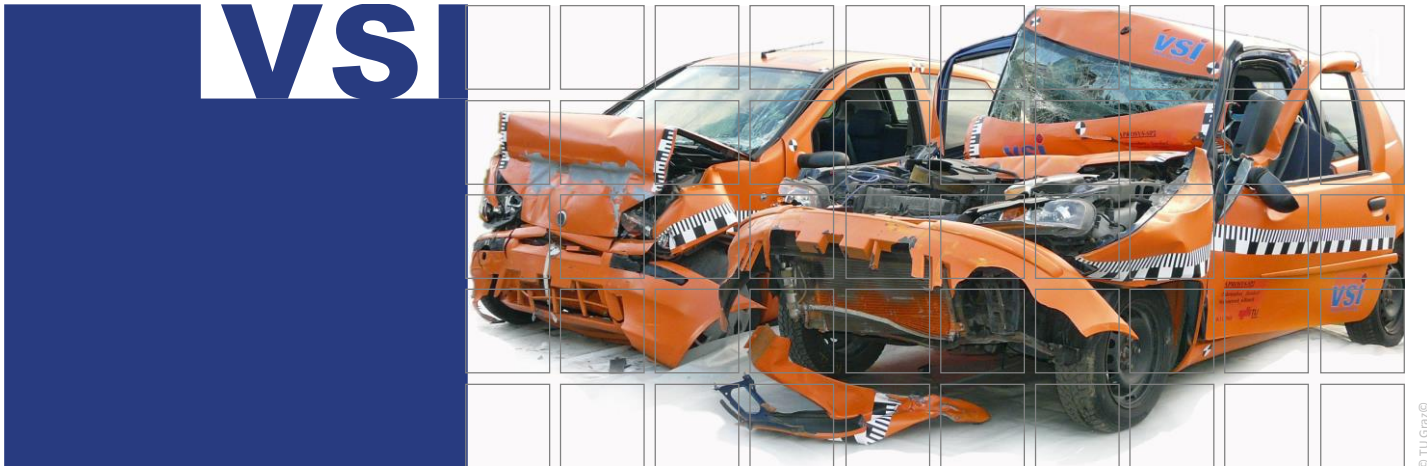


Urban Bachler, BSc



# Analyse von Fußgängerunfällen zur Identifikation von kritischen infrastrukturellen Risikofaktoren

## MASTERARBEIT

Zur Erlangung des akademischen Grades  
Diplom-Ingenieur  
Masterstudium Maschinenbau

Eingereicht an der  
**Technischen Universität Graz**

Betreuer  
Dipl.-Ing. Dr. techn. Ernst Tomasch  
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Hermann Steffan

Graz, November 2015



## EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt und die, den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen, als solche kenntlich gemacht habe. Das in TUGRAZonline hochgeladene Textdokument ist mit der vorliegenden Masterarbeit identisch.

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources/resources and that I have explicitly marked all material, which has been quoted either literally or by content from the used sources. The text document uploaded to TUGRAZonline is identical to the present master's thesis.

Graz, am .....

.....

(Unterschrift)

Eidesstattliche Erklärung

# DANKSAGUNG

Bedanken möchte ich mich bei Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Hermann Steffan, der durch die von ihm abgehaltenen Lehrveranstaltungen mein Interesse in der Fahrzeugsicherheit geweckt hat und meinen Ausbildungsweg dadurch lenkte. Speziell möchte ich Dipl.-Ing. Dr. techn. Ernst Tomasch für die Ermöglichung und Strukturierung meiner Arbeit danken. Zusätzlich war er eine große Hilfe bei der Erstellung der schriftlichen Arbeit.

Ein besonderer Dank gilt Dipl.-Ing. Martin Weinberger welcher mir jederzeit durch seine wertvollen Ratschläge und Hilfestellungen zur Seite stand. Allen Mitarbeitern des Instituts und besonders den anderen Diplomanten sei für das außerordentlich angenehme und freundliche Arbeitsklima gedankt. Bereits seit dem ersten Arbeitstag fühlte ich mich sehr wohl.

Mein größter Dank geht an meine Eltern, welche mir meinen Lebensweg ermöglichten, diesen immer unterstützend und aufmunternd begleiteten, sowie meinem Bruder, der immer ein offenes Ohr für mich hatte.

Besonders bedanken möchte ich mich auch bei meiner Freundin Susanne, welche in schwierigen Zeiten stets aufmunternde Worte für mich fand und beim Erstellen dieser Arbeit eine große Hilfe für mich war.

## KURZFASSUNG

2014 starben trotz rückläufiger Unfallzahlen 71 Fußgänger auf österreichischen Straßen. Im selben Jahr wurden insgesamt 4007 Fußgängerunfälle aufgezeichnet, wodurch der Anteil der Unfälle mit tödlichen Folgen 1,77 % entspricht. Dieser Anteil liegt bei allen anderen Verkehrsteilnehmern weit darunter.

Um die schwerwiegenden Folgen zukünftiger Fußgängerunfälle zu verringern, oder gar zu vermeiden, wird Ursachenforschung betrieben. Durch die Rekonstruktion von Fußgängerunfällen werden wertvolle Informationen erhoben, welche für eine detaillierte Analyse unabdingbar sind. Um infrastrukturelle Risikofaktoren zu definieren, wurden zuvor Statistiken auf Basis nationaler Daten erstellt und anschließend durch detaillierte Informationen aus rekonstruierten Realunfällen weiter analysiert.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen ein deutlich erhöhtes Risiko am Wochenende oder in der Nacht in einem Fußgängerunfall tödlich verletzt zu werden. Obwohl sich weniger als 10% der Fußgängerunfälle im Freiland ereignen, sind ein Drittel der tödlichen Unfälle dem Freiland zuzuschreiben. Kinder und Jugendliche zwischen fünf und 20 Jahren sind beim Queren der Fahrbahn besonders gefährdet. Für Fußgänger in diesem Alter besteht eine dreifach höhere Unfallwahrscheinlichkeit als bei anderen Altersgruppen. Eine besondere Gefahr geht von Haus- oder Siedlungsausfahrten und beim Reversieren des Unfallgegners aus. Hier nimmt, im Gegensatz zu den anderen untersuchten Unfalltypen die Unfallwahrscheinlichkeit mit steigendem Alter zu. Die Unfallwahrscheinlichkeit bei einer Ausfahrt oder einem reversierenden Fahrzeug steigt, über das Lebensalter, bis zum fünffachen Wert an.

