inkl. soziale Interaktionen mit Gleichaltrigen) vom Strassenverkehr abgelenkt werden, begeben sich in grosse Gefahr zu verunfallen.

2.3.3 Risikobeurteilung

Die Risikobeurteilung der Fahreignung bezüglich des Spielmotivs wird in Tabelle 27 dargestellt.

Tabelle 27
Risikobeurteilung: Fahreignung. Spielmotiv

Risikofaktor	Verbreitung	Gefahren-potenzial	Unfallrelevanz
Ablenkung durch spielerisches Fahrerlebnis	*(*)	****	**

* sehr gering / ***** sehr gross

2.4 Fahreignung: Körpergrösse

2.4.1 Ausgangslage und Verbreitung

Die Körpergrösse bestimmt nicht nur, wie ein Kind über die Fahrzeuge hinweg schauen kann, sondern auch, wie es von den anderen Verkehrsteilnehmenden gesehen wird [17].

Berechnungen aus den 90er-Jahren haben ergeben, dass ein mittelgrosses Kind mit 9 Jahren die durchschnittliche Höhe eines Personenwagens erreicht [17]. Da sich Radfahrende in sitzender Position befinden, erscheinen sie kleiner, als sie sind. Dieses Problem hat sich mit der zunehmenden Höhe der motorisierten Fahrzeuge verschärft. Heutzutage sind erst 10-jährige Kinder mit durchschnittlicher Körpergrösse so gross wie ein durchschnittlich hoher Personenwagen.

Eine Analyse der Stadt Zürich hat gezeigt, dass im Zeitraum von 2002 bis 2007 der Anteil an grösseren Personenwagen, d. h. mit einem Gewicht über 1500 kg, von 23 auf 34 % gewachsen ist [21].

Neumann-Opitz macht auf ein weiteres Problem aufmerksam, das mit der Körpergrösse eng zusammenhängt: das relativ geringe Gewicht der Kinder im Vergleich zum Gewicht eines Fahrrads. Das Gewicht eines Fahrrads kann durchaus bis zu 40 % des Körpergewichtes eines Kindes ausmachen. Daher müssen Kinder beim Anfahren oder Bremsen mehr Kraft anwenden als Erwachsene, sodass das Radfahren für sie viel anstrengender ist [17].

Der Risikofaktor «geringe Körpergrösse» trifft auf die Mehrheit der Kinder zu, und viele von ihnen fahren Rad. Je kleiner die Kinder sind, desto bedeutender ist der Risikofaktor «geringe Körpergrösse»,

aber desto geringer ist auch ihr Anteil an der gesamten Fahrleistung (Tabelle 25).

Da durch die steigende Zahl von grösseren und schwereren Fahrzeugen (Kombi, Vans, Geländewagen) auch immer mehr erwachsene Radfahrende verdeckt werden können, wird insgesamt von einer gering bis mittleren Verbreitung dieses Risikofaktors für das Total der Radfahrenden ausgegangen.

2.4.2 Gefahrenpotenzial und Unfallrelevanz

Wenn Radfahrende aufgrund ihrer Körpergrösse übersehen oder zu spät gesehen werden. Oder wenn umgekehrt die Kinder ihre Kollisionsgegner nicht oder zu spät sehen, kann dies schnell zu dramatischen Szenen führen. Insbesondere bei motorisierten Fahrzeugen reicht der Anhaltweg dann in vielen Fällen nicht mehr aus, um eine Kollision zu vermeiden. Wegen ihrer geringen Körpergrösse können Kinder leicht von einem Auto verdeckt werden. Gefährlich ist nicht nur das Verdeckt-Sein, sondern auch das Sich-Nicht-Abheben vom Hintergrund. Hat ein Radfahrer, der nach links abbiegen will, ein grosses Fahrzeug hinter sich, so kann der entgegenkommende Verkehrsteilnehmer diesen weniger gut wahrnehmen, als wenn ein niedrigeres Fahrzeug hinter ihm stände, das er mit dem Kopf überragt. Die oft ungenügende Wahrnehmung von Radfahrenden durch potenzielle Kollisionsgegner dürfte allerdings in noch grösserem Ausmass ein Problem der geringen Ausdehnung von Radfahrenden sein.

Kinder (oder auch Erwachsene bei entsprechender Fahrzeuggrösse), die übersehen oder zu spät gesehen werden, haben ein hohes Risiko, in einen Unfall verwickelt zu werden. Da kleine Kinder nur wenige Kilometer auf öffentlichen Strassen fahren (Tabelle 25) und hohe Fahrzeuge nicht die Mehrheit des Wagenparks ausmachen, wird insgesamt für die Radfahrenden von einer gering bis mittleren Unfallrelevanz ausgegangen.

2.4.3 Risikobeurteilung

Die Risikobeurteilung der Fahreignung bezüglich der Körpergrösse wird in Tabelle 28 dargestellt.

Tabelle 28
Risikobeurteilung: Fahreignung. Körpergrösse

Risikofaktor	Verbreitung	Gefahren-potenzial	Unfallrelevanz
Körpergrösse	**	****	**

* sehr gering / ***** sehr gross

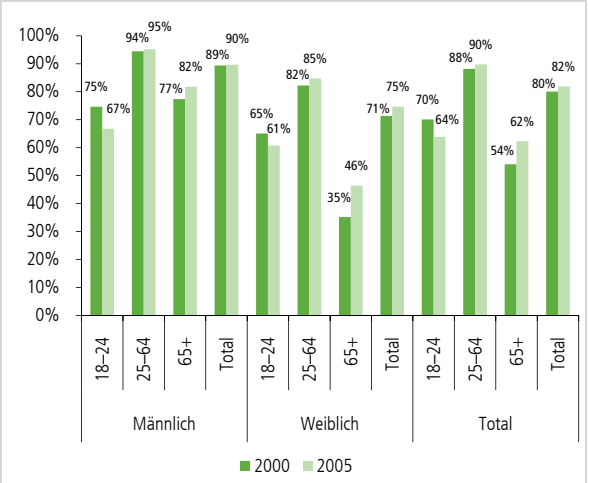
2.5 Fahrkompetenz: Verkehrsrelevantes Wissen

2.5.1 Ausgangslage und Verbreitung

Daten zu verkehrsrelevantem Wissen bei Radfahrenden in der Schweiz werden kaum erhoben. Hinweise über den Kenntnisstand von Kindern liefern die Auswertungen der Fahrradprüfungen der Stadt Zürich. Hier seien als Beispiel die Ergebnisse der Theorieprüfung 2004 und diejenigen der praktischen Fahrradprüfung 2011 erwähnt. An der Theorieprüfung nahmen 2369 Kinder der 5. Primarklasse teil. Bei 20 gestellten Fragen produzierten die Kinder insgesamt 5143 Fehler (Fehlerquote rund 10 %). Die Fragen beziehen sich auf Signalkenntnis und auf das korrekte Verhalten bei spezifischen Verkehrssituationen. Es ist anzumerken, dass es sich um wichtige Sachverhalte handelt, die aus Sicherheitsgründen alle richtig eingeschätzt werden müssten. Durchschnittlich beantwortete jedes Kind zwei Fragen falsch. Fragen, die von 15 %, 20 % oder gar 30 % der Kinder nicht richtig beantwortet wurden, sind nicht selten. Die Stadt Zürich ist bezüglich Verkehrserziehung sehr engagiert. Es ist davon auszugehen, dass Ergebnisse aus anderen Orten der Schweiz kaum besser ausfallen würden. Gemäss dem Kurzbericht über die praktische Fahrradprüfung der Stadt Zürich 2011 traten insgesamt 1273 Kinder der 5. Klasse die Fahrprüfung an. Der Anteil der Kinder, der 0–2 Fehler gemacht hat, liegt bei 51 % (=654). Mehr als 2 Fehler wurden von 43 % (=547) der Kinder gemacht. Insgesamt fielen 72 Teilnehmer durch die Fahrradprüfung, was einem Anteil von 6 % entspricht. Im Speziellen machten die Kinder beim Linksabbiegen und beim Einhalten des Fahrverbots die meisten Fehler. Genauere Angaben zu den Fehlern sind aufgrund des Kurzberichts leider nicht erhältlich.

Wenn 11-Jährige relevante Wissenslücken aufweisen, sind diese bei den 5- bis 9-Jährigen vermutlich noch grösser. Zwar ist davon auszugehen, dass sich Wissensdefizite mit der Motorfahrradprüfung (Mindestalter 14 Jahre) oder der Prüfung zur Fahrberechtigung leistungsstärkerer Fahrzeuge (Mindestalter 16 Jahre, Kategorie A1) reduzieren. Nur sind jene, die die Prüfungen für motorisierte Fahrzeuge ablegen, womöglich nicht dieselben, die oft Rad fahren. Darum ist damit zu rechnen, dass auch bei den 15- bis 17-Jährigen, die zu den Vielfahrern gehören, noch Defizite vorhanden sind. Spätestens mit dem Absolvieren der Fahrprüfung der Kategorie A (Motorrad) oder B (namentlich Personenwagen) dürften sich die Radfahrenden das verkehrsrelevante Wissen angeeignet haben. Aber auch die Erwachsenen sind nicht alle im Besitz eines Führerscheins. Gemäss Mikrozensus zum Verkehrsverhalten 2005 verfügten 82 % der erwachsenen Personen über einen Führerschein (Personenwagen und/oder Motorrad) (Abbildung 17). Je nach Geschlecht und Alter variiert dieser Anteil stark. Bei den Männern beträgt der Anteil 89 %, bei den Frauen 74 %. In der Altersgruppe 18–24 Jahre besitzen 67 % der Männer und 61 % der Frauen

Abbildung 17
Anteil Personen mit Führerschein (Personenwagen und/oder Motorrad) nach Alter und Geschlecht, 2000/2005



Quelle: Mikrozensus zum Verkehrsverhalten 2005

einen Führerschein. Zwischen 25 und 64 Jahren sind fast alle Männer im Besitz eines Führerscheins (95 %). Bei den Frauen beläuft sich der Anteil auf 85 %. Von den Personen, die älter als 64 Jahre sind, verfügen 82 % der Männer und lediglich 46 % der Frauen über einen Führerschein. Frauen besitzen demnach in allen Altersgruppen seltener einen Führerschein. Zwischen 2000 und 2005 ist der Besitz eines Führerscheins von 80 % auf 82 % gestiegen. Bei den Senioren und insbesondere den Seniorinnen ist eine deutliche Zunahme zu verzeichnen. Bei den jungen Erwachsenen, vor allem bei den Männern, ist der Führerscheinbesitz hingegen gesunken. Insgesamt ist davon auszugehen, dass insbesondere unter den Senioren noch etliche Personen sind, die ohne genügendes Wissen Rad fahren. Zu denken ist zudem an zugewanderte Personen, die nie eine auf schweizerische Verhältnisse bezogene Verkehrserziehung genossen haben. Zudem ist zu beachten, dass Wissen ohne Repetition wieder schwindet. Gemäss Spitzer reduziert sich das theoretische Wissen innerhalb eines Jahres nach der Fahrradprüfung um rund 10 % [22].

2.5.2 Gefahrenpotenzial und Unfallrelevanz

Verunfallen Radfahrende mit lückenhaftem Wissen mehr als solche mit gutem Verkehrswissen? Eine norwegische Studie hat festgestellt, dass das Wissen über Verkehrsregeln nicht zu einem verminderten Unfallrisiko führt [23]. Zu einem anderen Schluss kamen Kimmel und Nagel [24]: Schüler und Schülerinnen mit schlechten grundlegenden Regelkenntnissen erlitten häufiger Unfälle als jene mit guten Kenntnissen. Auch eine Studie aus Deutschland weist darauf hin, dass nicht nur die Fahrpraxis, sondern auch die Beherrschung der Verkehrsregeln dazu beiträgt, die Verkehrsteilnahme sicherer zu gestalten [25]. Die österreichische Untersuchung von Spitzer zeigt hierzu auf, dass Kinder ihr theoretisches Wissen bezüglich der Verkehrszeichen und der Rechtsregeln überschätzen [22]. Fast alle befragten Kindern (ca. 9- bis 10-Jährige) denken zum Beispiel, dass sie die Verkehrszeichen kennen, aber nur bei 75 % trifft das auch zu. Auch ihr Wissen hinsichtlich praktischer Grundfertigkeiten, insbesondere dem korrekten Bremsen, Schalten, Linksabbiegen sowie dem Verhalten an Kreuzungen überschätzen Kinder deutlich.

Über Verkehrswissen zu verfügen ist sicher eine wichtige Voraussetzung, um am Verkehr teilnehmen zu können. Aber sie ist nicht ausreichend, weil auch bei bestehendem Wissen gegen Verkehrsregeln verstossen werden kann (Kap. VI.2.12, S. 108).

2.5.3 Risikobeurteilung

Die Risikobeurteilung der Fahrkompetenz bezüglich des verkehrsrelevanten Wissens wird in Tabelle 29 dargestellt.

Tabelle 29
Risikobeurteilung: Fahrkompetenz. Verkehrsrelevantes Wissen

Risikofaktor	Verbreitung	Gefahren-potenzial	Unfallrelevanz
Mangelhaftes verkehrsrelevantes Wissen	**	***	***

* sehr gering / ***** sehr gross

2.6 Fahrkompetenz: Gefahrenbewusstsein / sicherheitsförderliche Einstellungen

2.6.1 Ausgangslage und Verbreitung

Wer sicher am Verkehr teilnehmen will, muss einerseits über eine sicherheitsförderliche Einstellung verfügen. Das bedeutet, dass man gewillt ist, Rücksicht zu nehmen und auch mal auf sein eigenes Recht zu verzichten. Andererseits muss der Verkehrsteilnehmer dazu in der Lage sein, potenzielle Gefahren frühzeitig zu erkennen und diesen in angemessener Weise zu begegnen. Diese Eigenschaften werden durch einen **defensiven Fahrstil** bezeichnet. Dieser Aspekt der Gefahrenwahrnehmung ist gerade bei den jungen und heranwachsenden Radfahrenden zu beachten, da diese zunächst ein eigentliches Gefahrenbewusstsein ausbilden müssen. Zudem brauchen sie für die sichere Verkehrsteilnahme die Fähigkeit des Perspektivenwechsels, um eine Situation aus verschiedenen Blickwinkeln einschätzen und beurteilen zu können.

Gemäss Limbourg entwickelt sich das Bewusstsein für «Sicherheit» und «Gefahr» in drei Stufen [26]:

1. **«Akutes Gefahrenbewusstsein»**: Kinder im Alter von 5 bis 6 Jahren können erkennen, ob sie zu einem gegebenen Zeitpunkt in Sicherheit oder in Gefahr sind.
2. **«Antizipierendes, vorausschauendes Gefahrenbewusstsein»**: Kinder ab ca. 7–8 Jahren haben die Fähigkeit vorauszusehen, dass sie in Gefahr geraten könnten.
3. **«Präventionsbewusstsein»**: Kinder ab ca. 9–10 Jahren sind in der Lage, vorbeugende Verhaltensweisen zu entwickeln und anzuwenden.

Diese drei Stufen wurden vorwiegend aufgrund von Untersuchungen im Bereich des Strassenverkehrs festgelegt. Die Entwicklung der Kinder in den jeweiligen Altersstufen unterliegt jedoch grossen interindividuellen Schwankungen. Je nach Lebensbereich entwickelt sich die Gefahrenwahrnehmung bei den Kindern mehr oder weniger schnell. Wie sich durch eine Forschungsarbeit mit 253 Kindern im Alter von 3 bis 15 Jahren herausstellte, wurden die Gefahren im Haus wesentlich früher erkannt als jene im Sport oder Strassenverkehr.

In der oben erwähnten Untersuchung wurden den Kindern 50 Bilder mit unterschiedlichen Gefahrensituationen in den Bereichen Haus, Garten, Spiel, Sport und Strassenverkehr vorgelegt. Erwartungsgemäss zeigte sich, dass die Gefahrenwahrnehmung mit dem Alter zunimmt. Die 3- bis 4-Jährigen erkannten 32 % der Gefahren. Der Anteil stieg auf 75 % bei den 5- bis 6-Jährigen, auf 89 % bei den 7- bis 8-Jährigen, auf 92 % bei den 9- bis 10-Jährigen und auf 97 % bei den 11- bis 12-Jährigen, um dann bei den 13- bis 15-Jährigen auf 81 % abzufallen. Obwohl Kinder in der Pubertät (13–15 Jahre) ihre kognitiven Fähigkeiten vollständig entwickelt haben und über eine gute Konzentrationsfähigkeit verfügen, erweisen sie sich als besonders schwach auf dem Gebiet der Gefahrenwahrnehmung. Wenn sie Gefahren erkennen, beziehen sie sie nicht auf sich selbst, sondern auf die anderen. Laut Limbourg spielen die 13- bis 15-jährigen Kinder die Gefahren herunter, sodass vermutet werden kann, dass Jugendliche durch Aufklärungskampagnen über Risiken und Gefahren nur schwer zu beeinflussen sind [26].

Gemäss einer neuseeländischen Studie wurde bis vor kurzem davon ausgegangen, dass das Gehirn schon mit 12–16 Jahren vollständig entwickelt ist.

Mit der Einführung besserer bildgebender Verfahren wie z. B. Magnetresonanztomographie konnte nachgewiesen werden, dass dies nicht der Fall ist [27]. Studien haben gezeigt, dass sich der Anteil von weisser Substanz im Gehirn zwischen 4 und 21 Jahren erhöht, während die graue Substanz bis zum Alter von 30 Jahren abnimmt. Die Zunahme von weisser Substanz führt zu schnellerem und effizienterem Informationsaustausch innerhalb und zwischen den Bereichen des Gehirns. Dies ist besonders relevant für die Frontallappen. Das Gehirn eines Teenagers führt z. B. hemmende Funktionen weniger zuverlässig aus. Um die gleiche Anregung zu erhalten wie die Erwachsenen, müssen sie grössere Risiken eingehen. Sie brauchen auch mehr Zeit, um Entscheidungen zu treffen, besonders in einer risikoreichen Situation [28].

Die Entwicklung von Einstellungen/Meinungen unterliegt bei jüngeren Kindern vorwiegend dem Einfluss der Eltern. Indem diese den Kindern einen sozialen Umgang mit anderen Verkehrsteilnehmenden vorleben, können sie sie am besten zu einem Miteinander im Verkehrsraum erziehen. Mit zunehmendem Alter wächst der Einfluss von Gleichaltrigen auf Kinder und Jugendliche. Deren Einstellungen können oft von jenen der Eltern abweichen. In der Pubertät ist es typisch, dass sich Jugendliche explizit von Grundwerten der Erwachsenenwelt abgrenzen. Bei Jugendlichen muss daher davon ausgegangen werden, dass sicherheitskonforme Einstellungen nicht immer vorhanden sind.

Befragungen bei 16- bis 79-jährigen Radfahrenden bzw. Personen, in deren Haushalt zumindest ein Fahrrad vorhanden ist, zeigen deutlich, dass die subjektive Unsicherheit im Strassenverkehr dazu führt, dass weniger oft mit dem Fahrrad gefahren wird [29]. Die zu geringe Verkehrssicherheit und die Rücksichtslosigkeit eines Teils der PW-Lenkenden werden von je rund 80 % der Befragten (1004 in Österreich lebende Personen im Alter von 15 bis 60 Jahren) als Grund dafür angeführt, dass das Fahrrad nicht vermehrt im Alltag eingesetzt wird [30]. Aus den Befragungen geht auch hervor, dass sich ältere Personen und vor allem Frauen jeden Alters im Strassenverkehr unsicherer fühlen als jüngere Männer [29].

Offenbar nehmen viele Erwachsene die Gefahren des Radfahrens so stark wahr, dass sie dieses Verkehrsmittel wenig oder gar nicht benutzen. Es findet also eine Selbstselektion statt, die wohl zu einer Reduktion von Unfällen führt, aber die nicht im Sinn der Unfallprävention ist. Das Ziel ist ja nicht, dass die Personen auf das Radfahren verzichten, sondern, dass es sicher ist, mit dem Rad zu fahren.

Im Rahmen einer Befragung von Kindern und ihren Eltern hat sich herausgestellt, dass die Kinder die Gefahren auf dem Schulweg tiefer einschätzen als ihre Eltern [31].

Es ist zu vermuten, dass vor allem bei Jugendlichen, die sich zum Teil bewusst gegen die Regeln der Erwachsenen stellen, sicherheitsabträgliche Einstellungen vorhanden sind. Da diese Altersgruppe zu den Vielfahrern gehört, schlägt sich ein diesbezügliches Defizit nicht unwesentlich auf das Gesamtkollektiv der Radfahrenden nieder.

2.6.2 Gefahrenpotenzial und Unfallrelevanz

Fehlendes Gefahrenbewusstsein wird nur dann verhaltensrelevant und führt somit zu einem erhöhten Unfallrisiko, wenn gleichzeitig eine grobe Überschätzung der eigenen Fähigkeiten oder derjenigen

der anderen vorliegt. Denn Personen mit einer sicherheitsabträglichen Einstellung werden in der Regel nur rücksichtslos fahren, wenn sie davon ausgehen, dass im Grunde nichts passieren kann (kaum jemand will sich oder andere bewusst in Gefahr bringen). Gefährlich wird es, wenn diese Einschätzung fern der Realität ist, was insbesondere für Jugendliche nicht untypisch ist («durch diese Lücke komme ich noch locker über die Strasse» oder «der andere wird noch längstens bremsen können»). Erstaunlicherweise konnten aber Hubacher und Ewert in einer Befragung von jugendlichen Radfahrenden und Motorfahrradlenkenden nur bei Letzteren einen Zusammenhang zwischen einer sicherheitsabträglichen Einstellung und der Unfallhäufigkeit feststellen [32].

2.6.3 Risikobeurteilung

Die Risikobeurteilung der Fahrkompetenz bezüglich Gefahrenbewusstseins bzw. sicherheitsförderlicher Einstellungen wird in Tabelle 30 dargestellt.

Tabelle 30
Risikobeurteilung: Fahrkompetenz. Fehlendes Sicherheitsbewusstsein

Risikofaktor	Verbreitung	Gefahren-potenzial	Unfallrelevanz
Sicherheits-abträgliche Einstellung	***	***	***

* sehr gering / ***** sehr gross

2.7 Fahrfähigkeit: Alkoholkonsum

2.7.1 Ausgangslage und Verbreitung

Alkoholkonsum führt zu grossen Beeinträchtigungen sowohl in der Wahrnehmung, der Informationsverarbeitung, im Sicherheitsbewusstsein als auch in der Motorik.

Die Schweiz ist ein Land, in dem viel Alkohol getrunken wird. Da Alkohol vorwiegend abends oder nachts konsumiert wird, die meisten Radfahrten aber tagsüber stattfinden, wird von einer geringen Verbreitung von Alkoholfahrten ausgegangen.

2.7.2 Gefahrenpotenzial und Unfallrelevanz

Auch wenn Radfahren und Alkoholkonsum kein so prominentes Thema ist wie Autofahren und Alkoholkonsum, finden sich in der Fachliteratur doch einige Hinweise auf diese Problematik. Andersson und Bunketorp haben in ihrer Untersuchung festgestellt, dass Radfahrende, die unter Alkoholeinfluss verunfallten (n=95), gegenüber einer Gruppe von Verunfallten ohne Alkoholeinfluss (n=112) signifikant [33]:

- öfter in der Nacht,
- öfter an Wochenenden,
- öfter auf dem Weg von oder zu einem Restaurant/Pub,
- öfter allein verunfallten,
- öfter Verletzungen am Kopf/Gesicht erlitten,
- seltener einen Helm trugen,
- weniger über das Jahr verteilt Rad fuhren,
- weniger vertraut waren mit dem Weg und dem Rad,
- öfter geschieden waren,
- öfter mit Führerscheinentzug konfrontiert wurden.

In einer englischen Studie wurde bestätigt, dass der Anteil Alkoholisierter in der Nacht signifikant höher war als am Tag: 63 % der in der Nacht Verunfallten hatten Alkohol getrunken [34].

Im Rahmen einer Untersuchung bei rund 430 verletzten Radfahrenden, die in einem amerikanischen Trauma-Center eingeliefert worden sind, konnte ein deutlicher Zusammenhang zwischen Alkoholkonsum und Kopfverletzungen nachgewiesen werden (OR=2,68) [35].

Li et al. ermittelten in einer amerikanischen Studie für Radfahrende mit einer Blutalkoholkonzentration (BAK) von mehr als 0,02 g/dL ein mehr als 5-faches Risiko (adj. OR=5,6) schwer oder tödlich zu verunfallen [36]. Bei einer BAK von 0,08 g/dL oder mehr sei sogar von einem mehr als 20-fachen Risiko (adj. OR=20,2) auszugehen. Zieht man in Betracht, dass im Jahr 2009 in den USA knapp ein Viertel (24 %) der getöteten Radfahrer einer BAK von 0,08 g/dl oder mehr aufwiesen, wird die Problematik des Radfahrens in angetrunkenem Zustand deutlich [37].

Alkoholisierte Radfahrende haben gemäss Li et al. ein fast 3-mal höheres Risiko, tödlich zu verunfallen (adj. OR=2,8), als nicht alkoholisierte [38]. Die Autoren halten fest, dass diese erhöhte Sterbewahrscheinlichkeit vermutlich zu einem Teil auf die wesentlich geringere Helmtragquote unter den alkoholisierten Radfahrenden zurückzuführen ist.

In den Jahren 2005–2009 hat die Polizei bei 302 schwer verletzten oder getöteten Radfahrenden den Mangel «Alkohol» festgestellt. Die meisten dieser alkoholisierten Radfahrenden (81 %) erlitten ihre Verletzungen in Alleinunfällen; die restlichen 19 % waren an Kollisionen beteiligt. Alkohol (beim Radfahrer) ist bei 7 % der schweren Fahrradunfälle im Spiel (18 % bei Alleinunfällen und 2 % bei Kollisionen). In der Altersgruppe der 18- bis 59-Jährigen ist sogar bei 10 % der Unfälle Alkohol im Spiel (23 % bei Alleinunfällen und 3 % bei Kollisionen). Am Wochenende oder nachts ist der Anteil von alkoholisierten männlichen Radfahrenden bei den Alleinunfällen besonders gross (resp. 33 und 59 %).

2.7.3 Risikobeurteilung

Die Risikobeurteilung der Fahrfähigkeit bezüglich Alkoholkonsums wird in Tabelle 31 dargestellt.

Tabelle 31
Risikobeurteilung: Fahrfähigkeit. Alkoholkonsum

Risikofaktor	Verbreitung	Gefahren-potenzial	Unfallrelevanz
Alkoholkonsum	*	****	***

* sehr gering / ***** sehr gross

2.8 Fahrfähigkeit: Ablenkung durch mediale Geräte

2.8.1 Ausgangslage und Verbreitung

Mediale Geräte (z. B. MP3-Player) haben sich in den letzten 20 Jahren in unserer Gesellschaft weitläufig etabliert. Auch während des Radfahrens wird Musik gehört oder telefoniert.

De Waard et al. erfassten die Prävalenz der medialen Geräte im Rahmen einer Beobachtungsstudie, die in der Stadt Groningen (NL) durchgeführt wurde [39]. Rund 6 % haben während des Radfahrens ein mediales Gerät benutzt: 5 % hörten Musik, rund 1 % fuhren mit dem Handy am Ohr und 0,3 % tippten gerade etwas ein (SMS oder Telefonnummer). In derselben Studie wurde die Ablenkung durch das Handy genauer untersucht. Das Telefonieren auf dem Fahrrad ging mit reduzierter Geschwindigkeit, geringerer Leistung im peripheren Sehen, erhöhtem Risiko und erhöhter mentaler Anstrengung einher. Am schlechtesten waren die Fahrleistungen beim SMS-Schreiben.

Aus einer im Internet realisierten Studie, in der 2500 Radfahrende teilgenommen haben, geht hervor, dass 17 % (fast) immer ein mediales Gerät benutzen, während sie mit dem Fahrrad unterwegs sind [40]. Die meisten (15 %) hören laut eigenen Angaben Musik und 3 % telefonieren (fast) immer. Der entsprechende Anteil für «SMS schreiben oder lesen» beläuft sich ebenfalls auf 3 %, und derjenige für «Informationen suchen» auf 2 %.

2.8.2 Gefahrenpotenzial und Unfallrelevanz

Autoren einer niederländischen Studie schätzten, dass für Personen, die bei jeder Fahrt mediale Geräte verwenden, das Risiko eines Unfalls um mindestens den Faktor 1,4 höher ausfällt als für Personen, die keinen Gebrauch von medialen Geräten machen [40]. Bei 4,3 % der Fahrradunfälle (mit Verletzung) benutzte der Radfahrer unmittelbar vor dem Unfall ein mobiles Telefon und bei 4,8 % der Fahrradunfälle hörte er Musik. Da Musikhören während des Radfahrens verbreiteter ist, kommen die Autoren zum Schluss, dass Telefonieren während des Fahrens einen grösseren Risikofaktor darstellt als Musik hören.

Jugendliche und junge Erwachsene scheinen besonders gefährdet zu sein, da sie im Gegensatz zu älteren Personen (>50 Jahre) auch in komplizierten Situationen im Strassenverkehr nicht auf Musik oder Handy verzichten.

Wie hoch ist die Relevanz des Risikofaktors «Ablenkung durch mediale Geräte» in der Schweiz? Die von der Polizei in den Jahren 2005–2009 erfassten Mängel und Einflüsse im Bereich Ablenkung durch Elektronik wie Radio oder Bedienung des Telefons belaufen sich insgesamt auf 11. Vermutlich wird dieses Phänomen jedoch unterschätzt.

2.8.3 Risikobeurteilung

Die Risikobeurteilung der Fahrfähigkeit bezüglich Ablenkung durch mediale Geräte wird in Tabelle 32 dargestellt.

Tabelle 32
Risikobeurteilung: Fahrfähigkeit. Ablenkung durch mediale Geräte

Risikofaktor	Verbreitung	Gefahren-potenzial	Unfall-relevanz
Ablenkung durch mediale Geräte	*	**	*(*)

* sehr gering / ***** sehr gross

2.9 Fahrverhalten: Sensomotorik/Fahrtechnik

Im Folgenden werden Risikofaktoren thematisiert, die sich auf das unmittelbare Verhalten der Radfahrenden beziehen. Es wird gewissermassen die Beobachtungsebene gewechselt. Das Verhalten resultiert aus manchen der oben thematisierten Faktoren, kann aber auch unabhängig davon auftreten. Regelverstösse z. B. müssen weder mit lückenhaftem Regelwissen noch mit rücksichtsloser Einstellung zusammenhängen.

2.9.1 Ausgangslage und Verbreitung

Beim Ausführen der für sicheres Radfahren notwendigen Bewegungsabläufe spielen die sensomotorischen Fähigkeiten eine wichtige Rolle. Ebenfalls von grosser Bedeutung ist sensomotorisches Geschick, wenn es gilt, Fehler anderer Verkehrsteilnehmender zu kompensieren.

Der Zusammenhang zwischen inneren psychischen Prozessen (sensorische Aktivitäten, denken, Wahrnehmung) und äusserlich messbarem und wahrnehmbarem Geschehen in der unmittelbaren Bewegungsausführung in verschiedenen Dimensionen wird als Sensomotorik bezeichnet. Jegliche willentlich ausgeführte Bewegungen sind somit mehr oder weniger an sensorische und zentralnervale Prozesse gekoppelt und werden rückwirkend modifiziert [41].

Motorische Fähigkeiten lassen sich gemäss Weineck in die (überwiegend) konditionellen Eigenschaften wie z. B. Ausdauer, Kraft, oder Schnelligkeit und die (überwiegend) koordinativen Eigenschaften wie z. B. Gewandtheit oder Beweglichkeit unterteilen [42]. In einer deutschen Studie werden die motorischen Fähigkeiten ähnlich differenziert, wobei die Beweglichkeit als eine eigenständige Grundfähigkeit eingeordnet wird. Zu den konditionellen (energetischen) und koordinativen (informationsorientierten) Fähigkeiten gehören zusätzlich «passive Systeme der Energieübertragung, welche die Eigenschaften der Gelenke und des Skelettsystems charakterisieren», die als Beweglichkeit bezeichnet werden [43].

Zu den für die Beherrschung des Radfahrens wichtigen motorischen Fähigkeiten gehören insbesondere das Gleichgewicht, die Reaktionszeit sowie das richtige Bremsen [22]. Gemäss Limbourg sind Kinder unter 7 Jahren kaum fähig, sich als Radfahrende motorisch sicher zu verhalten [44]. Ein deutlicher Entwicklungssprung findet in dieser Hinsicht im Alter von 7 bis 8 Jahren statt [44]. Erst ab diesem Alter sind Kinder in der Lage, das Fahrrad «motorisch» zu beherrschen (Gleichgewicht halten, Auf- und Absteigen, Abbiegen, Bremsen, Lenken, Kurvenfahren, Handzeichen geben usw.). Trotzdem wird oft beobachtet, dass Kinder auch noch mit 8 Jahren Schwierigkeiten haben, ihre Handlungen abzubrechen, wie z. B. am Ende des Fahrradwegs anzuhalten [45].

Berücksichtigt man alle motorischen Fähigkeiten, die für ein sicheres Radfahren benötigt werden, so erfüllen erst Kinder ab 14 bis 15 Jahren diese Bedingungen vollständig. Erst ab diesem Alter sind sie in der Lage, so schnell wie Erwachsene zu reagieren. Je jünger das Kind ist, desto grösser ist seine Reaktionszeit. Gerade beim Radfahren im Strassenverkehr stellen verlängerte Reaktionszeiten ein erhöhtes Risiko dar [44]. Ein wichtiger Grund für die bei jüngeren Kindern beobachtete längere Reaktionszeit liegt darin, dass sie wegen mangelnder Erfahrung mehr Aufmerksamkeit auf die Beherr-

schung des Fahrrads aufwenden müssen als ältere Kinder, und daher weniger Kapazitäten für weitere gleichzeitig auszuführende Tätigkeiten haben (dual-task paradigm [46]). In dieser Forschungsstudie wurden Personen zwischen 6 und 59 Jahren getestet um festzustellen, wie sie Rad fuhren, wie schnell sie akustische Signale zu detektieren vermochten, und wie gut sie diese zwei Tätigkeiten gleichzeitig ausführen konnten. Ein interessantes Resultat war, dass die Detektionsaufgabe die Kontrolle des Fahrrads nicht beeinflusste. Die «unerfahrenen» (jungen) Kinder müssen die höchste Priorität auf die Fahrradkontrolle legen und sind daher bei der Zuteilung ihrer Aufmerksamkeit nicht frei. Mit zunehmender Erfahrung wird die Fahrzeugbeherrschung automatisiert und mehr Kapazitäten stehen zur Verfügung.

Briem ist aufgrund seiner Studie bei 57 Kindern von 8 bis 14 Jahren der Ansicht, dass die meisten Kinder schon im Alter von 10 Jahren über genügend motorische Fähigkeiten in Bezug auf sicheres Radfahren verfügen. Jüngere Kinder (8–9 Jahre) kompensieren ihre schwächer entwickelten Fähigkeiten durch ein vorsichtigeres Verhalten. Sie fahren langsamer, fangen vor einer Kreuzung früher an zu bremsen [47].

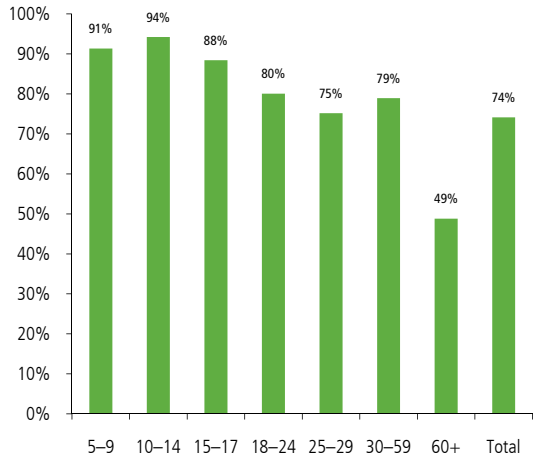
Im Übrigen zeigen Studien auf, dass die motorischen Leistungen durch die Fahrpraxis erhöht werden können [44].

Wissenschaftliche Studien, die gezielt Daten über die motorischen Fähigkeiten der Radfahrenden in der Schweiz erfassen, sind uns nicht bekannt. Ein Beitrag im Schweizer Fernsehen DRS vom 5. Juli 2011 thematisiert, dass laut Verkehrsinstruktoren immer weniger Grundschüler Rad fahren können [48]. Zu ähnlichen Schlussfolgerungen kommt eine deutsche Studie, die sich ebenfalls auf die Aussagen von Verkehrsinstruktoren stützt [49]. In beiden Fällen wurden diese Beobachtungen im Rahmen der praktischen Fahrradprüfung gemacht.

Aufgrund des vermutlich veränderten Sicherheitsbewusstseins der Eltern und des erhöhten Verkehrsaufkommens werden den Kindern vielleicht schlicht weniger Möglichkeiten gewährt, grössere Routine im Radfahren zu entwickeln. Es ist somit anzunehmen, dass der Anteil an Kindern mit wenig oder keiner Fahrraderfahrung steigt.

Die Ergebnisse des Mikrozensus zum Verkehrsverhalten 2005 betreffend Fahrradverfügbarkeit deuten aber darauf hin, dass Letztere in den letzten Jahren kaum abgenommen hat. Im Jahr 2005 verfügten rund 90 % der Kinder zwischen 5 und 17 Jahren über ein Fahrrad (Abbildung 18). Der Zugriff (Besitz oder nach Absprache verfügbar) auf ein Fahrrad ist am Höchsten bei den 10- bis 14-Jährigen (94 %). Da diese Anteile so hoch sind, kann nicht von einem bedeutenden Rückgang der Fahrradverfügbarkeit die Rede sein.

Abbildung 18
Verfügbarkeit (immer oder nach Absprache) von Fahrrädern nach Alter, 2005



Quelle: Mikrozensus zum Verkehrsverhalten 2005

Es gibt Hinweise darauf, dass sich die motorischen Leistungsfähigkeiten der Kinder und Jugendlichen in den letzten Jahren grundsätzlich verschlechtert haben. Gemäss einer Literaturreview von 54 Studien aus 20 Industrieländern ergab sich über den Zeitraum von 1975 bis 2000 ein Rückgang um 10 % der körperlichen Leistungsfähigkeit der Kinder zwischen 6 und 17 Jahren [50].

Die Evaluation der Entwicklung der motorischen Leistungen von Kindern während einer längeren Zeit ist ein schwieriges Unterfangen. Es fehlt oft an standardisierten Tests, die während einer längeren Zeitspanne angewendet wurden [50]. Andererseits gibt es durchaus über Jahre hinweg eine Veränderung der Einübung und Routine spezifischer Bewegungsabläufe, hervorgerufen z. B. durch Modeerscheinungen wie Rollerskates, Skateboards oder die modernen Trottinette. So erscheint es gewagt, aufgrund eines einzigen Tests, wie z. B. «Balancieren rückwärts», Rückschlüsse auf die gesamten motorischen Leistungen der untersuchten Gruppe zu machen. Im Rahmen einer Studie bei deutschen Vorschulkindern konnte aufgezeigt werden, dass sich nur ein Teil der motorischen Fähigkeiten im Verlauf der Zeit (während der Jahre 1973, 1985, 1989 und 2007) verschlechtert haben (z. B. «Balancieren rückwärts»). Im Standweitsprung konnte hingegen eine Verbesserung festgestellt werden [51].

Der Test «Balancieren rückwärts» wurde im Jahr 2009 auch im Rahmen einer Schweizer Studie bei 554 Schulkindern (1.–6. Klasse) durchgeführt. Die Resultate deuten auf eine markante Verschlechterung dieser spezifischen motorischen Fähigkeiten im Vergleich zu den Ergebnissen von 1973 hin [31].

Aufgrund der schon erwähnten Literaturreview konnte für die Jahre zwischen 1975 und 2000 ebenfalls die Entwicklung der Körpergrösse (ca. +5 cm; +1,5 %), des Gewichts (ca. +3–4 kg; +3 %) und des BMI (+/-1 %; leichte Zunahme bei den Jungen und leichte Abnahme bei den Mädchen) eruiert werden [50]. Diese Entwicklungen erweisen sich allerdings als statistisch nicht signifikant. Somit liess sich zwischen 1975 und 2000 keine Zunahme des Übergewichts (höherer BMI) bei den Kindern zwischen 6 und 17 Jahren feststellen.

Die Ursache der durch Studien aufgedeckten motorischen Leistungsverschlechterung liegt vermutlich in erster Linie im wachsenden Anteil von Kindern und Jugendlichen mit ungenügender körperlich-sportlicher Aktivität bzw. Bewegungsmangel. Ein Zusammenhang zwischen motorischen Fähigkeiten und Aktivität sowie Übergewicht wurde in mehreren Studien nachgewiesen [52–55]. Körperlich-sportlich aktive Kinder und Jugendliche erzielen bei den motorischen Testaufgaben bessere Ergebnisse als inaktive Gleichaltrige. Zudem hat sich gezeigt, dass die motorischen Fähigkeiten der übergewichtigen Kinder geringer sind. Gemäss der Schweizerischen Gesundheitsbefragung liegt der Anteil «inaktiver» Personen (= während der Woche ohne Aktivität, bei der man ins Schwitzen gerät) mit 32 % im Jahr 2007 auf einem hohen Niveau. Im Vergleich zu 1992 (36 %) ist dieser jedoch gesunken.

Die Schweizerische Gesundheitsbefragung zeigt andererseits auf, dass zwischen 1992 und 2007 der Anteil an übergewichtigen Personen von 31 % auf 39 % zugenommen hat.

Die körperliche Fitness vieler in der Schweiz lebenden Personen kann, zumindest aus Sicht der Gesundheitsförderung, als ungenügend betrachtet werden. Nun sind Radfahrende gerade durch ihr Radfahren zumindest nicht der Gruppe der völlig

Inaktiven zuzuordnen. Jugendliche, die am häufigsten mit dem Fahrrad unterwegs sind, gehören zu der aktivsten Bevölkerungsgruppe.

Personen zwischen 15 und 59 Jahren, die mit dem Fahrrad unterwegs sind, weisen vermutlich keine oder kaum motorische Defizite auf. Kinder unter 15 Jahren haben hingegen – entwicklungsbedingt – eingeschränkte motorische Fähigkeiten. Es bestehen aber selbstverständlich individuelle Unterschiede. Je jünger das Kind ist, desto grösser sind die motorischen Defizite. Ab einem gewissen Alter treten auch wieder motorische Einschränkungen auf (verminderte Beweglichkeit, Schwierigkeiten Balance zu halten, längere Reaktionszeiten usw.). Es ist jedoch zu vermuten, dass ältere Personen, die noch mit dem Fahrrad unterwegs sind, deutlich geringere motorische Defizite aufweisen als Gleichaltrige, die nicht Rad fahren.

2.9.2 Gefahrenpotenzial und Unfallrelevanz

Wie sehr sich Bewegungsmangel auf die Unfallhäufigkeit oder -schwere auswirkt, wird unterschiedlich eingeschätzt. Diesbezügliche Studien beziehen sich kaum direkt auf Verkehrsunfälle, sondern z. B. auf Unfälle im Kindergarten.

So hält etwa Kunz aufgrund von Untersuchungen im Kindergartenalter fest, dass «z. B. viele Stürze auf mangelndes Gleichgewicht, viele Zusammenstösse auf geringe Reaktionsfähigkeit und die Unfähigkeit, seine eigene Bewegung mit anderen abzustimmen, zurückzuführen» sind [56][22]. Da Kinder mit motorischen Defiziten auch oft an Wahrnehmungsstörungen leiden, wird vermutet, dass eher diese und weniger die motorischen Defizite an sich die Ursache eines erhöhten Unfallrisikos darstellen [58].

Das Ausmass des Gefahrenpotenzials hängt sicher von der Stärke der Defizite ab. Im Allgemeinen wird davon ausgegangen, dass grosse motorische Defizite in der Gruppe derjenigen Personen, die oft Rad fahren, selten sind. Zwar sind Radfahrende mit motorischen Defiziten selbstverständlich stärker gefährdet, nehmen aber offenbar eher selten am Verkehr teil. Anders ausgedrückt: wer sich als Radfahrer im Verkehr bewegt, verfügt normalerweise über genügend motorische Fertigkeiten. Dies zeigt sich auch bei den durch die Polizei bei Fahrradunfällen festgestellten Mängeln und Einflüssen. Im Zeitraum von 2005 bis 2009 wurden nur in 1 % aller Radunfälle als eine von mehreren Unfallursachen Mängel protokolliert, die auf motorische Defizite hinweisen (27-mal mangelhafte Vertrautheit mit dem Fahrrad und 11-mal mangelnde Fahrpraxis). Es ist aber sehr wohl möglich, dass solche Mängel im Nachhinein von der Polizei kaum erkannt werden können. Das ist vor allem bei Kindern zu erwarten, die womöglich regelmässig Rad fahren und diese Fähigkeiten im Grunde auch beherrschen, in der Konfliktsituation aber z. B. ins Schwanken gerieten.

In einer israelischen Studie wurde aufgezeigt, dass entgegen den Erwartungen Kinder (zwischen 8 und 12 Jahren) umso wahrscheinlicher in Unfälle auf dem Schulareal (Pausenplatz, Turnhalle, Schulklasse usw.) involviert waren, je höher die motorischen Leistungen der Kinder waren [59]. Die Autoren der Studie erklären dieses Resultat dadurch, dass Kinder mit besseren motorischen Fähigkeiten

[22] Seine Aussage sieht Kunz durch die Analysen von Unfallabläufen belegt. Bei Stürzen von Spielgeräten etwa lasse sich mangelndes Gleichgewicht als Hauptursache identifizieren. Zum Beispiel fallen Kinder von der Rutschbahn, wenn sie auf dem Scheitelpunkt zwischen Hochklettern und Rutschen eine Bewegung in instabiler Lage auf kleinstem Raum durchführen müssen [57].

sich vermehrt in Risikosituationen exponieren. Die Frage, ob sich dieses Ergebnis auf die Unfallwahrscheinlichkeit der Radfahrenden übertragen lässt, kann nicht abschliessend beantwortet werden.

Zwar ist das Gefahrenpotenzial durch mangelnde motorische Fähigkeiten durchaus hoch, allerdings ist der Anteil von Radfahrenden mit solchen Defiziten als gering einzuschätzen. Insbesondere Kinder unter 10 Jahren und ein Teil der Senioren weisen motorische Defizite aus. So wird die Relevanz dieses Risikofaktors als eher gering eingestuft. Durch eine Erhöhung der Beteiligung von Personen am Fahrradverkehr (insbesondere von wenig geübten Radfahrenden), z. B. angeregt durch Bewegungsförderungsmassnahmen im Rahmen der Gesundheitsförderung oder der nachhaltigen Entwicklung, könnte die Unfallrelevanz steigern.

2.9.3 Risikobeurteilung

Die Risikobeurteilung des Fahrverhaltens bezüglich Sensomotorik/Fahrtechnik wird in Tabelle 33 dargestellt.

Tabelle 33
Risikobeurteilung: Fahrverhalten. Motorische Defizite

Risikofaktor	Verbreitung	Gefahren-potenzial	Unfallrelevanz
Eingeschränkte motorische Fähigkeiten	*	***	**

* sehr gering / ***** sehr gross

2.10 Fahrverhalten: Fahrstil

2.10.1 Ausgangslage und Verbreitung

In einer Untersuchung (Beobachtung) im Auftrag der Stadtpolizei Zürich (n=1028) zeigte sich, dass die Hälfte der Radfahrenden (49 %) nach Einschätzung der Beobachtenden einen ruhig-ausgeglichenen Fahrstil pflegt. Aktiv-dynamisch fuhren 28 %, sportlich-ambitioniert 16 %, ängstlich-gehemmt 4 %, aggressiv-rücksichtslos 2 % und unsicher-ungeschickt 2 % [19]. Bei dieser Beobachtung handelt es sich um eine punktuelle Einschätzung des **momentanen** Fahrstils. Radfahrende mit einem z. B. sportlich-ambitionierten Fahrstil zum gegebenen Zeitpunkt müssen nicht immer diesen Fahrstil pflegen.

Die Hälfte aller Senioren zeigte einen ängstlich-gehemmten oder unsicher-ungeschickten Fahrstil. In den andern Altersgruppen entsprach die Verteilung der Fahrstile in etwa jener des Gesamtkollektivs. Der ängstliche oder unsichere Fahrstil der Senioren hängt vermutlich auch damit zusammen, dass 80 % der Personen über 60 Jahre der Meinung waren, als Radfahrende sei man für die anderen Freiwild[23].

Fahrstile, die mit einem erhöhten Unfallrisiko einhergehen (ängstlich-gehemmt, unsicher-ungeschickt, aggressiv-rücksichtslos), finden sich bei Radfahrenden somit insgesamt selten. Die Verbreitung erhöht sich jedoch durch die Senioren, die einen nicht unbedeutenden Anteil zu den gefahrenen Fahrradkilometern beitragen.

[23] Bei Personen unter 20 Jahren lag die Zustimmung bei 15 %, bei 20- bis 40-Jährigen bei 23 % und bei 40- bis 60-Jährigen bei 35 %.

2.10.2 Gefahrenpotenzial und Unfallrelevanz

Die Untersuchung von Hebenstreit und Jöri ergab, dass bei einem ruhig-gelassenen und aktiv-dynamischen Fahrstil lediglich gut 3 % der konflikthaften Begegnungen durch die Radfahrenden verschuldet wurden [19]. Bei einem sportlich-ambitionierten Fahrstil stieg dieser Anteil auf 13 %. Am meisten selbstverschuldete Konflikte finden sich jedoch bei Personen mit einem ängstlich-gehemmten (39 %), einem unsicher-ungeschickten (44 %) und einem aggressiv-rücksichtslosen Fahrstil (45 %).

Es ist noch anzumerken, dass aus den uns zur Verfügung stehenden Daten nicht hervorgeht, nach welchen Kriterien die Beobachtenden den Fahrstil der Radfahrenden einschätzten. Es ist zumindest nicht ausgeschlossen, dass diese durch die aktuelle Verkehrssituation beeinflusst wurden und ihnen deshalb z. B. bei konflikthaften Begegnungen eher ein konfliktträchtiger Fahrstil unterstellt wurde als Personen, die in keine Konflikte verwickelt waren.

Bil et al. ermittelten in ihrer Studie ein signifikant erhöhtes Risiko für Radfahrende mit einem mangelhaften Fahrstil, bei einem Unfall mit einem Personenwagen schwer verletzt oder getötet zu werden (OR=2,55; KI=1,79–3,63) [60].

2.10.3 Risikobeurteilung

Die Risikobeurteilung des Fahrverhaltens bezüglich des Fahrstils wird in Tabelle 34 dargestellt.

Tabelle 34
Risikobeurteilung: Fahrverhalten. Fahrstil

Risikofaktor	Verbreitung	Gefahren-potenzial	Unfall-relevanz
Sicherheits-abträglicher Fahrstil	**	***	**

* sehr gering / ***** sehr gross

2.11 Fahrverhalten: Fahrgeschwindigkeit

2.11.1 Ausgangslage und Verbreitung

In einer Studie (Beobachtung) im Auftrag der Stadtpolizei Zürich wurden bei 69 % aller Radfahrenden (n=1028) ein angemessenes Fahrtempo beobachtet. 24 % fuhren eher langsam. Nur eine Minderheit bewegte sich in einem Geschwindigkeitsbereich, der von den Beobachtenden als eher zu schnell (3 %) oder sogar rasant (4 %) eingestuft wurde [19]. Aufgrund der uns zur Verfügung stehenden Daten ist nicht bekannt, ob die Einschätzung der Beobachter situationsabhängig gemacht wurde (z. B. kann eine angemessene Geschwindigkeit zu schnell sein, wenn spielende Kinder in der Nähe sind).

Die Gruppe der Langsamfahrer oder jene mit angemessenem Tempo werden von den Erwachsenen dominiert. Hingegen stellen in den Gruppen der eher zu schnell und rasant Fahrenden die Jugendlichen mit je mehr als 50 % den Hauptanteil. Die Senioren sind am stärksten vertreten in der Gruppe der eher langsam Fahrenden, die Kinder in jener der eher schnell Fahrenden.

Da Jugendliche, die im Vergleich zu anderen Altersgruppen oft Rad fahren, eher zu den Schnellfahrern gehören, ist bezogen auf das Gesamtkollektiv der Radfahrenden von einer nicht unbedeutenden Verbreitung des Schnellfahrens auszugehen.

Alrutz et al. haben bezüglich der Einstellungen und dem Verhalten von Radfahrenden anhand einer Faktorenanalyse gezeigt, dass Radfahrende in ihrem Verhalten zwei Bewertungsdimensionen berücksichtigen [61]:

- Schnelligkeitsdimension
- Sicherheitsdimension

Die Altersgruppen unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Einschätzung des eigenen Verkehrsverhaltens signifikant voneinander:

- 65+ Jahre: nehmen lieber den sichersten, wenn auch nicht kürzesten Weg und verhalten sich immer gemäss Verkehrsregeln
- 45+ Jahre: sind besonders aufmerksam, aber auch langsamer unterwegs als andere Radfahrende
- 18–44 Jahre: sind weniger aufmerksam (vor allem auf ihnen gut bekannten Strecken) und auch schneller unterwegs als übrige Radfahrende. Sie haben eine grosse Umwegsensibilität und nehmen Regelverletzungen in Kauf, um den kürzesten Weg zu fahren.
- <18 Jahre: sind ebenfalls weniger aufmerksam und auch schneller unterwegs als übrige Radfahrende. Sie geben an, ihr Fahrrad weniger gut zu beherrschen / einen unsichereren Fahrstil zu haben als andere Radfahrende.

2.11.2 Gefahrenpotenzial und Unfallrelevanz

Die Fahrgeschwindigkeit hat einen entscheidenden Einfluss auf die Verkehrssicherheit: Einerseits verkürzen hohe Geschwindigkeiten die Zeit, um auf Verkehrssituationen reagieren zu können, und erhöhen dadurch die Wahrscheinlichkeit, dass es zu einem Unfall kommt. Andererseits beeinflusst die Fahrgeschwindigkeit bzw. die Aufprallgeschwindigkeit die Unfallfolgen.

Hospitalisierte Radfahrende wurden nach der gefahrenen Geschwindigkeit zum Zeitpunkt des Unfalls befragt [62]. Dabei zeigte sich, dass die Wahrscheinlichkeit einer schweren Verletzung bei einer geschätzten Geschwindigkeit von >15 mph (ca. 24 km/h) um den Faktor 1,2 höher war als bei einer Fahrgeschwindigkeit von <15 mph.

Aus einer tschechischen Studie geht hervor, dass Radfahren mit einer unangemessenen Geschwindigkeit das Risiko leicht erhöht (OR=1,52; KI=0,57–3,99), bei einer Kollision mit einem Personenwagen schwer verletzt oder getötet zu werden [60].

In einer neuseeländischen Studie stellte sich hingegen heraus, dass schnellere Radfahrende kürzere unfallbedingte Arbeitsabsenzen aufwiesen [63]. Die Autoren vermuten, dass schnellere Radfahrende sich besonders gut im Verkehrsfluss integrieren können, und dass sie dadurch besser von den motorisierten Lenkenden wahrgenommen werden.

Einen Hinweis auf die Unfallrelevanz in der Schweiz liefern die von der Polizei erfassten Mängel und Einflüsse an der Unfallstelle. In den Jahren 2005–2009 wurde bei insgesamt 332 schwer verletzten oder getöteten Radfahrenden unangepasste Geschwindigkeit als Unfallursache (möglicherweise nebst anderen) von der Polizei erwähnt (=8 % aller Unfälle). Bei Kollisionen mit zwei beteiligten Fahrzeugen (Fahrrad plus Kollisionsgegner) beträgt der Anteil 4 %. Bei Alleinunfällen wurde die Geschwindigkeit als eine mögliche Unfallursache bei jedem sechsten Unfall registriert (16 %).

2.11.3 Risikobeurteilung

Die Risikobeurteilung des Fahrverhaltens bezüglich der Fahrgeschwindigkeit wird in Tabelle 35 dargestellt.

Tabelle 35
Risikobeurteilung: Fahrverhalten. Fahrgeschwindigkeit

Risikofaktor	Verbreitung	Gefahren-potenzial	Unfall-relevanz
Hohe Fahrgeschwindigkeit	**	***	***

* sehr gering / ***** sehr gross

2.12 Fahrverhalten: Regelwidriges Fahrverhalten

2.12.1 Ausgangslage und Verbreitung

Dass sich nicht alle Radfahrenden immer an die Verkehrsregeln halten, ist allgemein bekannt. Auch Radfahrende selbst geben das zu. In einer im Auftrag der Stadtpolizei Zürich durchgeführten Befragung (Interview) von 200 Radfahrenden stimmten nur 10 % der Aussage völlig zu, dass Radfahrende sich in den meisten Fällen an Verkehrsregeln halten. Rund zwei Drittel stimmten teilweise zu und ein Viertel lehnte diese ab [19]. Rund 70 % der unter 40-jährigen Befragten gaben an, sich durch den Verkehr zu schlängeln, um schneller voranzukommen. 44 % finden nichts dabei, nebeneinander zu fahren, um sich unterhalten zu können. Rund 22 % lassen sich manchmal zu Wettfahrten verleiten. Die prozentualen Anteile der Gruppe der unter 20-Jährigen unterscheiden sich jeweils nicht von denjenigen der 20- bis 40-Jährigen. Sie nehmen aber bei den 40- bis 60-Jährigen deutlich ab und liegen bei den über 60-Jährigen bei fast 0 %.

Die Studie von Alrutz et al. zeigt auf, dass zwischen dem Verkehrswissen und dem tatsächlichen Verhalten im Verkehr eine relativ grosse Diskrepanz besteht. Sowohl das Befahren von Gehwegen, die Nutzung von Einrichtungsradwegen in entgegengesetzter Richtung oder von nicht freigegebenen Einbahnstrassen als auch das Fahren bei Rot stellen dabei die am weitesten verbreiteten regelwidrigen Verhaltensweisen dar. Die Autoren streichen heraus, dass bei der Mehrheit der befragten Personen, die solche Verhaltensweisen zeigen, gleichzeitig ein deutliches Bewusstsein für Regelübertretungen vorhanden ist und diese sicherheitsgefährdenden Verhaltensweisen daher nicht allein aus Unwissenheit entstehen [61].

2.12.2 Gefahrenpotenzial und Unfallrelevanz

Ob ein regelwidriges Verhalten wie Vortrittsmissachtung oder Fehler beim Einspuren schwerwiegende Folgen hat, hängt davon ab, ob der Radfahrer, die Verkehrssituation gut genug einschätzen kann, ob diese Missachtung ihn in eine gefährliche Lage bringt oder nicht. Da insbesondere Kinder (Kap. VI.2.2, S. 87) und Jugendliche (Kap. VI.2.6, S. 96) die Verkehrssituation oft nicht genau einschätzen können, wirkt sich bei ihnen regelwidriges Verhalten besonders negativ aus, respektive ist bei ihnen von einem hohen Gefahrenpotenzial durch regelwidriges Verhalten auszugehen.

Tabelle 36
Fehlverhaltensweisen der schwer verletzten oder getöteten Radfahrenden, 2005–2009

Mögliche Unfallursachen[1]	Nennungen
Verhaltensbezogene Mängel	
Vortrittsmissachtung diverser Art	453
Einschränkungen durch Alkohol, Drogen oder Medikamente	348
Unangepasste Geschwindigkeit	346
Links-/Rechtsfahren, Einspuren	306
Befahren eines Trottoirs in Längsrichtung	139
Fahren ohne oder mit vorschriftswidrigem Licht	86
Missachten von Zeichengebung oder Signalen	85
Zu nahes Aufschliessen	65
Befahren eines Fussgängerstreifens	60
Missachten der Lichtsignale	53
Überholen	45
Nichtbenutzen des Radwegs, -streifens	35
Keine, zu späte oder unrichtige Zeichengabe	29
Fahren in verbotener Richtung	26
Vorschriftswidriges Mitführen von Personen	16
Ablenkung durch Telefon	1
Total der verhaltensbezogenen Mängel	**2 093**
Total anderer Mängel (techn., Infrastruktur usw.)	**1 912**
Total	**4 005**

[1] (Mehrfachnennungen bis maximal 3 möglich)

Quelle: BFS, Auswertungen bfu

Ein Hinweis auf die Unfallrelevanz geben die von der Polizei festgehaltenen Mängel und Einflüsse bei Unfällen in der Schweiz. In den Jahren 2005–2009 wurden den schwer verletzten oder getöteten Radfahrenden die festgehaltenen Fehlverhaltensweisen als mögliche Unfallursache (neben anderen) angelastet (Tabelle 36). Es ist vorwegzunehmen, dass keine Aussagen über die Beweggründe dieser Fehlverhaltensweisen gemacht werden können. Sie können die Folge von Wissensdefiziten, einer rücksichtlosen Einstellung, eines Infrastrukturproblems, eines Fehlers seitens eines anderen Verkehrsteilnehmers oder Ähnliches sein. Besonders im Fall des häufigsten Fehlverhaltens «Vortrittsmissachtung» ist zu prüfen, ob dieses zu Stande kommt, weil die Verkehrssituation oder die Strassenraumgestaltung die Menschen überfordert.

Somit steht gut die Hälfte aller den Radfahrenden zugeschriebenen Mängel im Zusammenhang mit einem Fehlverhalten. Daraus lässt sich nicht folgern, dass die Hälfte aller **Unfälle** durch Fehlverhalten der Radfahrenden verschuldet wurde. Denn viele Unfälle ereignen sich, ohne dass den Radfahrenden überhaupt ein Fehlverhalten zur Last gelegt wurde. Ausserdem ist es möglich, dass parallel zu den festgestellten Verhaltensfehlern der Radfahrenden gleichzeitig bei den Kollisionsgegnern Mängel auftraten und dass das Fehlverhalten durch eine unzulängliche Infrastruktur begünstigt wird. Insgesamt lässt sich aber festhalten, dass **Verhaltensfehler seitens der Radfahrenden unfallrelevant** sind. Vergleicht man diese Ergebnisse mit denjenigen der Jahre 1999–2003, so fällt auf, dass die Anzahl schwerer Unfälle von Radfahrenden, die unter Alkohol-, Drogen- oder Medikamenteneinfluss standen, stark angestiegen ist. Die eingetragenen Mängel «Alkohol, Drogen oder Medikamente» haben von 221 (5 % aller Mängel) in den Jahren 1999–2003 auf 348 (9 % aller Mängel) in den Jahren 2005–2009 zugenommen.

Ein Fokus auf den **Innerortsbereich** verdeutlicht die **Relevanz der Einhaltung von Vortrittsregeln** [64]. Von den 80 Radfahrenden, die in den Jahren 1999–2009 im Innerortsbereich tödlich aufgrund von Vortrittsmissachtungen von Verkehrsteilnehmenden verunfallten, sind 52 auf Vortrittsmissachtungen von Radfahrenden selbst zurückzuführen. Mit Abstand am häufigsten (N=21) starben diese Radfahrenden, weil sie ein «Stop» oder «kein Vortritt» missachteten.

Bil et al. ermittelten, dass sich das Risiko bei regelwidrigem Verhalten seitens der Radfahrenden um mehr als das 3-Fache erhöht, bei einer Kollision mit einem Personenwagen schwer verletzt oder getötet zu werden (OR=3,28, KI=2,41–4,46 bei Vortrittsmissachtungen; OR=3,29, KI=1,50–7,22 beim Überholen) [60].

2.12.3 Risikobeurteilung

Die Risikobeurteilung des regelwidrigen Fahrverhaltens wird in Tabelle 37 dargestellt.

Tabelle 37
Risikobeurteilung: Regelwidriges Fahrverhalten

Risikofaktor	Verbreitung	Gefahrenpotenzial	Unfallrelevanz
Regelwidriges Fahrverhalten	****	***	***

* sehr gering / ***** sehr gross

2.13 Fahrverhalten: Erkennbarkeit

2.13.1 Ausgangslage und Verbreitung

Vielen Radfahrenden ist nicht bewusst, dass das Gesehenwerden für die Sicherheit wichtiger ist als das Sehen. Zudem wird die eigene Sichtbarkeit, bzw. Erkennbarkeit oft falsch eingeschätzt [65]. Das führt dazu, dass – auch bei Tag – viel zu wenig für die Erkennbarkeit unternommen wird.

Was die Ausstattung des Fahrrads betrifft, so ist zusammenfassend zu sagen, dass viele Fahrräder nicht über das vorgeschriebene Licht verfügen oder mit einer nicht funktionstüchtigen Lampe ausgerüstet sind. Auch bei vorhandenem und funktionierendem Licht lässt die Einschaltquote sehr zu wünschen übrig.

Wichtig ist aber nicht nur, dass die Fahrräder sichtbar sind, sondern auch, dass die Radfahrenden erkennbar sind. Dazu können sie durch das Tragen oder Montieren von reflektierenden oder grellfarbenen Materialien oder Zubehör wesentlich beitragen. Kinder schützen sich diesbezüglich am besten (etwa durch reflektierende Materialen an Schultaschen), sind aber relativ wenig an den insgesamt gefahrenen Fahrrad-Kilometern beteiligt (Tabelle 25, S. 89). Gerade bei den Jugendlichen, die oft Rad fahren, stossen solche Sicherheitsbemühungen auf wenig Akzeptanz. Auch Erwachsene legen oft keinen Wert auf eine gute Erkennbarkeit. Durch die vorherrschenden dunklen Farben bei der Kleidung ist allgemein von einer grossen Verbreitung des Risikofaktors «fehlende oder ungenügende Erkennbarkeit der Radfahrenden» auszugehen.

2.13.2 Gefahrenpotenzial und Unfallrelevanz

Das Fahren ohne oder mit vorschriftswidrigem Licht oder mit fehlerhafter Beleuchtung birgt bezogen auf Nachtunfälle ein grosses Gefahrenpotenzial. Bei 22 % der **nächtlichen** Kollisionen mit motorisierten Fahrzeugen wurde die Beleuchtung der Radfahrenden beanstandet. Angesichts des ohnehin hohen Anteils an nächtlichen Fahrten ohne Licht (rund ein Drittel), weist dies nicht auf einen deutlichen Risikofaktor hin. Bezogen auf Kollisionen mit motorisierten Fahrzeugen insgesamt (also nicht nur nachts) ist dieser Fehler nur in 4 % der Unfälle relevant. Die Problematik der Erkennbarkeit beschränkt sich jedoch nicht nur auf das fehlende oder vorschriftswidrige Licht. Wie bereits erwähnt, erhöhen dunkle Kleidung und fehlendes fluoreszierendes Material das Gefahrenpotenzial – auch bei Tagunfällen. Dies zeigt sich auch an der Häufigkeit von Vortrittsmissachtungen als Unfallursache. In vielen Fällen ist davon auszugehen, dass die Radfahrenden nicht rechtzeitig gesehen wurden [65].

Kwan und Mapstone kamen in ihrer Review aufgrund von 42 Studien zum Schluss, dass diverse Sichtbarkeitshilfen bei Radfahrenden (und Fussgängern) das Reaktionsverhalten der Fahrzeuglenkenden beeinflussen. Beispielsweise können durch das Tragen von gelb, rot oder orange fluoreszierenden Materialien am Tag die Ortung und Erkennung von Radfahrenden deutlich verbessert werden [66]. In der Nacht wird die Sichtbarkeit von Radfahrenden vor allem durch Scheinwerfer, Blinklichter und reflektierende Materialien in rot und gelb markant erhöht. Besonders auffällig sind Radfahrende, wenn Arme und Beine mit Reflektoren bestückt sind, sodass die Bewegungen des Radfahrenden gut erkannt werden [66].

Eine neuseeländische Studie aus dem Jahr 2008 legt dar, dass Radfahrende, die nach eigener Aussage immer fluoreszierende Farben tragen, gegenüber Radfahrenden, die nie fluoreszierende Farben tragen, eine um den Faktor 8 reduzierte Anzahl Tage aufgrund eines Fahrradunfalls hospitalisiert waren [63].

2.13.3 Risikobeurteilung

Die Risikobeurteilung des Fahrverhaltens bezüglich der Erkennbarkeit wird in Tabelle 38 dargestellt.

Tabelle 38
Risikobeurteilung: Fahrverhalten. Ungenügende Sichtbarkeit

Risikofaktor	Verbreitung	Gefahren-potenzial	Unfall-relevanz
Ungenügende Erkennbarkeit (auch tagsüber)	*****	****	*****

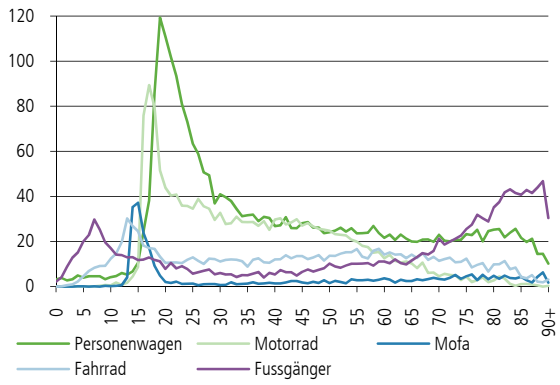
* sehr gering / ***** sehr gross

2.14 Risikogruppen

Lassen sich Personengruppen identifizieren, die durch eine Anhäufung von Risikofaktoren oder durch einen spezifischen Risikofaktor hervorstechen? Bevor auf diese Frage eingegangen wird, ist es sinnvoll, sich ein Gesamtbild vom Unfallgeschehen nach Verkehrsmittel und Alter der Verkehrsteilnehmenden zu machen (Abbildung 19).

Die Anzahl Schwerverletzter und Getöteter steigt ab dem Alter, in dem die Art der Verkehrsteilnahme aktiv möglich (zu Fuss oder mit dem Fahrrad) bzw. gesetzlich erlaubt ist (Motorfahrrad, Motorrad und Personenwagen), während 2–3 Jahren stark an und sinkt danach deutlich während ein paar Jahren ab. Das Unfallrisiko des Radfahrers erhöht sich deutlich ab 10 Jahren und erreicht im Alter von 13 Jahren die Spitze. Unter den 19-Jährigen gibt es ungefähr gleich viele schwer verletzte oder getötete Radfahrende pro 100 000 Einwohner wie bei den 10-Jährigen. Im Gegensatz zu den Fussgängern gibt es bei den Radfahrenden keine weitere «altersspezifische Unfallspitze». Das Risiko eines schweren Unfalls als Fussgänger ist nicht nur bei Kindern zwischen 4 und 10 Jahren hoch, sondern auch bei den Senioren [67].

Abbildung 19
Schwere Personenschäden pro 100 000 Einwohner nach Alter und Verkehrsteilnahme, 1999–2009



Quelle: BFS, Auswertungen bfu

Kindern fehlt es entwicklungsbedingt an manchen für die Verkehrsteilnahme notwendigen **Fähigkeiten (kognitive, emotionale, motivationale, motorische)**. Auch wenn ein Kind «Rad fahren kann», darf das nicht über seine grundlegenden Defizite hinwegtäuschen. Diese zeigen sich leider oft erst in Situationen mit Konfliktpotenzial. Kinder sind bis zum Alter von etwa 7 Jahren im Verkehr gänzlich überfordert. Zwischen dem 7. und dem 9. Lebensjahr eignen sich Kinder viele notwendige Fertigkeiten an. Auch in der Altersgruppe der 10- bis 14-Jährigen ist noch mit punktuellen Defiziten zu rechnen. Entwicklungsdefizite beeinträchtigen ausserdem die Möglichkeit, Fehler anderer Verkehrsteilnehmenden zu korrigieren. Ein zusätzlicher Risikofaktor kann die geringe **Körpergrösse** sein. Hinzu kommen **Wissenslücken** bei Signalkenntnissen und Verkehrsabläufen. **Regelwidriges Verhalten** zeigt sich in dieser Altersgruppe vorwiegend in Form von Vortrittsmissachtungen. Diese stehen vermutlich mit den kindlichen Defiziten in der Wahrnehmung und Informationsverarbeitung und/oder Wissensdefiziten im Zusammenhang. Von den in den Jahren 2005–2009 schwer verletzten oder getöteten Kindern zwischen 5 und 9 Jahren, die mit einem motorisierten Fahrzeug kollidierten, haben gemäss der Strassenverkehrsunfallstatistik fast die Hälfte (46 %) eine Vortrittsmissachtung begangen. Bei Kindern zwischen 10 und 14 Jahren lag der Anteil bei gut einem Drittel (35 %). Alleinunfälle sind vor allem bei unter 10-jährigen Kindern selten.

Viele der schwer verletzten oder getöteten Radfahrenden sind Jugendliche (zwischen 15 und 17 Jahren). Ihr Anteil (4,6 %) liegt deutlich über jenem, der aufgrund ihres Bevölkerungsanteils zu erwarten wäre (3,7 %). Die hohe Unfallzahl hängt mit der hohen **Kilometerleistung** der Kinder im Alter zwischen 15 und 17 Jahren zusammen (Tabelle 25). Analysiert man nämlich die Unfallzahlen unter Berücksichtigung der Fahrleistung, zeigt sich, dass Jugendliche pro gefahrenen Kilometer am seltensten verunfallen (Abbildung 10). Alleinunfälle dieser Altersgruppe werden oft durch zu schnelles Fahren verursacht (möglicherweise zusammen mit anderen Risiken). Auch übermässiger Alkohol- oder Drogenkonsum führen nicht selten (möglicherweise in Kombination mit anderen Risiken) zu Alleinunfällen. Drei Viertel der Fahrradunfälle von Jugendlichen sind jedoch Kollisionen mit motorisierten Fahrzeugen. Jugendliche bemühen sich aber zu wenig, ihre **Erkennbarkeit** zu verbessern.

Senioren zeigen häufig **altersbedingte Defizite in der Wahrnehmung, der Informationsverarbeitung und der Motorik**. Senioren zeigen nicht selten einen **unsicheren, ungeschickten Fahrstil.** Sie erleiden insgesamt zwar häufig schwere oder gar tödliche Verletzungen, weisen aber kein deutlich höheres Unfallrisiko auf als andere Altersgruppen.

In Schweden, Deutschland und den Niederlanden waren fast die Hälfte der getöteten Radfahrenden Senioren (65+ Jahre) [68]. In der Schweiz sind die Verhältnisse ähnlich. 69 von 183 Getöteten waren in den Jahren 2005–2009 Senioren. Viele (20 %) stürzen beim Besteigen oder Verlassen des Fahrrads.

Die polizeiliche Registrierung von Unfällen in der Schweiz enthält keine Angaben zur sozioökonomischen Schichtzugehörigkeit der Verunfallten. Aussagen zu deren Einfluss auf die Unfallwahrscheinlichkeit können daher für unser Land nicht gemacht werden. In Australien wurde das grösste Risiko, als Folge eines Fahrradunfalls hospitalisiert zu werden, bei Kindern aus der untersten Einkommensschicht festgestellt [69]. In den Niederlan-

den wurde hingegen ermittelt, dass Radfahrende mit höherem Einkommen öfters tödlich verunfallen als jene mit einem geringen Einkommen. Das ist gemäss Laflamme darauf zurückzuführen, dass Personen mit höherem Einkommen auch öfters Rad fahren.

2.15 Fazit

Aufgrund der durchgeführten Literaturanalyse, wenn möglich plausibilisiert anhand der schweizerischen Unfallzahlen, kann gefolgert werden, dass sich Radfahrende bei Unfällen schwer verletzten, weil sie:

- über mangelhaftes **Gefahrenbewusstsein** verfügen
- über mangelhaftes verkehrsrelevantes **Wissen** verfügen
- nachts und insbesondere tagsüber schlecht **erkennbar** unterwegs sind
- sich nicht an die **Verkehrsregeln** halten
- **zu schnell** fahren
- unter **Alkoholeinfluss** stehen

Kinder unter 8 Jahren sind aufgrund ihrer kognitiven und sensomotorischen Fähigkeiten den heutigen Anforderungen des Strassenverkehrs nicht gewachsen. Bis zu einem Alter von 10 Jahren ist nach wie vor Vorsicht geboten. Auch Jugendliche sind durch ihr geringes Gefahrenbewusstsein, ihre Selbstüberschätzung und – wenn mit anderen unterwegs – ihre Ablenkung durch die soziale Interaktion besonderen Risiken ausgesetzt. Im Unterschied zu den Jugendlichen (die im Vergleich zu anderen Altersgruppen relativ oft Rad fahren) halten sich jüngere Kinder nicht lange im Verkehr auf und wenn, dann vermutlich häufig begleitet, was zumindest aufgrund der vergleichsweise geringen Anzahl von Schwerverletzten oder Getöteten in dieser Altersgruppe zu vermuten ist. Die im Rahmen der Verkehrserziehung an der Unterstufe erworbenen Regelkenntnisse, verblassen bereits im Kindes- und Jugendalter. Es ist davon auszugehen, dass Vortrittsmissachtungen zum Teil auf Unwissen zurückzuführen sind. Rund einem Drittel der Kinder und Jugendlichen wird bei Kollisionen von der Polizei eine Vortrittsmissachtung zugeschrieben.

Senioren, die fast die Hälfte der Todesfälle ausmachen, sind ebenfalls von entwicklungs- bzw. alterungsbedingten Defiziten betroffen (im Bereich der Wahrnehmung, Informationsvermittlung und Sensomotorik) und es wird vermutet, dass einige von ihnen ohne genügend Regelkenntnisse Rad fahren. Allerdings sind Senioren nicht primär durch diese Faktoren gefährdet, sondern vielmehr durch ihre erhöhte Vulnerabilität. Sie erleiden schneller schwerere Verletzungen und erholen sich langsamer davon, was ihre hohe Opferzahl zu einem grossen Teil erklärt.

Bei **Erwachsenen** finden sich wenig spezifische Risikofaktoren. Auffallend ist gemäss polizeilich registrierter Unfälle lediglich der Mangel «Alkohol». Er betrifft in erster Linie Personen im Altssegment von 18 bis 59 Jahren (bei Alleinunfällen wird aber auch jedem Fünften 15- bis 17-Jährigen der Mangel «Alkohol» zugeschrieben).

Die grosse Mehrzahl der Radfahrenden ist unabhängig von ihrem Alter **ungenügend erkennbar (insbesondere am Tag)**. Dies ergibt sich durch ihre schmale Silhouette (gegenüber zunehmend höheren Autos) und die oft dunkle Bekleidung. Von allen Risikofaktoren wird der ungenügenden Erkennbarkeit die grösste Unfallrelevanz zugesprochen. Eine bessere Erkennbarkeit würde zwar keine Alleinunfälle verhindern, aber vermutlich einen grossen Anteil der Kollisionen – insbesondere als Folge von Vortrittsmissachtungen.

Auch **zu schnelles Fahren** ist relativ unabhängig vom Alter ein wichtiger Risikofaktor und bei Alleinunfällen bedeutender als bei Kollisionen.

Ungenügende sensomotorische Fähigkeiten wurden in der Risikoanalyse insgesamt – d. h. bezogen auf alle Radfahrenden – nicht als zentraler Risikofaktor identifiziert. Es wird davon ausgegangen, dass jene Erwachsenen, die oft Rad fahren – und daher eine wichtige Zielgruppe sind, da sie den Gefahren des Verkehrs öfters ausgesetzt sind – ausreichende sensomotorische Fähigkeiten besitzen bzw. umgekehrt wenige Erwachsene regelmässig mit dem Rad unterwegs sind, die das Fahrrad nicht ausreichend beherrschen (aber in Einzelfällen möglich). Die Sensomotorik entwickelt sich erst mit der Zeit, sodass Kinder und zum Teil auch Jugendliche, insbesondere bei geringer Fahrpraxis, diesbezüglich Defizite aufweisen (Reaktionszeit, Gleichgewicht, Bremsverhalten). Aufgrund der geringen Unfallzahlen bei Kindern ist davon auszugehen, dass Kinder mit grossen Defiziten entweder wenig am Verkehr teilnehmen oder begleitet werden. Die nicht selten geäusserten Beobachtungen von Verkehrsinstruktoren, dass die Sensomotorik der Kinder schlechter geworden sei, lassen sich möglicherweise darauf zurückführen, dass es heute mehr Kindern als früher an ausreichender Fahrpraxis fehlt – was an einer praktischen Prüfung zwangsläufig zu Unsicherheiten führt. Im fortgeschrittenen Alter verschlechtert sich die Sensomotorik oft wieder. Nicht selten verletzen sich ältere Radfahrende beim Auf- und Absteigen, was als ein Indiz für mangelnde Sensomotorik gesehen werden kann.

3. Fahrrad

3.1 Einleitung

Im Kapitel VI.3.2, S. 114 wird gezeigt, welche Eigenschaften des Fahrrads die Sicherheit der Radfahrenden reduzieren können. Zunächst wird auf zentrale Charakteristika von Fahrrädern eingegangen. Diese zeigen auf, wo die übergeordneten Probleme des Fahrrads als Verkehrsmittel liegen. Im Kapitel VI.3.3, S. 116 wird der Abstraktionsgrad reduziert und der Frage nachgegangen, ob bestimmte Fahrradtypen (Mountainbike, Rennrad usw.) mit einem erhöhten Risiko behaftet sind. Die anschliessend betrachtete Betriebssicherheit von Fahrrädern wird in drei Kapiteln behandelt: Zuerst wird der allgemeine technische Qualitätszustand (Kap. VI.3.4, S. 118) thematisiert und anschliessend in separaten Kapiteln spezifisch auf die Fahrradbeleuchtung (Kap. VI.3.5, S. 120) und die Bremsanlage (Kap. VI.3.6, S. 121) eingegangen. Die vertiefte Betrachtung von Licht- und Bremsanlage begründet sich durch die – im Vergleich zu anderen Fahrradkomponenten – erhöhte Unfallrelevanz. Zum Schluss werden sicherheitskritische Eigenschaften von Fahrradanhängern zum Kindertransport aufgezeigt (Kap. VI.3.7, S. 122). Das Thema E-Bike wird in einem Exkurs im Anhang (Kap. IX.1, S. 275) kurz gestreift.

3.2 Grundcharakteristika von Fahrrädern

3.2.1 Ausgangslage und Verbreitung

Fahrräder unterscheiden sich in vielen Merkmalen (Lenker, Rahmen, Schaltung, Raddurchmesser usw.) voneinander. Alle Fahrräder weisen aber auch gemeinsame Eigenschaften auf. Bezüglich der Verkehrssicherheit sind vor allem folgende von Bedeutung:

- Aufbau des Fahrrads
- kleine räumliche Dimension
- hohe Fahrinstabilität

3.2.2 Gefahrenpotenzial und Unfallrelevanz

Aufbau des Fahrrads

Zum einen ist das Fehlen einer Knautschzone zu erwähnen. Dies hat zur Konsequenz, dass die Verletzungsschwere insbesondere auf zwei andere Faktoren verlagert wird: einerseits auf die Kleidung resp. die persönliche Schutzausrüstung der Radfahrenden und andererseits auf die Eigenschaften des Kollisionsobjekts (vor allem auf die Konstruktionsmerkmale der Fahrzeugfront). Zum anderen sind hervorstehende Bauteile des Fahrrads selbst hervorzuheben, namentlich Lenkerenden und Pedale. Je nach Sturzmechanismus können dadurch schwere Verletzungen verursacht werden. Schwere Leberverletzungen bei Kindern (Quetschungen, Prellungen) sowie innere Verletzungen im Beckenbereich sind in diesem Zusammenhang besonders häufig.

Räumliche Ausdehnung

Die geringe räumliche Ausdehnung führt dazu, dass Radfahrende in bestimmten Verkehrskonstellationen von motorisierten Verkehrsteilnehmenden leicht übersehen werden. So verwundert es nicht, dass die häufigste Unfallursache bei Motorfahrzeug-Fahrrad-Kollisionen gemäss der Strassenverkehrsunfallstatistik die Vortrittsmissachtung ist. Bei 37 % der schweren Kollisionen wird dieser Mangel dem Kollisionsgegner angelastet, bei 22 % dem Radfahrer (Tabelle 24, S. 83). Die Missachtung des Vortritts der Radfahrenden ist vermutlich in der Regel nicht auf ein absichtliches Fehlverhalten der MFZ-Lenkenden im Sinn eines Konkurrenzkampfs zurückzuführen, sondern auf die kleinen Dimensionen von Fahrrädern. Letzteres bewirkt einerseits, dass Fahrräder oftmals zu spät oder gar nicht erkannt werden. Andererseits wird das Einschätzen der Geschwindigkeiten erschwert. Entgegen der Alltagsmeinung besteht das Problem der leichten Übersehbarkeit insbesondere während den hellen Tageszeiten und – sofern das Fahrrad vorschriftsmässig mit Licht ausgerüstet ist – nicht bei Dunkelheit. Dies hängt damit zusammen, dass das Fahrradlicht in der Nacht einen starken Kontrastreiz zur dunklen Umgebung darstellt und infolge dieser visuellen Auffälligkeit mit grösserer Wahrscheinlichkeit bewusst wahrgenommen wird.

Fahrinstabilität

Die Kombination des relativ hohen Schwerpunktes, der Einspurigkeit und der geringen Fahrgeschwindigkeit führt zu einer instabilen Lage des Gefährtes. Dadurch setzt ein sicheres Fahren sensomotorische Fertigkeiten voraus, die insbesondere bei Kindern, aber teilweise auch bei Senioren nicht gegeben sind.

3.2.3 Risikobeurteilung

Durch die Instabilität in Verbindung mit der fehlenden Knautschzone von Fahrrädern können auch kleine Fahrfehler oder minimale Versäumnisse schwerwiegende Folgen haben. Im Mischverkehr mit den Motorfahrzeugen erhöht sich das Problem, zumal hier auch die leichte Übersehbarkeit hinzukommt [70]. Die Risikobeurteilung im Sinn der Gefahrenquantifizierung ist bei den beschriebenen drei Grundproblemen aufgrund ihres hohen Abstraktionsgrades nicht sinnvoll.

3.3 Fahrradtypen

3.3.1 Ausgangslage und Verbreitung

Gemäss Art. 24 VTS sind Fahrräder «Fahrzeuge mit wenigstens zwei Rädern, die durch mechanische Vorrichtungen ausschliesslich mit der Kraft der darauf sitzenden Personen fortbewegt werden». Eine solche Definition lässt eine grosse Vielfalt von Ausführungsvarianten für Fahrräder zu (Alltagsrad, Mountainbike, Sportrad usw.). In einer Untersuchung von Scherer und Ewert wurden fast 7000 Fahrräder überprüft, wobei sich folgende Verteilung zeigte (Tabelle 39) [71].

Auch die aktuellen Verkaufszahlen aus den Jahren 2006–2010 stehen im Einklang mit obigem Befund: Mountainbikes machen rund 40 % aller verkauften Fahrräder aus (Verband der Schweizer Fahrradlieferanten).

Einen regelrechten Boom erlebten indes die Verkaufszahlen von E-Bikes (Tabelle 40). Dabei gilt es jedoch zu berücksichtigen, dass E-Bikes gemäss Art. 18 VTS in die Kategorie der Motorfahrräder fallen und demnach nicht als Fahrräder gelten (Tabelle 40) (zu Risiken und Massnahmen: Kap. IX.1, S. 275).

Es stellt sich die Frage, ob die Konstruktionsart bestimmter Fahrrad-Typen in kausaler Art und Weise mit dem Unfall- oder Verletzungsrisiko zusammenhängt.

3.3.2 Gefahrenpotenzial und Unfallrelevanz

Es stehen kaum Informationen zur Verfügung, um die Risiken von verschiedenen Fahrradtypen (Mountainbike, Citybike, Rennrad usw.) zu bestimmen. Immerhin gelangt eine amerikanische Studie zum Schluss, dass Mountainbike- und Rennradfahrer im Vergleich zu Alltags-Radfahrenden ein um 77 bzw. 91 % erhöhtes Risiko aufweisen [72]. Doch selbst aufgrund von typenspezifischen Unfalldaten können kaum sinnvolle Schlussfolgerungen bezüglich der Gefährlichkeit einzelner Fahrradtypen gezogen werden. Das hängt damit zusammen, dass die Expositionszeit unbekannt ist. Weiterhin liegt stets eine starke Konfundierung von Fahrradtyp mit der Fahrweise und dem Verwendungszweck und somit auch mit dem bevorzugten Einsatzgebiet vor[24].