## ABSTRACT

Despite decreasing numbers of accidents on Austrian's roads, 71 pedestrians were killed in 2014. The total number of pedestrian accidents were 4007. Within those accidents, the proportion of accidents with fatal consequences corresponds to 1.77%. This percentage is far lower for all other road users.

In order to reduce, or even avoid the serious consequences of future pedestrian accidents, root cause analysis must be operated. The reconstruction of pedestrian accidents provides valuable information, which is indispensable for a detailed analysis. Therefore 50 real accidents on Austria's roads were reconstructed and the resulting information entered into an institution's internal database. To define infrastructural risk factors, statistics on the basis of national data have been compiled and then analyzed by more detailed information from reconstructed real world accidents.

The results of the present study indicate a significantly increased risk to be fatally injured on the weekend or at night in a pedestrian accident. Although less than 10% of pedestrian accidents occur at rural sites, one third of the fatal accidents take place at rural sites. Children and adolescents between five and 20 years are particularly at high risk when crossing the road. For pedestrians at this age the probability for having an accident is three times higher than in other age groups. A particular risk is caused by building- or block-exits and reversing vehicles. As opposed to other accident types the probability of these accidents rises with increasing pedestrian age. This risk rises up to five times within one's life.

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG .....</b>	<b>I</b>
<b>DANKSAGUNG.....</b>	<b>III</b>
<b>KURZFASSUNG .....</b>	<b>IV</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>V</b>
<b>INHALTSVERZEICHNIS.....</b>	<b>VI</b>
<b>1 EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
1.1 STELLUNG DES FUßGÄNGERS IM STRAßENVERKEHR.....	1
1.1.1 <i>Global</i> .....	1
1.1.2 <i>Europa</i> .....	2
1.2 ZIEL .....	4
<b>2 LITERATUR .....</b>	<b>5</b>
2.1 INFRASTRUKTUR .....	5
2.1.1 <i>Bauliche Maßnahmen</i> .....	5
2.1.2 <i>Betriebliche Maßnahmen</i> .....	7
2.1.3 <i>Zusätzliche Maßnahmen</i> .....	7
2.2 STATISTIK.....	8
<b>3 METHODIK.....</b>	<b>9</b>
3.1 UNFALLREKONSTRUKTION .....	10
3.1.1 <i>Grundbegriffe</i> .....	10
3.1.2 <i>Kinematik bei Fußgänger-PKW-Kollisionen</i> .....	12
3.1.3 <i>Der Anhaltevorgang</i> .....	13
3.1.4 <i>Der Fußgänger</i> .....	13
3.2 PC-CRASH .....	15
3.3 REKONSTRUIERTE BEISPIELFÄLLE .....	16
3.3.1 <i>PKW-Fußgänger Unfall</i> .....	16
3.3.2 <i>LKW-Fußgänger Unfall</i> .....	19
<b>4 MATERIAL.....</b>	<b>21</b>
4.1 STATISTIK AUSTRIA .....	21
4.2 ZEDATU .....	21
<b>5 ERGEBNISSE .....</b>	<b>22</b>
5.1 ZEITLICHE ENTWICKLUNG DER UNFALLZAHLEN.....	22



5.2	EINFLUSS DES FUßGÄNGERALTERS .....	24
5.3	EINFLUSS DER UMGEBUNG .....	25
5.3.1	<i>Unfalltypen</i> .....	25
5.3.2	<i>Kreuzungen und freie Strecke</i> .....	27
5.3.3	<i>Stadt/Land</i> .....	29
5.4	EINFLUSS DES FUßGÄNGERVERHALTENS .....	30
5.5	EINFLUSS DER LICHTBEDINGUNGEN .....	31
5.6	EINFLUSS DER UNFALLGEGNER .....	32
<b>6</b>	<b>RISIKOFAKTOREN</b> .....	<b>34</b>
<b>7</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG, DISKUSSION &amp; AUSBLICK</b> .....	<b>36</b>
	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	<b>37</b>
	<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>38</b>
	<b>TABELLENVERZEICHNIS</b> .....	<b>40</b>
	<b>ANHANG</b> .....	<b>41</b>



# 1 EINLEITUNG

Fußgängerschutz betrifft jeden. Quer durch alle Kulturen, Alters- und Wohlstandsgruppen ist die Fortbewegung zu Fuß die wahrscheinlich natürlichste und häufigste Methode kurze Strecken von A nach B zurück zu legen. Der Fußgänger gehört jedoch leider auch zu den gefährdetsten Teilnehmern im Straßenverkehr. Besonders Kollisionen zwischen Fußgängern und Kraftfahrzeugen führen häufig zu Schwerverletzten oder Todesopfern. Der nach wie vor häufigste Kollisionsgegner ist der PKW [1]. Bereits bei einer Kollisionsgeschwindigkeit von 20 km/h besteht ein 35%iges Risiko für den Fußgänger sich schwer zu verletzen. Bei 50 km/h endet der Unfall für den Fußgänger bereits zu 40% tödlich. Kaum Überlebenschancen, mit einem Todesrisiko von 95%, bestehen bei einer Kollisionsgeschwindigkeit von 70 km/h.[2]

## 1.1 Stellung des Fußgängers im Straßenverkehr

Das Risiko dem sich ein Fußgänger im Straßenverkehr aussetzt, hängt unter anderem stark von der vorhandenen Infrastruktur ab, welche wiederum von Land zu Land stark schwankt.

### 1.1.1 Global

Durch Verkehrsunfälle sterben weltweit 1,24 Millionen Menschen pro Jahr. Das entspricht fast 3400 Todesfälle pro Tag, wovon die Hälfte der tödlichen Unfälle Fußgänger, Radfahrer und Lenker eines Kraftrads (Klasse L) sind. In Abbildung 1-1 ist das Risiko, auf Grund eines Verkehrsunfalls zu sterben, global abgebildet. Um unterschiedliche Gebiete vergleichen zu können werden Todesfälle pro 100 000 Einwohner dargestellt.[3]

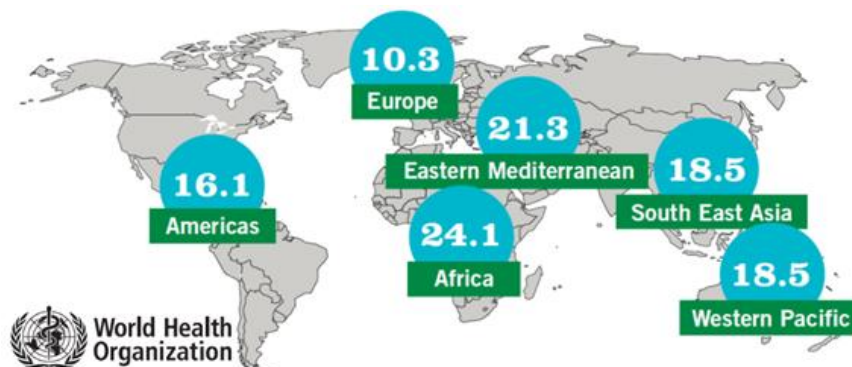


Abbildung 1-1 Anzahl der Verkehrstote pro 100 000 Einwohner [3]