Im Rahmen einer in Deutschland durchgeführten Befragung von Radfahrenden wurde das Unfallgeschehen verschiedener Fahrrad-Typen untersucht [73]. Obwohl diese Befunde aufgrund oben genannter Gründe keine Rückschlüsse auf die Gefährlichkeit einzelner Fahrrad-Typen erlauben, sollen einige Resultate dargestellt werden (Abbildung 20).

Tabelle 39
Anteile von Fahrradtypen, 1995 (n=6802)

Fahrradtyp	Prozent
Mountainbike (15–18 Gänge, robust)	47
Standard-/Citybike (3–6 Gänge)	23
Sportrad (5–12 Gänge, Sportlenker)	18
Rennrad (12–14 Gänge, schmale Pneus)	6
Andere	6

Quelle: Scherer, Ewert [71]

Tabelle 40
Verkaufszahlen von Fahrrädern und E-Bikes, 2006–2010

Jahr	Total Fahrräder	E-Bikes	Prozent
2005	280 840	1 792	0.6
2006	299 286	3 181	1.1
2007	314 161	5 825	1.9
2008	314 784	11 631	3.7
2009	349 900	23 886	6.8
2010	351 003	39 247	11.2

Quelle: www.velosuisse.ch

[24] Ein augenscheinliches Beispiel für die Konfundierungsproblematik ist der Befund von [73], dass Fahrrad-Typen, die immer mit einer Lichtanlage ausgestattet sind, am ehesten an Unfällen in der Dunkelheit beteiligt sind. Dieses Resultat ist auf die Exposition zurückzuführen und nicht darauf, dass Fahrrad-Typen mit einer Lichtanlage gefährlicher sind.

Die Befunde zeigen insbesondere zwei Auffälligkeiten: Einerseits ist der Anteil an Selbstunfällen bei Renn- und Rennsporträdern (= Rennrad mit Schutzblech und Gepäckträger) geringer als bei den anderen Fahrrad-Typen. Andererseits sind Kollisionen mit anderen Fahrrädern bei Mountainbikes und ATB (= Mountainbike mit Schutzblech und Gepäckträger) seltener als bei anderen Fahrrad-Typen.

Abbildung 20
Unfallgeschehen nach Fahrradtypen und Kollisionsgegner

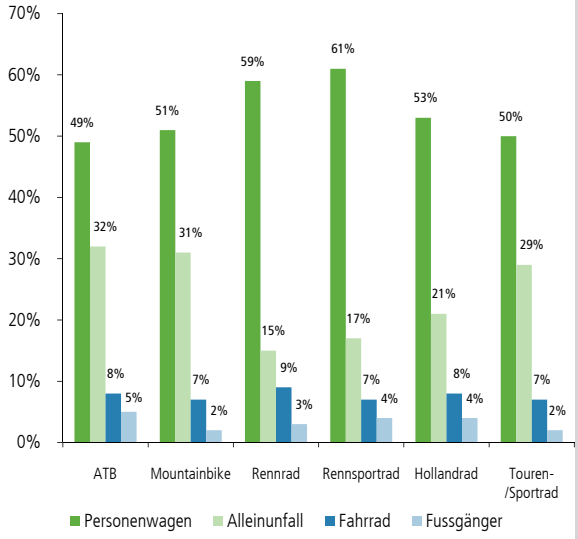
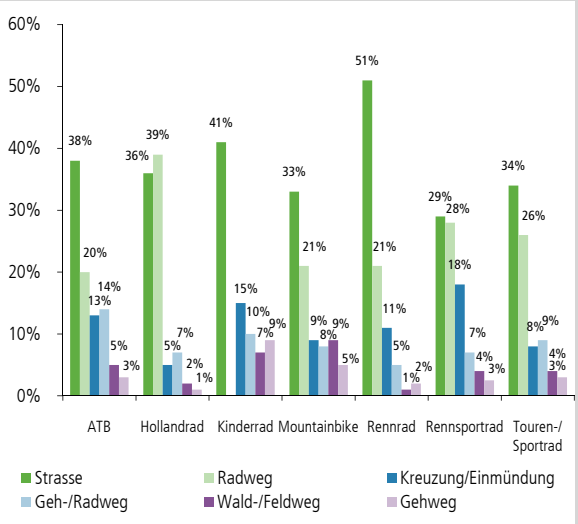


Abbildung 21
Unfallgeschehen nach Fahrradtypen und Unfallorten



Quelle: Heinrich, Osten-Sacken, [73]

Im hohen Anteil der Rennradunfälle auf der Strasse spiegelt sich der typische Einsatzraum wider. Aus diesem Grund finden sich auch fast keine Unfälle von Rennrädern auf Wald- oder Feldwegen. Ganz anders beim Mountainbike: Kein anderer Fahrrad-Typ weist einen so hohen Anteil an Unfällen auf Wald- und Feldwegen auf. Der deutlich niedrige Anteil an Unfällen des ATB auf Wald- und Feldwegen und der höhere Anteil im Kreuzungsbereich ist ein Indiz dafür, dass das ATB mehr als das Mountainbike im Stadtverkehr eingesetzt wird. Bei Kinderrädern zeigt sich eine deutliche Verlagerung des Unfallgeschehens vom Radweg auf den Gehweg. Dies ist auf die in Deutschland geltende gesetzliche Vorschrift zurückzuführen, dass Kinder bis zum Alter von 8 Jahren auf dem Gehweg fahren müssen und bis zum Alter von 10 Jahren auch dürfen [73].

Abschliessend kann festgehalten werden, dass mit unterschiedlichen Fahrradtypen zwar durchaus unterschiedlich hohe Unfallbelastungen assoziiert sein mögen, diese aber in der Regel auf unterschiedliches Fahrverhalten (Fahrstil, Einsatzgebiet, Fahrzeitpunkt, Verwendungszweck usw.) und nicht auf die unterschiedliche Konstruktionsart der Fahrradtypen zurückzuführen sind. Es darf vermutet werden, dass insbesondere eine Ausnahme existiert: Infolge der geringen Höhe von Liegerädern können diese im Mischverkehr (selbst mit einem montierten Wimpel) leichter übersehen werden und bringen somit eine erhöhte Gefährdung der Radfahrenden mit sich. Unfalldaten liegen hierzu nicht vor. Die Unfallrelevanz dürfte jedoch infolge des sehr seltenen Vorkommens solcher Fahrräder vernachlässigbar sein.

3.4 Betriebssicherheit: Technischer Qualitätszustand

3.4.1 Ausgangslage und Verbreitung

Ein technisch einwandfreies Fahrrad ist eine notwendige, wenngleich nicht hinreichende Bedingung für sicheres Radfahren. Gemäss [74] weisen rund 20 bis 50 % der im Alltag gefahrenen Fahrräder mindestens einen sicherheitsrelevanten Mangel auf. Die Quoten mangelhafter Fahrräder hängen stark von den Umständen ab: Nachts zeigt sich ein schlechteres Bild als bei Arbeitspendlern oder Langstreckenfahrern. In Innenstädten mit ortsfester Beleuchtung finden sich mehr Radfahrende ohne Licht als an unbeleuchteten Orten. Cityräder sind besser ausgerüstet als Mountainbikes und junge Menschen sind eher mit mangelhaften Fahrrädern unterwegs als ältere. Die häufigsten Mängel entfallen auf die Bereiche Bremsen, Räder und Beleuchtung. Auch eine Untersuchung aus Österreich [74] kommt zum Schluss, dass die häufigsten Mängel in den genannten drei Bereichen liegen.

3.4.2 Gefahrenpotenzial und Unfallrelevanz

Trotz des häufigen Vorkommens von technischen Fahrradmängeln sind Unfälle, bei denen diese als (Mit-)Ursache genannt werden, selten. In der Strassenverkehrsunfallstatistik werden nur bei 3–4 % aller schweren Fahrradunfälle «Mängel am Fahrzeug» als Mitursache angegeben (Tabelle 23 und Tabelle 24 in Kap. V.6.3, S. 83)

Für den rapportierenden Polizeibeamten lässt sich am Unfallort häufig nicht – oder im Fall eines demolierten Fahrrads nicht mehr – feststellen, welche technischen Mängel vorlagen, geschweige denn ihre Bedeutung für den Unfall einschätzen. Andererseits kann nicht ausgeschlossen werden, dass von verunfallten Radfahrenden technische Mängel als Unfallgrund angegeben werden, um vom eigenen Fehlverhalten abzulenken. In Anbetracht dieser Erfassungsprobleme ist es sinnvoll, die Frage der Unfallrelevanz technischer Mängel anhand weiterer Studien zu klären.

In den Niederlanden hat die SWOV in den Jahren 1995 und 1996 eine schriftliche Befragung von ambulant oder stationär im Spital behandelten Radfahrenden durchgeführt. Bei den unter 12-Jährigen gaben 4 % einen technischen Mangel ihres Fahrrads als Unfallursache an. Bei den über 12-Jährigen waren es 7 % [75]. Bei einer in Deutschland durchgeführten Untersuchung, die ebenfalls auf einer Befragung der Radfahrenden selbst basiert, haben fast 12 % die Schuld an ihrem Unfall einem defekten Fahrrad-Bauteil zugesprochen [73]. Es ist unklar, inwieweit die Antworten der befragten Personen der objektiven Wahrheit entsprechen oder blosse Rechtfertigungen darstellen.

Im Grossraum Hannover wurden im Rahmen einer speziellen Dokumentation von Fahrradunfällen der Anteil sowie der Einfluss technischer Mängel detailliert untersucht. Die Unfallerhebung erfolgte nach einem statistischen Stichprobenplan, der jährlich etwa 1000 Unfälle mit Personenschäden vor Ort dokumentierte. Der Anteil an Fahrradunfällen betrug 31,4 % (n=305). Es ergab sich, dass bei 90 von diesen 305 Unfällen ein Mangel am Fahrrad vorlag (29,5 %) und in 17 Fällen (5,6 %) der technische Mangel am Fahrrad als Mitursache des Unfalls gewertet werden konnte. Doch selbst bei diesen 17 Fällen wurde der Unfall zu einem beachtlichen Teil auf mangelhaftes Verhalten der Radfahrenden zurückgeführt: In 5 Fällen wurde der Radweg auf der falschen Seite befahren. Ausserdem

waren einige der Radfahrenden alkoholisiert und nicht mehr in der Lage, das Fahrrad optimal zu steuern [73].

In einer im Auftrag der Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt) durchgeführten Studie zur Unfallursächlichkeit von technischen Mängeln an Fahrrädern wurden insgesamt 1536 Unfälle mit Beteiligung von Fahrrädern ausgewertet. Es zeigte sich, dass 9,7 % der Fahrräder einen technischen Mangel aufwiesen, wobei der Mangel in 4,7 % aller Unfälle unfallursächlich oder wahrscheinlich unfallbeeinflussend war [76].

Ebenso geht aus einer deutschen Untersuchung von über 80 000 Fahrradunfällen hervor, dass Mängel am Fahrrad in 2 % der Fälle unfallverursachend waren, wobei es sich in über der Hälfte der Fälle um eine defizitäre Beleuchtung handelte [77]. Auf der Basis verschiedener Studien, die versuchen die Unfallrelevanz von technischen Fahrradmängeln zu eruieren, kommt die IG Velo zum Schluss: «Über die Unfallrelevanz gibt es wenig verlässliche Daten. Der Anteil der Fahrradunfälle, welche auf Mängel am Fahrrad zurückzuführen sind, zeigt je nach Statistik und den erfassten Unfallarten eine beträchtliche Streuung. Im Strassenverkehr dürfte der Anteil zwischen 2 und 7 % liegen» [78, S. 36]. Es sei darauf hingewiesen, dass das Problem mangelhafter Komponenten nicht ausschliesslich Billigfahrräder betrifft. Eine niederländische Studie hat beispielsweise ergeben, dass Fahrräder aus Warenhäusern nicht häufiger defekt waren als Fahrräder aus dem Fachhandel [79].

Die meisten mangelhaften Fahrrad-Komponenten wie Defekte an Lenker, Reifen, Gabel, Rahmen, Kette usw. führen vorwiegend zu Selbstunfällen. Mängel an der Licht- oder Bremsanlage gehen demgegenüber auch mit Kollisionsunfällen einher [73], die für den Radfahrer im Durchschnitt deutlich gefährlicher sind als Selbstunfälle (Kap. V.6, S. 82). Deshalb werden die letztgenannten zwei Fahrrad-Komponenten nachfolgend vertieft betrachtet.

3.4.3 Risikobeurteilung

Die Risikobeurteilung der Betriebssicherheit bezüglich der technischen Fahrradmängel wird in Tabelle 41 dargestellt.

Tabelle 41
Risikobeurteilung: Betriebssicherheit. Technische Fahrradmängel

Risikofaktor	Verbreitung	Gefahren-potenzial	Unfall-relevanz
Technische Fahrrad-mängel (exkl. Bremsen und Beleuchtung[1])	*	**	*

[1] Die Risikobeurteilung mangelhafter Bremsen und Beleuchtung wird in den nachfolgenden Kapiteln separat ausgewiesen.

* sehr gering / ***** sehr gross

3.5 Betriebssicherheit: Fahrradbeleuchtung

3.5.1 Ausgangslage und Verbreitung

Untersuchungen zur Lichtanlage von Fahrrädern kommen zum Ergebnis, dass bei Dunkelheit ein Drittel aller Radfahrenden ohne funktionierendes Licht unterwegs ist. Bei weiteren 13 % funktioniert das Licht entweder nur hinten oder nur vorne. Das heisst, nur ca. die Hälfte aller Radfahrenden ist bei Dunkelheit mit vollständigem Licht unterwegs [71,80]. Auch eine niederländische Studie kommt zum Befund, dass nur gerade die Hälfte der Radfahrenden bei Dämmerung und Dunkelheit mit einem funktionierenden Frontlicht unterwegs sind [81]. Im Rahmen einer Zählung in Österreich wurde das Fazit gezogen: «Interessanterweise gleichen sich die Quoten über Ländergrenzen hinweg. So belegten Zählungen im Monat Februar in Innsbruck, dass nur 46 % der Radfahrenden bei Dunkelheit ordnungsgemäss beleuchtet fahren. 35 % haben überhaupt keine Beleuchtung, 19 % nur teilweise» [82]. Bei Mountainbikes ist die Ausgangssituation noch gefährlicher: «hier verwenden nur 2 von 3 Radfahrenden die vorgeschriebene Lichtanlage» [82]. Der Hauptgrund für lichtlose Fahrten bei Dämmerung und Dunkelheit liegt weniger bei technischen Defekten an der Beleuchtungsanlage als vielmehr darin, dass Radfahrende gar kein (Steck-)Licht montiert haben. Falls ein technischer Defekt vorliegt, ist dieser primär durch schlechte Montage oder Wartung bedingt und seltener durch technisches Versagen des Systems [80].

3.5.2 Gefahrenpotenzial und Unfallrelevanz

Die Problematik der geringen Lichtbenutzung und die damit verbundene Risikoerhöhung sind Gründe, die dazu beitragen, dass sich Nachtunfälle überproportional häufig ereignen: Während Nachtfahrten lediglich 10 % aller Fahrradfahrten ausmachen, geschehen in dieser Zeitspanne 20 % der Fahrradunfälle [80]. Auch ausländische Studien belegen die in der Nacht erhöhte Unfallgefährdung. Jaermark et al. gehen beispielsweise von einem doppelten bis 5-fachen Risiko aus [83]. Bei einer Befragung von Radfahrenden zeigte sich, dass rund ein Drittel der bei Dunkelheit verunglückten Personen der Meinung war, dass die Ursache bei der fehlenden Beleuchtung lag [80].

Das Gefahrenpotenzial einer fehlenden oder fehlerhaften Beleuchtung erklärt sich damit, dass ein unbeleuchtetes Fahrrad nachts für andere Verkehrsteilnehmende schwer erkennbar ist. Dadurch ist das Kollisionsrisiko erheblich erhöht. Die Gefahr einer mangelhaften Beleuchtung liegt also weniger darin begründet, dass die Radfahrenden den Strassenraum zu wenig genau erkennen, als vielmehr darin, dass sie von MFZ-Lenkenden zu spät erkannt werden. Somit erstaunt es nicht, dass gemäss der Strassenverkehrsunfallstatistik bei Kollisionen (Tabelle 42) eine mangelhafte Fahrrad-Beleuchtung

Tabelle 42
Unfallursache Fahrradbeleuchtung bei beanstandeten Radfahrenden in schweren Zweierkollisionen, ∑ 2000–2010

Unfallursachen	Tag	Dämmerung	Nacht
Fahren ohne oder mit vorschriftswidrigem Licht	2	25	86
Fehlerhafte Beleuchtung	5	7	35
Alle Unfallursachen	3 252	186	497

Tabelle 43
Unfallursache Fahrradbeleuchtung bei beanstandeten Radfahrenden in schweren Alleinunfällen, ∑ 2000–2010

Unfallursachen	Tag	Dämmerung	Nacht
Fahren ohne oder mit vorschriftswidrigem Licht	0	0	9
Fehlerhafte Beleuchtung	0	0	3
Alle Unfallursachen	2 378	167	546

Quelle: BFS, Auswertungen bfu

bedeutend häufiger als Unfallursache genannt wird als bei Alleinunfällen (Tabelle 43). Gemäss amtlichen Unfalldaten werden nachts 7 % aller bei Zweierkollisionen schwer verunfallten Radfahrenden wegen fehlerhafter Beleuchtung des Fahrrads beanstandet (im Sinn eines technischen Mangels an der Lichtanlage). Hinzu kommen weitere 17 %, bei denen eine Beleuchtungsanlage gänzlich fehlt. Über das ganze schwere Unfallgeschehen betrachtet, spielt fehlerhaftes resp. fehlendes Fahrradlicht bei rund 4 % der Unfälle eine Rolle.

3.5.3 Risikobeurteilung

Die Risikobeurteilung der Betriebssicherheit bezüglich der fehlerhaften bzw. fehlenden Beleuchtung wird in Tabelle 44 dargestellt.

Tabelle 44
Risikobeurteilung: Betriebssicherheit. Fehlerhafte bzw. fehlende Beleuchtung

Risikofaktor	Verbreitung	Gefahren-potenzial	Unfall-relevanz
Mangelhafte Beleuchtungseinrichtung	**	***	**

* sehr gering / ***** sehr gross

3.6 Betriebssicherheit: Bremsanlage

3.6.1 Ausgangslage und Verbreitung

Neben lichttechnischen Mängeln sind auch Mängel an der Bremsanlage festzustellen. Wie eine in Deutschland durchgeführte Untersuchung des Sicherheitszustands von Fahrrädern gezeigt hat, sind bei den Bremsen insbesondere folgende Unzulänglichkeiten vorzufinden [73]: Ein zu elastisches Übertragungssystem, schwergängige Bremsen infolge von Defekten am Übertragungssystem, zu geringe Bremskräfte wegen zu schwacher Anpresskräfte und korrodierte Bremsseile. Ein weiterer Grund für ein mangelhaftes Bremssystem können verschlissene oder falsch montierte Bremsklötze sein. So wird die durch Abnutzung notwendige Nachstellung meistens ausschliesslich am Lenker (und nicht direkt an den Bremsklötzen) vorgenommen. Wird nur am Lenker nachjustiert, führt dies dazu, dass durch die schräge Abnutzung des Bremsklotzes dieser früher oder später von der Felge rutscht [84].

3.6.2 Gefahrenpotenzial und Unfallrelevanz

Zur Erklärung des gesamten Unfallgeschehens tragen Mängel an der Bremsanlage von Fahrrädern nur in sehr bescheidenem Ausmass bei. In den amtlichen Unfalldaten taucht eine mangelhafte Bremsanlage als Unfallursache bei schweren Fahrradunfällen nur gerade in 0,5 % aller Unfälle auf (0,4 % bei Kollisionen und 0,6 % bei Alleinunfällen). Auch im Rahmen von empirischen Studien zeigt sich, dass die Bremsanlage von allen Fahrrad-Komponenten zu den am häufigsten bemängelten zählt, jedoch nur einen sehr kleinen Anteil aller Fahrradunfälle (mit-)verursacht: Von über 300 untersuchten Fahrradunfällen stellten

mangelhafte Bremsen in 9 Fällen (knapp 3 %) eine Mitursache dar [76].

3.6.3 Risikobeurteilung

Die Risikobeurteilung der Betriebssicherheit bezüglich der fehlerhaften Fahrradbremsen wird in Tabelle 45 dargestellt.

Tabelle 45
Risikobeurteilung: Betriebssicherheit. Fehlerhafte Fahrradbremsen

Risikofaktor	Verbreitung	Gefahren-potenzial	Unfall-relevanz
Mangelhafte Bremsanlage	*	**	*

* sehr gering / ***** sehr gross

3.7 Fahrradanhänger

3.7.1 Ausgangslage und Verbreitung

Neben dem konventionellen Transport der Kinder in Kindersitzen, die am Fahrrad montiert werden, sind seit Anfang der 90er-Jahre speziell für den Kindertransport vorgesehene Fahrradanhänger hinzugekommen, die sich einer zunehmenden Beliebtheit erfreuen. Quantitative Angaben zur Entwicklung der Anhängernutzung können mangels gesicherter Daten nicht gemacht werden.

3.7.2 Gefahrenpotenzial und Unfallrelevanz

Bereits vor 10 Jahren hat das Institut für Fahrzeugtechnik Essen im Auftrag der BASt die Sicherheit von Fahrradanhängern zum Personentransport untersucht [85]. Bezüglich der Konstruktion der Anhänger kommen die Autoren der Studie zum Schluss, dass aus Kosten- und Gewichtsgründen die Anhänger sehr einfach gehalten sind und sicherheitstechnische Anforderungen kaum berücksichtigt werden. Bemängelt wurden insbesondere die Ankupplungseinrichtungen, die Bremsanlage und die Beleuchtung. Inwieweit diese Mängel unter Alltagsbedingungen, d. h. im realen Verkehr, die Wahrscheinlichkeit eines Unfalles erhöhen, kann infolge fehlender Daten nicht gesagt werden.

In einer Studie von Kalliske et al. wurde durch ausgedehnte Crash-Versuche mit «Kinderdummies» die passive Sicherheit von Fahrradanhängern untersucht [86]. Bei den Kollisionstests eines 30 km/h-schnellen Personenwagens (von hinten und von der Seite) waren neben den Anstössen der Kinder gegen Anhängerinnenteile (z. B. Verstrebungen) auch direkte Aufschläge der Kinder an die PW-Front zu erkennen. Die dabei gemessenen Beschleuni-

gungswerte waren relativ hoch und überschritten teilweise die angesetzten biomechanischen Belastungsgrenzen. Bei den Versuchen zeigten sich insbesondere konstruktive Schwächen bei den Sitzen und den Rückhaltesystemen: Nähte, Befestigungen und Verstellösen wurden zerstört. Ausschlaggebend für das Verletzungsrisiko sind insbesondere:

- die Qualität des Gurtsystems[25],
- die Steifigkeit des Anhängeraufbaus,
- die Sitzposition der Kinder[26] und
- die vorhandene Kopffreiheit.

Wobben und Zahn haben die Fahrdynamik von Fahrrad-Anhänger-Gespannen analysiert [85]. Hierzu wurden sowohl reale Fahrversuche als auch Computersimulationen durchgeführt. Die Simulationsergebnisse zeigten, neben den deutlich geringeren Verzögerungswerten, dass in Grenzbereichen ein unkontrollierbares Fahrverhalten entstehen kann. Für das Fahrverhalten ist insbesondere die Art der Ankupplung des Anhängers an das Fahrrad entscheidend: Die unten angekuppelten Gespanne weisen einen deutlichen Sicherheitsgewinn gegenüber oben angekuppelten Anhängern auf.

Trotz möglicher Verletzungsgefahren in Fahrradanhängern konnte durch Crash-Versuche hinreichend belegt werden, dass der Kindertransport im Anhänger verglichen mit Fahrradkindersitzen sicherer ist [87]. Beim Transport im Kindersitz fällt das Kind im Fall eines Fahrradsturzes aus der hohen Sitzposition unweigerlich auf die Strasse. Dies wird denn auch in einer amerikanischen Studie untermauert, wonach 72 % der in einem Kindersitz verunfallten Kinder beim Sturz auf die Strasse verletzt wurden [88]. Kinder in Anhängern hingegen sind sicherer, da der Anhänger wie eine Fahrgastzelle wirkt, die in aller Regel vom Kollisionsfahrzeug «nur» weggeschoben wird [86]. Aus [88] zeigt sich zudem, dass Kinder in einem Anhänger rund 6-mal seltener verunfallen als in einem Kindersitz. Ob dies allerdings auf Expositionseffekte zurückzuführen ist und ob diese Zahlen auf Schweizer Verhältnisse übertragbar sind, kann nicht beurteilt werden. Ob zudem ein Anhänger die Kollisionswahrscheinlichkeit (positiv oder negativ) beeinflusst, kann mangels Daten ebenfalls nicht gesagt werden.

In der Strassenverkehrsunfallstatistik sind keine direkten Informationen zu Insassen von Fahrradanhängern enthalten. Immerhin geht aus dieser Statistik hervor, dass zwischen 1992 und 2010 bei Unfällen, in denen ein Fahrrad mit Anhänger verwickelt war, 13 mitfahrende Kinder unter 7 Jahren leicht und 3 schwer verletzt wurden. Dabei kann keine Aussage darüber gemacht werden, ob das Kind wirklich im Anhänger sass oder auf dem Fahrrad mitfuhr. Es handelt sich also um Höchstwerte, woraus hervorgeht, dass diese Problematik eine sehr geringe Unfallrelevanz aufweist.

3.7.3 Risikobeurteilung

Die Risikobeurteilung der mangelhaften Fahrradanhänger wird in Tabelle 46 dargestellt.

Tabelle 46
Risikobeurteilung: Mangelhafte Anhänger zum Kindertransport

Risikofaktor	Verbreitung	Gefahrenpotenzial	Unfallrelevanz
Mangelhafte Anhänger	*	*	(*)

* sehr gering / ***** sehr gross

[25] Wichtige Elemente sind Vier- oder Fünfpunktgurtsysteme: 3–4 cm breite Gurte und Schnallen, die von Kindern nicht geöffnet werden können.

[26] Im Fall, dass nur ein Kind transportiert wird, muss eine mittige Sitzposition möglich sein.

3.8 Fazit

Fahrräder weisen einige Charakteristika auf, die die Gefahr schwerer Verletzungen erhöhen: hohe Fahrinstabilität, kleine räumliche Ausdehnung, fehlende Knautschzone. Ob die Unfall- bzw. Verletzungsgefahr in Abhängigkeit des Fahrradtyps (Mountainbike, Rennrad, Citybike usw.) variiert, kann mangels Daten nicht gesagt werden.

Ein beachtlicher Anteil der Fahrräder weist betriebstechnische Sicherheitsmängel auf. Besonders häufig sind solche bei der Beleuchtung, den Bremsen und den Rädern. Der wichtigste Grund dafür dürfte in der hohen «Mangeltoleranz» der Radfahrer liegen. Die Unfallrelevanz dieser technischen Mängel ist im Vergleich zur Bedeutung anderer Risikofaktoren gering.

Bei der Beleuchtung besteht nicht nur das Problem von technischen Defekten an der Beleuchtungsanlage, sondern auch die Tatsache, dass viele Radfahrer gar keine Beleuchtung montiert haben. Bei Dunkelheit nur ungenügend oder gar nicht beleuchtete Fahrräder (und Anhänger) führen zwar zu einem höheren Risiko, von MFZ-Lenkenden übersehen, angefahren und infolgedessen schwer verletzt zu werden. Dennoch ist die Bedeutung lichtbezogener Mängel zur Erklärung des gesamten Unfallgeschehens gering, da in der Nacht/bei Dunkelheit nur ein Bruchteil aller Fahrten absolviert wird.

Auch bremsenbezogene Mängel sind für das Unfallgeschehen von Radfahrenden nur in bescheidenem Ausmass verantwortlich. Dass die Unfallrelevanz mangelhafter Bremsen geringer ist, als man aufgrund ihres relativ häufigen Vorkommens vermuten könnte, dürfte u. a. damit zusammenhängen, dass Radfahrende das Bremsvermögen ihrer Bremsen aus Erfahrung einschätzen können und entsprechend fahren.

4. Lenkende der Kollisionsobjekte

4.1 Einleitung

Kollidiert ein Radfahrer mit einem Fussgänger oder einem weiteren Radfahrer, kann dies im Einzelfall zu schweren Verletzungen führen. Die Bedeutung solcher Kollisionen kann jedoch in Anbetracht der wesentlich häufigeren und erheblich schwereren Kollisionen zwischen einem Fahrrad und dem motorisierten Verkehr vernachlässigt werden. Dementsprechend werden im vorliegenden Kapitel ausschliesslich die MFZ-Lenkenden als potenzielle Kollisionsgegner von Radfahrenden betrachtet.

Kollisionen mit Radfahrenden ergeben sich primär durch Vortrittsmissachtungen und unvorsichtigem Richtungs- oder Fahrspurwechsel.

Um das Gefährdungspotenzial, das von MFZ-Lenkenden ausgeht, umfassend zu thematisieren, werden folgende drei Felder betrachtet:

- Spezifische Risikofaktoren
- Auffällige Risikogruppen
- Individuumsübergreifende Leistungsgrenzen

Spezifische Risikofaktoren

Der wohl wichtigste Risikofaktor, der von MFZ-Lenkenden ausgeht, ist die überhöhte oder unangepasste Geschwindigkeit (Kap. VI.4.2, S. 125). Eine weitere problematische Verhaltensweise besteht im Überholmanöver mit geringem seitlichem Abstand (Kap. VI.4.3, S. 128).

Die genannten Problemfelder Geschwindigkeit und Überholen befassen sich mit Faktoren auf der konkreten **Verhaltensebene**. Daneben werden Risikofaktoren auf der dispositiven Ebene betrachtet. Die-

se können den drei Bereichen Fahrfähigkeit, Fahrkompetenz und Fahreignung zugeordnet werden:

- **Fahrfähigkeit** bezeichnet – bei gegebener Fahreignung und Fahrkompetenz – die momentane Befähigung des Individuums, am Strassenverkehr teilzunehmen. Wichtige Risikofaktoren, welche die Fahrfähigkeit herabsetzen, sind einerseits endogene Faktoren wie Müdigkeit (Kap. VI.4.7, S. 134) und Unaufmerksamkeit (Kap. VI.4.8, S. 135) sowie andererseits exogene Faktoren wie der Konsum von Substanzen wie Alkohol (Kap. VI.4.4, S. 129), Drogen (Kap. VI.4.5, S. 131) und Medikamente (Kap. VI.4.6, S. 132).
- **Fahrkompetenz** bezeichnet die erworbene psychische und physische Befähigung des Individuums, um am Strassenverkehr teilzunehmen. Thematisiert wird einerseits die technische Fahrzeugbedienung (Kap. VI.4.9, S. 136) als physische Fähigkeitskomponente und andererseits die mangelhafte Gefahrenkognition (Kap. VI.4.10, S. 137) als psychische Komponente.
- **Fahreignung** beschreibt die stabilen psychischen und physischen Voraussetzungen, um am Strassenverkehr teilnehmen zu können. Risikofaktoren, welche die Fahreignung beeinträchtigen, werden im Kapitel VI.4.11, S. 138 behandelt.

Auffällige Risikogruppen

Anders als bei der Schilderung einzelner Risikofaktoren wird bei der Frage nach Risikogruppen untersucht, ob sich bei den Kollisionsgegnern soziodemographisch definierbare Gruppen identifizieren lassen, die ein erhöhtes Risiko aufweisen, in Fahrrad-Kollisionen zu geraten (Kap. VI.4.12, S. 142).

Individuumsübergreifende Leistungsgrenzen

Alle Risikofaktoren aus den vier genannten Bereichen Fahrverhalten, -fähigkeit, -kompetenz und -eignung können als **differenzielle** Einflussfaktoren bezeichnet werden, da sie von Mensch zu Mensch variieren. Es existieren jedoch auch Einflussfaktoren, die genereller Natur sind und somit alle Individuen gleichermassen betreffen. Solche Einflussfaktoren zeigen sich dann, wenn das System Strassenverkehr derart gestaltet ist, dass es zu Überforderungen der menschlichen Leistungsfähigkeit führt. Menschliche Leistungsgrenzen als Risikofaktoren zu bezeichnen wäre etwas verwegen, stellen sie doch nicht per se ein Risiko dar, sondern nur in einem nicht menschengerecht gestalteten Strassensystem. Trotzdem ist es sinnvoll, menschliche Leistungsgrenzen zu betrachten, da sie in Interaktion mit der Fahrzeug- und Infrastrukturgestaltung zu Unfällen führen können (Kap. VI.4.13, S. 143).

4.2 Fahrverhalten: Geschwindigkeitswahl

4.2.1 Ausgangslage und Verbreitung

Geringe Geschwindigkeitsunterschiede werden meist als bedeutungslos eingestuft. Dementsprechend ist es nicht erstaunlich, dass ein beachtlicher Anteil der MFZ-Lenkenden Überschreitungen der signalisierten Geschwindigkeiten als unproblematisch ansehen. Rund 25 % ignorieren eine 50km/h-Beschränkung und 30 % eine 80km/h-Beschränkung (Tabelle 47) [89].

Gemäss einer Befragung, die im Frühling 2011 durchgeführt wurde, haben 81 % der befragten PW-Lenkenden geantwortet, dass sie zumindest hie und da zu schnell fahren. 10 % haben sogar

zugegeben, dass sie oft zu schnell fahren [90]. Diese Zahlen unterschätzen jedoch möglicherweise das Ausmass des Geschwindigkeitsproblems. Es ist davon auszugehen, dass einige Personen ihr regelwidriges Verhalten nicht zugeben wollen (soziale Wünschbarkeit).

Eine Befragung von jungen Neulenkenden mit einer Führerscheinbesitzdauer von 2 bis 3 Monaten ergab, dass ein Fünftel «oft» oder sogar «sehr oft» schneller fährt als erlaubt [91]. Eine im Rahmen des EU-Projektes SARTRE 3 durchgeführte Befragung von PW-Lenkenden ergab, dass rund 40 % gern schnell fahren [92].

Im Jahr 2010 kam es wegen Geschwindigkeitsübertretungen (inkl. Autobahnen) zu insgesamt fast 35 500 Führerscheinentzügen, 6 % mehr als vor fünf Jahren (aus ADMAS, Register der Administrativmassnahmen). Es ist aber nicht klar, ob die Zunahme auf eine Intensivierung der polizeilichen Geschwindigkeitskontrollen zurückzuführen ist oder effektiv auf vermehrte Geschwindigkeitsübertretungen.

Tabelle 47
Geschwindigkeitsverhalten auf Innerorts- und Ausserortsstrassen, 2005–2009

Jahr	V85[1]	V50[1]	V15[1]	Vm[2]	S[3]	V>V-Sign[4] (Prozent)
Innerorts						
2005	49	43	36	43	7.1	18.0
2006	47	42	35	41	6.8	13.4
2007	47	42	35	41	6.9	11.6
2008	49	43	35	42	7.3	16.0
2009	51	44	38	44	7.1	24.8
Ausserorts						
2005	83	75	67	75	8.9	26.1
2006	79	72	64	72	8.9	16.1
2007	83	75	67	75	8.7	23.9
2008	82	75	67	75	8.7	30.4
2009	84	76	67	75	9.8	29.9

[1] V15/V50/V85: Geschwindigkeit, die von 15 %, 50 % bzw. 85 % der Fahrzeuge nicht überschritten wird.
[2] Vm: Durchschnittsgeschwindigkeit
[3] S: Standardabweichung
[4] V>V-Sign: Prozentualer Anteil der MFZ-Lenkenden, die schneller als die signalisierte Geschwindigkeit fahren

Quelle: Lindenmann [89]

4.2.2 Gefahrenpotenzial und Unfallrelevanz

Die Geschwindigkeit ist einer der zentralsten Unfall- und Verletzungsrisikofaktoren im Strassenverkehr. Dies gilt bei Kollisionen zwischen Motorfahrzeugen und ungeschützten Verkehrsteilnehmenden in besonderem Mass, weil die kinetische Energie bei letzteren infolge der fehlenden Knautschzonen unmittelbar auf den Körper einwirkt. Es existieren zwar Bestrebungen, sicherheitsoptimierte MFZ-Fronten zu konstruieren, doch diese wirken nur bei geringen Kollisionsgeschwindigkeiten. Ab ca. 40 km/h sind sie wirkungslos.

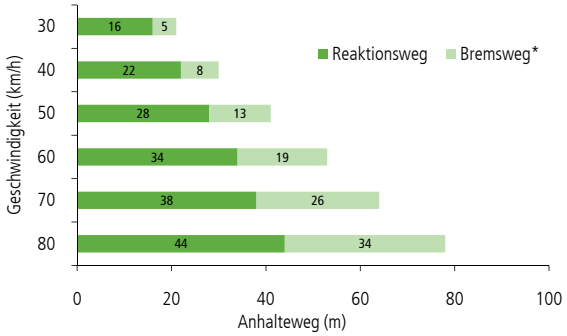
Die hohe Unfallrelevanz der Geschwindigkeit liegt darin begründet, dass der Zusammenhang zur Verletzungswahrscheinlichkeit bzw. -schwere überproportional stark ausfällt: Das heisst, eine kleine Geschwindigkeitserhöhung von einigen Stundenkilometern kann anstelle einer harmlosen Verletzung ohne langfristige Folgen durchaus zum Tod des angefahrenen Radfahrers führen. Die überproportional starke Auswirkung der Geschwindigkeit basiert auf zwei Effekten. Zum einen führt eine Geschwindigkeitserhöhung zu einem überproportional verlängerten Anhaltweg bzw. (im Fall eines Hindernisses) zu einer überproportional erhöhten Kollisionsgeschwindigkeit [93]. Wo ein mit 30 km/h fahrendes Auto nach einer Vollbremsung stillsteht, hat ein Fahrzeug mit einer Ausgangsgeschwindigkeit von 40 km/h, dessen Lenker am gleichen Ort gleich schnell reagiert, noch nicht einmal zu bremsen begonnen (Abbildung 22). Zum anderen führt eine Erhöhung der Kollisionsgeschwindigkeit zu einem überproportional starken Anstieg der Sterbewahrscheinlichkeit ungeschützter Verkehrsteilnehmender. Bei einer Aufprallgeschwindigkeit von 40 km/h besteht eine Sterbewahrscheinlichkeit von 30 %. Beträgt die Aufprall-

geschwindigkeit 50 km/h, steigt die Sterbewahrscheinlichkeit auf 70 % (Abbildung 23)[27]. Dieser Zusammenhang hat sowohl medizinische Gründe (Belastungsgrenzen des menschlichen Körpers) als auch physikalische (Energie steigt mit zunehmender Geschwindigkeit quadratisch an).

Es kann festgehalten werden, dass Geschwindigkeitsüberschreitungen weitaus problematischer sind, als von den MFZ-Lenkenden gemeinhin angenommen. Geschwindigkeitsüberschreitungen sind somit neben der physikalischen Problematik auch durch die Gefahrenverkennung seitens der Lenkenden gekennzeichnet. Dabei spielt gerade in überbauten Gebieten, wo Hindernisse oft sehr spät erkennbar sind oder plötzlich auftauchen, das Gefahrenbewusstsein und die Aufmerksamkeit eine besonders starke Rolle28.

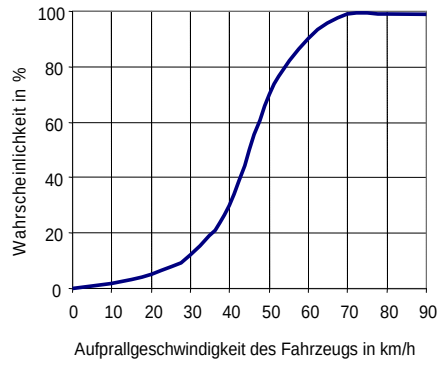
Auswertungen der polizeilich erfassten Fahrradunfälle von Erwachsenen in der Tschechischen Republik aus den Jahren 1995–2007 zeigen, dass eine übersetzte Geschwindigkeit seitens der MFZ-Lenkenden 41 % der tödlichen Unfälle erklärt. Es handelt sich dabei um den Faktor mit dem weitaus grössten Gefahrenpotenzial für Radfahrende (OR=8,27; 95 & CI 5,78–11,82 [60].

Abbildung 22
Anhaltweg bei verschiedenen Geschwindigkeiten auf trockener Fahrbahn



* Bei Nässe ist der Bremsweg etwa 25 % länger als auf trockener Strasse.

Abbildung 23
Sterbewahrscheinlichkeit eines Fussgängers in Abhängigkeit der Kollisionsgeschwindigkeit eines Motorfahrzeugs



4.2.3 Risikobeurteilung

Die Risikobeurteilung des Fahrverhaltens bezüglich der unangepassten Geschwindigkeit wird in Tabelle 48 dargestellt.

Tabelle 48
Risikobeurteilung: Fahrverhalten. Unangepasste Geschwindigkeit

Risikofaktor	Verbreitung	Gefahren-potenzial	Unfall-relevanz
Überschreitung der Höchstgeschwindigkeit und unangepasste Geschwindigkeitswahl	***	*****	****

* sehr gering / ***** sehr gross

[27] Diese Angaben beziehen sich mangels fahrradspezifischer Daten auf Fussgänger. Auch wenn die Werte bei Radfahrenden davon leicht abweichen dürften, gelten die aufgezeigten Grössenordnungen dennoch.

[28] Im Rahmen der Unfallprotokolle der Jahre 2005–2009 wurde nur bei 2,8 % der Fahrrad-Mehrfahrzeug-Kollisionen «überhöhte oder unangepasste Geschwindigkeit» beim motorisierten Kollisionsgegner als möglicher Mangel/Einfluss registriert. Berücksichtigt man die Alleinunfälle der Radfahrenden, so können prozentual noch weniger schwere Fahrradunfälle (nur 1,8 %) auf die überhöhte oder unangepasste Geschwindigkeit des motorisierten Kollisionsgegners zurückgeführt werden. Es wird aber davon ausgegangen, dass geringe Geschwindigkeitsübertretungen (z. B. 33 km/h statt 30 km/h), die aus den erwähnten medizinischen Gründen für ungeschützte Verkehrsteilnehmende sehr wohl relevant sind, vom Unfallprotokoll ausfüllenden Polizisten kaum wahrgenommen werden.

4.3 Fahrverhalten: Überholabstand

4.3.1 Ausgangslage und Verbreitung

Das Überholen von Radfahrenden ist ein sehr häufig vorkommendes Element im Verkehrsablauf. Auch bei vorhandenen Fahrradspuren können Überholvorgänge notwendig sein – z. B. bei Kernfahrbahnen, bei Busstreifen, die für den Fahrradverkehr freigegeben sind, und bei zu schmaler Ausführung des Radstreifens.

Tatsächlich übt die Breite des Fahrstreifens einen entscheidenden Einfluss auf den seitlichen Überholabstand aus. In einer deutschen Studie konnte aufgezeigt werden, dass der Seitenabstand erst bei nutzbaren Fahrbahnbreiten von 5 bis 6 m ausreichend hoch gewählt wird. Besonders kleine Seitenabstände zeigen sich auf verkehrsreicheren Strassen mit Fahrstreifenbreiten zwischen 3,25 und 3,5 m [94]. Dies scheint eine Breite zu sein, bei der die PW-Lenkenden trotz Gegenverkehr überholen. PW-Lenkende fühlen sich insbesondere dann verleitet zu überholen, wenn der Radfahrer sehr nah am rechten Rand fährt.

4.3.2 Gefahrenpotenzial und Unfallrelevanz

Nebst der Geschwindigkeit des motorisierten Verkehrs hat auch der Seitenabstand beim Überholen einen bedeutenden Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit gefährlicher Interaktionen zwischen Radfahrenden und MFZ-Lenkenden. Bei einem zu geringen seitlichen Abstand wird der Radfahrende im schlimmsten Fall gestreift oder weggedrängt, sodass er von der Fahrbahn abkommt.

Gemäss der Strassenverkehrunfallstatistik aus den Jahren 2005–2009 kann mangelhaftes Überholen 5,2 % aller Fahrrad-Motorfahrzeug-Kollisionen bzw. 3,4 % aller schweren Fahrradunfälle erklären. Als häufigster Fehler wird «zu nahes Überholen» genannt, gefolgt von «Überholen bei Gegenverkehr» sowie «zu frühes Einbiegen».

4.3.3 Risikobeurteilung

Die Risikobeurteilung des Fahrverhaltens bezüglich der dichten Überholmanöver wird in Tabelle 49 dargestellt.

Tabelle 49
Risikobeurteilung: Fahrverhalten. Dichte Überholmanöver

Risikofaktor	Verbreitung	Gefahren-potenzial	Unfall-relevanz
Dichte Überholmanöver	**(*)	*****	**

* sehr gering / ***** sehr gross

4.4 Fahrfähigkeit: Alkohol

4.4.1 Ausgangslage und Verbreitung

Die Schweiz gehört zu den OECD-Ländern mit dem grössten Alkoholkonsum. In den letzten Jahren lag der jährliche Pro-Kopf-Konsum bei rund 9 l reinem Alkohol[29]. Gemäss der Schweizerischen Gesundheitsbefragung 2007 konsumieren 20 % der Männer und 9 % der Frauen täglich Alkohol (38 resp. 29 % wöchentlich). Ausserdem wird bei 13 % der Männer und 3 % der Frauen der Alkoholkonsum als problematisch eingestuft. Die häufigste Form eines problematischen Alkoholkonsums ist das Trinken von so grossen Alkoholmengen, dass ein Rausch eintritt (auch Binge-Trinken genannt), und dies mindestens einmal im Monat [95].

Gemäss bfu-Bevölkerungsbefragung 2011 haben 26 % der befragten PW-Lenkenden geantwortet, dass sie zumindest hie und da einen Personenwagen lenken, nachdem sie 2 Gläser oder mehr Alkohol getrunken haben. Nur 1 bzw. 7 % haben aber angegeben, dass sie oft bzw. gelegentlich alkoholisiert gefahren sind. Wie bei der Geschwindigkeit ist davon auszugehen, dass diese Zahlen nicht das ganze Ausmass von FiaZ (Fahren in angetrunkenem Zustand) widergibt, denn einige Personen wollen wahrscheinlich ihr regelwidriges Verhalten nicht zugeben. Bedeutende Unterschiede zwischen den Sprachregionen sind zu verzeichnen. Während in der Romandie 39 % der Lenkenden angegeben haben, dass sie zumindest ab und zu einen Personenwagen lenken, obwohl sie vorgängig mindestens 2 Gläser Alkohol getrunken haben, liegen die entsprechenden Anteile in der Deutschschweiz bei 22 %und im Tessin bei 33 %.

Im Rahmen der Roadside-Survey (durchgeführt in der Romandie zwischen Oktober 2006 und April 2008 bei rund 1000 Fahrern an 24 verschiedenen Orten zu unterschiedlichen Zeitpunkten am Tag) hat sich herausgestellt, dass rund 5 % der Lenkenden mit Alkohol im Blut (auch unter 0,5 ‰) in einem Motorfahrzeug unterwegs sind [96].

Fast zum gleichen Zeitpunkt (zwischen Januar 2007 und Juli 2009) wurden im Rahmen des europäischen Projekts DRUID Roadside-Surveys in 13 verschiedenen Ländern durchgeführt[30]. Dabei wurde ermittelt, dass sich der Anteil von Lenkden, die unter Einfluss von Alkohol (ab 0,1 ‰) fahren, sich auf 3,5 % beläuft. Die höchste Prävalenz wurde in Italien ermittelt (8,6 %), gefolgt von Belgien (über 6 %).

Eine Schweizer Befragung junger Neulenkender zeigte, dass innerhalb der ersten 2–3 Monate des Führerscheinbesitzes bereits 13 % nach dem Konsum von alkoholischen Getränken Auto gefahren sind [91].

Die relativ hohe FiaZ-Quote hängt nicht zuletzt auch mit der geringen subjektiven Wahrscheinlichkeit zusammen, in eine polizeiliche Alkoholkontrolle zu geraten. In repräsentativen Befragungen zeigt sich, dass ca. zwei Drittel der Befragten angeben, «nie» oder «selten» mit einer Alkoholkontrolle zu rechnen [90]. Im Jahr 2010 wurden ca. 18 500 Führerscheinentzüge wegen FiaZ ausgesprochen. 1500 Trunksüchtige mussten ihren Ausweis auf unbestimmte Zeit abgeben [97].

[29] http://www.sucht-info.ch, Zugriff am 5. August 2011

[30] http://www.druid-project.eu/cln_031/sid_44517CFC20A9DDD5C0E8001F1949E187/Druid/EN/home/homepage__node.html?__nnn=true, Zugriff am 15. Dezember 2011

4.4.2 Gefahrenpotenzial und Unfallrelevanz

Die empirisch aufgezeigte, rasche Zunahme der Unfallwahrscheinlichkeit ab 0,5 ‰ BAK und die geschätzte Häufigkeit von FiaZ lassen keinen Zweifel an der Bedeutsamkeit alkoholbedingter Beeinträchtigungen der Fahrfähigkeit zu. Diese erstrecken sich in erster Linie auf Wahrnehmungsleistungen, in zweiter Linie auf kognitive Leistungen und schliesslich auf sensomotorische Koordinationsleistungen. Solchen Leistungsveränderungen stehen alkoholbedingte Motivationsveränderungen gegenüber, woraus sich alkoholspezifische Wechselwirkungen zwischen objektiven Leistungsmöglichkeiten und subjektiven Zielsetzungen ergeben [98].

Gemäss aktuellen Erkenntnissen aus dem europäischen Projekt DRUID erhöht sich das **Unfallrisiko** bei steigender BAK exponentiell: Das Risiko, in einem Unfall verletzt zu werden, erhöht sich je nach BAK wie folgt (Odds Ratios kontrolliert für Alter und Geschlecht, Konfidenzintervalle in Klammern):

- BAK 0,1–0,49 ‰: +1,2 (+0,8–+1,7)
- BAK 0,5–0,79 ‰: + 3,6 (+2,3–+5,7)
- BAK 0,8–1,19 ‰: + 13,4 (+8,1–+21,9)
- BAK 1,2 ‰ und mehr: +62,8 (+44,5–+88,6)

Grundsätzlich beläuft sich das Risiko, in einem Unfall verletzt zu werden, wenn Alkohol im Spiel ist, auf 8,3. Das Risiko, in einem Unfall getötet zu werden, ist noch viel höher.

Im Sicherheitsdossier «Beeinträchtigte Fahrfähigkeit von Motorfahrzeuglenkenden» wurde ermittelt, dass sich rund 15 % der Unfälle in der Schweiz sich verhindern liessen, wenn man nicht alkoholisiert fahren würde. Bei Fahrrad-Kollisionen dürften MFZ-Lenkende im angetrunkenen Zustand eine wesentlich geringere Rolle spielen, da durch FiaZ primär nächtliche Unfälle entstehen. Nachts wird wenig Rad gefahren. Gemäss Mikrozensus zum Verkehrsverhalten 2005 wird lediglich 9 % der gesamten Fahrleistung nachts erbracht. Laut der Strassenverkehrsunfallstatistik sind nur gerade 1,5 % aller Fahrrad-Kollisionen auf alkoholisierte MFZ-Lenkende zurückzuführen. Selbst unter Berücksichtigung der Dunkelziffer dürfte das Ausmass nicht über 5 % liegen.

4.4.3 Risikobeurteilung

Die Risikobeurteilung der Fahrfähigkeit bezüglich des Fahrens in angetrunkenem Zustand wird in Tabelle 50 dargestellt.

Tabelle 50
Risikobeurteilung: Fahrfähigkeit. Fahren in angetrunkenem Zustand (FiaZ)

Risikofaktor	Verbreitung	Gefahren-potenzial	Unfall-relevanz
Fahren in angetrunkenem Zustand	*	****	**

* sehr gering / ***** sehr gross

4.5 Fahrfähigkeit: Drogen

4.5.1 Ausgangslage und Verbreitung

Der Konsum von Cannabis ist insbesondere bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen zu beobachten. Nach negativen Auswirkungen befragt, nennen sowohl Konsumenten als auch Nicht-Konsumenten zu mehr als 80 % die Beeinträchtigung der Fahrfähigkeit [99].

Gemäss Schweizerischer Gesundheitsbefragung 2007 konsumieren 3,4 % aller befragten Personen (15 Jahre und mehr) aktuell Cannabis Kokain ist die zweithäufigste konsumierte illegale Droge in der Schweiz. Im Rahmen der Schweizerischen Gesundheitsbefragungen 2002 und 2007 kann eine Zunahme des Kokainkonsums beobachtet werden. Der Anteil der Befragten, die angaben, aktuell Kokain zu konsumieren, liegt jedoch unter 1 %. Harte Drogen wie Heroin werden von 0,4 % der 15- bis 34-Jährigen und 1,6 % der 35- bis 54-Jährigen konsumiert. Die Schweizerische Gesundheitsbefragung unterschätzt wahrscheinlich den Anteil der Drogen konsumierenden Personen. Einerseits kann vermutet werden, dass nicht alle, die konsumiert haben, dies auch angegeben haben. Andererseits ist anzunehmen, dass stark konsumierende Personen, die marginalisiert sind, kaum über eine solche Befragung erreichbar sind[31].

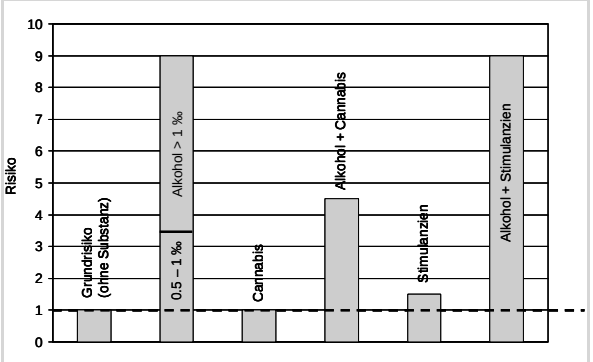
Die in der Romandie durchgeführte Roadside-Survey gibt Auskunft über das tatsächliche Ausmass von Fahrten unter Drogeneinfluss. Von all den untersuchten Lenkenden waren 3 % unter Einfluss von Kokain und 1 % unter Einfluss von Cannabis unterwegs. Im Vergleich zum gesamtschweizerischen Drogenkonsum ist die Reihenfolge betreffend Kokain und Cannabis umgekehrt. Gemäss BFS kann ein Ost-West-Gefälle in der Schweiz beobachtet werden. In der französischsprachigen Schweiz haben doppelt so viele Personen Erfahrung mit Kokain wie in der deutschsprachigen Schweiz [95]. Es ist zu vermuten, dass eine gesamtschweizerische Roadside-Survey andere Drogen-Anteile ermitteln würde. Unabhängig von der tatsächlichen Drogenverteilung in der Schweiz wird von einer geringen Verbreitung des Risikofaktors «Drogen» ausgegangen. Im Jahr 2010 hat das ASTRA den Führerschein infolge Drogenkonsums in rund 4800 Fällen entzogen [97].

Die Roadside-Surveys, die im Rahmen des europäischen Projekts DRUID durchgeführt wurden, ergaben einen Anteil der Lenkenden, die unter Drogeneinfluss fahren, von lediglich 1,9 %. Die Substanzen, die am häufigsten entdeckt wurden, waren THC (Cannabis), gefolgt von Kokain.

4.5.2 Gefahrenpotenzial und Unfallrelevanz

Der Drogenkonsum erhöht insbesondere dann das Unfallrisiko, wenn – wie dies häufig der Fall ist – zusätzlich alkoholische Getränke konsumiert werden.

Abbildung 24
Relatives Verursacherrisiko unter Einfluss verschiedener Substanzen



Quelle: Vollrath und Krüger, [100]

[31] http://www.sucht-info.ch, Zugriff am 5. August 2011

Abbildung 24 zeigt das Unfallrisiko bei reinem Drogenkonsum im Vergleich zum Mischkonsum [100].

Auch im Projekt DRUID konnte nachgewiesen werden, dass das Unfallrisiko durch den Mischkonsum von Drogen und Alkohol am höchsten ist. Wenn nur eine Droge eingenommen wurde, ist das Unfallrisiko geringer oder schwierig zu ermitteln.

Wie weit Radfahrende durch substanzbedingte Fahruntüchtigkeit von MFZ-Lenkenden betroffen sind, lässt sich mangels Daten nicht genau sagen. Es wird geschätzt, dass maximal 2 % aller Fahrradunfälle auf das Konto von MFZ-Lenkenden unter Drogeneinfluss gehen. Gemäss der Strassenverkehrsunfallstatitik der Jahre 2005–2009 waren nur 0,2 % der motorisierten Kollisionsgegner von schwer verletzten oder getöteten Radfahrenden unter Drogeneinfluss unterwegs. Da es zum Teil nicht leicht ist, Lenkende unter Drogeneinfluss aufzudecken, wird von einer Unterschätzung ausgegangen.

4.5.3 Risikobeurteilung

Die Risikobeurteilung der Fahrfähigkeit bezüglich des Fahrens unter Drogeneinfluss wird in Tabelle 51 dargestellt.

Tabelle 51
Risikobeurteilung: Fahrfähigkeit. Fahren unter Drogeneinfluss

Risikofaktor	Verbreitung	Gefahren-potenzial	Unfall-relevanz
Fahren unter Einfluss von illegalen Drogen (inkl. Mischkonsum mit Alkohol)	*	****	*

* sehr gering / ***** sehr gross

4.6 Fahrfähigkeit: Medikamente

4.6.1 Ausgangslage und Verbreitung

Die Medikamenteneinnahme nimmt im höheren Lebensalter zu. Die Schweizerische Gesundheitsbefragung hat ergeben, dass innerhalb einer Woche beinahe die Hälfte der Bevölkerung mindestens ein Medikament konsumiert [95]. Gemäss der in den Jahren 2006–2008 durchgeführten Roadside-Survey hatten 9,6 % der Fahrer Medikamente eingenommen, die die Fahrfähigkeit beeinflussen.

Verglichen mit der im Projekt DRUID ermittelten Medikamentenprävalenz (1,4 %) erscheint der Anteil von 9,6 % sehr hoch. Die Differenz lässt sich wahrscheinlich zu einem grossen Teil durch methodische Unterschiede erklären. So belief sich z. B. die Anzahl von untersuchten Substanzen (inkl. Ethanol und verschiedene Drogen) auf 23 im DRUID-Projekt und auf 107 in der westschweizerischen Studie.

Gemäss bfu-Bevölkerungsbefragung 2011 haben lediglich 10 % der befragten PW-Lenkenden geantwortet, dass sie zumindest manchmal einen Personenwagen lenken, nachdem sie Medikamente eingenommen haben, die die Fahrfähigkeit beeinträchtigen können. Nur je 1 % hat angegeben, dass sie oft bzw. gelegentlich gefahren sind, nachdem sie solche Medikamente eingenommen hatten. Es ist zu vermuten, dass es vielen Personen nicht bewusst ist, dass das Medikament, das sie eingenommen haben, einen Einfluss auf ihre Fahrfähigkeit hat. Dazu kommt sicher noch die schon erwähnte Schwierigkeit zuzugeben, dass man unter einem die Fahrfähigkeit beeinträchtigenden Substanzeinfluss gefahren ist.

4.6.2 Gefahrenpotenzial und Unfallrelevanz

Medikamente können die Vigilanz, die Konzentrationsfähigkeit, sensomotorische Funktionen sowie die emotionale Anteilnahme an der Umwelt verändern, was Auswirkungen auf die Informationsverarbeitung, die Reaktionsgeschwindigkeit und die Handlungskontrolle hat. Die Medikamenteneinnahme kann das Unfallrisiko beträchtlich erhöhen [101]. Gemäss der Strassenverkehrsunfallstatistik spielt bei Fahrrad-Kollisionen der Einfluss von Medikamenten so gut wie keine Rolle (weniger als 1 ‰ aller protokollierten Unfallursachen). Es kann vermutet werden, dass Medikamente bei 6–21 % der Verkehrsunfälle mit im Spiel sind [102]. Bezüglich der Einnahme von Benzodiazepinen kommt Vaa auf der Basis einer Meta-Analyse von 14 Studien zum Schluss, dass Benzodiazepine das Unfallrisiko um 50 % erhöhen (RR=1,54; p<0,001) [103]. Heinrich geht von höheren Risiken aus und gibt an, dass das Unfallrisiko in der ersten Woche 8- bis 10-mal, danach 2- bis 5-mal so hoch ist wie bei substanzfreien Fahrern. Für andere Substanzgruppen fehlen entsprechende Angaben.

Die im Rahmen vom Projekt DRUID durchgeführten Forschungsarbeiten haben ergeben, dass das Risiko, in einem Unfall verletzt zu werden, durch Fahrten unter Medikamenteneinfluss um den Faktor 4 erhöht wird.

Eine umfassende, evidenzbasierte Beurteilung der Unfallrelevanz von Arzneimitteln ist nicht möglich, da häufig erst durch den Einsatz von Psychopharmaka eine psychische Stabilisierung und dadurch die Fahrfähigkeit sichergestellt ist [101].

Gemäss der Strassenverkehrsunfallstatistik der Jahre 2005–2009 waren weniger als 0,1 % der motorisierten Kollisionsgegner von schwer verletzten oder getöteten Radfahrenden unter Medikamenteneinfluss unterwegs. Wie bei den Drogen ist das Fahren unter Medikamenteneinfluss schwierig aufzudecken.

4.6.3 Risikobeurteilung

Die Risikobeurteilung der Fahrfähigkeit bezüglich des Fahrens unter Medikamenteneinfluss wird in Tabelle 52 dargestellt.

Tabelle 52
Risikobeurteilung: Fahrfähigkeit. Fahren unter Medikamenteneinfluss

Risikofaktor	Verbreitung	Gefahrenpotenzial	Unfallrelevanz
Fahren unter Medikamenteneinfluss	*	***	*

* sehr gering / ***** sehr gross

4.7 Fahrfähigkeit: Übermüdung

4.7.1 Ausgangslage und Verbreitung

Übermüdung und Sekundenschlaf am Steuer können verschiedene Ursachen haben. Die wichtigsten sind: Schlafstörungen (z. B. Apnoe), Schlafdeprivation oder Substanzen wie Drogen und Medikamente. Schlafstörungen sind bei älteren Personen häufiger vorzufinden. Schlafmangel hingegen kommt insbesondere bei Berufschauffeuren und jungen Lenkenden (Diskobesuchende) vor, wobei bei Letzteren die Müdigkeit teilweise auch substanzbedingt ist. Gemäss bfu-Bevölkerungsbefragung haben 44 % der PW-Lenkenden angegeben, dass sie mindestens ab und zu übermüdet fahren. 2 % haben sogar angegeben, dass sie oft übermüdet einen Personenwagen lenken.

4.7.2 Gefahrenpotenzial und Unfallrelevanz

Die Bedeutung der Müdigkeit im Strassenverkehr wurde lange Zeit unterschätzt, nicht zuletzt, weil sie in der Strassenverkehrsunfallstatistik infolge der Erfassungsprobleme selten ausgewiesen wird [32]. Ausländische Studien legen nahe, dass Müdigkeit bei 10–20 % aller Verkehrsunfälle eine Mitursache darstellt [104–106]. Müdigkeitsunfälle geschehen vor allem während der Nacht, aber auch am späteren Nachmittag. In Bezug auf Kollisionen mit Fahrrädern muss die Bedeutung der Müdigkeit relativiert werden. Müdigkeit wird insbesondere auf monotonen Langstrecken – d. h. auf Ausserortsstrassen und Autobahnen – zu einem Problem. Innerorts, wo die meisten Fahrradunfälle zu verzeichnen sind, dürfte die Unfallrelevanz der Müdigkeit weitaus geringer sein. Obwohl quantitative Angaben aufgrund fehlender Daten nicht möglich sind, wird im vorliegenden Bericht von einer relativ geringen Bedeutung der Müdigkeit für Fahrrad-Kollisionen ausgegangen.

[32] Infolge der unfallbedingten Aufregung lässt sich Müdigkeit post hoc kaum diagnostizieren, ausser anhand von Selbstberichten der Lenkenden.

4.7.3 Risikobeurteilung

Die Risikobeurteilung der Fahrfähigkeit bezüglich des Fahrens in übermüdetem Zustand wird in Tabelle 53 dargestellt.

Tabelle 53
Risikobeurteilung: Fahrfähigkeit. Fahren in übermüdetem Zustand

Risikofaktor	Verbreitung	Gefahrenpotenzial	Unfallrelevanz
Fahren in übermüdetem Zustand	**	**	*

* sehr gering / ***** sehr gross

4.8 Fahrfähigkeit: Unaufmerksamkeit und Ablenkung

4.8.1 Ausgangslage und Verbreitung

Eine Erhebung zur Unaufmerksamkeit im Strassenverkehr ist kaum möglich, stellt sie doch einen mentalen Aktivierungszustand dar, welcher der Beobachtung nicht zugänglich ist. Zwar erfasst die Polizei im Rahmen der Unfallprotokollierung auch die Unaufmerksamkeit als mögliche Mitursache, doch verkommt diese Angabe durch die Post-hoc-«Diagnose» zu einer nichtssagenden Information. Letztendlich könnte im Nachhinein beinahe bei jedem Unfall eine gewisse Unaufmerksamkeit als Mitursache festgestellt werden.

Sinnvoller (da wissenschaftlich zugänglich) hingegen ist es, Ablenkungen von der Fahraufgabe (im Sinn von Nebentätigkeiten) zu betrachten. Solche Ablenkungssituationen entstehen insbesondere durch die Bedienung des Radios und des Telefons. Bei Letzterem ist nicht nur die direkte Gerätebedienung gefährlich (visuelle Ablenkung), sondern auch das Telefonieren per se; bindet es doch einen beachtlichen Teil der kognitiven Ressourcen (mentale Ablenkung). Aus der bfu-Bevölkerungsbefragung 2011 geht hervor, dass sich eine Minderheit der PW-Lenkenden oft von Nebentätigkeiten während des Fahrens ablenken lässt. Gemäss Selbstdeklaration gibt es 30 %, die die Musikanlage oft bedienen und 10 %, die oft mit der Freisprechanlage telefonieren. Der Anteil der PW-Lenkenden, der oft mit dem Handy in der Hand telefoniert (3 %), das Navigationsgerät bedient (2 %), SMS liest (2 %) oder SMS schreibt (1 %), beträgt zwischen 1 und 3 %.

4.8.2 Gefahrenpotenzial und Unfallrelevanz

Gemäss der Strassenverkehrsunfallstatistik ist bei rund 14 % der Fahrrad-Motorfahrzeug-Kollisionen Unaufmerksamkeit der MFZ-Lenkenden eine (Mit-) Ursache. Bezogen auf alle schweren Fahrradunfälle wird in 9,2 % der Fälle von einem Mangel an Unaufmerksamkeit ausgegangen. Somit stellt die Unaufmerksamkeit nach der Vortrittsmissachtung den zweithäufigsten polizeilich protokollierten Mangel dar. Wie bereits erwähnt, haben diese Häufigkeitswerte durch die Post-hoc-«Diagnose» eine geringe Aussagekraft, zumal die Unaufmerksamkeit oftmals in Ermangelung augenscheinlicher Unfallursachen als Erklärung herangezogen wird. Somit kann gesagt werden, dass die Bedeutung der Aufmerksamkeit für ein sicheres Fahren zwar offenkundig ist, sich aber der wissenschaftlichen Unfallforschung entzieht.

Es existiert eine Reihe identifizierbarer Situationen, in denen der Lenker seine Aufmerksamkeit statt dem Verkehr einer Nebentätigkeit widmet (z. B. Radio- oder Handybedienung). Gemäss der Strassenverkehrsunfallstatistik geht nicht einmal 1 % aller Fahrrad-Kollisionen auf solche Ablenkungen zurück. Die Bedeutung von ablenkenden Handlungen und Gesprächen wird in der Strassenverkehrsunfallstatistik wohl unterschätzt, da MFZ-Lenkende sich davor hüten, ein solches Vergehen gegenüber dem protokollierenden Polizeibeamten zuzugeben.

Dass sich die Bedienung eines Handys auch mit Freisprechanlage negativ auf die Fahrsicherheit auswirkt, ist bereits länger bekannt. Wie eine Studie des staatlichen schwedischen Verkehrsforschungsinstituts (VTI) gezeigt hat, erhöht jedoch eine Freisprecheinrichtung die Fahrsicherheit nicht. Die Aufmerksamkeit ist beim freien Sprechen

mit einer nicht anwesenden Person ebenso stark gemindert wie beim Benutzen eines in der Hand gehaltenen Handys. Generell vervierfacht sich das Unfallrisiko durch das Telefonieren [107]. Gemäss bfu-Bevölkerungsbefragung geben 17 % der PW-Lenkenden an, beim Telefonieren bereits in kritische Fahrsituationen geraten zu sein [90].

4.8.3 Risikobeurteilung

Die Risikobeurteilung der Fahrfähigkeit bezüglich der Ablenkung und Unaufmerksamkeit wird in Tabelle 54 dargestellt.

Tabelle 54
Risikobeurteilung: Fahrfähigkeit. Ablenkung und Unaufmerksamkeit

Risikofaktor	Verbreitung	Gefahren-potenzial	Unfall-relevanz
Visuelle und mentale Ablenkung von der Fahraufgabe	**	****	***

* sehr gering / ***** sehr gross

4.9 Fahrkompetenz: Fahrzeugbedienung

4.9.1 Ausgangslage und Verbreitung

Die grundlegenden Elemente der Fahrzeugbedienung wie bremsen, beschleunigen, wechseln des Getriebegangs und lenken werden im Rahmen der Fahrausbildung vermittelt. In den letzten Jahrzehnten wurde die Bedienung dieser Teilaufgaben durch verschiedene technische Innovationen wie synchronisierte Getriebe, (Halb-)Automatikgetriebe, Servolenkung, Antiblockiersystem (ABS), Bremsassistenten (BAS) usw. deutlich erleichtert. Dennoch bedarf es nach wie vor einiger Übung, bis das Fahrzeug automatisiert bedient werden kann.

Es gibt aber eine Art von mangelhafter Bedienung des Fahrzeugs, die offenbar nicht selten zu beobachten ist, und die die Sicherheit der Radfahrenden gefährdet, nämlich das «unvorsichtige Öffnen der Wagentür».

4.9.2 Gefahrenpotenzial und Unfallrelevanz

Zwar weisen Neulenkende in der Regel eine noch nicht vollständig automatisierte Fahrzeugbedienung auf, dennoch besteht weitgehend Konsens, dass dieser Mangel zumindest bei schweren Unfällen keine nennenswerte Ursache darstellt [108]. Es erstaunt nicht, dass eine mangelnde Vertrautheit mit dem Fahrzeug im Rahmen der polizeilichen Unfallprotokollierung so gut wie nie als mögliche Unfallursache bei Fahrrad-Kollisionen angegeben wird.

Empirische Untersuchungen haben aufgedeckt, dass eine zu starke Ausrichtung der Fahrausbildung auf die technische Fahrzeugbedienung sogar kontra-

produktive Effekte haben kann, weil es das Selbstvertrauen in die eigenen fahrtechnischen Fähigkeiten steigert und dazu verleiten kann, riskanter zu fahren [109,110].

Gemäss der Strassenverkehrsunfallstatistik der Jahre 2005–2009 waren 1,7 % aller schweren Fahrradunfälle auf unvorsichtiges Öffnen der Wagentür zurückzuführen. Berücksichtigt man alle Arten von mangelhafter Bedienung des Fahrzeugs, die im polizeilichen Unfallprotokoll registriert werden, so waren 2,4 % aller schweren Fahrradunfälle auf solche Mängel zurückzuführen.

4.9.3 Risikobeurteilung

Die Risikobeurteilung der Fahrkompetenz bezüglich der mangelhaften Fahrzeugbeherrschung wird in Tabelle 55 dargestellt.

Tabelle 55
Risikobeurteilung: Fahrkompetenz. Mangelhafte Fahrzeugbeherrschung

Risikofaktor	Verbreitung	Gefahren-potenzial	Unfall-relevanz
Mangelhafte Fahrzeug-bedienung	**	*	**

* sehr gering / ***** sehr gross

4.10 Fahrkompetenz: Gefahrenkognition und Selbstkontrolle

4.10.1 Ausgangslage und Verbreitung

Selbstüberschätzung und Gefahrenunterschätzung im Strassenverkehr werden insbesondere den jungen und männlichen Lenkern zugeschrieben. Aber sie sind durchaus auch bei den restlichen Lenkenden vorzufinden. Selbstüberschätzung zeigt sich auch bei jenen jungen Männern, die aufgrund von Tiefeninterviews als «unsicher» eingestuft wurden. Sie selbst bezeichneten sich jedoch als sehr geschickte Fahrer mit einer guten Fahrzeugbeherrschung, Geschicklichkeit sowie einem guten Reaktionsvermögen [111].

Die Fahrausbildung hat zum Ziel, eine Person zu befähigen, ein Motorfahrzeug sicher zu führen. Das beinhaltet nicht nur die motorische Fahrzeugbedienung, sondern auch die psychologisch-mentale Ebene. Durch den seit 1991 obligatorischen Verkehrskundeunterricht (namentlich Verkehrssinnbildung und Gefahrenlehre) wurde der psychischen Fahrbefähigung bedeutend mehr Gewicht gegeben.

In der neuen Fahrausbildung, die am 1. Dezember 2005 in Kraft gesetzt wurde, wird ebenfalls auf emotional-motivationale Elemente, wie z. B. partnerschaftliches Fahren oder Erarbeiten von Strategien für ein sicherheitsförderndes Verhalten im Strassenverkehr, sowie auf psychoaktive Substanzen eingegangen.

4.10.2 Gefahrenpotenzial und Unfallrelevanz

Im Rahmen einer Befragung von jungen Neulenkenden hat sich gezeigt, dass Personen, die gefähr-

liche Fahrsituationen richtig einschätzen, seltener in Unfälle und Beinahe-Unfälle geraten [91]. Mangelnde Gefahrenkognition steht in einem signifikanten Zusammenhang mit risikoreichem Fahrverhalten und führt zu einer ungenügenden Anpassung des Fahrverhaltens an andere Verkehrsteilnehmende und an die Verkehrsumgebung.

Jungen Neulenkenden bereitet das Antizipieren möglicher Gefahren oft Schwierigkeiten, weil sie viele Gefahren verkennen [112]. Zudem fällt ihnen die Selbstkontrolle bedeutend schwerer.

4.10.3 Risikobeurteilung

Die Risikobeurteilung der Fahrkompetenz bezüglich der mangelhaften Gefahrenkognition wird in Tabelle 56 dargestellt.

Tabelle 56
Risikobeurteilung: Fahrkompetenz. Mangelhafte Gefahrenkognition

Risikofaktor	Verbreitung	Gefahren-potenzial	Unfall-relevanz
Mangelnde Gefahrenkognition	***	***	***

* sehr gering / ***** sehr gross

4.11 Fahreignung: Krankheiten und natürliche Veränderungen

4.11.1 Ausgangslage und Verbreitung

Die Fähigkeit der Lenkenden, ihr Fahrzeug sicher zu steuern, kann durch verschiedene Krankheiten beeinträchtigt werden [103,113,114]. Auch die mit fortschreitendem Alter nachlassenden kognitiven, körperlich-motorischen und sensorischen Fähigkeiten der MFZ-Lenkenden können ein Problem für die Verkehrssicherheit der Radfahrenden darstellen.

Da natürliche altersbedingte Veränderungen nicht selten mit Krankheiten verbunden sind, werden die beiden Themen hier zusammen behandelt. Eine detailliertere Beschreibung dieser Risikofaktoren befindet sich im Sicherheitsdossier «Personenwagen-Lenkende und -Mitfahrende» [115].

Während die akuten Erscheinungen einer Erkrankung (epileptischer Anfall, Hypoglykämie usw.) sporadisch auftreten und sich nicht voraussagen lassen, sind die chronischen Auswirkungen einer Krankheit beständiger und voraussagbarer.

Verschiedene Studien haben gezeigt, dass Unfälle, die durch eine akute Erscheinung einer Krankheit verursacht worden sind (z. B. ein epileptischer Anfall während des Fahrens), sehr selten sind [113,114].

Die am meisten verbreitete chronische Krankheit in der Schweiz ist hoher Blutdruck. Laut wissenschaftlicher Literatur stellt er jedoch keinen besonderen Risikofaktor für Verkehrsunfälle dar [116]. Rheumatische Erkrankungen hingegen, die immerhin 11 % der Bevölkerung ab 15 Jahren betreffen, gelten als nicht unbedeutende Risikofaktoren. Die Verbreitung von Demenzerkrankungen ist, bezogen auf

die Gesamtbevölkerung (ab 18 Jahren), sehr gering (rund 1,5 %). Sie nimmt aber mit dem Alter markant zu. Während sie sich bei 65- bis 69-Jährigen noch auf rund 2 % beläuft, steigt sie bei 90- und über 90-Jährigen auf ca. 33 % an [116].

Es ist zu vermuten, dass die Prävalenz von Krankheiten unter den MFZ-Lenkenden geringer ist als in der Gesamtbevölkerung. Bei gewissen Erkrankungen ist die Nichteignung eindeutig wie z. B. bei einer fortgeschrittenen Demenz. Gemäss dem ADMAS des ASTRA war bei den Ausweisentzügen im Jahr 2010 der Grund des Entzugs in 4 % aller Fälle «Nichteignung (Krankheit/Gebrechlichkeit)».

Der Begriff «kognitive Fähigkeiten» bezeichnet die geistige Wahrnehmung, d. h. die Fähigkeit, Signale der Umwelt wahrzunehmen und zu verarbeiten. Die Apperzeptionsleistung (Auffassungsmenge und -geschwindigkeit) halbiert sich beispielsweise in der Altersspanne von 20 bis 80 Jahren. Senioren brauchen mehr Zeit, um Informationen aus der Verkehrsumwelt aufzunehmen. Die Leistung des Arbeitsgedächtnisses reduziert sich: Weniger Informationen werden für eine kürzere Dauer behalten. Neben der Reaktionsgeschwindigkeit ist auch die Reaktionsflexibilität herabgesetzt, sodass schablonenhafte Reaktionen vermehrt zu beobachten sind.

Die Prävalenz der MFZ-Lenkenden mit **kognitiven Einschränkungen** lässt sich nicht leicht ermitteln. Bezogen auf die ganze Bevölkerung dürfte sie eher gering sein.

Mit ansteigendem Alter nehmen **Beweglichkeit und Muskelkraft** ab. Zudem erschwert die Steifigkeit der Nackenmuskulatur und Halswirbel zunehmend die Kopfdrehung. Wie viele Personen wie stark davon betroffen sind, ist schwierig zu beurteilen. Die Beweglichkeit wird u. a. durch Arthrose und (rheumatische) Arthritis eingeschränkt. Wie schon erwähnt, sind 11 % der Gesamtbevölkerung von dieser Erkrankung betroffen. Während sich die Prävalenz bei den 25- bis 34-Jährigen auf 2,3 % beläuft, steigt sie bei den 65- bis 74-Jährigen auf 29 % und bei den 75- und über 75-Jährigen sogar auf 38 %.

Für die Fahrzeuglenkung ist die visuelle Wahrnehmung die wichtigste Sinnesmodalität. Ca. 90 % aller fahrrelevanten Informationen werden visuell aufgenommen [113]. «Nur die Augen können Informationen aus grosser Distanz aufnehmen, was bei rascher Fortbewegung unerlässlich ist» [117]. Durch das Ohr können die Geschwindigkeit aufgrund des Motorgeräuschs sowie gewisse technische Probleme am Wagen bemerkt werden.

Gemäss den Erhebungen des Schweizerischen Optikverbands (SOV) sehen in der Schweiz gut 20–30 % der Verkehrsteilnehmenden zu schlecht, tragen unzureichende oder keine Sehhilfen, obwohl Letztere nötig wären. Dieser Prozentsatz scheint jedoch hoch im Vergleich zu Studienergebnissen aus Grossbritannien. Es wurde ermittelt, dass 2–4 % der Lenkenden die Mindestanforderungen bezüglich Sehvermögen nicht erfüllen [118]. In Australien wurde dieser Anteil auf 12 % geschätzt [118]. Es ist erwiesen, dass ein Teil der in Australien untersuchten Lenkenden mit ungenügendem Sehvermögen die Anforderungen mit entsprechender Korrektur eigentlich erfüllen würden. Auch in Grossbritannien hat eine Erhebung gezeigt, dass ein Teil der Brillen oder Linsen tragenden Lenkenden (insbesondere die jungen) manchmal ohne ihre Sehhilfen am Steuer ihrer Wagen unterwegs sind [118].

Das Sehen verändert sich bereits ab 40 Jahren degenerativ. Die Gruppe der 45- bis 65-jährigen PW-Lenkenden legt 37 % der im Jahr 2005 gefahrenen PW-Kilometer zurück (die Gruppe der 65-Jährigen und über 65-Jährigen 8 %). Auch wenn nur ein geringer Prozentsatz der Lenkenden im mittleren Alterssegment visuelle Wahrnehmungsdefizite hat, handelt es sich letztendlich um eine relevante Anzahl. Zudem ist sich diese Altersgruppe im Gegensatz zu den meisten Senioren ihrer Beeinträchtigungen oftmals nicht bewusst.

Neben Sehverschlechterungen können auch **Beeinträchtigungen des Hörvermögens** die Fahreignung reduzieren. Für das Fahrradunfallgeschehen spielt jedoch eine Beeinträchtigung des Hörvermögens mutmasslich eine vernachlässigbare Rolle, da das Erkennen der weitgehend lautlosen Radfahrenden visuell erfolgen muss.

4.11.2 Gefahrenpotenzial und Unfallrelevanz

In einer im Rahmen des EU-Projekts IMMORTAL durchgeführte Meta-Studie wurde ermittelt, dass ein Lenker mit einer gegebenen Krankheit (inkl. Beeinträchtigungen des Seh- und Hörvermögens) im Durchschnitt ein Risiko von 1,33 hat, in einen Unfall verwickelt zu werden [103]. Alkoholismus (2,0) und neurologische Krankheiten (1,75) weisen die höchsten relativen Risiken auf. In der Meta-Studie wird aber darauf hingewiesen, dass das Resultat betreffend Alkoholismus nur auf 3 Studienergebnissen basiert, sodass der Einbezug von weiteren Studien zu anderen Resultaten führen könnte. Im Rahmen einer weiteren Studie wurde eruiert, dass Demenzerkrankungen zu einem 3,3-fach erhöhten Risiko, schuldig in einen Unfall verwickelt zu sein, führen kann. Zudem muss erwähnt werden, dass durch die medikamentöse Behandlung mindestens ein Teil der Krankheitssymptome erfolgreich angegangen werden kann.

Einbussen der kognitiven Informationsverarbeitung haben zur Folge, dass die interne Repräsentation des Verkehrsraums lückenhaft ist. Ausserdem werden Senioren durch den Verkehr mehr beansprucht und ermüden dementsprechend schneller als der durchschnittliche MFZ-Lenker.

Dennoch führen viele der genannten Einschränkungen nicht zwangsläufig zu einer höheren Unfallbelastung. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die kognitiven Leistungseinbussen nur bei komplexen Aufgaben in Kombination mit Zeitdruck zu einer reduzierten Handlungszuverlässigkeit führen. Wenn Senioren genügend Zeit haben und/oder die Fahrsituation einfach ist, fallen die Einbussen weniger ins Gewicht.

Im Rahmen einer Meta-Studie zeigte sich, dass bei geistigen Störungen (die als Extremformen kognitiver Beeinträchtigungen gewertet werden können) das relative Risiko bei 1,72 ($p<0,05$) liegt [103].

Dank verschiedenen technischen Entwicklungen bei den Personenwagen, namentlich Servobremse, elektrische Parkbremse, Automatikgetriebe, Servolenkung und Rückfahrsensoren, fallen diverse körperlich-motorische Beeinträchtigungen nicht mehr so stark ins Gewicht wie früher. Für Radfahrende dürfte es dann gefährlich werden, wenn der MFZ-Lenker ungenügende Kopfdrehungen aufweist. Dies stellt vor allem bei Knotenpunkten (Abbiege- und Querungsmanöver) und in geringerem Ausmass auch bei Rückwärtsfahrten ein Problem dar.

Es ist trivial, dass ein gutes Sehvermögen eine unerlässliche Voraussetzung für ein sicheres Fahrverhal-

ten bildet. So erstaunt es nicht, dass in Studien zur Bedeutung des verminderten Sehvermögens ein Bezug zu den Unfallstatistiken gefunden wird [119]. Eine im Rahmen des EU-Projektes IMMORTAL durchgeführte Meta-Analyse von 79 Studien weist bei Sehbeeinträchtigungen eine Risikoerhöhung von 10 % (RR=1,09; p<0,05) aus [103].

Eingeschränktes Dämmerungssehvermögen und Blendempfindlichkeit stellen u. a. deshalb ein Problem dar, weil diese Faktoren im Rahmen des obligatorischen Sehtests nicht überprüft werden. Es findet also keine Auslese statt, sodass Personen mit eingeschränktem Dämmerungssehvermögen und Blendempfindlichkeit in der Nacht unterwegs sind und das, ohne sich ihres erhöhten Risikos bewusst zu sein. Unfallanalytische Daten zeigen, dass eingeschränktes Dämmerungssehvermögen bzw. erhöhte Blendempfindlichkeit mit einem erhöhten Unfallrisiko bei Dämmerung und Nacht einhergehen [120,121]. Vaa gibt auf der Basis einer Meta-Analyse von 62 Studien an, dass die Unfallwahrscheinlichkeit durch ein eingeschränktes Dämmerungssehvermögen um über 60 % (RR=1,66; p<0,05) und durch eine erhöhte Blendempfindlichkeit um 50 % (RR=1,50; p<0,05) erhöht wird [103].

Die Bedeutung des **Sehvermögens** als unfallwirksamer Faktor von MFZ-Lenkenden ist aufgrund der geringen Abmessung der Radfahrenden und der dementsprechend leichten Übersehbarkeit erhöht. Gemäss der Strassenverkehrsunfallstatistik spielt eine verminderte Sehkraft eine vernachlässigbare Rolle: In den Jahren 2005–2009 wurde die Sehkraft der motorisierten Kollisionsgegner der schwer verunfallten Radfahrenden niemals bemängelt. Hierbei muss jedoch von einer sehr hohen Dunkelziffer ausgegangen werden, da der Polizeibeamte Sehprobleme nur dann erkennt, wenn eine im Führerschein festgehaltene Sehkorrektur (Linsen/Brille) nicht getragen wird. Von untergeordneter Bedeutung für eine sichere Teilnahme am Strassenverkehr sind das Farbensehen und das stereoskopische Sehen [121,122].

4.11.3 Risikobeurteilung

Die Risikobeurteilung der Fahreignung bezüglich verschiedener Risikofaktoren im Bereich Krankheiten und natürliche Veränderungen wird in Tabelle 57 dargestellt.

Tabelle 57
Risikobeurteilung: Fahreignung. Krankheiten und natürliche Veränderungen

Risikofaktor	Verbreitung	Gefahren-potenzial	Unfall-relevanz
Krankheiten (z. B. Demenz)	**	**	*(*)
Kognitive Leistungsgrenzen	*	**	*
Körperlich-motorische Beeinträchtigungen	*	**	*
Beeinträchtigtes Sehvermögen	**	**	*

* sehr gering / ***** sehr gross

4.12 Soziodemographische Risikogruppen

Bisher wurden einzelne, spezifische Faktoren betrachtet, die von den MFZ-Lenkenden ausgehen können und das Kollisionsrisiko mit Radfahrenden erhöhen. Nachfolgend wird gewissermassen eine Meta-Ebene eingenommen, indem der Frage nachgegangen wird, ob die identifizierten Risikofaktoren bei gewissen soziodemographischen Gruppen in konzentrierter Form auftreten, sodass sie für Radfahrende eine besondere Gefahr darstellen. Die Identifizierung von Risikogruppen ist wichtig, da es hilft, relevante Zielgruppen der Präventionsarbeit zu definieren.

Im Rahmen allgemeiner (d. h. nicht fahrradspezifischer) Untersuchungen zeigen sich immer wieder zwei Risikogruppen: junge Neulenkende und Senioren. Bei den jungen Neulenkenden liegen die Gründe einerseits bei jugendtypischen Eigenschaften (Risikotoleranz, imponieren, emotionales Handeln) und andererseits in den noch geringen Fahrerfahrungen (Gefahrenkognition, Fahrzeugbedienung, Blickverhalten). Bei den Senioren sind verschiedenste alterungsbedingte Leistungseinbussen zu beklagen, wie reduziertes Hör- und Sehvermögen, nachlassendes kognitives Leistungstempo sowie motorische Einschränkungen.

Es stellt sich die Frage, inwieweit diese Gruppen auch für Radfahrende eine erhöhte Gefahr darstellen und ob sich allenfalls noch weitere Gruppen identifizieren lassen.

Die häufigsten motorisierten Kollisionsgegner der schwer verunfallten Radfahrenden sind zwischen 30 bis 59 Jahre alt, was nicht weiter verwundert, da diese Altersgruppe auch die höchste Kilometerleistung aufweist. Wenn man allerdings die Altersverteilung der motorisierten Kollisionsgegner mit der Teilnahme der Altersgruppen am Verkehr vergleicht, dann fällt auf, dass insbesondere Lenker zwischen 18 und 24 Jahren und Lenker ab 60 Jahren bei Kollisionen mit Radfahrenden überrepräsentiert sind. Von allen Motorfahrzeug-Fahrrad-Kollisionen, bei welchen der Radfahrer schwer verunfallte, waren 11,9 % der motorisierten Lenker zwischen 18 und 24 Jahren bzw. 18,6 % der motorisierten Lenker ab 60 Jahren involviert. Die Fahrleistungen dieser Altersgruppen entsprechen aber «nur» 9,6 bzw. 14 % der gesamten Fahrleistung. Unterscheidet man nach Geschlecht, so fällt auf, dass die Überrepräsentation bei den männlichen jungen Lenkern noch ausgeprägter ist.

Die **jungen MFZ-Lenkenden** haben trotz ihrer in der Regel exzellenten sensomotorischen Eigenschaften (hohe Reaktionsgeschwindigkeiten, gutes

Tabelle 58
Anteil der Kollisionsgegner von schwer verunfallten Radfahrenden nach Alter und Geschlecht, 2005–2009 und Anteil zurückgelegte Distanzen mit einem Motorfahrzeug nach Alter und Geschlecht, 2005

Alter	Anteil der Kollisionsgegner			Anteil der mit MFZ zurückgelegten Distanz		
	Männlich	Weiblich	Total	Männlich	Weiblich	Total
10–14	0.7	0.3	0.6	0.1	0.0	0.1
15–17	1.0	0.8	0.9	0.4	0.1	0.3
18–24	12.1	11.3	11.9	8.7	11.6	9.6
25–29	9.9	8.2	9.4	9.2	10.0	9.4
30–59	57.3	61.9	58.6	67.3	65.0	66.6
60+	18.9	17.6	18.6	14.3	13.2	14.0
Total	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**

Sehvermögen usw.) ein höheres Kollisionsrisiko. Somit müssen die Ursachen für die Auffälligkeit junger MFZ-Lenkender in ihrem Fahrverhalten und ihrer Fahrfähigkeit liegen. Dass nur männliche Junglenker auffällig sind, weist in die gleiche Richtung. Gemäss der Strassenverkehrsunfallstatistik stellt bei den männlichen Junglenkenden die unangepasste Geschwindigkeitswahl eines der Hauptprobleme dar. Weiterhin stellt auch der Konsum von Alkohol eine nicht zu vernachlässigende Mitursache dar. Dieser liegt jedoch in einem rechtlich nicht relevanten Bereich (d. h. unter 0,5 ‰).

Junge Erwachsene (vor allem männliche) gehen vermehrt Risiken ein als ältere Erwachsene. Dabei werden Risiken oft unbewusst eingegangen, quasi als Nebenprodukt ihrer Handlungen. Durch die starke Ausrichtung auf die Gleichaltrigengruppe haben gleichaltrige Passagiere einen starken Einfluss auf junge Lenkende und können risikoreiches Fahrverhalten verstärken.

Die häufig fehlenden negativen Konsequenzen risikoreichen Verhaltens und die Beobachtung gefährlicher, aber erfolgreicher Verhaltensweisen anderer tragen dazu bei, dass die Idealisierung des eigenen Fahrkönnens ungeachtet der objektiven Gefahren verfestigt wird [112].

MFZ-Lenkende ab 60 Jahren stellen wegen ihrer oftmals reduzierten kognitiven, motorischen und sensorischen Einschränkungen eine überproportional hohe Gefahr für Radfahrende dar.

Empirische Studien haben aufgezeigt, dass sich alterungsbedingte Einschränkungen insbesondere an Knotenpunkten äussern. Es handelt sich dabei um Verkehrssituationen, die reich an Informationen sind. In solchen Situationen ist bei Senioren aber oft ein langsamer und vorsichtiger Fahrstil zu beobachten. Durch diese Fahrweise gewinnen sie Zeit zu reagieren und kompensieren dadurch einen Teil ihrer Einschränkungen. Trotzdem sind sie bei einem Zusammenstoss mit Radfahrenden auf Knotenpunkten leicht überrepräsentiert. In den Jahren 2005–2009 geschahen 59 % aller schweren Unfälle zwischen einem Radfahrer und einem motorisierten Verkehrsteilnehmer auf Knotenpunkten. Wenn der motorisierte Kollisionsgegner aber eine Person über 59 Jahre alt war, so belief sich der Anteil der Zweierkollisionen an Knotenpunkten auf 63 %.

Möglicherweise spielt die kompensierende Fahrweise der Senioren in Bezug auf die Sicherheit der Radfahrenden eine geringere Rolle als in Bezug auf die Sicherheit von besser geschützten Verkehrsteilnehmenden wie z. B. PW-Insassen.

4.13 Menschliche Leistungsgrenzen: Visuelle Wahrnehmung

An dieser Stelle sollen unfallrelevante Einflussfaktoren thematisiert werden, die allgemein psychologischer Natur sind, d. h. alle Individuen gleichermassen betreffen. Solche Einflussfaktoren zeigen sich, wenn das System Strassenverkehr derart gestaltet ist, dass es zu Überforderungen der menschlichen Leistungsfähigkeit führt. Menschliche Leistungsgrenzen als Risikofaktoren zu bezeichnen wäre etwas verwegen, stellen sie doch nicht per se ein Risiko dar, sondern nur in einer nicht menschengerecht gestalteten Umwelt. Trotzdem ist es wichtig, menschlichen Leistungsgrenzen nachzugehen, da sie Hinweise liefern, wo Fahrzeug und Strasseninfrastruktur zu verändern sind, sodass MFZ-Lenkende unterstützt statt überfordert werden.

Beim Autofahren ist die visuelle Wahrnehmung die wichtigste Sinnesmodalität. Über 90 % aller fahrrelevanten Informationen werden visuell aufgenommen. Demgegenüber sind die auditiven und propriozeptiven Sinne von untergeordneter Bedeutung und werden deshalb nachfolgend ausgeklammert.

Oftmals wird die Sicherheitsrelevanz der visuellen Wahrnehmung auf die Sehschärfe reduziert – gemäss dem Motto: «Wer gut sieht, sieht die Gefahren». Ein hoher Visus ist zwar eine notwendige, jedoch bei weitem keine hinreichende Bedingung für eine gute visuelle Wahrnehmung.

Infolge der hohen Bedeutung visueller Informationen zur Bewältigung der Fahraufgabe erstaunt es nicht, dass das Übersehen von Informationen ein hohes Gefahrenpotenzial hat. Informationsdefizite können sogar als die Hauptunfallursache bezeichnet werden. In Untersuchungen konnte aufgezeigt werden, dass 50 % aller Unfälle durch eine verspätete oder fehlende Wahrnehmung der konkreten Gefahrenquelle bedingt sind [123]. Solche Informationsdefizite können grundsätzlich durch Sehschwäche, durch visuelle Ablenkung und durch Überforderungen entstehen. Wie empirisch aufgezeigt werden konnte, kommen visuelle Ablenkungen zwar durchaus vor, jedoch zu selten, als dass sie alle Informationsdefizite erklären können. Auch Sehschwäche leistet einen geringen Erklärungsbeitrag für Informationsdefizite, da diese auch bei jungen Bevölkerungsgruppen mit optimaler Sehstärke vorkommen. Somit bleibt die Überforderung als wichtigste Erklärung.

Entgegen dem subjektiven Empfinden ist es (zumindest in der Stadt) nicht möglich, alle verkehrsrelevanten Informationen zu beachten, da die Aufnahmefähigkeit begrenzt ist. Das hängt damit zusammen, dass das periphere Gesichtsfeld infolge des geringen Auflösungsvermögens nur ungenügende Informationen der Umgebung liefert und Fixationen zur Informationsaufnahme notwendig sind. Fixationen sind jedoch sowohl zeitlich als auch räumlich begrenzt: Bei Helligkeit können durchschnittlich drei Fixationen pro Sekunde durchgeführt werden, wobei ein Fixationspunkt in der Regel nicht mehr als 10 Grad vom vorhergehenden Punkt entfernt ist [124]. Eine visuelle Überforderung des MFZ-Lenkers liegt dann vor, wenn pro Sekunde an mehr als drei verkehrsrelevanten Objekten (andere Verkehrsteilnehmende, Verkehrssignale usw.) vorbeigefahren wird. Das ist im Innerortsbereich und dort im Speziellen an Kreuzungen regelmässig der Fall. Da Objekte im Verkehrsraum gewissermassen in Konkurrenz zueinander stehen, kann der MFZ-Lenker bei einer Informationshäufung nur einen Teil bewusst wahrnehmen. Die Auswirkungen der visuellen Grenzen verstärken sich mit zunehmender Geschwindigkeit, da pro Zeiteinheit an mehr Objekten vorbeigefahren wird. Dadurch steigt die Gefahr, verkehrsrelevante Objekte zu übersehen.

Ein weiteres problematisches Phänomen ist der Tunnelblick (Einengung des nutzbaren Sehfeldes). Dieses Phänomen tritt bei starker kognitiver Beanspruchung auf und kommt bei Innerortsfahrten regelmässig vor, ohne dass es dem MFZ-Lenker auffällt. Gerade bei Knotenpunkten, wo der Lenker einen weiten Bereich überblicken muss, besteht die Gefahr des Tunnelblicks, sodass die ohnehin leicht übersehbaren Radfahrenden vom MFZ-Lenker mit erhöhter Wahrscheinlichkeit nicht gesehen werden.

Aufgrund der bestehenden menschlichen Leistungsgrenzen kommt es bei MFZ-Lenkenden in

einer informationsreichen Fahrumgebung bei gleichzeitig zu hoher Geschwindigkeit regelmässig zu Überforderungen. Da die Leistungsanforderungen grösser sind als die Leistungsmöglichkeiten, kann von einer systembedingten Leistungsanomalie gesprochen werden. Dieser Überbeanspruchung fallen vor allem unauffällige Objekte zum Opfer, denn übersehen werden Objekte mit wenig Kontrast, niedriger Helligkeit und geringer Ausdehnung. Alles Eigenschaften, die mehr oder weniger auf Radfahrende zutreffen.

Eine systembedingte Leistungsanomalie schlägt sich, sofern sie von Bedeutung ist, natürlich im Unfallgeschehen nieder. Im Rahmen der polizeilichen Unfallprotokollierung wird die beschriebene Überbeanspruchung (infolge der Orientierung an die Verkehrsregeln) insbesondere als Vortrittsmissachtung klassifiziert. Ca. 60 % aller polizeilich bemängelten MFZ-Lenkenden wurde «Missachtung des Vortrittes» attribuiert. Vortrittsmissachtungen sind in aller Regel nicht auf ein absichtliches Verweigern der Fahrrad-Vorfahrt zurückzuführen, sondern widerspiegeln die beschriebene Überbeanspruchung. Dies bestätigen auch Felduntersuchungen: Ein Grossteil der PW-Lenkenden übersieht Radfahrende/ an einer Kreuzung. (Eine ausführliche Betrachtung der visuellen Orientierung findet sich in [123]).

4.14 Fazit

MFZ-Lenkende gefährden Radfahrende insbesondere durch **Vortrittsmissachtungen** und **unvorsichtige Richtungs- und Fahrspurwechsel** (inkl. Kurvenschneiden). Zu Kollisionen kommt es hauptsächlich aufgrund von **ungenügendem fahrradspezifischem Gefahrenbewusstsein,** d. h. MFZ-Lenkende schätzen Gefahren und Risiken bei sich selbst sowie die Situation falsch ein und verhalten sich dementsprechend wenig sicherheitsorientiert, sowie durch **Ablenkung und Unaufmerksamkeit**. Generell ist die **Fahrgeschwindigkeit** der MFZ-Lenkenden (hinsichtlich Kollisionswahrscheinlichkeit und Verletzungsschwere) ein entscheidender Gefährdungsfaktor für die Radfahrenden. Während **Alkohol und Müdigkeit** bei motorisierten Fahrzeuglenkenden zwar generell ein grosses Sicherheitsproblem darstellen, haben diese beiden Faktoren für die Sicherheit der Radfahrenden eine untergeordnete Relevanz. Unfälle, bei denen der motorisierte Lenker alkoholisiert oder übermüdet ist, passieren zu Zeitpunkten (nachts) oder an Orten (auf monotonen Langstrecken auf Ausserortsstrassen oder Autobahnen), wo Radfahrende kaum unterwegs sind.

Hingegen gefährden nicht selten zu dichte **Überholmanöver** der MFZ-Lenkenden und das unvorsichtige **Öffnen der Wagentür** die Radfahrenden.

Unter den MFZ-Lenkenden stellen – gemessen an ihrer Fahrleistung – die **jungen motorisierten Lenker** zwischen 18 und 24 Jahren und jene **ab 60 Jahren** ein besonderes Sicherheitsrisiko dar. Bei Neulenkenden liegen die Gründe einerseits in jugendtypischen Eigenschaften und andererseits in den noch geringen Fahrerfahrungen. Bei den älteren Lenkenden stehen verschiedenste alterungsbedingte Leistungseinbussen im Vordergrund (kognitive sowie körperlich-motorische Einschränkungen). Eine Demenzerkrankung erhöht z. B. das Unfallrisiko massiv, ist aber erst in sehr hohem Alter verbreitet. Aufgrund der grossen Altersspannweite, d. h. ihrer Summe geht die grösste Gefahr für Radfahrende aber von **erwachsenen MFZ-Lenkenden allgemein** aus.

Die **Leistungsgrenzen bezüglich Wahrnehmung und Informationsverarbeitung** werden bei MFZ-Lenkenden generell im Verkehr überbeansprucht. Dies äussert sich z. B. im häufigen Übersehen der Radfahrenden bei Richtungs- oder Fahrspurwechseln und bei Vortrittsmissachtungen. Diesbezüglich sind folgende Problemfelder zu nennen:

- Knotenpunkte (ausgenommen Kreisel) weisen oftmals einen zu hohen Komplexitätsgrad auf, d. h., die Informationsdichte ist zu hoch. Verschärft wird das Problem durch die hohe Dichte von Verkehrssignalen.
- Radfahrende sind durch ihr unscheinbares Erscheinungsbild (schmale Silhouette, schlecht sichtbare Kleiderfarben) besonders gefährdet, in der Flut der verkehrsrelevanten Informationen unterzugehen.
- Die Geschwindigkeit der MFZ-Lenkenden erhöht die Problematik der visuellen Leistungsgrenzen.

5. Kollisionsobjekte

5.1 Einleitung

Im Folgenden wird aufgezeigt, welche spezifischen Eigenschaften der Motorfahrzeuge eine bedeutende Unfall- bzw. Verletzungsgefahr für Radfahrende bergen. Der Fokus liegt schwergewichtig auf den Personen- und teilweise auf den Lastwagen (LW). Ein vieldiskutierter Problembereich besteht in der eingeschränkten Sicht des Fahrzeuglenkenden, was auch unter der Bezeichnung «Toter Winkel» subsummiert wird (Kap. VI.5.4, S. 149). Relevanter sind jedoch das Frontprofil (Kap. VI.5.2, S. 146) und die Frontsteifigkeit (Kap. VI.5.3, S. 148), die in der Fachliteratur auch unter dem Begriff **Form- und Steifigkeitsaggressivität** diskutiert werden. Andere Problembereiche mit lediglich marginaler Relevanz für das Unfallgeschehen der Radfahrenden – wie z. B. die technische Betriebssicherheit der Motorfahrzeuge – werden nachfolgend ausgeklammert.

5.2 Frontgeometrie

5.2.1 Ausgangslage und Verbreitung

Die grössten Unterschiede in der Form der Frontpartie bestehen zwischen Personenwagen und Sachentransportfahrzeugen (STFZ). Während Sachentransportfahrzeugen eine hohe und gleichzeitig steile oder gar senkrecht gestaltete Front aufweisen, haben Personenwagen eine lange, flache Motorhaube. Aber auch innerhalb der Kategorie der Personenwagen bestehen beträchtliche Unterschiede in der Form. In den letzten Jahren hat sich das Frontprofil vieler Personenwagen verändert: Vornehmlich durch die Optimierung der Aerodynamik bedingt wurde die Haubenvorderkante ab-

geflacht und abgerundet [125]. Ein gegenläufiger Trend zeigt sich bei den sogenannten Sport Utility Vehicle (SUV).

5.2.2 Gefahrenpotenzial und Unfallrelevanz

Eine hohe und gleichzeitig steile Front, wie sie in der Regel bei Liefer- und Lastwagen vorliegt, geht im Fall einer Fahrrad-Kollision mit einer hohen Wahrscheinlichkeit eines direkten starken Kopfkontakts mit der Fahrzeugfront einher. Beim Zusammenstoss wird der Kopf innerhalb von 1 bis 2 Zehntelsekunden auf die Geschwindigkeit des Fahrzeugs beschleunigt, was zu enormen Belastungen führt. Im Gegensatz dazu landen angefahrene Radfahrende bei flachhaubigen Personenwagen zumindest bei niedriger Kollisionsgeschwindigkeit auf der Motorhaube, wo ein gewisses Abrollen des Körpers möglich ist (Abbildung 25, [126]).

Bei höheren Kollisionsgeschwindigkeiten geraten Radfahrende nicht auf die Motorhaube, sondern prallen gegen die deutlich härtere Windschutzscheibe.

Bei hohen Fahrzeugfronten besteht die Gefahr, dass die angefahrenen Radfahrenden nach dem Zusammenstoss vom Fahrzeug weggeschleudert werden, wodurch sich ein sekundärer Kopfaufprall auf den Strassenboden ergeben kann. Auch können die Radfahrenden dabei vom Fahrzeug überrollt werden. Das Risiko, dass ein Radfahrer bei einer Kollision schwer verletzt wird, ist bei SUV/Geländefahrzeugen im Vergleich zu normalen Personenwagen um rund 20 % erhöht. Bei Lieferwagen/Kastenwagen beträgt die Risikoerhöhung sogar 140 % [127].

Frontschutzbügel stellen heutzutage kein nennenswertes Problem mehr dar, weil für ihre Montage seit 1996 in der Schweiz eine Genehmigung gemäss der Richtlinie 74/483/EWG vorliegen muss. Danach sind nur Frontschutzbügel zugelassen, die im Vergleich zum Grundmodell keine zusätzliche Verletzungsgefährdung mit sich bringen.

5.2.3 Risikobeurteilung

Insbesondere Liefer- und Lastwagen weisen ungünstige Frontprofile auf. Sie machen etwas mehr als 10 % der Kollisionsgegner von Radfahrenden aus. Das Risiko schwerer Verletzungen ist bei diesen Fahrzeugen im Vergleich zu Personenwagen mehr als doppelt so hoch. Insgesamt dürfte ein beachtlicher Anteil aller schweren Verletzungen mit formaggressiven Frontpartien zusammenhängen (Tabelle 59).

Abbildung 25
Kollisionsverlauf in Abhängigkeit von der Frontgeometrie



Quelle: Brückerhoff, [126]

Tabelle 59
Risikobeurteilung: Frontgeometrie. Formaggressive Frontpartien

Risikofaktor	Verbreitung	Gefahrenpotenzial	Unfallrelevanz
Formaggressive Frontpartien	***	*****	***(*)

* sehr gering / ***** sehr gross

5.3 Frontsteifigkeit

5.3.1 Ausgangslage und Verbreitung

Während die Frontform die äussere Gestalt beschreibt, bezieht sich der Begriff Frontsteifigkeit auf die strukturbedingten Eigenschaften der Front, namentlich der Stossstange, der Motorhaube und der darunter liegenden Aggregate.

Grössere bzw. schwerere Fahrzeuge weisen oftmals nicht nur, wie oben dargestellt, ungünstigere Formen auf, sondern sind gleichzeitig sehr steif aufgebaut. Dass die Frontaufbauten zwischen unterschiedlichen Fahrzeugkategorien wie Last- und Personenwagen variieren, ist offensichtlich. Doch wie anhand von Crashtests (z. B. Euro NCAP) deutlich wird, bestehen auch innerhalb der Kategorie der Personenwagen bedeutsame Unterschiede. Trotz der verstärkten Anstrengungen der Automobilindustrie die Fahrzeugfronten zu entschärfen, sind die Ergebnisse auch bei neuen Modellen relativ unbefriedigend, zumal bei den Optimierungen im Partnerschutz die spezifischen Eigenheiten der Radfahrenden weitestgehend unberücksichtigt bleiben.

5.3.2 Gefahrenpotenzial und Unfallrelevanz

Da harte Frontstrukturen kaum Energie absorbieren, führen sie bei Radfahrenden zu hohen Körperbelastungen. Eine besondere Gefahr geht von den Aggregaten unter der Motorhaube aus. Diese liegen infolge der knapp bemessenen Platzverhältnisse im Motorraum oftmals unmittelbar unter der Haube. Im Fall eines Kopfaufpralles kann es aufgrund der Härte dieser Fahrzeugteile zu Frakturarten der Schädelkalotte, des Gesichtsschädels oder der Schädelbasis kommen [125]. Auch äussere harte Fahrzeugteile, wie beispielsweise die Scheibenwischerachse, können Verletzungen (Impressionsfrakturen) verursachen. Neben der eigentlichen Front des Fahrzeugs bilden für Radfahrende vor allem die Windschutzscheibe und ihre Umrahmung eine grosse Gefahr für Kopfverletzungen. Üblicherweise schlagen Radfahrende insbesondere auf Strassen mit einer Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h auf diesen Fahrzeugbereich auf [128] (Abbildung 26).

5.3.3 Risikobeurteilung

Trotz der bereits unternommenen Anstrengungen der Automobilindustrie, die Frontpartien für ungeschützte Verkehrsteilnehmende zu entschärfen, besteht immer noch eine massive Gefährdung (Tabelle 60). Diese besteht einerseits, weil die bisherigen Frontoptimierungen den Scheibenbereich weitestgehend ausklammern, und andererseits, weil der Grossteil des Fahrzeugparks noch keine verletzungsreduzierenden Eigenschaften aufweist.

Abbildung 26
Crashtest mit Radfahrer und Personenwagen



Quelle: BASt

Tabelle 60
Risikobeurteilung: Frontsteifigkeit. Steife Frontpartien

Risikofaktor	Verbreitung	Gefahren-potenzial	Unfallrelevanz
Steifigkeitsaggressive Frontpartien	*****	****	*****

* sehr gering / ***** sehr gross

5.4 Eingeschränkte Sicht (Toter Winkel)

5.4.1 Ausgangslage und Verbreitung

Insbesondere bei grossen Sachentransportfahrzeugen können gewisse Bereiche der näheren Fahrzeugumgebung vom Lenker nicht eingesehen werden. Selbst die konventionellen Seitenspiegel helfen hier nicht weiter. Besonders die unzureichende Sicht nach vorn und nach rechts bereitet den LW-Lenkenden erhebliche Probleme [129].

Bei Personenwagen werden demgegenüber insbesondere die Sichteinschränkungen durch breite Dachstützen links und rechts der Frontscheibe diskutiert. Diese sogenannten A-Säulen verdecken seitlich die Sicht auf die Strasse [130]. Gerade bei modernen Autos sind die A-Säulen relativ breit, da sie trotz flacheren Windschutzscheiben im Fall eines Überschlags einen höheren Insassenschutz bieten sollen (Abbildung 27).

Abbildung 27
Sichteinschränkung durch A-Säule



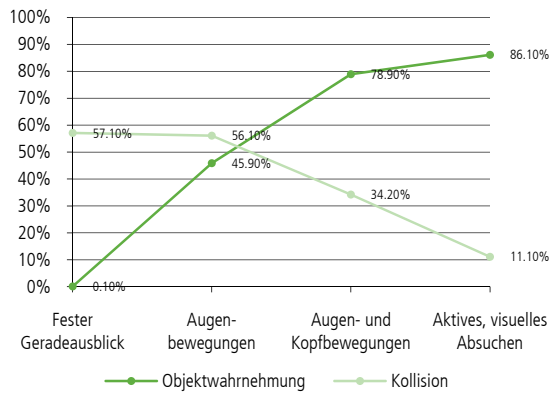
Quelle: AutoBild

5.4.2 Gefahrenpotenzial und Unfallrelevanz

Infolge der toten Winkel besteht die Gefahr, dass ein seitlich neben einem Lastwagen stehender Radfahrer im Rückspiegel nicht sichtbar ist und im Fall eines Rechts-Abbiegemanövers des Lastwagens abgedrängt oder angefahren wird. Auf der Basis der amtlichen Unfalldatenbank kann gesagt werden, dass pro Jahr ungefähr fünf schwer oder tödlich verletzte Radfahrende aufgrund dieser Unfallkonstellation zu beklagen sind. Sofern die Lastwagen nicht mit einem Seitenschutz ausgerüstet sind, besteht die Gefahr, dass der Radfahrer zwischen Vorder- und Hinterräder gerät.

Die Strassenverkehrsunfallstatistik enthält keine Informationen zum unfallverursachenden Einfluss von A-Säulen. Somit ist eine globale Quantifizierung der Unfallrelevanz schwierig, zumal die Verdeckungsgefahr von den Lenkenden oftmals kompensiert wird. Wie eine Simulatorstudie aufzeigte, kann die durch A-Säulen verursachte Kollisionswahrscheinlichkeit durch ein aktives Blickverhalten stark reduziert werden [131] (Abbildung 28).

Abbildung 28
Häufigkeit von Objektwahrnehmungen und Kollisionen in Abhängigkeit der Blicktechnik, Simulatorstudie



Quelle: Wade, Hammond, [131]

5.4.3 Risikobeurteilung

Obwohl tote Winkel bei allen Motorfahrzeugen in mehr oder weniger ausgeprägter Form vorhanden sind und im Einzelfall ein hohes Gefährdungspotenzial aufweisen, verursachen sie gemäss Expertenurteil nur einen relativ bescheidenen Anteil aller Fahrradunfälle (Tabelle 61). Die bescheidene Unfallrelevanz erklärt sich dadurch, dass unglückliche Konstellationen von rechts abbiegenden Lastwagen mit gänzlich verdeckten Radfahrenden im Seitenbereich verhältnismässig selten vorkommen und die Verdeckungsgefahr bei A-Säulen von den Lenkenden kompensiert werden können. Dennoch besteht hier Handlungsbedarf.

5.5 Fazit

Zweispurige Motorfahrzeuge sind die häufigsten und zugleich gefährlichsten Kollisionsobjekte von Radfahrenden. Risikoerhöhende Merkmale beziehen sich insbesondere auf die strukturgeometrischen Fronteigenschaften. Eine hohe und steile Front birgt die Gefahr eines starken primären (Kopf-)Aufpralls und anschliessenden Wegschleuderns, was mit einem sekundären Aufprall auf die Strassenoberfläche endet. Die nach wie vor zu hohe Festigkeit von Frontaufbauten birgt ebenfalls ein hohes Gefahrenpotenzial. Erst einige wenige Personenwagen-Modelle weisen sicherheitsoptimierte Fronten auf, die einen gewissen Partnerschutz für ungeschützte Kollisionsgegner bieten. Bei höheren Kollisionsgeschwindigkeiten landen Radfahrende aber nicht auf der Motorhaube, sondern auf der deutlich härteren Windschutzscheibe oder deren Umrahmung. Ein weiterer Risikofaktor, der jedoch zur Erklärung des Unfallgeschehens von geringerer Bedeutung ist, stellen tote Winkel dar, die insbesondere bei Lastwagen vorkommen, aber auch die vorderen Dachsäulen (A-Säulen) bei Personenwagen.

Tabelle 61
Risikobeurteilung: Eingeschränkte Sicht. Nicht-einsehbare Bereiche der Fahrzeugumgebung

Risikofaktor	Verbreitung	Gefahren-potenzial	Unfallrelevanz
Eingeschränkte Sicht (Toter Winkel)	****	***	**

* sehr gering / ***** sehr gross

6. Infrastruktur

6.1 Einleitung

6.1.1 Defizitäre Infrastruktur

Defizitäre Strasseninfrastruktur als Risikofaktor lässt sich auf verschiedenen Ebenen ausmachen. Sie kann die Folge einer ungenügenden Netzplanung sein. Doch selbst bei einer adäquaten Netzplanung können die einzelnen Infrastrukturelemente sicherheitstechnische Defizite aufweisen.

Defizitäre Infrastruktur lässt sich grundsätzlich drei verschiedenen Kategorien zuteilen:

- Fehlende Infrastrukturelemente (z. B. fehlender Radstreifen trotz grosser Nachfrage und genügenden Platzverhältnissen)
- Falsche Infrastrukturelemente (z. B. markierter Radstreifen trotz ungenügender Platzverhältnisse)
- Fehlerhafte Infrastrukturelemente (z. B. zu schmaler Radstreifen)

Die Gründe für die Realisierung defizitärer Infrastruktur sind vielfältiger Natur. Im Folgenden befindet sich eine – nicht abschliessende – Auflistung möglicher Ursachen:

- Politische Forderungen
- Mangelnde finanzielle Ressourcen
- Unkenntnis der Normen
- Ungenügende Platzverhältnisse

Defizitäre Infrastruktur kann sich sicherheitstechnisch insbesondere in zweierlei Hinsicht auswirken: falsche Sicherheit und fehlerhaftes/gefährliches Verhalten.

6.1.2 Falsche Sicherheit

Lenkende des motorisierten Individualverkehrs resp. des leichten Zweiradverkehr beurteilen die Sicherheit einer Verkehrssituation primär aufgrund des Vorhandenseins einer sicherheitstechnischen Massnahme. Sie gehen davon aus, dass Massnahmen am korrekten Ort ausgeführt und/oder die korrekten Abmessungen eingehalten wurden. Eine sicher erscheinende Situation führt zu weniger vorsichtigem Verhalten. Lenkende von leichtem Zweiradverkehr können sich somit aufgrund von fehlerhaft ausgeführten Massnahmen in einer falschen Sicherheit wähnen.

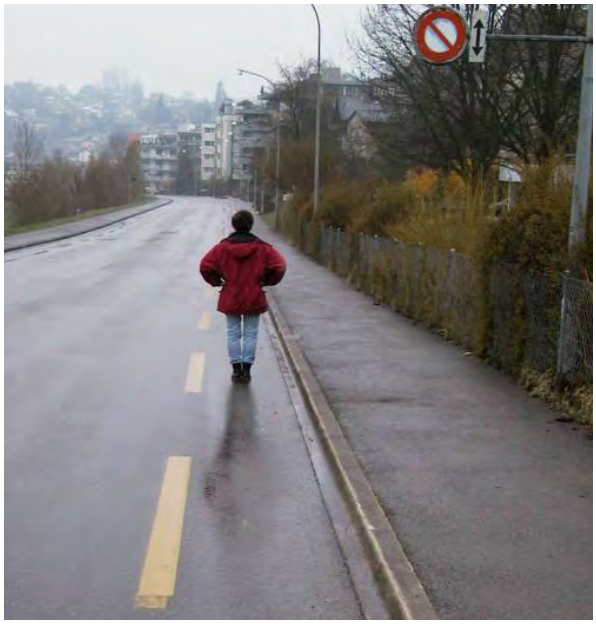
Beispiel 1: Baulich getrennter Radweg innerorts

Die baulich getrennte Führung des leichten Zweiradverkehrs vermittelt den Lenkenden ein hohes Sicherheitsniveau. In Wirklichkeit sind sie dauernd Konflikten ausgesetzt. So ist die Knotendichte und die Anzahl privater Ausfahrten und Ausgänge innerorts und damit auch das Gefahrenpotenzial hoch. Das ist beispielsweise bei Rechtsabbiegemanövern des motorisierten Individualverkehrs der Fall, da der leichte Zweiradverkehr auf dem baulich separaten Radweg weniger im Blickfeld ist. Ausserdem führen private Ausfahrten und Ausgänge direkt auf solche Radwege und weisen oft mangelhafte Sichtverhältnisse auf. Baulich separate Radwege innerorts vermitteln somit in der Regel nur eine falsche Sicherheit.

Beispiel 2: Radstreifen auf zu schmaler Fahrbahn

Die Markierung von Radstreifen und Mittellinie auf zu schmalen Fahrbahnen führt sowohl zu unterdimensionierten Radstreifen als auch zu unterdimensionierten Fahrspuren. Das bewirkt, dass beide Verkehrsteilnehmergruppen diese bis zur gelben Markierung voll ausnützen, was zu einem Überlappen der Raumprofile führt. Die durch solche Radstreifen vermittelte Sicherheit ist nur eine falsche (Abbildung 29).

Abbildung 29
Zu schmaler Radstreifen



6.1.3 Fehlerhaftes/gefährliches Verhalten

Lenkende des motorisierten Individualverkehrs und des leichten Zweiradverkehrs können zu einem der Situation unangepassten und somit gefährlichen Verhalten verleitet werden.

Beispiel 1: Baulich getrennter, einseitiger Radweg im Gegenverkehr ohne Anschlussbauwerk

Um auf baulich getrennte, einseitige Radwege im Gegenverkehr zu gelangen, muss der auf der gegenüberliegenden Strassenseite fahrende leichte Zweiradverkehr gezwungenermassen die Strasse queren. Problematisch sind Anfangspunkte solcher Radwege. Sie liegen in der Regel ausserorts, wo die Geschwindigkeit hoch ist und die Querung auf kurzer Strecke stattfinden muss. Dieser schon grundsätzlich komplexe Vorgang wird noch schwieriger, wenn die Zeitlücken im motorisierten Individualverkehr gering sind und der Druck, rechtzeitig die gegenüberliegende Strassenseite zu erreichen, steigt. Speziell ungeübte Radfahrende können sich, wenn die entsprechenden baulichen Vorkehrungen fehlen, zu gefährlichem Verhalten verleiten lassen.

Beispiel 2: Für Radfahrende unerwartete Horizontalversätze

Horizontalversätze, die zu spät oder gar nicht erkannt werden, können zu zweierlei Fehlverhalten führen. Entweder weichen die Radfahrenden im letzten Augenblick aus und gelangen dadurch überraschend vor den motorisierten Individualverkehr oder sie kollidieren mit dem Horizontalversatz.

6.2 Defizitäre Netzplanung

6.2.1 Ausgangslage und Verbreitung

In der Regel bewegt sich der leichte Zweiradverkehr auf demselben Strassennetz wie der motorisierte Individualverkehr. Je nach Fahrtzweck berücksichtigen jedoch Radfahrende – im Unterschied zum motorisierten Individualverkehr – bei der Wahl der attraktivsten Route nicht nur die Entfernung zum Ziel, sondern auch die zu bewältigende Höhendifferenz und die Exposition zum motorisierten Individualverkehr. Die Planung eines attraktiven Netzes für den leichten Zweiradverkehr ist deshalb für die Beeinflussung der Routenwahl des leichten Zweiradverkehrs von zentraler Bedeutung. Vordergründig haben Attraktivität von Netzen für den leichten Zweiradverkehr und Sicherheit wenig miteinander zu tun. Vermeiden Radfahrende unattraktive Routen, so kann dies zu Verlagerungen auf für attraktiv empfundene, jedoch sicherheitstechnisch nicht für den leichten Zweiradverkehr ausgelegte Strecken führen. Die Folge ist eine unkontrollierte Durchmischung von leichtem Zweiradverkehr und motorisiertem Individualverkehr mit entsprechender Erhöhung der Kollisionswahrscheinlichkeit. Ebenso kann eine Verlagerung des leichten Zweiradverkehrs auf Flächen des Fussverkehrs erfolgen, was insbesondere dann problematisch ist, wenn diese Flächen nicht den notwendigen sicherheitstechnischen Kriterien entsprechen [132].

6.2.2 Gefahrenpotenzial und Unfallrelevanz

Die Praxis zeigt, dass auf kleinräumiger Ebene (Gemeinden) eine Netzplanung für den leichten Zweiradverkehr eher selten und oft nur mangelhaft ist. Auf kantonaler Ebene ist die Situation zwar besser. Der Detaillierungsgrad dieser Netzplanungen variiert jedoch stark. Zudem können kantonale Richtpläne die engmaschigen Bedürfnisse des leichten Zweiradverkehrs nur beschränkt berücksichtigen.

Wie hoch das von einem defizitären Radwegnetz ausgehende Gefahrenpotenzial ist, lässt sich aufgrund der gesichteten Literatur nicht beziffern. Berücksichtigt man jedoch, dass Auswirkungen bis hin zum einzelnen Infrastruktur-Element zu erwarten sind, so ist davon auszugehen, dass eine defizitäre Netzplanung für den leichten Zweiradverkehr mit einer stark erhöhten Wahrscheinlichkeit schwerer Fahrradunfälle einhergeht.

6.2.3 Risikobeurteilung

Die Risikobeurteilung des fehlenden Netzes für leichten Zweiradverkehr wird in Tabelle 62 dargestellt.

Tabelle 62
Risikobeurteilung: Fehlendes Netz für leichten Zweiradverkehr

Risikofaktor	Verbreitung	Gefahren-potenzial	Unfall-relevanz
Defizitäre Netz-planung für leichten Zweiradverkehr	****	****	****

* sehr gering / ***** sehr gross

6.3 Defizitäre Knoten

6.3.1 Ausgangslage und Verbreitung

Der Schweizerische Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS) definiert in seiner Grundlagennorm (Sn 640 250) Knoten wie folgt:

«Knoten sind Verkehrsanlagen, die zur Verknüpfung von Verkehrsbeziehungen dienen. Zur Gliederung von Knoten werden folgende Merkmale verwendet:

- Anzahl Ebenen
- Anzahl Knotenäste und deren Schnittwinkel
- Art des Verkehrsablaufs und der Vortrittsregelung»

Das Aufeinandertreffen von Verkehrsströmen aus verschiedenen Richtungen führt zu einer besonders hohen Anzahl Konfliktsituationen an Knoten in einer Ebene, wobei diese Zahl für den leichten Zweiradverkehr höher ist als für den motorisierten Individualverkehr. Ausserdem ist die Informationsdichte an Knoten besonders hoch. Diese Ursachen führen zu folgenden typischen Gefahrensituationen, die insbesondere das Risiko von Kollisionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden erhöht:

a) Das Überqueren einer Strasse weist einen sehr hohen Schwierigkeitsgrad auf. Geschwindigkeiten und Zeitlücken des zu querenden Verkehrsstroms müssen für beide Richtungen gleichzeitig eingeschätzt werden – eine kognitiv sehr komplexe Aufgabe.
b) Beim Linksabbiegen müssen nacheinander sowohl der in gleicher Richtung fahrende als auch der entgegenkommende Motorfahrzeugstrom gekreuzt werden.
c) Fährt der leichte Zweiradverkehr in einem Knoten geradeaus, wird er vor allem durch rechts abbiegende Motorfahrzeuge gefährdet, weil ihn die MFZ-Lenkenden beim Überholen oder beim Warten an einem Knoten (vor allem an Lichtsignalanlagen) nicht bewusst wahrnehmen und ihm in der Folge den Weg abschneiden oder ihn abdrängen.
d) Generell besteht an Knoten die Gefahr einer eingeschränkten Wahrnehmung des leichten Zweiradverkehrs.

Diese Gefahrensituationen sind vor allem dann problematisch, wenn defizitäre bauliche oder markierungstechnische Massnahmen keine sichere Führung des leichten Zweiradverkehrs ermöglichen. Infrastrukturelle Defizite für den leichten Zweiradverkehr in Knoten sind dabei insbesondere:

a) **Inadäquate Führung** (z. B. in Knoten, in denen der motorisierte Individualverkehr über eine separate Rechtsabbiegespur verfügt und der leichte Zweiradverkehr geradeaus fährt)
b) **Inadäquate Knotenform** für den leichten Zweiradverkehr (z. B. doppelspurige Kreisel ohne separate Führung oder Kreisel mit ungenügender ablenkender Wirkung der Mittelinsel)
c) **Mangelnde Sichtverhältnisse** (insbesondere Vortrittssituationen)
d) **Fehlender baulicher Schutz** für den linksabbiegenden oder querenden leichten Zweiradverkehr
e) **Inadäquate Raumaufteilung** im Bereich von Lichtsignalanlagen, sodass insbesondere Lenkende von schweren Motorfahrzeugen während der Rotphase nicht erkennen können, wo sich Radfahrer befinden

6.3.2 Gefahrenpotenzial und Unfallrelevanz

Die Häufigkeit von Knoten und insbesondere von hinsichtlich des leichten Zweiradverkehrs defizitären Knoten im Schweizer Strassennetz lässt sich

nicht beziffern, denn entsprechende Erhebungen liegen nicht vor. Die Praxis zeigt indessen, dass häufig infrastrukturelle Verbesserungen für den leichten Zweiradverkehr an Knoten möglich wären. Ebenso lässt sich das Risiko ausgewählter infrastruktureller Defizite nicht beziffern, denn Forschungsergebnisse sind meistens nicht im erwünschten Detaillierungsgrad vorhanden. Immerhin lässt sich festhalten, dass der Risikofaktor «Knoten» vor allem innerorts massgebend ist. So sind innerorts 43 % aller schweren Personenschäden an Knoten zu verzeichnen, obwohl Verkehrsteilnehmende im Verlauf einer Fahrt zeitlich und räumlich bedeutend stärker der freien Strecke als den Knoten exponiert sind. An Knoten verunfallen Radfahrende fast ausschliesslich bei Kollisionen: (94 % aller schweren Personenschäden, Tabelle 64 und Tabelle 65, S. 156).

6.3.3 Risikobeurteilung

Die Risikobeurteilung des defizitären Knotens wird in Tabelle 63 dargestellt.

Tabelle 63
Risikobeurteilung: Defizitäre Knoten

Risikofaktor	Verbreitung	Gefahrenpotenzial	Unfallrelevanz
Knoten	****	*****	*****

* sehr gering / ***** sehr gross

6.4 Defizite auf der freien Strecke

6.4.1 Ausgangslage und Verbreitung

Als freie Strecke werden Strassenabschnitte zwischen Knotenpunkten bezeichnet. Der gesamte Verkehr wickelt sich vorwiegend in Längsrichtung ab. Konfliktsituationen mit sich schneidenden Verkehrsströmen wie bei Knoten entfallen auf der freien Strecke. Dagegen finden sich auf diesen Abschnitten folgende typischen Gefahrensituationen für den leichten Zweiradverkehr:

a) **Grosse Geschwindigkeitsdifferenz** zwischen motorisiertem Individualverkehr und leichtem Zweiradverkehr
b) Motorfahrzeuge, die Fahrräder in zu **geringem seitlichem Abstand überholen**
c) **Gegenseitiges Überholen von Motorfahrzeugen** trotz entgegenkommenden Fahrrädern und **knappen Platzverhältnissen**
d) Abbiegemanöver zu bzw. Herausfahren aus **untergeordneten Zufahrten** (beispielsweise zu Häusern, Parkplätzen, Tankstellen usw.) durch Motorfahrzeuge

Diese Gefahrensituationen sind vor allem dann problematisch, wenn defizitäre bauliche oder markierungstechnische Massnahmen keine sichere Führung des leichten Zweiradverkehrs ermöglichen. Häufig beobachtete infrastrukturelle Defizite für den leichten Zweiradverkehr auf freier Strecke sind folgende:

a) Fehlende Radwege oder -streifen, trotz hohem Aufkommen an leichtem Zweiradverkehr
b) Baulich getrennte Radwege innerorts (Kap. VI.6.1.2, S. 151)
c) Markierung von Radstreifen trotz ungenügender Fahrbahnbreite (Kap. VI.6.1.2, S. 151)
d) Baulich getrennte Radwege ohne Anschluss-Bauwerke

e) Baulich getrennte Radwege mit ungenügender Ausgestaltung der Bereiche mit Querstrassen
f) Führung des leichten Zweiradverkehrs im Gegenverkehr in Einbahnstrassen bei ungenügenden Voraussetzungen

6.4.2 Gefahrenpotenzial und Unfallrelevanz

Analog zu den Knoten lässt sich die Häufigkeit des Risikofaktors «defizitäre Infrastruktur für den leichten Zweiradverkehr auf freier Strecke» nicht beziffern. Auch hier zeigt die Praxis, dass infrastrukturelle Korrekturen oftmals sicherheitstechnische Gewinne für den leichten Zweiradverkehr erzielen könnten.

Desgleichen lässt sich das Risiko der in Kapitel VI.6.1.1, S. 151 erwähnten infrastrukturellen Defizite kaum beziffern, denn Forschungsergebnisse sind oft nicht oder kaum im erwünschten Detaillierungsgrad vorhanden. Es kann vermutet werden, dass wegen der hohen Geschwindigkeiten des motorisierten Individualverkehrs der Risikofaktor «freie Strecke» vor allem ausserorts massgebend ist, insbesondere wenn der leichte Zweiradverkehr nicht getrennt geführt wird. Innerorts kommt der Risikofaktor «freie Strecke» weniger zum Tragen, weil in der Regel Knoten in dichter Folge vorkommen. Immerhin liefert die Strassenverkehrsunfallstatistik auch für die freie Strecke Hinweise zum Unfallrisiko. So sind ausserorts auf freier Strecke rund drei Viertel aller schweren Personenschäden zu verzeichnen. Absolut gesehen ereignen sich jedoch innerorts auf freier Strecke die meisten schweren Unfälle mit leichtem Zweiradverkehr (Tabelle 64 und Tabelle 65). Berücksichtigt man die Exposition, gelangt man zum Schluss, dass die freie Strecke – insbesondere innerorts – ein geringeres Unfallrisiko aufweist als Knoten.

Die Analyse nach Unfalltyp zeigt im Weiteren, dass sich schwere Kollisionen und Alleinunfälle auf freier Strecke ungefähr die Waage halten. Allerdings bleibt die Frage offen, inwiefern die Infrastruktur die Ursache für Alleinunfälle von Radfahrern auf freier Strecke sein kann.

6.4.3 Risikobeurteilung

Die Risikobeurteilung der Defizite auf der freien Strecke wird in Tabelle 66 dargestellt.

Tabelle 64
Schwere Personenschäden bei Radfahrenden nach Unfallstelle und Ortslage, 2005–2009

Unfallstelle	Innerorts		Ausserorts/ Autobahn		Total	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Gerade	1340	43	468	45	1808	43
Kurve	365	12	285	28	650	16
Freie Strecke	1705	54	753	73	2458	59
Einmündung	767	24	150	15	917	22
Kreuzung	571	18	120	12	691	17
Knoten	1338	43	270	26	1608	39
Andere, unbekannt	92	3	9	1	101	2
Total	**3135**	**100**	**1032**	**100**	**4167**	**100**

Tabelle 65
Schwere Personenschäden bei Radfahrenden nach Unfallstelle und Unfalltyp, 2005–2009

Unfallstelle	Alleinunfall		Kollisionen		Total	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Freie Strecke	1168	48	1290	52	2458	100
Knoten	104	6	1504	94	1608	100
Andere, unbekannt	46	46	55	54	101	100
Total	**1318**	**32**	**2849**	**68**	**4167**	**100**

Quelle: BFS, Auswertungen bfu

Tabelle 66
Risikobeurteilung: Defizite auf der freien Strecke

Risikofaktor	Verbreitung	Gefahrenpotenzial	Unfallrelevanz
Freie Strecke	****	***	***

* sehr gering / ***** sehr gross

6.5 Bauliche Hindernisse sowie Unterhaltsmängel für den leichten Zweiradverkehr

6.5.1 Ausgangslage und Verbreitung

Hindernisse für den leichten Zweiradverkehr sind unvermittelt oder überraschend auftretende Objekte auf der Fahrbahn im weitesten Sinn. Oft finden sich solche Hindernisse im Bereich des Fahrbahnrands, und zwar sowohl innerorts als auch ausserorts. Beispiele dafür sind Schlaglöcher, Scherben, Längsrisse, schlecht erkennbare Verkehrsberuhigungsmassnahmen, an den Fahrbahnrand geräumten Schnee, Eisflächen, ungenügender Abstand zwischen Trottoirrand und Tramgeleise, nicht fahrradfreundlich ausgestaltete Schachtdeckel sowie Randsteinkanten bei Einmündungen und Trottoirrand, Stahlplatten als Abdeckung von Baugruben auf der Fahrbahn, ungenügende Belagsgriffigkeit (z. B. Holzbelag auf Fahrradüberführungen) und andere.

Aber auch bewusst projektierte und gebaute Infrastrukturelemente können zum Hindernis werden. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn sie:

a) nicht normkonform sind,
b) zwar den geometrischen Vorgaben von Normen oder Richtlinien entsprechen, jedoch eine Inhomogenität im Strassenzug darstellen und somit für den leichten Zweiradverkehr überraschend auftreten.

Laut Gesetz ist der leichte Zweiradverkehr verpflichtet, am rechten Fahrbahnrand zu fahren. Befinden sich dort solche Hindernisse, können diese abrupte Fahrmanöver auslösen (Sturz, plötzliches Ausweichen vor fahrende Motorfahrzeuge).

6.5.2 Gefahrenpotenzial und Unfallrelevanz

Eine Aussage über die Verbreitung dieses Risikofaktors ist nicht möglich, da keine entsprechenden Erhebungen bekannt sind. Die Beobachtungen in der Praxis lassen jedoch eine zunehmende Tendenz vermuten. Ebenso konnten in der Literaturanalyse keine Grössenangaben zum Risiko gefunden werden, das von den verschiedenen Hindernissen ausgeht. Immerhin zeigt die Analyse der Strassenverkehrsunfallstatistik, dass zumindest in 5 % der Unfälle mit schweren Personenschäden «mangelhafter Strassenzustand» oder «Hindernis auf der Fahrbahn» codiert wurde. Dieser Wert könnte das wahre Ausmass unterschätzen. Einerseits besteht eine hohe Dunkelziffer und andererseits ist nicht auszuschliessen, dass diensthabende Beamte in geringerem Masse darauf sensibilisiert sein könnten, im Zusammenhang mit Fahrradunfällen die genannten Mängel zu nennen.

Im Weiteren zeigen die Ergebnisse einer Online-Umfrage in England, dass rund ein Viertel aller hindernisbedingten Fahrrad-Alleinunfälle auf Eisglätte zurückzuführen waren, wovon drei Viertel auf einer übergeordneten Strasse [133]. Interessant ist auch die – zumindest in ihrer Höhe – überraschende Dunkelziffer dieser hindernisbedingten Alleinunfälle. So waren beispielsweise lediglich 8 % der Unfälle mit Spitaleinlieferung der Polizei bekannt. Dies muss bei der Interpretation von Tabelle 67 mitberücksichtigt

Tabelle 67
Schwere Personenschäden bei Alleinunfällen infolge mangelhaften Unterhalts der Infrastruktur, ∑ 2005-2009

Mangelhafter Unterhalt der Infrastruktur	
Lokal mangelhafter Strassenzustand (z. B. Oel, Schmutz, Schlaglöcher, Spurrinnen)	53
Hindernis auf der Fahrbahn	21

Quelle: BFS. Auswertungen bfu

werden, da auch für die Schweiz bekannt ist, dass insbesondere Fahrrad-Alleinunfälle eine grosse Dunkelziffer in der Strassenverkehrsunfallstatistik aufweisen.

6.5.3 Risikobeurteilung

Die Risikobeurteilung von Hindernissen und Unterhaltsmängeln wird in Tabelle 68 dargestellt.

Tabelle 68
Risikobeurteilung: Hindernisse und Unterhaltsmängel

Risikofaktor	Verbreitung	Gefahren-potenzial	Unfallrelevanz
Hindernisse	***	**	**

* sehr gering / ***** sehr gross

6.6 Fazit

Die Strasseninfrastruktur ist grösstenteils stark auf den motorisierten Verkehr ausgerichtet. Fahrradspezifische Infrastrukturelemente, namentlich an Knoten und auf der freien Strecke, sind oft mangelhaft, gänzlich fehlend, falsch angeordnet oder mangels Netzplanung lückenhaft. Im Fahrbereich des leichten Zweiradverkehrs auftretende Hindernisse verstärken die Problematik zusätzlich. Das ist mit Sicherheitseinbussen für den Radfahrenden verknüpft. Radfahrende können sich nämlich nur schwer in den übrigen fliessenden Verkehr einordnen. Niedrige Geschwindigkeit und hohe Übersehbarkeit infolge der geringen Ausdehnung bringen die Radfahrenden in Konfliktsituationen mit dem motorisierten Verkehr. Die Folge ist ein relativ hoher Anteil von Kollisionsunfällen, bei denen fast ausschliesslich die Radfahrenden, schuldig oder unschuldig, die Leidtragenden sind.

VII. Prävention

1. Einleitung

Im Kapitel **Prävention** werden mögliche **Zielsetzungen** zur Reduzierung von Risikofaktoren (was soll erreicht werden) und **Strategien zu deren Erreichung** (wie kann dieser Sollzustand erreicht werden) beschrieben. Dabei handelt es sich um sehr **generelle Zielsetzungen** (z. B. sicherheitsoptimierte Frontkonstruktionen bei Personenwagen, umfassende und flächendeckende Fahrradnetzplanung seitens der zuständigen Behörden). Strategien sagen noch nichts darüber aus, welche konkreten Massnahmen, d. h. Aktivitäten, ausgeführt werden sollten. Im Auftrag des FVS werden einige **ausgewählte Zielsetzungen** präzisiert und zu **konkreten Massnahmen** verdichtet[33].

Das Kapitel gliedert sich nach den **beteiligten Systemen:** den Radfahrenden selbst, den Fahrrädern, den Lenkenden von Kollisionsobjekten, den Kollisionsobjekten (meist Personenwagen) und der Infrastruktur. Es folgt ein Kapitel zu Schutzprodukten (Fahrradhelm).

Informationen über die **Methodik** (z. B. zu Kennwerten zur Wirksamkeit von Massnahmen oder zu Beurteilungskriterien von Massnahmen) findet der interessierte Leser im Kapitel III.2, S. 60.

[33] Dieser zweite Teil des überarbeiteten Sicherheitsdossiers «Fahrradverkehr» wird separat erstellt.

2. Radfahrende

2.1 Einleitung

In den Jahren 2005–2009 starben in der Schweiz (gemäss Strassenverkehrsunfallstatistik) 183 Radfahrende. Fast die Hälfte davon (46 %) waren Personen ab 60 Jahren. Radfahrende unter 20 Jahren machen einen Anteil von 15 % aus (wobei die Hälfte von ihnen mindestens 15 Jahre alt ist). Bezogen auf alle schwer verletzten und getöteten Radfahrenden reduziert sich der Anteil der Personen ab 60 Jahren auf 22 %, während sich derjenige der Radfahrenden unter 20 Jahren auf knapp 20 % erhöht (Tabelle 8, S. 72). Kinder unter 15 Jahren sind relativ selten in schwere Fahrradunfälle verwickelt. Senioren haben pro gefahrenen Kilometer das weitaus grösste Risiko schwer oder tödlich zu verunfallen. Aufgrund ihrer Anzahl sind aber in der Altersgruppe der Erwachsenen zwischen 20 und 60 Jahren absolut gesehen 60 % der schwer oder tödlich verunfallten Radfahrenden zu beklagen (Tabelle 8). 3 von 4 tödlich verunfallten Radfahrenden sind Männer (und zwei Drittel der Schwerverletzten und Getöteten insgesamt). Dieses Missverhältnis zu Ungunsten der Männer findet sich in allen Altersgruppen. Diese **Alters- und Geschlechtsverteilung** ist bei der Prävention zu berücksichtigen. Bei **Kindern** rechtfertigen sich Massnahmen weniger aufgrund des Präventionspotenzials, sondern vielmehr aufgrund ethischer Überlegungen (besondere Schutzbedürftigkeit, geringe Freiwilligkeit bei Verkehrsteilnahme). **Senioren** sind eine wichtige Zielgruppe: Ein Fahrradunfall kann oft das Ende der Eigenständigkeit be-

deuten. Der Heilungsprozess verläuft im Alter deutlich schlechter, sodass bereits kleine Verletzungen schwerwiegende Folgen haben können. **Erwachsene** sind durch ihre grosse Anzahl an Radfahrenden in der Prävention zentral.

Da Radfahren ein wichtiges Element in der Strategie des Bundes zu einer **nachhaltigen Entwicklung** ist und einen wichtigen Beitrag gegen den Bewegungsmangel (und die damit verbundenen gesundheitlichen Probleme) der Bevölkerung leistet, kann das Ziel der Prävention **nicht in der Reduktion der Fahrradkilometer** liegen (was z. B. das überdurchschnittlich hohe Risiko der männlichen Radfahrenden weitgehend eliminieren würde). Im Gegenteil ist zu erwarten (und zu hoffen), dass die Fahrradkilometer zunehmen werden. Flankierende Massnahmen bei der Infrastruktur und den MFZ-Lenkenden müssen sicherstellen, dass z. B. Kinder und Senioren als Radfahrende sicher unterwegs sind.

In der durchgeführten Risikoanalyse in Kapitel VI.2, S. 86 wurde herausgearbeitet, dass sich viele Radfahrende bei Unfällen schwer verletzen, weil sie:

- über mangelhaftes **Gefahrenbewusstsein** verfügen
- über mangelhaftes verkehrsrelevantes **Wissen** verfügen
- nachts und insbesondere tagsüber schlecht **erkennbar** unterwegs sind
- sich nicht an die **Verkehrsregeln** halten
- **zu schnell** fahren
- unter **Alkoholeinfluss** stehen

Es gibt Risikofaktoren von Radfahrenden, die nicht direkt beeinflussbar sind. Sie gehören zu den Radfahrenden und wenn diese auf der Strasse sind, so fährt ihr Risiko automatisch mit. Gemeint sind z. B. entwicklungs- oder alterungsbedingte Eigenschaften (etwa bezüglich Wahrnehmung, Informationsverarbeitung, Sensomotorik, Spielmotiven/sozialer Interaktion, Körpergrösse). Was dies für mögliche Präventionsmassnahmen bedeutet, wird unter Kapitel VII.2.2, S.161, VII.2.3, S. 166, VII.2.6, S. 174 diskutiert.

Andere Risikofaktoren haben mit fehlenden Kompetenzen der Radfahrenden zu tun. Fehlende Kompetenzen können primär durch edukative Strategien verbessert werden. Diskutiert werden verkehrsrelevantes Wissen (Kap. VI.2.5, S. 94), sicherheitsbewusste Einstellungen und fahrradbezogenes Gefahrenbewusstsein (Kap. VI.2.6, S. 96) als mögliche Ursachen von regelwidrigem Verhalten (Kap. VI.2.12, S. 108).

Während die bisher erwähnten Risikofaktoren zu einem grossen Teil stabil vorhanden sind, ist dies beim Alkoholkonsum und bei der Ablenkung durch mediale Geräte (Kap. VI.2.7, S. 98 und VI.2.8, S. 100) anders. Es besteht nur ein zeitlich beschränktes Risiko, das es ganz punktuell zu verhindern gilt (Kap. VI.2.4, S. 92 und VI.2.5, S. 94).

Für die Verkehrssicherheit letztendlich massgebend ist das konkrete Verhalten. Dieses wird auch von der Fahreignung, der Fahrkompetenz und der Fahrfähigkeit mitbestimmt (aber auch z. B. von der Infrastruktur). In einem separaten Kapitel werden diesbezüglich die Sensomotorik/Fahrtechnik, der Fahrstil/die Geschwindigkeitswahl und das Tragen von Kleidern/Produkten zur besseren Erkennbarkeit diskutiert.

Die Struktur der Präventionskapitel gliedert sich im vorliegenden Sicherheitsdossier «Fahrradverkehr» generell folgendermassen (Kap. III.2, S. 60): Zuerst

werden mögliche Zielsetzungen zur Reduzierung der Risikofaktoren beschrieben, gefolgt von Strategien zu deren Erreichung (Umsetzung). Als letzter Arbeitsschritt werden in den Präventionskapiteln (mehr oder weniger konkrete) **Präventionsvorschläge/Massnahmen** für die Schweiz **beurteilt** (von «sehr empfehlenswert» bis «nicht empfehlenswert») und tabellarisch dargestellt. Es sei erwähnt, dass es sich dabei um generelle Massnahmen handelt, die nicht einen Detaillierungsgrad von direkt umsetzbaren Aktivitäten haben. Die Beurteilung der Massnahmen im schweizerischen Kontext erfolgt nach bestem Wissen und Gewissen und ist als Diskussionsgrundlage zu verstehen.

2.2 Fahreignung: Entwicklungs- bzw. alterungsbedingte Defizite in der Wahrnehmung und Informationsverarbeitung

2.2.1 Ausgangslage

Im Kapitel Risikofaktoren von Radfahrenden wurden entwicklungs- bzw. alterungsbedingte Defizite bei Kindern bzw. Senioren in der **Wahrnehmung und der Informationsverarbeitung** identifiziert (Kap. VI.2.2, S. 87). Möglichkeiten der Prävention im Umgang mit entwicklungs- und alterungsbedingten Defiziten bzw. der **Sensomotorik** werden separat thematisiert (Kap. VI.2.9, S. 101).

Tatsächlich einen Einfluss auf das Unfallgeschehen haben diesbezügliche Defizite jedoch primär bei Kindern. Senioren sind besser in der Lage, ihr Verhalten ihren Fähigkeiten anzupassen. Das zeigt sich auch in der Strassenverkehrsunfallstatistik, in denen den Senioren in weniger als der Hälfte der Kollisionen ein eigenes Verschulden zugeschrieben wurde[34]. Demgegenüber wird den Kindern unter 10 Jahren in 82 % der Fälle ein Mangel zugeteilt. Kinder erlangen von Jahr zu Jahr markant mehr fahrradspezifische Fähigkeiten (bezüglich Gefahrenwahrnehmung, Informationsverarbeitung, Konzentrationsfähigkeit). Aber auch ältere Kinder sind noch nicht in den Lage, die Gefahren des Verkehrs vollständig zu erfassen und sich adäquat zu verhalten. So sind auch noch über 10-jährige Kinder oft durch ihr spielerisches Fahren oder durch soziale Interaktionen mit Gleichaltrigen abgelenkt (Kap. VI.2.3, S. 91). Ausserdem sind Kinder gefährdet, weil sie durch ihre geringe Körpergrösse manchmal verdeckt sind oder den Verkehr nicht gut überschauen können (Kap. VI.2.4, S. 92).

Handlungsbedarf besteht für **Kinder/Jugendliche** insbesondere, weil sie mit geringer Freiwilligkeit am Verkehr teilnehmen, die Folgen ihres Handelns noch nicht abschätzen können, eine hohe Zahl an verlorenen Lebensjahren generieren und von Gesetz wegen daher als besonders schützenswert gelten.

Massnahmen für **Senioren** sind insbesondere aufgrund ihrer Gebrechlichkeit wichtig: Wenn sie sich in einem Unfall als Radfahrende verletzen, sind die Folgen oft schwerer und die Rehabilitation schwieriger als bei jüngeren Radfahrenden.

2.2.2 Zielsetzung

Kinder mit entwicklungsbedingten Defiziten können mehr oder weniger restriktiv vom Verkehr ausgeschlossen werden. Aus der Optik der Verkehrssicherheit ist das selbständige Fahren von A nach B ohne Begleitung einer aufmerksamen, er-

[34] Die hohe Zahl schwer verletzter und getöteter Senioren ist vor allem auf ihre erhöhte Verletzlichkeit zurückzuführen.

wachsenen Person nicht zu empfehlen, bis das Kind ein Mindestalter von 8 Jahren (eventuell gar 10 Jahren) erreicht hat. Entscheidend ist bei der Frage nach einem sinnvollen Mindestalter aber nicht nur die Optik der Verkehrssicherheit. Da Rad fahren eine umweltschonende und gesunde Fortbewegungsart ist, wäre eine zu restriktive Zielsetzung (z. B. Mindestalter 10 Jahre) wenig sinnvoll.

Kinder können wegen ihrer entwicklungsbedingten Defizite kaum durch (punktuelle) Schulung für den Verkehr fit gemacht werden. Entscheidender sind Entwicklungsschritte und unterstützende Fahrpraxis (Kap. VII.2.6, S. 174). Daher müssen ihre **Bezugspersonen** über mögliche Gefahren und Defizite **informiert und sensibilisiert** werden, ohne dass ängstliche Eltern ihre Kinder aus diesem Grund z. B. lieber mit dem Auto chauffieren als sie mit dem Fahrrad zu begleiten. Diese Zielsetzung gewinnt in Zukunft womöglich noch an Relevanz, da im Rahmen der Strategie des Bundes zu einer nachhaltigen Entwicklung und Bewegungsförderung Rad fahren bei Kindern zunehmen könnte.

Folgende **Zielsetzungen** reduzieren Risiken von **Kindern unter 10 Jahren**:

- Kinder sollen beim Radfahren begleitet werden (aus Sicht der Verkehrssicherheit mindestens bis zu ihrem 8. Geburtstag, bei ungenügend fahrradspezifischen Kompetenzen eventuell länger; die sozialpolitische Diskussion in der Schweiz geht in Richtung begleitetes Radfahren bis zum 6. oder 7. Geburtstag – unbegleitet mit Ausnahmeregelungen eventuell bereits früher).
- Kinder sollen beim selbständigen Radfahren minimalen Risiken ausgesetzt (z. B. durch Wegwahl) und maximal geschützt werden (z. B. durch gute Erkennbarkeit, Fahrradhelm, Abstandskelle).

Bei diesen Zielsetzungen ist das **Radfahren auf der Fahrbahn, um von A nach B** zu gelangen, gemeint. Das Verweilen/Spielen auf einer verkehrsarmen Quartierstrasse in einer Tempo-30-Zone oder in einer Begegnungszone soll unbeaufsichtigt möglich sein – wie dies auch heute vom Gesetzgeber so vorgesehen ist[35].

Bei **Senioren** sollte die Zielsetzung sein, dass sich diese ihren möglichen Defiziten bezüglich Wahrnehmung und Informationsverarbeitung noch bewusster werden und entsprechende Kompensationsstrategien anwenden.

Im Zeitraum 2005–2009 verunfallten jährlich rund 20 Kinder unter 10 Jahren schwer oder tödlich mit dem Fahrrad. Durch das Begleiten liesse sich vermutlich ein beträchtlicher Anteil dieser Unfälle vermeiden. Das Treffen von verstärkten Sicherheitsmassnahmen bei selbständigem Fahren der Kinder dürfte einen deutlich geringeren Nutzen haben.

Im Zeitraum 2005–2009 verunfallten jährlich rund 190 Radfahrende über 60 Jahre schwer oder tödlich mit dem Fahrrad. Durch eine erhöhte Sensibilisierung der Senioren für altersspezifische Defizite wird nur eine kleine Reduktion der Anzahl Unfälle erwartet, da viele Senioren schon jetzt Kompensationsstrategien anwenden.

[35] http://www.astra.admin.ch/dienstleistungen/00127/04023/index.html?lang=de, Zugriff am 12.09.2011

2.2.3 Umsetzung

Begleitetes Radfahren (um von A nach B zu gelangen)

Gemäss der heutigen **Gesetzgebung** (Stand Herbst 2011) in der Schweiz dürfen Kinder im vorschulpflichtigen Alter auf öffentlichen Strassen nicht Rad fahren (Art. 19 Abs. 1 SVG). Massgebend für die Berechtigung zum Radfahren auf öffentlichen Strassen ist nicht das Schulalter nach kantonalem Schulgesetz, sondern der tatsächliche Schulbesuch.

Ein schulpflichtiges Kind darf ein Fahrrad aber nur dann benutzen, wenn es die Pedale seines Fahrrads sitzend treten kann (Art. 42 Abs. 1 VRV[36]).

Mit der Umsetzung von HarmoS [37]– der interkantonalen Vereinbarung vom 14. Juni 2007 über die Harmonisierung der obligatorischen Schule – dürfen heute Kinder in gewissen Schweizer Kantonen bereits mit vier Jahren auf allen öffentlichen Strassen Rad fahren[38].

Der Bundesrat schlägt in seiner Botschaft [39] vom 20. Oktober 2010 zu Via sicura (Handlungsprogramm des Bundes für mehr Sicherheit im Strassenverkehr) dem Parlament vor, die Berechtigung für das Radfahren von der Schulpflicht zu trennen. Zur Debatte steht gemäss dieser Botschaft ein **Mindestalter von sieben Jahren** (Art. 19 Abs. 1 E-SVG[40]). Der Bundesrat soll überdies die Kompetenz erhalten, für jüngere Kinder Ausnahmen auf Verordnungsstufe vorzusehen (z. B. in Begleitung von Erwachsenen; in Begegnungszonen; auf Radwegen; auf Strassen, die für den Motorfahrzeugverkehr gesperrt sind).

Dem Gesetzgeber ist bewusst, dass es sich bei einem Mindestalter von 7 Jahren um eine aus Sicht der Verkehrssicherheit zu tiefe Altersgrenze handelt. Sozialpolitisch ist eine höhere Altersgrenze in der Schweiz jedoch wenig sinnvoll und unrealistisch. Der bereits heute im Rahmen der parlamentarischen Beratungen zu Via sicura diskutierte Vorschlag[41], sogar **Kinder unter 6 Jahren** ohne Begleitung auf einem Teil der Strassen (z. B. Tempo-30-Zonen) allein Rad fahren zu lassen, ist aus Sicherheitsgründen abzulehnen. Kinder unter sechs Jahren sind entwicklungsbedingt keine zuverlässigen Verkehrspartner. Die Wirkung einer Heraufsetzung des Mindestalters für Radfahrende darf durch die Zulassung von jüngeren Radfahrenden zum öffentlichen Strassenverkehr in Tempo-30-Zonen, Begegnungszonen oder auf Radwegen nicht aufgehoben werden. Da diese in der Regel nicht als geschlossene Wegnetze konzipiert sind, kann bei deren Benützung die Querung und Nutzung von Strassen, auf denen Fahrzeuge mit höheren Geschwindigkeiten verkehren, nicht ausgeschlossen werden.

Zweifellos ist Radfahren aus Sicht der nachhaltigen Entwicklung und der Bewegungsförderung auch bei Kindern sinnvoll (Fahrerfahrung macht sie zu

---

36 Verkehrsregelnverordnung vom 13. November 1962, SR 741.11

37 http://www.edk.ch/dyn/11659.php, Zugriff am 15. Dezember 2011

38 Gemäss Art. 5 Abs. 1 des HarmoS-Konkordates werden die Schülerinnen und Schüler mit dem vollendeten 4. Altersjahr eingeschult (Stichtag 31. Juli). Dieses Konkordat gilt zurzeit (Mai 2011) in folgenden Kantonen: SH, GL, VD, JU, NE, VS, SG, ZH, GE, TI, BE, FR, BS, SO, BL.

39 http://www.admin.ch/ch/d/ff/2010/8447.pdf, S. 8472, Zugriff am 15. Dezember 2011

40 http://www.admin.ch/ch/d/ff/2010/8531.pdf, Zugriff am 15. Dezember 2011

41 http://www.parlament.ch/d/mm/2011/Seiten/mm-kvf-s-2011-04-08.aspx, Zugriff am 15. Dezember 2011; http://www.parlament.ch/ab/frameset/d/s/4819/359197/d_s_4819_359197_359199.htm, Zugriff am 15. Dezember 2011

routinierten und daher später sichereren Fahrern). Flankierende Massnahmen müssen aber sicherstellen, dass insbesondere die Infrastruktur und das Fahrverhalten der MFZ-Lenkenden sicheres Radfahren der Kinder erst ermöglichen. Solange dies nicht der Fall ist, sind Kinder unter 8 Jahren (bis zur Vollendung des 7. Lebensjahrs[42]) aus der Optik der Verkehrssicherheit zwingend zu begleiten, wenn sie die Fahrbahn nutzen, um von A nach B zu gelangen. Kinder, die mit Kinderrädern[43] auf verkehrsarmen Quartierstrassen in Tempo-30-Zonen oder in Begegnungszonen «spielen», sollen sich unbeaufsichtigt auf der Fahrbahn aufhalten dürfen. Sie dürfen andere Verkehrsteilnehmende aber nicht behindern oder gefährden. Dies entspricht dem Gesetz und ist sicher aus entwicklungspsychologischer und gesundheitlicher Sicht richtig, auch wenn Kinder dadurch Gefahren ausgesetzt werden[44].

Mit oder ohne legislative Strategie zur Zielerreichung ist eine edukative Massnahme unabdingbar: nämlich Eltern und Bezugspersonen zu **informieren, sensibilisieren** und motivieren, ihre Kinder mit dem Fahrrad zu begleiten. Die Informationen dürfen Eltern nicht so sehr verängstigen, dass sie als Folge ihre Kinder vom Radfahren fernhalten oder sie mit dem Auto chauffieren. Gemäss [31] legen Kinder ihre Wege am liebsten mit dem Fahrrad zurück – diesem Bedürfnis ist wenn immer möglich Rechnung zu tragen. Informationen sollen nicht nur Gefahren aufzeigen, sondern auch konkrete Handlungsanweisungen vermitteln, wie Kinder möglichst sicher als Radfahrende unterwegs sein können (Begleiten, Wegwahl, Erkennbarkeit, Helm usw.). Bei der Informationsvermittlung muss darauf geachtet werden, dass alle sozialen Schichten und auch Personen mit Migrationshintergrund erreicht werden. Eltern und Bezugspersonen können über diverse Kanäle und Settings angesprochen werden. Welche sich wie eignen und welche Angebote bereits bestehen, ist in einer vertieften Situationsanalyse zu prüfen. Ein koordiniertes, systematisches Erreichen der Zielgruppen (mit zielgruppenspezifischen Zugängen und Materialien) ist anzustreben.

Reduktion der Risiken durch verstärkte Sicherheitsmassnahmen bei selbständigem Fahren des Kindes

Die Zielsetzung kann z. B. unterstützt werden, indem Kinder beim selbständigen Fahren **auf verkehrsarmen Strassen fahren.** Zur Diskussion steht diesbezüglich auch das **Fahren auf Trottoirs**. Heute kann gemäss Art. 65 Abs. 8 SSV[45] insbesondere zur Schulwegsicherung auf relativ

Abbildung 30
Signal 2.61 Fussweg mit Zusatztafel «Fahrrad gestattet»



[42] Im Rahmen des Verkehrssicherheitsprogramms Via sicura wird in der Schweiz zurzeit über ein Mindestalter von 7 Jahren (Vorschlag des Bundesrats) bzw. über ein Mindestalter von 6 Jahren (parlamentarische Diskussion) diskutiert.

[43] Kinderräder gelten gemäss Art. 1 Abs. 10 VRV als fahrzeugähnliche Geräte.

[44] http://www.astra.admin.ch/dienstleistungen/00127/04023/index.html?lang=de, Zugriff am 30.09.2011

[45] Signalisationsverordnung vom 5. September 1979, SR 741.21

stark befahrenen Strassen am Beginn eines schwach begangenen Trottoirs das Signal «Fussweg» mit der Zusatztafel «Fahrrad gestattet» angebracht werden (Abbildung 30). In diesem Fall darf das Trottoir von Fahrrädern (und Motorfahrrädern mit abgestelltem Motor) mitbenutzt werden.

Im Rahmen der Anhörung zu den neuen Verordnungen betreffend Verkehrsregeln und Signalisation (VERVE) hat das ASTRA im Januar 2011 vorgeschlagen, dass Kinder unter 10 Jahren ausserorts das Trottoir und die Fusswege generell mitbenutzen dürfen (Art. 72 Abs. 4 E-StBV)[46].

Die bfu erachtet eine generelle Öffnung als problematisch. In der bfu-Dokumentation «Freigabe von Trottoirs für Fahrräder zu Schulwegzwecken» wurde diese Frage vertieft studiert. Fazit: Wenn ausserorts eine Freigabe erfolgen sollte, wird auch tendenziell innerorts auf dem Trottoir gefahren werden. Die bfu sieht zudem bei einer generellen Freigabe der Trottoirs im Ausserortsbereich Sicherheitsbedenken, dass diese Trottoirs Gefahren bergen (Zugänge; Sicht; Ausweichen auf die Fahrbahn; Beginn und Ende). Deshalb wäre bei einer Freigabe der Trottoirs im Ausserortsbereich ein Hinweis «nach Prüfung und Sanierung allfälliger Gefahren» wünschenswert. Falls die Regelung doch kommen sollte, wäre das Alter von 14 Jahren angebracht.

Der Schutz der Kinder kann durch weitere «kleine» Massnahmen, **gute Erkennbarkeit am Tag und in der Nacht, Helm, keine emotional aufwühlenden Diskussionen vor Fahrten** usw., verbessert werden. Eltern und andere Bezugspersonen sind in geeigneter Art und Weise darüber zu informieren. Es bestehen genügend Kanäle, wie Eltern auf die entwicklungsbedingten Defizite der Kinder aufmerksam gemacht werden können. Wichtig ist, nicht nur zu informieren, sondern konkrete Handlungsanweisungen zu vermitteln: Wie können sie erwirken, dass problematische Querungssituationen entschärft oder die Geschwindigkeiten der MFZ-Lenkenden in ihrer Gemeinde gesenkt werden? Wie kann vorgegangen werden, wenn auf dem Schulweg Sicherheitsdefizite vorhanden sind? Wenn den Eltern sogleich die richtige Kontaktperson in der Gemeinde genannt wird, erleichtert dies erste Schritte sehr. Hilfreich sind auch Bezugsadressen von Sicherheitshilfen wie Abstandskelle (Kap. VII.3.3, S. 186), reflektierende Materialien, Helme usw. Dabei ist darauf aufmerksam zu machen, was es – z. B. gerade bei Helmen – zu beachten gilt. **Ökonomische Anreize** für Schutzprodukte können zur Reduktion sozialer Ungleichheiten beitragen (Kap. VII.4, S. 195).

Verkehrserziehung von Kindern während der ganzen Schulzeit durch Fachpersonen wäre als Basis wichtig (vgl. später in diesem Kapitel). Es ist wichtig, die Eltern im Rahmen einer Verkehrserziehung ihrer Kinder anzusprechen. Es darf nicht der Eindruck entstehen, dass Kinder nach genossener Verkehrserziehung in der Lage sind, gefahrlos am Verkehr teilzunehmen. Entwicklungsbedingte Defizite können – wenn überhaupt – nur zu einem bescheidenen Ausmass durch Verkehrserziehung reduziert werden.

[46] Verordnung über die Strassenbenützung, Beilage 1A der Vernehmlassungsunterlagen VERVE – Anhörung, http://www.admin.ch/ch/d/gg/pc/documents/1824/Vorlage_1A.pdf Zugriff am 12.01.2012

2.2.4 Massnahmenbeurteilung

Tabelle 69
Massnahmen zu entwicklungs- bzw. altersbedingten Defiziten in der Wahrnehmung und Informationsverarbeitung

Massnahme	Beurteilung
Gesetzliches Fahrverbot für Fahrten von A nach B auf öffentlichen Strassen für Kinder bis zur Vollendung des 7. Lebensjahrs (sofern allein unterwegs)	Empfehlenswert
Sensibilisieren und informieren der Eltern inkl. Handlungsanweisungen wie ihre Kinder möglichst sicher mit dem Fahrrad unterwegs sein können (begleiten, Wegwahl, Vortrittsregeln beachten, Erkennbarkeit, Helm).	Empfehlenswert
Sensibilisieren und informieren der Kinder/Jugendlichen über fahrradspezifische Sicherheitsfragen in diversen Settings (Schule, Sport, Freizeit, Religionsunterricht) durch wichtige Bezugspersonen (Lehrer, Trainer, Pfadiführer, Pfarrer). Themen: Vortrittsmissachtungen, defensiver Fahrstil, Erkennbarkeit, Helm, bei Jugendlichen auch Alkohol	Empfehlenswert (im Rahmen bestehender Gefässe und somit geringen Kosten)
Fahren auf dem Trottoir ausserorts für Kinder unter 14 Jahren gesetzlich erlauben	Bedingt empfehlenswert (nur nach Prüfung und Sanierung allfälliger Gefahren)
Informieren und sensibilisieren der Senioren über alters- oder krankheitsbedingte Defizite (Verlangsamung, Gebrechlichkeit, verminderte Beweglichkeit usw.), die beim Radfahren zu Risiken werden können (vgl. Massnahmen bzgl. Sensomotorik)	Bedingt empfehlenswert

2.3 Fahrkompetenz: Wissen, Einstellungen und Gefahrenbewusstsein

2.3.1 Ausgangslage

Wissen, Einstellungen und Gefahrenbewusstsein sind wichtige Grundvoraussetzungen für sicheres Fahren. Sie stehen hier als Stellvertreter für wichtige Konzepte der Gesundheitspsychologie wie Kontrollüberzeugungen, Selbstwirksamkeit, Emotionen usw. [134]. All diese sind **Determinanten** des Gesundheitsverhaltens. Es existiert eine Vielzahl von **theoretischen Wirkmodellen** über die Zusammenhänge zwischen diesen Determinanten und dem Gesundheitsverhalten [134]. Diese Modelle gelten weitgehend auch für das Verhalten im Strassenverkehr [135].

Wissen, Einstellungen, Gefahrenbewusstsein usw. werden im Verlauf des Lebens **erworben:** in einem ersten Schritt bereits im **Elternhaus,** später auch in der **Verkehrserziehung** in der Schule, im Verkehrskundeunterricht oder in den Weiterausbildungskursen (WAB) im Rahmen der Fahrausbildung. Darüber hinaus werden diese Determinanten durch direkte **Fahrerfahrungen** immer wieder neu gebildet. Nicht zu unterschätzen ist auch der Einfluss durch Gleichaltrige (insbesondere im Jugend- und jungen Erwachsenenalter) oder durch die Medien. **Soziale Normen** haben einen grossen Einfluss auf individuelle Einstellungen/Meinungen und somit das eigene Verhalten. Hinzu kommen **Strassenverkehrsgesetze**, die das Verhalten eines jeden Einzelnen (aber unterschiedlich je nach Einstellung) beeinflussen. Auch die **Infrastruktur** beeinflusst das Fahrverhalten massgeblich.

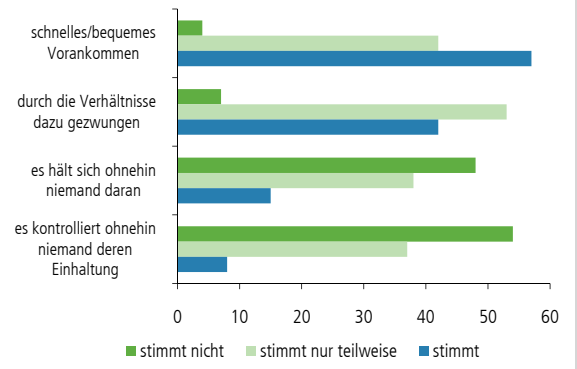
Wirkmodelle, die **spezifisch das Verhalten von Radfahrenden** auf der Strasse zu erklären versu-

chen – und Forschungsergebnisse dazu – liegen unseres Wissens nicht in grosser Anzahl vor[47].

Konkretes Fahrverhalten (z. B. Regelverstösse) ist einerseits auf das Gefahrenbewusstsein oder auf bewusste Entscheide (also psychologische Konzepte) zurückzuführen, andererseits auch auf andere Entscheidungsmechanismen, wie z. B. eine Befragung von 200 Radfahrenden in der Stadt Zürich zeigt [19]. Gemäss diesen Ergebnissen hängen Regelverstösse (als konkretes Verhalten der Radfahrenden) aus Sicht der Befragten primär damit zusammenhängen, dass man dadurch schneller/bequemer vorwärts kommt und dass man durch die Verhältnisse dazu gezwungen wird (Abbildung 31).

Auch eine Arbeit aus Deutschland widmet sich ausführlich den Ursachen von Regelverstössen durch Radfahrende [136]. Im Fazit wird ebenfalls darauf hingewiesen, dass Ursachen von Regelverstössen (wie kein Handzeichen geben beim Abbiegen, nicht regelgerechtes Linksabbiegen, Rotlichtverstösse oder Nichtbenutzen von Radwegen) im Wesentlichen damit zusammenhängen, dass bei der Verkehrsplanung nicht an Radfahrende gedacht wurde.

Abbildung 31
Gründe, die von Radfahrenden in der Schweiz für ihre Regelverstösse angegeben werden in Prozent



Quelle: Hebenstreit und Jöri, [19]

Grundvoraussetzung für sicheres Verhalten ist sicher die Signalkenntnis und das korrekte Verhalten bei spezifischen Verkehrssituationen. In der Risikoanalyse wurde festgehalten, dass bei Kindern (z. B. im Rahmen der Theorieprüfung) substanzielle Wissensdefizite bestehen. Das erworbene Wissen geht zudem schnell verloren. Unter den Erwachsenen weisen vermutlich jene eher **Wissensdefizite** auf, die nie einen Führerschein erworben haben. Im Jahr 2005 waren 18 % der erwachsenen Personen ohne Führerschein. Je nach Geschlecht und Alter variiert dieser Anteil stark: mehr als die Hälfte (54 %) der Frauen über 64 Jahre besitzt keinen Führerschein. Der entsprechende Anteil bei den Männern über 64 Jahre liegt bei 18 %. In der Altersgruppe der 18- bis 24-Jährigen gibt es ebenfalls einen relativ hohen Anteil von Personen ohne Führerschein: 39 % der Frauen und 33 % der Männer. Pro gefahrenen Kilometer verunfallen jedoch viel weniger Radfahrer im Alter zwischen 18 und 24 Jahre als im Seniorenalter. Personen ohne Führerschein für motorisierte Fahrzeuge sind auch oft unter schlecht integrierten Migranten zu finden.

Während in manchen Altersgruppen die Wissensdefizite von primärer Bedeutung sind, ist es in anderen eher die **sicherheitsabträgliche Einstellung**. Gemäss [32] fallen männliche 14- bis 18-jährige Radfahrende eher durch sicherheitsabträgliche Einstellungen auf als Mädchen desselben Alters. Jugendliche lehnen das Wertesystem der Erwachsenen (und somit auch Sicherheitsregeln) gern ab.

Die **eigenen Erfahrungen** im Verkehrsraum prägen auch die Einstellung zum Thema Sicherheit. Regelwidriges Verhalten wird selten sanktioniert.

[47] Nicht wenige liegen indes z. B. für die Erklärung des Helmtragverhaltens vor (Kap. VII.4, S. 200).

Radfahrende erleben im Gegenteil oft, dass sie dadurch schneller oder bequemer (vielleicht sogar sicherer) ans Ziel kommen.

Das Gefahrenbewusstsein wird durch die subjektive Wahrnehmung der **Kontrolltätigkeit der Polizei** beeinflusst. Wer nie auf ein regelwidriges Verhalten hin kontrolliert wird, geht nicht davon aus, dass es sich um ein schlimmes Delikt handelt.

2.3.2 Zielsetzung

Es ist sicherzustellen, dass Radfahrende aller Altersgruppen (in Abhängigkeit ihrer entwicklungsbedingten Möglichkeiten) über eine hohe fahrradspezifische Fahrkompetenz verfügen.