Über 90% der tödlichen Verkehrsunfälle sind Ländern mit niedrigem und mittlerem Einkommen zuzuordnen, wobei diese Länder nur die Hälfte der weltweit vorhandenen Fahrzeuge besitzen.[3]

### 1.1.2 Europa

Laut den im März 2015 prognostizierten Zahlen, gab es im Jahr 2014 in Europa 25.700 Verkehrstote, was einen Rückgang gegenüber dem Jahr 2010 von 18% entspricht (Abbildung 1-2). Bezogen auf 2013 ergibt sich eine Abnahme der Verkehrstoten von rund einem Prozent. Deutlich erkennbar ist der Unterschied zwischen den Ist und den Planzahlen. Das ambitionierte Ziel, die Verkehrstoten im Zeitraum von 2010 bis 2020 zu halbieren, bedeutet für die kommenden Jahre allerdings noch erhebliche Anstrengungen.[4]

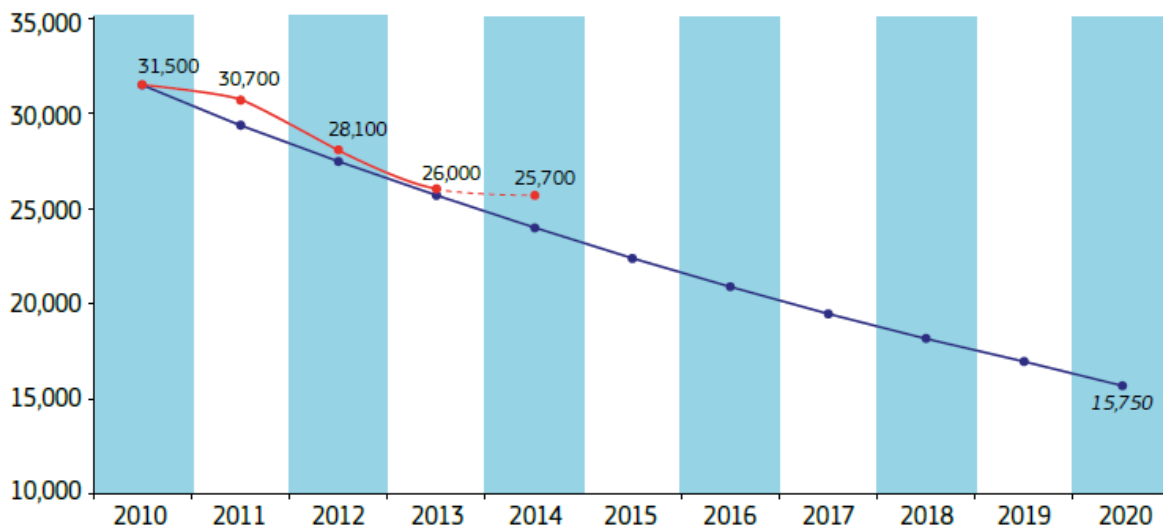


Abbildung 1-2 Entwicklung der Verkehrstoten in Europa von 2010 bis 2020 (rot gekennzeichnet die Istzahlen und blau die Planzahlen)[4]

Der Rückgang der jährlichen Unfallzahlen beschreibt eine weitere Verbesserung des bereits hohen Sicherheitsniveaus. Betrachtet man die Entwicklung der einzelnen Mitgliedsstaaten, ist eine deutliche Streuung zu erkennen. Bei einigen Staaten, wie der Slowakei, Lettland und Bulgarien, gab es zwischen 2013 und 2014 sogar einen schwachen Anstieg der gesamten Verkehrstoten im Straßenverkehr, wobei andere Länder, wie Finnland, Slowenien und Kroatien, einen Rückgang um 15% im Vergleich zum Vorjahr verzeichneten.[4]

Um die einzelnen Länder vergleichen zu können, werden, die absoluten Zahlen der Verkehrstoten auf die Bevölkerung bezogen. Die Ordinate der Abbildung 1-3 zeigt die Anzahl der Verkehrstoten pro eine Million Einwohner im Jahr 2014 und im Vergleich, das Jahr 2010. Man sieht deutliche Unterschiede zwischen den Mitgliedsstaaten, deren Abkürzungen für Abbildung 1-3 im Anhang in Tabelle A-1 aufgelistet ist.[4]

Als Vorbilder mit weniger als 30 Toten pro Million Einwohner gelten Malta, Niederlande, Vereinigtes Königreich und Schweden. Mit 90 Toten und mehr, ist das Risiko im Verkehr getötet zu werden in

Litauen, Belgien, Rumänien und Lettland am höchsten. Der Europäische Durchschnitt ist rot eingezeichnet, deckt sich mit dem österreichischen Wert aus 2014 und liegt bei 51 Tote pro Million Einwohner.[4]