2.3.3 Umsetzung

Der Erwerb der Fahrkompetenz erfolgt über **Lernprozesse.**

Eltern müssen als gute **Vorbilder** ihren Kindern sicheres Radfahren beibringen. Viele Eltern dürften für diese Aufgabe nicht genügend für die Thematik sensibilisiert sein (Kap. VII.2.2, S. 161). Es ist wichtig, Eltern bei der privaten Fahrausbildung ihrer Kinder zu unterstützen. Nebst **Informationsmaterial** sind für Kinder und ihre Eltern zugeschnittene **Fahrradkurse** sinnvoll. Zentral ist, dass die Verantwortung immer bei den Eltern bzw. den Bezugspersonen liegt. Noch bis ins Alter von 10 Jahren ist entwicklungsbedingt mit Defiziten bei Rad fahrenden Kindern zu rechnen. Eine Begleitung ist daher in vielen Fällen sinnvoll (Kap. VII.2.2, S. 161).

Auch wenn das Rettungspotenzial bei den **5- bis 9-Jährigen** quantitativ gering ist (es wird kilometermässig wenig gefahren), gilt es, in dieser Altersgruppe den Grundstein der Sicherheitserziehung zu legen. Informationsvermittlung muss primär direkt (von Angesicht zu Angesicht) erfolgen, d. h. über Eltern oder andere Bezugspersonen wie Lehrkräfte oder Verkehrsinstruktoren. Gerade Verkehrsinstruktoren haben bei Kindern ein hohes Ansehen: Was der Polizist einmal sagt, bleibt nachhaltiger in den Kinderköpfen, als was die Eltern 100-mal sagen.

Eine **fahrradspezifische Verkehrserziehung** sollten Kinder erhalten, wenn sie ohne Begleitung auf öffentlichen Strassen Rad fahren dürfen (von A nach B). Eine punktuelle Grundausbildung bei jüngeren Kindern ist nicht ausreichend. Die Lerninhalte der Verkehrserziehung verblassen schnell [22]. Daher – und aufgrund der zunehmenden Fahrleistung – müssen zusätzlich auch **ältere Kinder** geschult werden. Das Rettungspotenzial ist in dieser Altersgruppe am grössten. Gespräche über sicherheitsrelevante Einstellungen oder bisher gemachte gefährliche Fahrerfahrungen im Zusammenhang mit regelwidrigem Verhalten sind nebst Wissensvermittlung wichtig. Die Schulung des Gefahrenbewusstseins sollte bei älteren Kindern im Zentrum stehen, da Jugendliche zusätzlich durch ihre ausgeprägte Selbstüberschätzung gefährdet sind.

Wie eine **fahrradspezifische Verkehrserziehung in der Schweiz** aussehen könnte, wird von der bfu im Auftrag des FVS in einem separaten Bericht vertieft erarbeitet. Zu prüfen gilt es z. B., ob das für die MFZ-Ausbildung konzipierte Modell der GDE-Matrix (Goals for Driver Education) eine sinnvolle Grundlage bilden könnte. Wichtig ist die Berücksichtigung der Erfahrungen anderer Länder mit ihrer fahrradspezifischen Verkehrserziehung. Zentral wird sicher die Suche nach einem geeigneten Setting für Verkehrserziehung sein. Es ist zu vermu-

ten, dass sich die Schule für eine institutionalisierte Verkehrserziehung als am geeignetsten herausstellt. In der Schule können alle Kinder unabhängig von ihrer sozialen Herkunft und von der Affinität ihrer Eltern zum Thema angesprochen werden.

Die Grundausbildung sollte eine **Fahrradprüfung** – wie sie heute zum Teil auf freiwilliger Basis durchgeführt wird – beinhalten. Das Festlegen der Konsequenzen bei Nichtbestehen der Fahrradprüfung muss sinnvollerweise denjenigen überlassen werden, die die Prüfung anordnen bzw. durchführen. Je älter die Kinder werden, desto öfter fahren sie Rad. Es ist daher nicht empfehlenswert, die Prüfung vor der 4. Klasse anzuordnen. Es muss sichergestellt werden, dass auch nach der Fahrradprüfung Sicherheitsaspekte beim Radfahren in der Verkehrserziehung thematisiert werden (auf Sekundarstufe I).

Bei **Jugendlichen** (etwa 8./9. Klasse) sollte zusätzlich zum fahrradspezifischen Unterricht ein Angebot für Motorfahrradlenkende bestehen. Erstens fallen Letztere eher durch eine sicherheitsabträgliche Einstellung auf [32] und zweitens verunfallten im Zeitraum 2005–2009 unter den 15- bis 16-Jährigen mehr Jugendliche mit dem Motorfahrrad schwer oder tödlich als mit dem Fahrrad. Radfahrende Jugendliche müssen nicht hinsichtlich Wissen und Einstellung, sondern hinsichtlich Gefahrenbewusstsein (sich selber schützen aufgrund der hohen Fahrleistung) sensibilisiert werden. Es sollte ihnen nahe gelegt werden, sich durch gute Erkennbarkeit (vor allem auch am Tag) und einen Fahrradhelm zu schützen. Die institutionalisierte Verkehrserziehung bei Jugendlichen sollte auf einem partizipativen Ansatz basieren.

Der Einbezug der Eltern bei der Schulung der Kinder ist sehr wichtig. Es darf nicht der Eindruck entstehen, dass die Kinder unter 10 Jahren durch Verkehrserziehung nun gefahrlos am Verkehr teilnehmen können.

Fahrradspezifisches Wissen, Einstellungen und Gefahrenbewusstsein können auch über weitere **Bezugspersonen** (Lehrer, Trainer, Pfadiführer, Pfarrer usw.) im Rahmen diverser Settings vermittelt werden (Mathematikunterricht, Pfadilager, ausserschulischer Religionsunterricht usw.). Das ist nur in Kombination mit dem Aufzeigen konkreter Handlungsfelder sinnvoll: Sporttrainer z. B. können Einfluss auf die Kinder nehmen, wenn diese mit dem Rad zum Training fahren. Lehrer können in ihrem Unterricht sicherheitsrelevante Themen einbauen usw. Dadurch werden Kinder kontinuierlich und auf verschiedenen Ebenen mit fahrradspezifischen Sicherheitsfragen konfrontiert.

Nebst Verkehrserziehung ist den Radfahrenden allgemein das **Sammeln von Erfahrungen**, die sich positiv auf ihre Einstellung und ihr Gefahrenbewusstsein auswirken, zu erleichtern. Solche positiven Erfahrungen lassen sich bei den ersten gemeinsamen Fahrten mit den Eltern machen (Vorbildfunktion), später mit Gleichaltrigen. Auch die Infrastruktur und das Fahrverhalten der anderen Verkehrsteilnehmenden sollen so sein, dass Radfahren als angenehm und sicher erlebt wird. Das fördert eine sicherheitsbewusste Einstellung seitens der Radfahrenden.

Erwachsene sind aufgrund ihrer im Kollektiv gefahrenen Fahrradkilometer eine wichtige Zielgruppe. Wissen, Einstellungen und Gefahrenbewusstsein dieser Altersgruppe kann fast nur über Strategien des **Sozialmarketings** (Kampagnen, Aktionen, Events usw.) transportiert werden. Generell gilt, dass gebündelte Aktivitäten der Akteure (In-

teressensvertreter, Polizei, Versicherungen, Fahrradbranche, Verbände usw.) wirksamer sind als isolierte. Welche Massnahmen hier im Detail sinnvoll sind, ist jeweils in gezielten Situationsanalysen zu klären. Eine grosse Reduktion der Fahrradunfälle darf allerdings nicht erwartet werden. Es besteht generell bei solchen Interventionen das Problem, dass diese von Personen wahrgenommen werden, die bereits für das Thema sensibilisiert sind. Kommunikationskampagnen sollten thematisch auf die Gefahr von Vortrittsmissachtungen (sei es durch MFZ-Lenkende oder die Radfahrenden selbst) und generell auf einen defensiven Fahrstil ausgerichtet sein. Zudem ist die Relevanz einer guten Erkennbarkeit zu thematisieren.

Eine **Schulung** bei **Erwachsenen und Senioren** ist nur für spezifische Gruppen mit gravierenden Defiziten bezüglich Wissen oder Einstellungen zu empfehlen. Gerade Senioren verunfallen gemäss der Strassenverkehrsunfallstatistik sehr oft ohne eigenes Verschulden. Somit stellen bei den Senioren vermutlich weniger Unwissen oder ein riskanter Fahrstil die Hauptproblematik dar, sondern eher ihre hohe Verletzlichkeit und ihre sensomotorischen Defizite (Kap. VII.2.6, S. 174). Ihre hohe Verletzlichkeit zeigt sich an ihrer überdurchschnittlichen Letalität.

Punktuell können **niederschwellige Angebote für ausgewählte, kleine Zielgruppen** (z. B. Fahrradkurse für Migrantinnen) sinnvoll sein. Diese stellen zwar keinen Schwerpunkt im Unfallgeschehen der Radfahrenden dar, sind aber auch im Rahmen einer auf diese Bevölkerungsgruppen ausgerichtete Integrationspolitik sinnvoll. Ganz explizit auf kleine Zielgruppen ausgerichtete niederschwellige Angebote entziehen sich zudem oft der wissenschaftlichen Evaluation (angebracht ist hier eher die partizipative Qualitätsentwicklung [137]).

Aktionen/Kontrollen durch die Polizei (als edukative Intervention, also ohne Sanktionen) bei Radfahrenden (insbesondere Erwachsenen) wären vermutlich sinnvoll – insbesondere, da diese Zielgruppe kaum in einer anderen Form direkt und daher wirksam angesprochen werden kann. Es besteht das Problem, dass mit Interventionen wie Kommunikationskampagnen oder Schulungsangeboten grundsätzlich immer eher jene erreicht werden, die bereits für ein gewisses Thema sensibilisiert sind. Die Polizei hat die Möglichkeit, alle Radfahrenden anzusprechen – z. B. im Rahmen von Grosskontrollen. Bei diesen sollte z. B. nicht der technische Zustand des Fahrrads im Vordergrund sein, sondern z. B. Vortrittsmissachtungen innerorts. Solche Einsätze sind personalintensiv – insbesondere wenn eine grosse Anzahl Radfahrender erreicht werden soll und daher als generelle Strategie eher nicht zu empfehlen. Aufgrund der knappen Polizeiressourcen sind systematische Kontrollen bei MFZ-Lenkenden (mit oder ohne Sanktionen) zur Steigerung ihres fahrradspezifischen Gefahrenbewusstseins sinnvoller (Kap. VII.5, S. 216), insbesondere weil die Radfahrenden bei Regelverstössen fast ausschliesslich sich selbst gefährden, während umgekehrt MFZ-Lenkende fast ausschliesslich die Radfahrenden gefährden. Falls Polizeikontrollen (mit Sanktionen) durchgeführt werden, sollten diese auf Vortrittsmissachtungen ausgerichtet sein und weniger auf die Ausstattung der Fahrräder. Polizeikontrollen können punktuell in Kombination mit Kommunikationskampagnen sinnvoll sein.

2.3.4 Massnahmenbeurteilung

Tabelle 70
Massnahmen zur Wissensvermittlung, zur Förderung sicherheitsbewusster Einstellungen und eines ausgeprägten Gefahrenbewusstseins

Massnahme	Beurteilung
Institutionalisierte fahrradspezifische Verkehrserziehung inkl. praktischer Fahrradprüfung, für Kinder/Jugendliche. Themen: Gefahrenbewusstsein, Regelkenntnisse, korrektes Fahren/sichere Manöver (z. B. Bremsen), defensiver Fahrstil (regelkonformes Fahren, angemessene Geschwindigkeit), Erkennbarkeit, Nutzung medialer Geräte, Alkohol bei Jugendlichen	Sehr empfehlenswert
Sensibilisieren und informieren von Eltern inkl. Handlungsanweisungen, wie ihre Kinder möglichst sicher mit dem Fahrrad unterwegs sein können (begleiten, Wegwahl, Vortrittsregeln beachten, Erkennbarkeit, Helm).	Empfehlenswert
Sensibilisieren und informieren der Kinder/Jugendlichen über fahrradspezifische Sicherheitsfragen in diversen Settings (Schule, Sport, Freizeit, Religionsunterricht) durch wichtige Bezugspersonen (Lehrer, Trainer, Pfadiführer, Pfarrer). Themen: Vortrittsmissachtungen, defensiver Fahrstil, Erkennbarkeit, Helm, bei Jugendlichen auch Alkohol	Empfehlenswert (im Rahmen bestehender Gefässe und somit geringen Kosten)
Gut konzipierte Kommunikationskampagne/Aktionen zur Steigerung des Gefahrenbewusstseins bei Radfahrenden (Themen: Vortrittsmissachtungen, defensiver Fahrstil, Erkennbarkeit, Helm, Alkohol)	Empfehlenswert
Schulung ganz spezifischer Personengruppen (ohne Führerschein, ohne Radfahrerfahrung)	Bedingt empfehlenswert (nicht ressourceneffizient)
Aktionen/Kontrollen der Polizei (als edukative Intervention, also ohne Sanktionen) zur Steigerung des fahrradspezifischen Gefahrenbewusstseins bei Radfahrenden (Themen: Vortrittsmissachtungen, defensiver Fahrstil, Nutzung medialer Geräte, Erkennbarkeit, Helm)	Empfehlenswert (aber bei grosser Verbreitung teuer, da personalintensiv)
Polizeikontrollen (mit Sanktionen)	Bedingt empfehlenswert (nur in Kombination mit edukativen Strategien)

2.4 Fahrfähigkeit: Alkohol

2.4.1 Ausgangslage

Das Fahren eines Fahrrads braucht ein höheres Mass an sensomotorischen Fähigkeiten als etwa das Autofahren. Studien haben gezeigt, dass z. B. ein BAK von 0,8 ‰ die Leistung der Radfahrenden um 80 % reduziert [138]. Wie in der Risikoanalyse ausgewiesen, ist das Unfallrisiko von alkoholisierten Radfahrenden (0,1 ‰ oder mehr) mehr als 10-mal höher als bei nicht alkoholisierten [138].

Alkoholkonsum erlangt bei polizeilich registrierten Fahrradunfällen, die sich in der Nacht und ohne Beteiligung weiterer Fahrzeuge ereignen (Selbstunfälle), eine beachtliche Relevanz. Dies vor allem bei Männern. Ausländische Studien haben ausserdem festgestellt, dass alkoholisierte Radfahrende schwerere Verletzungen sowie vermehrte Kopfverletzungen erleiden als nüchterne. Es wurde vermutet, dass das mit der beobachteten geringeren Helmtragquote zusammenhängt.

2.4.2 Zielsetzung

Ziel ist es, Personen unter Alkoholeinfluss vom Radfahren abzuhalten.

Es ist denkbar, dass es Radfahrenden am Gefahrenbewusstsein fehlt, dass Alkohol nicht nur beim Auto-, sondern auch beim Radfahren gefährlich ist.

2.4.3 Umsetzung

Wer in fahrunfähigem Zustand ein motorloses Fahrzeug (z. B. Fahrrad) führt, wird mit einer Busse bestraft (Art. 91 Abs. 3 SVG). Radfahrenden, die in angetrunkenem Zustand gefahren sind, kann der

Wohnsitzkanton ausserdem das Radfahren für mindestens einen Monat untersagen (Art. 19 Abs. 3 SVG). Es besteht auf rechtlicher Ebene kein Handlungsbedarf.

Es besteht kaum die Möglichkeit, Erwachsene oder Senioren in einem der heute bestehenden Schulungsangebote für Radfahrende oder Verkehrsteilnehmende auf die Alkoholproblematik aufmerksam zu machen (allenfalls bei der MFZ-Ausbildung). Als Minimallösung ist eine Kampagne denkbar, etwa mit Aushängern in Fachgeschäften und Fahrradwerkstätten.

Das Gefahrenbewusstsein kann zusätzlich durch anlassfreie Atemproben durch die Polizei zu nächtlicher Stunde an neuralgischen Orten (in der Umgebung von Bars oder Discos) geschärft werden.

Bereits bei 15- bis 17-Jährigen wird Alkohol nicht selten als mögliche Unfallursache vermutet (bei einem Fünftel gemäss polizeilich registrierten Alleinunfällen mit dem Fahrrad). Das Thema sollte daher in einer zielgruppengerechten Verkehrserziehung dieser Altersgruppe aufgegriffen werden.

2.4.4 Massnahmenbeurteilung

Ein höheres Gefahrenbewusstsein würde vermutlich nur einen geringen Teil der Fahrten in alkoholisiertem Zustand verhindern, vor allem wenn keine Sanktionen drohen. Da polizeiliche anlassfreie Kontrollen kaum realistisch sind (zu personalintensiv, Ressourcen der Polizei werden besser bei den Alkoholfahrten der MFZ-Lenkenden eingesetzt), ist von spezifischen Informationskampagnen abzusehen. Sie allein haben ein zu geringes Rettungspotenzial (Tabelle 71).

Tabelle 71
Massnahme zur Reduzierung von Radfahrten in alkoholisiertem Zustand

Massnahme	Beurteilung
Thema Alkohol beim Radfahren in die Verkehrserziehung der Jugendlichen/jungen Erwachsenen integrieren.	Empfehlenswert
Fahrradspezifische Alkoholkampagne kombiniert mit polizeilicher Kontrolltätigkeit zur Steigerung des Gefahrenbewusstseins	Bedingt empfehlenswert (nicht ressourceneffizient)

2.5 Fahrfähigkeit: Ablenkung durch mediale Geräte

2.5.1 Ausgangslage

Mediale Geräte wie Handy und MP3-Player haben sich in den vergangenen 20 Jahren in unserer Gesellschaft weitläufig etabliert. Auch während des Radfahrens wird Musik gehört, telefoniert oder eine SMS geschrieben.

Gemäss Art. 31 Abs. 1 SVG und Art. 3 Abs. 1 VRV müssen Fahrzeugführer ihre Aufmerksamkeit der Strasse und dem Verkehr zuwenden. Sie dürfen beim Fahren keine Verrichtung vornehmen, welche die Bedienung des Fahrzeugs erschwert. Zudem haben sie dafür zu sorgen, dass ihre Aufmerksamkeit weder durch Radio noch andere Tonwiedergabegeräte oder Kommunikations-/Informationssysteme beeinträchtigt wird. Dies gilt nicht nur für die MFZ-Lenkende, sondern auch für Radfahrende.

Da Fahrräder selten über optische Hilfsmittel (Spiegel) verfügen, sind Radfahrende besonders auf das akustische Wahrnehmungsvermögen angewiesen. Deshalb ist ihnen die Benutzung medialer Geräte mit Kopfhörern jedenfalls dann untersagt, wenn die eingestellte Lautstärke zu einer Gehörbeeinträchtigung im Sinn von Art. 31 Abs. 1 SVG und Art. 3 Abs. 1 VRV führt. Ob das Gehör tatsächlich beeinträchtigt ist, müsste im Einzelfall aufgrund der

besonderen Umstände beurteilt werden, z. B. anhand der Lautstärkeneinstellung oder wenn der Radfahrer nicht auf den Zuruf der Polizei reagiert.

Im Rahmen einer Beobachtungsstudie in den Niederlanden aus dem Jahr 2010 stellte sich heraus, dass rund 6 % der Personen ein mediales Gerät während des Radfahrens benutzten (5 % hörten Musik, rund 1 % fuhren mit dem Handy am Ohr und 0,3 % tippten gerade eine SMS oder eine Telefonnummer ein). Die von der Polizei in den Jahren 2005–2009 als Unfallursachen erfassten Mängel und Einflüsse im Bereich Ablenkung durch Elektronik (Radio oder Handy) beliefen sich insgesamt auf 11. Vermutlich besteht hier jedoch eine Unterschätzung. Insgesamt wird die Relevanz dieses Risikofaktors als eher gering eingestuft.

2.5.2 Zielsetzung

Die Gefahren, die durch die Nutzung von medialen Geräten während des Radfahrens entstehen, sollen reduziert werden.

2.5.3 Umsetzung

Das Telefonieren auf dem Fahrrad geht mit reduzierter Geschwindigkeit, geringerer Leistung im peripheren Sehen, erhöhtem Risiko, erhöhter mentaler Anstrengung und reduzierter Manövrierfähigkeit einher. Am schlechtesten sind die Fahrleistungen beim SMS-Schreiben. Diese und auch noch weitere Erkenntnisse müssen kommuniziert werden. Insbesondere die Jugendlichen, die mediale Geräte während des Radfahrens am meisten nutzen, sollen über die möglichen Risiken umfassend informiert werden.

Musikhören beim Radfahren ist zwar grundsätzlich erlaubt, aber nur, wenn dadurch die Aufmerksamkeit des Lenkers nicht beeinträchtigt wird. Es empfiehlt sich daher, bei dichtem Verkehr oder wo besondere Aufmerksamkeit gefordert ist, auf Musik zu verzichten oder sie nur sehr leise zu hören. Stellt die Polizei fest, dass ein Radfahrer schon geringfügig zu laut Musik hört, könnte sie ihn wegen Verstosses gegen Art. 31 Abs. 1 SVG und Art. 3 Abs. 1 VRV büssen.

Polizeikontrollen/Aktionen sind zwar denkbar, aber vermutlich nicht ressourceneffizient (Kap. VII.2.3, S. 166).

2.5.4 Massnahmenbeurteilung

Tabelle 72
Massnahmen zur Reduzierung der Ablenkung durch mediale Geräte

Massnahme	Beurteilung
Gefahr durch Nutzung von medialen Geräten während des Radfahrens in der Verkehrserziehung thematisieren	Empfehlenswert
Kampagne über die Gefährlichkeit der Nutzung von medialen Geräten während des Fahrens, kombiniert mit polizeilicher Kontrolltätigkeit zur Steigerung des Gefahrenbewusstseins	Bedingt empfehlenswert (nicht ressourceneffizient)

2.6 Fahrverhalten: Sensomotorik/Fahrtechnik

2.6.1 Ausgangslage

Der Zusammenhang zwischen inneren psychischen Prozessen (sensorische Aktivitäten, Denken, Wahrnehmung) und äusserlich messbarem und wahrnehmbarem Geschehen in der unmittelbaren Bewegungsausführung in verschiedenen Dimensionen wird als Sensomotorik bezeichnet. Jegliche willentlich ausgeführte Bewegung ist somit mehr oder weniger an sensorische und zentralnervale Prozesse gekoppelt (und werden rückwirkend modifiziert) [41]. Somit ist die Sensomotorik/Fahrtechnik bei Kindern – nebst ihrer Fahrpraxis – eng mit ihrem kognitiven Entwicklungsstand verknüpft.

Das Gefahrenpotenzial durch mangelnde motorische Fähigkeiten ist zwar hoch, wenn gleichzeitig die kognitive Entwicklung nicht ausgereift ist. Allerdings ist der **Anteil von Radfahrenden mit solchen Defiziten** als **eher gering** einzuschätzen. Insbesondere **Kinder unter 10 Jahren** und ein Teil der **Senioren** weisen motorische Defizite aus.

Ein Indiz für die geringe Relevanz motorischer Defizite sind die diesbezüglich selten festgestellten Mängel und Einflüsse als mögliche Unfallursachen. Im Zeitraum 2005–2009 wurde seitens der Polizei 27-mal mangelhafte Vertrautheit mit dem Fahrrad und 11-mal mangelnde Fahrpraxis protokolliert (1 % aller Fahrradunfälle).

Aus diesem Grund wird die Unfallrelevanz des Risikofaktors «ungenügende Sensomotorik/Fahrtechnik» bei Radfahrenden mit schweren oder tödlichen Verletzungen als eher gering eingestuft.

Durch eine Erhöhung der Beteiligung von Personen am Fahrradverkehr (insbesondere von wenig geübten Radfahrenden), z. B. angeregt durch Bewegungsförderungsmassnahmen im Rahmen der Gesundheitsförderung oder der nachhaltigen Entwicklung, könnte die Unfallrelevanz steigen. Allerdings ist zu bedenken, dass Ansätze der Gesundheitsförderung und nachhaltigen Entwicklung das Radfahren nicht nur ganz punktuell fördern wollen (was eher zu einer Zunahme an ungeübten Radfahrenden führen würde), sondern als verbreitetes Verkehrsmittel im Alltag. Personen, die regelmässig – und schon seit Kindesalter – Rad fahren, verfügen vermutlich über eine ausreichend gute Grundsensomotorik.

Gemäss Weineck entwickeln sich koordinative und konditionelle Fähigkeiten nicht zeitgleich. In einem früheren Stadium entfalten sich die neuromuskuläre oder sensomotorische Steuerung und die Regelung von Bewegungen [139]. Diese gehören zu den elementaren Funktionsbereichen, deren grundlegende Aneignung und Entwicklung bereits sehr früh beginnt. «Mangelhafte koordinative Fähigkeiten sind daher zumeist nicht auf unzureichende Anlagen, sondern auf unzureichende Förderung in frühen Lebensjahren zurückzuführen» [139].

Bei jungen Kindern stehen als Unfallursache nicht primär ungenügend koordinative Fähigkeiten im Vordergrund, sondern die ebenfalls primär entwicklungsbedingten Defizite in der Informationsaufnahme und -verarbeitung – und somit letztendlich das fehlende Gefahrenbewusstsein.

2.6.2 Zielsetzung

Ziel ist, dass Radfahrende aufbauend auf soliden (generellen) Bewegungsfähigkeiten über eine für die Sicherheit ausreichende Fahrtechnik verfügen.

2.6.3 Umsetzung

Auch wenn sich die Sensomotorik ein Leben lang weiterentwickeln kann, ist es wichtig, gewisse Bewegungsabläufe bzw. gewisse Einzelelemente von komplexen Bewegungsabläufen bereits im Kindesalter zu erlernen. Ideal ist hierzu das Alter zwischen 4 und 11 Jahren [139]. Durch den Wachstumsschub ist z. B. das Alter zwischen 15 und 16 Jahren ungeeignet.

Genügende Fahrpraxis ist eine wichtige Bedingung, um sicher im Verkehr teilnehmen zu können. Kinder sollten daher in einem sicheren Umfeld bzw. durch Erwachsene begleitet zum Radfahren motiviert werden. Regelmässiges Radfahren (z. B. auch das Fahren mit Kinderlaufrad oder Trottinett in jungen Jahren) kann die sensomotorische Entwicklung unterstützen.

Normales alltägliches (ausgiebiges) Bewegungsverhalten bei Kindern (ohne spezifischen Fokus auf das Radfahren) hilft, ihre Fertigkeiten für das Radfahren zu unterstützen [140].

Wichtig ist, dass keine Risikokompensation stattfindet (dass z. B. durch ausgezeichnete Fahrtechnik mehr Risiken eingegangen wird als bei mässiger Fahrtechnik).

In verschiedenen Ländern werden sehr viele Kurse/Trainings zur Verbesserung der Sensomotorik/Fahrtechnik, insbesondere für Kinder, durchgeführt. Einige davon wurden evaluiert:

- Ein motorisches Radfahrtraining allein konnte bei Zweitklässlern in Deutschland keine signifikante Leistungsverbesserung herbeiführen. Erfolgreich war hingegen die Förderung der allgemeinen Bewegungsfähigkeit auf einfachen Roll- und Fahrgeräten mit einem anschliessenden lerntheoretisch aufgebautem Radfahrtrainingsprogramm [141].
- Ein Programm zur Erhöhung der Fahrfertigkeiten bei Grundschulkindern erbrachte keinen Nutzen hinsichtlich Fahrverhalten, Wissen und Einstellung [142].
- Ein in Schulen durchgeführtes Fahrrad-Sicherheitsprogramm zeigte keinen positiven Effekt hinsichtlich Verletzungsrisikos bei Fahrradunfällen, sondern bei einigen Kindern sogar einen negativen. Vermutet wird, dass die Schulung zu riskanterem Fahrverhalten verleitete und möglicherweise zu seltenerer Begleitung/Überwachung durch Erwachsene [143].
- In England erhalten 40 % der 10- bis 11-jährigen Kinder ein Fahrradtraining. Zwischen diesem Training und der Unfallhäufigkeit gibt es keinen Zusammenhang. Ebenso führt es nicht zu sicherheitsförderlichen Einstellungen [144].
- Eine Studie aus Deutschland zeigt, dass jene Kinder, die an einem Schulversuch teilgenommen haben (40 Lektionen fahrtechnischer Unterricht, verteilt auf die ersten zwei Schuljahre), verkehrsrelevante Übungen im Schonraum deutlich besser bewältigen können als Kinder, die nicht am Schulversuch teilgenommen haben [145].

Insgesamt ist von Schulungen/Kursen, die **punktuell** und/oder **ausschliesslich die Sensomotorik/Fahrtechnik** fördern (sei es allgemein oder fahrradspezifisch), eher abzusehen. Durch das ab-

solvierte Fahrtraining können Kinder und Eltern fälschlicherweise zur Überzeugung gelangen, eine Teilnahme im Verkehr sei nun gefahrlos. Problematisch ist insbesondere, wenn Kurse nur im Schonraum stattfinden. Kurse sind sinnvoll, wenn sie **langfristig** ausgelegt sind, d. h. nicht nur die Fahrtechnik fokussieren, sondern auch das **Gefahrenbewusstsein** fördern. Allerdings ist das Vermitteln gewisser Fahrtechniken (im Rahmen einer institutionalisierten Verkehrserziehung oder von Kursen), die im Strassenverkehr von Relevanz sind (z. B. bremsen) als Grundlage sehr wohl sinnvoll. Fahrtechnische Elemente können ausserdem nutzbringend als didaktisches Mittel eingesetzt werden – zu Demonstrationszwecken bringen sie oft mehr als theoretische Konfrontation mit dem Thema.

Wie eine institutionalisierte, fahrradspezifische Verkehrserziehung in der Schweiz aussehen könnte, wird von der bfu im Auftrag des FVS separat erarbeitet.

2.6.4 Massnahmenbeurteilung

Tabelle 73
Massnahmen zur Reduzierung motorischer Defizite

Massnahme	Beurteilung
Sicherheitsrelevante fahrtechnische Elemente (z. B. Bremsen) als didaktisches Mittel im Rahmen einer institutionaliserten Verkehrserziehung zur Förderung des Gefahrenbewusstseins	Empfehlenswert
Fördern der koordinativen Fähigkeiten von Kindern im Alltag (z. B. mit Kinderlaufrad oder Trottinett, aber auch beim Spielen im Schonraum)	Empfehlenswert
Isoliertes, sporadisches Fahrtechniktraining für Kinder/Jugendliche im Rahmen bestehender Settings (Sportverein, Ferienpass, Pfadi usw.)	Bedingt empfehlenswert (bei geringen Kosten)
Spezielle fahrtechnische Trainingsmöglichkeiten für ungeübte Senioren im Schonraum und für fortgeschrittene im Verkehr (z. B. für Personen, die das Radfahren wieder aufnehmen, für Migranten)	Bedingt empfehlenswert (geringes Rettungspotenzial, aber aus Gründen der Integration, Mobilitätsfreiheit sinnvoll)
Auf wissenschaftlicher Basis konzipierte Sturzpräventionsprogramme im Erwachsenenalter zur Erhaltung der Sensomotorik im Seniorenalter	Bedingt empfehlenswert (bei geringen Kosten)

2.7 Fahrverhalten: Fahrstil und Fahrgeschwindigkeit

2.7.1 Ausgangslage

Als gefährlicher Fahrstil ist nicht nur ein rücksichtsloses oder gar aggressives Fahrverhalten zu sehen, sondern auch ein ängstliches, gehemmtes, unsicheres. Die grosse Mehrheit der Radfahrenden fährt der Situation angepasst, sowohl was den Fahrstil als auch die Fahrgeschwindigkeit anbelangt.

Verhältnismässig schnell fahren vorwiegend Jugendliche. Unter den Senioren hingegen ist der Anteil jener, die ängstlich oder unsicher fahren, gross. Die Ursache dafür kann in der fehlenden Verkehrsroutine liegen (wenn wenig gefahren wird und keine Übung z. B. als MFZ-Lenker besteht) oder in motorischen Schwierigkeiten. Letztere können nur begrenzt beeinflusst werden.

Ein der Sicherheit abträglicher Fahrstil hat bezogen auf das Gesamtkollektiv der Radfahrenden eine eher geringe Relevanz. Relevanter ist eine hohe Fahrgeschwindigkeit. Eine hohe Geschwindigkeit wurde bei 16 % der Selbstunfälle als mögliche Unfallursache – eventuell nebst anderen – von der Polizei festgehalten. Eine normale Fahrgeschwindigkeit kann zum Beispiel bei Rollsplitt, schlechtem Strassenbelag, engen Kurven usw. zu schnell sein. Es ist möglich, dass eine von der Polizei als zu schnell eingestufte Fahrgeschwindigkeit mit solchen Problemen der Infrastruktur zusammenhängen (Kap. VII.7, S. 246).

2.7.2 Zielsetzung

Radfahrende sollen mit einem defensiven Fahrstil (angemessene Geschwindigkeit, partnerschaftlicher, vorausschauender Fahrstil) unterwegs sein.

2.7.3 Umsetzung

Der Fahrstil und die Fahrgeschwindigkeit sind zu einem wesentlichen Teil durch Wissen, Einstellungen, Gefahrenbewusstsein geprägt (nebst der Beeinflussung durch die Infrastruktur). Es sei daher auf die Umsetzungsstrategien zur Steigerung dieser Determinanten verwiesen (Kap. VII.2.3, S. 166).

2.8 Fahrverhalten: Tragen von Kleidern/Produkten zur besseren Erkennbarkeit

2.8.1 Ausgangslage

Radfahrende unterschätzen oft die Bedeutung des Gesehenwerdens. Rund die Hälfte der Radfahrenden fahren **nachts** ohne vollständige Beleuchtung. Die Polizei beanstandet bei 15 % der nächtlichen Kollisionen mit einem schwer verletzten oder getöteten Radfahrenden dessen Beleuchtung. Bezogen auf das Gesamtkollektiv der schwer verunfallten Radfahrenden hat fehlendes oder vorschriftswidriges Licht jedoch keine grosse Relevanz (rund 2 %).

Bedeutsamer könnte die ungenügende Sichtbarkeit **am Tag** sein. Es ist anzunehmen, dass von den vielen Vortrittsmissachtungen der MFZ-Lenkenden einige darauf zurückzuführen sind, dass die Radfahrenden zu spät gesehen wurden. Dieser Umstand wiederum hängt sicher teilweise auch damit zusammen, dass die heute vorherrschenden dunklen Bekleidungsfarben die Erkennbarkeit der Rad-

fahrenden nicht fördern. Nebst hellen, grellen Farben können aufgrund der in den vergangenen Jahren markant angestiegenen Lichteinschaltquote bei den Motorfahrzeugen nun auch reflektierende Materialien die Sichtbarkeit tagsüber verbessern.

Die Problematik der zu geringen Sichtbarkeit der Radfahrenden in der Schweiz wurde sehr detailliert bei [65] dargestellt. Durch zusätzliche Erkenntnisse muss jedoch das dort für Nachtunfälle ausgewiesene Rettungspotenzial nach unten korrigiert werden.

2.8.2 Zielsetzung

Die Einschaltquote aktiver Lichtquellen in der Nacht sollte erhöht werden, auch wenn deren Relevanz zumindest in der Strassenverkehrsunfallstatistik nicht nachgewiesen ist. Dies könnte auch damit zusammenhängen, dass bei Unfällen im Nachhinein oft nicht mehr festgestellt werden kann, ob das Licht vor dem Unfall funktionierte oder nicht. Ebenso müssen mehr Reflektoren zum Einsatz kommen. Die auf das Fahrrad selbst bezogenen Präventionsmöglichkeiten (Licht und Reflektoren am Rad direkt) werden an anderer Stelle in diesem Bericht diskutiert (Kap. VII.3.3, S. 186). Reflektierendes Zubehör für die Radfahrenden sollte möglichst einen Wirkkreis von 360° haben, d. h. von allen Seiten sichtbar sein.

Tagsüber ist die Sichtbarkeit durch helle, grelle Farben bei der Kleidung zu verbessern. Auch reflektierende Materialien haben einen Zusatznutzen.

2.8.3 Umsetzung

Gesetzlich vorgeschrieben sind sowohl aktive wie passive Lichtkörper am Fahrzeug. Es besteht auf gesetzlicher Ebene somit kein Handlungsbedarf. Wie diesen gesetzlichen Auflagen mehr Nachdruck verliehen werden kann, ist in diesem Bericht an anderer Stelle nachzulesen (Kap. VII.3, S. 181).

Das Gefahrenbewusstsein muss aber geschärft werden. Edukative Massnahmen braucht es für alle Altersgruppen. Kindern kann mit eindrücklichen Experimenten die Wirkung von Licht oder reflektierenden Materialien nachts oder auch fluoreszierender Materialien tagsüber demonstriert werden (in der Verkehrserziehung, im Physikunterricht, im Pfadilager usw.). Zusätzlich müssen die Eltern oder andere wichtige Bezugspersonen auf die Wichtigkeit der Erkennbarkeit angesprochen werden.

Jugendliche für Sichtbarkeitshilfen zu gewinnen ist schwierig. In diesem Alter lehnt man sich vehement gegen elterliche Anordnungen auf (sie werden als Bevormundung verstanden). Lieber vertraut man der eigenen körperlichen Tüchtigkeit. Direkte Kommunikation ist gerade bei Jugendlichen eher über «Peers» (Gleichaltrige) als über Erwachsene zu führen. Das Thema muss in ihren Lebensstil und vor allem ihr Lebensgefühl integriert werden.

Erwachsene und Senioren können kaum direkt angesprochen werden. Denkbar sind massenmediale Kampagnen (Plakate, Spots usw.). Diese sind allein aber wenig wirksam. Es besteht die Gefahr, dass nur jene angesprochen werden, die bereits sensibilisiert sind. Erfolg versprechender sind edukative Strategien der Polizei.

Gerade bei Kindern, die oft Regelmissachtungen zeigen, ist es wichtig, sie – auch am Tag – für MFZ-Lenkende gut sichtbar zu machen. Bei Dunkelheit sind jüngere Kinder selten unterwegs, allenfalls zur Vorabendzeit im Winter.

Von edukativen Massnahmen bei Jugendlichen ist kein grosser Erfolg zu erwarten. Gerade in dieser Altersgruppe wären Massnahmen aber wichtig, weil Jugendliche oft Rad fahren. Um nicht auf Ablehnung zu stossen, darf Sichtbarkeit nicht als Sicherheitsthema verkauft werden, sondern sollte über den Lebensstil der Jugendlichen kommuniziert werden, z. B. indem reflektierende Materialien im jugendlichen Kleidungslook integriert werden.

Das Gefahrenbewusstsein von Erwachsenen und Senioren mittels Kampagnen (ohne persönlichen Kontakt) zu schärfen, ist schwierig. Sie sind eher kombiniert mit anderen Massnahmen, wie etwa polizeilichen Kontrollen, sinnvoll. Besser ist es aber, bei polizeilichen Kontrollen Information in direktem Kontakt abzugeben. Polizeieinsätze sind jedoch personal- und somit kostenintensiv. Kontrollen bei MFZ-Lenkenden, etwa bezüglich Alkohol oder Geschwindigkeit, haben für Radfahrende einen grösseren Nutzen.

2.8.4 Massnahmenbeurteilung

Tabelle 74
Förderungsmassnahmen zur Verbesserung der Sichtbarkeit (auch am Tag)

Massnahme	Beurteilung
Erkennbarkeit (vor allem auch tagsüber) in der Verkehrserziehung, im Physikunterricht, im Sporttraining, im Pfadilager durch Veranschaulichung thematisieren	Empfehlenswert
Zielgruppengerechte Alltagskleider fürs Radfahren, die eine gute Erkennbarkeit fördern, auf den Markt bringen	Empfehlenswert (wenn aktiv durch zielgruppengerechtes Marketing unterstützt)
Kommunikationskampagne/Aktionen zur Schärfung des Gefahrenbewusstseins bzgl. Sichtbarkeit (vor allem auch tagsüber), wenn möglich kombiniert mit anderen Themen (z. B. Vortrittsmissachtungen) zur Steigerung des Nutzens und mit Polizeipräsenz	Empfehlenswert

2.9 Fazit

Entwicklungsbedingte Defizite bei unter 10-jährigen Kindern im Bereich der Wahrnehmung und Informationsverarbeitung lassen sich kaum reduzieren. Da Radfahren ein umweltschonendes und gesundheitsförderliches Fortbewegungsmittel ist, sollen Kinder dennoch so weit als vertretbar mit dem Fahrrad ihre Wege zurücklegen. Aus der Optik der Verkehrssicherheit sollten sie bis mindestens zum 8. Geburtstag (Vollendung des 7. Lebensjahres) durch eine verantwortungsbewusste Person begleitet werden. In der Schweiz wird zurzeit ein Mindestalter für unbegleitetes Fahren ab dem 7. oder gar 6. Geburtstag diskutiert (eventuell mit Ausnahmeregelungen für noch jüngere Kinder z. B. auf Radwegen). Während gegen das unbeaufsichtigte Verweilen/Spielen mit Kinderfahrrädern auf der Fahrbahn von verkehrsarmen Strassen, z. B. in Tempo-30-Zonen nichts einzuwenden ist (und in der Schweiz heute wie in Zukunft erlaubt), sollten Kinder beim Radfahren von A nach B bis mindestens zum 8. Geburtstag immer begleitet werden. Tempo-30-Zonen, Radwege, Begegnungszonen sind in der Regel nicht als geschlossene Wegnetze konzipiert. Daher kann bei deren Benützung die Querung und Nutzung von Strassen, auf denen Fahrzeuge mit höheren Geschwindigkeiten verkehren, nicht ausgeschlossen werden. Das bringt erhebliche Risiken für Kinder mit sich. Mit oder ohne gesetzliche Regelung über ein Mindestalter für unbegleitetes Radfahren müssen Eltern und andere Bezugspersonen für die Gefahren sensibilisiert werden. Ziel soll das Begleiten und nicht das Fernhalten vom Radfahren sein. Kinder, die unbegleitet mit dem Fahrrad unterwegs sind, sollen durch zusätzliche Massnahmen (möglichst verkehrsfreie Wegwahl, gute Erkennbarkeit, Fahrradhelm usw.) so wenigen Risiken wie möglich ausgesetzt werden.

Begleitete wie unbegleitete Kinder sollten früh mit einer institutionalisierten, fahrradspezifischen Verkehrserziehung konfrontiert werden. Als Setting bietet sich die Schule an. Hier werden alle Kinder unabhängig ihrer sozialen Herkunft und unabhängig von der Affinität ihrer Eltern zum Thema gleichermassen erreicht. Sinnvoll sind neben der Vermittlung der Bedeutung von Signalen und Regeln auch die Schulung des Gefahrenbewusstseins sowie praktische, geführte Fahreinheiten, die risikoreiche Fahrsituationen im Verkehr veranschaulichen sollten. Sicherheit im Verkehr bedingt eine genügende Fahrpraxis. Kinder sollten daher in einem sicheren Umfeld bzw. durch Erwachsene begleitet zum Radfahren motiviert werden. Regelmässiges Radfahren, z. B. auch das Fahren eines Kinderlaufrads oder Trottinetts in jungen Jahren, kann die sensomotorische Entwicklung unterstützen. Aufgrund des Wachstumsschubs im Jugendalter ist dies kein geeigneter Zeitpunkt um Bewegungsabläufe oder Elemente komplexer Bewegungsabläufe zu erlernen. Punktuelle fahrtechnische Trainingseinheiten im Teenageralter werden aus ungeübten Radfahrenden vermutlich keine sicheren Verkehrsteilnehmenden machen. Ein Fahrtechniktraining, das den Anspruch hat, im Kindesalter nicht erworbene koordinative Fähigkeiten nun auszubilden, müsste sehr intensiv sein und ist daher kaum umsetzbar. Fahrradspezifische Verkehrserziehung sollte über die gesamte obligatorische Schulzeit ein Thema sein. Studien haben gezeigt, dass Inhalte der Verkehrserziehung innerhalb eines Jahrs massiv verblassen. Im Jugendalter ist nebst der Auffrischung von Signal- und Regelkenntnissen auch das Gefahrenbewusstsein zu fördern. Jugendliche fahren im Vergleich zu anderen Altersgruppen relativ oft Fahrrad und haben gemessen an ihrem Bevölkerungsanteil die meisten schweren Fahrradunfälle. Ihr Gefahrenbewusstsein ist entwicklungsbedingt wenig ausgeprägt und ihre Selbstüberschätzung gleichzeitig gross. Das Einbeziehen der Zielgruppe bei der Programmentwicklung von Verkehrserziehung bei Jugendlichen ist wichtig (partizipativer Ansatz).

Verkehrserziehung in der Schule kann in einem spezifischen Gefäss stattfinden (z. B. Verkehrserziehung durch Verkehrsinstruktoren) oder in den Schulunterricht integriert werden (z. B. im Mathematik-, im Sport-, oder im Physikunterricht, als Natur-Mensch-Mitwelt-Thema usw.).

Die Schule ist aber nicht das einzige Setting, das für Verkehrserziehung ins Auge gefasst werden sollte. Insbesondere besteht das Problem, dass die Schule mit gesellschaftlichen Themen, überschwemmt wird. Daher ist zu prüfen, inwiefern weitere Bezugspersonen wie Trainer, Pfadiführer, Pfarrer usw. **im Rahmen diverser Settings**, Radfahren und Sicherheit thematisieren (Pfadilager, ausserschulischer Religionsunterricht, Elternrat, Jugendarbeit usw.). Dabei kann Verkehrserziehung auch im weiten Sinn verstanden – z. B. im Sinn von «wir tragen Sorge zueinander» – und mit anderen Themen – z. B. im Rahmen eines Gesundheitstages – kombiniert werden.

Auch Senioren sind alters- und krankheitsbedingt in ihrer Wahrnehmung und Informationsverarbeitung eingeschränkt. Es wird nicht davon ausgegangen, dass eine bessere Informiertheit darüber viele Unfälle von Senioren verhindern. Senioren verunfallen sehr oft ohne eigenes Verschulden. Entscheidend sind bei Senioren eher die eingeschränkte Sensomotorik und insbesondere die hohe Vulnerabilität, wodurch Unfälle schnell schwerwiegende Folgen haben. Bereits Radfahrende über 60 Jahre haben eine überdurchschnittliche

Letalität; bei Radfahrenden über 70 Jahre liegt diese bei einem Mehrfachen des Durchschnitts über aller Altersgruppen. Senioren können beim Radfahren womöglich von einer generellen Sturzprävention profitieren. Viele stürzen beim Auf- oder Absteigen, was auf sensomotorische Defizite hinweist.

Erwachsene sind aufgrund ihrer insgesamt gefahrenen Fahrradkilometer eine wichtige Zielgruppe. Themen wie eine bessere Erkennbarkeit, regelkonformes Fahren, ein angemessenes Fahrgeschwindigkeit, Wissensdefizite oder das Gefahrenbewusstsein können durch Strategien des **Sozialmarketings** transportiert werden. Generell gilt auch hier, dass gebündelte Aktionen der Akteure (Interessensvertreter, Polizei, Versicherungen, Fahrradbranche, Verbände usw.) wirksamer sein können als isolierte. Welche Massnahmen hier im Detail sinnvoll sind, ist jeweils in gezielten Situationsanalysen zu klären. Aktionen/Kontrollen durch die Polizei sind wünschenswert (als edukatives Mittel, nicht im Sinn von Kontrollen mit Sanktionen). So können bei einem geeigneten Vorgehen nicht nur die bereits sensibilisierten Radfahrenden erreicht werden, wie dies bei Kommunikationskampagnen, Aktionstagen usw. oft der Fall ist.

3. Fahrrad

3.1 Einleitung

Im vorliegenden Kapitel wird aufgezeigt, wie das Transportmittel Fahrrad in technischer Hinsicht verbessert werden kann, um die Sicherheit der Radfahrenden zu erhöhen. Dabei wird in einem ersten Schritt aufgezeigt, wie die durch technische Mängel eingeschränkte Betriebssicherheit von neuen und bereits im Verkehr stehenden Fahrrädern verbessert werden kann (Kap. VII.3.2, S. 181).

Danach wird dargelegt, wie die Lichteinrichtung und die Bremsanlage optimiert werden können (Kap. VII.3.3, S. 186 und Kap. VII.3.4, S. 190), da diese die höchste Unfallrelevanz aller Fahrradkomponenten aufweisen. Zum Schluss werden Verbesserungsmöglichkeiten beim Fahrradanhänger aufgezeigt (Kap. VII.3.5, S. 192).

3.2 Qualitätserhöhung des Fahrradbestandes

3.2.1 Ausgangslage

Ein nicht zu vernachlässigender Anteil der im Strassenverkehr eingesetzten Fahrräder ist in einem qualitativ ungenügenden Zustand. Gemäss [74] weisen rund 20 bis 50 % der im Alltag gefahrenen Fahrräder mindestens einen sicherheitsrelevanten Mangel auf.

Ein wichtiger Grund für die hohe Mängelquote liegt in der hohen «Fehlertoleranz» der Radfahrenden gegenüber ihrem Gefährt. Mängel am Fahrrad werden oft erst nach Monaten repariert [74]. Da (im Gegensatz zum motorisierten Verkehr) für Fahrräder keine amtlichen Kontrollen zur Überprü-

fung der Betriebssicherheit bestehen, ist dem Sicherheitszustand von Fahrrädern nach unten hin keine Grenzen gesetzt.

Defekte und Beschädigungen entstehen primär durch Verschleiss, Witterung, Umfallen und Vandalismus. Im Weiteren ist davon auszugehen, dass infolge der Diebstahlgefahr im Alltag oftmals nur minderwertige Fahrräder benutzt werden. Ein weiterer Grund für die hohe Mängelquote liegt vermutlich darin, dass Wartungsarbeiten grösstenteils nicht von Fachpersonen, sondern von den Eigentümern selbst durchgeführt werden, sodass unsachgemässe Wartungsarbeiten nicht ausgeschlossen sind.

Trotz der hohen Mängelquote ist die Unfallrelevanz von technischen Fahrrad-Mängeln im Vergleich zu anderen Risikofaktoren eher gering.

3.2.2 Zielsetzung

Ziel ist es, den durch technische Defekte eingeschränkte Sicherheitszustand von Fahrrädern zu verbessern. Neben Licht- und Bremsanlage, den zwei unfallrelevantesten Komponenten, müssen auch die restlichen Fahrradteile wie Lenker, Reifen, Räder, Sattel, Gabel und Rahmen in qualitativ ausreichendem Zustand sein, sodass die Betriebssicherheit nicht eingeschränkt ist. Zudem empfiehlt es sich, Lenkerenden derart auszustatten, dass sie bei Stürzen keine schweren inneren Verletzungen im Oberbauch- und Beckenbereich verursachen. Lenkerendstopfen (Abbildung 32) können dabei einen wirksamen Schutz gewähren.

Abbildung 32
Lenkerendstopfen



Quelle: http://www.veloplus.ch

Da Defekte und Funktionsbeeinträchtigungen sowohl konstruktions- als auch wartungsbedingt auftreten können, müssen beide Ansatzpunkte berücksichtigt werden.

3.2.3 Umsetzung

Legislative Strategien

Im Strassenverkehrsrecht finden sich kaum Vorschriften bezüglich der technischen Qualität: In der VTS wird lediglich festgehalten, dass Rahmen, Lenkerstange, Gabeln und Räder genügend stark gebaut sein müssen (Art. 215 Abs. 1 VTS).

In der Schweiz existieren keine spezifisch für Fahrräder gesetzlich vorgeschriebenen Qualitätsnormen. Im Gegensatz zu den Motorfahrzeugen ist das Fahrrad nicht einer Typenprüfung unterstellt (Art. 3 i. V. m. Anhang 1 TGV[48]). Auch für einzelne Bestandteile wie Dynamo, Licht oder Reflektoren gibt es (im Gegensatz zu früher) keine Typenprüfpflicht.

Eine Typenprüfung wäre zu aufwändig und würde Fahrräder massiv verteuern. Ein weiteres Hindernis

[48] Verordnung über die Typengenehmigung von Strassenfahrzeugen vom 19. Juni 1995, SR 741.511

ist, dass einzelne Komponenten im Verlauf der Verkaufsperiode durch andere Modelle ersetzt werden [74].

Es existieren jedoch andere gesetzliche Rahmenbedingungen, die den Verkauf von sicheren Fahrrädern fördern. Gemäss Art. 1 Abs. 7 VTS wird das PrSG für Fahrzeuge, deren Bestandteile und Ausrüstungsgegenstände ergänzend zu den bestehenden Vorschriften angewendet.

Das PrSG ist eine Totalrevision des Bundesgesetzes vom 19. März 1976 über die Sicherheit technischer Einrichtungen und Geräte (STEG). Das neue Gesetz bringt eine Angleichung an die EG-Richtlinie über die allgemeine Produktesicherheit und weist – weitergehend als das bisherige STEG – das gleiche Schutzziel auf wie die EG-Richtlinie. Gemäss PrSG dürfen Produkte in der Schweiz nur in Umlauf gebracht werden, wenn sie bei normaler oder bei vernünftigerweise vorhersehbarer Verwendung die Sicherheit und die Gesundheit der Verwender und Dritter nicht oder nur geringfügig gefährden. Der Inverkehrbringer (Hersteller oder Importeur) von Produkten muss nachweisen können, dass seine Produkte den grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen oder – wenn keine solchen Anforderungen vom Bundesrat festgelegt worden sind – dem Stand des Wissens und der Technik entsprechen. Er ist zudem verpflichtet, die Produkte auch nach dem Inverkehrbringen laufend zu beobachten und erkannte Gefahren den zuständigen Vollzugsbehörden zu melden. Ebenfalls hinsichtlich Produktesicherheit ist auch das internationale Recht, insbesondere das Recht der EU, zu berücksichtigen. In den verschiedenen EU-Richtlinien werden verbindliche grundlegende Sicherheitsanforderungen festgehalten, denen die in Verkehr gebrachten Erzeugnisse genügen müssen. Diese grundlegenden Sicherheitsanforderungen werden anhand von technischen sogenannten Normen spezifiziert. Normen weisen zwar nicht dieselbe Verbindlichkeit wie gesetzliche Vorschriften auf, sie können dennoch zur Konkretisierung der grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen dienen, denn sie widerspiegeln die anerkannten Regeln der Technik.

Betreffend Fahrrädern sind u. a. die Normen SN EN 14764 – City- und Trekking-Fahrräder, SN EN 14766 – Geländefahrräder (Mountainbikes) und SN EN 14781 – Rennräder bekannt. Die Normen regeln sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen. Unter anderem werden folgende Teile, aber auch das fertig montierte Fahrrad geprüft: Bremsen, Lichtanlage einschliesslich Kabelbefestigung, Klingel, Pedale, Kettenschutz, Kettenschutzscheibe, Sattel, Lenkung, Gabel, Reifen, Gepäckträger und Rahmen.

Der Vollzug des PrSG für Fahrräder (**Marktüberwachung/nachträgliche Kontrolle**) wird ASTRA subsidiär zu den anderen bundesrechtlichen Bestimmungen vollzogen. Das ASTRA muss als Vollzugsorgan Meldungen über Sicherheitsmängeln durch Konsumenten, Medien, Konsumentenschutzorganisationen und internationalen Meldesystemen wie Rapex und ICSMS nachgehen. Stellt das Vollzugsorgan im Rahmen eines nachträglichen Kontrollverfahrens fest, dass ein Produkt einen Sicherheitsmangel aufweist, so muss es Massnahmen zur Erstellung der Sicherheit verfügen (Verkaufsverbot, Beschlagnahme, Einziehung usw.).

Das **Produktehaftpflichtgesetz** (PrHG)[49] ist ein indirektes, jedoch wirkungsvolles Mittel zur Erhö-

[49] Bundesgesetz vom 18. Juni 1993 über die Produktehaftpflicht, SR 221.112.944

hung der sicheren Gestaltung von Fahrrädern. Als Produktehaftung bezeichnet man das Einstehenmüssen (Haften) für einen Personen- oder Sachschaden, den ein in Verkehr gesetztes fehlerhaftes Produkt (z. B. mangelhaftes Spielplatzgerät) an einem vom Produkt unterschiedlichen Rechtsgut (z. B. Leben und Gesundheit des Kindes) verursacht hat. Der Schaden am fehlerhaften Produkt selbst wird durch die Produktehaftpflicht nicht erfasst. Die Produktehaftung ist eine verschuldensunabhängige Haftung (Kausalhaftung). Der Hersteller muss also für jeden Fehler oder Mangel seines Produkts einstehen, auch wenn ihn kein direktes Verschulden daran trifft. Unabhängig von der Schuldfrage braucht der Betroffene nur nachzuweisen, dass das mangelhafte Produkt Auslöser für einen Folgeschaden war, unabhängig davon, ob Körperverletzung oder Sachschäden entstanden sind. Haftpflichtig ist der **Produktehersteller**, wobei dieser Begriff weit gefasst ist und neben dem eigentlichen Produzenten auch den Quasi-Hersteller [50], den Importeur und den Lieferanten/Händler umfasst. Obwohl das Produktehaftpflichtgesetz erst dann zum Tragen kommt, wenn ein Schaden infolge eines Produktefehlers bereits eingetreten ist, hat die strenge (Kausal-) Haftungsdrohung durchaus auch präventive Wirkung auf den Produktionsprozess. Die Produkte werden infolge des potenziellen Risikos von vornherein sicherer ausgestaltet.

Abschliessend kann festgehalten werden, dass das PrHG und das PrSG mit ihrem Bezug zu den EU-Richtlinien und Normen eine gute Basis für die Gewährleistung der Sicherheitsqualität von Fahrrädern darstellt. Eine schweizspezifische Verschärfung der Anforderungen und eine Typenprüfung erscheinen nicht sinnvoll. Ebenso würde sich eine Intensivierung der Marktüberwachung kaum lohnen, da ein schlechtes Nutzen-Kosten-Verhältnis zu erwarten ist.

[50] Quasi-Hersteller sind Personen, die sich als Hersteller ausgeben, indem sie Namen, Warenzeichen oder ein anderes Erkennungszeichen auf dem Produkt anbringen.

Edukative Strategien

Instandhaltung und Unterhaltsarbeit: Da Radfahrende eine hohe «Mangeltoleranz» haben und Mängel oft erst nach Monaten reparieren [74] sollte bei den Radfahrenden das Verständnis für Unterhaltsarbeiten und für die sicherheitstechnische Bedeutung einwandfreier Komponenten gefördert werden.

Eine Möglichkeit, die Radfahrenden zu Unterhaltsarbeiten zu animieren, bieten Reparaturkurse oder jährliche Putz- und Servicetage. Hier können Radfahrende ihre Fahrzeuge unter Anleitung pflegen, reparieren und am Ende checken lassen. Dies erscheint auch in Anbetracht einer von der IG Velo durchgeführten Befragung von Eltern sinnvoll, die ergab, dass gut die Hälfte der Befragten Licht oder Bremsen nicht selber flicken können [74].

Bedienungs-/Wartungsanleitung: In Gebrauchsanleitungen muss der Wartung besonderes Gewicht gegeben werden und auf mögliche Gefahren durch Verschleiss und falsche Montage hingewiesen werden. Zum Beispiel können abgenutzte oder falsch justierte Bremsklötze von der Felge abrutschen und in die Speichen geraten. Eine umfassende Gebrauchsanweisung beinhaltet verständliche Informationen über Handhabung, Wartung, Pflege, Instandhaltung, Gefahren und die Verantwortung des Benutzers [146]. Idealerweise liegen der Gebrauchsanleitung die notwendigen Werkzeuge gleich bei. Es muss jedoch angemerkt werden, dass

(selbst gute) Bedienungsanleitungen von Konsumenten eher selten konsultiert werden.

Kaufberatung und Konsumenteninformationen: Die Konsumenten müssen wissen, auf welche Punkte beim Kauf eines Fahrrads zu achten ist. Dabei kann davon ausgegangen werden, dass aufgeklärte Konsumenten bewusster kaufen, Qualität zu schätzen wissen und eher bereit sind dafür mehr zu investieren [74]. Aufgrund des geltenden Rechts unterstehen die Fahrradkomponenten, namentlich Brems- und Beleuchtungsprodukte, keiner Qualitätsbeschreibung. Somit weiss der Käufer beispielsweise nicht, ob das Licht oder der Reflektor den gesetzlichen Vorschriften entsprechen und welche Leistung sie bringen. Der Kaufentscheid kann durch die Deklaration der Leistung der verwendeten Sicherheitskomponenten erleichtert werden [74]. Neben einer guten Produktedeklaration sind auch vergleichende Tests für den Kaufinteressenten eine hilfreiche Informationsquelle, um die Qualität eines Produkts zu beurteilen. Produktvergleiche hinsichtlich einzelner Komponenten oder ganzer Fahrräder sind jedoch selten, da sie infolge der kaum überschaubaren und rasch wechselnden Modellvielfalt sehr schwer realisierbar sind.

Technische Strategien

Wartungsfreundliche und verschleissarme Fahrradteile: Die Verwendung von verschleissfesten Fahrradteilen dient dazu, die Qualitätsabnahme über die Zeit möglichst gering zu halten. Hierbei sind die Produzenten von Fahrrädern gefragt. Ein Hindernis stellt jedoch der hohe Preisdruck im Fahrradmarkt dar, sodass der Einsatz von verschleissarmen Teilen wohl den hochwertigeren Modellen vorbehalten bleibt. Im Hochpreissegment (Mountainbikes, Rennräder) ist jedoch ein umgekehrter Zusammenhang feststellbar. Der hohe Preis ergibt sich hier durch Gewichtseinsparungen, was wiederum der Verschleissfestigkeit entgegenwirkt.

Neben der Dauerhaftigkeit sollten die benutzten Komponenten auch möglichst wartungsfreundlich sein.

Geschützte und sichere Abstellplätze: Geschützte und sichere Abstellplätze haben zweierlei Folgen: Einerseits sind Fahrräder nicht der Witterung ausgesetzt und andererseits wird die Gefahr von Vandalenakten, unbeabsichtigter Beschädigung und Diebstahl reduziert. Letzteres wirkt sich auf die Fahrrad-Wahl aus (schlechtere Modelle für den alltäglichen Gebrauch). So werden nur für Sport und Freizeit bessere Fahrräder verwendet [74]. Die Effekte auf die Sicherheit im Sinn einer Reduktion des Unfallgeschehens dürften jedoch gering ausfallen.

3.2.4 Massnahmenbeurteilung

Das Rettungspotenzial der qualitativen Verbesserung des Fahrradbestands ist gering. Deshalb können die meisten Massnahmen nur bedingt empfohlen werden, zumal ihre Auswirkungen auf die Betriebssicherheit der Fahrräder oftmals bescheiden ausfallen. Gebrauchsanleitungen werden z. B. nur selten konsultiert (Tabelle 75).

Tabelle 75
Massnahmen zur Erhöhung der Betriebssicherheit von Fahrrädern

Massnahme	Beurteilung
Intensivierung der Marktüberwachung	Bedingt empfehlenswert (Nutzen gering)
Instandhaltungsarbeiten und Unterhaltspflicht mittels Kampagne fördern	Bedingt empfehlenswert
Konsumenteninformation in bestehende/geplante Broschüren oder Internetauftritte aufnehmen (z. B. hinsichtlich Lenkerendstopfen)	Nicht empfehlenswert (Nutzen gering)
Verschleissarme und wartungsfreundliche Fahrradkomponenten fördern	Bedingt empfehlenswert (nicht ressourceneffizient)
Förderung von umfassenden und leicht verständlichen Gebrauchsanweisungen	Bedingt empfehlenswert (nicht ressourceneffizient)
Geschützte und sichere Abstellplätze erstellen	Bedingt empfehlenswert (nicht ressourceneffizient)
Typenprüfung für Fahrräder	Nicht empfehlenswert (da nicht realisierbar)

3.3 Fahrradausstattung: Beleuchtungsanlage

3.3.1 Ausgangslage

Bezüglich der Beleuchtung gab es in den letzten Jahren einen grossen Entwicklungssprung. Neben den herkömmlichen Lichtanlagen mit Dynamos sind zunehmend Lichtanlagen vorzufinden, bei denen die Stromversorgung mittels Dynamo durch einen Akku oder einen Kondensator ergänzt wird. Dadurch ist auch beim stehenden Fahrrad die Beleuchtung sichergestellt. Mehr und mehr wird die Lichtmaschine ganz durch batterie- bzw. akkubetriebene Leuchten ersetzt, die auch als Stecklichter bezeichnet werden.

Im Gegensatz zur aktiven Beleuchtungsanlage wird der Bereich der Reflektoren nach wie vor eher stiefmütterlich behandelt.

Anmerkung: An dieser Stelle geht es nicht darum, aufzuzeigen wie die Benutzungs(quote) des Lichts gesteigert werden kann (Kap. VII.5, S. 216), sondern es sollen primär technische Möglichkeiten aufgezeigt werden, um bei der Lichtanlage die Funktionstüchtigkeit sicherzustellen oder diese qualitativ zu verbessern. Dabei darf nicht ausser Acht gelassen werden, dass fehlerhaftes bzw. fehlendes Fahrradlicht über das gesamte schwere Unfallgeschehen mit Radfahrenden eine viel geringere Rolle spielt als gemeinhin angenommen (4 %).

3.3.2 Zielsetzung

Die Lichtanlage kann durch folgende Elemente optimiert werden:

Komplette, fest montierte Lichtanlage: Generell sollte eine Lichtanlage fest montiert sein und durch

einen Dynamo mit Strom versorgt werden. Bei einer Stromversorgung mittels Dynamo muss zur Überbrückung von Haltezeiten ein Kondensator oder ein kleiner Akku eingebaut sein. Das ist wichtig, da bei fehlendem Standlicht die Radfahrenden in einigen Verkehrssituationen (wie z. B. beim Linksabbiegen durch den Gegenverkehr) im Licht der entgegenkommenden Motorfahrzeuge optisch völlig verschwinden [73]. Von Fachpersonen werden dynamobetriebene Beleuchtungsanlagen den akkubetriebenen Stecklichtern vorgezogen, da bei akkubetriebenen Stecklichtern das Risiko von leeren Akkus/Batterien besteht. Zudem müssen die Stecklichter infolge der hohen Diebstahlgefahr beim Abstellen des Fahrrads immer abgenommen werden. Deshalb kommt es vor, dass die Stecklichter oftmals entweder aus Bequemlichkeit nicht mitgenommen oder aber einfach vergessen werden. Eine dynamobetriebene Beleuchtungsanlage wird in der Regel trotz des erforderlichen physischen Mehraufwandes benutzt. Bereits während der Dämmerungsstunden haben rund 90 % der Radfahrenden, deren Fahrrad mit einer festen Beleuchtungsanlage versehen ist, diese eingeschaltet [71]. Die Favorisierung einer fest installierten, dynamobetriebenen Anlage gegenüber den akkubetriebenen Stecklichtern beruht also nicht auf einer technischen Überlegenheit, sondern begründet sich durch die zu erwartende Steigerung der Beleuchtungsquote.

Zweiadrige Kabel: Bei den meisten Fahrrädern wird der Strom mittels einadriger Verkabelung zur Lampe geleitet. Metallische Fahrradteile (Rahmen, Gepäckträger usw.) bilden die Rückleitung (Masse). Nachteilig bei diesem System ist, dass Unterbrechungen leicht entstehen können (Korrosion, lose Verbindungen, Lackschichten usw.). Mit zweiadrigen Verkabelungen (und entsprechenden Kabelschuhen) können diese Nachteile vermieden werden.

Nabendynamo: Nabendynamos weisen gegenüber Reifendynamos den Vorteil auf, dass sie bei Regen am Antriebskörper nicht durchrutschen. Zudem wird der Fahrwiderstand nicht wie beim Reifendynamo durch Reibung verursacht, sondern durch Elektromagnetismus. Er ist deshalb geringer und wird kaum wahrgenommen, was sich wiederum positiv auf die Akzeptanz auswirken kann. Diese beiden Vorteile sprechen für Nabendynamos.

Montage der aktiven Beleuchtung: Verbesserte Montagekonzepte für Rück- und Frontlicht könnten hilfreich sein, um späteren Defekten vorzubeugen, z. B. durch bessere Integration in die Fahrzeugrahmenstruktur, bessere Verlegung des Stromkabels, Verwendung von Doppelkabeln und korrosionsgeschützten Verbindungen.

Leuchtdioden und Halogenlampen: Die Leuchten sollten mit Leuchtdioden oder Halogenscheinwerfern und nicht mit Glühbirnen ausgestattet sein. Leuchtdioden haben gegenüber Glühbirnen eine höhere Leistungsdichte, einen höheren Wirkungsgrad, eine grössere mechanische Unempfindlichkeit und eine 1000-fach längere Lebensdauer [73]. Halogenscheinwerfer besitzen in der Regel noch höhere Lichtwerte als Leuchtdioden, verbrauchen aber auch deutlich mehr Strom.

Blinkendes Rücklicht: Blinkende Lichter haben gegenüber ruhenden Lichtern den Vorteil, dass sie deutlich mehr auffallen. Somit kann die Gefahr, dass MFZ-Lenkende einen Radfahrer bei Dunkelheit zu spät erkennen, reduziert werden.

Auch bei der oft vernachlässigten passiven Beleuchtungseinrichtung bestehen Optimierungsmöglichkeiten.

Weitwinkelrückstrahler: Dem Nachteil der geringen Wirkung vieler Rückstrahler bei steilwinkligem Lichteinfall kann durch die Verwendung von sogenannten Weitwinkelrückstrahlern begegnet werden. Diese sind vor allem für die seitlichen Reflektoren empfehlenswert.

Reflektoren: Zur besseren Erkennbarkeit sollten die Fahrradräder mit Reflektoren bestückt sein. Dafür bestehen diverse Varianten wie beispielsweise Reflektoren, Speichenrückstrahler und reflektierende Reifenflanken. Die beiden letzten Varianten sind als gleichwertig zu beurteilen und können nebeneinander bestehen. Speichenrückstrahler haben den Vorteil, dass sie sich während der Fahrt bewegen, sodass die Auffälligkeit erhöht wird. Reflektierende Reifen sind sowohl während der Fahrt als auch im Stand gut sichtbar und machen infolge der zwei grossen Leuchtkreise das Fahrrad als solches sofort erkennbar. Dabei zeigt sich, dass Reflektoren im Durchschnitt aus weiterer Distanz wahrgenommen werden als reflektierende Reifen (296 m versus 232 m) [66]. Demgegenüber weisen reflektierende Reifen eine bessere Erkennbarkeit auf als Reflektoren (84 versus 62 %). Zudem bieten reflektierende Reifenflanken gegenüber Speichenrückstrahlern den Vorteil, dass das Erscheinungsbild des Fahrrads nicht beeinträchtigt wird.

Abstandskelle: Auch die Abstandskelle ist eine Präventionsmöglichkeit zur besseren Erkennbarkeit. Zudem wird mit diesem Zubehör beabsichtigt, den Überholabstand des motorisierten Individualverkehrs zu erhöhen. Die Wirkungsweise erscheint plausibel, Resultate zu Studien zur Wirksamkeit dieser Massnahme liegen jedoch keine vor. Wenngleich die Unfallrelevanz von Überholunfällen vergleichsweise gering ist, so spricht nichts gegen diese Massnahme.

Reflexlack: Eine als sehr wirksam einzustufende Präventionsmöglichkeit sind farbige Reflexlacke für den Fahrrad-Rahmen[51]. Der grosse Vorteil gegenüber herkömmlichen Reflektoren besteht darin, dass die Fläche um ein Vielfaches grösser ist als bei gesonderten Reflektoren. Zudem sind die reflektierenden Flächen unempfindlich gegen Veränderungen und Umbauten am Fahrrad [73].

3.3.3 Umsetzung

Legislative Strategien

Die geltenden Vorschriften schreiben Folgendes zur Sichtbarkeit vor: mindestens ein nach vorne (weiss) und ein nach hinten (rot) gerichteter fest angebrachter Rückstrahler (oder lichtreflektierende Folien) mit einer Leuchtfläche von mindestens 10 cm^2. Die Pedale müssen vorn und hinten gelbe Rückstrahler mit einer Mindestleuchtfläche (ausgenommen Rennpedale, Sicherheitspedale und dergleichen) von 5 cm^2 tragen. Das Beleuchtungssystem muss mindestens mit ruhenden (weder blinkenden noch blendenden) Lichtern (vorne weiss und hinten rot) installiert sein (fest oder abnehmbar). Rückstrahler und Beleuchtung müssen nachts bei guter Witterung auf 100 m sichtbar sein. Erlaubt (jedoch nicht vorgeschrieben) sind nach der Seite wirkende, beispielsweise an den Rädern befindliche Rückstrahler. Zur Zeichengebung für die Richtungsänderung können die Radfahrenden weiss oder gelb leuchtende, reflektierende Bänder oder Lichter am Arm tragen.

Da die VTS nur eine Mindestbeleuchtung für Fahrräder vorschreibt, kann diese durch zusätzliche, in

[51] Dabei besteht die unterste Lackschicht aus einem metallisch reflektierenden Lack, auf den in einer Schicht aus Klarlack winzige Glasperlen eingestreut werden.

der Verordnung nicht explizit aufgeführte Beleuchtungseinrichtungen (Art. 216 Abs. 3 VTS) besser kenntlich gemacht werden (am Fahrrad oder am Körper). Daher ist z. B. ein blinkendes Rücklicht als Zusatzbeleuchtung erlaubt. Auch diese muss nicht zwingend fest angebracht sein. Zudem werden voraussichtlich ab Frühjahr 2012 gelbe Speichenrückstrahler zulässig sein, die sowohl nach vorn, seitlich als auch rückwärts wirken.

Trotzdem bleiben die geltenden gesetzlichen Bestimmungen verbesserungswürdig. Wahrnehmungspsychologisch spricht nichts gegen ein ausschliesslich aus blinkendem Licht bestehenden Rücklicht. In Anbetracht der Tatsache, dass Radfahrende weitgehend ungeschützt sind, erscheint die ausnahmslose Reservierung von Blinklichtern zur Signalisierung von besonderen Warn- und Gefahrensituationen unangebracht. Auch die teilweise geäusserte Befürchtung der Ablenkung und Verwirrung durch den Mengenanstieg von Blinklichtern im Strassenverkehr scheint aufgrund wahrnehmungspsychologischer Überlegungen unbegründet. De facto werden bereits heute der Grossteil aller Stecklichter im Blink-Modus verwendet.

Zumindest für die rückwärtige Beleuchtung sollte ein lichtmaschinenunabhängiges, permanentes Licht vorgeschrieben sein, sodass auch beim Stillstand die Erkennbarkeit des Fahrrads sichergestellt ist, wie das bei batterie- bzw. akkubetriebenen Beleuchtungen gegeben ist. Das heisst, dynamobetriebene Lichtanlagen müssten mit Kondensator oder Batterie ausgestattet sein.

Weiter sollten seitlich wirkende Reflektoren (namentlich Speichenreflektoren und reflektierende Reifen) vorgeschrieben werden, so wie das beispielsweise in Deutschland, Österreich und den Niederlanden der Fall ist.

Der Dynamo als eine «unerschöpfliche Energiequelle» zur Versorgung der Beleuchtungsanlage sollte (wie beispielsweise auch in Deutschland) wieder vorgeschrieben werden. Von dieser Regelung können Mountainbikes und Rennräder (juristisch zu definieren) ausgenommen werden. Bei diesen sportorientierten Fahrradmodellen ist eine Ausstattung ausschliesslich mit Batteriebeleuchtung gerechtfertigt.

Edukative Strategien

Verkaufsaktionen: Jedes Fahrrad, ungeachtet des Typs, sollte vom Händler – insofern nicht bereits vom Hersteller gemacht – mit den obligatorischen nach vorne und hinten gerichteten Reflektoren sowie zusätzlich mit den fakultativen Speichenreflektoren an den Rädern ausgerüstet werden. Weiter sollten sie ihren Kunden zu günstigen Bedingungen eine fest montierte Beleuchtung empfehlen [80]. Im Rahmen von breit angelegten Verkaufsaktionen (z. B. unter dem Motto «Fahrräder mit einwandfreier Beleuchtung») kann die Lichtausrüstung gefördert werden. Zudem ist es wichtig, direkt vor Ort Lösungswege aufzuzeigen, sowohl zur Reparatur defekter als auch zum Kauf neuer Lichtanlagen.

Kaufberatung und Konsumenteninformation: Kaufinteressenten müssen sich durch Broschüren an Verkaufsstellen oder dem Internet über die Vor- und Nachteile der auf dem Markt erhältlichen lichttechnischen Lösungen informieren können. Ein Kunde, der über den Sicherheitsgewinn bestimmter Systeme informiert ist, ist in der Regel auch bereit, die allenfalls damit verbundenen Mehrkosten aufzuwenden.

Promotion von Reflexfarben: Es ist empfehlenswert eine Arbeitsgruppe zu bilden, die in Zusammenarbeit mit verschiedenen Herstellern abklärt, inwieweit Reflexlacke für die serienmässige Produktion geeignet sind, und gegebenenfalls die Implementierungsarbeiten plant und koordiniert.

3.3.4 Massnahmenbeurteilung

Tabelle 76
Massnahmen zur Förderung lichttechnisch optimal ausgestatteter Fahrräder

Massnahme	Beurteilung
Ausschliesslich blinkende Rücklichter gesetzlich erlauben und seitliche Reflektoren gesetzlich vorschreiben	Empfehlenswert
Konsumenteninformation in bestehende/geplante Broschüren oder Internetauftritte usw. von Akteuren der Verkehrssicherheit aufnehmen	Empfehlenswert (Aufwand gering)
Promotion von Reflexfarben durch Arbeitsgruppe fördern	Empfehlenswert
Feste Lichtanlage mit Dynamo gesetzlich vorschreiben	Bedingt empfehlenswert (da politische Realisierbarkeit eingeschränkt)
Verkauf von lichttechnisch optimal ausgestatteten Fahrrädern und Beleuchtungssets zur Nachrüstung durch Verkaufsaktionen fördern	Bedingt empfehlenswert (nur in Kombination mit einer Kampagne zur Sichtbarkeit sinnvoll)
Abstandskelle als günstiges Give-away im Rahmen edukativer Strategien	Empfehlenswert (da Kosten gering)

3.4 Fahrradausstattung: Bremsanlage

3.4.1 Ausgangslage

Die Fahrrad-Bremsen sind eines der wichtigsten Bauteile am Fahrrad. Wie bei der Lichtanlage haben die Anbieter auch bei den Bremsen in den letzten Jahren grosse Fortschritte hinsichtlich Sicherheit und Wartungskomfort gemacht. Neben diversen Arten von Felgen-, Trommel-, und Rollen-Bremsen kommen inzwischen auch ausserhalb des Mountainbike-Bereichs Scheibenbremsen zum Einsatz. Neben der konventionellen mechanischen Betätigung mit Seilzug sind in den letzten Jahren auch vermehrt hydraulische Systeme vorzufinden. Die Sicherheitsrelevanz der Bremssysteme darf jedoch nicht überschätzt werden. Entgegen der weit verbreiteten Vermutung und trotz weiter Verbreitung mangelhafter Bremsanlagen stellen diese nur für einen sehr geringen Anteil der Fahrradunfälle eine Mitursache dar.

3.4.2 Zielsetzung

Eine optimale Bremsanlage weist eine hohe Funktionalität, einen geringen Wartungsbedarf und eine hohe Langlebigkeit auf, was durch folgende Systeme erreicht werden kann:

- **Kraftübertragung:** Die Kraftübertragung via **Hydraulik** hat den Vorteil, dass sie wegen der geringen Anzahl beweglicher Teile und inneren Ölschmierung nahezu wartungsfrei ist. Darüber hinaus sind die Bremsschläuche nicht aus Metall und können auch nicht korrodieren. Die empirisch aufgezeigten Hauptprobleme bei Bremsen wie ein zu elastisches Übertragungssystem, schwergängige Bremsen infolge Defekten am Übertragungssystem und zu geringe Bremskräfte wegen zu geringer erzielbarer Anpresskräfte [73] können durch Hydraulikbremsen verhindert werden.

- **Bremsentyp: Scheibenbremsen** weisen gegenüber konventionellen Bremsen verschiedene Vorteile auf: höhere Verzögerungswerte bei geringeren Handkräften, geringe Verschmutzung, da die Scheibe in der Radmitte sitzt, kaum Unterschiede zwischen Trocken- und Nassbremsung, kein Blockieren des Rads durch einfallende Canti-Bremsarme, hohe thermische Belastbarkeit bei langen Talfahrten.
- **Cantilever-/V-Bremsen** stellen eine gute und zugleich günstige Alternative zu Seitenzugbremsen dar. Gegenüber den konventionellen Zangen-Felgenbremsen weisen Cantilever-Bremsen (mit ihren langen Schenkeln) eine deutlich höhere Bremsleistung auf.

Auch konventionelle Bremsanlagen mit Seilzug und Felgen- oder Trommelbremsen erfüllen im Alltag ihren Zweck. Dabei sind folgende Punkte zu beachten:

- **Formschlüssige Bremsklötze:** Bremsklötze als Verbrauchsmaterial müssen leicht auswechselbar sein. Das Auswechseln der Bremsklötze darf zudem nicht mit Montagearbeiten verbunden sein, die die Funktionsfähigkeit des Systems beeinträchtigen könnten. So kann beispielsweise mit passgenauen Teilen sichergestellt werden, dass die Bremsklötze richtig montiert werden. Das ist deshalb wichtig, weil Instandhaltungsarbeiten wie das Auswechseln der Bremsklötze in der Regel nicht durch Fachkräfte vorgenommen werden.
- **Kurzer, gerader Seilzug:** Um die Bremsleistung nicht zu reduzieren, sollten die Bremszüge mit möglichst wenig Bögen verlegt sein [147].
- **Einfache Justierung:** Bremsen müssen ohne Werkzeuge schnell und einfach nachgestellt werden können.

3.4.3 Umsetzung

Legislative Strategien

Der Gesetzgeber schreibt vor: «Fahrräder müssen mit zwei kräftigen Bremsen versehen sein, von denen die eine auf das Vorder- und die andere auf das Hinterrad wirkt» (Art. 214 VTS). Die Wirkung der Bremsanlage sowie das Prüfverfahren richten sich nach Anhang 7 der VTS. Dort wird eine Verzögerung von mindestens 3,0 m/s^2 für beide Bremsen zusammen und von mindestens 2,0 m/s^2 für eine Bremse vorgeschrieben, was aus Sicht der Autoren genügt.

Edukative Strategien

Konsumenteninformation/Kaufberatung: Es ist nicht notwendig, besonders effiziente Bremssysteme (wie Scheibenbremsen) speziell zu fördern, da selbst die konventionellen Bremssysteme im Alltag durchaus ihren Zweck erfüllen (sofern sie normenkonform sind). Wichtig ist nur, dass Kaufinteressenten über die Vor- und Nachteile der verschiedenen Bremssysteme informiert werden, damit sie die Möglichkeit haben, ein ihrem Fahrstil und dem bevorzugten Fahrzweck entsprechendes System auszuwählen. Hierbei ist auch auf die unterschiedliche Wartungsbedürftigkeit der verschiedenen Bremssysteme einzugehen.

3.4.4 Massnahmenbeurteilung

Tabelle 77
Massnahmen zur Förderung bremstechnisch adäquat ausgestatteter Fahrräder

Massnahme	Beurteilung
Konsumenteninformation in bestehende/ geplante Broschüren oder Internetauftritte usw. von Akteuren der Verkehrssicherheit aufnehmen	Empfehlenswert (Aufwand gering)
Verschärfung der gesetzlichen Anforderungen	Nicht empfehlenswert (da nicht erforderlich)

3.5 Fahrradanhänger

3.5.1 Ausgangslage

Fahrradanhänger, insbesondere solche für den Kindertransport, sind in den letzten Jahren sehr beliebt geworden. Auf dem Markt ist eine Vielzahl unterschiedlicher Modelle zu finden. Moderne Fahrradanhänger sind in der Regel sicher konstruiert. Dennoch kommen vereinzelt auch Anhänger vor, die die sicherheitstechnischen Anforderungen ungenügend berücksichtigen [148]. Die Unfallrelevanz von Fahrradanhängern ist jedoch im Vergleich zum gesamten Unfallgeschehen mit Radfahrenden von sehr untergeordneter Bedeutung.

3.5.2 Zielsetzung

Es ist eine Optimierung der Betriebssicherheit/Sicherheitsausstattung von Fahrradanhängern anzustreben. Für den Kindertransport vorgesehene Anhänger sollen bestimmten sicherheitstechnischen Mindestanforderungen genügen. In Anlehnung an eine Studie der BASt [85] sind vor allem folgende Ausstattungselemente zu fordern:

- **Sicherheitsgurte:** Die Sitze müssen mit Rückhaltevorrichtungen (mindestens Beckengurten) ausgestattet sein. Das verhindert nicht nur das Herausfallen bei kritischen Fahrsituationen, sondern auch das Herausfallen durch Bewegungen der Kinder selbst.
- **Überschlagbügel:** Anhänger für den Kindertransport sollten einen Überschlagbügel aufweisen, um die Verletzungsgefahr beim Umkippen des Anhängers zu reduzieren. Es muss angemerkt werden, dass ein Überschlagbügel einen Helm nicht überflüssig macht.
- **Bremssystem:** Für den Kindertransport vorgesehene Anhänger müssen mit einem eigenen

Bremssystem ausgestattet sein. Die Bremse kann als Auflaufbremse konzipiert sein oder durchgehend vom Fahrrad aus bedient werden.

- **Schutzverkleidungen:** Durch Radverkleidungen oder geschlossene Seitenteile muss sichergestellt werden, dass Hände und Füsse der beförderten Kinder nicht in die Anhängerräder oder die Speichen des Fahrradhinterrads geraten können. Um die transportierten Kinder vor Teilen zu schützen, die durch das eigene Fahrrad oder andere Fahrzeuge aufgewirbelt werden, ist zudem ein Steinschlagschutz empfehlenswert (z. B. Frontabdeckung).
- **Rückspiegel:** Das Fahrrad muss mit einem Rückspiegel zur Beobachtung des Anhängers und des darin befindlichen Kindes ausgerüstet sein.

Nachfolgend wird aufgezeigt, mit welchen Mitteln eine sicherheitstechnische Optimierung der Fahrradanhänger erreicht werden kann.

3.5.3 Umsetzung

Legislative Strategien

Das **geltende Recht** legt neben den maximalen Ausdehnungsmassen und dem Gesamtgewicht eines Anhängers[52] (Art. 69 Abs. 2 VRV) fest, dass höchstens zwei Kinder in einem mit geschützten Sitzen ausgestatteten Fahrradanhänger mitgeführt werden dürfen (Art. 63 Abs. 3d VRV).

Zur lichttechnischen Ausstattung ist in der VTS festgelegt, dass möglichst weit rechts und links aussen an Vorder- und Rückseite ein nicht dreieckiger Rückstrahler fest angebracht sein muss. Wird das hintere Licht des Fahrrads durch den Anhänger oder seine Ladung verdeckt, so muss am Anhänger in der Nacht hinten ein rotes oder gelbes Licht befestigt sein (Art. 210 Abs. 2 VTS).

Es besteht auch die Möglichkeit, an ein- und zweiplätzigen Fahrrädern ein Kind, das die Pedale sitzend treten kann, auf einem sogenannten Nachlaufteil mitzuführen (Art. 63 Abs. 3 Bst. b VRV). Dabei handelt es sich um schwenkbar angekuppelte Rahmenkonstruktionen (Art. 210 Abs. 5 VTS). Es kann somit sozusagen ein Kinderfahrrad an ein Erwachsenenfahrrad angekoppelt werden.

Die bestehenden Vorschriften decken bereits die wichtigsten Sicherheitsaspekte ab. Dennoch bestehen **Optimierungsmöglichkeiten**:

Bezüglich des Personentransports schreibt die VRV lediglich vor, dass im Anhänger geschützte Sitzvorrichtungen vorhanden sein müssen, ohne sie zu spezifizieren. Um den Schutz der transportierten Kinder sicherzustellen, müssten vom Gesetzgeber folgende Sicherheitselemente vorgeschrieben werden: Beckengurt für Sitze, Überschlagbügel und eigenes Bremssystem.

Neben den derzeit geltenden gesetzlichen Bestimmungen, die an Vorder- und Rückseite des Anhängers Rückstrahler vorschreiben (Art. 210 Abs. 2 VTS), sollten zur seitlichen Kenntlichmachung zusätzlich Rückstrahler (entweder fest auf jeder Seite des Anhängers oder Speichenrückstrahler) vorgeschrieben werden. Die VTS schreibt weiterhin für Anhänger lediglich dann ein aktives Licht vor, wenn das hintere Licht des Fahrrads durch den Anhänger verdeckt wird. Auch diese Anforderung sollte erweitert werden: Anhänger müssen für den

[52] Der Anhänger darf inklusive der Ladung höchstens 1.00 m breit, 1.20 m hoch und (ab Mitte des Fahrradhinterrades gemessen) 2.50 m lang sein. Nach hinten ist ein Überhang der Ladung von höchstens 50 cm gestattet. Das Betriebsgewicht darf höchstens 80 kg betragen.

Betrieb bei Dämmerung und in der Nacht auf jeden Fall eine aktive Schlussleuchte aufweisen, die entweder mit einer Lichtmaschine oder einer batteriebetriebenen Stromquelle versorgt wird.

Edukative Strategien

Konsumenteninformation/Kaufberatung: Mehrere Institutionen haben für Radfahrende kostenlos zu beziehende Informationsbroschüren herausgegeben, die über sicherheitsrelevante Ausstattungsmerkmale von Fahrradanhängern informieren und somit eine gute Konsumentenberatung ermöglichen. Weiter sind in der Regel auch Sicherheitstipps für den späteren Einsatz aufgeführt. Solche Informationsblätter sind auch weiterhin kostenlos zu verteilen. Idealerweise liegen sie auch an Verkaufsstellen auf. Die Kaufinteressenten müssen wissen, auf welche Ausstattungselemente sie besonders achten müssen. Das dürfte auch im Interesse des Händlers liegen, da der Kunde die Bedeutung und den Nutzen von sicherheitstechnischen Ausstattungselementen erkennt und somit auch eher bereit ist, die damit verbundenen Zusatzkosten zu tragen. Im Sinn einer guten Konsumenteninformation sind auch vergleichende Produktetests wünschenswert.

3.5.4 Massnahmenbeurteilung

Tabelle 78
Massnahmen zur Förderung sicherer Fahrradanhänger

Massnahme	Beurteilung
Konsumenteninformation in bestehende/geplante Broschüren oder Internetauftritte usw. von Akteuren der Verkehrssicherheit aufnehmen	Empfehlenswert (Aufwand gering)
Rückhaltesysteme, Überschlagschutz, eigenes Bremssystem für Kindertransport-Anhänger gesetzlich vorschreiben	Bedingt empfehlenswert (da nicht ressourceneffizient)
Aktive Schlussleuchte und seitliche Reflektoren gesetzlich vorschreiben	Bedingt empfehlenswert (da nicht ressourceneffizient)

3.6 Fazit

Im vorliegenden Kapitel wurden Massnahmen betrachtet, um Fahrräder und Fahrradanhänger in sicherheitstechnischer Hinsicht zu verbessern.

Ein beachtlicher Teil der im Verkehr eingesetzten Fahrräder weist Mängel im Sinn von technischen Defekten und Funktionsbeeinträchtigungen auf, die zu einer Einschränkung der Betriebssicherheit führen können. Sowohl die Strassenverkehrsunfallstatistik als auch detaillierte Unfallursachenanalysen zeigen jedoch, dass die Bedeutung technischer Fahrradmängel für das Unfallgeschehen gering ist. Dementsprechend ist der präventive Nutzen von Massnahmen zur Förderung technisch einwandfreier Fahrräder, im Vergleich zu anderen Massnahmen, relativ bescheiden.

Empfehlenswert sind gesetzliche Verschärfungen und Präzisierungen zur aktiven und passiven Beleuchtung. Weiter ist zu empfehlen, den Konsumenten Informationen zur Verfügung zu stellen, die alle relevanten Sicherheitskomponenten des Fahrrads und Anhängers thematisieren. Diese sollen dazu dienen, den Fahrradkauf nach Sicherheitsaspekten vornehmen zu können, und andererseits die Möglichkeiten einer sicherheitstechnischen Nachrüstung aufzeigen. Sinnvoll ist zudem, die Motivation für Unterhalts-/Instandhaltungsarbeiten am Fahrrad zu fördern. Nicht ressourceneffizient wäre es aber, isoliert für diese Thematik Informationskanäle zu nutzen, wie z. B. einen eigens dafür konzipierten TV-Spot oder eine Broschüre zu ausschliesslich diesem Thema). Vielmehr sollte die Funktionstüchtigkeit der Fahrräder als Nebenthema in bestehende Präventionsaktivitäten eingebaut werden.

Bezüglich der Anhänger für Kindertransport kann gesagt werden, dass durchaus Möglichkeiten zur sicherheitstechnischen Verbesserung bestehen, diese jedoch ein sehr geringes Rettungspotenzial haben. In Anbetracht der Unfreiwilligkeit der Verkehrsteilnahme und der hohen Anzahl verlorener Lebensjahre der verunfallten Kinder kann diesen Massnahmen aus ethischen Überlegungen aber eine höhere Bedeutung beigemessen werden als aus den Berechnungen des Rettungspotenzials resultiert.

4. Schutzprodukt: Fahrradhelm

4.1 Einleitung

In erster Linie muss Prävention da ansetzen, wo Unfälle vermieden werden können (**primäre Prävention**). In diesem Dossier wird eine Vielzahl von Massnahmen beschrieben, die helfen Fahrradunfälle zu reduzieren. Dennoch werden Fahrradunfälle nie völlig vermieden werden können.

Radfahrende können sich durch das Tragen von **gut sichtbarer Kleidung und Reflektoren** bei Tag und Nacht besser erkennbar machen. Dadurch reduziert sich das Risiko einer Kollision mit einem anderen Fahrzeuglenkenden. An anderer Stelle wurde das Thema bereits ausführlich diskutiert [149,150] und wenig Neues ist dem anzufügen. Prüfenswert sind womöglich Ansätze, die Hüftprotektoren für Rad fahrende Senioren empfehlen [151]. Im vorliegenden Kapitel soll der Fokus aber auf dem **Fahrradhelm** liegen. Der Fahrradhelm ist eine Massnahme der **sekundären Prävention.** Er hilft nicht Unfälle, sondern (Kopf-)Verletzungen zu reduzieren.

In Kapitel VII.4.2, S. 196 werden mögliche Kopfverletzungen und Verletzungsmechanismen sowie die Prävalenz von Kopfverletzungen beim Radfahren diskutiert. In Kapitel VII.4.3, S. 199 folgen Ausführungen über den Schutzmechanismus und die Wirksamkeit eines Fahrradhelms. Dabei werden Ergebnisse zur Wirksamkeit aufgrund von standardisierten Labortests als auch aufgrund von Studien bei Radfahrenden vorgestellt. Welches Potenzial dem Helm in der Schweiz in Abhängigkeit von der Schutzwirkung und der Tragquote attribuiert werden kann (zur Reduzierung von Kopfverletzungen) wird in Kapitel VII.4.4, S. 202 dargestellt. In Kapitel VII.4.5, S. 205 wird diskutiert, ob die Schutzwir-

kung des Helms weiter optimiert werden kann und welcher Handlungsbedarf aus der Sicht der Schweiz diesbezüglich besteht. In Kapitel VII.4.6, S. 207 wird thematisiert, wie die Tragquote in der Schweiz weiter erhöht werden kann. Hier interessieren vor allem die Ergebnisse aus der internationalen Literatur bzw. der Erfolge edukativer Bemühungen (Schulungsprogramme, Kommunikationskampagnen) sowie legislativer Strategien (Helmobligatorium). Auch Kapitel VII.4.6, S. 207 enthält Handlungsempfehlungen für die Schweiz. In Kapitel VII.4.7, S. 214 erfolgt schliesslich eine Zusammenfassung über alle Kapitel[53].

Bei der internationalen Literatur wird wenn immer möglich auf **Übersichtsarbeiten** («systematic reviews») verwiesen. Einzelstudien zeigen oftmals divergierende Ergebnisse und müssen aus diesem Grund ausführlich diskutiert werden. Abschliessende Schlussfolgerungen bleiben meist schwierig. Aus Ressourcengründen können diese detaillierten Diskussionen im vorliegenden Bericht nicht geführt werden und es bleiben wichtige Themen unerörtert. So fehlt eine Diskussion über mögliche unerwünschte Effekte infolge eines Helmobligatoriums (z. B. weniger Radfahrende, Risikokompensation). Auch zum Thema Kosten-Nutzen-Überlegungen liegen keine Übersichtsarbeiten vor.

4.2 Kopfverletzungen

4.2.1 Verletzungsmechanismen und -kriterien

Der menschliche Kopf lässt sich durch einen mehrschichtigen Aufbau beschreiben: die äusseren Weichteile (z. B. Kopfschwarte), der knöcherne Schädel und das von den Hirnhäuten umschlossene Gehirn. Letzteres ist zudem von einer Flüssigkeit (cerebrospinale Flüssigkeit, Liquor) umspült. Das Gehirn ist somit nicht fest mit den Schädelknochen verbunden. Durch **mechanische Belastungen** können die **Kopfstrukturen verletzt** werden (Abbildung 33) [152]. Weichteile können u. a. Prellungen, Quetschungen, Riss- oder Schnittwunden erleiden. Am Schädel können Knochenbrüche (Frakturen) auftreten und auch das **Gehirn** kann auf verschiedene Weise verletzt werden. Es können **lokal begrenzte Hirnverletzungen** auftreten, z. B. lokale Blutungen oder Prellungen (Kontusionen). Diese Verletzungen sind räumlich begrenzt. Es können jedoch auch **diffuse Hirnverletzungen** auftreten, die einen grösseren Bereich des Gehirns betreffen, z. B. Gehirnerschütterungen, Schwellungen oder diffuse Verletzungen der Nervenstrukturen.

Welche Verletzungen auftreten, hängt mit der Art der Kopfbelastung und den dadurch wirksamen Verletzungsmechanismen zusammen. Ein **direkter Anprall** führt zu einer Kontaktkraft. Hierdurch können oberflächliche Weichteile verletzt werden oder Schädelfrakturen entstehen. Zudem kann durch eine solche **stossartige Belastung** des Kopfes auch das Gehirn verletzt werden, da sich dieses relativ zu den Schädelknochen bewegen kann. Erfolgt beispielsweise ein Stoss auf die Stirn, drückt der Schädel erst gegen das Hirngewebe im frontalen Bereich, sodass hier eine Kontusion entstehen kann. Anschliessend wird sich das Gehirn mit gewisser zeitlicher Verzögerung in Richtung Hinterkopf bewegen. Dabei kann der hintere Teil des Gehirns wiederum an den Schädel anstossen und sich dabei eine Prellung zuziehen. Somit ist es möglich, dass bei einem Kopfanprall zwei Kontusionsmarken am Gehirn entstehen (sogenannte Coup-Contrecoup-Verletzung). Durch die relative

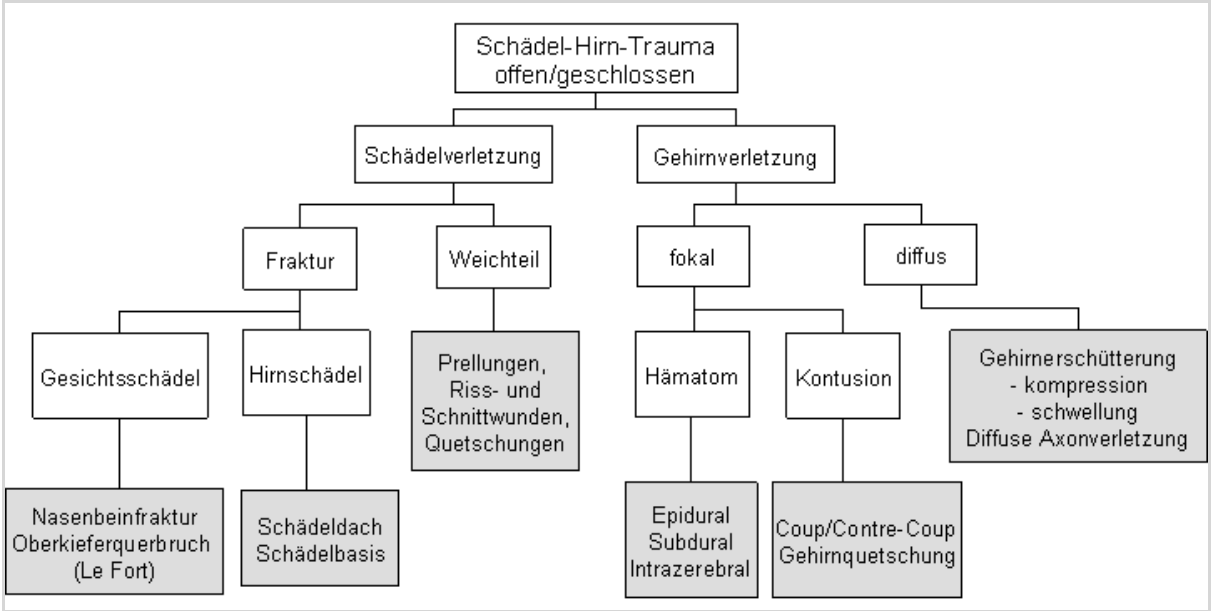
[53] Wir danken Kai-Uwe Schmitt (Institut für Biomedizinische Technik, ETH Zürich und Arbeitsgruppe für Unfallmechanik, Zürich) für seine wertvolle Mitarbeit. Seine Expertise floss insbesondere in die Kapitel VII.4.2.1, VII.4.3.1 und VII.4.5 ein.

Bewegung des Gehirns zum Schädel können auch andere Strukturen wie Blutgefässe verletzt werden, sodass es zu Einblutungen kommt. Ein solcher raumfordernder Prozess kann zu einer lokalen Kompression des Gehirns führen.

Des Weiteren kann der Kopf durch einen Stoss in eine schnelle **Drehbewegung** versetzt werden. Erfährt das Gehirn eine schnelle Rotation, können dabei innere Kräfte bzw. Zugspannungen entstehen, die zu diffusen Verletzungen führen. Es ist also möglich, dass ein Kopfanprall keine äusserlich sichtbaren Verletzungen oder eine Fraktur des Schädels zur Folge hat, sondern in erster Linie zu einer Beschleunigung mit nachfolgender Verletzung des Gehirns führt. Erfolgt die Beschleunigung vor allem translatorisch (linear) sind fokale Hirnverletzungen zu erwarten. Erfolgt sie hauptsächlich rotatorisch sind diffuse Hirnverletzungen wahrscheinlicher. Da Hirnverletzungen durch die Beschleunigung des Gehirns verursacht werden, können sie grundsätzlich **auch ohne einen Kopfanprall**, d. h. nur durch eine Trägheitskraft, entstehen (z. B. durch starkes Schleudern).

Um klinisch anzugeben, **wie schwerwiegend** eine Kopfverletzung ist, werden unterschiedliche Systematiken verwendet. Während die «Glasgow-Coma-Scale» (GCS) [153] beispielsweise verschiedene Stufen des Bewusstseinszustands bzw. der Bewusstlosigkeit unterteilt, klassifiziert die «Abbreviated-Injury-Scale» (AIS) Kopfverletzungen nach deren Lebensbedrohlichkeit. Ein detaillierter AIS-Katalog gibt Auskunft über die Einteilung der jeweiligen Verletzung von AIS1 (leicht verletzt) bis AIS6 (maximal verletzt) [154]. Da es für jede Körperregion AIS-Einteilungen gibt, können mehrere Verletzungen bezüglich ihrer Schwere verglichen werden. Bei einer Person mit mehreren Verletzungen wird oftmals nur der maximale AIS-Code (MAIS), d. h. der AIS-Code derjenigen Körperregion mit der grössten Verletzungsschwere, angegeben.

Abbildung 33
Mehrschichtiger Aufbau des menschlichen Kopfs



Quelle: Schmitt et al., [152]

Neben der klinischen Einteilung von vorhandenen Verletzungen ist es wichtig, **Grössenordnungen der Belastungen** zu kennen, die zu Verletzungen führen. Mit welchen Verletzungen bzw. mit welchem Verletzungsrisiko ist zu rechnen, wenn der Kopf mit einer gewissen Kraft gestossen wird? Bis zu welcher Grössenordnung sind Kopfbelastungen tolerierbar? Um solche Fragestellungen zu untersuchen, wurden verschiedene Experimente mit Leichen, Freiwilligen und Tieren durchgeführt (zusammenfassend dargestellt in [152]). Die Ergebnisse dieser Experimente geben Belastungsgrenzen bzw. Toleranzbereiche für verschiedene Kopfverletzungen an[54]. Eine der bekanntesten Referenzen ist die «**Wayne State Tolerance Curve**», die den Zusammenhang zwischen einer (linearen) Kopfbeschleunigung und deren Einwirkdauer darstellt. Basierend auf dieser Kurve wurden verschiedene Grenzwerte für ertragbare Beschleunigungen definiert, beispielsweise das **3ms-Kriterium** oder das «**Head Injury Criterion**» (HIC). Das 3ms-Kriterium besagt, dass bei einer Einwirkdauer von 3 ms maximal 80 g (das 80-Fache der Erdbeschleunigung) auftreten sollen. Mit dem «**Head Injury Criterion**» (HIC) kann eine Masszahl für die erwartete Verletzungsschwere berechnet werden. Auch für Verletzungen, die durch die Rotation des Gehirns entstehen, wurden solche Grenzwerte experimentell bestimmt. Ferner können die Auswirkungen von Kopfbelastungen mittels **Computersimulationen** untersucht werden. Zwar sind die Modellerstellung und insbesondere die Validierung des Modells schwierig, doch erlauben es solche Simulationen, das Zusammenwirken von translatorischen und rotatorischen Kopf-Beschleunigungen zu analysieren.

[54] Die Grundlagen für die Berechnungen der Belastungsgrenzen stammen von Erwachsenen (bei Leichenversuchen oft älteren Menschen). Für Kinder existieren keine Daten. Aus biomechanischer Sicht ist zu beachten, dass bei (Klein-)Kindern der Schädel noch nicht voll verknöchert ist. Somit ist der Schädel elastischer, kann sich besser verformen und bricht weniger schnell. Da der Wachstumsprozess noch nicht abgeschlossen ist, können Verletzungen zudem besser und schneller heilen als bei älteren Menschen. Es ist aufgrund dieser Überlegungen zu vermuten, dass ein Kopfanprall bei Kindern zu weniger gravierenden Verletzungsfolgen führt als bei Erwachsenen/Senioren. Andererseits zeigen Daten aus Schweden, dass Kinder im Vergleich zu Erwachsenen einen höheren Anteil an Kopfverletzungen erleiden (Kap. VII.4.2.2).

4.2.2 Prävalenz von Kopfverletzungen

Kopfverletzungen sind für Radfahrende ein gravierendes Problem. Das Auftreten von Kopfverletzungen geht einher mit dem Schweregrad der erlittenen Verletzungen insgesamt [155]. Studien aus den 70er- bis 90er-Jahren (als Helmtragen praktisch inexistent war) zeigen, dass Kopfverletzungen die primäre Todesursache von verunfallten Radfahrenden darstellen [156]. Dies wird in einer prospektiven Studie zu Schädel-Hirn-Verletzungen bei Radfahrenden zwischen 20 und 40 Jahren bestätigt [157].

Gemäss einer aktuellen deutschen Studie erlitten 39 % der verletzten Radfahrenden (ohne Helm) Kopfverletzungen [158]. Für Deutschland wird angegeben, dass jährlich rund 23 000 traumatische Hirnverletzungen (traumatic brain injuries TBI) infolge eines Fahrradunfalls erleiden [159]. Daten aus den Niederlanden zeigen, dass bei 28 % der in ein Spital eingelieferten Radfahrenden, Kopfverletzungen vorlagen [160]. Kinder und Jugendliche erlitten bei Kollisionen mit einem motorisierten Fahrzeug zu knapp 50 % Kopfverletzungen, bei Alleinunfällen zu rund einem Drittel. 90 % der Kopfverletzungen bei kleinen Kindern erfolgten bei Alleinunfällen. Daten aus Frankreich [158] zeigen, dass der Anteil Frakturen am Kopf bei Kindern zwischen 10 und 15 Jahren und bei Erwachsenen über 65 Jahren besonders hoch war.

Für die **Schweiz** können tödliche Kopfverletzungen beim Radfahren in der Todesursachenstatistik des BFS ermittelt werden. In den Jahren 2004–2008 wurden insgesamt 142 getötete Radfahrende registriert. Bei **60 %** von ihnen wurde eine **Kopfverletzung als Todesursache** diagnostiziert[55].

4.3 Schutzmechanismus und Wirksamkeit eines Fahrradhelms

4.3.1 Schutzmechanismus und Wirksamkeit im Labor

Das reale Unfallgeschehen von Fahrradunfällen ist komplex und lässt sich – beispielsweise in Crashtests – nur ansatzweise nachbilden. Daher werden zur Untersuchung der Wirkweise und des Schutzpotenzials von Helmen Versuche im Labor durchgeführt. Solche **Experimente** vereinfachen das reale Geschehen zwar, erlauben es jedoch, unter kontrollierten und reproduzierbaren Bedingungen Tests durchzuführen. Testet man verschiedene Helme auf die gleiche Weise, kann man die Ergebnisse gut vergleichen. Neben solchen standardisierten Testverfahren wie sie auch in entsprechenden Normen vorgegeben werden, können im Labor spezielle Fragestellungen zum Design oder Material untersucht werden. Des Weiteren bieten **Computersimulationen** Möglichkeiten zur Analyse von Helmen [161–163].

Für Fahrradhelme ist in vielen europäischen Ländern die **Norm EN 1078** massgebend[56], in der auch Testverfahren für Prüfungen im Labor definiert sind [164,165]. Diese Norm stellt Anforderungen an die Konstruktion (beispielsweise hinsichtlich Sichtfeld und Trageriemen), an die stossdämpfenden Eigenschaften eines Helms und an die Kennzeichnung der Produkte. Auf die Wichtigkeit der Belüftung von Fahrradhelmen wird hingewiesen. Es werden jedoch keine konkreten Anforderungen an Belüftung oder Wärmeübertragung formuliert.

Um sicherzustellen, dass ein Helm bei einem Anprall einen Teil der übertragenen Energie absorbiert, enthält die Norm **Mindestanforderungen an die stossdämpfenden Eigenschaften** eines Helms. Es wird ein mechanisches Prüfverfahren definiert, mit dem diese Eigenschaften getestet werden, und es werden entsprechende Prüfkriterien vorgegeben, die ein Helm erfüllen muss, um diese Prüfung gemäss Norm zu bestehen.

Als Testverfahren wird ein **Fall-Versuch** definiert. Dabei wird der Helm einem Prüfkopf angezogen und aus einer gewissen Höhe fallen gelassen. Der Helm stürzt also im freien Fall quasi mit seinem Scheitel auf einen festen Sockel. Es werden dabei zwei verschiedene Sockelformen verwendet, ein flacher und ein Stahlsockel, der einen Bordstein nachbildet. Der Prüfkopf (mit Helm) prallt im Versuch mit einer Geschwindigkeit von 5,42 m/s (ca. 19,5 km/h) auf den flachen Sockel und mit 4,57 m/s (ca. 16,5 km/h) auf den Bordsteinförmigen Sockel. Dies entspricht Fallhöhen von ca. 1,5 m bzw. 1 m. Es sei angemerkt, dass sich die

[55] Im gleichen Zeitraum registrierte die Schweizer Polizei 141 tödlich verletzte Radfahrende. Die Fälle der Todesursachenstatistik und der polizeilich registrierten Strassenverkehrsunfälle sind jedoch nicht deckungsgleich: In der Todesursachenstatistik werden zusätzlich Unfälle der Schweizer Wohnbevölkerung im Ausland erfasst, die von Touristen in der Schweiz dagegen nicht. Zudem können in der Todesursachenstatistik Strassenverkehrsunfälle nicht von Fahrradunfällen abseits des Strassenverkehrs differenziert werden.

[56] Für Stossschutzhelme für Kleinkinder gilt Norm EN 1080, die analoge Anforderungen wie EN 1078 stellt.

Prüfgeschwindigkeiten auf die Geschwindigkeit des Kopfs beim Anprall beziehen[57].

Im Prüfkopf befindet sich ein Sensor, mit dem die Beschleunigung gemessen wird. Gemessen wird somit diejenige Beschleunigung, die bei einem Sturz – trotz Helm – noch auf den Kopf wirken würde. Ohne Helm wäre diese Beschleunigung sehr hoch; mit Helm wird sie gedämpft. Je nach Bauart des Helms ist diese Dämpfung grösser oder kleiner. Um ein minimales Schutzpotenzial von Fahrradhelmen gewährleisten zu können, hat man eine **maximal zulässige Kopfbeschleunigung** definiert. In den gemäss EN 1078 vorgegebenen Fall-Versuchen darf, unabhängig von der Form des Sockels, maximal eine Beschleunigung von 250 g (d. h. dem 250-Fachen der Erdbeschleunigung) auf den Kopf wirken. Wird im Versuch also eine Kopfbeschleunigung gemessen, die kleiner als 250 g ist, so ist die Anforderung an die Stossdämpfung gemäss Norm erfüllt.

Setzt man die Anforderungen aus Norm EN 1078 in Bezug zu den biomechanischen Grundlagen (Kap. VII.4.2.1, S. 196), so stellt man fest, dass sich das Prüfverfahren auf die Auswirkungen eines direkten Anpralls konzentriert. Der Helm soll bei einem Aufprall Energie absorbieren. Eine Rotation des Kopfs wird in diesen Tests jedoch nicht berücksichtigt. Folglich bezieht sich das Schutzpotenzial von Fahrradhelmen in erster Linie auf Verletzungen, die durch direkte Krafteinwirkung entstehen (z. B. Frakturen, fokale Gehirnverletzungen), und nicht auf jene, die durch schnelle Drehbewegungen verursacht werden (z. B. diffuse Gehirnverletzungen). Während der beschriebene Fallversuch zu einer translatorischen Belastung des Kopfs führt, wird im realen Geschehen jedoch in den meisten Fällen auch eine Rotationskomponente auftreten. Es ist zu beachten, dass beide Beschleunigungskomponenten durchaus miteinander zusammenhängen. Wird die Translationsbeschleunigung reduziert, führt dies oftmals auch zu einer Reduktion der Rotationsbeschleunigung, da diese durch exzentrische, nicht im Kopfschwerpunkt angreifende Kräfte generiert wird.

Im Gegensatz zu dem in der Norm geprüften Sturzszenario auf den **Scheitel** kommt es im realen Geschehen auch zu schrägen Anprallen bzw. Anprallen **an anderen Stellen am Kopf** (z. B. seitlich) [158,166–168]. Ferner fällt auf, dass die Anforderung einer Maximalbeschleunigung von 250 g im Vergleich zu biomechanischen Grenzwerten (Kap. VII.4.2.1, S. 196) recht hoch ist[58]. Andere Normen (z. B. im Bereich der Sicherheit von Fahrzeuginsassen oder beim Schneesport) sehen hier tiefere Werte vor. Geeignete Grenzwerte für Helm-Normen sind somit zu diskutieren – hinsichtlich ihrer biomechanischen Relevanz, aber auch in Bezug auf Aspekte der Umsetzbarkeit und Praktikabilität der Laborversuche bis hin zu gesellschaftlichen Aspekten (welchen Anspruch stellt man an einen Helm?). Mit der derzeitigen Norm sind Verletzungen auch mit Helm nicht auszuschliessen, jedoch kann die Verletzungsschwere bei einem Kopfanprall durch einen geprüften Helm reduziert werden. Die Norm hat diesbezüglich die Intention, die **Mindestanforderung** durchzusetzen, um eine gewisse Performance sicherzustellen.

[57] Die Geschwindigkeit, mit der der Kopf auf ein Objekt prallt, hängt von verschiedenen Einflüssen ab. Sie ist nicht gleichbedeutend mit der Fahrgeschwindigkeit eines Radfahrers. Auch ein Sturz vom stehenden Fahrrad kann zu einer nicht unerheblichen Anprallgeschwindigkeit des Kopfs führen. Im Fall einer Kollision wird die Anprallgeschwindigkeit des Kopfs u. a. durch die eigene Fahrgeschwindigkeit, aber auch durch den Kollisionspartner beeinflusst. Es sind also mehrere Parameter zu berücksichtigen.

[58] Helmtestergebnisse zeigen eine Wirkungsdauer der Belastung von ca. 5 bis 20 ms [162,163,167].

Die Vorgaben gemäss EN 1078 haben daher durchaus einen Einfluss auf das **Design** der Fahrradhelme. Dementsprechend sehen sich viele Fahrradhelme auch sehr ähnlich, z. B. hinsichtlich der durch den Helm abgedeckten Fläche. Auch der Aufbau vieler heutiger Helme ist ähnlich: aussen eine harte Schale, die die Anprallkraft verteilt, dann ein Energie absorbierendes Material (z. B. Polystyrol) und schliesslich eine angenehme Innenauskleidung. Natürlich spielt der Tragekomfort eine wichtige Rolle. Dies schliesst auch die Belüftung mit ein.

4.3.2 Wirksamkeit aufgrund von Studien bei Radfahrenden

Mehrere **Überblicksarbeiten** der letzten Jahre zeigen, dass das Tragen eines Fahrradhelms die Wahrscheinlichkeit von Kopfverletzungen zu reduzieren vermag [169–172]. Die aktuellste und methodisch elaborierteste Arbeit weist auf diverse Schwachpunkte früherer Arbeiten hin [170]. In dieser Studie unterzieht Elvik insbesondere die Meta-Analyse von Attewell et al. aus dem Jahr 2001 [172] einer kritischen Überprüfung. Diskutiert werden die Bedeutung des Publikationsbias[59] und Zeit-Trend-Bias[60].

Elvik stellt zwar einen **Publikationsbias** fest (die publizierten Studien zeigen keinen symmetrischen Funnel-plot), weicht aber unter Berücksichtigung der zusätzlich angenommenen Datenpunkte nicht wesentlich von den Ergebnissen bei Attewell et al. ab. Auch wenn Attewell et al. vor 10 Jahren den Publikationsbias berücksichtigt hätten, wäre der beste Schätzer für die Schutzwirkung von Kopf- und Hirnverletzungen bei rund 60 % gewesen.

Den **zeitlichen Trend** der Schutzwirkung zeigt Elvik durch eine kumulative Meta-Analyse. Die publizierte Schutzwirkung des Helms hat mit der Zeit abgenommen. Die ersten publizierten Studien zeigten eine Reduktion der Kopfverletzungen um rund 75 %. Indem neue Studien hinzukamen, reduzierte sich der kumulative Effekt auf rund 55 % [170]. Dies bedeutet, dass, im Durchschnitt, später publizierte Studien eine beträchtlich geringere Schutzwirkung zeigen als frühere. Dieser Trend ist bei der Interpretation einer Meta-Analyse zu berücksichtigen.

Werden die 13 bei Attewell et al. und die 5 in der Folge publizierten Studien zur Wirksamkeit des Fahrradhelms in einer Meta-Analyse zusammengefasst, ermittelt Elvik – unter Berücksichtigung des Publikationsbias – dass ein Helm die **Wahrscheinlichkeit von Kopfverletzungen (ohne Gesicht und Nacken) um gut 40 %** zu reduzieren vermag (OR=0,57; 95 % CI 0,52–0,62 gemäss «fixed-effects model» bzw. OR=0,58; 95 % CI 0,45–0,75 gemäss «random-effects model»). Die **Wahrscheinlichkeit für Nackenverletzungen erhöht** sich mit einem Helm um rund 30 %. Dieses Ergebnis basiert aber auf lediglich vier Studien (OR=1,28; 95 % CI 1,06–1,55 gemäss fixed-effects model bzw. OR=1,32; 95 % CI 1,01–1,72 gemäss «random-effects model»). Alle diese Effekte sind auf dem 5%-Niveau signifikant. Für **Gesichtsverletzungen** konnte streng genommen keine Reduktion festgestellt werden. Eines der beiden Modelle

[59] Es besteht die Gefahr, dass unter den publizierten Studien eine systematische Verzerrung besteht, z. B. indem primär Studien, die eine gängige Hypothese stützen, publiziert werden, nicht aber jene Studien, die diese Hypothese widerlegen.

[60] Die Wirksamkeit von Sicherheitsmassnahmen ist über längere Zeit womöglich nicht gleich. In einer kumulativen Meta-Analyse werden während einer gewissen Zeitspanne unter Berücksichtigung der jeweils neuen Ergebnisse immer wieder Meta-Analysen berechnet. Dadurch wird ersichtlich wie sich der Stand des Wissens über eine längere Zeit entwickelt. In einer summativen Meta-Analyse geht die Information über die zeitliche Entwicklung verloren und führt womöglich zu Fehlinterpretationen.

ist knapp nicht signifikant (OR=0,82; 95 % CI 0,75–0,90 gemäss «fixed-effects model» bzw. OR=0,83; 95 % CI 0,67–1,03 gemäss «random-effects model»).

Wie erwähnt, überschätzt dieser summative Wert aufgrund des ermittelten Zeit-Trend-Bias die aktuell vorliegende Schutzwirkung vermutlich eher. Dies bestätigt ein Blick auf die 5 nach Attewell et al. publizierten Studien. Eine isolierte Meta-Analyse über lediglich diese Daten zeigt, dass ein Fahrradhelm die Wahrscheinlichkeit einer Kopfverletzung um rund 30 % (OR=0,71; 95 % CI 0,62–0,82; gemäss «fixed-effects model») bzw. um gut 40 % (OR=0,56; 95 % CI 0,34–0,90; gemäss «random-effects model») reduziert. Für Gesichts- (3 Studien) und Nackenverletzungen (1 Studie) lassen sich keine signifikanten Effekte durch Helmtragen nachweisen.

An der Studie von Elvik – so elaboriert sie in gewissen Punkten ist – kann kritisiert werden, dass die Heterogenität in den publizierten Studien nicht durch Subgruppenanalysen untersucht wird. Interessant wären z. B. Subgruppenanalysen nach Studienqualität oder anderen möglichen erklärenden Faktoren für die Heterogenität.

Kritisiert wird immer wieder, dass in Studien zur Wirksamkeit des Helms Kopfverletzungen nicht genauer differenziert werden, z. B. nach der Art der Kopfverletzung und/oder der Schwere. Während manche konstatieren, dass Helme gegen jegliche Art von Kopfverletzung schützen [169], sehen andere dies kritischer [173,174].

Die Schutzwirkung von Helmen reduziert sich, wenn diese nicht korrekt getragen werden. Gemäss einer Übersichtsarbeit [175] erhöht sich das Risiko einer Kopfverletzung im Fall eines Unfalls (gegenüber einem korrekt getragenen Helm):

- um den Faktor 2 bei schlechter Passung des Helms (selbstberichtet) (OR=1,96; 95 % CI 1,10–3,75)
- um den Faktor 1,5, wenn der Helm nach hinten gekippt getragen wird (OR=1,52; 95 % CI 1,02–2,26)
- um den Faktor 3, wenn der Helm beim Unfall verloren geht (OR=3,25; 95 % CI 1,82–5,75)

4.4 Präventionspotenzial (Population Attributable Risk)

Die oben dargestellte Wirksamkeit basiert auf **relativen Effekten** (z. B. Odds Ratios). Sie sind ein Mass für die **Stärke des Zusammenhangs:** Wie stark reduziert sich im Fall eines Sturzes die Wahrscheinlichkeit einer Kopfverletzung durch das Tragen eines Fahrradhelms? Aus der Sicht der öffentlichen Gesundheit sind **absolute Effekte** aber oft interessanter. So kann ein sehr starker Risikofaktor für die Gesundheit/Sicherheit irrelevant sein, wenn der Risikofaktor in der Bevölkerung kaum präsent ist. Ein solches absolutes Mass ist das sogenannte «**Population Attributable Risk**, PAR» [176]. Es handelt sich dabei um eine Prozentangabe, die aussagt, wie sehr sich ein gesundheitliches Problem in der Bevölkerung durch die Eliminierung des identifizierten Risikofaktors reduzieren lässt. In unserem Zusammenhang: Welcher Anteil der Kopfverletzungen von Radfahrenden können durch die Elimination des Risikofaktors «kein Helm» (also durch eine höhere Tragquote) verhindert werden. Für die Prävention ist diese Frage relevant. Lohnenswert ist Prävention vor allem dort, wo ein grosses PAR besteht. Andere z. B. ethische Überlegungen können aber ebenso eine Rolle spielen. Das PAR bei Radfahrenden wurde für Deutschland

ausführlich diskutiert [177] und wird im Folgenden für die Schweizer Situation berechnet. Das PAR hängt von der angenommenen Schutzwirkung des Fahrradhelms und der aktuellen Tragquote ab. Bei einer 100%igen Helmtragquote ist der PAR-Anteil 0 %. Da das relative Risiko nicht bekannt ist, wird für die Berechnung des PAR analog zur deutschen Studie das Odds Ratio verwendet. Solange die Inzidenz in Bezug auf die betroffene Population gering ist, ist dieses Vorgehen legitim.

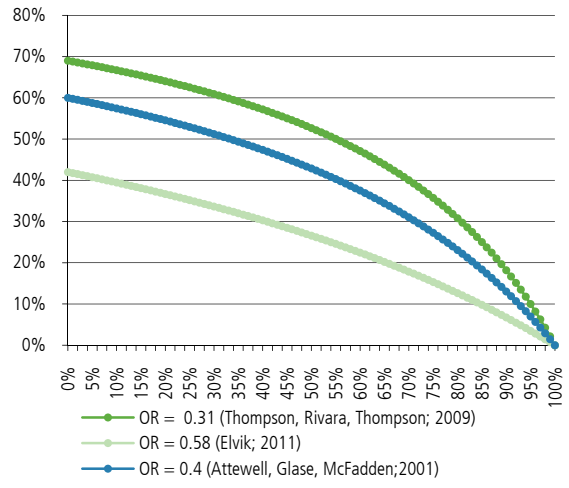
Der Einfluss der Schutzwirkung auf den Anteil vermeidbarer Kopfverletzungen ist gross (Abbildung 34). Bei einer Helmtragquote von 0 % lassen sich die Unterschiede ablesen: Während bei Thompson et al. das Risiko einer Kopfverletzung durch den Helm um 69 % sinkt, beträgt dieser Anteil bei Elvik geringere 42 %.

Da bereits ein gewisser Teil der Radfahrenden heute einen Helm trägt und trotz Helm Kopfverletzungen erleidet, reduziert sich die ermittelte Schutzwirkung. Ausgehend von der von Elvik berechneten Schutzwirkung können in der Schweiz nicht 42 % der Kopfverletzungen vermieden werden, sondern lediglich 30 %. Mit den für die Schweiz ermittelten Tragquoten für das Jahr 2011 zeigen sich je nach Altersklasse unterschiedliche Ergebnisse beim «Population Attributable Risk».

Durch die hohe Helmtragquote bei Kindern bis 14 Jahre ist in dieser Altersklasse der geringste Anteil Kopfverletzungen (19 %) auf das Nicht-Helmtragen zurückzuführen. Das Bild verändert sich bei den Älteren: Annähernd ein Drittel ihrer Kopfverletzungen könnten vermieden werden.

Wird für alle Altersklassen eine Helmtragquote wie bei den jüngsten Radfahrenden erreicht (67 %), sinkt der Anteil der vermeidbaren Kopfverletzungen für alle Altersklassen auf 19 %, was einer Reduktion des PAR von insgesamt 37 % entspricht. Bei noch höheren Tragquoten sinkt die Möglichkeit, weitere Kopfverletzungen zu verhindern entsprechend weiter. Eine Helmtragquote von 100 % hätte zur Folge, dass der PAR-Anteil auf null sinkt, d. h. es könnten keine weiteren Kopfverletzungen verhindert werden. Es blieben dann die Kopfverletzungen, die trotz Helmtragens erlitten werden. Das «Population attributable risk» ist eine relative Grösse, die den Zusammenhang zwischen Helmtragquote und vermeidbaren Kopfverletzungen be-

Abbildung 34
Zusammenhang zwischen Helmtragquote und Anteil vermeidbarer Kopfverletzungen für verschiedene ermittelte Schutzwirkungen



Quelle: Thompson et al. [169], Elvik [170], Attewell et al. [172]

Tabelle 79
Helmtragquoten der Radfahrenden und Anteil vermeidbarer Kopfverletzungen nach Alter in Prozent, 2011

Alter	Helmtragquote[1]	Anteil vermeidbarer Kopfverletzungen[2]	Reduktion des PAR bei Helmtragquote 67%
0–14	67	19	0
15–29	25	35	-46
30–44	46	28	-32
45–59	40	28	-32
60+	32	33	-42
Total	**40**	**30**	**-37**

[1] STATUS 2011
[2] Berechnet nach Gutsche et al; 2011.
Schutzwirkung: Odds Ratio = 0.58 aus Elvik; 2011

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

schreibt. Sie sagt nichts über die Häufigkeit von Kopfverletzungen aus. Angaben dazu fehlen für die Schweiz. Einzig aus der UVG-Statistik lässt sich für die erwerbstätige Bevölkerung eine Angabe machen (Kap. V, S. 68), für Kinder und Senioren sind keine Daten vorhanden. Von den jährlich 17 000 verletzten Radfahrenden aus dem Segment der UVG-Versicherten erleiden 1190 (7 %) Schädel-/Hirnverletzungen. Bei den aktuellen Tragquoten liesse sich davon rund ein Drittel, also rund 400 Verletzungen verhindern, wenn alle Radfahrenden konsequent den Helm getragen hätten.

Diese Ausführungen zeigen, dass in der Schweiz ein beachtliches Präventionspotenzial durch die weitere Steigerung der Helmtragquote besteht – welches jedoch je nach Altersgruppe variiert.

Das Präventionspotenzial ist auch im Zusammenhang mit der **Wirtschaftlichkeit einer Massnahme** relevant. Jede Präventionsmassnahme kostet Geld. Eine Massnahme ist dann wirtschaftlich, wenn die Kosten (z. B. für Schulungsprogramme, Kampagnen, die Anschaffung eines Fahrradhelms für alle Radfahrenden) geringer sind als der Nutzen (z. B. durch materielle und/oder immaterielle Kosten infolge von Kopfverletzungen). Eine umfassende Kosten-Nutzen-Diskussion würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Die Ergebnisse variieren zwangsläufig stark in Abhängigkeit der Berechnung der Kosten beziehungsweise des Nutzens. Es sei beispielhaft auf Berechnungen aus der Schweiz zur Wirtschaftlichkeit eines Fahrradhelmobligatoriums für Kinder bis 14 Jahre hingewiesen [178]. Der Nutzen übersteigt die Kosten in einer konservativen Berechnung (ohne Berücksichtigung des immateriellen Leids) um den Faktor 1,5 bzw. um den Faktor 4,7, wenn die Reduktion von immateriellem Leid dem Nutzen angerechnet wird. Die Berechnungen basieren auf der Annahme, dass zur Durchsetzung keine zusätzlichen polizeilichen Kontrollen erforderlich sind.

Es bestehen zwei mögliche Präventionsziele rund um den Fahrradhelm: erstens die **Verbesserung der Schutzwirkung des Helms** (Kap. VII.4.5, S. 205) und zweitens die **Erhöhung der Helmtragquote** (und vorgelagert des Helmbesitzes) (Kap. VII.4.6, S. 207).

Präventionsziele können durch Schulungsprogramme, Kampagnen, Anreizsysteme, Gesetze/Normen oder Anstrengungen im Bereich Vollzug/Kontrolle erreicht werden. Als übergeordnete **Strategien** werden im Folgenden edukative Interventionen (Schulung, Kampagnen), legislative Interventionen (Gesetze/Normen/Vollzug/Kontrolle) und ökonomische Interventionen (Anreizsysteme) diskutiert.

Im Vordergrund der in den beiden nächsten Kapiteln geführten Diskussion steht die **Überprüfung der Wirksamkeit dieser Strategien** anhand wissenschaftlicher Studien. Den Rahmen sprengen würden Ausführungen über die genaue Ausgestaltung einzelner Massnahmen im Rahmen dieser Strategien (z. B. wie genau ein Schulungsprogramm für Jugendliche oder eine Kommunikationskampagne zur Erhöhung der Helmtragquote gestaltet werden müsste). Geprüft und bewertet werden im Anschluss mögliche Präventionsszenarien für die Schweiz.

4.5 Verbesserung der Schutzwirkung

4.5.1 Ausgangslage

Das Design eines Fahrradhelms muss neben sicherheitsrelevanten Anforderungen auch Aspekte des Tragekomforts berücksichtigen. Hierzu gehören die Belüftung, Wärmeleiteigenschaften oder auch das Gewicht des Helms. Folglich stellt das Design eines Helms immer auch einen Kompromiss zwischen teilweise konkurrierenden Forderungen dar. Ferner wird das Helm-Design durch die entsprechende Norm EN 1078 geprägt. Entsprechende Vorgaben sind einzuhalten, z. B. betreffend Sichtfeld, Trageriemen und der durch den Helm abzudeckenden Fläche. Diese Schränken die Gestaltungsmöglichkeiten des Herstellers ein. Folglich ist es nicht überraschend, dass sich viele Helm-Modelle sehr ähnlich sehen – und das schon seit einigen Jahren. Wurde einmal ein normgerechtes und vom Kunden akzeptiertes Design gefunden, werden von Saison zu Saison oftmals nur marginale Änderungen vorgenommen. Unterschiede zwischen Helmen verschiedener Hersteller finden sich beispielsweise bezüglich Passform, den verwendeten Materialen, der Belüftung oder der Einstellbarkeit und individuellen Anpassungsmöglichkeiten. Die Anforderungen gemäss Norm EN 1078 werden jedoch von praktisch allen Modellen erfüllt.

4.5.2 Zielsetzung und Umsetzung

Um das Helm-Design weiterzuentwickeln bzw. um zu Innovationen anzuregen, ist daher oftmals ein Impuls von aussen notwendig. Neue Erkenntnisse bezüglich des Unfallgeschehens bzw. der biomechanischen Belastung des Kopfs bei Unfällen mit Kopfanprall können Auslöser für neue Entwicklungen sein. So zeigen einige Forschungsarbeiten z. B., dass die seitlichen Bereiche vieler Fahrradhelme einen besseren Schutz bieten sollten [166]. Das vermehrte Aufkommen von E-Bikes führt ebenso zu Diskussionen bezüglich den Anforderungen an Helme z. B. Überlegungen, Fahrradhelme für verschiedene Aktivitäten wie «City-Biken» oder «Mountain-Biken» auszulegen. Würde die derzeitige Helm-Norm an neue Erkenntnisse bzw. Ansprüche angepasst, wären auch entsprechende Entwicklungen des Helm-Designs zu erwarten.

Andere Helme unterscheiden sich technologisch von den Fahrradhelmen, indem sie nicht nur den geraden Anprall gemäss Norm dämpfen, sondern auch darauf abzielen, eine Drehbewegung des Gehirns zu reduzieren. Zu diesem Zweck wird der Helm so aufgebaut, dass sich die Energie absorbierende Schicht des Helms gegenüber der äusseren, harten Schale verschieben kann. Von der Idee her versucht man also den Aufbau des Kopfes zu imitieren, bei dem sich das Gehirn auch relativ zum knöchernen Schädel verschieben kann. Im Fall eines schrägen Aufpralls kann ein Teil der Drehbewegung dadurch im Helm erfolgen, statt zu einer Rotation des Gehirns zu führen. In Computersimulationen konnte die Funktionsweise dieses Helms gezeigt werden [179]. Während Helme mit dieser Technologie bereits für einige Sportarten auf dem Markt sind, sind explizit für Radfahrer ausgelegte Helme noch nicht verfügbar.

Ein anderer Ansatz versucht den Helm durch einen in der Kleidung integrierten Airbag zu ersetzen. Dabei entfaltet sich ein Airbag aus einem Halskragen und umschliesst den Kopf. Umfassende Studien zu dieser Technologie gibt es noch nicht. Zudem sind Fragen betreffend dem zeitlich begrenzten Wirkfenster des Airbags oder der Auslösung des Airbags im Fall eines Sturzes bzw. einer Kollision zu diskutieren.

Zusammenfassend muss man feststellen, dass derzeit viele ähnliche Fahrrad-Helme auf dem Markt sind. Mit den verwendeten Konzepten werden die Anforderungen der seit 1997 geltenden Norm erfüllt. Es entsteht der Eindruck, dass daher die Motivation zu weiteren – mit entsprechenden Kosten verbundenen – Innovationen etwas reduziert ist. In Anbetracht der immer noch erheblichen Anzahl von beim Radfahren erlittenen Kopfverletzungen sind weitere Erkenntnisse aus Forschungsprojekten, beispielsweise zur Unfallanalyse, Biomechanik oder den Materialwissenschaften, notwendig, um die technologische Weiterentwicklung und Verbesserung von Helmen zu stimulieren. Ein Anstoss in diese Richtung wird sich womöglich durch die aktuelle Diskussion zur Wirksamkeit der nach Norm EC 1078 geprüften Fahrradhelme für Fahrende von E-Bikes ergeben.

Marktkontrollen (Stichproben) sind dann sinnvoll, wenn innovative Produkte auf den Markt kommen (bezüglich Materialien, Design usw.). In Marktkontrollen finden sich meist vereinzelt Helme, die (obwohl nach der Norm EC 1078 geprüft) den Prüfkriterien nicht standhalten. Die verlangte Baumusterprüfung ist aber dann oft nicht bemängelbar und Nachkontrollen zeigen, dass andere Helme des Produzenten desselben Typs wiederum die Normkriterien erfüllen. Dass wenige Einzelprodukte in einer Marktkontrolle – in der Regel sehr knapp – durchfallen, hat eher mit leichten Schwankungen bei der technischen Verarbeitung oder den verarbeiteten Materialien zu tun als mit einer systematischen Schwäche des Produkts. Es besteht für den Schweizer Markt kein dringender Handlungsbedarf.

4.5.3 Massnahmenbeurteilung

Tabelle 80
Massnahmen zur Verbesserung der Schutzwirkung des Fahrradhelms

Massnahme	Beurteilung
Weiterentwicklungen bei der Normierung des Fahrradhelms (z. B. höhere Anforderungen beim sportlichen Einsatz oder bei E-Bikes, Testkriterien für rotierende Beschleunigung)	Empfehlenswert
Forschung und Entwicklung zur Verbesserung der Schutzwirkung und des Tragkomforts (z. B. besserer Schutz im Bereich der Schläfen, neue Materialien, Schutz gegen rotierende Beschleunigung, Fixiersysteme)	Empfehlenswert
Marktkontrolle (in der Schweiz im Rahmen des Bundesgesetzes über die Produktesicherheit PrSG)	Bedingt empfehlenswert (wenn innovative Produkte auf dem Markt sind)

4.6 Erhöhung der Helmtragquote

4.6.1 Ausgangslage

Die **Helmtragquote** in der Schweiz lag 2011 gemäss der jährlich durchgeführten Beobachtungserhebung bei 40 %. Bei den 0- bis 14-Jährigen betrug sie 67 %, bei Personen über 60 lediglich 32 % [2]. Die tiefste Tragquote erreichten die 15- bis 29-Jährigen. Nach wie vor schützen sich Radfahrende am häufigsten auf Freizeitfahrten mit dem Helm (48 %). Bei Fahrten zum Einkauf sind es lediglich 22 %. Bei Radfahrten in der Deutschschweiz wird häufiger ein Helm getragen (41 %) als in der Romandie (35 %). Im Tessin kann dagegen eine ähnlich hohe Tragquote wie in der Deutschschweiz beobachtet werden. Männer tragen häufiger einen Helm als Frauen (43 % versus 35 %) [180].

Radfahrende mit tiefem **sozioökonomischem Status** (oft verbunden mit Migrationshintergrund) tragen seltener einen Helm [181,182]. Dies zeigen Ergebnisse aus Deutschland [183,184] und der Schweiz [90].

Grundvoraussetzung für das Helmtragen ist die **Verfügbarkeit** eines Helms. In der bfu-Bevölkerungsbefragung 2011 [90] sagen 73 % der Radfahrenden, dass sie einen Fahrradhelm besitzen. Radfahrende mit hohem Einkommen (>8000 CHF pro Monat) verfügen überdurchschnittlich häufig über einen Helm (81 %). Hingegen besitzen nur 61 % der Radfahrenden mit tiefem Einkommen (< 5000 CHF pro Monat) einen Helm. Jene mit mittlerem Einkommen liegen mit 69 % dazwischen, was auf einen linearen Zusammenhang hindeutet. Keinen Einfluss auf die Helmverfügbarkeit hat jedoch die Schulbildung. Die Verfügbarkeit ist in der Deutschschweiz wesentlich höher (79 %) als in der Westschweiz (55 %) und im Tessin (61 %). Frauen besitzen annähernd gleich häufig einen Helm (75 % versus 72 %).

Als Kriterium zur **Definition von Zielgruppen** sollte nicht nur auf die aktuelle Tragquote zurückgegriffen werden. Ansonsten wäre der Handlungsbedarf bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen am höchsten. Weitere Kriterien wie z. B. ethische Überlegungen, die Fahrleistung oder die Compliance gegenüber einer beabsichtigten Strategie sind zu berücksichtigen. Kinder haben z. B. einen in der Bundesverfassung festgehaltenen Anspruch auf besonderen Schutz (Art. 11). Senioren kommen als Zielgruppe in Frage, weil sie die Hälfte der Todesopfer ausmachen, Jugendliche, weil sie Vielfahrer sind usw. Die Zielgruppe gilt es bei jeder Massnahme zur Erhöhung der Tragquote oder zur Steigerung der Verfügbarkeit eines Helms jeweils aufgrund begründeter Kriterien herzuleiten.

Mehr Beachtung sollte bei Tragquotenerhebungen und Massnahmen zur Erhöhung der Tragquote dem **korrekten Aufsetzen eines passenden Helms** geschenkt werden. Ein nicht optimal sitzender Helm vermindert die Schutzwirkung [175]. Der Anteil des sogenannten «Misuse» von Helmen reicht von 0 bis 54 %, variiert aber deutlich mit der Definition von Misuse [175]. Die Form des Misuse scheint abhängig vom Alter des Radfahrers und auch der Fahrsituation zu sein [185]: Bei Kindern und Erwachsenen sitzt der Helm oft zu weit im Nacken. Bei Jugendlichen ist der Kinnriemen nicht gestrafft. Werden Kinder von Erwachsenen begleitet, sitzt der Helm mit höherer Wahrscheinlichkeit korrekt.

Die Erhöhung der Helmtragquote bzw. der Helmverfügbarkeit kann durch edukative Strategien

(Schulungsprogramme, Kampagnen), durch legislative Strategien (Obligatorien) oder durch ökonomische Strategien (Subventionierung oder Gratisabgabe von Helmen) erreicht werden. Im Folgenden wird der aktuelle Wissensstand zur Wirksamkeit dieser Strategien diskutiert.

Ein Überblick über weltweit verfügte Helmobligatorien (Stand Sommer 2011) findet sich im Kapitel IX.3, S. 279. Während z. B. die Niederlande, Dänemark, Deutschland oder Frankreich kein Obligatorium kennen, gilt dieses seit 2000 in Slowenien (Kinder unter 15 Jahren), seit 2003 in Finnland (allerdings ohne Enforcement), seit 2008 in Kroatien (Kinder bis 16 Jahre), seit Juni 2011 in Österreich (Kinder bis zum 12. Lebensjahr).

4.6.2 Zielsetzung und Umsetzung

Studien zur **Wirksamkeit edukativer Massnahmen** bezüglich der Erhöhung der Tragquoten beschränken sich im Wesentlichen auf die Zielgruppe der Kinder und Jugendlichen. Der untersuchte Outcome ist in der Regel die Helmtragquote, obwohl letztendlich die Kopfverletzungen der eigentlich interessierende Indikator sind.

Eine Meta-Analyse aus 11 Studien (abgedecktes Alter: 0–18 Jahre, Studien aus den USA, Kanada, Neuseeland und Australien) [186] zeigt, dass edukative Massnahmen die Helmtragquote bei Kindern und Jugendlichen zu steigern vermögen. Um eine homogene Studienpopulation zu erhalten, wurden Studien, die eine edukative Intervention mit Sanktionen kombinierten, aus der Meta-Analyse ausgeschlossen. Kinder und Jugendliche, die im Rahmen dieser Studien mit Programmen diverser Art (über Medien, in Schulen usw.) in Kontakt kamen (zum Teil mit Gratisabgabe, Ersatz oder Vergünstigung von Helmen) trugen rund doppelt so oft einen Helm (OR 2,13; 95 % CI 1,35–3,35). Der Ausgangswert der Tragquote hatte nur einen geringfügigen Effekt auf dieses Ergebnis (OR 2,05; 95 % CI 1,30–3,23). Interventionen in Schulen zeigten eher bei jüngeren Kindern Erfolg. Die Gratisabgabe von Helmen auf Community-Ebene erhöhte die Tragquote in grösserem Ausmass als die Vergünstigung von Helmen oder ein Helmersatz im Schulsetting[61]. Die Autoren geben zu bedenken, dass die berücksichtigten Studien in den 90er-Jahren bis maximal 2004 publiziert wurden. Aufgrund der veränderten Rahmenbedingungen (z. B. bezüglich der Helmkosten oder der Tragquoten) sei heute eher von einem geringerem Effekt als dem ausgewiesenen auszugehen.

Relativ wenig Literatur existiert zur isolierten Frage über die **Wirksamkeit primär massenmedial orientierter Kommunikationskampagnen**. Unter dem Stichwort «Campaign» finden sich zwar in Literaturdatenbanken einige Publikationen aus den 90er-Jahren [187–190]. Diese sind aber oft nicht primär massenmedialer Art.

Die Wirksamkeit massenmedialer Kampagnen zur Steigerung der Verkehrssicherheit wurde im Rahmen des EU-Projektes CAST (Campaigns and awareness raising strategies in traffic safety[191]) untersucht. In 3 Kampagnen wurden 4 Effekte auf die Fahrradhelmtragquote untersucht. Mit lediglich 4 Effekten liess sich innerhalb der Meta-Analyse keine Subgruppenanalyse durchführen. Die Studien stammen aus den 80er- und 90er-Jahren (Dänemark, Schweden und Australien).

---

[61] Da beide Studien, die Helme **gratis** abgaben, im **Community-Setting** stattfanden, konnte nicht festgestellt werden, ob die Gratisabgabe von Helmen oder das Community-Setting für den erhöhten Effekt verantwortlich ist.

In der **Schweiz** wurden seit den 90er-Jahren jährlich massenmediale Fahrradhelmkampagnen durchgeführt. Diese wurden leider nie einer wissenschaftlichen Evaluation unterzogen. Als Indikator für die Wirksamkeit können Ergebnisse aus einer repräsentativen Bevölkerungsbefragung beigezogen werden [192]. In dieser zeigen sich keine Unterschiede bezüglich Helmverfügbarkeit, Helmtragen oder Gründen, warum der Helm nicht getragen wird, zwischen Personen, die die damals aktuelle Kampagne «Fahrradhelm tragen. Oder beten» kannten bzw. nicht kannten. Die ermittelten Zusammenhangsdaten weisen eher in die Richtung, dass Personen, die zum Radfahren (bzw. zum Helm) eine Affinität haben, die Kampagne eher wahrgenommen haben, und nicht umgekehrt, dass die Kampagne die Einstellung oder das Verhalten bezüglich Fahrradhelm beeinflusst hat.

Generell wurde aber aufgezeigt, dass **Kommunikationskampagnen** im Bereich der Verkehrssicherheit handlungsrelevant wirken können, wenn gewisse Kriterien bei der Entwicklung, Implementierung und Evaluation berücksichtigt werden [191,193].

Edukative Interventionen (z. B. Schulungsprogramme, Kommunikationskampagnen) bedürfen zur Erreichung von Wirksamkeit in jedem Fall eine **vertiefte Situationsanalyse** bei der anvisierten Zielgruppe. Studien über Determinanten der Helmnutzung und über Handlungstheorien am Beispiel des Helmtragens sind wichtige Quellen, die bei der Konzipierung zwingend berücksichtigt werden müssen [181,183,194–201].

Übersichtsarbeiten dokumentieren übereinstimmend eine Zunahme der Helmtragquote nach der Einführung eines **Obligatoriums** [202,203]. Die Datenqualität der berücksichtigten Studien ist gut, aber nicht hervorragend. Die Konsistenz und die Grösse der Effekte lassen vermuten, dass es sich um zuverlässige Resultate handelt. Leider wurden sie in den Übersichtsarbeiten nicht hinsichtlich eines Publikationsbias überprüft.

Die eine Übersichtsarbeit [202] umfasst 12 Studien (aus den USA, Kanada, Australien und Neuseeland). In einer dieser Studien wurde nach der Einführung eines Helmobligatoriums eine **Zunahme der Tragquote** um weniger als 10 % festgestellt, in 4 Studien eine Zunahme um 10–30 % und in 7 Studien eine Zunahme um mehr als 30 %. Vor der Einführung der Obligatorien lagen die Tragquoten zwischen 4 und 50 %, danach zwischen 37 und 91 %. Die gesetzliche Verpflichtung für das Tragen eines Helms erhöhte die Tragquote minimal um den Faktor 1,5 (OR=1,24; 95 % CI 1,10–1,41) und maximal um den Faktor 22 (OR=22,35; 95 % CI 17,33–28,16). Die **grosse Heterogenität** der Ergebnisse konnte nur zum Teil erklärt werden: Studien mit Vorher-Nachher-Design ohne Kontrollgruppe zeigten eine deutlichere Zunahme als Studien mit einer quasi-equivalenten Kontrollgruppe. Auch waren die Effekte tendenziell (aber nicht signifikant) grösser, wenn die Ausgangslage der Tragquote tief war. Die Zunahme der Tragquoten war hingegen unabhängig davon, ob die Obligatorien nur Kinder oder alle Altersgruppen betrafen. Insgesamt machen die Autoren darauf aufmerksam, dass die Zunahme mit einer Vielzahl von Faktoren zusammenhängen könne, die durch die Übersichtsarbeit nicht geklärt werden konnten. Offen bleibt insbesondere die Frage nach dem Einfluss auf die Tragquoten durch **parallele Promotionsbemühungen oder Sanktionierungen**. Da die Sanktionierungen in den Ländern/Regionen der berücksichtigten Studien als gering einzustufen

seien, gehen die Autoren davon aus, dass sie am Erfolg nicht massgebend beteiligt waren.

In einer Cochrane Review [203] werden 5 Studien mit Kontrollgruppendesign diskutiert, die die Wirkung eines regionalen oder staatlichen Fahrradhelmobligatoriums untersuchten. Als «Outcome» interessierten medizinisch diagnostizierte Kopfverletzungen (zum Teil differenziert nach Art der Kopfverletzung) und/oder die Helmtragquote sowie negative Effekte wie z. B. weniger Radfahrende. Es konnte aber keine Studie mit Fall-Kontroll-Gruppendesign gefunden werden, die mögliche negative Effekte erfasste. Die berücksichtigten Studien stammen aus den USA und Kanada und wurden im Zeitraum 2000–2006 publiziert. Von den 3 Studien, die als **Outcome Kopfverletzungen** erfassten, konnten zwei eine signifikante Abnahme in der Interventionsgruppe nachweisen[62]. Eine Studie zeigte eine Abnahme, die aber nicht signifikant war[63]. Die 3 Studien, die als **Outcome die Helmtragquote** erhoben, konnten alle eine signifikante Zunahme feststellen. Allerdings genügte in diesen 3 Studien nicht in jedem Fall allein das Verhängen eines Obligatoriums. So trug z. B. in Georgia – wo 1993 ein Fahrradhelmobligatorium für Kinder eingeführt wurde – 1997 bei der Baseline-Erhebung in einer Gemeinde kein einziges Kind den Helm [204]. 1997 wurden Helme abgegeben und die Polizei begann Nichtträger zu büssen. Nach zwei Jahren lag die Tragquote bei 54 %.

Trotz Fall-Kontroll-Design sind bei allen Studien methodische Limitationen vorhanden. Die Autoren geben etwa zu bedenken, dass die Daten zu Kopfverletzungen auf aggregierten Daten basieren, ohne dass das Helmtragverhalten erhoben worden wäre. Daher sei nicht klar, ob die positiven Effekte mit Sicherheit auf die Einführung eines Obligatoriums zurückzuführen seien.

«Other possible explanations for the decreases in the reported head injury rates or proportion of serious head injuries including changes in hospital admission procedures, reduced cycling exposure (for reduces head injury rates) or an increase in other bicycle related injuries (for reduces proportion of head injuries)»[203, S. 12].

Zu bedenken ist zudem, dass alle berücksichtigten Studien lediglich **Helmobligatorien für Kinder** untersuchten. Bedenklich sind jene Daten, die die Helmtragquote bei den verunfallten Radfahrenden selbst (nach dem Unfall) erfragten [205]. Die Autoren bedauern zudem, dass keine Studien, die die Selektionskriterien erfüllt hätten, mit dem Outcome «Exposition» vorgelegen hätten. Sie geben allerdings zu bedenken, dass in den Studien, die den Anteil an Kopfverletzungen in Bezug zum Total aller Verletzungen setzen, die Exposition als kontrolliert bezeichnet werden könne. Beide Studien (Lee und Macpherson) würden eine signifikante Reduktion am Anteil Kopfverletzungen nachweisen. Nur eine der berücksichtigten Studien liefert Daten zur **Bedeutung des Vollzugs eines Obli-**

---

[62] Lee et al. 2005: Der Anteil Kopfverletzungen am Total aller Verletzungen reduzierte sich nach der Gesetzgebung bei der Interventionsgruppe (Kinder bis 17 Jahre), nicht aber bei den Erwachsenen (nicht vom Obligatorium betroffen = Kontrollgruppe). Die Reduktion betraf traumatische Kopfverletzungen (traumatic brain injuries TBI; OR=0,82; 99 % CI 0,76–0,89), nicht aber andere Kopf- oder Gesichtsverletzungen. Die grösste Reduktion fand sich bei Kindern bis 9 Jahre. Macpherson et al. 2002: Nach Einführung von Kinder-Helmobligatorien in diversen Provinzen Kanadas reduzierte sich die Rate an Kopfverletzungen bei Kindern um 45 % (auf 10 pro 100 000 Kinder in der Population). In den Kontrollprovinzen ohne Obligatorium reduzierte sich die Rate an Kopfverletzungen bei Kindern um 27 % (auf 13 pro 100 000). Die Reduktion in der Interventionsgruppe ist signifikant grösser.

[63] Ji et al. 2006: Der Anteil Kopfverletzungen am Total der Verletzungen reduzierte sich zwar, aber weder bei den Kindern (Interventionsgruppe) noch bei den Erwachsenen (nicht vom Obligatorium betroffen = Kontrollgruppe) vor bzw. nach der Einführung des Obligatoriums signifikant.

gatoriums. Diese zeige, dass ohne Sanktionierung die Helmtragquote (auch bei Kindern) kaum beeinflusst werden könne [204]. Somit liegen zur Bedeutung des Vollzugs uneinheitliche Schlussfolgerungen vor.

Nicht immer führt das Verhängen eines **Obligatoriums allein** zu zufriedenstellenden Tragquoten. In Florida lag die Tragquote nach Einführung eines Helmobligatoriums für Kinder/Jugendliche unter 16 Jahren je nach Schule zwischen 20 und 90 % [206]. Die Tragquoten konnten mit edukativen Interventionen deutlich gesteigert werden. Die Autoren stellten fest, dass die Beeinflussung des Helmtragens einfacher sei, als die Beeinflussung des **korrekten** Helmtragens.

4.6.3 Handlungsbedarf für die Schweiz

Aufgrund der obigen Ausführungen sind **für die Schweiz diverse Optionen** zur Steigerung der Helmtragquote (und der Verfügbarkeit) denkbar.

Die höchste Helmtragquote ist vermutlich mit einem gesetzlichen Obligatorium zu erreichen – allerdings reicht ein alleiniges Obligatorium ohne begleitende Massnahmen vermutlich nicht aus. 2010 befürworteten 65 % der Schweizer Bevölkerung ein **Helmtrageobligatorium für alle Radfahrenden** [207]. Unter den Radfahrenden selbst waren es 57 %. Die Akzeptanz lag in allen drei Landesteilen über 60 %. Bei den 15- bis 29-Jährigen war die Akzeptanz mit 54 % am tiefsten. Personen mit tiefem Einkommen befürworteten ein Fahrradhelmobligatorium für alle zu 72 %, jene mit hohem Einkommen zu 62 %. Ein Obligatorium für alle Radfahrenden wird zurzeit politisch von niemandem gefordert.

Ein **Fahrradhelmobligatorium für Kinder** bis 14 Jahre wird aktuell von 86 % der Schweizer Bevölkerung befürwortet. 91 % der Frauen unterstützen diese Intervention. In allen Altersgruppen und in allen Landesteilen liegt die Akzeptanz bei über 80 %. Auch unter den Radfahrenden befürworten 85 % diese Massnahme. In der Schweiz wird zurzeit ein Helmobligatorium bis zum vollendeten 14. Altersjahr politisch diskutiert[64].

Am meisten Kopfverletzungen könnten in der Schweiz mit einem Helmobligatorium für Rad fahrende Erwachsene vermieden werden (Kap. VII.4.4, S. 202). Allerdings besteht die Gefahr von Umsteigeeffekten auf gefährlichere, umweltschädigendere und weniger gesundheitsfördernde Verkehrsmittel.

Ein Obligatorium sollte durch eine gross angelegte **Informationskampagne** begleitet werden. Zudem ist auch ein Mindestmass an **polizeilicher Kontrolltätigkeit** sicherzustellen. Dies ist aus generellen Erfahrungen im Strassenverkehr abzuleiten, auch wenn zur Relevanz des Enforcement im Zusammenhang mit Helmobligatorien keine eindeutige Datenbasis besteht. Die Kontrollintensität sollte so hoch sein, dass sie von den Radfahrenden wahrgenommen wird und eine genügend hohe subjektive Kontrollerwartung erzeugt. Die Kontrolltätigkeit ist insbesondere wichtig, weil ein beachtlicher Teil der Radfahrenden, der heute auf der Fahrt keinen Helm trägt, sich bewusst gegen einen Helm in der jeweiligen Situation entscheidet. Die alleinige Verfügung eines Obligatoriums ohne Sanktionen wird vermutlich bei diesen Personen bzw. in diesen Settings keine Verhaltensänderung bewirken. Die Kontrollhäufigkeit kann nicht einfach durch eine

[64] http://www.parlament.ch/d/suche/Seiten/ geschaefte.aspx?gesch_id=20100092, Zugriff am 15. Dezember 2011

Erhöhung der Bussen kompensiert werden, da die Forschung deutlich zeigt, dass weniger das Ausmass der Strafe als die Eintretenswahrscheinlichkeit einer Sanktion von Bedeutung ist.

Denkbar ist auch ein eingeschränktes «Helmobligatorium», das eine Schule ausspricht. Hier ist allerdings anzumerken, dass Schulen nicht für den Schulweg verantwortlich sind und daher auch keine verbindlichen Auflagen machen können. Die Verantwortung liegt bei den Eltern.

Eine abgeschwächte Form, die Helmtragquote zu erhöhen, besteht in verschiedenen edukativen Massnahmen. Diese können aus massenmedialer Kommunikation bestehen oder in direktem Kontakt zur Zielperson (oder über Mediatoren) stattfinden. In der Schweiz stagnierte die Helmtragquote seit 2007 trotz intensiver, alljährlicher, nationaler Kommunikationskampagne [65] insgesamt knapp unter 40 %. Der Anstieg auf 70 % bei den Kindern lässt sich nicht allein durch die Kommunikationskampagne erklären.

Der **direkte Kontakt** kann am effizientesten in einer als obligatorisch zu fordernden Verkehrserziehung während der obligatorischen Schulzeit hergestellt werden. Für alle andern Altersgruppen ist ein direkter Kontakt schwer herzustellen, höchstens anlässlich von polizeilichen Kontrollen oder Aktivitäten der Polizei, bei denen auf die Wichtigkeit des Helmtragens hingewiesen wird oder im Kontakt mit Fahrradhändlern. Informationsanlässe oder Schulungsprogramme müssen zielgruppenorientiert ausgerichtet sein. Ein **partizipativer Ansatz** lohnt sich insbesondere bei Zielgruppen, die gegenüber Prävention eher zurückhaltend reagieren (z. B. Jugendliche) oder schwer erreichbar sind (z. B. Personen aus tieferen sozioökonomischen Schichten und/oder mit Migrationshintergrund [208,209]).

Einen interessanten Ansatz schlagen [210] vor. Die Autoren untersuchten Filmszenen in den USA. Sie stellten fest, dass die Helmtragquote der Darsteller bei 33 % lag (per Motorrad, Fahrrad und Skateboard) und orten eine vernachlässigte Gelegenheit für die Prävention. Sie empfehlen eine **Zusammenarbeit mit der Filmindustrie,** um in Bild und Ton das Thema Sicherheit besser zu platzieren.

Nebst der Steigerung der Helmtragquote ist die **Verfügbarkeit zu erhöhen**. Dies insbesondere bei Personen mit tiefem Einkommen. Der grundsätzliche Zugang ist in der Schweiz für alle gewährleistet – jeder kann überall einen Fahrradhelm kaufen. Wie stark eine **Anreizschaffung** durch einen Preisnachlass beim Kauf eines Helms oder gar einer Gratisabgabe zur Steigerung der Verfügbarkeit bzw. zu einer höheren Tragquote beiträgt, ist aufgrund verfügbarer Studien unklar [197]. Finanzielle Anreize können aber bestehende soziale Ungleichheiten reduzieren helfen [211]. In spezifischen Settings (insbesondere bei Personen mit geringem Einkommen) ist eine Anreizschaffung vermutlich eher sinnvoll als eine unspezifische z. B. für die ganze Bevölkerung.

Bei allen Arten der Förderung der Helmtragquote ist in Zukunft vermehrt darauf zu achten, dass nicht das Helmtragen allein im Vordergrund steht. Mehr Beachtung muss auf **das richtige Tragen eines passenden Helms** gelegt werden. Nur dann kann seine Schutzwirkung voll zum Tragen kommen.

[65] Konzeptionelles Ziel der Kampagnen war primär die Erhöhung des Gefahrenbewusstseins – insbesondere auch in Bezug auf Kurzstrecken. Die Verfügbarkeit von (intakten) Helmen wurde jährlich durch die Vergünstigung von rund 30 000–56 000 Helmen unterstützt. Die Kampagnen wurden vom Fonds für Verkehrssicherheit FVS finanziert und von der Suva und der bfu umgesetzt.

Die Motivation, einen Helm zu tragen, kann erhöht werden, indem das **Design** den Bedürfnissen entspricht. Die Modell-Palette ist in der Schweiz gross. Geschäftsleute finden ebenso einen passenden Helm zu ihrem Outfit wie Sportler oder urbane Junge. Alle Modelle entsprechen der Norm EC 1078. Wichtig ist aber in jedem Fall ein guter Tragkomfort – nur dann werden sich neue Design-Modelle durchsetzen. Hier scheint noch Handlungspotenzial seitens der Produzenten vorhanden zu sein[212]. Der Markt wird die Designvielfalt und den Tragkomfort weiter optimieren.

4.6.4 Massnahmenbeurteilung

Die Beurteilung der Massnahmen erfolgt nach bestem Wissen und Gewissen. Als Grundlage dient vor allem die wissenschaftliche Evidenz der Wirksamkeit, der erwartete Nutzen aus Public-Health-Sicht sowie ethische Überlegungen (z. B. beim Schutz von Kindern). Zusätzliche Kriterien wie die politische Akzeptanz oder das Kosten-Nutzen-Verhältnis gelten als Zusatzkriterien. Die von der bfu erarbeiteten Empfehlungen sind im Sinn einer **Diskussionsgrundlage** zu verstehen (Tabelle 81).

Tabelle 81
Massnahmen zur Erhöhung der Helmtragquote der Radfahrer

Massnahme	Beurteilung
Helmobligatorium für Kinder (begleitet durch edukative Strategien, unterstützt durch die Polizei)	Sehr empfehlenswert (Empfehlung leitet sich primär aus der besonderen Schutzbedürftigkeit der Kinder ab)
Helm im Rahmen von bestehenden oder neuen Programmen/Broschüren usw. zur Sicherheitsförderung von Kindern und Jugendlichen thematisieren (für schwer erreichbare Zielgruppen wie Jugendliche u. a. partizipativer Ansatz notwendig)	Empfehlenswert
Kommunikationskampagne zur Erhöhung der Helmtragquote – basierend auf gründlicher Situationsanalyse und unter Anwendung innovativer, Erfolg versprechender Kampagnenkonzepte	Empfehlenswert (insb. unterstützend zu einem allfälligen Obligatorium)
Massnahmen zur Steigerung der Helmverfügbarkeit und der Tragquote bei Personen mit geringem sozioökonomischem Status und/oder Migrationshintergrund (die Massnahmen sind partizipativ mit der Zielgruppe zu erarbeiten)	Empfehlenswert
Spezifische (z. B. für einkommensschwache Zielgruppen) Anreizsysteme für Helmkauf in Kombination mit edukativen Massnahmen	Empfehlenswert
Zusammenarbeit mit der Filmindustrie, um den Helm in Ton und Bild als Norm zu platzieren	Empfehlenswert (beschränkt auf CH-Sender)
Forschung und Entwicklung im Bereich des Tragkomforts und Designs des Fahrradhelms	Empfehlenswert
Helmobligatorium für alle Radfahrenden	Bedingt empfehlenswert (wenn unerwünschte Umsteigeeffekte auf motorisierte Verkehrsmittel gering)

4.7 Fazit

Einen Helm zu tragen, ist eine Massnahme **sekundärer Prävention**, d. h., sie beeinflusst nicht das Unfallrisiko, sondern die Verletzungsschwere. In erster Linie muss Prävention da ansetzen, wo Unfälle vermieden werden können. In diesem Dossier wird eine Vielzahl notwendiger Massnahmen beschrieben, um dieses Ziel zu erreichen. Dennoch werden Fahrradunfälle nie völlig vermieden werden können. Kommt es zu einem Sturz, ist es sinnvoll, wenn ein Helm den Kopf schützt, auch wenn nicht alle Kopfverletzungen dadurch vermieden werden können.

Gemäss der Todesursachenstatistik sterben in der Schweiz 60 % der tödlich verunfallten Radfahrenden an einer **Kopfverletzung**. Dieses Ergebnis deckt sich mit der internationalen Literatur. Aufgrund der aktuellsten Meta-Analyse, die über 20 Studien berücksichtigt, ist davon auszugehen, dass ein Fahrradhelm im Durchschnitt (nicht im Einzelfall) die **Wahrscheinlichkeit einer Kopfverletzung um rund 40 % reduziert**. Die Schutzwirkung kann durch einen gut passenden und korrekt getragenen Helm erhöht werden.

Im Zusammenhang mit dem Fahrradhelm sind zwei **Zielsetzungen** möglich: erstens die **Verbesserung der Schutzwirkung** und zweitens die **Erhöhung der Helmtragquote**. Aus Public-Health-Sicht ist die Erhöhung der Tragquote prioritär. Die Steigerung der Wirksamkeit (Efficacy) einer Intervention an sich – hier des Fahrradhelms –, ist für die Öffentlichkeit oft weniger von Nutzen als die Steigerung der Durchdringung einer Intervention in der Bevölkerung (z. B. der Zugang relevanter Zielgruppen zu der Intervention sowie die individuelle Nutzung der Intervention) [213].

Helmtests (Normierung) sind eine Möglichkeit, das Schutzpotenzial von Helmen unter vereinfachten, aber kontrollierten Bedingungen zu prüfen. Für Fahrradhelme ist insbesondere die Norm EN 1078 massgeblich, in der die stossdämpfenden Eigenschaften mittels Fallversuch getestet werden. Die Performance verschiedener Helme kann mit einem solchen Versuchsaufbau **verglichen** werden. Die dabei gemessene Beschleunigung gibt Auskunft über die Energieabsorption durch den Helm; eine Abschätzung des Risikos der durch den direkten Anprall entstehenden Verletzungen ist möglich. Der in der Norm angegebene Grenzwert ist hinsichtlich seiner biomechanischen Relevanz zu diskutieren, ist jedoch als **Mindestanforderung** zu verstehen. Durch Forschung und Entwicklung sind die Prüfkriterien von Helmtests weiterzuentwickeln, wie z. B. besserer Schutz im Schläfenbereich, geringerer Belastungsgrenzwert, Berücksichtigung rotierender Beschleunigung, andere Anprallstelle als Scheitel usw.

Eine **höhere Helmtragquote** kann grundsätzlich durch edukative Strategien (Schulungsprogramme, Kommunikationskampagnen), legislative Strategien (Obligatorium) oder ökonomische Strategien (Subventionierung oder Gratisabgabe von Helmen) angestrebt werden.

Eine Übersichtsarbeit, in die 11 Studien aus den 90er-Jahren einflossen, zeigte, dass **Schulungsprogramme und gemeindeorientierte Kampagnen für Kinder/Jugendliche** (zum Teil durch Gratisabgabe, Ersatz oder Vergünstigung von Helmen) die Helmtragquote unter der Zielgruppe um den **Faktor 2** erhöhen konnten. Aufgrund der zwischenzeitlich veränderten Rahmenbedingungen (höhere Tragquote, höhere Resistenz der Nicht-Helmträger) ist heute eher von einem geringeren

Effekt auszugehen. Uns sind keine Studien über die Wirksamkeit edukativer Interventionen (auf persönlichen Kontakten basierend) bei **Erwachsenen** bekannt.

Es liegen keine aktuellen Daten zur Wirksamkeit von (primär massenmedial ausgerichteten) **Fahrradhelmkampagnen** vor. Die Literatur zeigt, dass Verkehrssicherheitskampagnen handlungswirksam sein können. Eine gründliche Situationsanalyse, eine zielgruppenspezifische Konzipierung und Implementierung ist Voraussetzung – und doch keine Garantie für Erfolg. In der Schweiz stagniert die Helmtragquote trotz intensiver, jährlicher, nationaler Kommunikationskampagnen (und finanziellem Anreiz) seit 2007 bei knapp 40 %. Es empfiehlt sich demzufolge, neue Wege in der Ansprache der Radfahrenden zu gehen sowie andere Themen der Fahrradsicherheit durch Kommunikationskampagnen aufzubereiten (z. B. fahrradspezifisches Gefahrenbewusstsein der Radfahrenden und/oder der MFZ-Lenkenden).

Bei edukativen Strategien ist oft ein **partizipativer Ansatz** sinnvoll. Insbesondere wenn Personen als Zielgruppe anvisiert werden, die der Prävention eher reserviert gegenüberstehen (z. B. Jugendliche) oder schwer erreichbar sind (z. B. Personen mit Migrationshintergrund).

Die Förderung der Helmtragquote muss vermehrt auch auf **das richtige Tragen eines passenden Helms** ausgerichtet sein.

Zwei Übersichtsarbeiten zeigen, dass die Einführung eines Helmobligatoriums die Helmtragquote um den **Faktor 1,5–22** zu steigern vermag. Die grosse Heterogenität der Effekte konnte nicht schlüssig geklärt werden und zeigt, dass der Erfolg eines Obligatoriums von einer Vielzahl Faktoren abhängt. Begleitende Sanktionen und edukative Projekte sind sinnvoll.

Die Steigerung der Helmtragquote ist lediglich ein Zwischenziel, das letztendlich der **Reduktion von Kopfverletzungen** bei verunfallenden Radfahrenden dient. Nur in wenigen Studien mit Kontrollgruppendesign werden Kopfverletzungen als Outcome untersucht[66]. Die Autoren einer Cochrane-Review-Arbeit halten fest, dass die verfügbaren Studien – wenn in der Quantität und Qualität auch limitiert – einen protektiven Effekt eines Fahrradhelmobligatoriums für Kinder auf Kopfverletzungen nachweisen können. Die berücksichtigten Studien untersuchten die Auswirkung von Helmobligatorien für Kinder. Die Ergebnisse sind womöglich nicht auf Erwachsene übertragbar.

Für die Review-Arbeiten wurden keine Studien gefunden, die den Selektionskriterien entsprachen und die **unerwünschte Nebeneffekte** wie die Reduktion der Anzahl Radfahrende oder eine negative Verhaltenskompensation als Outcome untersuchten.

Aufgrund ihrer Wirksamkeit sind edukative, legislative und ökonomische Strategien zur **Steigerung der Helmtragquote** in der Schweiz begründbar. Entscheidend ist letztendlich auch die politische Umsetzbarkeit. Die **Schutzwirkung** sollte als sekundäre Strategie durch Forschung und Normanpassungen weiterentwickelt werden. Aufgrund der noch relativ geringen Tragquoten unter Jugendlichen und Erwachsenen ist das **Rettungspotenzial**

[66] Diverse Studien versuchen die Wirksamkeit eines Fahrradhelmobligatoriums auf Kopfverletzungen auf aggregiertem Datenniveau (Zensus-Daten) zu untersuchen. Diese Ergebnisse sind jedoch aus methodischer Sicht wenig aussagekräftig.

in diesen Altersgruppen im Vergleich zu jenem bei Kindern grösser. Andere Überlegungen hingegen rechtfertigen gerade Interventionen bei Kindern, z. B. deren gesetzlich verankerter besonderer Anspruch auf Schutz. Ein Helmobligatorium für alle Altersgruppen empfiehlt sich für die Schweiz aus Public-Health-Sicht kaum, solange unerwünschte Nebeneffekte nicht gänzlich ausgeschlossen werden können.

5. Lenkende der Kollisionsobjekte

5.1 Einleitung

Im vorliegenden Kapitel wird aufgezeigt, wie die Sicherheit der Radfahrenden erhöht werden kann, indem auf die MFZ-Lenkenden Einfluss genommen wird. Als **zentrale Risikofaktoren** seitens der Lenkenden der Kollisionsobjekte wurden folgende eruiert (Kap. VI.4, S. 124): Fahrgeschwindigkeit, Ablenkung sowie mangelndes Gefahrenbewusstsein und in Folge dessen eine sehr hohe Zahl an Vortrittsmissachtungen. Weitere Faktoren sind das Überholen mit wenig Abstand oder das unvorsichtige Öffnen der Wagentüren. Wenig Gefahr geht für die Radfahrenden von übermüdeten oder alkoholisierten MFZ-Lenkenden aus. Gemessen an ihrem Anteil im Verkehr sind Radfahrende überdurchschnittlich von Neulenkern und Senioren als MFZ-Lenkende gefährdet. Die grosse Masse an Kollisionsgegnern machen aber generell PW-Lenkende zwischen 25 und 60 Jahren aus.

Wie erwähnt, geht es hier darum, **Zielsetzungen** und **Umsetzungsstrategien** zu formulieren, die sich an MFZ-Lenkende richten. Die überwiegende Mehrheit der Kollisionsgegner von Radfahrenden sind PW-Lenkende. Daher bestehen grosse Ähnlichkeiten zum Kapitel «Massnahmenbereich: Mensch» des im Jahr 2011 veröffentlichten Sicherheitsdossiers «Personenwagen-Lenkende und -Mitfahrende» [115]. Da es sich im vorliegenden Dossier um die Sicherheit der Radfahrenden und nicht um diejenige der PW-Insassen handelt, werden hier nur jene Zielsetzungen thematisiert und in knapper Form wiedergegeben, die für Radfahrende relevant sind. Somit kann auch die Beurteilung der Massnahmen in diesem Dossier von jener des Dossiers «Personenwagen-Lenkende und -

Mitfahrende» abweichen. Eine weit ausführlichere Herleitung und Begründung der Massnahmen findet sich unter [115], im Kapitel «Massnahmenbereich: Mensch».