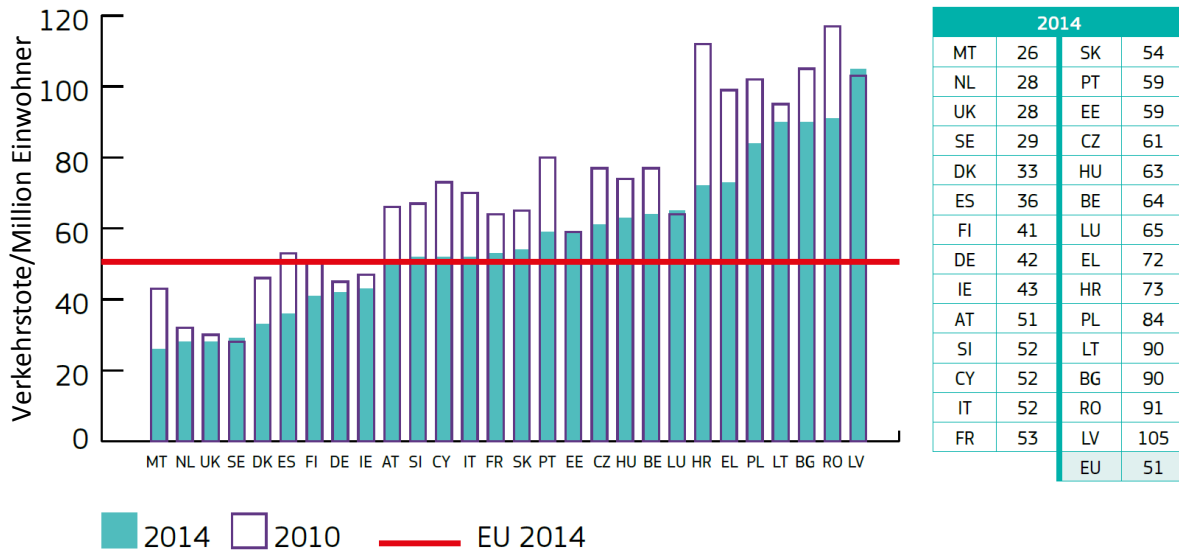


Abbildung 1-3 Vergleich der EU-Staaten durch das Todesrisiko im Straßenverkehr 2010 und 2014 [4]

Im Jahr 2013 war der durchschnittliche Anteil der Fußgänger an den tödlich verunglückten Verkehrsteilnehmern (in Abbildung 1-4 rot gezeichnet) in Europa 22%. Wieder gelten die Niederlande als Vorbild mit nur 11% Fußgängerunfällen mit tödlichem Ausgang. Das höchste Risiko für Fußgänger besteht in Lettland und Rumänien, mit 39% der getöteten Verkehrsteilnehmer.[4]

Einleitung

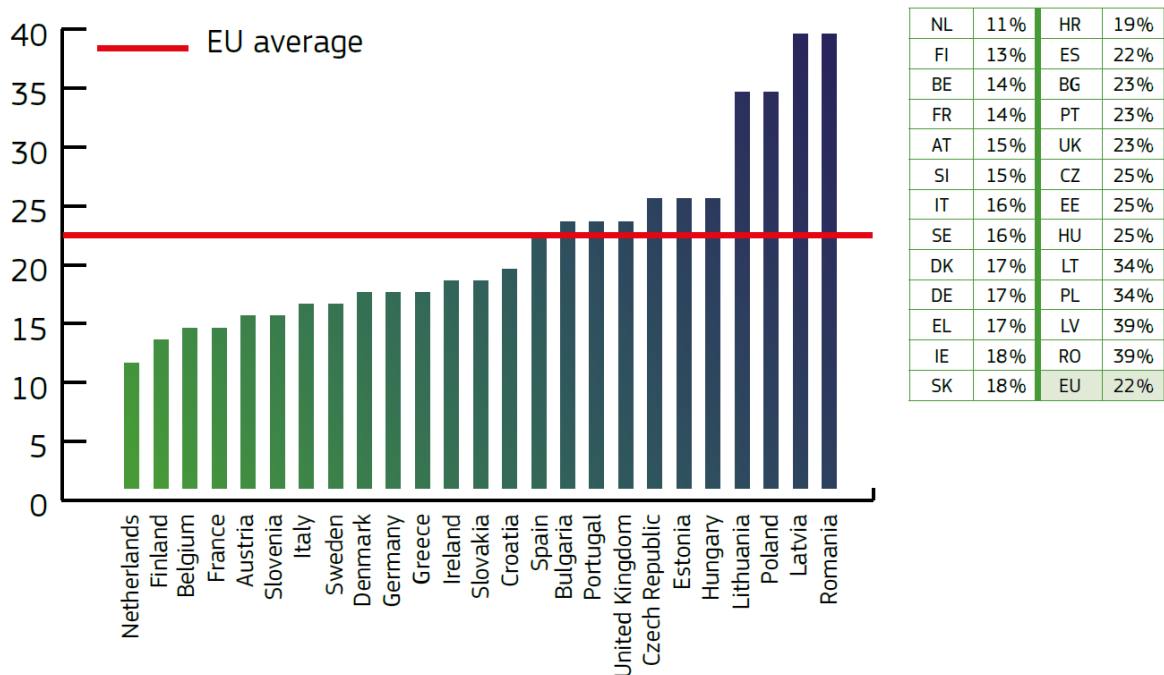


Abbildung 1-4 Vergleich der EU-Länder durch Anteil der Fußgänger an allen Verkehrsunfalltoten[4]

Österreich gehört mit einem geringen Anteil von 15 % an den gesamten Verkehrstoten zu den sichersten Ländern für Fußgänger[4]. Um die Unfallzahlen weiter zu senken, muss Ursachenforschung betrieben werden, was unter Anderem zu dieser Diplomarbeit führt. Detaillierte Zahlen zu Österreich werden in den Ergebnissen diskutiert.

## 1.2 Ziel

Das Ziel dieser Arbeit ist die detaillierte Analyse von Fußgängerunfällen und Auswertung von infrastrukturellen Risikofaktoren. Dazu werden Verkehrsunfälle unfalltechnisch rekonstruiert und anschließend statistisch ausgewertet.

## 2 LITERATUR

### 2.1 Infrastruktur

Die Sicherheit eines Fußgängers im Straßenverkehr hängt von unterschiedlichen Teilaspekten ab. Das anspruchsvolle Ziel die Opferzahlen noch weiter zu senken ist nur durch Betrachtung aller Einflüsse möglich. Bereits in der Vergangenheit wurden große Erfolge durch Infrastrukturmaßnahmen erzielt. Aufgrund der dürftigen physischen Kompatibilität zwischen Fußgängern und Kraftfahrzeugen ist eine weitgehende Trennung im Verkehr sinnvoll. Aktuelle infrastrukturelle Maßnahmen werden von Kühn et al. [5] in Bauliche, betriebliche und zusätzliche Maßnahmen eingeteilt.