Es sei erwähnt, dass es sich bei den aufgeführten «Massnahmen» um generelle Zielsetzungen handelt, die nicht einen Detaillierungsgrad von direkt umsetzbaren Aktivitäten haben. Die Beurteilung der Massnahmen im schweizerischen Kontext erfolgt nach bestem Wissen und Gewissen und ist als Diskussionsgrundlage zu verstehen (Kap. III.2, S. 60).

Auch wenn das vorliegende Kapitel knapp gehalten ist, muss betont werden, dass MFZ-Lenkende einen grossen Beitrag zur Sicherheit der Radfahrenden leisten können. Nicht alle Schuld kann dabei direkt den MFZ-Lenkenden zugeschrieben werden. Ihre **generelle Leistungsfähigkeit** bezüglich. Wahrnehmung und Informationsverarbeitung wird im Verkehr oft überschritten, z. B. durch eine hohe Informationsdichte oder hohe Fahrgeschwindigkeiten. Vortrittsmissachtungen seitens der MFZ-Lenkenden stellen vermutlich auch daher das grösste Problem für Radfahrende dar. Die Gestaltung der **Infrastruktur** hat daher ihrerseits einen wichtigen Einfluss auf das Verhalten der MFZ-Lenkenden (Kap. VII.7, S. 246). Zudem können sie durch **fahrzeugseitige Massnahmen** unterstützt werden (Kap. VII.6, S. 228).

5.2 Alters- und krankheitsbedingte Defizite

5.2.1 Ausgangslage

Durch **Krankheiten** oder **natürliche altersbedingte Veränderungen** können bei MFZ-Lenkenden schwerwiegende kognitive (z. B. Demenz, Alkoholsucht) oder körperlich-organische Einschränkungen (z. B. Diabetes, reduziertes Sehvermögen) vorliegen. Ihre **Fahreignung** kann dadurch eingeschränkt sein. Es kann auch eine charakterliche Nichteignung vorliegen (z. B. der Sicherheit abträgliche Persönlichkeitseigenschaften).

Bei **Senioren** finden sich altersbedingte Einschränkungen häufiger und ausgeprägter. Zwar ist ihr Fahrverhalten durch einen langsamen und vorsichtig-defensiven Fahrstil gekennzeichnet. Es scheint jedoch, dass dieses vorbildliche Kompensationsverhalten nicht ausreicht, um ihre altersbedingten Defizite vollständig auszugleichen. Wie aufgezeigt, sind MFZ-lenkende Senioren in Kollisionen mit Radfahrenden überrepräsentiert (Kap. VI.4, S. 124). Aufgrund der demografischen Entwicklung wird diese Altersgruppe an Relevanz zunehmen.

Bei älteren **Lenkenden im erwerbstätigen Alter** ist insbesondere an Einschränkungen im Bereich der visuellen Wahrnehmung zu denken. Auch wenn nur ein geringer Prozentsatz der Lenkenden im mittleren Alterssegment visuelle Wahrnehmungsdefizite hat, handelt es sich letztendlich um eine relevante Anzahl. Zudem ist sich diese Altersgruppe im Gegensatz zu den meisten Senioren ihrer Beeinträchtigungen oftmals nicht bewusst. Es ist nicht zu vermuten, dass Radfahrende primär aufgrund von Sehschwächen übersehen werden. Das Übersehen oder fehlende Wahrnehmen ist vermutlich grösstenteils eher auf die generelle **Überschreitung der Leistungsfähigkeit** der MFZ-Lenkenden (z. B. durch die Informationsflut oder hohe Fahrgeschwindigkeiten) zurückzuführen.

Es ist zu vermuten, dass ein gewisser Teil (wenn auch ein eher geringer) der gegenüber Radfahren-

den sehr häufig vorkommenden Vortrittsmissachtungen auf sensomotorische Beeinträchtigungen zurückzuführen ist.

5.2.2 Zielsetzung

Durch Prävention muss verhindert werden, dass sensorische, kognitive oder motorische Defizite von Senioren Radfahrende gefährden. Im Erwachsenenalter könnte der Fokus z. B. bei Defiziten des Sehvermögens liegen, wobei nicht generell von einem erhöhten Unfallrisiko durch eine Sehschwäche ausgegangen werden kann. Im Seniorenalter sind z. B. Demenzerkrankungen zunehmend verbreitet und aufgrund der Altersstruktur der Bevölkerung vermutlich in Zukunft ein zunehmendes Problem. Ziel muss sein, dass Senioren ihre verkehrsrelevanten Leistungsdefizite und die damit einhergehenden Gefahren **kennen und ihr Verhalten dementsprechend anpassen.** Wenn die Beeinträchtigungen zu ausgeprägt sind, sodass ein sicheres Fahrverhalten nicht gewährleistet werden kann, muss die **Fahrerlaubnis eingeschränkt oder entzogen** werden.

Nachfolgend wird dargelegt, wie die oben genannten Präventionsziele durch Umsetzungsstrategien erreicht werden können [115].

Zielgruppen können die betroffenen MFZ-Lenkenden sein oder Fachpersonen (z. B. in Strassenverkehrsämtern, Hausärzte usw.).

5.2.3 Umsetzung

Legislative Strategie

Für PW-Lenkende sind **Minimalanforderungen** an das Nervensystem, das Seh- und Hörvermögen, den Brustkorb und die Wirbelsäule, das Herz und die Gefässe, die Bauch- und Stoffwechselorgane, Atmungsorgane sowie die Gliedmassen vorgeschrieben. Weitere medizinische Mindestanforderungen werden in der Verkehrszulassungsverordnung (VZV) nicht präzise formuliert. Überprüft werden diese Anforderungen nur punktuell systematisch und nur bezüglich ausgewählter Anforderungen. Systematisch wird in einem ersten Schritt beim Gesuch zur Erlangung des Lernfahrausweises überprüft (Sehtest und Selbstauskunft zum allgemeinen Gesundheitsstatus). In einem zweiten Schritt wird systematisch im Rahmen der obligatorischen, im Zwei-Jahres-Rhythmus durchgeführten ärztlichen Kontrolluntersuchung zur Abklärung der körperlich-geistigen Fahreignung überprüft [115]. In der Schweiz hat der Bund vorgeschlagen, die gesundheitlichen Kriterien, die zum Führen von Motorfahrzeugen erfüllt sein müssen, dem aktuellen Stand der medizinischen Wissenschaft anzupassen und Regelungen, die bereits in der EU gelten, zu übernehmen[67].

Grundsätzlich ist bei **Fahreignungsabklärungen** an die Problematik ungenügend valider und verlässlicher Testinstrumente zu denken (bei körperlichen, psychischen und charakterlichen Diagnoseinstrumenten). Die Überprüfung der Fahreignung sollte daher primär **nach auffälligem Verhalten** – das vom Gesetzgeber zu definieren wäre – angeordnet werden. Ein Screening für alle (Reihenunter-

[67] Die Vernehmlassung zu den entsprechenden Änderungen der Verkehrszulassungsverordnung (VZV) dauerte bis Ende Juni 2009. Der Endbericht aus der Vernehmlassung liegt vor (http://www.admin.ch/ch/d/gg/pc/documents/1740/Ergebnis.pdf, Zugriff am 15. September 2011). Die Teilrevision der VZV zur Aktualisierung der medizinischen Mindestanforderungen wurde auf Antrag der Vereinigung der Strassenverkehrsämter zurückgestellt. Sie soll dem Bundesrat später – gegebenenfalls zusammen mit den Via-sicura-Massnahmen zum gleichen Thema – zum Beschluss unterbreitet werden. http://www.news.admin.ch/message/index.html?lang=de&msg-id=26170, Zugriff am 15. September 2011

suchung) macht nur in Populationen Sinn, in denen die Prävalenz des Indikators hoch ist[68].

Ein zentraler Teil der medizinischen und psychologischen Fahreignungsabklärung ist das **Gespräch** über die Krankheitseinsicht oder die Einstellung zu vollzogenen Regelverstössen. Krankheitsdiagnosen oder psychologische/kognitive Testergebnisse allein geben kaum Auskunft über die Fahreignung. Entscheidend ist, wie jemand seine Krankheitsdiagnose reflektiert und damit umgeht (z. B. zuverlässige Einnahme von Medikamenten). Solche Faktoren lassen sich nur in einem **persönlichen Gespräch** eruieren [214].

In diesem Zusammenhang ist weiter zu berücksichtigen, dass medizinische und psychologische Testinstrumente für die Fahreignung unter realen Bedingungen nur beschränkt aussagekräftig sind. Bei der Überprüfung der Fahreignung sollte nicht die Diagnose einer Krankheit (physischer oder psychischer Natur), sondern das Ausmass der **funktionalen Einschränkung** durch die Krankheit im Vordergrund stehen [116]. Dies kann z. B. durch eine Kontrollfahrt geklärt werden, die gemäss geltendem Recht angeordnet werden kann (Art. 29 VZV), aber z. B. gerade bei Senioren selten angeordnet wird [215]. Bevor jemandem aufgrund einer Krankheit (Diabetes, körperliche Behinderung, Hörprobleme usw.) die Fahreignung abgesprochen wird, sollten Möglichkeiten der Therapie, Rehabilitation und/oder technischer Hilfsmittel ausgenutzt werden.

[68] In der Schweiz wird davon ausgegangen, dass diese Vorbedingung generell für Personen ab 70 Jahren erfüllt ist (genügend hohe Prävalenz). MFZ-Lenkende ab 70 Jahren müssen sich alle zwei Jahre einer Fahreignungsabklärung (für Personenwagen) unterziehen. Über ein Screening wurde auch im Zusammenhang mit der Befristung des Führerscheins diskutiert (im Rahmen der dritten EU-Führerscheinrichtlinie und des Verkehrssicherheitsprogramms Via sicura in der Schweiz). Als mögliches Kriterium zur Wiedererlangung des Führerscheins wurde ein aktueller Sehtest zur Diskussion gestellt.

Als dritter grundsätzlicher Punkt bezüglich der Fahreignungsabklärung ist die ungenügende **Qualitätssicherung** zu nennen. Zurzeit gibt es keine gesamtschweizerischen Regelungen darüber, wann eine Fahreignungsabklärung angeordnet wird, welchen Anforderungen die zu untersuchenden Personen genügen müssen und welche Instrumente bei der konkreten Überprüfung zur Anwendung kommen. Auch die Zusammenarbeit zwischen Medizinern und Psychologen muss optimiert und in der Schweiz vereinheitlicht werden (wer macht welche Fahreignungsabklärungen).

Auch im Rahmen des Verkehrssicherheitspakets **Via sicura** [216] werden bezüglich Fahreignungsabklärungen diverse Änderungen diskutiert. Diesbezüglich besteht für die Schweiz somit kein weiterer Handlungsbedarf. Es ist nicht zu erwarten, dass durch die Optimierung der legislativen Rahmenbedingungen bezüglich Fahreignungsabklärungen das Unfallrisiko von Radfahrenden deutlich reduziert werden kann.

Edukative Strategie

MFZ-Lenkende müssen bezüglich sicherheitsrelevanter Leistungseinschränkungen **sensibilisiert und informiert** werden. Dabei genügt es keinesfalls, mögliche Defizite zu benennen und aufzulisten. Die **Symptome** der Defizite müssen im Sinn von Warnsignalen, wie sie sich im alltäglichen Verkehr äussern, **aufgezeigt** werden, sodass eine Art Selbstdiagnose möglich wird (wie z. B. vermehrtes Auftreten kritischer Situationen, spätes Reagieren mit abruptem Bremsen, das Gefühl, dass die andern immer schlechter fahren und einen zu Notmanövern zwingen usw.). Das ist deshalb wichtig, weil die betroffenen Personen infolge der normalerweise schleichenden Leistungsverschlechterung

diese oftmals gar nicht bemerken (Gewöhnungseffekt). Neben dem Darlegen der Symptome ist es wichtig aufzuzeigen, wie die Betroffenen mit ihren **Einschränkungen umgehen können**. Die Möglichkeiten sind vielfältig und reichen von der einfachen Anpassung des Fahrverhaltens (z. B. Verzicht auf Nachtfahrten) über die freiwillige Beurteilung des Fahrverhaltens (z. B. beim TCS) bis hin zur freiwilligen Rückgabe des Führerscheins bzw. dem Besuch eines Facharztes für weitere Abklärungen.

Informationsvermittlung hat im Vergleich zu rechtlichen Massnahmen den Vorteil auf grössere **Akzeptanz** zu stossen – sowohl in der Öffentlichkeit als auch in der Politik. Informationsvermittlung ist aber nur bei guter Qualität und bei geringen Streuverlusten sinnvoll. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass eine umfassende Information der MFZ-Lenkenden folgende Elemente beinhalten sollte: a) Symptombeschreibung, b) Defizitbezeichnung, c) Handlungsempfehlung. Informationsbroschüren können über verschiedene Kanäle gestreut werden (Internet, Arztpraxen, Beratungsstellen, Optik-/Akustikgeschäfte, Verkehrsclubs usw.). Unseres Wissens existieren kaum **systematische Bemühungen**, um z. B. Senioren mit Informationsmaterial zu bedienen. Lediglich Strassenverkehrsämter versenden systematisch zusammen mit dem Aufgebot zur Fahreignungsabklärung eine spezifische Broschüre an 70-jährige Senioren. Sinnvoll wäre sicher ein koordiniertes Vorgehen unter den Akteuren – inkl. Qualitätssicherung mittels Informationsmaterial. Gut konzipierte **Kommunikationskampagnen/Aktionen** zur besseren Informiertheit aller MFZ-Lenkenden haben den Vorteil, dass dadurch auch Personen erreicht werden, die noch nicht zur oben erwähnten Zielgruppe gehören. Eine grossangelegte Kampagne zum Thema sensomotorische Defizite ist jedoch aufgrund des ungünstigen Kosten-Nutzen-Verhältnisses nicht empfehlenswert. Das heisst, die Sicherheit der Radfahrenden kann entscheidender gesteigert werden, wenn die verfügbaren Ressourcen in anderen Bereichen investiert werden.

5.2.4 Massnahmenbeurteilung

In Tabelle 82 sind Zielsetzungen aufgeführt, die dazu beitragen, dass Radfahrende nicht durch die eingeschränkte Sensomotorik von manchen MFZ-Lenkenden zu Schaden kommen.

Tabelle 82
Massnahmen zu sensomotorischen Beeinträchtigungen

Massnahme	Beurteilung
Qualitätssicherung bei der Fahreignungsabklärung (Präzisierungen über Inhalte und Abläufe) und präzise körperliche und psychische Mindestanforderung auf Verordnungsebene definieren	Empfehlenswert
Koordiniertes Vorgehen der Akteuren zur systematischen Information von älteren PW-Lenkenden zu sicherheitsrelevanten, alters- oder krankheitsbedingten Leistungsbeeinträchtigungen	Empfehlenswert
Gut konzipierte Kommunikationskampagne/Aktionen zur Sensibilisierung bezüglich sicherheitsrelevanter, alters- oder krankheitsbedingter Leistungsbeeinträchtigungen	Nicht empfehlenswert (da nicht ressourceneffizient)
Fahrverbot für Personen ab einem bestimmten Alter	Nicht empfehlenswert

5.3 Ablenkung und Unaufmerksamkeit

5.3.1 Ausgangslage

Unaufmerksamkeit wird in der vorliegenden Arbeit im Sinn einer bewussten oder unbewussten Ablenkung durch eine nicht der Fahraufgabe dienenden Tätigkeit verstanden. Die Ablenkung kann dabei mentaler Natur (z. B. beim Telefonieren) und/oder visueller Natur sein (z. B. den Blick vom fahrrelevanten Verkehrsraum abwenden). Ablenkung dürfte einer der wichtigeren Gründe für Kollisionen mit Radfahrenden sein. Gemäss der Strassenverkehrsunfallstatistik ist bei rund 14 % der Fahrrad-Motorfahrzeug-Kollisionen Unaufmerksamkeit der MFZ-Lenkenden eine (Mit-)Ursache. Bezogen auf alle schweren Fahrradunfälle wird in 9,2 % der Fälle von mangelnder Unaufmerksamkeit der MFZ-Lenkenden ausgegangen.

Es ist zu vermuten, dass ein beträchtlicher Anteil der gegenüber Radfahrenden sehr häufig vorkommenden Vortrittsmissachtungen auf Ablenkung oder Unaufmerksamkeit zurückzuführen ist.

5.3.2 Zielsetzung

MFZ-Lenkende müssen ihre kognitiv-visuelle Aufmerksamkeit ausschliesslich dem Strassenverkehr widmen.

5.3.3 Umsetzung

Die Anforderungen an die Aufmerksamkeit der MFZ-Lenkenden sind im heute geltenden **Strassenverkehrsrecht** im Grossen und Ganzen **ausreichend** umschrieben. Eine Konkretisierung dieser Anforderungen im Sinn eines expliziten gesetzlichen Verbots weiterer Nebentätigkeiten am Steuer ist grundsätzlich weder möglich noch sinnvoll, denn eine solche Aufzählung wäre kaum abschliessend möglich. Einen nennenswerten Beitrag zur Steigerung der Verkehrssicherheit würde z. B. ein **globales Handyverbot** (inkl. Freisprechanlage) während der Fahrt leisten. Ein solches ist aber bezüglich politischer Durchsetzbarkeit und Vollzug unrealistisch.

Edukative Massnahmen sind insbesondere notwendig, weil Repression bei vielen Ablenkungen kaum möglich ist. Ablenkende Aktivitäten werden von den Lenkenden gemeinhin als nicht sehr gefährlich eingestuft. Sinnvoll wäre, wenn dem Thema Fahrradverkehr in der **Fahrausbildung** (1. und 2. Phase) gebührend Achtung geschenkt würde. Über die Fahrausbildung sind aber nur die Neulenkenden zu erreichen. Alle anderen MFZ-Lenkenden müssen über andere edukative Strategien sensibilisiert werden. Zwar ist eine gut konzipierte Kampagne zum Thema Ablenkung zur Erhöhung der Verkehrssicherheit generell sinnvoll – aber nicht als gezielte Massnahme, um die Sicherheit der Radfahrenden zu erhöhen. Sinnvoller ist eine gut konzipierte Kommunikationskampagne/Aktion, die die Erhöhung des fahrradspezifischen Gefahrenbewusstseins der MFZ-Lenkenden generell zum Ziel hat (inkl. Thema Ablenkung, Geschwindigkeitswahl, Überholabstand, Türöffnen).

5.3.4 Massnahmenbeurteilung

In Tabelle 83 sind Zielsetzungen aufgeführt, die dazu beitragen, dass Radfahrende nicht durch Unaufmerksamkeit und Ablenkung von manchen MFZ-Lenkenden zu Schaden kommen.

Tabelle 83
Massnahmen zur Reduzierung von Unfällen durch Unaufmerksamkeit und Ablenkung

Massnahme	Beurteilung
Aktionen/Kontrollen der Polizei (mit oder ohne Sanktionen) zur Steigerung des fahrradspezifischen Gefahrenbewusstseins bei MFZ-Lenkenden (Sensibilisierung für das Thema Vortrittsmissachtungen, Geschwindigkeit, Ablenkung, Überholabstand usw.)	Empfehlenswert (aber bei genügend intensiver Umsetzung teuer, da personalintensiv)
Umfassendes Handyverbot (inkl. Freisprechanlage) beim Fahren	Empfehlenswert (aber politisch in der Schweiz kaum umsetzbar)
In der 1. und 2. Phase der Fahrausbildung auf einen vorausschauenden, partnerschaftlichen, sicherheitsorientierten Fahrstil spezifisch im Umgang mit Radfahrenden hinarbeiten (Themen: Geschwindigkeit, Ablenkung, Vortrittsmissachtungen, Unvorsicht beim Richtungs- und Fahrstreifenwechsel, Überholabstand). Die Inhalte müssen in Theorie, Praxis und Prüfungen thematisiert werden.	Sehr empfehlenswert
Gut konzipierte Kommunikationskampagne/Aktionen zur Steigerung des fahrradspezifischen Gefahrenbewusstseins bei MFZ-Lenkenden (Sensibilisierung für das Thema Vortrittsmissachtungen, Geschwindigkeit, Ablenkung, Überholabstand, unvorsichtiges Türöffnen)	Empfehlenswert (idealerweise kombiniert mit Polizeipräsenz)

5.4 Fahrradspezifisches Gefahrenbewusstsein

5.4.1 Ausgangslage

Um ein motorisiertes Fahrzeug sicher lenken zu können, ist es notwendig, aber keinesfalls hinreichend, das **Fahrzeug korrekt und automatisch bedienen** zu können sowie die **allgemeinen Verkehrsregeln** zu **kennen**. Es ist davon auszugehen, dass manche der vielen Vortrittsmissachtungen gegenüber Radfahrenden auf Nicht-Wissen der Verkehrsregeln zurückzuführen sind. Die Regelkenntnis ist zwar wichtig, aber ohne einen generell vorausschauenden, sicherheitsorientierten und partnerschaftlichen Fahrstil nicht ausreichend. Wichtig ist die Kompetenz, das **eigene Fahrkönnen richtig einzuschätzen, Gefahrensituationen vorgängig zu erkennen und sich selbst unter Kontrolle zu haben** (d. h. beispielsweise, sich nicht durch die momentane Stimmungslage oder Passagiere zu risikoreichem Fahrverhalten verleiten zu lassen).

5.4.2 Zielsetzung

Verbesserung des fahrradspezifischen Gefahrenbewusstseins bei MFZ-Lenkenden mit dem Ziel eines vorausschauenden, sicherheitsorientierten und partnerschaftlichen Fahrstils.

5.4.3 Umsetzung

Das Gefahrenbewusstsein muss in einem ersten Schritt während der **Fahrausbildung** erworben werden. Sowohl in der 1. Phase als auch in der 2. Phase sollte die affektive Gefahrenkompetenz gezielt auch hinsichtlich der Fahrradsicherheit geschult werden. Dies kann z. B. im Rahmen des

Verkehrskundeunterrichts geschehen, dessen Wirkung insgesamt deutlich verbessert werden kann. Zur Schulung des Gefahrenbewusstseins können Tools, wie beispielsweise die CD-Drives [217], hilfreich sein, die den Verkehrssinn und somit die Gefahrenwahrnehmung der Neulenkenden ausbilden und fördern. Entsprechend sollte der Verkehrssinn Teil der **Theorieprüfung** sein und mit speziell entwickelten Tests, wie beispielsweise dem Hazard-Perception-Test [218][69] oder Sequenzen gemäss der CD-Drives, geprüft werden. Eine deutliche Verbesserung in der **praktischen Ausbildung** kann erreicht werden, wenn diese stärker strukturiert ist, das begleitete Fahren gefördert und kommentiertes Fahren (was anhand z. B. der CD-Drives auch im Verkehrskundeunterricht gelernt wird) vermehrt praktiziert wird. Die praktische Führerprüfung sollte in Anlehnung an die Ausbildung die verschiedenen Aspekte sicheren Fahrens (neben Fahrtechnik und situationsangepasstem Fahren auch Verkehrssinn, defensives Fahren und Gefahrenwahrnehmung) besser abdecken. Der affektiven Fahrkompetenz wurde in den zwei obligatorischen W**AB-Kursen** der 2. Phase ein zentraler Stellenwert zugeschrieben [219].

Da die Wirkung der Grundausbildung (1. und 2. Phase) mit der Zeit verblassen kann, wären grundsätzlich periodische **Wiederholungskurse für alle** denkbar, um die Lerninhalte aufzufrischen. Es muss jedoch davon ausgegangen werden, dass der Nutzen von **Schulungskursen für fahrerfahrene Lenkende** gering und die Massnahme infolge der hohen Kosten nicht effizient ist. Zudem besteht die Möglichkeit, eine **Kontrollfahrt** anzuordnen, wenn die Behörden die Fahrkompetenz eines Lenkers in Frage stellen (Art. 29 VZV). Auch kann gemäss Art. 40 VZV eine **Nachschulung** angeordnet werden. Zurzeit sieht der Gesetzgeber diese Möglichkeit nicht für Erstdelinquenten vor. Diese Massnahmen richten sich eher an Personen mit generell geringer Sicherheitsorientierung und entsprechend auffälligem Verhalten im Strassenverkehr (z. B. Raser). Diese sind für die Radfahrenden nicht die zentralen Kollisionsgegner. Vielmehr ist an Massnahmen zu denken, die sich an die breite Masse der MFZ-Lenkenden richten.

Das Gefahrenbewusstsein der MFZ-Lenkenden kann auch durch gut konzipierte und auf einer soliden Situationsanalyse aufbauenden **Kommunikationskampagne oder Aktion** gefördert werden, idealerweise kombiniert mit weiteren fahrradrelevanten Themen wie Geschwindigkeit, Ablenkung, Überholabstand und unvorsichtiges Türöffnen. Sinnvoll ist eine Kombination mit Polizeipräsenz (mit oder ohne Sanktionen). Auch ohne Kommunikationskampagne wären **Aktionen/ Kontrollen (mit oder ohne Sanktionen) der Polizei** in der Öffentlichkeit sicherheitsförderlich (auch hier in Kombination mit den Themen Geschwindigkeit, Ablenkung, Überholabstand und Türöffnen). Der Vorteil in solchen Aktionen/Kontrollen liegt darin, dass die Polizei durch geeignetes Vorgehen eher alle MFZ-Lenkenden erreichen kann. Während bei Kommunikationskampagnen oder -aktionen durch Verbände, Interessensvertretern usw. sehr oft nur jene erreicht werden, die bereits über ein Gefahrenbewusstsein für den Fahrradverkehr verfügen.

Es sei erwähnt, dass ein erhöhtes Gefahrenbewusstsein – nebst z. B. der besseren Erkennbarkeit der Radfahrenden und optimierten infrastrukturel-

[69] Eingesetzte Screeninginstrumente müssen über eine gute diagnostische Qualität verfügen und ein Zusammenhang zwischen dem Untersuchungskriterium des Screeninginstruments und der Unfallhäufigkeit muss nachgewiesen werden.

len Bedingungen – insbesondere ein wichtiger Beitrag zur Reduktion der Vortrittsmissachtungen seitens der MFZ-Lenkenden gegenüber Radfahrenden leisten kann.

5.4.4 Massnahmenbeurteilung

In Tabelle 84 sind Zielsetzungen aufgeführt, die dazu beitragen, dass Radfahrende nicht durch fehlendes fahrradspezifisches Gefahrenbewusstsein mancher MFZ-Lenkenden zu Schaden kommen.

Tabelle 84
Massnahmen zur Reduzierung von Unfällen durch fehlendes fahrradspezifisches Gefahrenbewusstsein

Massnahme	Beurteilung
Aktionen/Kontrollen der Polizei (mit oder ohne Sanktionen) zur Steigerung des fahrradspezifischen Gefahrenbewusstseins bei MFZ-Lenkenden (Sensibilisierung für das Thema Vortrittsmissachtungen, Geschwindigkeit, Ablenkung, Überholabstand usw.)	Empfehlenswert (aber bei genügend intensiver Umsetzung teuer, da personalintensiv)
In der 1. und 2. Phase der Fahrausbildung auf einen vorausschauenden, partnerschaftlichen, sicherheitsorientierten Fahrstil spezifisch im Umgang mit Radfahrenden hinarbeiten (Themen: Geschwindigkeit, Ablenkung, Vortrittsmissachtungen, Unvorsicht beim Richtungs- und Fahrstreifenwechsel, Überholabstand). Die Inhalte müssen in Theorie, Praxis und Prüfungen thematisiert werden.	Sehr empfehlenswert
Gut konzipierte Kommunikationskampagne/Aktionen zur Steigerung des fahrradspezifischen Gefahrenbewusstseins bei MFZ-Lenkenden (Sensibilisierung für das Thema Vortrittsmissachtungen, Geschwindigkeit, Ablenkung, Überholabstand und unvorsichtiges Türöffnen)	Empfehlenswert (idealerweise kombiniert mit Polizeipräsenz)
Periodische, obligatorische Wiederholungskurse für alle PW-Lenkenden (z. B. als Bedingung zur Wiedererlangung eines befristeten Führerscheins)	Nicht empfehlenswert (schlechtes Kosten-Nutzen-Verhältnis)

5.5 Geschwindigkeit und Abstand beim Überholen

5.5.1 Ausgangslage

Mit steigender **Geschwindigkeit** nehmen die Unfallwahrscheinlichkeit und die Verletzungsschwere überproportional zu. Geschwindigkeitsüberschreitungen sind weitaus problematischer als von den MFZ-Lenkenden gemeinhin angenommen. Das bedeutet, dass zur physikalischen Problematik auch die Gefahrenverkennung seitens der Lenkenden hinzukommt, sodass die erforderliche Aufmerksamkeit oftmals nicht gegeben ist.

Neben der Fahrgeschwindigkeit spielt auch der **Abstand beim Überholvorgang** eine bedeutende Rolle für die Sicherheit der Radfahrenden. Da Radfahrende in der Regel bedeutend niedrigere Fahrgeschwindigkeiten aufweisen, fällt es den MFZ-Lenkenden oft schwer, hinter den Radfahrenden herzufahren und eine sichere Überholgelegenheit abzuwarten, sodass teilweise auch in kritischen Situationen überholt wird.

Die Problematik einer inadäquaten Geschwindigkeit oder eines zu geringen Überholabstands ist eng verknüpft mit jener des fehlenden fahrradspezifischen Gefahrenbewusstseins (Kap. VII.5.4, S. 222.).

5.5.2 Zielsetzung

Ziel ist ein partnerschaftlicher, vorausschauender und sicherheitsorientierter Fahrstil der MFZ-Lenkenden, der sich auch in einer angemessenen Geschwindigkeitswahl und angepassten Überholvorgängen manifestiert.

Um das Gefahrenpotenzial der Geschwindigkeit als zentralstem Verletzungseinflussfaktor zu reduzieren, genügt es nicht, die Einhaltung der signalisierten Höchstgeschwindigkeiten sicherzustellen. Das ist eine notwendige, aber noch nicht hinreichende Bedingung für die Verkehrssicherheit. Für den Fahrradverkehr bedeutender ist die situationsangepasste Geschwindigkeitswahl, die selbstredend oftmals unterhalb der signalisierten Geschwindigkeit liegt.

Bei Überholvorgängen muss sichergestellt werden, dass MFZ-Lenkende nur dann überholen, wenn die situativen Gegebenheiten einen genügend grossen seitlichen Abstand zum Radfahrenden zulassen und genügend Zeit besteht, um nicht zu früh einscheren zu müssen.

Im Folgenden werden **zentrale** Massnahmen zur Verbesserung von Geschwindigkeits- und Überholverhalten aufgezeigt. Die hier dargestellten Massnahmen zum Thema Geschwindigkeit wurden in den Sicherheitsdossiers «Der Faktor Geschwindigkeit im motorisierten Strassenverkehr» [220] und «Personenwagen-Lenkende und -Mitfahrende» [115] thematisiert.

5.5.3 Umsetzung

Geschwindigkeit

Eine wirksame Präventionsstrategie verfolgt **zwei Ansätze**: Einerseits sollen in der Spezialprävention Hochrisikogruppen angesprochen werden (z. B. Raser), andererseits in der Generalprävention die breite Masse. In der **Spezialprävention** geht es konkret darum, MFZ-Lenkende, die mit massiv unangemessener Geschwindigkeit unterwegs sind, zu erfassen und zu sanktionieren sowie vor einem Rückfall zu bewahren. Radfahrende werden selten Opfer von Rasern. Gemäss GIDAS (German In-Depth Accident Study) wurden nur 5 % der verunfallten Radfahrenden von einem Personenwagen mit einer Geschwindigkeit von mehr als 50 km/h erfasst [158]. Wichtiger ist eine vermehrte Gefahrensensibilisierung bezüglich der Geschwindigkeitswahl in der breiten Masse der MFZ-Lenkenden. Wie diese erreicht werden kann, wurde bereits im vorangehenden Kapitel diskutiert (Kap. VII.5.4.3, S. 222). Zentral für das Geschwindigkeitsverhalten der MFZ-Lenkenden im Sinn der **Generalprävention** ist auch die **subjektive Kontrollerwartung** bezüglich der polizeilichen Überwachung. Geschwindigkeitskontrollen sollten daher vermehrt durchgeführt und in der Öffentlichkeit kommuniziert werden.

Insgesamt muss bezüglich verhaltensändernden Interventionen für das Fahren mit angepasster Geschwindigkeit (z. B. Kampagnen, Verkehrserziehung, Nachschulung) festgehalten werden, dass sie einen **umfassenden gesellschaftlichen Ansatz** verlangen, der die demographischen Faktoren, die physische und soziale Umwelt, Persönlichkeits- und Entwicklungsfaktoren, die Fahrkompetenz u. a. m. berücksichtigt. **Eindimensionale Ansätze,** die z. B. die MFZ-Lenkenden nur über Wissensvermittlung zu einer adäquaten Geschwindigkeitswahl zu motivieren versuchen, werden **kaum zum Ziel führen.**

Überholabstand

Gemäss Art. 34 Abs. 4 SVG ist beim Überholen gegenüber allen Strassenbenützern ein ausreichender Abstand zu wahren. Weiter gilt gemäss Art. 35 Abs. 3 SVG, dass auf die zu Überholenden besonders Rücksicht zu nehmen ist.

Inwiefern in Anlehnung an die deutsche Strassenverkehrsordnung[70] die **explizite Erwähnung der Radfahrenden** nutzbringend wäre, kann kaum vorhergesagt werden. Ein grosser Effekt ist aber nicht zu erwarten. Allerdings gibt es in der schweizerischen Verkehrsregelnverordnung Beispiele in denen bezüglich eines Überholvorgangs z. B. Fussgänger namentlich erwähnt werden[71].

Eine Präzisierung der Vorschriften im Sinn einer **Quantifizierung des minimalen seitlichen Abstands** ist kaum möglich[72]. Der Überholabstand ist u. a. abhängig von der gefahrenen Geschwindigkeit und kann in einer Tempo-30-Zone im Einzelfall durchaus auch mal 1 m betragen. Im Regelfall und bei höheren Geschwindigkeiten sollte er mindestens 1,5 m betragen (zu Tempo 50 gibt es ein Urteil des Basler Appellationsgerichts (1988), das 1,50 m verlangt), was auch für Tempo 80 ausreichend ist. Der Überholende muss aber neben der Geschwindigkeit seines Fahrzeugs auch die gesamten Umstände berücksichtigen, z. B. Alter und Fahrverhalten des Radfahrers, Situation am rechten Strassenrand (Gefahren wie spielende Kinder, Autotüren, Ausfahrten, Schienen usw.), Wetter, Geschwindigkeit des Radfahrenden u. a.m.

Das sichere Überholverhalten kann auf edukativem Weg gefördert werden. Einerseits sollten die MFZ-Lenkenden bereits während der **Fahrausbildung** sensibilisiert werden. Hilfreich ist sicher, wenn MFZ-Lenkende selbst auch als Radfahrende unterwegs sind und somit einen Perspektivenwechsel machen können. Denkbar wäre, dass während der Fahrausbildung solche Rollenwechsel vorgenommen werden. Im Rahmen von **Kommunikationskampagnen/Aktionen** können Geschwindigkeit und Überholen durchaus gemeinsam thematisiert werden, eventuell sogar zusammen mit anderen Verhaltensaspekten, die die Sicherheit der Radfahrenden erhöhen (z. B. Ablenkung), (Kap. VII.5.5.3, S. 225).

Situative Gegebenheiten haben Einfluss auf das Überholverhalten. Durch die situationsangepasste Gestaltung der **Infrastruktur** können Überholvorgänge mit geringem seitlichem Abstand zu einem beachtlichen Anteil reduziert werden.

---

70 § 5 Abs. 4 StVO: (4) Wer zum Überholen ausscheren will, muss sich so verhalten, dass eine Gefährdung des nachfolgenden Verkehrs ausgeschlossen ist. Beim Überholen muss ein ausreichender Seitenabstand zu anderen Verkehrsteilnehmern, insbesondere zu Fußgängern und Radfahrern, eingehalten werden. Der Überholende muss sich sobald wie möglich wieder nach rechts einordnen. Er darf dabei den Überholten nicht behindern.

71 Art. 26 Abs. 2 VRV: Fussgängerkolonnen und Kolonnen von Benützern fahrzeugähnlicher Geräte dürfen nur in langsamer Fahrt überholt werden.

72 Es ist schwierig, eine sinnvolle, praktikable und unmissverständliche gesetzliche Formulierung zu fordern (und wurde daher von Interessenvertretern auch im Rahmen von VERVE (Verwesentlichung der Verkehrsregeln / Totalrevision der Verkehrsregeln- und Signalisationsverordnung) in der Schweiz auch nicht gefordert). «Mindestens 1 m» suggeriert, dass 1 m Abstand in jedem Fall genügt, was aber bei zunehmender Geschwindigkeit nicht ausreichend ist. Ein Abstand im Verhältnis zur gefahrenen Geschwindigkeit («1/3 des Tacho in dm») wäre inhaltlich besser, aber wohl zu kompliziert zum Kommunizieren und Rechnen und ergibt zudem z. B. bei Tempo 80 einen zu hohen Wert.

5.5.4 Massnahmenbeurteilung

In Tabelle 85 sind Zielsetzungen aufgeführt, die dazu beitragen, dass Radfahrende nicht durch eine inadäquate Geschwindigkeitswahl oder geringen Abstand beim Überholen von Radfahrenden durch manchen MFZ-Lenkenden zu Schaden kommen.

Tabelle 85
Massnahmen zur Reduzierung von Unfällen durch inadäquate Geschwindigkeitswahl oder geringen Abstand beim Überholen von Radfahrenden

Massnahme*	Beurteilung
In der 1. und 2. Phase der Fahrausbildung auf einen vorausschauenden, partnerschaftlichen, sicherheitsorientierten Fahrstil spezifisch im Umgang mit Radfahrenden hinarbeiten (Themen: Geschwindigkeit, Ablenkung, Vortrittsmissachtungen, Unvorsicht beim Richtungs- und Fahrstreifenwechsel, Überholabstand). Die Inhalte müssen in Theorie, Praxis und Prüfungen thematisiert werden.	Sehr empfehlenswert
Aktionen/Kontrollen der Polizei (mit oder ohne Sanktionen) zur Steigerung des fahrradspezifischen Gefahrenbewusstseins bei MFZ-Lenkenden (Sensibilisierung für das Thema Vortrittsmissachtungen, Geschwindigkeit, Ablenkung, Überholabstand usw.)	Empfehlenswert (aber bei genügend intensiver Umsetzung teuer, da personalintensiv)
Generell intensivierte Polizeikontrollen bzgl. Geschwindigkeit	Empfehlenswert (aber Nutzen reduziert, da fokussiert auf signalisierte Höchstgeschwindigkeit und den Verhältnissen nicht angepasste Geschwindigkeit)
Gut konzipierte Kommunikationskampagne/Aktionen zur Steigerung des fahrradspezifischen Gefahrenbewusstseins bei MFZ-Lenkenden (Sensibilisierung für das Thema Vortrittsmissachtungen, Geschwindigkeit, Ablenkung, Überholabstand und unvorsichtiges Türöffnen)	Empfehlenswert (idealerweise kombiniert mit Polizeipräsenz)
Gesetzliche Präzisierungen zum Überholvorgang	Nicht empfehlenswert (nicht ressourceneffizient – und bezüglich Mindestabstand kaum möglich)

* Differenzierte Ausführungen finden sich in den Sicherheitsdossiers «Der Faktor Geschwindigkeit im motorisierten Strassenverkehr» (Ewert et al. 2010 [220]) und «Personenwagen-Lenkende und -Mitfahrende» (Walter et al. 2011, [115])

5.6 Fazit

Die MFZ-Lenkenden können einen bedeutenden Beitrag zur Steigerung der Sicherheit der Radfahrenden leisten. Dementsprechend ist es folgerichtig, die MFZ-Lenkenden gezielt in ihrer Fahrweise zu beeinflussen. Das globale Ziel besteht darin, einen vorausschauenden, sicherheitsorientierten und partnerschaftlichen Fahrstil zu fördern. **Fahrgeschwindigkeit**, **Ablenkung** und **mangelndes Gefahrenbewusstsein** der MFZ-Lenkenden, die eine sehr hohe Zahl an **Vortrittsmissachtungen und Kollisionen beim Richtungs- und Fahrstreifenwechsel** nach sich ziehen, haben die höchste Relevanz für die Radfahrenden. Weitere Gefahren für Radfahrende ergeben sich durch einen zu **geringen Überholabstand** und das **unvorsichtige Türöffnen**.

In der **Fahrausbildung** der MFZ-Lenkenden sollte das fahrradspezifische Gefahrenbewusstsein vertieft gefördert werden. Hierzu sind aber – auch um nebst den Neulenkenden die restlichen MFZ-Lenkenden erreichen zu können – weitere Bemühungen notwendig. Über welche Kanäle und in welcher Form MFZ-Lenkende für die Sicherheit von Radfahrenden zu sensibilisieren sind, müsste in einer **vertieften Situationsanalyse** geklärt werden. Im Vordergrund sollte eine **allgemeine fahrradspezifische Gefahrensensibilisierung** stehen (inkl. der Themen Ablenkung und Geschwindigkeitswahl), die zur Reduktion der Vortrittsmissachtungen und Fehler bei Richtungs- und Fahrspurwechseln beitragen kann. Auch der Überholabstand und das Türöffnen sollten wenn möglich thematisiert werden. Denkbar sind diverse Strategien des sozialen Marketings von massenmedialen **Kampagnen** bis zu qualitativ hochwertigen Face-to-Face-Kontakten in **Aktionen/Events**. Allerdings besteht die Schwierigkeit, mehrere Themen

und Handlungsanweisungen in einer Kampagne zu integrieren. Vermutlich ist es schwieriger, MFZ-Lenkende via Kommunikationskampagnen für die Sicherheit der Radfahrenden zu sensibilisieren als die Radfahrenden selbst (Letztere haben ein grösseres Interesse an ihrer eigenen Sicherheit). Wünschenswert ist auch ein Engagement der **Polizei** (Aufklärungsarbeit mit oder ohne Sanktionen). Denn durch ein geeignetes Vorgehen kann eher gewährleistet werden, dass nicht nur die bereits sensibilisierten MFZ-Lenkenden erreicht werden, wie dies bei Kommunikationskampagnen/Aktionen oft die Gefahr ist. Geschwindigkeitswahl, Ablenkung, Vortrittsmissachtungen sowie Unachtsamkeit beim Richtungs- und Fahrspurwechsel müssten bei Polizeikontrollen/Aktionen im Vordergrund stehen.

Optimierungen bei der Fahreignungsabklärung der MFZ-Lenkenden und ein koordiniertes Vorgehen der Akteure zur **systematischen Bedienung von älteren MFZ-Lenkenden mit Informationsmaterial** zu sicherheitsrelevanten, alters- oder krankheitsbedingten Leistungsbeeinträchtigungen sollten gefördert werden – auch mit Bezug zu Radfahrenden.

Den MFZ-Lenkenden kommt auch deshalb eine zentrale Bedeutung bei der Sicherheit der Radfahrenden zu, weil Kinder und Jugendliche entwicklungsbedingt Defizite aufweisen. «Fehler» dieser Verkehrsteilnehmergruppe müssen weitgehend **durch die MFZ-Lenkenden kompensiert** werden.

Ergänzend ist anzumerken, dass das Fahrverhalten sowohl der MFZ-Lenkenden wie auch der Radfahrenden zu einem beachtlichen Teil auch durch die situativen Gegebenheiten der Infrastruktur (Kap. VII.7, S. 246) bestimmt wird. Speziell zu denken ist an die grosse Problematik der Vortrittsmissachtungen. Defizite der MFZ-Lenkenden können wirksam auch fahrzeugseitig aufgefangen werden (Kap. VII.6, S. 228).

6. Kollisionsobjekte

6.1 Einleitung

Im vorliegenden Kapitel wird aufgezeigt mit welchen technischen Massnahmen an potenziellen Kollisionsfahrzeugen die Sicherheit der Radfahrenden gesteigert werden kann[73].

Um die Schwere von Verletzungen im Fall einer Kollision zu reduzieren, besteht die Möglichkeit die strukturgeometrischen Eigenschaften der **Fahrzeugfront** anzupassen (Kap. VII.6.2, S. 229). Um Kollisionen von vornherein zu vermeiden, ist es essenziell, dass die Lenkenden eine möglichst uneingeschränkte Sicht nach draussen haben. Insbesondere bei Lastwagen besteht das Problem der **mangelnden Überblickbarkeit.** Aber auch bei Personenwagen verdecken die sogenannten A-Säulen einen Teil der Fahrumgebung (Kap. VII.6.4, S. 236). Einen weiteren Beitrag zur Sicherheit können Optimierungen an der **Beleuchtungsanlage** leisten (Kap. VII.6.3, S. 233)

Eine umfassende Sicherheitsoptimierung von Motorfahrzeugen hat nicht nur zum Ziel, Gefahren zu beseitigen, die vom Fahrzeug selbst ausgehen, sondern muss auch die Lenkenden und die von ihnen ausgehenden Gefahren miteinbeziehen. **Elektronische Systeme** können den Lenkenden sicherheitsrelevante Informationen zur Verfügung

[73] Gegenmassnahmen ohne nennenswerte Relevanz zum aktuellen Unfallgeschehen der Radfahrenden werden ausgeklammert (wie z. B. Geräuschmodule für Hybrid- und Elektrofahrzeuge).

stellen oder sogar kritische Fahrsituationen entschärfen (Kap. VII.6.5, S. 241).

6.2 Fahrzeugfronten

6.2.1 Ausgangslage

Im Kapitel Risikofaktoren konnten zwei Eigenschaften von Fahrzeugfronten eruiert werden, die besonders verletzungsrelevant sind: die Form- und die Steifigkeitsaggressivität. Beide Merkmale sind bei Gütertransportfahrzeugen bedeutend problematischer als bei Personenwagen. Andererseits variieren sie auch innerhalb der Personenwagen von Modell zu Modell.

Gegenwärtig ist der Partnerschutz für ungeschützte Verkehrsteilnehmende bei den weitaus meisten Fahrzeugen als völlig ungenügend zu bezeichnen.

6.2.2 Zielsetzung

Frontpartien sind derart zu konstruieren, dass insbesondere die vulnerabelsten Körperstellen (vor allem der Kopf, aber auch der Oberkörper) möglichst wenig belastet werden. Dies gilt vor allem für Personenwagen als Hauptkollisionsobjekt der Radfahrenden, aber auch für Nutzfahrzeuge.

Deformationsweg unterhalb der Motorhaube: In den letzten Jahren hat sich der Platz im Motorraum zunehmend verringert: Die Fronten werden immer kürzer und gleichzeitig aus Luftwiderstandsgründen vorn abgesenkt, Motoren werden tendenziell grösser und es werden immer mehr Zusatzaggregate wie Klimaanlage, ABS usw. eingebaut (Abbildung 35).

Das hat zur Folge, dass zwischen der Motorhaube und den harten Aggregaten im Motorraum oftmals zu wenig Deformationsweg übrig bleibt. Wie Untersuchungen gezeigt haben, reichen für einen guten Schutz bereits 6 cm Deformationsweg bis zu den harten Teilen im Motorraum, sofern unter der Haube energieabsorbierendes Material eingebaut wird [125].

Aktive Anhebung der Motorhaube: Sensoren erfassen Personen vor dem Fahrzeug und lösen unmittelbar vor einer drohenden Kollision die Anhebung der Motorhaube aus. Die angehobene Motorhaube reduziert durch ein energieabsorbie-

Abbildung 35
Vergleich der Platzverhältnisse im Motorraum (heute/früher)



Quelle: Vau-Max

Abbildung 36
Aktive Motorhaube im angehobenen Zustand



Quelle: autoliv.com

rendes Federungssystem die Belastungen beim Aufprall (Abbildung 36) [221].

Crash-Tests zeigen einen massiven Sicherheitsgewinn aktiver Motorhauben: Je nach Aufprallposition des Kopfs können die Belastungen um 20 bis 90 % reduziert werden [222].

Aussenairbags: Aussenairbags könnten vor allem im Bereich der Windschutzscheibe und der A-Säulen gute Dienste leisten, weil diese Strukturen nicht oder kaum verletzungsreduzierend konstruiert werden können (Abbildung 37). Gerade in Bezug auf Fahrradunfälle ist dem Bereich der Windschutzscheibe und ihrer Umrahmung besondere Beachtung zu schenken, weil Untersuchungen gezeigt haben, dass der Kopf von Radfahrenden häufig hier aufschlägt [128].

Wie Crash-Tests zeigen, stellen Aussenairbags eine hochwirksame Einrichtung dar, um die Kopfbelastungen angefahrener Personen zu reduzieren (Abbildung 38).

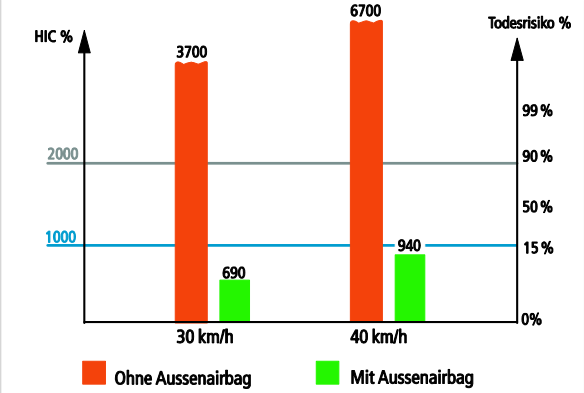
Formoptimierung und Steifigkeitsreduktion: Es existiert eine ganze Reihe von technisch relativ einfachen Möglichkeiten zur Erhöhung des Partnerschutzes. Nebst der Reduktion der Motorhaubensteifigkeit (Abbildung 39) gehören hierzu insbesondere auch die Vermeidung von scharfen Kanten und Ecken, die Verwendung von elastischeren Stossfängern, die Vermeidung von hohen und senkrechten Frontflächen, das Überdecken von Scheibenwischern mit der Motorhaube und die Verlagerung der harten Haube-Kotflügel-Grenze nach möglichst weit aussen, weil in dieser Zone Kopfkontakte seltener sind.

Abbildung 37
Aussenairbags



Quelle: Cranfield Impact Centre

Abbildung 38
Reduktion der Kopfbelastung durch Aussenairbags (Head Injury Criterion HIC)



Quelle: autoliv.com

Abbildung 39
Vergleich von harter und weicher Motorhaube



Quelle: TCS

Fazit: Es existieren verschiedene technische Möglichkeiten, um die Verletzungsschwere im Fall einer Kollision zu reduzieren. Strukturtechnische Modifikationen der Frontpartie wirken bis zu Aufprallgeschwindigkeiten von maximal 40 km/h. Da der Grossteil aller Kollisionen mit Radfahrenden in diesem Bereich liegt, ergibt sich ein beachtliches Rettungspotenzial (Tabelle 86). Die Wirksamkeit von Frontoptimierungen ist umso höher, je mehr es durch begleitende Massnahmen gelingt, die Innerortsgeschwindigkeiten zu reduzieren [223].

Tabelle 86
Nutzenabschätzung für Sicherheitsoptimierungen der Fahrzeugfront

Bezeichnung	Rettungspotenzial (bezogen auf schwer oder tödlich verletzte Radfahrende)
Sicherheitsoptimierte Front konstruktionen (Formoptimierung, Steifigkeitsreduktion, aktive Motorhaube, Aussenairbags)	****

* sehr gering / ***** sehr gross

6.2.3 Umsetzung

Gesetzliche Vorschriften: Gemäss Art. 104a VTS müssen Neufahrzeuge (Personenwagen und leichte Nutzfahrzeuge) in Übereinstimmung mit den EG-Vorschriften gewisse Anforderungen zum Partnerschutz erfüllen, um eine Typengenehmigung zu erhalten (Richtlinie Nr. 2003/102/EG [74] bzw. Nr. 70/156/EWG [75]). Diese Richtlinie verfolgt das Ziel, die Schwere der Verletzungen zu mindern, Fussgänger und andere ungeschützte Verkehrsteilnehmende – wie Rad fahrende Personen – beim Aufprall auf die Frontflächen der oben erwähnten Fahrzeuge erleiden. Weitergehende gesetzliche Forderungen an die Autohersteller sind für die Schweiz als Nicht-EU-Mitglied, als Land ohne eigene Automobilindustrie und mit verhältnismässig kleinem Absatzanteil nicht realistisch. Um die Sicherheit in diesem Bereich zu fördern, bedarf es internationaler Zusammenarbeit (z. B. Einsitz in den Arbeitsgruppen der Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen UN/ECE).

Sensibilisierung und Informierung: Die Entwicklung und die Produktion von Technologien zum Partnerschutz sind mit Zusatzkosten verbunden, die letztendlich die Konsumenten zu tragen haben. Da diese Mehrkosten aber nicht der eigenen Sicherheit zu Gute kommen, bedarf es einer gezielten Überzeugung, indem der Fokus auch auf die eigenen Vorteile gelegt wird. Dem Beispiel von Euro NCAP folgend, kann beispielsweise der Wegfall von psychischen Traumata aufgegriffen werden, die viele erleiden, nachdem sie einen Fussgänger oder Radfahrer verletzt oder gar getötet haben.

[74] Richtlinie 2003/102/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. November 2003
[75] Richtlinie 70/156/EWG des Rates vom 6. Februar 1970

Zur Sensibilisierung für den Partnerschutz eignen sich verschiedene, massenmediale Informationskanäle wie Autozeitschriften, Internetseiten und Konsumentenbroschüren. Vermittelt werden können insbesondere Informationen aus den Euro-NCAP-Tests, die nicht wie früher ausschliesslich die Sicherheit der Fahrzeuginsassen, sondern auch den äusseren Partnerschutz überprüfen (Abbildung 40). Bei solchen Crash-Versuchen sollten künftig auch explizit Radfahrende als Kollisionsgegner berücksichtigt werden. Derart kommunizierte, unabhängige Crashtestergebnisse erlauben es den Kaufinteressenten nicht nur, ihr Fahrzeug unter Berücksichtigung des Partnerschutzes auszuwählen, sondern erhöhen gleichzeitig auch den Druck auf die Fahrzeughersteller, vorhandene Schutzmöglichkeiten in ihre Fahrzeugmodelle einzubauen [224].

6.2.4 Massnahmenbeurteilung

Zur Förderung des Partnerschutzes bedarf es gezielter Massnahmen. Die Verbreitung von verletzungsreduzierenden Fronten kann insbesondere durch Vorschriften an die Automobilindustrie beschleunigt werden, was aber nur im Rahmen einer internationalen Zusammenarbeit möglich ist. Ergänzend ist auch die Sensibilisierung und Informierung der Konsumenten sinnvoll (Tabelle 87).

Abbildung 40
Beispiel einer Euro-NCAP-Beurteilung zum Fussgängerschutz



Quelle: euroncap.com

Tabelle 87
Massnahmen zur Förderung sicher gestalteter Fahrzeugfronten

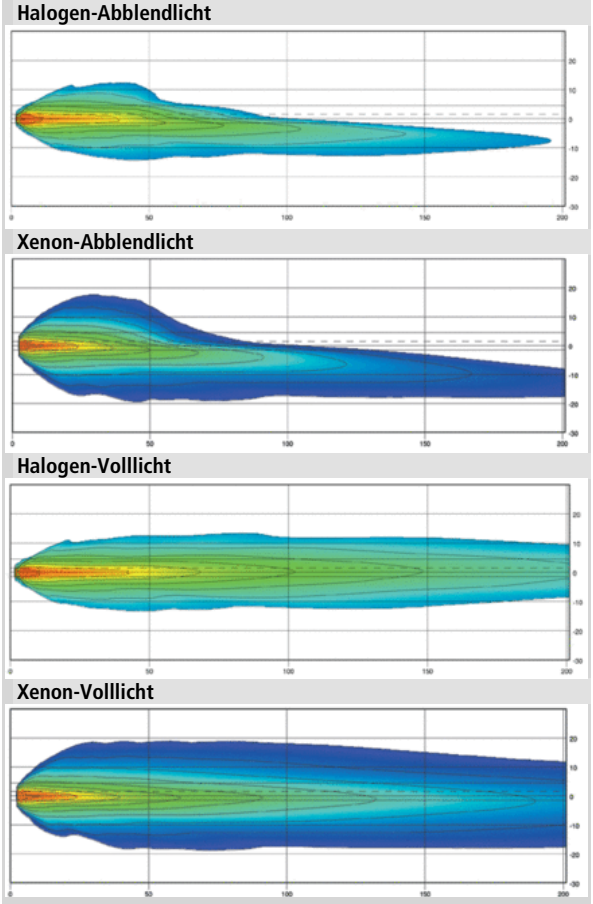
Massnahme	Beurteilung
Verbreitung von Konsumenteninformationen zum Partnerschutz bei Personenwagen	Empfehlenswert
In internationalen Arbeitsgruppen (z. B. UN/ECE) die technischen Anforderungen zum Partnerschutz verschärfen	Empfehlenswert

6.3 Fahrzeugbeleuchtung

6.3.1 Ausgangslage

Die präventive Funktion der Beleuchtungsanlage umfasst im Grunde genommen die beiden Aspekte «sehen» und «gesehen werden». Neben der Ausleuchtung des Verkehrsraums bei Dunkelheit erfüllt die Beleuchtungsanlage auch am Tag eine wichtige Schutzfunktion. Durch Tagfahrleuchten sind Motorfahrzeuge für Radfahrende nicht nur früher erkennbar, sondern auch ihre Annäherungsgeschwindigkeit und Distanz ist besser einschätzbar.

Abbildung 41
Vergleich von Halogen- und Xenon-Scheinwerfern



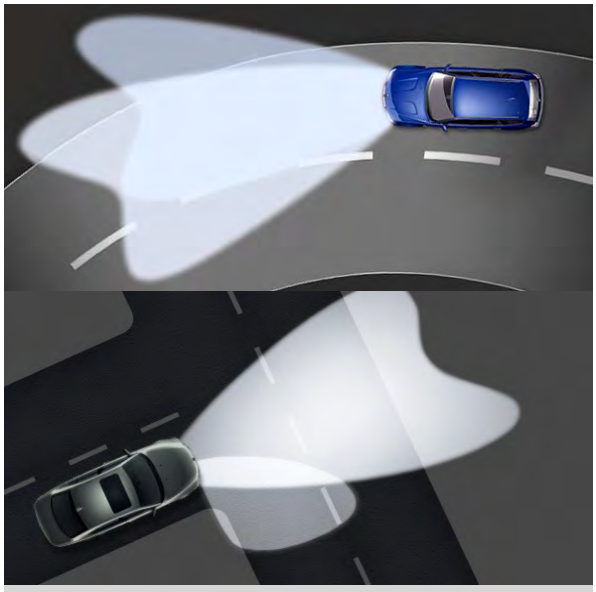
Quelle: Hella

6.3.2 Zielsetzung

Xenon- und LED-Schweinwerfer haben gegenüber konventionellen Halogenglühlampen einige entscheidende Vorteile. Sie weisen eine grössere Sichtbarkeitsweite, eine breitere seitliche Lichtverteilung und eine höhere Fahrbahnleuchtdichte auf (Abbildung 41). Dadurch können Radfahrende früher erkannt werden, sodass die verfügbare Reaktionszeit wesentlich erhöht wird [225].

Dank **intelligenter Lichtsteuerungen,** wie z. B. Kurven- und Abbiegelicht, passt sich der Lichtkegel den situativen Gegebenheiten an, sodass die Strasse im Vergleich zu den konventionellen, starren Scheinwerfern besser ausgeleuchtet wird (Abbildung 42).

Abbildung 42
Dynamisches Kurvenlicht (oben) und statisches Kurvenlicht/ Abbiegelicht (unten)



Quelle: BMW

Durch den Einsatz von **Nachtsichtgeräten** erhält der Fahrer Informationen, die über den räumlichen Abdeckungsbereich der Scheinwerfer hinausgehen [226]. Objekte vor dem Fahrzeug werden durch Infrarotsensoren erfasst und im Fahrzeug dargestellt. Moderne Nachtsichtgeräte können sogar Personen auf der Fahrbahn detektieren, sodass die Fahrzeuglenkenden entsprechend gewarnt werden können (Abbildung 43). Hierbei besteht auch die Möglichkeit, dass ein Richtscheinwerfer die Gefahrenstelle kurz anblinkt (Gefahrenmarkierungslicht) (Abbildung 44). Dadurch werden nicht nur die Fahrzeuglenkenden gewarnt, sondern auch die Radfahrenden selbst.

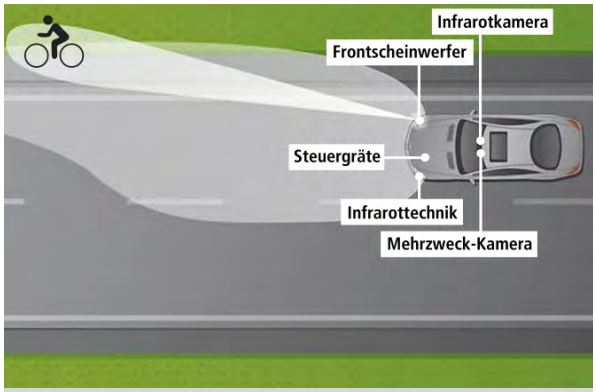
Tagfahrleuchten stellen eine energiesparende und langlebige Alternative zum Abblendlicht dar und sollen die Erkennbarkeit der Fahrzeuge insbesondere bei widrigen Witterungsverhältnissen steigern (Abbildung 45). Wo ein Fahrzeug mit Licht infolge des verstärkten Kontrasts erkannt wird, kann ein unbeleuchtetes Fahrzeug leichter übersehen werden. Dank Tagfahrleuchten wird zudem die Distanz geringer und die Geschwindigkeit höher eingeschätzt als bei Fahrzeugen ohne Licht. Dies schützt Radfahrende vor Verhaltensweisen mit geringeren Sicherheitsreserven. Eine Metastudie ergab, dass Licht am Tag die Anzahl Kollisionen mit Radfahrenden um 10 % senken kann [171].

Abbildung 43
Nachtsichtgerät



Quelle: Audi

Abbildung 44
Spotlight (Gefahrenmarkierungslicht)



Quelle: Mercedes-Benz

Abbildung 45
Tagfahrleuchten



Quelle: Audi

Fazit: Tagfahrleuchten erhöhen die Erkennbarkeit und ermöglichen den Radfahrenden eine bessere Einschätzung von Geschwindigkeit und Distanz herannahender Fahrzeuge. Bei Dunkelheit lässt sich die Sicht der Lenkenden durch bessere Leuchtmittel, wie Xenon- oder LED-Scheinwerfer, eine variable Lichtverteilung in Quer- und Längsrichtung sowie ergänzend dazu Nachtsichtgeräte (idealerweise mit integrierter Personendetektion) verbessern. Teilweise wird befürchtet, dass eine verbesserte Beleuchtung zu schnellerem Fahren verleiten könnte, sodass die technischen Sicherheitseffekte nicht voll zum Tragen kommen. Das Rettungspotenzial lichttechnischer Optimierungen fällt eher bescheiden aus, nicht zuletzt weil die Nacht-Exposition der Radfahrenden verhältnismässig gering ist (Tabelle 88).

Tabelle 88
Lichttechnische Möglichkeiten

Bezeichnung	Rettungspotenzial (bezogen auf schwer oder tödlich verletzte Radfahrende)
Xenon-/LED-Scheinwerfer	*
Dynamisches und statisches Kurvenlicht	*
Gefahrenmarkierungslicht	**
Nachtsichtgeräte mit Personenerkennung	**
Tagfahrleuchten (DRL)	**

* sehr gering / ***** sehr gross

6.3.3 Umsetzung

Die genannten **lichttechnischen Innovationen** zur Optimierung der Sicht bei Nacht haben bereits heute in vielen Automodellen Einzug gehalten – aufgrund der noch hohen Kosten jedoch primär in den Oberklassen-Fahrzeugen. In Zukunft werden sie sich vermehrt auch in den unteren Fahrzeugklassen durchsetzen. Da diese Systeme auch die Sicherheit der Insassen erhöhen und einen gewissen Komfortgewinn mit sich bringen, kann davon ausgegangen werden, dass die Konsumenten bereit sind, die Mehrkosten zu tragen, sofern sie vom Zugewinn an Fahrsicherheit überzeugt sind. Deshalb sind gezielte **Informationen** gefragt, die den potenziellen Sicherheitsgewinn aufzeigen. Hierbei sollte aber auch für die Problematik einer unerwünschten Verhaltensadaptation sensibilisiert werden, da nicht auszuschliessen ist, dass gewisse Lenker in Anbetracht der besser ausgeleuchteten Strassen schneller fahren.

Tagfahrleuchten sind für neue Personenwagen und kleinere Lieferwagen (Klasse M1 und N1) in der Schweiz (wie auch in der EU) seit dem 7. Februar 2011 Pflicht, für neue Fahrzeuge der übrigen Klassen (Busse und Lastwagen) ab dem 7. August 2012[76].

Beim bestehenden Fahrzeugpark ist eine Nachrüstung in der Regel technisch problemlos möglich, gesetzlich aber nicht verlangt. Stattdessen gilt für Fahrzeuge ohne Tagfahrleuchten eine Soll-Vorschrift, wonach auch am Tag das Abblendlicht

[76] Richtlinie 2008/89/EG der Kommission vom 24. September 2008 zur Änderung der Richtlinie 76/756/EWG des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über den Anbau der Beleuchtungs- und Lichtsignaleinrichtungen für Kraftfahrzeuge und Kraftfahrzeuganhänger zwecks Anpassung an den technischen Fortschritt

eingeschaltet werden soll (Art. 31 Abs. 5 VRV). Aufgrund der gegebenen Situation und der bereits erreichten Lichteinschaltquote von rund 60 % bei schöner Witterung (Personenwagen im Jahr 2010) erscheint eine Umwandlung der Soll-Vorschrift in ein **Obligatorium für das Fahren mit Licht** sinnvoll. Da dies bereits im Massnahmenpaket Via sicura vorgesehen ist, sind keine weiteren Schritte erforderlich.

6.3.4 Massnahmenbeurteilung

Lichttechnische Optimierungen bei zweispurigen Motorfahrzeugen können einen gewissen Sicherheitsbeitrag für Radfahrende leisten. Bereits etablierte Systeme, wie z. B. Tagfahrleuchten, lassen sich per Gesetz bzw. VTS vorschreiben. Innovative Beleuchtungstechnologien müssen demgegenüber zunächst auf edukativem Weg mittels gezielter Vermittlung von Informationen an potenzielle Kunden gefördert werden (Tabelle 89).

Tabelle 89
Massnahmen zur Förderung lichttechnischer Verbesserungen

Massnahme	Beurteilung
Verbreitung von Konsumenteninformationen zu fortschrittlichen Fahrzeugtechnologien	Empfehlenswert
Übernahme der EU-Vorschriften zur Ausrüstung von Neufahrzeugen mit Tagfahrleuchten	Empfehlenswert
Als ergänzende Verhaltensvorschrift: Umwandlung der geltenden Soll-Vorschrift in ein Obligatorium zum Fahren mit Licht (Teil von Via sicura)	Empfehlenswert

6.4 Massnahmen gegen tote Winkel

6.4.1 Ausgangslage

Ein wichtiger Grund für Kollisionen mit Lastwagen liegt darin, dass sich Radfahrende im toten Winkel befinden und infolgedessen von den LW-Lenkenden nicht gesehen werden. Bei rechts abbiegenden Lastwagen besteht für Radfahrende die Gefahr, seitlich unter das Fahrzeug zu geraten. Glücklicherweise kommen Unfälle mit Lastwagen relativ selten vor.

Bei Personenwagen sind tote Winkel ebenfalls vorhanden, wobei von Experten insbesondere die Verdeckungsgefahr durch die vorderen A-Säulen bemängelt wird. Auch wenn PW-Lenkende grundsätzlich die Möglichkeit haben, durch ihr Blickverhalten die A-Säulen-Verdeckung mehr oder weniger zu kompensieren [131,227], und die Rechtsprechung genau dies fordert[77], besteht bezüglich der Gestaltung von A-Säulen Handlungsbedarf.

6.4.2 Zielsetzung

Personenwagen: Ein möglicher Ansatz zur Reduktion der A-Säulen-Problematik sind Säulen mit

Abbildung 46
A-Säule mit Durchsicht



Quelle: Volvo

[77] Bundesgerichtsurteil 6B_788/2009 vom 27. November 2009

Gitterstruktur, die eine grosse Durchsicht erlauben (Abbildung 46). Die Realisierbarkeit dieser aus Konzeptstudien stammenden Idee hängt davon ab, ob eine genügend hohe Stabilität für den Insassenschutz erreicht werden kann. Aber auch mit der konventionellen Bauweise lassen sich Optimierungen erreichen (Abbildung 47).

Besonders Erfolg versprechend sind sogenannte Notbremssysteme. Dank der elektronischen Überwachung der Fahrzeugumgebung mit integrierter Warn- und Anhaltfunktion können die Gefahren der A-Säulen-Verdeckung aufgefangen werden (Abbildung 48) (Kap. VII.6.5, S. 241).

Lastwagen: Für LW-Lenker ist insbesondere problematisch, dass sie einen grossen Bereich entlang der rechten Fahrzeugseite und unmittelbar vor dem Lastwagen nicht direkt einsehen können. Probleme ergeben sich vor allem beim Abbiegen nach rechts. Spezielle Spiegel (z. B. Towispick®, Abbildung 49) ermöglichen dank einer starken Wölbung einen erweiterten Überblick über diese Gefahrenzonen (Abbildung 50). Sichtfenster in den Seitentüren bzw. tief heruntergezogene Seitenfenster und Windschutzscheiben führen zu einer weiteren Verbesserung der Sichtverhältnisse [228].

Abbildung 47
Optimierte A-Säule mit erhöhter Sicht



Quelle: AutoBild.de

Abbildung 48
Fahrassistenzsystem zur Warnung vor potenziellen Gefahren



Quelle: BMW

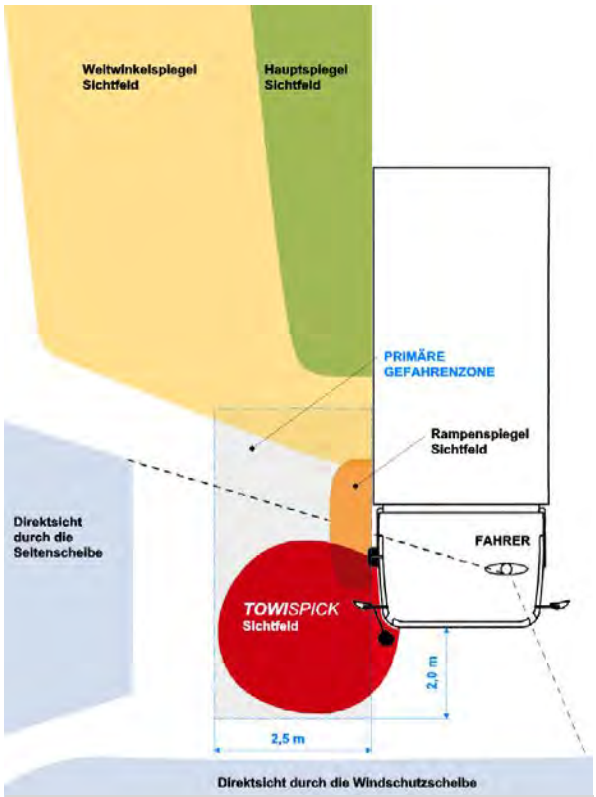
Abbildung 49
Sichtbereiche des Towispicks



Quelle: www.blaserwbc.ch

Vielversprechend sind Abbiegeassistenten mit einer elektronischen Überwachung der seitlichen toten Winkel. Die LW-Lenker können mittels akustischer und visueller Warnung auf die potenzielle Gefahr aufmerksam gemacht werden (Abbildung 51).

Abbildung 50
Sichtbereiche des LW-Lenkers



Quelle: blaserwbc.ch

Abbildung 51
Abbiegeassistent mit Überwachung des toten Winkels



Quelle: MAN

Warnhinweise: Um die Radfahrenden beim seitlichen Rechtsvorfahren auf die lauernden Gefahren aufmerksam zu machen, besteht die Möglichkeit, rechts am Lastwagenheck auf Augenhöhe der Radfahrenden einen Warnhinweis (Aufkleber) anzubringen. Der Schweizerische Nutzfahrzeugverband (ASTAG) und der Verkehrs-Club der Schweiz (VCS) haben in einer gemeinsamen Aktion einen solchen Warnkleber entworfen.

Unterfahrschutz: Für den Fahrradverkehr sind weniger der Front- und Heckunterfahrschutz als vielmehr der Flankenschutz relevant. Der Flankenschutz muss den Raum zwischen den Vorder- und Hinterrädern des Lastwagens flächig (d. h. geschlossen) abdecken

Abbildung 52
Warnhinweis



Quelle: ASTAG

Abbildung 53
Geschlossener Unterfahrschutz



Quelle: www.megaform-eu.de

(Abbildung 53). Durch eine geschlossene Konstruktion wird nicht nur das Hineinfallen in diesen Bereich verunmöglicht, sondern gleichzeitig auch ein Verhaken verhindert, wie es bei den üblichen Gitterkonstruktionen geschehen kann [229,230]. Wie in einem Versuch aufgezeigt wurde, bringt die Montage eines geschlossenen Seitenschutzes den positiven Nebeneffekt einer Kraftstoffverbrauchsreduktion mit sich [231].

Der Vollständigkeit halber soll darauf hingewiesen werden, dass das Problem des toten Winkels nebst den Vorkehrungen an den Lastwagen auch durch infrastrukturelle Massnahmen wie vorgezogene Haltelinien und Trixi-Spiegel angegangen werden kann (Abbildung 54). Ergänzend zu den technischen Massnahmen sind auch aufklärende Massnahmen erforderlich, wobei insbesondere Kinder auf die Gefahren des toten Winkels aufmerksam gemacht werden müssen (Abbildung 55).

Fazit: Für PW- und LW-Lenkende sind nicht alle Bereiche der näheren Fahrzeugumgebung direkt einsehbar, sodass tote Winkel entstehen. Um Radfahrende vor den entsprechenden Gefahren zu schützen, existieren nebst infrastrukturellen und edukativen Massnahmen auch verschiedene fahrzeugtechnische Lösungen. Dies sind namentlich z. B. ein geschlossener Unterfahrschutz, ein Tote-Winkel-Spiegel, ein Warnhinweise am Heck, A-Säulen in Gitterstruktur und Fahrassistenzsysteme mit elektronischer Detektion von Radfahrenden. Da sich Tote-Winkel-Unfälle verhältnismässig selten ereignen, fällt das Rettungspotenzial insgesamt eher bescheiden aus (Tabelle 90).

Abbildung 54
Ergänzende Massnahme: Trixispiegel und vorgezogene Haltelinie



Quelle: www.nationaler-radverkehrsplan.de

Abbildung 55
Ergänzende Massnahme: Gefahrensensibilisierung der Kinder



Quelle: Verkehrswacht

Tabelle 90
Fahrzeugseitige Massnahme zur Verhinderung von Tote-Winkel-Unfällen

Bezeichnung	Rettungspotenzial (bezogen auf schwer oder tödlich verletzte Radfahrende)
Geschlossener Unterfahrschutz	(*)
Tote-Winkel-Spiegel	(*)
Warnhinweise am Heck	(*)
A-Säulen in Gitterstruktur	*(*)
Kollisionsvermeidungssysteme	*****[1]

[1] Das Rettungspotenzial bezieht sich nicht ausschliesslich auf die Vermeidung von Tote-Winkel-Unfällen, sondern auch auf Unfälle mit anderen Ursachen.

* sehr gering / ***** sehr gross

6.4.3 Umsetzung

Tote-Winkel-Spiegel: In Art. 112 VTS wird vorgeschrieben, dass alle Motorwagen links und rechts aussen je einen Rückspiegel tragen müssen. Nutzfahrzeuge über 7,5 t Gesamtgewicht müssen in Übereinstimmung mit der Richtlinie 2003/97/EG[78] oder dem ECE-Reglement Nr. 46 zur Gewährleistung eines erweiterten Sichtfelds zusätzlich mit einem grosswinkligen Aussenspiegel (Weitwinkelspiegel), einem Rampenspiegel und einem Frontspiegel ausgerüstet sein. Damit sind die Möglichkeiten der Spiegel bereits weitestgehend ausgeschöpft.

Unterfahrschutz: Art. 104 VTS schreibt vor, dass Lastwagen (der Klassen N_2 und N_3) mit einer seitlichen Schutzvorrichtung ausgerüstet sein müssen, die der Richtlinie Nr. 89/297EWG[79] bzw. dem ECE-Reglement Nr. 73 entspricht. Diese Reglemente erlauben einen offenen seitlichen Unterfahrschutz zwischen Vorder- und Hinterrädern. Wünschenswert wäre eine Verschärfung dahingehend, dass nur noch geschlossene seitliche Schutzvorrichtungen verwendet werden dürfen. Der geschlossene Unterfahrschutz kann kurzfristig auch via ASTAG gefördert werden, indem der positive Nebeneffekt der Treibstoffersparnis in den Vordergrund gestellt wird. Die Investitionen amortisieren sich je nach Fahrleistung in 3–5 Jahren [231].

Warnhinweis: Der von ASTAG und VCS entworfene Warnkleber wird gratis an Nutzfahrzeuglenkende abgegeben. Da die Verbreitung und der Bekanntheitsgrad des Klebers noch zu gering sind, ist die Aktion weiterzuführen.

Fahrassistenzsysteme: Technische Systeme, die (auch) Tote-Winkel-Unfälle verhindern können, werden gegenwärtig noch relativ selten angeboten. Die Verbreitung derartiger Systeme lässt sich insbesondere auf edukativem Weg mittels Informierung potenzieller Kunden fördern.

6.4.4 Massnahmenbeurteilung

Zur Vermeidung von Tote-Winkel-Unfällen schreibt der Gesetzgeber bereits verschiedene technische Schutzeinrichtungen wie spezielle Spiegel und Unterfahrschutz vor. Ergänzend dazu sind auf edukativem Weg mittels Sensibilisierung und Informationsvermittlung insbesondere geschlossene Flankenschutzsysteme und Fahrerassistenzsysteme (Notbremssysteme und Abbiegeassistenten) zu propagieren (Tabelle 91).

Tabelle 91
Massnahmen zur Reduktion von Tote-Winkel-Unfällen

Massnahme	Beurteilung
Geschlossener Flankenschutz gesetzlich vorschreiben	Empfehlenswert (Nutzen jedoch gering)
Warnkleber an LW-Lenkende abgeben	Empfehlenswert (Nutzen jedoch gering)
Promotion der freiwilligen Umrüstung auf geschlossene Flankenschutz-Systeme	Bedingt empfehlenswert (nur bei geringem Mitteleinsatz)
Verbreitung von Konsumenteninformationen zu Fahrassistenzsystemen	Empfehlenswert

[78] Richtlinie 2003/97/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 10. November 2003
[79] Richtlinie des Rates 89/297/EWG vom 13. April 1989

6.5 Elektronische Sicherheitssysteme

6.5.1 Ausgangslage

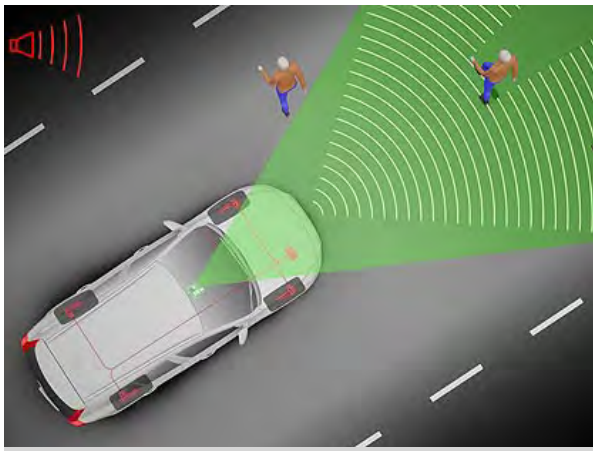
Die aktive Teilnahme am Strassenverkehr ist eine komplexe Überwachungs- und Regelungsaufgabe, bei der sich immer wieder menschliche Fehler einschleichen. So liegt eine häufige Unfallursache beispielsweise darin, dass Radfahrende infolge von Ablenkung und/oder visuellen Leistungsgrenzen zu spät wahrgenommen oder gänzlich übersehen werden (sogenannte «Looked-but-Failed-to-See»-Problematik [232]). Im Rahmen der polizeilichen Unfallprotokollierung zeigt sich diese Problematik u. a. im hohen Anteil der Unfälle infolge einer Vortrittsmissachtung. Vortrittsmissachtungen beruhen eher selten auf einem absichtlichen Verweigern des Vortrittsrechts der Radfahrenden, sondern widerspiegeln vielmehr eine visuelle Überbeanspruchung, der insbesondere unauffälligere und kleinere Objekte zum Opfer fallen.

6.5.2 Zielsetzung

Elektronische Sicherheitssysteme können dazu beitragen, Gefahren zu reduzieren, die von den MFZ-Lenkenden ausgehen. Die Bandbreite von elektronischen Sicherheitssystemen ist gross und reicht vom automatischen Senden eines Notrufsignals über Systeme zur Geschwindigkeitskontrolle bis hin zur Überwachung des Alkoholisierungsgrads der Lenkenden. Ein wesentliches Segment sind sogenannte Fahrassistenzsysteme, welche die Lenkenden bei ihrer Fahraufgabe unterstützen und entlasten, z. B. bei der Längs- und Quersteuerung. Dabei kann grundsätzlich unterschieden werden zwischen Assistenzsystemen, die den Lenker lediglich informieren bzw. warnen, und solchen, die autonom und aktiv in Fahrdynamik und -manöver eingreifen, um kritische Fahrsituationen zu entschärfen oder von vornherein zu unterbinden.

Von besonderem Nutzen für Radfahrende sind **Kollisionsvermeidungssysteme**, die auch als aktive Gefahrenbremsung oder automatische Notbremssysteme bezeichnet werden. Derartige Systeme detektieren potenzielle Kollisionsgegner und warnen die Lenkenden bei einer drohenden Kollision. Notfalls kann zur Vermeidung einer sich anbahnenden Kollision aktiv ins Fahrgeschehen eingegriffen werden (Abbildung 56). Während gegenwärtig erhältliche Systeme in ihrem Funktionsumfang noch stark eingeschränkt sind, sollen künftige Systeme nicht nur bei tiefen Geschwindigkeiten funktionieren, sondern auch Radfahrende erfassen und dabei nebst Bremsungen auch Ausweichmanöver einleiten können. Zur Vermeidung von Kollisionen mit Radfahrenden ist es wichtig, dass auch die Bereiche der toten Winkel überwacht werden. Hierzu existieren spezifische Systeme, die als Abbiegeassistenten bezeichnet werden (Kap. VII.6.4, S. 236).

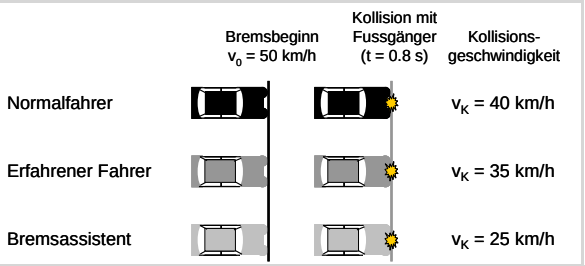
Abbildung 56
Kollisionsvermeidungssystem mit Personenerkennung



Quelle: Volvo

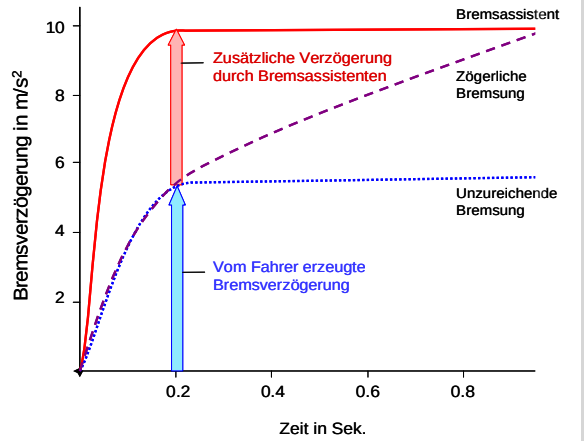
Technisch einfacher gestaltet sind **Bremsassistenten**, die den Bremsweg deutlich verkürzen (Abbildung 57). In Notbremssituationen bremsen die meisten Lenkenden zu zögerlich und selbst bei einer schnellen Reaktion wird das Bremspedal nicht mit der für eine maximale Verzögerung erforderlichen Kraft durchgetreten (Abbildung 58). Bremsassistenten erkennen anhand der Pedalbetätigung solche Notbremssituationen und reagieren, indem sie den Bremsdruck automatisch erhöhen. Der somit erreichte Bremsdruck liegt weit über dem, den die Lenkenden normalerweise durch die Fusskraft einsteuern[80].

Abbildung 57
Kollisionsgeschwindigkeit mit bzw. ohne Bremsassistent



Quelle: VKU

Abbildung 58
Verzögerung mit bzw. ohne Bremsassistent



Quelle: kfztech.de

[80] Um Auffahrunfälle zu vermeiden, führen neuere Bremsassistenten nicht mehr eine Vollbremsung durch, sondern eine Zielbremsung, bei der nur so stark gebremst wird, wie zur Kollisionsvermeidung erforderlich ist. Zudem sollte der nachfolgende Verkehr durch adaptives Bremslicht auf die starke Bremsung aufmerksam gemacht werden.

Sinnvoll sind zudem Geschwindigkeitsassistenten, die den Fahrzeuglenkenden bei der Einhaltung der lokal geltenden Geschwindigkeitsgrenzen unterstützt [233]. Die Höchstgeschwindigkeiten werden entweder aus einer digitalen Karte gelesen und/oder durch eine Verkehrszeichenerkennung ermittelt.

Eine weitere Art von Sicherheitstechnologien mit Relevanz für Radfahrende sind **Lenkerüberwachungssysteme**. Dabei handelt es sich um Systeme, die durch Sensoren die Fahrfähigkeit kontrollieren und die Lenkenden bei Bedarf warnen oder die Ab- bzw. Weiterfahrt gar verhindern. Überwacht werden können z. B. der Alkoholisierungsgrad (Analyse der Atemluft; Abbildung 59), die Müdigkeit (Analyse der Lenkkorrekturen, Pupillengrösse und des Lidschlags; Abbildung 60) und die visuelle Ablenkung (Analyse der Kopf- und Augenbewegungen; Abbildung 61 [234,235]). Darüber hinaus lässt sich das Fahrverhalten mittels Fahrdatenschreiber (Black-Box) überwachen, wobei der spezifische Nutzen für Radfahrende eher bescheiden ausfallen dürfte (Abbildung 62).

Abbildung 59
Messeinheit einer Alkoholwegfahrsperre



Quelle: Saab

Fazit: In intelligenten Fahrzeugtechnologien liegen grosse Hoffnungen, was die Erhöhung der Verkehrssicherheit anbelangt [236]. Eine von der Europäischen Kommission eingesetzte Expertengruppe kam zum Ergebnis, dass «die intelligenten Fahrzeugsicherheitssysteme das grösste Potenzial zur Lösung der Sicherheitsprobleme im Strassenverkehr bieten» [237]. Selbst unter Berücksichtigung möglicher, unerwünschter Nebeneffekte können viele Systeme in der Tat als vielversprechend bezeichnet werden, da sie mehr Informationen erfassen, diese rascher und zuverlässiger verarbeiten sowie gegebenenfalls schneller reagieren als die Fahrzeuglenkenden. Dementsprechend gross ist das Rettungspotenzial (Tabelle 92).

Abbildung 60
Müdigkeitswarner



Quelle: Daimler

Abbildung 61
Blickanalyse



Quelle: www.roadtransport.com

Abbildung 62
Fahrdatenschreiber



Quelle: www.swissinfo.ch

Tabelle 92
Elektronische Sicherheitssysteme

Bezeichnung	Rettungspotenzial (bezogen auf schwer oder tödlich verletzte Radfahrende)
Kollisionsvermeidungssysteme	*****
Bremsassistenten	****
Geschwindigkeitsassistenten	***
Lenkerüberwachungssysteme (Alkohol, Müdigkeit, visuelle Ablenkung, Black-Box)	**

* sehr gering / ***** sehr gross

6.5.3 Umsetzung

In Anbetracht der zu erwartenden positiven Effekte für die Verkehrssicherheit ist eine rasche Implementierung intelligenter Fahrzeugtechnologien wünschenswert. Einer breiten oder sogar flächendeckenden, raschen Einführung stehen jedoch verschiedene **Hemmfaktoren** im Weg. So sind viele der fortschrittlichen Technologien noch mit relativ hohen Zusatzkosten verbunden. Dies führt in Kombination mit dem Mangel an Informationen über die möglichen Vorteile der Systeme zu einer geringen Produktnachfrage bei den Autokäufern [238]. Zudem stossen gewisse Systeme bei den Endverbrauchern auf eine bescheidene Akzeptanz. Oft vergehen Jahrzehnte bis ein neues Sicherheitsprodukt in der grossen Mehrheit der Fahrzeuge zum Einsatz kommt [239]. Diese Tatsache unterstreicht die Notwendigkeit von **strategischen Massnahmen** zur aktiven Förderung der Verbreitung von Sicherheitstechnologien. Die der Markteinführung entgegenstehenden Hindernisse müssen beseitigt, die Produktnachfrage angeregt und ein Konsens zwischen den wichtigsten Akteuren aufgebaut werden. Eine rasche Masseneinführung intelligenter Fahrzeugsysteme kann sich nicht allein auf privatwirtschaftliche Initiative stützen [238]. Vor allem zu Beginn der Markteinführung müssen ausgereifte Technologien die volle Unterstützung des öffentlichen Sektors erhalten. Anders kann gemäss Experten die angestrebte Zielsetzung, die schweren Personenschäden drastisch zu senken, kaum erreicht werden. Aufgrund dieser Erkenntnis wurden in der EU verschiedene Initiativen lanciert: Die Initiative **Cars21**[81] hat einen wettbewerbsfähigen Rechtsrahmen für Motorfahrzeuge im 21. Jahrhundert zum Ziel. Die damit verbundene Initiative **Intelligente Fahrzeuge** soll mit ergänzenden Sensibilisierungsmassnahmen und Forschung die Verbreitung intelligenter Fahrzeugsysteme beschleunigen. Als Schlüsselinitiative kann das von der Generaldirektion «Informationsgesellschaft und Medien» (DG INFSO) lancierte **eSafety-Forum** betrachtet werden. Dieses Forum zielt auf die Beseitigung von Hindernissen zur Markteinführung intelligenter Fahrzeugsysteme durch Konsensbildung zwischen den Interessenvertretern und gibt Empfehlungen an Mitgliedstaaten und die EU heraus [238].

Da auch die Schweiz ein Interesse daran haben muss, sichere Fahrzeuge zu fördern, sind spezifische Massnahmen zu ergreifen, um die Marktdurchdringung intelligenter Fahrzeugsysteme aktiv zu beschleunigen. Von besonderer Bedeutung sind folgende Möglichkeiten: Per Gesetz können bestimmte Sicherheitstechnologien als obligatorische **Standardausrüstung für Neufahrzeuge** erklärt werden. Solche gesetzlichen Forderungen an die Fahrzeughersteller bedingen jedoch langwierige Abstimmungs- und Normierungsprozesse auf internationaler Ebene. Ein Alleingang der Schweiz ist infolge des Übereinkommens über technische Handelshemmnisse nicht möglich. Die Schweiz kann jedoch die EU-Vorgaben übernehmen, wie beispielsweise die Ausrüstungsvorschriften für Tagfahrleuchten und Bremsassistenzsysteme.

Viele PW-Lenkende sind unzureichend informiert und erkennen wenig Bedarf für Fahrassistenzsysteme [240,241]. In Anbetracht des mangelhaften Kenntnisstands kommt der aktiven Verbreitung von Informationen im Rahmen von Veranstaltungen und massenmedialen **Kampagnen** eine wichtige Rolle zu. Von Bürgern und politischen Entscheidungsträgern kann nicht erwartet werden, dass sie in Technologien investieren oder

[81] Competitive Automotive Regulatory System for the 21st century (DG ENTR)

diese fördern, wenn deren Vorteile und Nutzen nicht klar ersichtlich sind.

Wie die Erfahrung zeigt, ist ein Fahrassistenzsystem kein Mitnahmeprodukt und die Kaufbereitschaft vorderhand gering. Gleichzeitig werden Fahrassistenzsysteme im Rahmen von Verkaufsgesprächen kaum aktiv beworben. Kommt ein Kunde nicht bereits explizit mit dem Wunsch nach einem bestimmten System zum Händler, ist es unwahrscheinlich, dass er es kaufen wird [240,241]. Deshalb ist es anstrebenswert, zusammen mit dem Autogewerbe eine offensive **Vermarktungsstrategie** zu entwickeln. Hierbei gilt es nicht nur, Aufmerksamkeit zu erzeugen, sondern auch Bedürfnisse wie Sicherheit, Komfort, Fahrspass, Technikbegeisterung, Besitzfreude oder Imagegewinn zu wecken.

Gemäss Umfragen von PW-Lenkenden stellen **Anreizsysteme** z. B. in Form von reduzierten Versicherungsprämien oder Verkehrssteuern für Fahrzeuge mit bestimmten Sicherheitssystemen die bevorzugteste Förderungsmassnahme dar. Ausländische Beispiele zeigen, dass es damit gelingen kann, den Absatz von Sicherheitstechnologien zu erhöhen.

Im Rahmen verschiedener **Verbrauchertests** werden Fahrzeuge bezüglich ihres Sicherheitsniveaus getestet und miteinander verglichen. Die grösste Bedeutung hat dabei das Testprogramm Euro NCAP. Die Vergleichstests ermöglichen es den Fahrzeugkäufern, das Sicherheitsniveau bei der Kaufentscheidung zu berücksichtigen, und animieren die Fahrzeugindustrie dazu, ihre Fahrzeuge über die gesetzlichen Anforderungen hinaus fortlaufend zu optimieren. Diesbezüglich wäre wünschenswert, dass im Rahmen von Euro NCAP (nebst Stabilitätskontrolle und Geschwindigkeitsbegrenzer) auch andere elektronischen Sicherheitssysteme berücksichtigt werden.

6.5.4 Massnahmenbeurteilung

Intelligente Fahrzeugtechnologien haben ein grosses Sicherheitspotenzial und sollten aktiv gefördert werden. Im Vordergrund stehen dabei Massnahmen, um die unterschiedlichen Systeme bekannter zu machen und ihren hohen Nutzen aufzuzeigen (Tabelle 93).

Tabelle 93
Massnahmen zur Implementierung elektronischer Sicherheitstechnologien

Massnahme	Beurteilung
Übernahme gesetzlicher Ausrüstungsvorschriften der EU für Neufahrzeuge	Sehr empfehlenswert
Finanzielle Anreizsysteme wie Versicherungsrabatte und Steuerreduktionen für ausgewählte Sicherheitstechnologien	Sehr empfehlenswert
Im Rahmen von Euro NCAP elektronische Sicherheitstechnologien zum aktiven Partnerschutz in die Bewertung einbeziehen	Sehr empfehlenswert
Informationsveranstaltungen und massenmediale Promotionskampagne für die breite Bevölkerung	Empfehlenswert
Zusammen mit Autogewerbe eine aktive Vermarktungsstrategie entwickeln	Empfehlenswert
Verbrauchertests wie Euro NCAP unterstützen und Ergebnisse verbreiten	Empfehlenswert
Nutzen und Praktikabilität von innovativen Technologien in Pilotprojekten aufzeigen	Empfehlenswert

6.6 Fazit

Fahrzeugtechnische Optimierungen können einen wichtigen Beitrag zur Steigerung der Sicherheit von Radfahrenden leisten. Einen Ansatzpunkt stellt die Optimierung der strukturgeometrischen **Fronteigenschaften** dar, da diese einen wesentlichen Einfluss auf die Schwere der Verletzungen haben. Zur Verbesserung der Fahrzeugfronten existieren verschiedene Möglichkeiten, die teilweise bereits gesetzlich vorgeschrieben sind. Die entsprechenden prüftechnischen Anforderungen sind jedoch auf Fussgänger zugeschnitten und berücksichtigen die Eigenarten der Radfahrenden noch zu wenig. So ist die Windschutzscheibe als häufige Aufprallstelle von Radfahrenden in den Prüfanforderungen gänzlich ausgeklammert.

Die **Beleuchtungsfunktionalität** kann insbesondere durch adaptives Kurvenlicht oder das innovative Gefahrenmarkierungslicht optimiert werden. Tagfahrleuchten können Radfahrende vor Fahrmanövern mit zu geringer Sicherheitsreserve bewahren.

Von den Lenkenden nicht unmittelbar einsehbare Bereiche der Fahrzeugumgebung gehen mit der Gefahr einher, dass Radfahrende übersehen werden. Nebst dem seitlichen **toten Winkeln**, der insbesondere bei Lastwagen problematisch ist, bergen auch breite A-Säulen eine gewisse Verdeckungsgefahr. Nebst Tote-Winkel-Spiegeln und schlankeren Konstruktionen der A-Säulen haben insbesondere **elektronische Systeme** ein hohes Schutzpotenzial. Besonders Erfolg versprechend sind Systeme, die Radfahrende detektieren und die Autofahrenden warnen bzw. zur Vermeidung der sich anbahnenden Kollision selbst aktiv in die Fahrzeugsteuerung eingreifen. Auch Bremsassistenten, die eine beachtliche Verkürzung des Bremswegs ermöglichen, können Unfälle vermeiden oder zumindest die Kollisionsgeschwindigkeit und dadurch die Verletzungsschwere reduzieren.

In Anbetracht der vorhandenen, technischen Möglichkeiten zum Partnerschutz stellt sich die Frage, wie sich ihre **Implementierung fördern** lässt. Auch wenn gewisse Technologien per Gesetz vorgeschrieben werden können, spielt der edukative Weg mit Sensibilisierung und Information potenzieller Autokäufer eine zentrale Rolle. Konsumenten müssen bezüglich des Partnerschutzes sensibilisiert und über die verfügbaren Technologien sowie aktuellen Crash-Tests (z. B. Euro NCap) informiert werden. Um den so zu erwartenden freiwilligen Einsatz von Sicherheitstechnologien weiter zu fördern, eignen sich finanzielle Anreizsysteme (Verkehrssteuern, Versicherungsprämien).

Trotz der bereits erreichten Sicherheitsfortschritte, muss festgehalten werden, dass fahrzeugtechnische Konzepte zum Schutz von schwachen Verkehrsteilnehmenden erst am Anfang ihrer Entwicklung stehen.

7. Infrastruktur

7.1 Einleitung

Hauptaufgabe einer adäquaten Verkehrs-Infrastruktur ist es, allen Verkehrsteilnehmenden (also auch den Radfahrenden) ein gefahrloses Fortbewegen sicherzustellen. Zu diesem Zweck muss die Infrastruktur auf folgenden zwei Grundsätzen beruhen:

- Der Grundsatz der **selbsterklärenden Strasse** zielt darauf ab, dass die Strasseninfrastruktur so zu projektieren und auszuführen ist, dass die Lenkenden ihre Fahrweise intuitiv der jeweiligen Situation anpassen und somit nicht zu Fahrfehlern verleitet werden. Damit wird die Strategie der primären Prävention (Verhindern von Unfällen) angestrebt.
- Der Grundsatz der **fehlerverzeihenden Strasse** geht davon aus, dass Verhaltensfehler nie ganz ausgeschlossen werden können. Deshalb muss die Infrastruktur auch in der Lage sein, die Auswirkungen von Fahrfehlern zu minimieren. Fahrfehler sollen möglichst keine schweren Unfälle zur Folge haben. Dieser Ansatz greift auf der Ebene der sekundären Prävention ein (Mildern von Unfallfolgen).

Grundsätzlich können diese Ziele mit zwei Typen von Elementen erreicht werden:

- Bauliche Elemente sind Strasseninfrastruktur-Elemente, die Erdarbeiten und/oder das Verwenden von Baumaterialien erfordern. In der Regel liegt dafür ein Bauprojekt vor. Beispiele dafür sind baulich separierte Radwege oder Unter-/Überführungen. Bauliche Infrastrukturelemente sind in den Normen der VSS geregelt. Die VSS-Normen entsprechen den Regeln der Baukunde. Falls sie nicht zu einer Weisung erklärt werden, sind sie nicht unmittelbar verbindlich. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sie im Schadensfall als Grundlage herangezogen werden. Da die Aspekte des leichten Zweiradverkehrs erst seit 1994 in ihrer Gesamtheit in die VSS-Normen einfliessen, sind noch nicht alle Fragestellungen darin abgehandelt. Nicht selten finden sich deshalb auch nationale oder kantonale Richtlinien [242]. Betreffend Verbindlichkeit sind sie niedriger einzustufen. Im Schadensfall ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass auch Richtlinien als Grundlage herangezogen werden, insbesondere dann, wenn zum entsprechenden Thema (noch) keine Norm vorliegt.
- Unter Signalisation fallen sowohl die Infrastrukturelemente «Signal» als auch «Markierung». Beispiele dafür sind die roten Wegweiser «Empfohlene Route für Radfahrer» oder die gelben «Radstreifen». Die Signalisation hat eine verkehrsrechtliche Bedeutung. Die Einsatz-Kriterien sind im SVG und in der SSV geregelt und somit verbindlich. Zuständig für die Bewilligung von Signalen oder Markierungen ist eine kantonale Signalisationsbehörde, wobei grössere Gemeinden (Städte) oft über eine eigene Signalisationsbehörde verfügen. Die Ausführungsdetails (Geometrie, Farbe) hingegen sind in den VSS-Normen festgelegt [243].

Sowohl bei der baulichen Ausgestaltung der Strasseninfrastruktur als auch bei deren Signalisation ergeben sich Präventionsmöglichkeiten. Diese basieren im Wesentlichen auf folgenden Prinzipien:

- Minimierung der Geschwindigkeitsdifferenz zwischen leichtem Zweiradverkehr und motorisiertem Individualverkehr
- Führung des leichten Zweiradverkehrs im Blickfeld des motorisierten Individualverkehrs und Erhaltung des Sichtfelds

- Einfache, verständliche, benutzerfreundliche Infrastruktur
- Minimierung der Anzahl Konfliktpunkte
- Physischer Schutz

7.2 Netzplanung für Fahrradinfrastruktur

7.2.1 Ausgangslage

Ziel ist das Erstellen von attraktiven Netzen für den leichten Zweiradverkehr. Dadurch soll verhindert werden, dass Radfahrende attraktiv empfundene, jedoch sicherheitstechnisch nicht für Fahrräder ausgelegte Routen befahren. Dabei ist die Attraktivität von Netzen für den leichten Zweiradverkehr nicht à priori gleichzusetzen mit durchwegs getrennten Anlagen für Fahrräder.

Es ist davon auszugehen, dass mit infrastrukturellen Massnahmen primär Kollisionen mit anderen Fahrzeugen verhindert werden können. Gesamtschweizerisch wurden in den letzten 5 Jahren 2849 Radfahrende (570 pro Jahr) bei Kollisionen schwer verletzt oder getötet. Die Netzplanung allein kann unmittelbar keine Unfälle des leichten Zweiradverkehrs verhindern. Zur Festlegung adäquater infrastruktureller Interventionen ist jedoch eine Netzplanung für den leichten Zweiradverkehr unabdingbar. Indirekt wirkt sich eine flächendeckende Netzplanung auf alle Kollisionen aus und hat dementsprechend ein sehr hohes Rettungspotenzial.

7.2.2 Zielsetzung

Die Grundsätze für die Planung und Projektierung von attraktiven Fahrradrouten und folglich **Netzen** für den leichten Zweiradverkehr wurden in der VSS-Norm SN 640 060 «Leichter Zweiradverkehr – Grundlagen» zum ersten Mal verhältnismässig verbindlich festgehalten. Die damit angestrebten, übergeordneten Ziele sind in Tabelle 94 enthalten. Zu beachten gilt, dass nicht nur die Anforderung «sicher» für die Planung wichtig ist. Die anderen Anforderungen sind ebenfalls sicherheitsrelevant, weil sie zur Anhebung der Attraktivität beitragen.

Im Handbuch des ASTRA zur Planung von Fahrradrouten [242] wurden diese Grundsätze aufgenommen und ausformuliert. Darin werden in den beiden Hauptkapiteln **Qualitätsanforderungen** und die einzelnen **Planungsschritte** festgelegt. Danach ermöglicht eine attraktive Fahrradroute:

- einen angenehmen Fahrfluss mit möglichst wenig Unterbrechungen,
- eine hohe Umfeldqualität,
- eine feine, ebene Fahrbahnoberfläche,
- eine Führung möglichst abseits des motorisierten Individualverkehrs,
- eine homogene Führung (wenig Wechsel zwischen Radstreifen, Radwegen, gemischter Führung und unabhängiger Führung),
- die Minimierung von Gefahrenstellen (keine defizitäre Infrastruktur gemäss Kap. VI.6.1.1, S. 151,
- hohe subjektive Sicherheit,
- möglichst direkte Routen.

Tabelle 94
Anforderungen an Anlagen für den leichten Zweiradverkehr

Anforderung	Teilaspekte
Sicher	Geringe Unfallgefahr
	Einfachheit der Anlage
	«Sehen und gesehen werden»
	Sicherheitsempfinden
Kohärent	Durchgängigkeit
	Durchlässigkeit
	Gute Führung
	Homogenität
Direkt	Günstige Linienführung
	Vermeidung von Fahrtunterbrechungen
Komfortabel	Günstige vertikale Linienführung
	Ebenheit der Fahrbahn
	Radfahrerfreundliches Umfeld

Die einzelnen Planungsphasen zur Erstellung von attraktiven Fahrradnetzen sehen als ersten Schritt die eigentliche Netzplanung vor. Sie legt die wichtigen Verbindungen zwischen den Zielen fest. Danach folgen die klassischen Schritte der Abschnittsbildung, Variantenprüfung und Projektierung der einzelnen Infrastrukturelemente. Die Deutschen Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA) [244] sehen vergleichbare Planungsschritte vor. Dabei wird die Netzplanung als Bestandteil von Radverkehrskonzepten verstanden. Das wohl bekannteste Radwegnetz in der Schweiz hat national Bedeutung und wird vom Fahrradland Schweiz betrieben. Im entsprechenden Handbuch wird ersichtlich, dass die Festlegung der Fahrradrouten weitgehend auf den erwähnten Kriterien fusst [245]. Innerorts können Radverkehrsnetze bisweilen Abschnitte beinhalten, die über Fussverkehrsflächen führen. Infrastrukturelle Lösungen für diese Fälle sind in [132] enthalten.

7.3 Knoten mit Lichtsignal-Regelung

7.3.1 Ausgangslage

Durch den Betrieb von Knoten mit einer Lichtsignalanlage kann die Sicherheit für Radfahrende erhöht werden, indem der motorisierte Individualverkehr zeitlich vom leichten Zweiradverkehr getrennt wird.

Trotzdem können auch lichtsignalbetriebene Knoten Risiken bergen. Dies ist insbesondere in folgenden Konfliktsituationen der Fall:

- Rechtsabbiegemanöver des motorisierten Individualverkehrs und Geradeausfahren des leichten Zweiradverkehrs. Speziell ist zu berücksichtigen, dass LW-Lenkende trotz Haupt-, Weitwinkel- und Rampenspiegel Radfahrende, die rechts vom Lastwagen bis zur Wartelinie aufgeschlossen haben, meistens nicht sehen können (sogenannter toter Winkel).
- Geradeausfahren des motorisierten Individualverkehrs und Linksabbiegen des leichten Zweiradverkehrs (in gleicher Richtung oder in Gegenrichtung)

Ziel einer adäquaten Gestaltung von lichtsignalbetriebenen Knoten muss deshalb sein, potenzielle Konfliktstellen zu reduzieren und Radfahrende ins Blickfeld des motorisierten Individualverkehrs zu führen.

2 % aller schweren Personenschäden bei Radfahrenden sind bei Kollisionen an Knoten mit Lichtsignal-Regelung zu verzeichnen. Es kann davon ausgegangen werden, dass mit korrekten infrastrukturellen Interventionen das Unfallgeschehen rund um die Hälfte reduziert werden kann.

7.3.2 Zielsetzung

Basis zur Abklärung, ob die lichtsignalgesteuerte Regelung überhaupt die richtige Lösung ist, ist die VSS-Norm SN 640 240 «Querungen für den Fussgänger- und leichten Zweiradverkehr». Die entsprechenden Infrastrukturelemente sind in der VSS-Norm SN 640 252 «Knoten: Führung des leichten Zweiradverkehrs» abgehandelt.

Räumlicher Vorlauf: Je nach vorherrschender Fahrbeziehung des leichten Zweiradverkehrs und der Platzverhältnisse sind verschiedene markierungstechnische Massnahmen möglich.

Indirektes Linksabbiegen ist eine weitere Möglichkeit, sichere Linksabbiegemanöver zu gewährleisten. Indirektes Linksabbiegen ist zu prüfen bei starkem Motorfahrzeugverkehr und bei zwei oder mehr Geradeausspuren. Für den indirekt abbiegenden Zweiradverkehr ist ein genügend grosser Verzögerungs- und Warteraum zur Verfügung zu stellen und die Möglichkeit des indirekten Abbiegens frühzeitig und klar zu signalisieren (Abbildung 67).

Abbildung 65
Radfahrer linksabbiegend: Ausgeweiteter Radstreifen

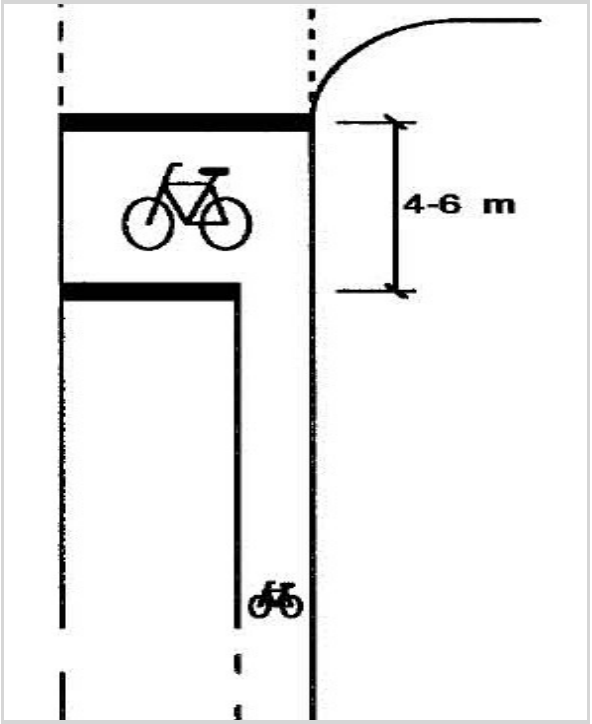
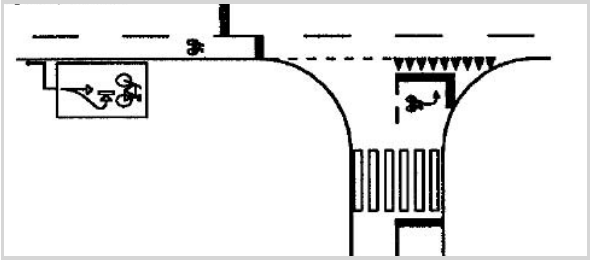


Abbildung 66
Radstreifen auf Linksabbiegespur



Abbildung 67
Signalisationstechnische Infrastrukturelemente für indirektes Linksabbiegen



Quelle: VSS-Norm SN 640 252

Abbildung 63
Radfahrer geradeaus fahrend: Vorgezogene Haltelinie: Fall mit Radstreifen

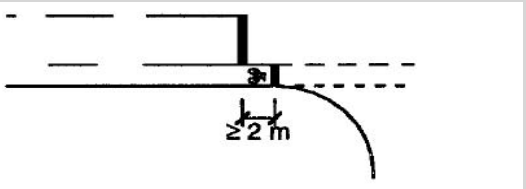
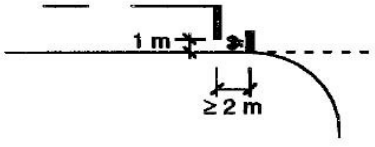


Abbildung 64
Radfahrer geradeaus fahrend: Vorgezogene Haltelinie: Fall ohne Radstreifen



Quelle: VSS-Norm SN 640 252

Die ERA [244] schlägt überdies vor, bei genügenden Platzverhältnissen und speziellen Anforderungen indirektes Linksabbiegen an Knoten mit Lichtsignalanlagen baulich zu unterstützen (Abbildung 68).

Zeitlicher Vorlauf (Vorgrün): Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die dem leichten Zweiradverkehr zugeteilte Ampel – falls vorhanden – einige Sekunden vor derjenigen für den motorisierten Individualverkehr auf «grün» zu schalten [246].

Ausleuchtung des toten Winkels mit einem Trixi-Spiegel: Trixi-Spiegel sind als Sichthilfe für Nutzfahrzeuge zu verstehen. Form und Platzierung des Spiegels ermöglichen es den Chauffeuren, nicht nur den Raum rechts ihres Fahrzeugs einzusehen, sondern das eigene Fahrzeug inklusive der unmittelbaren Umgebung. Dies ergibt eine ganzheitliche Perspektive dessen, was sich im Bereich des Fahrzeugs abspielt. Trixi-Spiegel sind besonders bei langen Rotphasen angezeigt und bei erhöhter Anzahl Konflikte zwischen geradeaus fahrendem Zweiradverkehr und rechtsabbiegendem Motorfahrzeugverkehr. Um die Wirksamkeit auch bei Nebel oder starkem Schneefall zu gewährleisten, sollten Trixi-Spiegel beheizbar sein (Abbildung 69).

Abbildung 68
Baulich unterstütztes indirektes Linksabbiegen bei Knoten mit Lichtsignalanlage

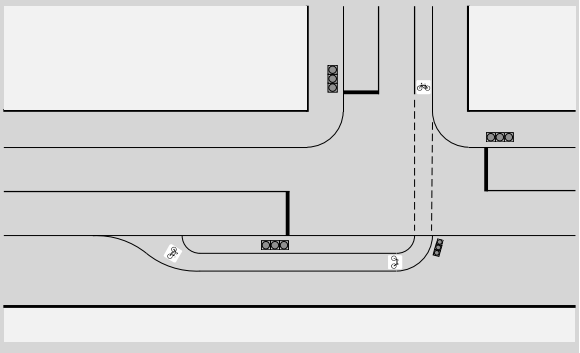


Abbildung 69
Trixi-Spiegel aus Sicht des Chauffeurs



7.4 Knoten mit signalisationstechnischer Vortrittsregelung

7.4.1 Ausgangslage

An Knoten mit signalisationstechnischer Vortrittsregelung (Stopp, kein Vortritt) sind die verschiedenen Verkehrsabläufe weniger rigoros organisiert als bei solchen mit Lichtsignalanlage. Den einzelnen Verkehrsteilnehmenden obliegt demnach eine grössere Verantwortung. Grundsätzlich ist zu unterscheiden, ob sich der leichte Zweiradverkehr auf der vortrittsberechtigten oder der vortrittsbelasteten Strasse bewegt. Die Sicherheit des leichten Zweiradverkehrs kann analog zu den Knoten mit Lichtsignalanlage erhöht werden mittels:

- Minimierung der Konfliktpunkte
- Führung des leichten Zweiradverkehrs mittels baulicher oder markierungstechnischer Elemente im Blickfeld des motorisierten Individualverkehrs
- Schlichte und geschützte Führung des leichten Zweiradverkehrs durch den Knoten

Dies ist insbesondere in folgenden Situationen wichtig:

- Queren der vortrittsberechtigten Strasse (eventuell mit anschliessendem Linksabbiegen)
- Linksabbiegen des leichten Zweiradverkehrs auf der vortrittsberechtigten Strasse
- Geradeausfahrt auf der vortrittsberechtigten Strasse (im Zusammenhang mit linksabbiegendem, entgegenkommendem Verkehr)
- Rechtsabbiegen aus der vortrittsbelasteten Strasse auf die vortrittsberechtigte Strasse

12,1 % aller schweren Personenschäden wurden bei Kollisionen an signalisationstechnisch geregelten Kreuzungen oder Einmündungen registriert. Es kann davon ausgegangen werden, dass mit korrekten infrastrukturellen Massnahmen das Unfallgeschehen rund um die Hälfte reduziert werden kann.

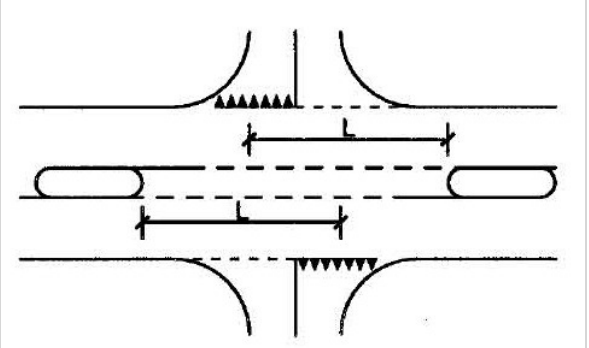
7.4.2 Zielsetzung

Basis zur Abklärung, ob die signalisationstechnische Vortrittsregelung überhaupt die richtige Lösung ist, ist auch hier die VSS-Norm SN 640 240 «Querungen für den Fussgänger- und leichten Zweiradverkehr». Die entsprechenden Infrastrukturelemente sind in der VSS-Norm SN 640 252 «Knoten: Führung des leichten Zweiradverkehrs» abgehandelt. Als weiterführende Literatur seien erneut die ERA erwähnt [244].

Sicherung der Querung der vortrittsberechtigten Strasse

Bauliche Querungshilfen (geschützter Mittelbereich) sind bei Querungen stark befahrener Strassen zu empfehlen. Sie ermöglichen es, die Querungsgelegenheit nur noch eines Verkehrsstroms abschätzen zu müssen. Dadurch kann der komplexe Vorgang einer Querung von zwei Verkehrsströmen aus unterschiedlichen Richtungen bedeutend vereinfacht werden. Es zeigt sich [247], dass der Schwierigkeitsgrad mit der Errichtung eines geschützten Mittelbereichs bedeutend mehr als hal-

Abbildung 70
Geschützter Mittelbereich

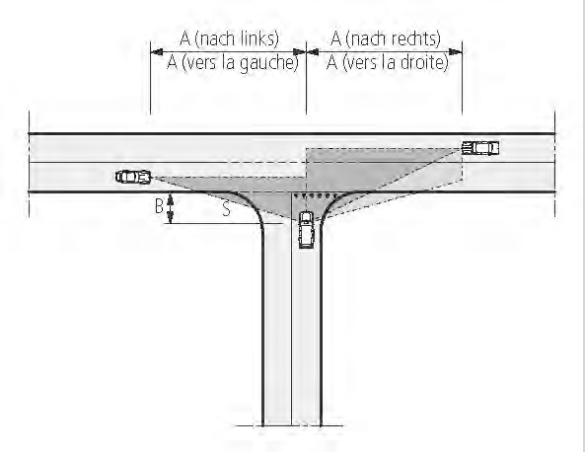


Quelle: VSS-Norm SN 640 252

biert wird. Die Einfärbung des Mittelbereichs betont die Querungsstelle zusätzlich.

Das Gewährleisten von genügend **Sichtweiten** ist für die Sicherheit ebenso wichtig. Freigehaltene Seitenräume stellen sicher, dass sich Lenker von geradeaus fahrendem und einmündendem Verkehr rechtzeitig wahrnehmen können. Die notwendigen Sichtweiten sind in der VSS-Norm SN 640 273a «Knoten: Sichtverhältnisse» geregelt. Die dort geregelten Werte gelten sowohl für private Zufahrten als auch für öffentliche Strassen ohne Vortritt (Abbildung 71).

Abbildung 71
Erforderliche Sichtbedingungen



Quelle: VSS-Norm SN 640 273a

Sicherung von Linksabbiegemanövern

Eine klare Führung des linksabbiegenden Zweiradverkehrs beabsichtigt, die Aufmerksamkeit der MFZ-Lenkenden zu erhöhen.

Mit einem **Radstreifen auf dem Linksabbiegestreifen** (Abbildung 72) kann die Sicherheit der linksabbiegenden Radfahrenden erhöht werden. Diese Lösung ist bei genügenden Platzverhältnissen angezeigt.

Eine baulich geschützte **Linksabbiegefläche** (Abbildung 73) erhöht die Sicherheit der linksabbiegenden Radfahrenden. Sie gelangt in erster Linie innerorts, bei eingeschränkten Platzverhältnissen und bei wenig oder keinem linksabbiegenden motorisierten Individualverkehr zur Anwendung.

Bauliche Querungshilfen (geschützter Mittelbereich), wie sie bei der Sicherung von Querungen von vortrittsberechtigten Strassen zur Anwendung gelangen (Abbildung 70), können ebenfalls zur Sicherung von Linksabbiegemanövern beitragen.

Abbildung 72
Radstreifen auf Linksabbiegestreifen

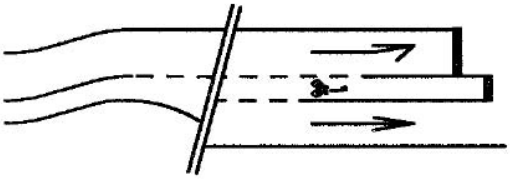
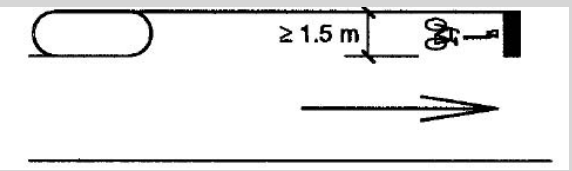


Abbildung 73
Baulich geschützte Linksabbiegefläche



Quelle: VSS-Norm SN 640 252

Sicherung von geradausfahrenden Radfahrenden im Bereich von Knoten

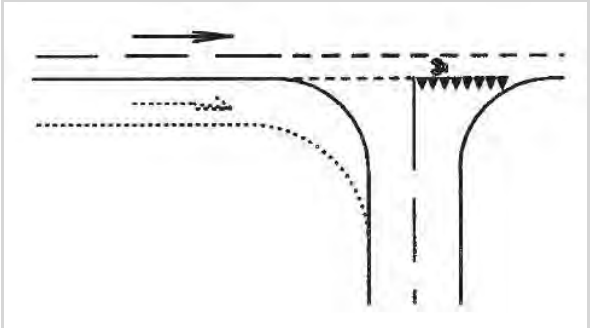
Radstreifen auf der vortrittsberechtigten Strasse sind **durchgehend** zu markieren (Abbildung 74). Dadurch soll die Aufmerksamkeit der einmündenden und abbiegenden Lenker des motorisierten Individualverkehrs erhöht werden. Allenfalls kann der Radstreifen im Bereich des Knotens eingefärbt werden.

Ziel ist das Vermeiden von Fahrtunterbrechungen sowie das Gewährleisten von bestmöglichen Sichtverhältnissen. Wo das nicht möglich ist, soll der leichte Zweiradverkehr verlangsamt und dessen Aufmerksamkeit dadurch erhöht werden.

Strassenbegleitende Radwege im Bereich von Verzweigungen, die einen Abstand von unter 2 m zur Fahrbahn aufweisen (Abbildung 75), können **vortrittsberechtigt** geführt werden (Art. 40 Abs. 5 VRV) Eine neuere empirische Untersuchung aus den Niederlanden bestätigt allerdings die in Fachkreisen bekannte Problematik solcher Führungen im Bereich von Verzweigungen: sie weisen eine höhere Unfallbelastung für Radfahrende auf als zweiseitige Radwege im Einrichtungsverkehr. Geschwindigkeitsdämpfende Massnahmen für den einmündenden motorisierten Individualverkehr erweisen sich dabei als genauso effizient wie eine Anhebung des Radwegs [248]. Die in Fachkreisen oftmals propagierten und in den VSS-Normen ebenfalls vorgesehenen Signalisations- und Markierungsmassnahmen waren nicht Gegenstand dieser Forschungsarbeit. Hingegen zeigte es sich, dass Einfärbungen des Radwegs im Bereich der Einmündung keinen Nutzen erbrachten.

Bei **T-Einmündungen** sollte der durchgehende leichte Zweiradverkehr vom abbiegenden leichten Zweiradverkehr **getrennt** geführt werden (Abbildung 76).

Abbildung 74
Radstreifen im Knotenbereich



Quelle: VSS-Norm SN 640 252

Abbildung 75
Radweg entlang einer vortrittsberechtigten Strasse im Knotenbereich

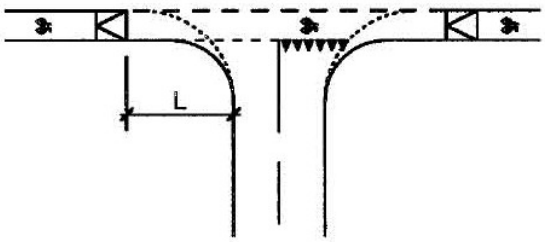
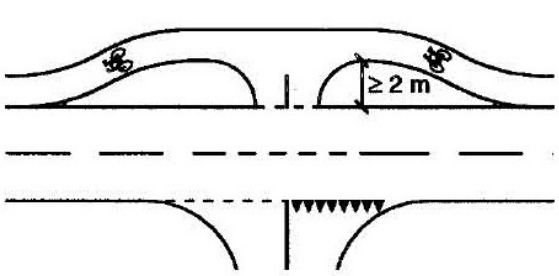


Abbildung 76
Radweg gegenüber Einmündung



Quelle: VSS-Norm SN 640 252

Bei einem hohen Anteil an ein- und abbiegendem motorisierten Individualverkehr und einem ebenso grossen Anteil an ein- und abbiegendem Radverkehr sind einseitige, im Gegenverkehr betriebene Radwege **vortrittsbelastet** und dementsprechend in **deutlichem Abstand** zur Fahrbahn zu führen (Abbildung 77). Dies verlangsamt und erhöht zugleich die Aufmerksamkeit der Radfahrenden. Diese Lösung reduziert zwar den Komfort für die Radfahrenden, erhöht jedoch nachweislich deren Sicherheit [248].

Rechtsabbiegen in die/aus der vortrittsberechtigte/n Strasse

Durch die in der Folge aufgeführten Elemente (Abbildung 78 und Abbildung 79) für den leichten Zweiradverkehr werden zwei Ziele verfolgt. Die separate Führung ermöglicht das frühe Erkennen der Absichten des leichten Zweiradverkehrs sowie eine physische Trennung, wodurch die Sicherheit erhöht wird. Ebenso werden langen Wartezeiten (z. B. bei Stopp-Signalen oder an Lichtsignalanlagen) vermieden, was zu einer Steigerung des Komforts und somit der Attraktivität für Radfahrende zur Folge hat.

Abbildung 77
Vortrittsbelastete, deutlich abgesetzte Führung von Radwegen in Knoten

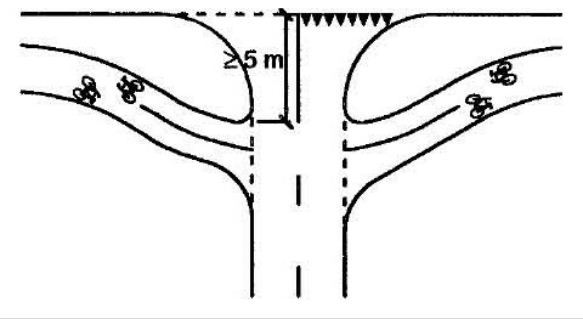
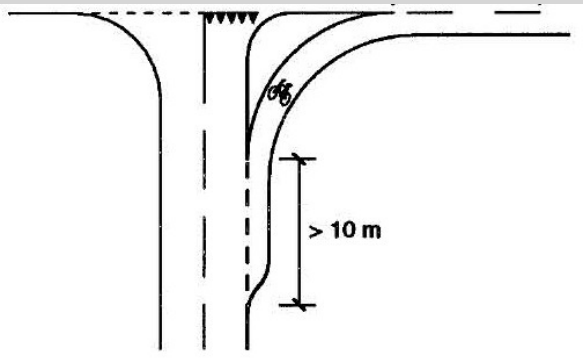
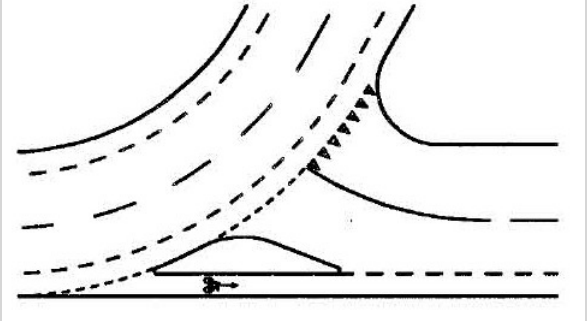


Abbildung 78
Freies Rechtsabbiegen



Quelle: VSS-Norm SN 640 252

Abbildung 79
Zweiradweiche



Quelle: VSS-Norm SN 640 252

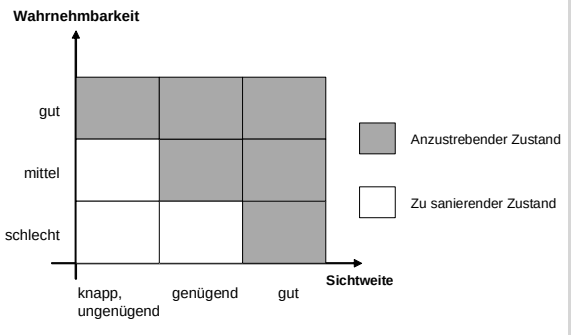
7.5 Knoten mit Rechtsvortritt

7.5.1 Ausgangslage

An nicht signalisierten Knoten gilt der gesetzliche Rechtsvortritt. Art. 36 Abs. 2 SVG besagt, dass auf Strassenverzweigungen das von rechts kommende Fahrzeug den Vortritt hat. Diese Form des Knotenbetriebs wird vor allem auf schwach befahrenen (Quartier-)Strassen angewandt. An Knoten im Rechtsvortritt gilt es primär sicherzustellen, dass sie von den Verkehrsteilnehmenden als solche wahrgenommen werden und dass die Sichtverhältnisse genügen. Der Zusammenhang zwischen der **Wahrnehmbarkeit** des Knotens und der **Sichtweite** (vortrittsbelasteter gegenüber vortrittsberechtigtem Verkehrsteilnehmer) wurde in [249] untersucht und in der Norm [250] aufgenommen.

3,5 % aller schweren Personenschäden bei Radfahrenden sind bei Kollisionen an Knoten mit Rechtsvortritt zu verzeichnen. Es kann davon ausgegangen werden, dass mit korrekten infrastrukturellen Massnahmen das Unfallgeschehen rund um die Hälfte reduziert werden kann.

Abbildung 80
Zusammenhang zwischen Wahrnehmbarkeit und Sichtweite bei Knoten mit Rechtsvortritt



7.5.2 Zielsetzung

Grundsätzlich gilt: Je schlechter die Wahrnehmbarkeit des Knotens ist, umso grösser muss die Sichtweite sein – und umgekehrt. Ziel muss es also sein, eine Kombination von Sicht und Wahrnehmbarkeit zu erreichen, die einen sicheren Verkehrsablauf erlaubt (Abbildung 80 nach [249]). Die Sichtweite kann erhöht werden, indem Sichthindernisse entfernt werden. Die Wahrnehmbarkeit kann beispielsweise durch Mittelmarkierungen im Kreuzungsbereich, die das Vortrittsregime hervorheben (Abbildung 86, S. 261), oder durch das Weglassen von irreführenden Baumaterialien (Wassersteine) verbessert werden.

7.6 Kreisverkehr

7.6.1 Ausgangslage

Kreisverkehrsplätze (Kreisel) werden aus unterschiedlichen Gründen gebaut: Zur Verstetigung des Verkehrsablaufs an Knoten, zur Verkehrsberuhigung, zur Verbesserung der Verkehrssicherheit. Aus der Literatur geht hervor, dass schwere Unfälle durch den Umbau einer «konventionellen» Kreuzung zu einem Kreisel signifikant reduziert werden können [171]. Die differenzierte Analyse nach einzelnen Verkehrsteilnehmergruppen zeigt jedoch bedauerlicherweise, dass Kreisel für den leichten Zweiradverkehr sicherheitstechnisch problematisch sind. Erste entsprechende Hinweise zeigten sich bereits in einer bfu-Studie von 1994 [251]. Diese Erkenntnis wurde in der Folge mehrmals bestätigt. Zitiert sei an dieser Stelle die Aussage in [171], wonach beim Umbau «konventioneller» Kreuzungen das Unfallgeschehen mit leichtem Zweiradverkehr am wenigsten zurückgeht. Schliesslich zeigt eine empirische Studie [252], dass

unter Berücksichtigung von generellen Sicherheitstendenzen und des Effekts der «Regression zur Mitte», der Umbau von Kreuzungen zu Kreiseln eine erhebliche Zunahme schwerer Radunfälle zur Folge hat (41–46 %). Daraus folgt, dass bei der Realisierung von Kreiseln, die Führung des leichten Zweiradverkehrs besonders sorgfältig und unter Berücksichtigung aller diesbezüglichen Erkenntnisse geplant werden muss.

Die massgebenden Konflikte im Kreisel lassen sich streng genommen auf die Grundtypen «Querung» und «rechts abbiegende Motorfahrzeuge» reduzieren. Konkret lassen sich folgende Konflikte ableiten, wobei die ersten zwei am häufigsten vorkommen [253]:

- Im Kreisel weiterfahrender leichter Zweiradverkehr versus nach rechts abbiegenden den Kreisel verlassenden motorisierten Individualverkehr
- Im Kreisel weiterfahrender leichter Zweiradverkehr versus in den Kreisel einmündenden motorisierten Individualverkehr
- In den Kreisel zusammen mit leichtem Zweiradverkehr einmündender motorisierter Individualverkehr
- In den Kreisel einmündender leichter Zweiradverkehr versus im Kreisel fahrenden motorisierten Individualverkehr

Zwei grundlegende Ansätze verfolgen das Ziel einer sicheren Führung des leichten Zweiradverkehrs durch Kreisel:

- Vermeidung/Minimierung von Konfliktpunkten mit dem motorisierten Individualverkehr
- Führung des leichten Zweiradverkehrs im Blickfeld des motorisierten Individualverkehrs

3,7 % aller schwer verletzten oder getöteten Radfahrenden waren bei Kollisionen an Kreiseln involviert. Es kann davon ausgegangen werden, dass mit korrekten infrastrukturellen Massnahmen das Unfallgeschehen rund um die Hälfte reduziert werden kann.

7.6.2 Zielsetzung

Separate Führung des leichten Zweiradverkehrs

Bei erheblichen Verkehrsmengen, grossen Kreiseln oder bei Kreisfahrbahnen mit Fahrstreifenunterteilung ist es sinnvoll, den leichten Zweiradverkehr auf Radwegen ganz oder teilweise um den Kreisel zu führen. Empirische Studien zeigen, dass diese Führungsart für den leichten Zweiradverkehr die sicherste ist [253]. Entscheidend ist in diesen Fällen, bei den sich daraus ergebenden Querungen und Linksabbiegemanövern die entsprechenden Sicherheitsvorkehrungen (Kap. VII.7.4.2, S. 252) vorzusehen.

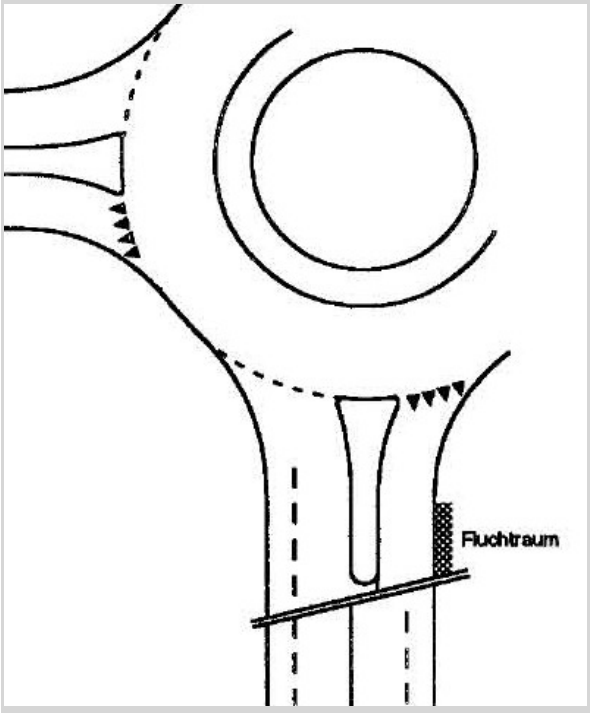
Führung des leichten Zweiradverkehrs zusammen mit dem motorisierten Individualverkehr

Bei der Einfahrt in den Kreisel muss sichergestellt werden, dass der leichte Zweiradverkehr nicht abgedrängt und sowohl von einmündenden als auch von sich im Kreisel befindenden Lenkenden wahrgenommen wird. Im Kreisel selbst muss gewährleistet werden, dass der leichte Zweiradverkehr in der Mitte der Kreiselfahrbahn fahren und somit vom motorisierten Individualverkehr nicht überholt werden kann (Vermeiden von Konfliktsituationen mit rechtsabbiegenden Fahrzeugen). Dieses Verhalten wird im Gesetz explizit gestattet. Art. 41b Abs. 3 VRV besagt, dass auf Kreisverkehrsplätzen ohne Fahrstreifen-Unterteilung Radfahrende vom Gebot des Rechtsfahrens abweichen können.

Wichtigste Massnahme ist deshalb das Weglassen von Radstreifen in der Kreiselfahrbahn selbst [254] (Abbildung 81). Ist bei einstreifigen Kreiselzufahrten ein Radstreifen markiert, muss dieser frühzeitig vor dem Kreisel aufgehoben werden. Dadurch wird die Hintereinanderformation von leichtem Zweiradverkehr und motorisiertem Individualverkehr schon vor der Kreiselzufahrt ermöglicht. Kurz vor der Kreiseleinfahrt ist für den leichten Zweiradverkehr eine Fluchtmöglichkeit (Randabschluss ohne Anschlag) bereitzustellen.

Untersuchungen zu den gelegentlich gesichteten, gepunkteten Führungslinien liegen zurzeit nicht vor. Die praktische Erfahrung zeigt, dass wegen der vielen möglichen Beziehungen (in der Regel vier Einfahrten kombiniert mit vier Ausfahrten) eine Vielfalt von Beziehungen angezeigt werden müssen. Die Verständlichkeit der Botschaft darf deshalb angezweifelt werden. Hinzu kommt, dass der Abrieb aufgrund der seitlich wirkenden Kräfte gross ist und ein kontinuierlicher Unterhalt gefordert ist.

Abbildung 81
Kreisfahrbahn ohne Radstreifen



Quelle: VSS-Norm SN 640 252

Spezialfall Minikreisel

Zur Verbesserung der Sicherheit von Kreuzungen werden immer häufiger Minikreisel angewandt. Eine Studie konnte zwar einen Rückgang der Unfallopfer von 55 % nach dem Umbau nachweisen [231]. Andererseits zeigt eine Analyse aus der Schweiz [255], dass an Minikreiseln in rund einem Drittel der Unfälle Radfahrende involviert sind. Wenngleich diese Zahlen nicht expositionsbereinigt sind, so ist kaum davon auszugehen, dass ein Drittel des Verkehrsaufkommens leichter Zweiradverkehr ist. Es ist davon auszugehen, dass Radfahrende an Minikreiseln den gleichen Risiken ausgesetzt sind wie in Kreiseln mit grösserem Durchmesser (Kleinkreisel). Projektierungsgrundsätze für Minikreisel sind zwar in [255] enthalten. Zweiradspezifische Aspekte fehlen jedoch, denn es wird lediglich darauf hingewiesen, Minikreisel nach denselben Prinzipien wie Kleinkreisel auszugestalten. Zurzeit muss festgehalten werden, dass Kreisel, insbesondere Minikreisel, ein erhöhtes Risiko für den leichten Zweiradverkehr darstellen. Es besteht weiterer Forschungsbedarf, um gesicherte Erkenntnisse für eine fahrradkompatible Ausgestaltung von Kreiseln zu gewinnen.

7.7 Knoten mit Schienenverkehr

7.7.1 Ausgangslage

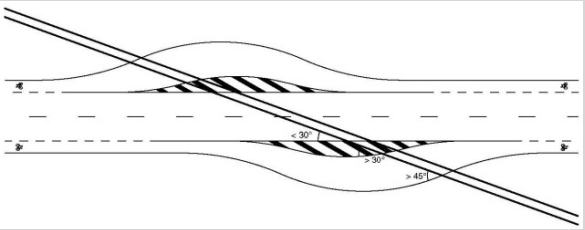
Selbstunfälle an Knoten mit Schienenverkehr lassen sich aus der Strassenverkehrsunfallstatistik nicht eruieren. Der Vergleich mit dem übrigen Unfallgeschehen lässt jedoch den Schluss zu, dass das Rettungspotenzial im Vergleich gering ist.

7.7.2 Zielsetzung

Fahrlinie des leichten Zweiradverkehrs und Gleise sollten sich möglichst mit einem Winkel von über 45° kreuzen (Abbildung 82). Bei kleinen Kreuzungswinkeln sind bauliche Massnahmen erforderlich, die es dem leichten Zweiradverkehr ermöglichen, seine Fahrlinie so zu korrigieren, dass die Gleise trotzdem unter günstigem Winkel geschnitten werden.

Das Einlegen von dehnbaren Gummiprofilen in die Gleise hat sich nur bei schwachem Schienenverkehr bewährt.

Abbildung 82
Verbesserung des Kreuzungswinkels zwischen den Gleisen und der Fahrlinie des leichten Zweiradverkehrs



Quelle: VSS-Norm SN 640 064

7.8 Knoten auf zwei Ebenen

7.8.1 Ausgangslage

Eine spezielle Möglichkeit, den leichten Zweiradverkehr konfliktfrei durch einen Knoten zu führen resp. eine Strasse überqueren zu lassen, ist die Führung auf zwei Ebenen. Die VSS-Norm SN 640 240 «Querungen für den Fussgänger- und leichten Zweiradverkehr» zeigt auf, in welchen Fällen diese Variante verkehrstechnisch sinnvoll ist und welcher Typ zur Anwendung gelangen soll.

Das Unfallgeschehen in Unter- und Überführungen lässt sich aus der Strassenverkehrsunfallstatistik nicht eruieren. Der Vergleich mit dem Unfallgeschehen an Knoten lässt jedoch den Schluss zu, dass das Rettungspotenzial in diesen Bauwerken im Vergleich gering ist. Anders sieht die Beurteilung hingegen aus, wenn in Betracht gezogen wird, dass durch das Erstellen dieser Bauwerke Unfälle beim Queren der Strasse in Knoten verhindert werden können.

Abbildung 83
Unterführung mit attraktiver Linienführung und guten Sichtverhältnissen



7.8.2 Zielsetzung

Grundsätzlich bestehen die zwei Varianten **Über-** und **Unterführung**. Für die Sicherheit massgebende Elemente sind eine attraktive Linienführung, die Sichtweiten bei Richtungswechseln und seitlichen Zugängen, die öffentliche Beleuchtung sowie eine positive Sicherheitsempfindung im öffentlichen Raum. Die VSS-Normen [256] und [257] zeigen im Detail auf, wie diese Ziele zu erreichen sind. Nebst den Detailgestaltungen für einen sicheren Betrieb (Beleuchtung, Sichtverhältnisse) ist ein attraktives Befahren von zentraler Bedeutung, um die Benützung dieser Anlagen sicherzustellen (Abbildung 83).

7.9 Freie Strecke innerorts

7.9.1 Ausgangslage

Auf der freien Strecke innerorts wird mit Infrastrukturelementen beabsichtigt, die negativen Auswirkungen der Geschwindigkeitsdifferenz zwischen motorisiertem Individualverkehr und leichtem Zweiradverkehr sowie von Überholmanövern mit zu geringem seitlichen Abstand zu minimieren.

Gesamtschweizerisch waren in den letzten 5 Jahren 21,8 % aller schwer verunfallten Radfahrende bei Kollisionen auf freier Strecke innerorts zu verzeichnen. Es kann davon ausgegangen werden, dass mit korrekten infrastrukturellen Interventionen das Unfallgeschehen rund um die Hälfte reduziert werden kann.

7.9.2 Zielsetzung

Geschwindigkeitsregime

Ein Angleichen der Geschwindigkeit der verschiedenen Verkehrsteilnehmenden ist anzustreben. Auf dem übergeordneten Strassennetz ist sicherzustellen, dass die geltende Höchstgeschwindigkeit von generell 50 km/h nicht überschritten bzw. den Umständen angepasst wird, namentlich den Verkehrsverhältnissen (Gegenwart von leichtem Zweiradverkehr). Auf dem untergeordneten Strassennetz, d. h. in Quartieren, wo Wohnen, Aufenthalt und Begegnung die dominierenden Bedürfnisse sind, ist ein deutlich niedrigeres Geschwindigkeitsregime erforderlich.

Gemäss Signalisationsverordnung wird die generelle **Höchstgeschwindigkeit** von 50 km/h mit dem Signal «Höchstgeschwindigkeit 50 generell» (2.30.1) dort angezeigt, wo die dichte Überbauung auf einer der beiden Strassenseiten beginnt. Der Beginn von Tempo-30-Zonen wird mit dem Signal «Tempo-30-Zone» (2.59.1) gekennzeichnet. Oftmals gilt im ganzen Innerorts-Gebiet Tempo 50, weil die Möglichkeit, Tempo-30-Zonen auf Quartierstrassen einzuführen, wenig genutzt wird. Ende 2006 waren erst 25 % aller überbauten Wohnzonen mit einer Tempo-30-Zonensignalisation belegt, [258], obwohl nach der Lockerung der Bestimmungen zur Einführung von Tempo-30-Zonen [82] eine starke Zunahme solcher Zonen zu verzeichnen war.

Ein adäquates Geschwindigkeitsregime innerorts wird seit Jahren unter dem Begriff «Modell Tempo 50/30» propagiert. Eine konsequente Umsetzung

[82] Verordnung über die Tempo-30-Zonen und die Begegnungszonen vom 28. September 2001, SR 741.213.3

dieses Geschwindigkeitsregimes innerorts führt zu einem den Nutzungsansprüchen angemessenen Geschwindigkeitsniveau. Als Folge der geringeren Geschwindigkeit könnte ein grosser Anteil der relevanten Unfalltypen reduziert werden.

Dieses Modell sieht nicht nur vor, innerorts alle siedlungsorientierten Strassen mit einer Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h zu belegen und das verkehrsorientierte Basisnetz mit 50 km/h zu betreiben. Ein ebenso wichtiger Bestandteil des Geschwindigkeitsregimes 50/30 innerorts ist eine den Nutzungsansprüchen der Strasse entsprechende Gestaltung der Strassenräume auf verkehrsorientierten Strassen.

So sollen auf **verkehrsorientierten** Strassen zwar Erkennungselemente wie Lichtsignalanlagen, Mittelmarkierungen, Fussgängerstreifen, Fussgängerschutzinseln und/oder das Vortrittsrecht gegenüber Querstrassen zur Anwendung gelangen. Um aber ein hohes Verkehrssicherheitsniveau zu gewährleisten, die Querbeziehungen zu verbessern und die Trennwirkung der Fahrbahn zu minimieren, ist es unerlässlich, den Strassenraum gestalterisch aufzuwerten. Dabei sind die folgende übergeordneten Strassenraumgestaltungsprinzipien und -elemente gemäss [259] anzuwenden:

- **Torwirkung** (optische Abgrenzung zwischen Strassenräumen unterschiedlicher Charakteristik, die eine Anpassung des Fahrverhaltens anstrebt; Abbildung 84)
- **Kammerung des** Strassenraums (optische Längsunterteilung des Strassenraums in Raumkammern, um für Lenker die Durchsicht in die Tiefe des Strassenraums zu beschränken und damit einen geschwindigkeitssenkenden Effekt zu erzielen; Abbildung 85)
- **Verzahnung der Seitenräume** (Milderung der Bandwirkung der Fahrbahnränder durch Verwendung verschiedener Beläge; Abbildung 86).

Abbildung 84
Torwirkung einer Mittelinsel bei einer Ortseinfahrt



Abbildung 85
Kammerung des Strassenraums



Abbildung 86
Verzahnung der Seitenräume



Bei der Umsetzung dieser Prinzipien sind nachfolgende Aspekte mit einzubeziehen:

- Städtebauliche Vorgaben und Ziele
- Struktur des Strassenraums
- Funktion und Lage der Strasse

Von zentraler Bedeutung ist, dass das übergeordnete Strassennetz innerorts eine hohe Leistungsfähigkeit aufweist. Dadurch soll vermieden werden, dass sich Schleichverkehr auf die siedlungsorientierten Strassen verlagert. Da gleichzeitig städtebauliche Aspekte, Strassenraumstruktur sowie Funktion und Lage der Strasse zu berücksichtigen sind, stellen verkehrsorientierte Innerortsstrassen für Planer und Behörden hinsichtlich Projektierung, Gestaltung und Betrieb äusserst anspruchsvolle und komplexe Herausforderungen dar. Wie diese Aufgaben mit dem Aspekt der Verkehrssicherheit zu verbinden sind, ist in [260] erläutert.

Eine Auswahl an Gestaltungselementen ist in den folgenden Kapiteln behandelt. Dabei wird nicht nur die Zweckdienlichkeit zur konkreten Umsetzung von Gestaltungsprinzipien erläutert, sondern auch ihre präventive Wirkung auf bestimmte Unfalltypen beurteilt. Dabei zeigt sich, dass das Gestaltungselement «Trennung in Fahrbahnmitte» eine zentrale Rolle einnimmt.

Auf **siedlungsorientierten** Strassen sind primär Erkennungsmassnahmen einzusetzen, damit sich Lenkende jederzeit vergegenwärtigen können, dass eine Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h gilt:

- auffälliges Eingangstor (Abbildung 87)
- versetzte Parkfelder (Abbildung 88)
- Markierungstechnische Akzentuierung von Rechtsvortritt-Kreuzungen gemäss [261] (Abbildung 89)
- Tempo-30-Signete Abbildung 90)

Abbildung 87
Torelement bei der Einfahrt in eine Tempo-30-Zone



Abbildung 88
Versetzte Parkfelder in einer Tempo-30-Zone



Abbildung 89
Verdeutlichung einer Kreuzung mit Rechtsvortritt in einer Tempo-30-Zone



Abbildung 90
Tempo-30-Signet



Bauliche Massnahmen zur Verkehrsberuhigung (z. B. Vertikal- und Horizontalversätze) gemäss [262] sollen nur dann angewendet werden, wenn aufgrund des Erscheinungsbildes ein schlechter Einhaltegrad der Geschwindigkeitsbeschränkung zu erwarten ist oder besteht.

In der Praxis wird der Fokus oft auf eine Umsetzung von Tempo-30-Zonen in siedlungsorientierten Strassen gerichtet, was angesichts der hervorragend belegten Evidenz einer Reduktion der Unfallfolgen (-27 % Unfälle mit Personenschaden) aus präventiver Sicht sinnvoll ist. Hinsichtlich Unfallrelevanz ist dieses Vorgehen jedoch nicht ausreichend. Eine Abschätzung aufgrund der Strassenverkehrsunfallstatistik zeigt, dass mindestens 70 % aller schwer verletzten und getöteten PW-Insassen auf **verkehrsorientierten Strassen** zu verzeichnen sind und somit primär auf diesen Strassen **Handlungsbedarf** besteht. Dazu ist anzumerken, dass die Strassenverkehrsunfallstatistik keine Aufschlüsselung nach Funktion der Strasse zulässt (verkehrsorientiert, siedlungsorientiert). Deshalb beruht diese Schätzung auf der Tatsache, dass zumindest alle Haupt- und Kantonsstrassen verkehrsorientiert sind (Tabelle 95).

Tabelle 95
Schwere Personenschäden bei PW-Insassen innerorts nach Strassenart und -kategorie, ∑ 2004–2008

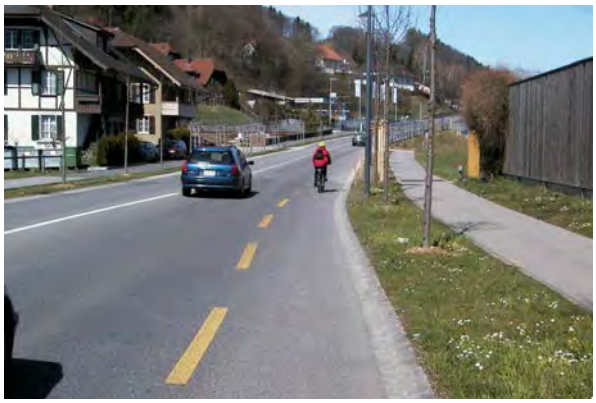
Strassenkategorie	Autobahn	Autostrasse	Hauptstrasse	Nebenstrasse	Andere	Total
Nationalstrasse	0	0	1	0	0	1
Kantonsstrasse	0	2	1 561	284	2	1 849
Gemeindestrasse	0	0	132	611	8	751
Privatstrasse	0	0	0	15	11	26
Andere	0	0	356	282	58	696
Total	**0**	**2**	**2 050**	**1 192**	**79**	**3 323**

Quelle: BFS, Auswertungen bfu

Radstreifen

Radstreifen weisen den beiden Fahrzeugkategorien «leichter Zweiradverkehr» und «motorisierter Individualverkehr» separate Spuren zu (Abbildung 91). Gemäss Art. 74 Abs. 5 SSV werden Radstreifen durch eine unterbrochene oder ununterbrochene gelbe Linie abgegrenzt. Die ununterbrochene Linie darf weder überfahren noch überquert werden. Gemäss Art. 40 Abs. 3 VRV dürfen Lenkende anderer Fahrzeuge auf dem mit einer unterbrochenen Linie abgegrenzten Radstreifen fahren, sofern sie den Fahrradverkehr dadurch nicht behindern. Sicherheitstechnisch ist es demnach entscheidend, dass die Fahrspurbreiten für beide Fahrzeugkategorien ein gewisses Minimalmass aufweisen. Bei zu geringen Strassenbreiten ist der erwünschte Sicherheitsgewinn durch Radstreifen fraglich. In der Tat wurde in einem Experiment nachgewiesen, dass bei markiertem Radstreifen die Motorfahrzeuge die Radfahrer in signifikant näherem Abstand überholten als wenn keine Radstreifen markiert waren [263]. Dieses Resultat untermauert die verkehrssicherheitstechnische Empfehlung, Radstreifen nur bei genügend vorhandenen Fahrbahnbreiten zu markieren.

Abbildung 91
Radstreifen innerorts mit korrekten Breiten



Kernfahrbahnen

Wenn die Fahrbahn zu schmal ist, um gleichzeitig Radstreifen und Mittellinie zu markieren und dennoch die Sicherheit der Zweiradfahrer verbessert werden soll, kann eine Kernfahrbahn eine mögliche Lösung sein (Abbildung 92 und Abbildung 93). Bei der Beurteilung sind verschiedene Kriterien zu berücksichtigen:

- Mindestbreite des Radstreifens in Abhängigkeit der Randabschlüsse und der vertikalen Linienführung (Steigung, Gefälle)
- Maximale Längsneigung
- Breite der verbleibenden Fahrbahn (Kernfahrbahn)

Abbildung 92
Kernfahrbahn – Beispiel 1



Abbildung 93
Kernfahrbahn – Beispiel 2



- Verkehrsmenge des leichten Zweiradverkehrs
- Verkehrsmenge des motorisierten Individualverkehrs
- Lastwagenanteil

Die Einsatzmöglichkeiten sind in der VSS-Norm SN640 212 aufgezeigt. Die Werte basieren auf dem Forschungsbericht des UVEK «Optimierte Führung des Fahrradverkehrs an engen Strassenabschnitten» [264].

Führung auf Strassen mit öffentlichem Verkehr

Die Führung des leichten Zweiradverkehrs auf Strassen mit öffentlichem Verkehr bedarf einer besonders sorgfältigen Planung. Die verschiedenen Varianten der Infrastruktur für den leichten Zweiradverkehr (mit/ohne Radstreifen), der Infrastruktur für den öffentlichen Verkehr sowie der Anordnung untereinander sind in der VSS-Norm SN 640 064 «Führung des leichten Zweiradverkehrs auf Strassen mit öffentlichem Verkehr» abgehandelt. Nachfolgend ist exemplarisch einer der häufigsten Fälle dargestellt.

Mitbenützung von Busspuren

Bei knappen Platzverhältnissen und markierter Busspur besteht die Möglichkeit, den leichten Zweiradverkehr auf der Busspur selbst zu führen (Abbildung 94). Hauptkriterien für den Entscheid dieser Führungsart sind die Längsneigung der Strecke mit Busstreifen sowie die Gesamtbreite des Bus- und des Motorfahrzeugstreifens.

Das Gesetz sieht diese Möglichkeit vor. Art. 74 Abs. 4 SSV besagt, dass «Bus-Streifen, die durch ununterbrochene oder unterbrochene gelbe Linien

und durch die gelbe Aufschrift ‚BUS' gekennzeichnet sind, zwar nur von Bussen im öffentlichen Linienverkehr und gegebenenfalls von Strassenbahnen benützt werden dürfen, wobei jedoch markierte oder signalisierte Ausnahmen vorbehalten bleiben».

Abbildung 94
Busspur mit zugelassenem leichtem Zweiradverkehr



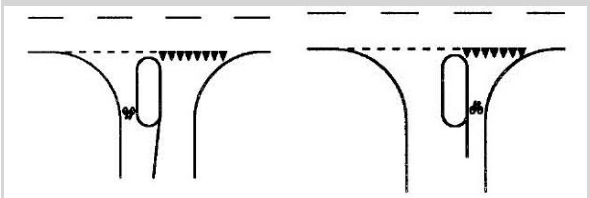
Führung in Einbahnstrassen im Gegenverkehr

Diese Lösung ist für den leichten Zweiradverkehr unter dem Gesichtspunkt der Attraktivitätssteigerung einzuordnen. Da diese Führungsart zweifellos gewisse Risiken bergen kann, sind bei deren Anwendung gewisse sicherheitstechnische Voraussetzungen zu befolgen. Insbesondere ist eine genügende Breite der Fahrbahn, die Markierung eines Radstreifens für die in Gegenrichtung fahrenden Fahrräder sowie korrekt ausgestaltete Anfangs- und Endpunkte dieser speziellen Abschnitte erforderlich (Abbildung 95).

Korrekte Breiten bei Mischverkehr

Bei Rahmenbedingungen, die weder die Markierung eines Radstreifens noch Kernfahrbahnen zulassen (Abbildung 96), ist zumindest das Einhalten von sicherheitstechnisch korrekten Fahrbahnbreiten angezeigt. Der Grundgedanke dieser Lösung besteht darin, Breiten zu vermeiden, die den motorisierten Individualverkehr dazu verleiten, leichten Zweiradverkehr bei Gegenverkehr mit zu wenig seitlichem Abstand zu überholen. Die Problematik inkl. der Empfehlungen sind in [265] abgehandelt.

Abbildung 95
Zweiradpforten für den ein- bzw. ausfahrenden leichten Zweiradverkehr



Quelle: VSS-Norm SN 640 252

Keine separaten Radwege

Innerorts sind separate Radwege zu vermeiden, insbesondere auf Abschnitten, auf denen seitlich private Zufahrten, Einmündungen, Zugänge usw. in rascher Abfolge vorkommen. Ein separat geführter Radweg vermittelt den Benutzenden ein hohes Mass an Sicherheit, was unbewusst zu weniger vorsichtigem Verhalten führen kann. Die erwartete Sicherheit ist jedoch in Wirklichkeit wegen der vielen Konfliktpunkte nicht gegeben. Separate Radwege innerorts stellen somit in der Regel einen klassischen Fall von falscher Sicherheit dar (Abbildung 97). Für das Führen des leichten Zweiradverkehrs auf Trottoir innerorts gelten analoge Überlegungen (Kap. VII.7.10, S. 266).

Abbildung 96
Betrieb mit Mischverkehr



Abbildung 97
Separater Radweg innerorts – falsche Sicherheit



7.10 Freie Strecke ausserorts

7.10.1 Ausgangslage

Auf der freien Strecke ausserorts haben die Infrastrukturelemente zum Ziel, die – gegenüber Innerortsabschnitten – stärkeren negativen Auswirkungen der Geschwindigkeitsdifferenz zwischen motorisiertem Individualverkehr und leichtem Zweiradverkehr sowie von Überholmanövern mit zu geringem seitlichen Abstand zu minimieren. Eine baulich getrennte Führung ist deshalb in der Regel anzustreben.

Gesamtschweizerisch wurden in den letzten 5 Jahren 9,2 % aller Radfahrenden bei Kollisionen auf freier Strecke ausserorts schwer verletzt oder getötet. Es kann davon ausgegangen werden, dass mit korrekten infrastrukturellen Interventionen das Unfallgeschehen rund um die Hälfte reduziert werden kann.

7.10.2 Zielsetzung

Radweg

Bei ausgewiesenem Bedarf und besonderen Bedürfnissen (z. B. Schulwegsicherung) ist diese Massnahme ausserorts angezeigt. Gemäss Art. 1 Abs. 6 VRV sind Radwege für Radfahrende bestimmte, von der Fahrbahn durch bauliche Massnahmen getrennte und entsprechend signalisierte Wege. Radfahrende müssen Radwege benützen, wenn diese mit dem Signal «Radweg» gekennzeichnet sind. Radwege müssen gemäss VSS-Normen und Signalisationsverordnung signalisiert und markiert werden.

Radwege weisen ausserorts in der Regel keine Konfliktpunkte auf, sodass die von den Benutzenden erwartete Sicherheit auch vorhanden ist. Die beiden häufigsten Formen sind der einseitige, im Gegenverkehr betriebene Radweg (Abbildung 98) und der beidseitige, im Richtungsverkehr betriebene Radweg. Oft empfiehlt es sich, solche Anlagen sowohl für den leichten Zweiradverkehr als auch für den Fussgängerverkehr vorzusehen, als sogenannte kombinierte Geh-/Radwege (Abbildung 99).

Zwei Faktoren sind für die Sicherheit bei Radwegen (bzw. kombinierten Rad-/Gehwegen) ausserorts entscheidend:

- Die minimalen **Breiten** sind einzuhalten
- Speziell bei einseitigen Radwegen im Gegenverkehr muss den Anschlüssen ein besonderes Augenmerk gegeben werden. Sie müssen deutlich ersichtlich sein. Anschlüsse sind möglichst rechtwinklig zur Fahrbahn anzuordnen und so zu gestalten, dass nicht direkt und mit hoher Geschwindigkeit eingemündet werden kann (Abbildung 100).

Abbildung 98
Baulich getrennter Radweg ausserorts, einseitig mit Gegenverkehr



Abbildung 99
Kombinierter Geh-/Radweg mit Gegenverkehr



Abbildung 100
Rechtwinklig geführter Anschluss (ohne Massnahme zur Sicherung der Querung)



Abbildung 101
Querungshilfe in Fahrbahnmitte



Im Weiteren müssen die Anschlüsse ein sicheres Erreichen des Radwegs auf der anderen Strassenseite ermöglichen (Abbildung 101).

Freigabe Trottoir

Das Befahren des Trottoirs von Radfahrenden ist grundsätzlich nicht erlaubt. Gemäss Signalisationsverordnung kann jedoch seit 1998 insbesondere zur Schulwegsicherung auf relativ stark befahrenen Strassen am Beginn eines schwach begangenen Trottoirs das Signal «Fussweg» (2.61) mit der Zusatztafel «Fahrrad gestattet» (Abbildung 102) angebracht werden (Art. 65 Abs. 8.8 SSV). Das Trottoir darf dann von Motorfahrradlenkenden und Radfahrenden mit abgestelltem Motor mitbenutzt werden. Aus je einer Publikation der bfu und der Schweizerischen Fahrradkonferenz (SVK) [266,267] geht hervor, dass neben dem auszuweisenden Bedürfnis verschiedene sicherheitstechnische Bedingungen an eine Freigabe geknüpft sind. Die Breite darf ein gewisses Minimum nicht unterschreiten, der Abschnitt muss ausserorts liegen (Wegfallen seitlicher Konflikte), der Fussgängerverkehr darf ein gewisses Mass nicht überschreiten.

Abbildung 102
Signal 2.61 Fussweg mit Zusatztafel «Fahrrad gestattet»



Korrekte Breiten bei Mischverkehr

Sind weder Radwege möglich noch die Freigabe des Trottoirs für den leichten Zweiradverkehr zulässig, so ist – wie auf freier Strecke innerorts – das Einhalten von sicherheitstechnisch korrekten Fahrbahnbreiten angezeigt (Abbildung 103). Es sind also Breiten zu vermeiden, die den motorisierten Individualverkehr dazu verleiten, leichten Zweiradverkehr bei Gegenverkehr mit zu wenig seitlichem Abstand zu überholen. Die Problematik inkl. der Empfehlungen wird in [265] abgehandelt.

Keine Kernfahrbahnen

Auch ausserorts wurde in den vergangenen Jahren versucht, zur Hebung der Sicherheit und Attraktivität von Fahrradrouten bei geringen Fahrbahnbreiten Kernfahrbahnen zu markieren (Kap. VII.7.9.2, S. 260), obwohl in Fachkreisen sicherheitstechnische Bedenken geäussert wurden. In einer Forschungsarbeit das ASTRA wurden an 15 Strassenabschnitten Vorher-/Nachher-Vergleiche (Geschwindigkeit, Abstandsverhalten) durchgeführt. Die Autoren gelangen zum Schluss, dass sich ausserorts «Kernfahrbahnen in der Regel **nicht** als Massnahme zur Erhöhung der Verkehrssicherheit im Radverkehr» eignen [268].

Abbildung 103
Betrieb mit Mischverkehr



7.11 Unterhalt

7.11.1 Ausgangslage

Oft beschränkt sich der Unterhalt der Fahrbahn auf den mittleren Fahrbahnbereich, sodass der Fahrbahnrand punktuell oder abschnittsweise für den leichten Zweiradverkehr unbefahrbar wird (z. B. Schachtdeckel mit zu weiten und/oder längs gerichteten Öffnungen, Scherben, Schnee, Schlaglöcher).

Das auf mangelnden Unterhalt zurückzuführende Unfallgeschehen lässt sich aus der Strassenverkehrsunfallstatistik nicht eruieren, umso mehr, als bei der Unfallaufnahme der mangelnde Unterhalt kaum in Betracht gezogen werden dürfte. Der Vergleich mit dem Unfallgeschehen auf freier Strecke lässt jedoch den Schluss zu, dass das Rettungspotenzial nicht unbedeutend ist.

7.11.2 Zielsetzung

Die Reinigung und Räumung von Strecken mit viel leichtem Zweiradverkehr ist regelmässiger vorzunehmen. Auf solchen Strecken ist dem leichten Zweiradverkehr die gleiche Priorität wie dem motorisierten Individualverkehr zuzuteilen.

Da Abfall und Scherben oft am Wochenende auf die Strasse gelangen, ist es angezeigt, Strecken mit viel leichtem Zweiradverkehr montags zu räumen. Dadurch wird die Zeitspanne, in der die Strasse geräumt bleibt, verlängert.

7.12 Umsetzung

7.12.1 Einleitung

Der Kenntnisstand zum Thema «Infrastruktur für den leichten Zweiradverkehr» ist gut. Viele wichtige Aspekte sind in Gesetzen, Normen und Richtlinien festgehalten. Es mangelt vielmehr an der korrekten Umsetzung bzw. an der Umsetzung überhaupt. **Strategien** zur Behebung dieses Defizits sind gefordert.

Dabei sind folgende Ziele anzustreben:

- Konsequente Umsetzung der geltenden Gesetze, Normen und Erkenntnisse
- Umsetzen von Infrastrukturelementen zur Förderung der Sicherheit des leichten Zweiradverkehrs
- Vermeiden von Infrastrukturelementen mit unerwünschten Nebenwirkungen (z. B. Übersignalisation, falsche Anwendung und Geometrie von Infrastrukturelementen)

7.12.2 Strategien

Ausbildung der Ingenieure und Planer

In der Praxis zeigt sich wiederholt, dass die Kenntnisse und/oder die Sensibilisierung zum Thema «leichter Zweiradverkehr» bei Ingenieuren und Planern mangelhaft sind. Dies führt zu folgendem Fehlverhalten bei Planungsabläufen:

- Nicht Kennen der relevanten Normen
- Falsche Auslegung von Normen resp. Normteilen
- Nichtanwendung von Norm bzw. Normteilen oder keine Durchsetzung infolge lokaler Rahmenbedingungen

Erstausbildung: Während der Erstausbildung an Hochschulen und Fachhochschulen ist bereits eine

Sensibilisierung für die Verkehrssicherheit generell sowie auch für das spezifische Thema des leichten Zweiradverkehrs gesamtschweizerisch zu gewährleisten. Insbesondere ist sicherzustellen, dass den Studenten nebst dem Grundwissen die entsprechenden Normen, Gesetze und Forschungsergebnisse vermittelt werden.

Fort-/Weiterbildung: Viele Berufsstände sehen eine obligatorische Weiterbildung vor (Piloten, Fachpsychologen, Lehrkräfte usw.). Analog dazu ist eine obligatorische Weiterbildung für Verkehrsingenieure und -planer wünschenswert. In diesem Sinn ist die Neuregelung für Mitglieder des SVI (Schweizerische Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten) zu begrüssen, die Mitgliedschaft an die Weiterbildungsaktivität zu binden. Die Palette der möglichen Fortbildungen ist dabei recht breit gehalten. Es ist sicherzustellen, dass verkehrssicherheitsrelevante Themen stärker gewichtet werden könnten. Kongresse und Tagungen zu Verkehrssicherheitsthemen werden zwar in der Schweiz schon heutzutage regelmässig organisiert, vor allem von Berufsverbänden und Fachstellen. Doch die Teilnahme ist freiwillig.

Kurzfristig kann die Unterstützung der Organisation solcher Tagungen/Kongresse empfohlen werden.

Mittelfristig ist zu überprüfen, wie das gesamte Angebot an Tagungen/Kongressen koordiniert und mit einer allfälligen obligatorischen Weiter-/Fortbildung abgestimmt werden kann.

Road Safety Audits

Das Safety Audit ist ein standardisiertes Verfahren, das bei Aus-, Neu- und Umbauprojekten von Behörden sowie von privaten Ingenieurbüros angewendet wird. Es beinhaltet eine Sicherheitsverträglichkeitsprüfung, vergleichbar mit einer Umweltverträglichkeitsprüfung. In einigen Ländern gehört dieses Verfahren bereits heute zum üblichen Ablauf bei Neuprojekten.

Nach den zur Verfügung stehenden Unterlagen sind Anwendungen bekannt aus Australien, Grossbritannien Deutschland und Dänemark. Untersuchungen zur Wirksamkeit sind aus Dänemark bekannt und belegen einen Nutzen-Kosten-Faktor von 1,5.

Die bestehenden Bestrebungen (Via sicura, [269]), auch in der Schweiz Safety Audits obligatorisch einzuführen, sind zu unterstützen. Dabei ist dafür zu sorgen, dass der Aspekt der Sicherheit des leichten Zweiradverkehrs in den auszuarbeitenden Abläufen zum festen und gleichgestellten Bestandteil wird. Dies wird mit Vorteil dadurch bewerkstelligt, dass der Einsitz von Fachleuten aus den Bereichen «leichter Zweiradverkehr» und «Sicherheit» in den zuständigen Arbeitsgruppen gewährleistet wird.

Road Safety Inspections

Die Safety Inspection ist ebenfalls ein standardisiertes Verfahren, das jedoch im Gegensatz zu Safety-Audits nicht Projekte, sondern bestehende Verkehrsanlagen auf Verkehrssicherheitsdefizite überprüft. Road Safety Inspections werden schon in vielen Ländern angewendet. Sie weisen den Vorteil auf, dass risikoreiche Infrastrukturdefizite flächendeckend angegangen werden. Zudem können bestehende Anlagefehler korrigiert werden, die durch ein Road Safety Audit nicht mehr erfasst würden.

Bezüglich Einführung und Gewährleistung der Sicherheitsaspekte des leichten Zweiradverkehrs in

den entsprechenden Abläufen gelten dieselben Bemerkungen wie für Road Safety Audits.

VSS-Normen mehr Gewicht verleihen

Die VSS-Normen stellen den aktuellen Wissensstand dar und entsprechen somit den Regeln der Baukunde. Sie sind nicht unmittelbar bindend, werden jedoch insbesondere in Schadensfällen, also im Nachhinein, von den Gerichten als Grundlage beigezogen. Einige wenige dieser Normen gelten als **Weisung** des UVEK im Sinn von Art. 115 Abs. 1 SSV. und erhalten dadurch ein grösseres Gewicht[83]. In der Praxis zeigt sich, dass diese im Planungs- und Projektierungsprozess einfacher durchzusetzen sind.

Idealerweise müssten somit die VSS-Normen in den Stand einer Weisung erhoben werden. Die Machbarkeit dieser Zielsetzung ist deshalb vertiefter abzuklären.

Zurzeit ist der VSS daran, die Sicherheitsrelevanz jeder einzelnen VSS-Norm festzulegen und sie danach zu bewerten. Es ist deshalb sicherzustellen, dass Normen, welche die Sicherheit des leichten Zweiradverkehrs betreffen, gebührend berücksichtigt werden.

In diesem Zusammenhang ist zu überprüfen, ob es möglich ist, wenigstens die mit hoher Sicherheitsrelevanz bewerteten Normen als Weisung zu deklarieren, falls der Ansatz, alle Normen als Weisung zu erklären, sich als nicht realisierbar herausstellen sollte.

Geplante VSS-Normen – insbesondere Normpaket «Querungen»

Umfassend wird der leichte Zweiradverkehr erst seit den 90er-Jahren in den VSS-Normen berücksichtigt. Die erste entsprechende Norm wurde 1994 publiziert. Es versteht sich von selbst, dass 2011 die Normen, die den leichten Zweiradverkehr betreffen, noch nicht vollständig sein können.

Die geplante Vervollständigung des Normenpakets für den leichten Zweiradverkehr ist sicherzustellen. Basierend auf den Risikofaktoren muss das Normenpaket «Querungen für den Fussgänger- und leichten Zweiradverkehr» mit Priorität behandelt werden.

Öffentlichkeitsarbeit

Ziel der Öffentlichkeitsarbeit ist es, Behörden und Bevölkerung für die Aspekte der Sicherheit des leichten Zweiradverkehrs zu sensibilisieren. Dies ist deshalb wichtig, weil der Planungs- und Realisierungsprozess von Strasseninfrastruktur immer auch einen (finanz-)politischen Aspekt hat. Es besteht somit die Gefahr, dass als unwichtig erachtete Infrastrukturelemente den Sparbemühungen zum Opfer fallen, insbesondere wenn sie nicht für obligatorisch erklärt werden können.
Beispiele dafür sind:

- Geschwindigkeitsregime innerorts «50/30»
- Trixi-Spiegel an Kreuzungen mit Lichtsignalanlage
- Alle Infrastrukturelemente, die eine grosse Sicherheitsrelevanz aufweisen, jedoch als unwichtig erachtet werden, weil sie «lediglich» in VSS-Normen vorkommen
- Verbesserter Unterhalt

[83] Verordnung des UVEK über die auf die Signalisation von Strassen, Fuss- und Wanderwegen anwendbaren Normen vom 12. Juni 2007, SR 741.211.5

Öffentlichkeitsarbeit muss in erster Linie von anerkannten Fachstellen (Experten) ausgehen. Zielpublikum sind dabei einerseits die zuständigen Behörden und andererseits die breite Öffentlichkeit.