#### 2.1.1 Bauliche Maßnahmen

##### **Veränderung der Fahrbahnbreite:**

Die Verengung der Fahrbahnen im Bereich der Querungen, Verschmälerung der Fahrstreifen und Rücknahme der Fahrstreifenzahl ermöglichen eine übersichtliche Wartemöglichkeit für die Fußgänger, während sie von den Lenkern leichter wahrgenommen werden. Der Querungsweg der Fußgänger wird verkürzt und die schmalere Fahrbahn wirkt zudem als Tempobremese.[5],[6]



Abbildung 2-1 Verengung der Fahrbahn (links). Vorziehen der Seitenräume (rechts). [5]

##### **Fahrbahnteiler: Mittelstreifen und Mittelinsel**

zur Trennung der Fahrbahn mit Auftrittsfläche für Fußgänger, für erhebliche Erleichterung der Querung der Fahrbahn, da nur eine Fahrrichtung überblickt werden muss. Weiters wird eine Temporeduktion an den Querungsstellen erreicht und ein Überholen weitestgehend verhindert.[5],[6]



Abbildung 2-2 Durchgehender Mittelstreifen (links) und Mittelinsel (rechts). [5]

### Teilaufpflasterungen auf der Strecke und Plateaupflasterungen

führen zu Temporeduktion durch fahrdynamische und optische Wirkung. Durch die Anhebung des Fahrbahnniveaus wird mobilitätsbehinderten Personen das Überqueren erleichtert. Die Geschwindigkeit kann durch die Rampenneigung gesteuert werden. Durch die niedrigeren Fahrzeuggeschwindigkeiten wird das Queren der Straße für Fußgänger erleichtert und sicherer.[5],[6]



Abbildung 2-3 Teilaufpflasterung im Asphalt (links) und Plateaupflasterung (rechts). [5]

### Gehwegüberfahrten

ermöglichen die Querung der Straße auf gleichem Niveau, da der Gehsteig bei der Einmündung der Straße ohne Absatz durchgezogen wird. Durch die fahrdynamische und optische Wirkung bewirkt die Niveauänderung eine Temporeduktion und führt zu einer erheblich verbesserten Sicherheit für querende Fußgänger und einer Erleichterung für mobilitätseingeschränkte Fußgänger.[5],[6]



Abbildung 2-4 Gehwegüberfahrt (links) und nicht abgerückte Querungsanlagen (rechts). [5]

### Seitenstreifen vor Parkplätzen neben der Fahrbahn

Durch den zusätzlichen Seitenstreifen wird automatisch mehr Abstand zu den Parkenden Autos gehalten. Eine übersichtliche Wartemöglichkeit für die Fußgänger ist möglich, während sie von den Lenkern leichter wahrgenommen werden. Durch die Einengung der Fahrbahn wird zudem eine



Geschwindigkeitsreduktion des Kfz-Verkehrs bewirkt. Soweit möglich soll auf Leitlinien in der Fahrbahnmitte verzichtet werden.



Abbildung 2-5 Seitenstreifen vor Parkplätzen. [5]

### 2.1.2 Betriebliche Maßnahmen

Eine zusätzlich auch zeitliche Trennung der Fußgängern vom Fahrzeugverkehr ist durch Fußgängerüberwege (§26 StVO) kombiniert mit einer Mittelinsel als sichere Querungsstelle für Fußgänger und LSA-Regelungen (§37 StVO) zur sicheren Querung von Fußgängern möglich.



Abbildung 2-6 Fußgängerüberweg kombiniert mit einer Mittelinsel (links) und LSA-Regelung (rechts). [5]

### 2.1.3 Zusätzliche Maßnahmen

Eine stationäre Geschwindigkeitsüberwachung im Haltestellenbereich und die Erhöhung der Aufmerksamkeit des Fahrzeugführers durch Verkehrszeichen auf der Fahrbahn und am Fahrbahnrand bewirken eine Geschwindigkeitsreduktion des Fahrzeugverkehrs.



Abbildung 2-7 Stationäre Geschwindigkeitsüberwachung im Haltestellenbereich (links) und Erhöhung der Aufmerksamkeit durch Verkehrszeichen auf der Fahrbahn (rechts). [5]

## 2.2 Statistik

Zur Erstellung der nachfolgenden Statistiken wurden Grundbegriffe verwendet, die in diesem Kapitel beschrieben werden.

Ein **Merkmalsträger** ist ein Objekt, auf welches sich eine statistische Untersuchung bezieht. Die **Grundgesamtheit** ist die Menge aller für eine Fragestellung relevanten Merkmalsträger. Eine **Stichprobe** beschreibt nur eine Teilmenge aus der Grundgesamtheit. Die **Merkmale** sind die Eigenschaften der Merkmalsträger. Werte der Merkmale werden als Merkmalsausprägungen bezeichnet. In der gegenständigen Studie ergeben sich daher für die Grundgesamtheit alle polizeilich aufgezeichneten Verkehrsunfälle. Beispiel: (Merkmalsträger = Verkehrsunfall; Merkmal = Unfalljahr; Merkmalsausprägung = 2014)[7]

Bei **diskreten** Merkmalen (z.B. Fahrzeugklasse, Unfallbeteiligte) sind, im Gegensatz zu **stetigen** Merkmalen (z.B. Kollisionsgeschwindigkeit, Uhrzeit) die möglichen Ausprägungen abzählbar und nicht Teil eines Intervalls. Bei einer **Nominalskala** können die Ausprägungen nur auf Gleichheit geprüft werden (z.B. Fahrzeugklasse). Eine Rangordnung, eine Bildung von Differenzen oder Quotienten ist nicht sinnvoll. Die **Ordinalskala** unterliegt einer natürlichen Rangordnung (z.B. leicht verletzt, schwer verletzt oder tödlich verletzt). Eine Bildung von Differenzen oder Quotienten ist mit den Merkmalen der **Metrischen Skala** möglich. Existiert ein natürlicher Nullpunkt handelt es sich um eine **Verhältnisskala**, ansonsten spricht man von einer **Intervallskala**. Die **Absolutskala** ist ein Spezialfall der Verhältnisskala. Zusätzlich zum natürlichen Nullpunkt gibt es bei ihr eine natürliche Einheit. [7]

Die **Häufigkeitsverteilung** beschreibt wie oft eine bestimmte Merkmalsausprägung in einer Stichprobe oder der Gesamtheit auftritt. Man unterscheidet die **absolute Häufigkeit**, dies entspricht einer einfachen Zählung der Merkmale, von der **relativen Häufigkeit**, welche sich aus dem Quotienten von absoluter Häufigkeit und dem Umfang der Beobachtung bildet. Somit können bei der relativen Häufigkeit Datensätze mit unterschiedlichem Umfang verglichen werden.[7]

### 3 METHODIK

Um infrastrukturelle Risikofaktoren zu identifizieren werden in dieser Studie Unfalldaten verwendet. In Österreich werden alle Verkehrsunfälle mit Personenschaden durch die Polizei dokumentiert. Die aus den aufgenommenen Informationen erstellten Statistiken beschreiben die Gesamtheit der Verkehrsunfälle in Österreich. Eine Änderung der statistischen Aufnahmemethode im Jahreswechsel 2011 auf 2012 von Statistik Austria ermöglicht keinen direkten Vergleich von Daten vor 2012 mit den Jahren 2012, 2013 und 2014 [1].

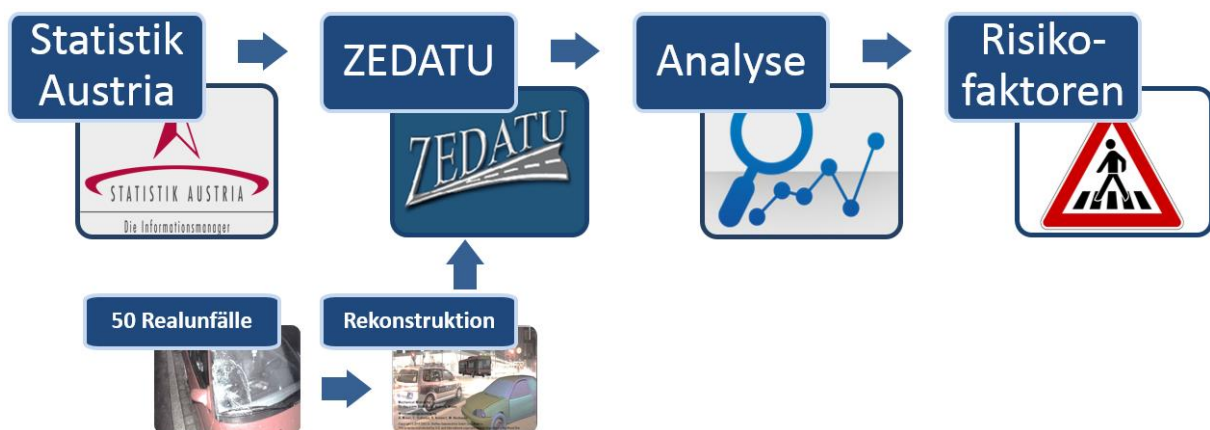


Abbildung 3-1 Methodischer Aufbau der Diplomarbeit

Die aus den Daten von Statistik Austria erstellten Statistiken ermöglichen teilweise Aussagen über infrastrukturelle Gefahrenpotentiale. Jedoch sind nicht alle notwendigen Informationen über eine rein polizeiliche Unfallaufnahme ermittelbar. Erst durch eine Rekonstruktion der Verkehrsunfälle sind genauere Analysen der zuerst gebildeten Statistiken möglich. Bezogen werden die detaillierten Informationen von rekonstruierten Fußgängerunfällen aus der „ZEDATU“ (Zentrale Datenbank zur Tiefenanalyse von Verkehrsunfällen) einer Datenbank [8] des Institutes für Fahrzeugsicherheit der TU-Graz.

## 3.1 Unfallrekonstruktion

Der Fußgänger kann in verschiedensten Szenarien in einen Unfall verwickelt sein. Neben dem typischen PKW-Unfall kann es zu weiteren Kombinationen wie beispielsweise Fußgänger gegen Fahrrad kommen. Am gefährlichsten sind jedoch Unfälle mit Kraftfahrzeugen. [9]

### 3.1.1 Grundbegriffe

Es werden die grundlegenden Begriffe erklärt, welche die Basis zur Rekonstruktion von Fußgängerunfällen bilden.

#### Voller Frontalzusammenstoß

Der Fußgänger befindet sich, wie in Abbildung 3-2 im Kollisionszeitpunkt vor dem Fahrzeug, sodass sich der gesamte Körper innerhalb des Fahrzeugumrisses befindet. Der Fußgänger wird durch die Kollision auf die Geschwindigkeit des Fahrzeugs gebracht.[9]

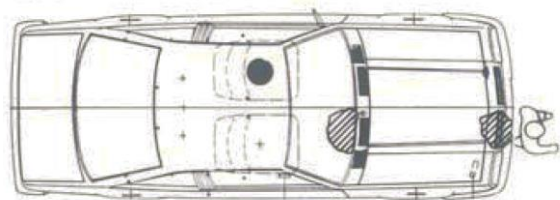


Abbildung 3-2 Fußgänger wird voll erfasst [9]

#### Teilweiser Frontalzusammenstoß, Streifstoß

Hier befindet sich im Gegensatz zum vollen Frontalzusammenstoß mindestens ein Körperteil außerhalb des Fahrzeugumrisses. Siehe Abbildung 3-3. Die Grenze zwischen teilweisem Frontalzusammenstoß und Streifstoß ist jedoch nicht genau definiert.[9]

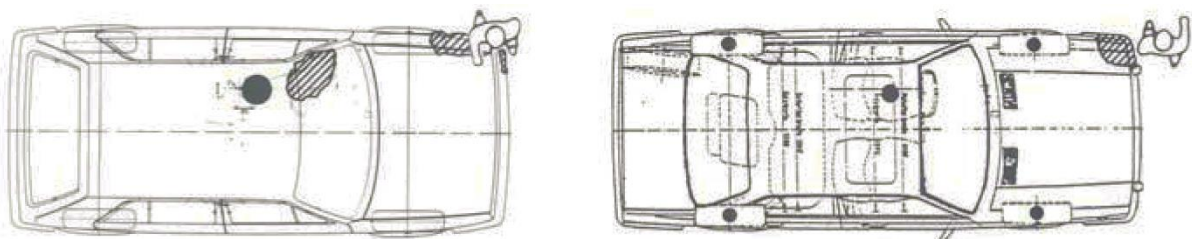


Abbildung 3-3 Teilweiser Frontalzusammenstoß, Streifstoß [9]

#### Überfahren/ Überrollen

Gerät der verunglückte Fußgänger unter das Fahrzeug und wird dabei von keinem Rad überrollt, spricht man vom Überfahren. Für das Überrollen muss definitionsgemäß mindestens ein Rad den Fußgänger überrollen.[9]

### Wurf- & Rutschweite

Die **Längswurfweite** entspricht dem Abstand vom Körperschwerpunkt bis zur Endlage des Fußgängers zum Kollisionszeitpunkt. Gemessen wird nur der Abstand in Fahrtrichtung. Die **Querwurfweite** unterscheidet sich von der Längswurfweite durch eine 90° gedrehte Bezugsachse. Der Abstand wird somit auf die Querachse projiziert. Die Rutschweite wird entsprechend der obigen Definition in **Längs- und Querrutschweite** aufgeteilt. Der Abstand ist jedoch zwischen Körperschwerpunkt beim Auftreffen auf die Fahrbahn bis zum Körperschwerpunkt der Endlage festgelegt. Zum besseren Verständnis dient Abbildung 3-4, in welcher die beschriebenen Maße eingezeichnet sind.[9]