Mit den zuständigen Behörden ist eine enge Zusammenarbeit und ein regelmässiger Kontakt seitens der Fachstellen zu pflegen. Im Vordergrund stehen dabei folgende Aktivitäten:

- Weiterführung/Intensivierung der fachtechnischen Beratungen zu sicherheitsrelevanten Themen
- Weiterführung/Intensivierung der fachtechnischen Unterstützung von Projekten
- Durchführung von regelmässigen Kolloquien
- Vermehrte Publikationen in Fachzeitschriften

In der breiten Öffentlichkeit sollen durch die entsprechenden Fachstellen Infrastrukturelemente bekannt gemacht werden. Als Verbreitungskanäle eignen sich z. B.:

- Artikel in Publikumszeitschriften
- Medienauftritte
- Beiträge auf den Websites der entsprechenden Fachstellen

Tabelle 96
Massnahmen zur Umsetzung sicherheitsfördernder Infrastruktur

Massnahme	Beurteilung
Ausbildung der Ingenieure und Planer:	
Erstausbildung: Sensibilisierung für die Verkehrssicherheit sowie Vermittlung fachspezifischen Grundwissens Weiter-/Fortbildung: Organisation und Koordination von fachspezifischen Tagungen. Prüfung der Optimierung des SVI-Weiterbildungsreglements aus der Optik Verkehrssicherheit / leichter Zweiradverkehr. Sowohl in der Erstausbildung als auch in der Weiter-/Fortbildung sind schwerpunktmässig folgende Themen zu behandeln: • Grundsätze zur Sicherheit des leichten Zweiradverkehrs (inkl. Aspekte der falschen Sicherheit) • Radwegnetz-Planung • Zweiradfreundliche Knotengestaltung • Zweiradfreundliche Gestaltung der freien Strecke • Spezialthemen (Geschwindigkeitsregime innerorts 50/30, zweiradfreundlicher Strassenunterhalt) • Technische und gesetzliche Grundlagen in ihrer Gesamtheit	Sehr empfehlenswert
Road Safety Audit und Road Safety Inspections	
Unterstützung der Bestrebungen, in der Schweiz Safety Audits und Inspections als standardmässige Projektphase einzuführen	Sehr empfehlenswert
Den Normen mehr Gewicht verleihen	
Rechtliche Bedeutung der VSS-Normen erhöhen, indem sie beispielsweise zu Weisungen des UVEK erklärt werden	Bedingt empfehlenswert (politische Akzeptanz abzuklären)
Geplante VSS-Normen vervollständigen	
Unterstützung der aktuellen Bestrebungen, die VSS-Normen mit Bezug zum leichten Zweiradverkehr zu vervollständigen	Sehr empfehlenswert
Öffentlichkeitsarbeit	
Sensibilisierung der Öffentlichkeit sowie der zuständigen Behörden und Planer für den Nutzen von sicherheitsfördernden Infrastruktur-Massnahmen	Bedingt empfehlenswert (nicht ressourceneffizient)

7.13 Fazit

Infrastruktur und Verkehrsabläufe müssen so organisiert werden, dass die Kollisionswahrscheinlichkeit und die Sturzgefahr für Radfahrende ohne Beteiligung weiterer Fahrzeuge drastisch gesenkt werden. Die Einführung eines flächendeckenden, vom Autoverkehr komplett getrennten Radwegnetzes ist aus praktischen und finanziellen Gründen unrealistisch. Notwendig und für die sichere Fortbewegung von Radfahrenden unabdingbar ist hingegen eine Netzplanung für den leichten Zweiradverkehr. Dort wo infrastrukturelle Interventionen für den leichten Zweiradverkehr geplant und umgesetzt werden, müssen diese unbedingt den sicherheitstechnischen Aspekten der VSS-Normen entsprechen. Ansonsten besteht nicht nur die Gefahr, dass die erhoffte Sicherheitssteigerung ausbleibt, sondern dass das Unfall- und Verletzungsrisiko sogar steigt. Hauptziel ist dabei die sichere Gestaltung von Knoten. Denn obwohl während einer Fahrt die Aufenthaltsdauer in Knoten bedeutend geringer ist als auf freier Strecke, sind in Knoten 54 % aller schweren Personenschäden bei Kollisionen zu verzeichnen. Neben Fahrradspezifischen Infrastrukturelementen stellt auch der Betrieb des innerörtlichen Strassennetzes nach einem konse-

quenten Geschwindigkeitsregime 50/30 eine zentrale Sicherheitsmassnahme dar. Nicht zuletzt ist ein angemessener Unterhalt des Strassennetzes, der die Belange des leichten Zweiradverkehrs mit einbezieht, nötig. Dazu gehört auch die regelmässige Überprüfung der Signalisation im Hinblick auf eine mögliche Reduktion der Signalisationsdichte. Strategien zur Umsetzung der infrastrukturellen Massnahmen sind insbesondere die nachhaltige Ausbildung von Verkehrsfachleuten, die systematische Umsetzung von Road Safety Audits und Road Safety Inspections sowie die Fertigstellung des VSS-Normenpaketes zum Thema «leichter Zweiradverkehr».

VIII. Schlussfolgerungen

Gegenüber dem Sicherheitsdossier «Fahrradverkehr» aus dem Jahr 2005 zeigt das hier in überarbeiteter Form vorliegende Sicherheitsdossier keine grundlegenden Neuerungen. Wie in den Jahren 1999–2003 waren auch im Zeitraum 2005–2009 rund 900 schwer und 40 tödlich verunfallte Radfahrende auf Schweizer Strassen zu beklagen. Nach wie vor besteht somit Handlungsbedarf.

Die zentralsten **Ziele** zur Verbesserung der Sicherheit der Radfahrenden auf der Strasse sind:

- Netzplanung für den leichten Zweiradverkehr
- Infrastruktur für den leichten Zweiradverkehr gemäss VSS-Normen planen und bauen (vor allem an Knoten)
- Betrieb des innerörtlichen Strassennetzes konsequent nach Geschwindigkeitsregime 50/30
- vorausschauendes, partnerschaftliches Fahrverhalten der Motorfahrzeug-Lenkenden gegenüber den Radfahrenden
- Verbesserung der Kollisionseigenschaften von Motorfahrzeugen
- Ausrüsten der Motorfahrzeuge mit elektronischen Systemen (z. B. Systeme zur Detektion von Radfahrenden oder Bremsassistenzsysteme)
- Förderung des Fahrradhelms
- fahrradspezifisches Gefahrenbewusstsein der Jugendlichen und erwachsenen Radfahrenden fördern
- Kinder beim Zurücklegen von Fahrwegen begleiten

Einige wichtige **Strategien/Massnahmen** zur Zielerreichung:

- Sensibilisierung von Ingenieuren und Planern in der Erst- und Weiterbildung für fahrradspezifische Verkehrssicherheit
- Fahrausbildung für Motorfahrzeug-Lenkende, die mehr Wert auf ein vorausschauendes, partnerschaftliches Fahrverhalten gegenüber Radfahrenden legt
- finanzielles Anreizsystem für ausgewählte Sicherheitstechnologien bei Motorfahrzeugen
- institutionalisierte, fahrradspezifische Verkehrserziehung für Kinder und Jugendliche

IX. Anhang

1. Exkurs zu E-Bike

1.1 Grundsätzliches

E-Bikes sind meist einspurige, zweirädrige pedalbetriebene Fahrzeuge mit zusätzlich eingebautem Elektromotor (bei für den Transport von Behinderten konzipierten Modellen sind mehr als 1 Platz und mehr als 2 Räder zulässig). Ein Akkumulator, der üblicherweise am Rahmen befestigt ist, liefert die Energie. Bei vielen Modellen unterstützt der Elektromotor die Tretbewegung, sobald die Pedale angekurbelt werden. Dies ermöglicht es, mit geringem Kraftaufwand ansehnliche Geschwindigkeiten zu erreichen. Die Reichweite der heutzutage im Handel erhältlichen E-Bikes beträgt je nach Modell und zugeschalteter Leistung rund 30–80 km. Die Akkumulatoren lassen sich in der Regel bequem abnehmen und an herkömmlichen Steckdosen aufladen. Im deutschsprachigen Raum hat sich noch kein einheitlicher Begriff etabliert. Es finden sich die verschiedensten Bezeichnungen. Üblich sind: Elektrorad, Elektromotor-Fahrrad, Elektrofahrrad, Pedelec (vor allem in Deutschland), E-Bike, Elektro-Bike. Bisweilen wird zur Bezeichnung von Elektrofahrrädern auch schlicht der Name von Herstellerfirmen benutzt (z. B. Flyer).

1.2 Rechtliches

E-Bikes gehören zur Fahrzeugart «Motorfahrrad» (Art. 18 VTS) und sind somit – entgegen der weitverbreiteten Meinung – im rechtlichen Sinn keine Fahrräder. Folglich gelten für E-Bikes die rechtlichen Bestimmungen betreffend Motorfahrräder. E-Bikes lassen sich in zwei Gruppen einteilen: Einerseits gibt es Leicht-Motorfahrräder, d. h. E-Bikes mit höchstens 0,5 kW Motorleistung, einer sogenannten bauartbedingten (ohne Zutun menschlicher Muskelkraft) erreichbaren Höchstgeschwindigkeit von 20 km/h und einer allfälligen Tretunterstützung bis maximal 25 km/h (Art. 18 Bst. b Ziff. 1 VTS).

Andererseits gibt es die übrigen Motorfahrräder respektive E-Bikes: Ihre bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit darf maximal 30 km/h, die Motorleistung höchstens 1,00 kW betragen und die Tretunterstützung bis zu 45 km/h wirken (Art 18 Bst. a Ziff. 1 VTS). Im alltäglichen Sprachgebrauch werden Leicht-Motorfahrräder oft als «langsame E-Bikes», die «übrigen» als «schnelle E-Bikes» bezeichnet.

Voraussetzung für das Fahren beider E-Bike-Typen ist – wie auch bei Motorfahrrädern mit Verbrennungsmotor – ein Mindestalter von 14 Jahren. Ursprünglich war die Helmtragpflicht vor allem an die bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit gebunden, also diejenige Geschwindigkeit, die ein Motorfahrzeug allein mittels seines Motorenantriebs erzielen kann. Betrug diese weniger als 20 km/h, so bestand keine Helmtragpflicht – dies unabhängig von der potenziellen Höchstgeschwindigkeit des jeweiligen E-Bikes (Art. 3 Abs. 4 Bst. e VRV, in der Fassung bis 30. Juni 2012).

Per 1. Juli 2012 wurde das Helmtragen für E-Bike-Lenkende neu geregelt: Relevant für die Frage, ob ein Helm getragen werden muss oder nicht, ist aus-

ser der bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit künftig auch die mit Tretunterstützung erreichbare Höchstgeschwindigkeit.

Beim Fahren eines Leicht-Motorfahrrads besteht wie bis anhin kein Helmobligatorium (Art. 3b Abs. 4 Bst. e VRV, in der Fassung ab dem 1. Juli 2012). Das freiwillige Tragen eines Fahrradhelms wird jedoch aus Sicherheitsgründen empfohlen.

Für Lenkende eines E-Bikes der Gruppe «übriges Motorfahrrad» ist zu unterscheiden:

- Bei einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit bis 20 km/h und einer Tretunterstützung bis höchstens 25 km/h ist auch weiterhin kein Helm vorgeschrieben (Art. 3b Abs. 4 Bst. e VRV). Auch hier empfiehlt es sich, freiwillig einen Fahrradhelm zu tragen.
- Bei einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit bis 20 km/h und einer Tretunterstützung von über 25 bis maximal 45 km/h (schnelles E-Bike) muss ein nach EN 1078 geprüfter Fahrradhelm getragen werden (Art. 3b Abs. 4 Bst. f VRV).
- Wenn die bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs mehr als 20 km/h beträgt, ist wie bisher ein typengeprüfter Mofahelm nötig (Art. 3b Abs. 3 VRV).

Mit beiden E-Bike-Typen müssen Radstreifen und signalisierte Radwege benützt werden. Das Mitführen von Kindern im Fahrradanhänger ist neu ebenfalls mit beiden E-Bike-Typen erlaubt (Art. 63 Abs. 3 und 4 i.V.m. Art. 42 Abs. 4 VRV; Art. 63 Abs. 5 VRV wird per 1. Juli 2012 aufgehoben). Dabei gilt es allerdings zu bedenken, dass die Geschwindigkeit immer den Umständen anzupassen ist. Wer mit Kindern (im Anhänger oder auf dem Kindersitz) unterwegs ist, sollte daher seine Geschwindigkeit entsprechend mässigen. Strassen, die mit einem Motorfahrradverbot belegt sind, dürfen mit einem Leicht-Motorfahrrad immer befahren werden – ein Ausschalten des Motors ist nicht nötig. Das Befahren einer solchen Strecke mit einem anderen E-Bike (maximal 1 kW, maximal 45 km/h) ist mit eingeschaltetem Motor hingegen nur zulässig, wenn die bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit nicht über 20 km/h und die Tretunterstützung nicht über 25 km/h geht. Andernfalls muss der Motor ausgeschaltet oder auf eine andere Strecke ausgewichen werden.

Die wichtigsten Unterschiede der Vorschriften zwischen «langsamen» und «übrigen bzw. schnellen» E-Bikes sind die folgenden: Leicht-Motorfahrräder unterliegen im Gegensatz zu den übrigen E-Bikes keiner Typenprüfung und benötigen demnach kein Mofa-Kontrollschild. Ein Leicht-Motorfahrrad darf grundsätzlich ohne Führerschein gefahren werden (Ausnahme: 14- und 15-jährige Lenkende benötigen einen Führerschein der Kategorie M). Für das Führen eines anderen E-Bikes ist hingegen mindestens ein Führerausweis der Kategorie M vorgeschrieben.[84]

Für detaillierte rechtliche Ausführungen sei auf [270] verwiesen.[85]

1.3 Risikofaktoren

Literatur hinsichtlich der Verkehrssicherheit von E-Bikes ist kaum vorhanden. Da E-Bikes sehr ähnliche Charakteristika aufweisen wie Fahrräder, sind grundsätzlich analoge Risikofaktoren wie bei Fahrrädern zu erwarten. Sie dürften jedoch voraussichtlich durch folgende Faktoren verstärkt werden:

---

[84] http://www.news.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/26388.pdf, Zugriff am 23. April 2012

[85] Wir danken Nathalie Clausen (Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Abteilung Recht, bfu) für Ihre wertvolle Mitarbeit, die sie insbesondere in diesem Kapitel geleistet hat.

- Die höheren Geschwindigkeiten von E-Bikes im Vergleich zu Fahrrädern erhöhen die Anhaltwege und führen im Fall von Kollisionen oder Schleuder-/Selbstunfällen zu gravierenderen Unfallfolgen. Das Power-Model von Nilsson [271] zeigt den Zusammenhang. So ist beispielsweise bei einer Zunahme der Fahrgeschwindigkeiten von 15 auf 20 km/h mit rund einer 2,5-fachen Zunahme der Schwerverletzten und einer 3,5-fachen Zunahme der Getöteten zu rechnen.
- Der Führerschein wird (falls überhaupt nötig) lediglich aufgrund einer Theorieprüfung erteilt. Der Zugang zu E-Bikes ist folglich sehr einfach. Es ist daher mit Lenkenden zu rechnen, die trotz fehlender oder geringer Erfahrung (motorisch, kognitiv) auf zweirädrigen Fahrzeugen Geschwindigkeiten erreichen, die sie im heutigen Strassenverkehr nicht ohne Weiteres handhaben können.
- Es ist zu erwarten, dass die Gefahr der schlechten Wahrnehmung von E-Bikes seitens potenzieller Kollisionsgegner erhöht ist, weil diese schnell fahren, jedoch meistens kaum von Fahrrädern zu unterscheiden sind und somit die Assoziation «langsames Fahrzeug» auslösen.
- E-Bikes sind nahezu geräuschlos. Für Fussgänger und andere Radfahrende entfällt dadurch die Möglichkeit der akustischen Wahrnehmung, was sich zusammen mit der erhöhten Geschwindigkeit negativ auswirken kann.

1.4 Präventionsmöglichkeiten

Grundsätzlich eignen sich für E-Bikes dieselben Massnahmen wie für Fahrräder. Zusätzlich drängen sich folgende Massnahmen auf:

- Die bis Ende April 2012 geltenden rechtlichen Bestimmungen erwiesen sich als teilweise unübersichtlich. Hersteller, Kunden, manchmal gar Händler waren nicht über die geltenden Vorschriften im Bild. Zudem sind die am Markt beobachteten technischen Entwicklungen gigantisch. So sind bereits E-Bikes im Angebot, mit denen Geschwindigkeiten von über 60 km/h erzielt werden können, zudem wurden E-Bikes entwickelt, mit denen problemlos Geschwindigkeiten von 75 km/h [272], oder gar 100 km/h [273] möglich sein sollen. Um der technischen Entwicklung Rechnung zu tragen und die Sicherheit zu erhöhen, wurden per 1. Mai 2012 verschiedene Vorschriften der VTS angepasst (u. a. die Limitierung der maximal zulässigen Tretunterstützung bei 45 km/h). Wie sich diese Verordnungsrevision auf die Verkehrssicherheit auswirkt, bleibt abzuwarten. Insbesondere die per 1. Juli 2012 erfolgte Neuregelung der Helmtragpflicht (Fahrradhelm für Lenkende von E-Bikes bei einer Tretunterstützung von über 25 bis maximal 45 km/h) ist zu begrüssen[85]. Da Fahrradhelme für eine Kollisionsgeschwindigkeit von 19 km/h konzipiert sind, ist jedoch noch vertieft zu prüfen, ob sie bei den mit E-Bikes möglichen Geschwindigkeiten effektiv auch genügend Schutz bieten. Falls dem nicht so wäre, wäre die Entwicklung von «E-Bike-Helmen» und der entsprechenden technischen Norm ein nächster Schritt.
- Die derzeit gültigen VSS-Normen beruhen auf einem Geschwindigkeitsniveau herkömmlicher Fahrräder. Eine Überprüfung der bestehenden fahrradrelevanten VSS-Normen hinsichtlich Kompatibilität der Verkehrsinfrastruktur mit dem Geschwindigkeitsniveau von E-Bikes ist empfehlenswert.

[85] http://www.news.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/26175.pdf, Zugriff am 20. April 2012

- Forschung zu Unfallgeschehen, Risikofaktoren und Präventionsmassnahmen ist unerlässlich, um evidenzbasierte Aussagen machen zu können.
- Das Thema E-Bike ist in der Ausbildung der Radfahrenden und Lenkenden potenzieller Kollisionsobjekte (insbesondere im Rahmen der Zweiphasenausbildung) aufzunehmen.
- Ebenso kann auch der Besuch von E-Bike-Fahrkursen zu mehr Sicherheit im Strassenverkehr beitragen. Generell prüfenswert ist zudem eine Optimierung der Zulassungsbedingungen für das Fahren von E-Bikes, wobei insbesondere die Möglichkeit einer praktischen Führerprüfung vertieft abzuklären wäre.

2. Kinder als Radfahrende auf öffentlichen Strassen aus der Optik des Juristen

Nach geltendem Gesetz dürfen Kinder auf öffentlichen Strassen – dazu gehören auch Neben- und Quartierstrassen – ohne Begleitung Fahrrad fahren, wenn sie schulpflichtig sind und sitzend die Pedale treten können (Art. 19 SVG, Art. 42 Abs. 1 VRV). Massgebend für die Berechtigung zum Radfahren ist nicht das Schulalter nach kantonalem Schulgesetz, sondern der tatsächliche Schulbesuch. Da das Eintrittsalter in die Schule in gewissen Kantonen gesenkt wird bzw. der Besuch des Kindergartens schon als Einschulung (Beginn der Schulpflicht) betrachtet wird, senkt sich auch das Alter, ab dem Kinder auf der Strasse unbegleitet Rad fahren dürften.

Bevor sie schulpflichtig sind, sind Kinder nicht mit einem eigentlichen Fahrrad, sondern mit einem Kinderrad unterwegs. Kinderräder gelten als fahrzeugähnliche Geräte (Art. 1 Abs. 10 VRV). Deren Verwendung durch Kinder im vorschulpflichtigen Alter ist in Art. 50 Abs. 3 VRV geregelt (vgl. dazu FAQ Wo darf ich mit meinem Trottinett (Inline-Skates, Skateboards, Kinderrad usw.) fahren und welche Verkehrsregeln sind anwendbar?).

Kinder, die am Strassenverkehr teilnehmen, haben die Verkehrsregeln zu beachten. So ist es z. B. nur in Ausnahmefällen gestattet, zu zweit nebeneinander Fahrrad zu fahren (Art. 43 Abs. 1 VRV). Wer mit dem Fahrrad eine Strasse auf einem Fussgängerstreifen überquert ohne abzusteigen, kann mit CHF 30 gebüsst werden (Ordnungsbussenverordnung, OBV; Anhang 1, Ziff. 612.1). In Verbindung mit einem Unfall kann die Busse sogar höher ausfallen; möglich sind zudem Leistungskürzungen und Regressforderungen der zuständigen Versicherungen.

Die bfu empfiehlt:

- Führen Sie ein Kind ab etwa 3 Jahren auf einem Laufrad ans Radfahren heran. Üben Sie mit ihm auf einem Platz Bremsen, Steuern oder Schalten sowie Gleichgewicht und Orientierungsfähigkeit.
- Begleiten Sie auch Kinder im Alter von 8 bis 10.
- Sind unter 10-jährige Kinder gemeinsam unterwegs – zur Schule, zu Freizeitaktivitäten usw. – stehen konkrete Koordinierungsmöglichkeiten offen, z. B. indem abwechslungsweise eine Bezugsperson mehrere Kinder begleitet.
- Sorgen Sie dafür, dass Ihr Kind helle oder lichtreflektierende Kleidung trägt und dass das Fahrrad Ihres Kindes nach gesetzlichen Vorschriften ausgerüstet ist.
- Bestehen Sie darauf, dass Ihr Kind einen Fahrradhelm (mit Bezeichnung EN 1078) benützt und diesen richtig trägt.

3. Überblick

Tabelle 97
Übersichtstabelle zur internationalen Verbreitung von Fahrradhelmobligatorien

Land	Inkraftsetzung	Bemerkungen
Australien		See also: Bicycle helmets in Australia, (http://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_helmets_in_Australia) Helmet laws have not worked in Australia. In Australia, bicycle helmets are mandatory in all states and territories. Compliance is high but varies by area, with some cities over 90% and rural areas much lower. Australian Capital Territory : The ACT helmet law came into effect from 1st July 1992. It applies to all ages. The law requires all cyclists and their passengers to wear a helmet when travelling on a public street or in a public place. In 2000, the ACT (along with the other jurisdictions) adopted the Australian Road Rules. This had the effect of replacing the original law by Australian Road Rule 256 which is of similar effect. Information about the scope, compliance, enforcement, changes in injury and cycle use, and cost benefit of helmet laws that have been introduced, (http://www.cyclehelmets.org/1112.html)
	New South Wales	The New South Wales helmet law came into effect from 1st January 1991 for adults and from 1st July 1991 for children under 16. From that date it applied to all ages. Information about the scope, compliance, enforcement, changes in injury and cycle use, and cost benefit of helmet laws that have been introduced, (http://www.cyclehelmets.org/1109.html)
	Northern Territory	The Northern Territory helmet law came into effect from January 1992 and initially applied to all ages. On 31st March 1994 the NT Minister for Transport announced an amendment to the law to permit cyclists over the age of 17 to ride without a helmet. Information about the scope, compliance, enforcement, changes in injury and cycle use, and cost benefit of helmet laws that have been introduced : (http://www.cyclehelmets.org/1114.html) .
	Queensland	The Queensland helmet law came into effect on 1st July 1991. It applies to all ages. Information about the scope, compliance, enforcement, changes in injury and cycle use, and cost benefit of helmet laws that have been introduced : http://www.cyclehelmets.org/1104.html
	South Australia	The South Australia helmet law came into effect from July 1991. It applies to all ages. Information about the scope, compliance, enforcement, changes in injury and cycle use, and cost benefit of helmet laws that have been introduced : http://www.cyclehelmets.org/1111.html
	Tasmania	The Tasmania helmet law came into effect from 1st January 1991. The law applies to all ages of bicyclists riding on public streets, but not elsewhere. Information about the scope, compliance, enforcement, changes in injury and cycle use, and cost benefit of helmet laws that have been introduced : http://www.cyclehelmets.org/1115.html.
	Victoria	The Victoria helmet law came into effect from July 1990. It applies to all ages. The penalty for adults not wearing a 'securely fitted approved bicycle helmet', is usually a Bicycle Offence Penalty Notice, which is a fine. Children receive a Bicycle Offence Report, which is a letter to their parents, without monetary penalty. . Information about the scope, compliance, enforcement, changes in injury and cycle use, and cost benefit of helmet laws that have been introduced : http://www.cyclehelmets.org/1108.html
	Western Australia	The Western Australian helmet law came into effect from 1st January 1992. It was enforced from 1st July 1992. The law applies to all ages. Information about the scope, compliance, enforcement, changes in injury and cycle use, and cost benefit of helmet laws that have been introduced : http://www.cyclehelmets.org/1113.html

Tabelle 97 (Fortsetzung)
Übersichtstabelle zur internationalen Verbreitung von Fahrradhelmobligatorien

Land	Inkraftsetzung	Bemerkungen
Kanada	1995 – New Brunswick	The New Brunswick helmet law came into effect in 1995. It applies to all ages.
	1995 – Ontario	The Ontario helmet law came into effect from 1st October 1995. Although originally intended to apply to all ages, it was amended by regulation before enactment to exempt adults (18 years of age and over). Information about the scope, compliance, enforcement, changes in injury and cycle use, and cost benefit of helmet laws that have been introduced: http://www.cyclehelmets.org/1102.html
	1996 – British Columbia	The British Columbia helmet law came into effect from September 1996. It applies to all ages. Exemptions apply to children under 12 years riding non-chain driven 3 or 4-wheeled cycles; users of pedicabs and quadricycles; and people exempt on religious or medical grounds Information about the scope, compliance, enforcement, changes in injury and cycle use, and cost benefit of helmet laws that have been introduced, http://www.cyclehelmets.org/1103.html
	1997 – Nova Scotia	The Nova Scotia helmet law came into effect from July 1997 and was enforced from 1st September 1997. It covers cyclists of all ages. On 12 January 2007, the law was extended to include skateboarders and in-line skaters and to apply off-road as well as on-road. Information about the scope, compliance, enforcement, changes in injury and cycle use, and cost benefit of helmet laws that have been introduced: http://www.cyclehelmets.org/1107.html
	2002 – Alberta	The Alberta helmet law came into effect from 1st May 2002. It applies to cyclists under 18 years of age and includes passsengers and toddlers on tricycles. Information about the scope, compliance, enforcement, changes in injury and cycle use, and cost benefit of helmet laws that have been introduced: http://www.cyclehelmets.org/1032.html
	2003 – Prince Edward Island	The Prince Edward Island helmet law came into effect from 5 July 2003. It applies to bicyclists and their passengers of all ages, but does not apply to people riding tricycles. Information about the scope, compliance, enforcement, changes in injury and cycle use, and cost benefit of helmet laws that have been introduced: http://www.cyclehelmets.org/1138.html. In 2007 the Saskatoon city council voted against mandatory helmet use, http://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_helmet_laws_by_country#cite_note-7
Tschechische Republik		The Czech Republic helmet law was proposed in 2000. Date of introduction unknown. It was originally intended for all ages, but was limited before enactment to children under 15 only and then revised to under 18 with effect from July 2006. Information about the scope, compliance, enforcement, changes in injury and cycle use, and cost benefit of helmet laws that have been introduced: http://www.cyclehelmets.org/1110.html
Kroatien	2008	Under 16 years of age only1
Dänemark		Kein Velohelmobligatorium. The Copenhagen Post reported in November, 2009 that a failed attempt to pass a Danish law requiring helmets for those under 12 was being revived after evidence surfaced that the proportion of Danish cyclists arriving at emergency rooms with head injuries was declining as helmet use there has increased to about one in six cyclists.
Deutschland		Kein Velohelmobligatorium : http://www.dvr.de/dvr-direkt/2550.htm
Finnland	2003	Not enforced (no fine).
Frankreich		Kein Velohelmobligatorium. France has a lively discussion on helmets going on. The best summary is probably this page on the Mieux se Déplacer à Bicyclette site. They analyze deaths in Paris and in France as a whole and conclude that helmet usage is a personal question but can save lives. http://www.mdb-idf.org/spip/spip.php?article225
Island	1999	Iceland introduced a helmet law for children under 15 years old in 1999. At the same time powers were granted to extend the law to all ages, although this has not yet been done. Information about the scope, compliance, enforcement, changes in injury and cycle use, and cost benefit of helmet laws that have been introduced: http://www.cyclehelmets.org/1124.html
Israel	2007	In July 2007, the Israeli Knesset passed a law making it compulsory for all bicyclists to wear helmets. Originally the law was intended to cover only children and teenagers, but adults were included as role models. A fine between NIS 200 and NIS 250 was proposed, but had not been set by October 2007 so the law could not be enforced. Information about the scope, compliance, enforcement, changes in injury and cycle use, and cost benefit of helmet laws that have been introduced: http://www.cyclehelmets.org/1197.html
Japan	2008	Under 13 years age only1
Mexiko		Mexico City repealed mandatory helmet laws in 2010. http://en.wikipedia.org/wiki/Mexico_City
Niederlande		Kein Velohelmobligatorium

Tabelle 97 (Fortsetzung)
Übersichtstabelle zur internationalen Verbreitung von Fahrradhelmobligatorien

Land	Inkraftsetzung	Bemerkungen
Neuseeland	1993	The New Zealand helmet law came into effect from 1st January 1994. It applies to bicycle riders of all ages, but not to the riders of other types of cycle (unicycles, tricycles, quadricycles, etc). The NZ Government stated that the aim was to protect bicyclists from themselves, not from motor vehicle impacts. Information about the scope, compliance, enforcement, changes in injury and cycle use, and cost benefit of helmet laws that have been introduced: http://www.cyclehelmets.org/1008.html. See also: Bicycle helmets in New Zealand, http://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_helmets_in_New_Zealand. New Zealand's national helmet law took effect in January, 1994. This study shows that although cyclists' injuries increased in the years thereafter, head injuries declined, http://www.whohelmets.org/headlines/
Österreich	2011	Kinder bis zum 12. Lebensjahr müssen einen Helm tragen.
Portugal	2004	Portugal has introduced compulsory bicycle helmets at the beginning of May 2004 but the timescale for application of the new law is not clear yet.[1]
Slowenien	2000	Under 15 years of age only[1]
Südafrika	2004	In October 2004, the South African government passed a law making it compulsory for all bicyclists to wear helmets. The regulation requires the use of a protective helmet that is properly fastened and fitted while riding a bicycle or being carried as a passenger. Information about the scope, compliance, enforcement, changes in injury and cycle use, and cost benefit of helmet laws that have been introduced: http://www.cyclehelmets.org/1158.html
Südkorea	2006	Under 13 years of age only
Spanien	2004	Required on interurban routes except when going uphill.[7] The Spanish helmet law came into effect from 23rd January 2004. It applies to bicycle riders of all ages. However it does not apply: to cyclists riding in towns and cities; during periods of extreme heat; when riding up steep hills; or to professional cyclists. Information about the scope, compliance, enforcement, changes in injury and cycle use, and cost benefit of helmet laws that have been introduced: http://www.cyclehelmets.org/1076.html
Schweden	2005	The Swedish helmet law was introduced from 1st January 2005. It applies only to children under 15 years old. Under Swedish law, no penalty is possible for children cycling alone who do not obey the law. However, parents cycling with unhelmeted children are liable to a fine of SEK500. In 2007 the law was extended to include Segway use, even on private land. Information about the scope, compliance, enforcement, changes in injury and cycle use, and cost benefit of helmet laws that have been introduced: http://www.cyclehelmets.org/1017.html
UAE	2010 - Dubai	Dubai adopted an all-ages mandatory helmet law in 2010. The fine for not wearing a helmet is 500 dirhams, about $136 US.[1]
UK	Nordirland	The British Medical Association examined the evidence and recommended in 2004 that the UK adopt a mandatory helmet law for both children and adults. (http://www.helmets.org/bmareport.htm) They had previously recognized the benefits of helmet use but had feared that a helmet law might reduce cycling, resulting in negative net health benefits. In 2010 Jersey is moving toward a new law that will require helmets for riders under 18, having rejected a proposal for an all-ages law. The UK's Transport Research Laboratory has published a paper on the effectiveness of helmets. (http://www.trl.co.uk/online_store/reports_publications/trl_reports/cat_road_user_safety/report_the_potential_for_cycle_helmets_to_prevent_injury___a_review_of_the_evidence.htm) It found that in 2008, 34 per cent of riders in the UK were already wearing helmets on major roads, and 17 per cent on minor roads. In a 2011 poll of 4000 cyclists conducted by the non-profit IAM, ten percent of the respondents said they would quit cycling if a mandatory helmet law were enacted. http://www.iam.org.uk/index.php?option=com_content&view=article&id=190:404-page-not-found&catid=10001:home&Itemid=10003. February 03, 2011 Will compulsory cycle helmet laws be passed in Northern Ireland ?…Is it only a matter of time for the rest of us? This week politicians in Stormont, the assembly in Northern Ireland, voted in favour of making helmet use compulsory there. The Cyclists (protective headgear) Bill is now at the second stage and closer to becoming law after a majority vote passed it to the next stage. The proposal will mean that those not wearing a helmet will be liable for a £50 fine! The helmet debate has been raging here for some time and while that has been going on more countries have passed compulsory helmet use laws.
	Jersey	These law have already reached some of our shores, for example Jersey has a law covering minors. Bicycling in New Jersey is regulated under Title 39 of the Motor Vehicles and Traffic Regulation laws : Title 39:4-10.1, http://news.bbc.co.uk/2/hi/europe/jersey/8567448.stm In New Jersey, anyone under 17 years of age that rides a bicycle or is a passenger on a bicycle, or is towed as a passenger by a bicycle must wear a safety helmet. On August 1, 1998 this helmet law was extended to include roller and inline skates and skateboards…. (http://www.state.nj.us/transportation/commuter/bike/regulations.shtm)
USA		Varies by jurisdiction and by age of cyclist. 21 states and the District of Columbia have statewide mandatory helmet laws, either for children or for all ages. 29 US states have no statewide law, and 13 of these states have no such laws in any lower-level jurisdiction either.[1]

[1] http://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_helmet_laws_by_country#cite

Quellenverzeichnis

[1] Gordis L. *Epidemiologie*. Marburg: Kilian; 2001.
[2] bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung. *STATUS 2011: Statistik der Nichtberufsunfälle und des Sicherheitsniveaus in der Schweiz, Strassenverkehr, Sport, Haus und Freizeit*. Bern: bfu; 2011.
[3] Kirkwood B, Sterne J. *Essential Medical Statistics*. 2. Auflage. Massachusetts: Blackwell Science; 2006.
[4] Eberhard EA. *Von «gefühlt» zu «gemessen». Einführung in Grundtechniken des Projektmanagements und der Qualitätsentwicklung in Gesundheitsförderung und Prävention.* Bremen: Landesvereinigung für Gesundheit Bremen e.V.; 2011.
[5] *Grading of recommendations assessment, development and evaluation (GRADE).* http://www.gradeworkinggroup.org/. Zugriff am 25.08.2011.
[6] Guyatt GH, Oxman AD, Vist GE, Kunz R, Falck-Ytter Y, onso-Coello P, Schunemann HJ. GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. *BMJ.* 2008;336(7650):924–926.
[7] Kunz R, Burnand B, Schünemann HJ. Das GRADE-System. *Internist.* 2008;49:673–680.
[8] Bundesamt für Raumentwicklung ARE, Bundesamt für Statistik BFS. *Mobilität in der Schweiz. Ergebnisse des Mikrozensus 2005 zum Verkehrsverhalten*. Bern/Neuenburg: ARE, BFS; 2007.
[9] Lamprecht M, Fischer A, Stamm H. *Velofahren in der Schweiz 2008 - Sekundäranalyse von «Sport Schweiz 2008»*. Bern: Bundesamt für Strassen ASTRA; 2009.
[10] bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung. *STATUS 2010: Statistik der Nichtberufsunfälle und des Sicherheitsniveaus in der Schweiz, Strassenverkehr, Sport, Haus und Freizeit*. Bern: bfu; 2010.
[11] Europäische Kommission. *Fahrradfreundliche Städte: vorwärts im Sattel*. Luxemburg: Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften; 1999.
[12] World Health Organization WHO. *International Classification of Diseases (ICD).* WHO. http://www.who.int/classifications/icd. Zugriff am 12.05.2010.
[13] Barell V, Aharonson-Daniel L, Fingerhut LA, Mackenzie EJZA, Boyko V et al. An introduction to the Barell body region by nature of injury diagnosis matrix. *Inj Prev.* 2002;8(2):91–96.
[14] Plumert JM, Kearney JK, Cremer JF. Children's Road Crossing: A Window Into Perceptual-Motor Development. *Curr Dir Psychol Sci.* 2007;16(5):255–258.
[15] Limbourg M. Kinder unterwegs im Verkehr. *Deutsche Verkehrswacht.* 1997;3:1–42.
[16] Sigl U, Weber K. *Hurra, wir sind mobil: Mobilitätsverhalten von 5- bis 10-jährigen Kindern in Wien, Niederösterreich und im Burgenland*. Wien: Kuratorium für Verkehrssicherheit; 2002.
[17] Neumann-Opitz N. *Radfahren in der ersten und zweiten Klasse - Eine empirische Studie*. Bonn: Unfallkasse Nord. Universität Wuppertal; 2008. Dissertation.
[18] Thüler HJ. *Sicherheit und Unfallprävention im Seniorensport*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2001.
[19] Hebenstreit B, Jöri H. *Velofahrer im Stadtverkehr. Akzeptanz und Einhaltebereitschaft von signalisierten und allgemeinen Verkehrsvorschriften durch Velofahrer*. Zürich: Institut für Angewandte Psychologie; 1991.
[20] Rytz M. *Senioren und Verkehrssicherheit. Von der Analyse zur Prävention*. Bern: Verkehrs-Club der Schweiz VCS; 2006.
[21] Baster M. Personenwagen in der Stadt Zürich. *Automobile*. 2008;2:1–16.
[22] Spitzer P. *Evaluierung der freiwilligen Radfahrprüfung*. Wien: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie; 2005. Report R 153.
[23] Bjornskau T. Cycle accidents among teenagers. *Nordic Road & Transport Research.* 2001;2:10–10.
[24] Kimmel SR, Nagel RW. Bicycle safety knowledge and behavior in school age children. *J Fam Pract.* 1990;30(6):677–680.
[25] Heidemann K, Hufgard V, Sindern EM, Riek S, Rudinger G. *Das Verkehrsquiz - Entwicklung von Evaluationsinstrumenten zur Erreichung von Standards in der Verkehrs- / Mobilitätserziehung der Sekundarstufe*. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Strassenwesen BASt; 2009. Report M 205.
[26] Limbourg M. Gefahrenkognition und Präventionsverständnis von 3- bis 15-jährigen Kindern. In: Universität Essen, Hg. *Sicher Leben: Bericht über die 2. Tagung «Kindersicherheit: Was wirkt» in Essen*. Essen: 1996:313–326.

[27] Isler RB, Starkey NJ, Drew M. *The 'frontal lobe' project. A double-blind, randomized controlled study of the effectiveness of higher level driving skills training to improve lobe (executive) function related driving performance in young drivers.* Hamilton, NZ: Traffic and Road Safety Research Group TARS; 2008.
[28] Blakemore S-J, Choudhury S. Development of the adolescent brain: implications for executive function and social cognition. *Journal of Child Psychology and Psychiatry.* 2006;47(3):296–312.
[29] Baloise Group, Competence Center Sicherheit, Universität St.Gallen. *Baloise Group - Sicherheitsstudie 2010 - Gefahren und Risikofaktoren beim Fahrradfahren in der Schweiz*. Basel: Baloise Group; 2010.
[30] Bundesministerium für Verkehr IuTB. *Der Radverkehr in Zahlen*. Wien: BMVIT; 2010.
[31] Kaufmann-Hayoz R, Hofmann H, Haefeli U, Oetterli M, Steiner R, Albisser R. *Der Verkehr aus Sicht der Kinder: Schulwege von Primarschulkindern in der Schweiz*. Bern: Bundesamt für Strassen ASTRA; 2010.
[32] Hubacher M, Ewert U. *Einstellungen und Merkmale der Fahrzeugbenützung jugendlicher Velo- und Mofafahrer*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 1994. bfu-Report 26.
[33] Andersson AL, Bunketorp O. Cycling and alcohol. *Injury.* 2002;33(6):467–471.
[34] Davidson JA. Epidemiology and outcome of bicycle injuries presenting to an emergency department in the United Kingdom. *Eur J Emerg Med.* 2005;12(1):24–29.
[35] Crocker P, Zad O, Milling T, Lawson KA. Alcohol, bicycling, and head and brain injury: a study of impaired cyclists' riding patterns R1. *Am J Emerg Med.* 2010;28:68–72.
[36] Li G, Baker SP, Smialek JE, Soderstrom CA. Use of alcohol as a risk factor for bicycling injury. *JAMA.* 2001;285(7):893–896.
[37] National Center for Statistics Analysis. *Bicyclists and other Cyclists - Traffic Safety Facts 2009*. 2010.
[38] Li G, Baker SP, Sterling S, Smialek JE, Dischinger PC, Soderstrom CA. A comparative analysis of alcohol in fatal and nonfatal bicycling injuries. *Alcohol Clin Exp Res.* 1996;20(9):1553–1559.
[39] De Waard D, Schepers P, Ormel W, Brookhuis K. Mobile phone use while cycling: Incidence and effects on behaviour and safety. *Ergonomics.* 2010;53:30–42.
[40] Goldenbeld Ch, Houtenbos M, Ehlers E. *Gebruik van draagbare media-apparatuur en mobiele telefoons tijdens het fietsen - Resultaten van een grootschalige internetenquête*. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV; 2010. Rapport R-2010-5.
[41] Röthig P, Prohl R. *Sportwissenschaftliches Lexikon*. 7 Auflage. Schorndorf: Hofmann; 2003.
[42] Weineck J. Training der koordinativen Fähigkeiten im Kindes- und Jugendalter. *Sportbiologie*. Balingen: Spitta Verlag; 2000:379–383.
[43] Starker A. *Motorische Leistungsfähigkeit - Ergebnisse des Kinder- und Jugendsurveys*. Berlin: Springer; 2007.
[44] Limbourg M. *Kinder im Strassenverkehr*. Münster: Gemeindeunfallversicherungsverband Westfalen-Lippe; 1995.
[45] Limbourg M. *Überforderte Kinder im Strassenverkehr - Welche Forderungen stellt die Kinderpsychologie an das Zivilrecht?* http://www.uni-due.de/~qpd402/alt/texte.ml/Goslar.html. Zugriff am 20.04.2012.
[46] Wierda M, Brookhuis KA. Analysis of cycling skill: A cognitive approach. *Applied Cognitive Psychology.* 1991;5(2):113–122.
[47] Briem V, Radeborg K, Salo I, Bengtsson H. Developmental aspects of children's behavior and safety while cycling. *J Pediatr Psychol.* 2004;29(5):369–377.
[48] 10vor10. *Antreten zur Veloprüfung* [Nachrichtensendung]. Zürich: Schweizer Fernsehen - 10 vor 10; 2011. http://www.videoportal.sf.tv/video?id=b48db086-0545-4ca1-a2f9-a8602ab27f7e. Zugriff am 07.05.2011.
[49] Günther R, Degener S. *Psychomotorische Defizite von Kindern im Grundschulalter und ihre Auswirkungen auf die Radfahr-Ausbildung*. Berlin: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.; 2009.
[50] Schmidt W, Brettschneider W-D, Bös K. *Motorische Leistungsfähigkeit von Kindern und Jugendlichen*. Schorndorf: Hofmann; 2003.
[51] Roth K, Ruf K, Obinger M, Mauer S, Ahnert J et al. Is there a secular decline in motor skills in preschool children? *Scand J Med Sci Sports.* 2010;20(4):670–678.
[52] Wrotniak BH, Epstein LH, Dorn JM, Jones KE, Kondilis VA. The relationship between motor proficiency and physical activity in children. *Pediatrics.* 2006;118(6):e1758–e1765. http://pediatrics.aappublications.org/content/118/6/e1758.full.pdf+html. Zugriff am 24.08.2011.

[53] Ministère de l'Éducation nationale et de la Formation professionnelle (SCRIPT). *Luxemburger Längsschnittstudie - Entwicklung von motorischer Leistungsfähigkeit, körperlich-sportlicher Aktivität und gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Luxemburg*. http://www.men.public.lu/publications/etudes_statistiques/etudes_nationales/100617_motorik_endbericht_2010/100617_Endbericht_motorik_2010.pdf. Zugriff am 03.08.2011.
[54] Opper E, Oberger J, Worth A, Woll A, Bös K. Wie motorisch leistungsfähig sind aktive Kinder und Jugendliche in Deutschland? *Zeitschrift für Motopädagogik und Mototherapie*. 2008;2(31):60–73. http://www.hofmann-verlag.de/project/zs_archiv/archiv/Motorik/2008/Motorik-Ausgabe-Juni-2008.pdf. Zugriff am 03.08.2011.
[55] Williams HG, Pfeiffer KA, O'Neill JR, Dowda M, McIver KL, Brown WH, Pate RR. Motor skill performance and physical activity in preschool children. *Obesity (Silver Spring)*. 2008;16(6):1421–1426. http://www.nature.com/oby/journal/v16/n6/pdf/oby2008214a.pdf. Zugriff am 24.08.2011.
[56] Kunz T. Förderung von Wahrnehmung und Bewegung - Grundlagen der Verkehrserziehung. *Sportpraxis*. 1998;2:6–11.
[57] Kunz T. *Weniger Unfälle durch Bewegung*. Schorndorf: Hofmann; 1993.
[58] Bächli-Biétry J, Ewert U. *Evaluation der Spielkartei zur Sicherheitserziehung und Bewegungsförderung*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 1999. bfu-Pilotstudie 9906.
[59] Gofin R, Donchin M, Schulrof B. Motor ability: protective or risk for school injuries? *Accid Anal & Prev.* 2004;36(1):43–48.
[60] Bil M, Bilova M, Müller I. Critical factors in fatal collisions of adult cyclists with automobiles. *Accid Anal & Prev.* 2010;42:1632–1636.
[61] Alrutz D, Bohle W, Müller H, Prahlow H. *Unfallrisiko und Regelakzeptanz von Fahrradfahrern*. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Strassenwesen BASt; 2009. V 184.
[62] Rivara FP, Thompson DC, Thompson RS. Epidemiology of bicycle injuries and risk factors for serious injury. *Inj Prev.* 1997;3(2):110–114.
[63] Thornley SJ, Woodward A, Langley JD, Ameratunga SN, Rodgers A. Conspicuity and bicycle crashes: preliminary findings of the Taupo Bicycle Study. *Inj Prev.* 2008;14(1):11–18.
[64] Scaramuzza G. *Vortrittsmissachtungen innerorts*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2010. bfu-Faktenblatt Nr. 05.
[65] Cavegn M, Walter E, Brügger O, Salvisberg U. *Schutzprodukte: Förderung der Benutzung von Schutzprodukten im Strassenverkehr*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2004. bfu-Sicherheitsdossier Nr. 01.
[66] Kwan I, Mapstone J. Interventions for increasing pedestrian and cyclist visibility for the prevention of death and injuries. *Cochrane Database Syst Rev.* 2006;(4)
[67] bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung. *SINUS-Report 2010: Sicherheitsniveau und Unfallgeschehen im Strassenverkehr 2009*. Bern: bfu; 2010.
[68] Scheiman S, Moghaddas HS, Bjornstig U, Bylund PO, Saveman BI. Bicycle injury events among older adults in Northern Sweden: a 10-year population based study. *Accid Anal Prev.* 2010;42(2):758–763.
[69] Carlin JB, Taylor P, Nolan T. A case-control study of child bicycle injuries: relationship of risk to exposure. *Accid Anal Prev.* 1995;27(6):839–844.
[70] European Transport Safety Council ETCS. *Safety of pedestrian and cyclists in urban areas*. Brüssel: ECTS; 1999.
[71] Scherer C, Ewert U. *Funktionstüchtigkeit und Benützung der Fahrradbeleuchtung in der Schweiz 1995/1996*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 1996. bfu-Dokumentation 6914.
[72] Rodgers GB. Factors Associated with the Crash Risk of Adult Bicyclists. *Journal of Safety Research.* 1997;28(4):233–241.
[73] Heinrich C, Von der Osten-Sacken E. *Verkehrssicherheit von Fahrrädern*. Bergisch-Gladbach: Bundesanstalt für Strassenwesen BASt; 1996. Report F 15.
[74] Bachofner D, Graber M, Meister L, Schweizer K. *Der Sicherheitszustand von Velos*. Bern: IG Velo Schweiz; 2004.
[75] Schoon CC. *Invloed kwalitieit fiets ongevallen: Een ongevallenanalyse aan de hand von een schriftelijke enquête*. Leidschendam: Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV; 1996. 96-32.
[76] Otte D. *Technische Mängel an Fahrrädern und Bewertung der Unfallursächlichkeit*. Hannover: Medizinsche Hochschule Hannover; 1993.
[77] *Technische Mängel erhöhen das Verkehrsrisiko*. Deutscher Verkehrssicherheitsrat. http://www.dvr.de/presse/infodienst/745_60.htm. Zugriff am 25.05.2011.
[78] IG Velo Schweiz. *Der Sicherheitszustand von Velos*. Bern: IG Velo Schweiz; 2004.

[79] Schoon CC. *Fietsongevallen als gevolg von een mechanisch gebrek: Resultaten op basis von een straat-enquête*. Leidschendam: Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV; 1994. 94-46.
[80] Scherer C. *Funktionstüchtigkeit und Benützung der Fahrradbeleuchtung in der Schweiz*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 1994. bfu-Dokumentation 9410.
[81] Schoon CC, Varkevisser GA. *Het voeren von verlichting door fietsers, brom- en snorfiesters*. Leidschendam: Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV; 1996. 96-39.
[82] Verkehrsclub Österreich VCÖ und Arbeitsgemeinschaft umweltfreundlicher Stadtverkehr ARGUS. *Radfahren bei Dunkelheit*. http://www.fahr.info/index.php?option=com_content&task=view&id=21&Itemid=46. Zugriff am 14.07.2011.
[83] Jaermark S, Gregersen NP, Linderoth B. *The use of bicycle lights*. Stockholm: Transportfroskningsberedningen; 1991. TFB & VTI Research.
[84] Von der Osten-Sacken E. Normen, Sicherheitsprüfungen und Produkthaftung als Probleme bei Fahrrädern. In: Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt EMPA, Hg. *Tagungsband zum Seminar Velos auf dem Prüfstand*. Dübendorf: Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt EMPA; 1995.
[85] Wobben D, Zahn H. *Sicherheit von Fahrradanhängern zum Personentransport*. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Strassenwesen BASt; 1994. Report F6.
[86] Kalliske I, Wobben D, Nee M. *Sicherheit des Transportes von Kindern auf Fahrrädern und in Fahrradanhängern*. Bergisch-Gladbach: Bundesanstalt für Strassenwesen BASt; 1998. Report F 25.
[87] Verkehrs-Club der Schweiz VCS. *Auf Nummer Sicher transportieren*. Bern: VCS; 2004.
[88] Powell EC, Tanz RR. Tykes and Bikes: Injuries Associated With Bicycle-Towed Child Trailers and Bicycle-Mounted Child Seats. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine.* 2000;154:351–353.
[89] Lindenmann HP. *Daten zum Geschwindigkeitsverhalten*. Eidgenössische Technische Hochschule; 2004.
[90] bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung. *bfu-Bevölkerungsbefragung 2011*. Bern: bfu; 2011. Eigene Auswertung.
[91] Cavegn M, Walter E, Siegrist S, Widmer M. *Die Evaluation der neuen 2-Phasen-Fahrausbildung. Zwischenbericht 2004 zu Handen des ASTRA.* Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2004.
[92] Kuratorium für Verkehrssicherheit KfV. *SARTRE 3: Mehr Sicherheit für unsere Fahrer und Strassen. Ausgewählte Ergebnisse einer europäischen Umfrage.* Wien: KfV; 2004. http://www.kfv.at/fileadmin/Publikationen/Studien/VM/Sartre-de.pdf. Zugriff am 23.06.2008.
[93] Burda F, Schwarz R. *Bremsweg*. Wien: Kuratorium für Verkehrssicherheit KfV; 1990. Begleitheft zum Computerprogramm.
[94] Angenendt W, Bader J, Butz T, Cieslik B, Draeger W, Friese H. *Verkehrssichere Anlage und Gestaltung von Radwegen*. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Strassenwesen BASt; 1993. 9.
[95] Bundesamt für Statistik BFS. *Gesundheitsverhalten in der Schweiz 2007. Schweizerische Gesundheitsbefragung*. Neuchâtel: BFS; 2010.
[96] Centre universitaire romand de médicine légale. *Alcool, drogues et médicaments parmi des conducteurs contrôlés au hasard en Suisse romande*. 2011.
[97] *Statistik der Administrativmassnahmen (ADMAS) 2009* . Bern: Bundesamt für Strassen ASTRA; 2010. http://www.astra.admin.ch/dokumentation/00119/00218/index.html?lang=de. Zugriff am 05.16.2010.
[98] Klebelsberg D. *Verkehrspsychologie*. Berlin: Springer Verlag; 1982.
[99] Müller D. Fahranfänger und das Unfallrisiko Alkohol. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit.* 2001;47(1):20–22.
[100] Vollrath M, Krüger HP. Gefährdung der Verkehrssicherheit durch Alkohol, Drogen und Benzodiazepine - ein Überblick. *Suchtmedizin in Forschung und Praxis.* 2002;4(3):175–183.
[101] Lyrer P, Müller-Spahn F. *Fahrtüchtigkeit bei psychischer Erkrankung*. http://www.medien-medizin.ch/pdf/_sm_np_6_04.pdf. Zugriff am 16.03.2005.
[102] Heinrich M. *Arzneimittel und Drogen im Strassenverkehr*. Wien: Oesterreichische Apotheker-Verlagsgesellschaft; 2002. Österreichische Apothekerzeitung 14. http://www.oeaz.at/zeitung/3aktuell/2002/14/haupt/haupt14_2002indi.html. Zugriff am 06.03.2008.
[103] Vaa T. *Impairments, diseases, age and their relative risks of accident involvement: Results from meta-analysis*. Wien: Kuratorium für Verkehrssicherheit; 2003. IMMORTAL Deliverable R1.1. http://www.immortal.or.at/deliverables.php. Zugriff am 02.08.2010.

[104] Connor J, Whitlock G, Norton R, Jackson R. The role of driver sleepiness in car crashes: a systematic review of epidemiological studies. *Accid Anal & Prev.* 2001;33(1):31–41.
[105] Garbarino S, Nobili L, Beelke M, De CF, Ferrillo F. The contributing role of sleepiness in highway vehicle accidents. *Sleep.* 2001;24(2):203–206.
[106] Horne JA, Reyner LA. Sleep related vehicle accidents. *BMJ.* 1995;310(6979):565–567.
[107] Kircher A, Vogel K, Törnros J. *Mobile telefone simulator study*. Linköping: Statens väg- och trafikinstitut VTI; 2004.
[108] Evans L. *Traffic Safety and the Driver*. New York: Van Nostrand Reinhold; 1991.
[109] Sanders N, Keskinen E. *EU NovEV project. Evaluation of post-licence training schemes for novice drivers. Final Report.* Rijswijk: International Commission of Driver Testing Authorities CIECA; 2004.
[110] Keskinen E. *Warum ist die Unfallrate junger Fahrerinnen und Fahrer höher? Junge Fahrer und Fahrerinnen*. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Strassenwesen BASt; 1996.
[111] Rechsteiner-Rensch M. *Schwerpunktprogramm Neulenkende*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2010. bfu-Grundlagen.
[112] Siegrist S, Mathys R. *18- bis 24-Jährige im Strassenverkehr und Sport. Unfallsituation, Ursachen und Prävention*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 1998. bfu-Dokumentation 9824.
[113] Dobbs BM. *Medical conditions and Driving – A review of the Scientific Literature (1960–2000)*. Washington, DC: U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration; 2005 9. 809 690.
[114] Grattan E, Jeffcoate GO. Medical Factors and Road Accidents. *Br Med J.* 1968;1(5584):75–79. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1984716/pdf/brmedj02066-0025.pdf. Zugriff am 02.08.2010.
[115] Walter E, Cavegn M, Scaramuzza G, Achermann Stürmer Y, Niemann S. *Personenwagen-Lenkende und -Mitfahrende*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2011. bfu-Sicherheitsdossier Nr. 07.
[116] Ewert U. *Senioren als motorisierter Verkehrsteilnehmer*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2006. bfu-Pilotstudie.
[117] Cohen AS. Möglichkeiten und Grenzen visueller Orientierung im Strassenverkehr. *Strassenverkehr - Circulation routière.* 2010;2(1):44–61.
[118] Charman WN. Vision and driving - a literature review and commentary. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2010;17(5):371–391.
[119] Commission Internationale des Examens de Conduite Automobile CIECA. *Vermindertes Sehvermögen und Unfallrisiken*. http://www.cieca-drivinglicence.org/html/du/dustart.htm. Zugriff am 08.03.2005.
[120] Lachenmayr B, Buser A, Keller O, Berger J. *Sehstörungen als Unfallursache*. Bergisch-Gladbach: Bundesanstalt für Strassenwesen BASt; 1997. Report M 65.
[121] Wilhelm H. *Sehvermögen und Fahrtauglichkeit*. Bergisch-Gladbach: Bundesanstalt für Strassenwesen BASt; 2000. Report M 121.
[122] Lachenmayr B. Zur Begutachtung des Sehvermögens im Rahmen der Fahrerlaubnisverordnung (FeV). *Zeitschrift für Verkehrssicherheit.* 2001;47(2):67–69.
[123] Cohen A. *Visuelle Orientierung im Strassenverkehr: Eine empirische Untersuchung zur Theorie des visuellen Abtastens*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 1998. bfu-Report 34.
[124] Cohen A. Möglichkeiten und Grenzen der Informationsaufnahme und -verarbeitung im Strassenverkehr aus psychologischer Sicht. In: Schaffhauser R, Hg. *Aspekte der Überforderung im Strassenverkehr - Forderungen an die Praxis*. St. Gallen: Schweizerisches Institut für Verwaltungskurse an der Universität St. Gallen; 1997:10–34.
[125] Glaeser K. *Der Anprall des Kopfes auf die Fronthaube von Pkw beim Fussgängerunfall*. Bergisch-Gladbach: Bundesantstalt für Strassenwesen BASt; 1996. Report F 14.
[126] Bröckerhoff M. Reale Unfälle – Aufprallstelle und Kinematik. In: Aktuelle Entwicklungen zum Fußgängerschutz. Aachen Euromotor Seminar, März 2005, IKA; 2005.
[127] Moore DN, Schneider WH, Savolainen PT, Farzaneh M. Mixed logit analysis of bicyclist injury severity resulting from motor vehicle crashes at intersection and non-intersection locations. *Accid Anal Prev.* 2011;43(3):621–630.
[128] Schoon CC. *Botsingen von het type «fietser -autofront»: Factoren die het ontstaan en de letselernst beinvloeden*. Leidschendam: Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV; 2004. 2003-33.
[129] Niewöhner W, Berg FA. *Gefährdung von Fußgängern und Radfahrern durch rechts abbiegende Lkw*. Bergisch-Gladbach: Bundesanstalt für Strassenwesen BASt; 2005.

[130] Reed M. *Intersection Kinematics: A Pilot Study of Driver Turning Behavior with Application to Pedestrian Obscuration by A-Pillars*. Michigan: University of Michigan; 2008. Report.
[131] Wade MG, Hammond C. *Forward Looking Blindspots. A report of A-Pillar induced field-of-view obstruction and driver performance in a simulated rural environment*. Virginia: National Technical Information Services; 2002.
[132] Butz M, Merkli C, Schweizer T, Thomas C. *Fuss- und Veloverkehr auf gemeinsamen Flächen*. Zürich, Bern: Pro Velo Schweiz; Fussverkehr Schweiz; 2007.
[133] Benington R. *The Causes and circumstances of non-collision cycling incidents - Analysis of interim results.* NHS Bristol; 2010. Unveröffentlicher Bericht.
[134] Weitkunat R, Haisch J, Kessler M. *Public Health und Gesundheitspsychologie*. Bern: Huber; 1997.
[135] Ulleberg P, Vaa T, Ausserer K, Carstensen G, Forward S et al. *Road user model and persuasion techniques. Deliverable D 1.4*. http://www.cast-eu.org/pages/results%20and%20deliverables.html. Zugriff am 30.09.2011.
[136] Allgemeiner Deutscher Fahrrad Club ADFC. *Regelwidriges Verhalten von Radfahrern*. http://www.adfc-pldenburg.de/verkehr/verhalten.html. Zugriff am 01.03.2005.
[137] Wright MT. *Partizipative Qualitätsentwicklung in der Gesundheitsförderung und Prävention*. Bern: Huber; 2011.
[138] Voas RB, Lacey JC. *Alcohol and Highway Safety 2006: A Review of the State of Knowledge*. Washington: National Highway Traffic Safety Administration; 2011. Report.
[139] Weineck J. *Optimales Training. Leistungsphysiologische Traingingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugentrainings*. 8. Auflage. Balingen: Perimed-Spitta; 1994.
[140] Hegner J. *Training fundiert erklärt. Handbuch der Trainingslehre*. Bern: Bundesamt für Sport; 2009.
[141] Jackel B. Ein handlungsorientiertes Modell zur Steigerung psychomotorischer Radfahrkompetenz. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit.* 1996;42(3):98–105.
[142] Macarthur C, Parkin PC, Sidky M, Wallace W. Evaluation of a bicycle skills training program for young children: a randomized controlled trial. *Inj Prev.* 1998;4(2):116–121. PM:9666365.
[143] Carlin JB, Taylor P, Nolan T. School based bicycle safety education and bicycle injuries in children: a case-control study. *Inj Prev.* 1998;4(1):22–27.
[144] Colwell J, Culverwell A. An examination of the relationship between cycle training, cycle accidents, attitudes and cycling behaviour among children. *Ergonomics.* 2002;45(9):640–648.
[145] Hohenadel D, Neumann-Opitz N. *Radfahren im 1. und 2. Schuljahr: Dokumentation eines Modells aus Schleswig-Holstein und seiner wissenschaftlichen Evaluation*. München: Vogel; 2001.
[146] Nicklisch F. *Ergebnisse aus einem Expertengespräch «Verkehrssicherheit von Fahrrädern»*. Bergisch-Gladbach: Bundesanstalt für Strassenwesen BASt; 1996. Report 15.
[147] Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt EMPA. *Tagungsband zum Seminar Velos auf dem Prüfstand*. Dübendorf: EMPA; 1995.
[148] Allgemeiner Deutscher Automobil Club ADAC. *Kinder-Fahrrad-Anhänger*. http://www.adac.de/Tests/Fahrrad_Kinderanhaenger/tabelle.asp?ComponentID=112152&SourcePageID=112124#0. Zugriff am 04.05.2005.
[149] Walter E. Sichtbarkeit von unmotirisierten Verkehrsteilnehmenden. In: Cavegn M, Walter E, Brügger O, Salvisberg U, Hg. *Schutzprodukte.* bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2004.
[150] Walter E, Cavegn M, Allenbach R, Scaramuzza G. *Fahrradverkehr: Unfallgeschehen, Risikofaktoren und Prävention*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2005. bfu-Sicherheitsdossier Nr. 02.
[151] Weinz E, Schönle C. Fahrradsturzverletzungen im Alter. *Sportverl Sportschad.* 2001;15:8–11.
[152] Schmitt KU, Niederer P, Muser M, Walz F. *Trauma Biomechanik - Verletzungen in Strassenverkehr und Sport*. Heidelberg: Springer Verlag; 2010.
[153] Teasdale G, Jennett B. Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale. *Lancet.* 1974;2:81–84.
[154] Gennarelli TA, Wodzin E. *The Abbreviated Injury Scale 2005.* Des Plaines, IL: American Association for Automotive Medicine AAAM; 2008.
[155] Abu-Zidan FM, Nagelkerke N, Rao S. Factors affecting severity of bicycle-related injuries: the role of helmets in prevention head injuries. *Emergency Medicine Australasia.* 2007;19:366–371.
[156] International Olympic Committee. *IOC World Conference on Prevention of Injury & Illness in Sport*. http://www.ioc-preventionconference.org/OnLPMonaco.php. Zugriff am 13.01.2012.
[157] Rickels E, von Wild K, Wenzlaff P, Bock WJ. *Schädel-Hirn-Verletzung*. München: Zuckschwerdt; 2006.

[158] Otte D, Haasper C, Wiese B. *Wirksamkeit von Fahrradhelmen bei Verkehrsunfällen von Radfahrern auf Kopfverletzungshäufigkeit und Verletzungsschwere*. http://www.atzonline.de/Artikel/3/8897/Wirksamkeit-von-Fahrradhelmen-bei-Verkehrsunfaellen-von-Radfahrern-auf-Kopfverletzungshaeufigkeit-und-Verletzungsschwere.html. Zugriff am 14.07.2009.
[159] Jung CS, Zweckberger K, Schick U, Unterberg A. Attitude and Opinion of Neurosurgeons Concerning Protective Bicycle-Helmet Use. *J Neurotrauma.* 2010;27:871–875.
[160] Institute for Road Safety Research SWOV. *Bicycle helmets. SWOV Fact sheet*. http://www.swov.nl/rapport/Factsheets/UK/FS_Bicycle_helmets.pdf. Zugriff am 02.09.2011.
[161] Simms C, Wood D. *Pedestrian and cyclist impact.* Springer Publishers; 2009. Solid Mechanics and its application Report 166.
[162] Watson J, Hardy R, Kayvantsh K. Understanding the nature of cyclists' head impacts. In: International Ircobi Conference on the Biomechanics of Injury. York; 2009:301–313.
[163] Mills N, Gilchrist A. Finite-element analysis of bicycle helmet oblique impacts. *J Impact Eng.* 2008;35:1087–1101.
[164] Europäisches Komitee für Normung. *EN 1078. Helme für Radfahrer und für Benutzer von Skateboards und Rollschuhen*. Europäisches Komitee für Normung; 1997. Fassung 1997 mit Ergänzung vom Dezember 2005.
[165] Europäisches Komitee für Normung. *EN 1080. Stossschutzhelme für Kleinkinder*. Europäisches Komitee für Normung; 2009.
[166] Depreitere B, Van Lierde C, Vander SJ, Van der Perre G, Van Audekercke R, Pets C, Coffin J. Lateral head impacts and protection of the temporal area by bicycle safety helmets. *J Trauma.* 2007;62:1440–1445.
[167] Gilchrist A, Mills N. Protection of the side of the head. *Accid Anal Prev.* 1996;28(4):525–535.
[168] Mills NJ, Gilchrist A. *Reassessing bicycle helmet impact protection*. http://perg.bham.ac.uk/pdf/IRCOBI03.pdf. Zugriff am 13.07.2009.
[169] Thompson DC, Rivara FP, Thompson R. Helmets for preventing head and facial injuries in bicyclists (Cochrane Review). *The Cochrane Library.* 2009;(1) DOI: 10.1002/14651858.CD001855.
[170] Elvik R. Publication bias and time-trend bias in meta-analyis of bicycle helmet efficacy: A re-analysis of Attewell, Glase and McFadden, 2001. *Accid Anal Prev.* 2011;43:1245–1251.
[171] Elvik R, Hoye A, Vaa T, Sorensen M. *The Handbook of Road Safety Measures*. 2. Auflage. Oslo: Emerald; 2009.
[172] Attewell RG, Glase K, McFadden M. Bicycle helmet efficacy: a meta-analysis. *Accid Anal Prev.* 2001;33(3):345–352.
[173] Curnow WJ. The Cochrane Collaboration and bicycle helmets. *Accid Anal Prev.* 2005;37(3):569–573.
[174] Curnow WJ. Bicycle helmets: lack of efficacy against brain injury. *Accid Anal Prev.* 2006;38(5):833–834.
[175] Lee RS, Hagel BE, Karkhaneh M, Rowe BH. A systematic review of correct bicycle helmet use: how varying definitions and study quality influence the results. *Inj Prev.* 2009;15(2):125–131.
[176] Gordis L. Mehr zum Thema Risiko: Einschätzen des Präventionspotenzials. In: Gordis L, Hg. *Epidemiologie*. Marburg: Kilian; 2001:204–213.
[177] Gutsche J, Hintzpeter H, Neuhauser H, Schlaud M. Helmtragquoten bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland und vermeidbare Kopfverletzungen bei Fahrradunfällen. *Gesundheitswesen.* 2011;8-9(73):491–498. DOI: 10.1055/s-0030-1268511 .
[178] Cavegn M, Ewert U, Allenbach R. *Auswirkungen der Via sicura-Massnahmen*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2010. bfu-Grundlagen.
[179] Halldin P, Aare M, Kleiven S. Reduced risk for DAI by use of a new safety helmet. In: Proc.RTO Specialist Meeting on Personal Protection in Koblenz.; 2003.
[180] bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung. *Helmtragquoten der Radfahrer im Strassenverkehr*. Bern; 2011. bfu - Erhebungen 2011.
[181] Lang IA. Demographic, socioeconomic, and attitudinal associations with children's cycle-helmet use in the absence of legislation. *Inj Prev.* 2007;13:355–358.
[182] Parkin PC, Khambalia A, Kmet L, Macarthur C. Influence of socioeconomic status on the effectiveness of bicycle helmet legislation for children: a prospective observational study. *Pediatrics.* 2003;112(3 Pt 1):e192–e196.
[183] Ritter N, Vance C. The determinants of bicycle helmet use: Evidence from Germany. *Accid Anal Prev.* 2008;43:95–100.

[184] Kahl H, Dortschy R, Ellsässer G. Injuries among children and adolescents (1-17 years) and implementation of safety measures. Results of the nationwide German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS). *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz.* 2007;50(5-6):718–727.
[185] Hagel BE, Lee RS, Karkhaneh M, Voaklander D, Rowe BH. Factors associated with incorrect bicycle helmet use. *Inj Prev.* 2010;16(3):178–184.
[186] Royal S, Kendrick D, Coleman T. Promoting bicycle helmet wearing by children using non-legislative interventions: systematic review and meta-analysis. *Inj Prev.* 2007;13(3):162–167.
[187] Ressler WH, Toledo E. Kasdah B'Rosh Tov: a description and evaluation of the Israeli bicycle helmet campaign. *Health Educ Behav.* 1998;25(3):354–370.
[188] Ressler WH, Toledo E. A functional perspective on social marketing: insights from Israel's bicycle helmet campaign. *J Health Commun.* 1997;2(3):145–156.
[189] Farley C, Otis J, Benoit M. Evaluation of a four-year bicycle helmet promotion campaign in Quebec aimed at children ages 8 to 12: impact on attitudes, norms and behaviours. *Can J Public Health.* 1997;88(1):62–66.
[190] Rouzier P, Alto WA. Evolution of a successful community bicycle helmet campaign. *J Am Board Fam Pract.* 1995;8(4):283–287.
[191] Vaa T, Phillips R, Adamos G, Areal A, Ausserer K et al. *Effects of road safety campaigns. Deliverabel D 1.3*. http://www.cast-eu.org/pages/results%20and%20deliverables.html. Zugriff am 24.02.2012.
[192] bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung. *bfu-Bevölkerungsbefragung 2009*. Bern: bfu; 2009. Eigene Auswertung.
[193] Campaigns and Awareness-Raising Strategies in Traffic Safety (CAST). *Manual for Designing, Implementing and Evaluating Road Safety Communication Campaigns*. 2009.
[194] Kakefuda I, Stallones L, Gibbs J. Discrepancy in bicycle helmet use among college students between two bicycle use purposes: commuting and recreation. *Accid Anal Prev.* 2009;41(3):513–521.
[195] Kakefuda I, Henry KL, Stallones L. Associations between childhood bicycle helmet use, current use, and family and community factors among college students. *Fam Community Health.* 2009;32(2):159–166.
[196] Ross T, Thomson Ross L, Rahmann A, Cataldo S. The bicycle helmet attitudes scale: using the health belief model to predict helmet use among undergraduates. *J Am Coll Health.* 2010;59(1):29–36.
[197] Siegrist S, Allenbach R, Regli C. *Velohelme: Erhebung des Tragverhaltens und der Traggründe*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 1999. bfu-Report 41.
[198] Keezer MR, Rughani A, Carroll M, Haas B. Head first. Bicycle-helmet use and our children's safety. *Can Fam Physician.* 2007;53:1131–1132.
[199] Weiss J, Okun M, Quay N. Predicting bicycle helmet stage-of-change among middle school, high school, and college cyclists from demographic, cognitive, and motivational variables. *J Pediatr.* 2004;145(3):360–364.
[200] O'Callaghan FV, Nausbaum S. Predicting bicycle helmet wearing intentions and behavior among adolescents. *J Safety Res.* 2006;37(5):425–431.
[201] Christensen P, Mikkelsen MR. Jumping off and beeing careful: children's strategies of risk managment in everyday life. *Sociol Health Illn.* 2008;30(1):112–130.
[202] Karkhaneh M, Kalenga JC, Hagel BE, Rowe BH. Effectiveness of bicycle helmet legislation to increase helmet use: a systematic review. *Inj Prev.* 2006;12(2):76–82.
[203] Macpherson A, Spinks A. Bicycle helmet legislation for the uptake of helmet use and prevention of head injuries (review). *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2008;(3)
[204] Gilchrist J, Schieber RA, Leadbetter S, Davidson SC. Police enforcement as part of a comprehensive bicycle helmet program. *Pediatrics.* 2000;106(1 Pt 1):6–9.
[205] Ji M, Gilchick RA, Bender SJ. Trends in helmet use and head injuries in San Diego County: the effect of bicycle helmet legislation. *Accid Anal Prev.* 2006;38(1):128–134.
[206] Van Houten R, Van Houten J, Malenfant JEL. Impact of a comprehensive safety program on bicycle helmet use among middle-school children. *Journal of applied behaviour analysis.* 2007;40:239–247.
[207] bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung. *bfu-Bevölkerungsbefragung 2010*. Bern: bfu; 2010. Eigene Auswertung.
[208] *Transkulturelle Prävention und Gesundheitsförderung in der Schweiz*. www.transpraev.ch. Zugriff am 30.09.2011.

[209] Farley C, Laflamme L, Vaez M. Bicycle helmet campaigns and head injuries among children. Does poverty matter? *J Epidemiol Community Health.* 2003;57(9):668–672.
[210] Cowan JA, Dubosh N, Hadley C. Seatbelt and helmet depiction on the big screen blockbuster injury prevention messages? *J Trauma.* 2009;66(3):912–917.
[211] Kendrick D, Royal S. Cycle helmet ownership and use; a cluster randomised controlled trial in primary school children in deprived areas. *Arch Dis Child.* 2004;89(4):330–335.
[212] Graber M. Sieben Helme im Handling-Test. *velojournal.* 2011;4:20–22. Zugriff am 30.09.2011.
[213] Tugwell P, de Savigny D, Hawker G, Robinson V. Applying clinical epidemiological methods to health equity: the equity effectiveness loop. *BMJ.* 2006;332:358–361.
[214] Bächli-Biétry J. Inhalt des Gutachtens, Würdigung, Folgefragen aus verkehrspsychologischer Sicht. In: Schaffhauser R, Hg. *Jahrbuch zum Verkehrsrecht 2009*. St. Gallen: 2009:55–67.
[215] Schaffhauser R. *Bericht zu Fragen der Praxis des Strassenverkehrsamtes des Kantons Aargau in den Bereichen Administrativmassnahmen und ärztliche Überprüfung von über 70-jährigen Lenkern*. Aargau: Departement für Volkswirtschaft und Inneres des Kantons Aargau; 2008. http://www.ag.ch/dvi/shared/dokumente/pdf/rs_bericht.pdf. Zugriff am 31.03.2010.
[216] Bundesamt für Strassen ASTRA. *Bundesrat verabschiedet Botschaft zu Via sicura*. http://www.astra.admin.ch/dokumentation/00109/00113/00491/index.html?lang=de&msg-id=35758. Zugriff am 30.09.2011.
[217] Isler RB. *CD-Drives: free training for novice drivers in New Zealand*. http://www.waikato.ac.nz/wfass/subjects/psychology/tars/research/YDT/projects/cd-drives.shtml. Zugriff am 14.09.2010.
[218] *The hazard perception test (HPT) explained*. http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+/www.direct.gov.uk/en/Motoring/LearnerAndNewDrivers/TheoryTest/DG_4022535. Zugriff am 14.09.2010.
[219] *Verordnung über die Zulassung von Personen und Fahrzeugen zum Strassenverkehr*. http://www.admin.ch/ch/d/as/2004/5057.pdf. Zugriff am 14.09.2010.
[220] Ewert U, Scaramuzza G, Niemann S, Walter E. *Der Faktor Geschwindigkeit im motorisierten Strassenverkehr*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2010. bfu-Sicherheitsdossier Nr. 06.
[221] Friesen F, Wallentowitz H, Philipps M. *Optimierte Fahrzeugfront hinsichtlich des Fussgängerschutzes*. Bergisch-Gladbach: Bundesantsalt für Strassenwesen BASt; 2001. Sicher fahren in Europa F 38.
[222] Fredriksson R, Haland, Yang J. *Evaluation of a new pedestrian head injury protection system with a sensor in the bumper and lifting of the bonnet's rear edge*. http://www.autoliv.com/Appl_ALV/alvweb.nsf/Files/AutolivPedestrian010320/$file/AutolivPedestrian010320.pdf. Zugriff am 01.03.2005.
[223] Liu X, Yang J. Effects of vehicle impact velocity and front-end structure on dynamic responses of child pedestrians. *Traffic Inj Prev.* 2003;4(4):337–344.
[224] Friedel B, Kalliske I. *Crashtests zur Erhöhung der Fussgängersicherheit*. Bergisch-Gladbach: Bundesanstalt für Strasssenwesen BASt; 2000. Report M 121.
[225] Hamm M. Einflüsse von Xenonlicht auf Aspekte der Verkehrssicherheit. *LICHT.* 2000;(11/12)–6.
[226] Deutscher Kraftfahrzeug-Überwachungsverein DEKRA. *Verkehrssicherheitsreport 2011: Fussgänger und Radfahrer*. Stuttgart: Dekra; 2011.
[227] Hammond C, Wade M. Forward looking blindspots: a report of a-pillar induced field-of-view obstruction and driver performance in a simulated rural environment. *Advances in transportation studies.* 2005;(5):69–81.
[228] Rauh W. *Mit Sicherheit mobil: Strassenverkehr ohne Todesopfer*. Wien: Verkehrsclub Österreich VCÖ; 2000.
[229] Verkehrs-Club der Schweiz VCS. *Massnahmen zur Vermeidung von «Totwinkel-Unfällen»*. Bern: VCS; 1999.
[230] Verkehrsclub Österreich VCÖ. *LKW - oft ein tödlicher Gegner*. Wien: VCÖ; 2000. Verkehr Aktuell 12.
[231] Wellemann T. *Der niederländische Masterplan Fiets*. Den Haag: Ministerium für Verkehr, Wasserwirtschaft und Öffentliche Arbeiten; 1999.
[232] Gelau C, Gasser TM, Seeck A. Fahrerassistenz und Verkehrssicherheit. In: Winner H, Hakuli S, Wolf G, Hg. *Handbuch Fahrerassistenzsysteme. Grundlagen, Komponenten und Systeme für die aktive Sicherheit und Komfort*. Wiesbaden: Vieweg & Teubner; 2009:24–32.
[233] Paine M. Low range speeding and the potential benefits of intelligent speed assistance. Referat gehalten am: Australasian Road Safety Research, Policing and Education Conference; 2009; Sidney.

[234] Kutila M, Jokela M, Montanari R. Camera-based Driver Workload Estimation. In: Rouhiainen V, Hg. *Scientific activities in Safety & Security*. Espoo: VTT Technical Research Centre of Finland; 2009:98–99.
[235] Nabo A. *Driver Attention - Dealing with Drowsiness and Distraction*. Göteborg: IVSS; 2009.
[236] Vollrath M, Briest S, Schiessl C, Drewes J, Becker U. *Ableitung von Anforderungen an Fahrerassistenzsysteme aus Sicht der Verkehrssicherheit*. Bergisch Gladbach; 2006. F 60.
[237] Kommission der Europäischen Gemeinschaften. *Mitteilung der Kommission an den Rat und das Europäische Parlament. Informations- und Kommunikationstechnologien für sichere und intelligente Fahrzeuge*. Brüssel: Kommission der Europäischen Gemeinschaften; 2003.
[238] Kommission der Europäischen Gemeinschaften. *Mitteilung der Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen über die Initiative «Intelligentes Fahrzeug»*. Brüssel: Kommission der Europäischen Gemeinschaften; 2006.
[239] Kommission der Europäischen Gemeinschaften. *Mitteilung der Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Erster Bericht über die Initiative «Intelligentes Fahrzeug»*. Brüssel: Kommission der Europäischen Gemeinschaften; 2007.
[240] Oltersdorf KM, Schlager K. Wie kommen die Fahrerassistenzsysteme zu den Autofahrerinnen und Autofahrern? Referat gehalten an der: C.T.I. Fachkonferenz für Fahrerassistenzsysteme; 2006.
[241] Oltersdorf KM, Schierge F. Vermarktung von Fahrerassistenzsystemen. *Zeitschrift für die gesamte Wertschöpfungskette Automobilwirtschaft ZfAW.* 2007;2:64–67.
[242] Capirone M, Leupi D, Stadtherr L. *Planung von Velorouten: Handbuch*. Bern: Bundesamt für Strassen ASTRA; Stiftung SchweizMobil; Fonds für Verkehrssicherheit FVS; 2008.
[243] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS. *Strassensignale; Signalisation Langsamverkehr*. Zürich: VSS; 2006. VSS-Norm SN 640 829a.
[244] Arbeitsgruppe Strassenentwurf. *Empfehlungen für Radverkehrsanlagen - ERA*. Köln: Forschungsgemeinschaft für Strassen- und Verkehrswesen; 2010.
[245] Capirone M, Stadtherr L, Anrig P. *Veloland Schweiz - Handbuch*. Bern: Stiftung Veloland Schweiz; 2006.
[246] Allgemeiner Deutscher Fahrrad Club ADFC. *Radfahren an innerörtlichen Kreuzungen und Einmündungen (Fakten-Argumente-Forderungen 8, Juli 1997)*. http://www.adfc.de/671_1. Zugriff am 10.01.2005.
[247] Hunt J, Abduljabbar J. Crossing the road: A method of assessing pedestrian crossing difficulty. *Traffic Engineering and Control.* 1993;34(11):526–532.
[248] Schepers JP, Kroeze PA, Sweers W, Wüst JC. Road factors and bicycle-motor vehicle crashes at unsignalized priority intersections. *Accid Anal & Prev.* 2010;43:853–861.
[249] Scaramuzza G, Eberling P. *Betrieb von Kreuzungen mit Rechtsvortritt*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 1999. bfu-Pilotstudie R 9917.
[250] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS. *Knoten. Sichtverhältnisse in Knoten in einer Ebene*. Zürich: VSS; 2010. VSS-Norm SN 640 273a.
[251] Huber C, Bühlmann F. *Sicherheit von Kreiselanlagen; Erfahrungen und vorläufige Empfehlungen*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 1994.
[252] Daniels S, Nuyts E, Wets G. The effects of roundabouts on traffic safety for bycicists: An observational study. *Accid Anal & Prev.* 2008;40:518–526.
[253] Sakshaug L, Laureshyn A, Svensson A, Hydén C. Cyclists in roundabouts: Different design solutions. *Accid Anal & Prev.* 2010;42:1338–1351.
[254] Daniels S, Brijs T, Nuyts E, Wets G. *Injury accidents with bicyclists at roundabouts*. Diepenbeek: Mobiliteit en openbare werken; 2008.
[255] Bühlmann F, Laube M. *Minikreisel*. Bern: Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK; 2007.
[256] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS. *Querungen für den Fussgängerverkehr; Überführungen*. Zürich: VSS; 2007. VSS-Norm SN 640 247.
[257] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS. *Querungen für den Fussgängerverkehr; Unterführungen*. Zürich: VSS; 2006. VSS-Norm SN 640 246.
[258] Scaramuzza G. *Prozess-Evaluation des bfu-Modells Tempo 50/30 innerorts*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2008. bfu-Report 60.
[259] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS. *Entwurf des Strassenraumes; Gestaltungselemente*. Zürich: VSS; 2000. VSS-Norm SN 640 212.

[260] Eberling P, Haubold S. *Strassenraumgestaltung*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2009. bfu-Fachdokumentation 2.048.
[261] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS. *Besondere Markierungen; Anwendungsbereiche, Formen und Abmessungen*. Zürich: VSS; 2002. VSS-Norm SN 640 851.
[262] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS. *Entwurf des Strassenraumes; Verkehrsberuhigungselemente*. Zürich: VSS; 2000. VSS-Norm SN 640 213.
[263] Parkin J, Meyers C. The effect of cycle lanes on the proximity between motor traffic and cycle traffic. *Accid Anal Prev.* 2010;42(1):159–165.
[264] Zweibrücken K. *Optimierte Führung des Veloverkehrs an engen Strassenabschnitten (Kernfahrbahnen)*. Bern: Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, Bundesamt für Strassen ASTRA; 2000.
[265] Reichenbach M. Strassen mit Gemischtverkehr: Anforderungen aus der Sicht der Zweiradfahrer. *Strasse und Verkehr.* 2004;1-2:39–42.
[266] Huber C, Mognetti F, Scaramuzza G. *Freigabe von Trottoirs für Fahrräder: Abklärung von Anträgen*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 1994. bfu-Dokumentation 9407.
[267] Schweizerische Velo Konferenz SVK. *Velos auf Trottoir: Hilfsmittel für die Anwendung der Signalisation «Fussweg» mit Zusatztafel «Fahrräder gestattet» (Art. 65 Abs. 8 SSV)*. Zürich: SVK, Verkehrssicherheitsrat VSR; 2005.
[268] Frossard JL. *Kernfahrbahnen auf Ausserortsstrecken*. Bern: Bundesamt für Strassen ASTRA; 2006.
[269] Bundesamt für Strassen ASTRA. *Via sicura. Handlungsprogramm des Bundes für mehr Sicherheit im Strassenverkehr.* Bern: ASTRA; 2005.
[270] Scaramuzza G, Clausen N. *Elektrofahrräder (E-Bikes)*. Bern: bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2010. bfu-Faktenblatt Nr. 04.
[271] Elvik R, Christensen P, Amundsen A. *Speed and Road Accidents: An evaluation of the Power Model*. Oslo: Institute of Transport Economics TOI; 2004.
[272] Platter M. *Elektro-Crosser mit 5.5 Pferdestärken*. NZZ Online. http://www.nzz.ch/magazin/mobil/elektro-crosser_mit_55_pferdestaerken_im_hinterrad_1.11955202.html. Zugriff am 30.09.2011.
[273] Basler Zeitung. *Die neue Teufelsmaschine von Orlando Bloom*. http://bazonline.ch/wissen/technik/Die-neue-Teufelsmaschine-von-Orlando-Bloom/story/15778451. Zugriff am 30.09.2011.

Sicher leben: Ihre bfu.

Die bfu setzt sich im öffentlichen Auftrag für die Sicherheit ein. Als Schweizer Kompetenzzentrum für Unfallprävention forscht sie in den Bereichen Strassenverkehr, Sport sowie Haus und Freizeit und gibt ihr Wissen durch Beratungen, Ausbildungen und Kommunikation an Privatpersonen und Fachkreise weiter. Mehr über Unfallprävention auf www.bfu.ch.

2.092.01 – 05.2012

Im Auftrag von: Fonds für Verkehrssicherheit (FVS)

Fonds für Verkehrssicherheit
Fonds de sécurité routière
Fondo di sicurezza stradale

© bfu 2012. Alle Rechte vorbehalten; Reproduktion (z. B. Fotokopie), Speicherung, Verarbeitung und Verbreitung sind mit Quellenangabe (s. Zitationsvorschlag) gestattet; gedruckt auf FSC-Papier

bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung, Postfach 8236, CH-3001 Bern
Tel. +41 31 390 22 22, Fax +41 31 390 22 30, info@bfu.ch, www.bfu.ch

bfu