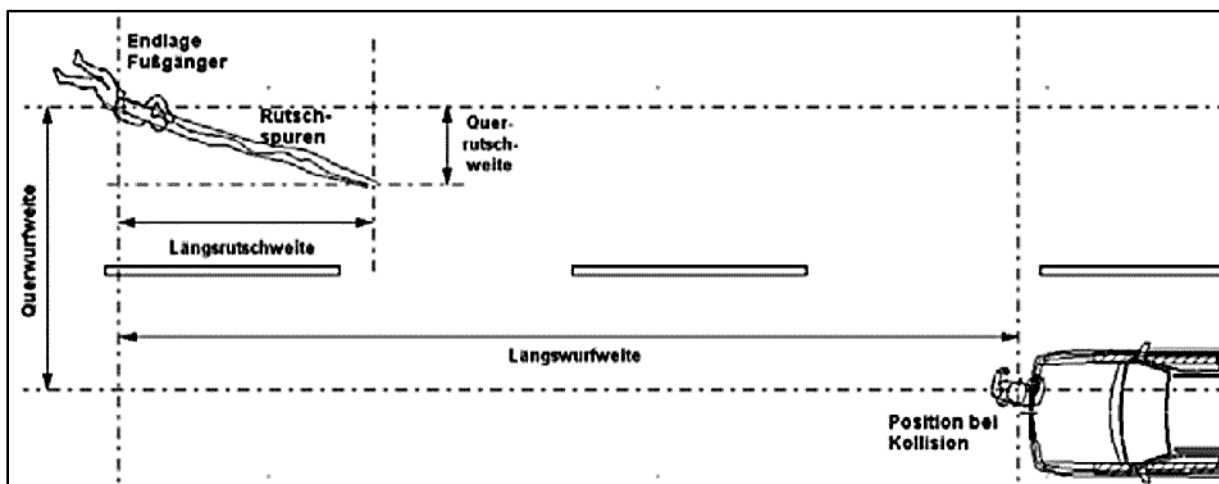


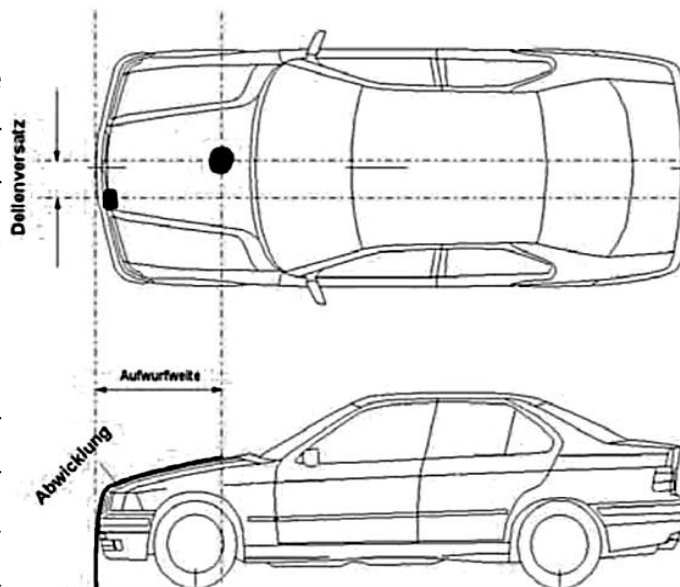
Abbildung 3-4 Definition von Wurf- und Rutschweite [9]

### Dellenversatz (Beulenversatz)

Vom Dellenversatz kann auf die Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit des Fußgängers vor der Kollision geschlossen werden. Gemessen wird der Abstand zwischen zwei charakteristischen Dellen quer zur Fahrzeuglängsachse, wie in Abbildung 3-5 gezeichnet, welche einerseits dem Anprall des Beins oder der Hüfte und andererseits dem Kopfanprall zuzuordnen sind. [9]

### Aufwurfweite

Die Aufwurfweite entspricht der auf die Fahrbahn projizierten Länge von der Stelle des Erstkontakts bis zur Mitte der Kopfaufschlagstelle. Dargestellt in Abbildung 3-5 (unten).[9]



### Abwicklung

Die Abwicklung wird senkrecht von der Fahrbahn aus, startend unter der Erstkontaktstelle, entlang der Fahrzeugoberfläche bis zur Mitte der Kopfaufschlagstelle gemessen.[9]

Abbildung 3-5 Dellenversatz, Aufwurfweite und Abwicklung [9]

### 3.1.2 Kinematik bei Fußgänger-PKW-Kollisionen

Bei einer Kollision mit einem PKW oder einem PKW-ähnlichen Fahrzeug wurde der klassische Bewegungsablauf des Fußgängers, siehe Abbildung 3-6, in vier Phasen gegliedert:

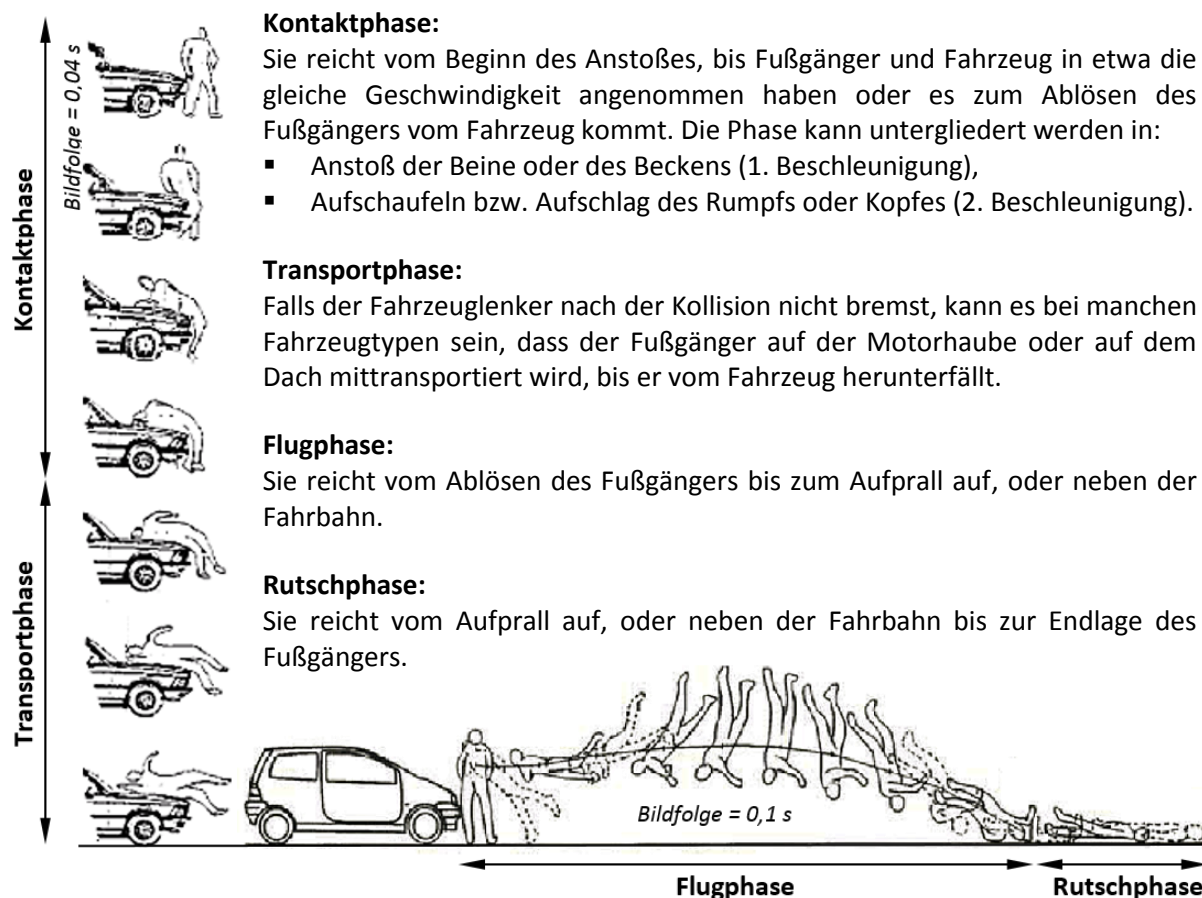


Abbildung 3-6 Phasen eines typischen Fußgängerunfalls [9]

### 3.1.3 Der Anhaltevorgang

Der gesamte Bremsvorgang setzt sich nach Burg und Moser [10, S. 126] aus folgenden drei Phasen zusammen:

- Die **Reaktionsphase** besteht aus Reaktionsgrundzeit, Umsetzzeit und Ansprechzeit und dauert in 96% der Fälle zwischen 0,4 und 0,85 Sekunden.
- Die **Bremsschwellphase** startet mit dem Verzögerungsbeginn und endet mit dem Erreichen der maximalen Verzögerung. Tabelle 3-1 zeigt typische Bremsschwellzeiten für PKW, LKW und Motorrad. Durch Notbremsassistenten sind noch kürzere Bremsschwellzeiten erreichbar.

Tabelle 3-1 Bremsschwellzeiten für verschiedene Fahrzeugtypen [10, S. 127]

<b>PKW</b>	0,2 – 0,4 s
<b>LKW</b>	0,2 – 0,5 s
<b>Motorrad</b>	0,3 – 0,6 s

- In der **Vollbremsphase** wird mit maximaler Verzögerung gebremst. In Tabelle 3-2 sind typische Bedingungen und gemittelte Reibkoeffizienten angegeben.

Tabelle 3-2 Reibungskoeffizient nach [11] aus [12].

<b>Beschreibung der Straßenoberfläche</b>	<b>PKW Reifen</b>	<b>LKW Reifen</b>
Beton - trocken	0,85	0,65
- nass	0,70 – 0,80	0,50
Asphalt - trocken	0,85	0,60
- nass	0,45 – 0,80	0,30
Verdichteter Schnee	0,15	0,15
Eis - trocken	0,05	0,11
- nass		0,07

### 3.1.4 Der Fußgänger

Interessante Daten des Fußgängers zur Rekonstruktion des Unfalls sind die Bewegungsabläufe, die Körpergröße und das Gewicht der Person. Gewicht und Größe sind meist aus der Obduktion bzw. aus der Krankengeschichte ersichtlich. Die Geschwindigkeit ergibt sich durch die Rekonstruktion der Anprallstellen und Endlagen. Als Orientierung dienen meist Zeugenaussagen.

Um dem Fußgänger die richtige Körperhaltung und Geschwindigkeit während der Kollision zuordnen zu können, wurden Bewegungsstudien nach [13] verwendet. (mittlere Geschwindigkeit in Tabelle 3-3, und Körperhaltung in Abbildung 3-7) .

Methodik

Tabelle 3-3 Bewegungsgeschwindigkeiten von Fußgängern in m/s nach [13] aus[9].

		Alter der Fußgänger in Jahren											
		6–7		14–15		20–30		30–50		50–60		70–80	
		m	w	m	w	m	w	m	w	m	w	m	w
Gehen		1,5	1,5	1,7	1,6	1,2	1,4	1,5	1,3	1,4	1,4	1,0	1,1
Schnell gehen		2,0	2,0	2,2	1,9	2,2	2,2	2,0	2,0	2,0	2,0	1,4	1,3
Laufen	A	3,4	2,8	4,0	3,0	3,0	4,0	3,6	3,6	3,5	3,3	2,0	1,7
	B	3,1	2,8	3,4	3,0	3,0	3,2	3,2	3,2	3,0	3,0	2,0	1,7
Rennen	A	4,2	4,0	5,4	4,8	7,4	6,1	6,5	5,5	5,3	4,6	3,0	2,3
	B	3,6	3,4	4,2	3,9	4,9	5,0	5,0	4,7	4,0	4,1	2,5	2,1
Laufen = normaler Dauerlauf						A = stehender Start, nach 10 m Wegstrecke							
Rennen = schnellstmögliche Bewegungsart						B = fliegender Start							



Abbildung 3-7 Bewegungsmuster beim Gehen, Laufen und Rennen [9]



## 3.2 PC-Crash

PC-Crash ist eine Software zur Simulation von Verkehrsunfällen und bietet die Möglichkeit die berechneten Ergebnisse als 2D- oder 3D-Simulation, sowie in klassischen Diagrammen auszugeben. Berechnet werden kann die Fahrzeugkinematik mit Berücksichtigung von dynamischen Einflüssen, wie Feder- und Reifencharakteristik, Gewichtsverlagerungen, sowie den Stoß von Mehrfachkollisionen. Die Fahrzeugoberfläche ist für eine genaue Rekonstruktion detailliert vernetzt und auch die Umgebung kann, durch Straßenneigung, Böschung, Leitplanken, Reibkoeffizienten und vieles mehr, genau simuliert werden. Eine programminterne Datenbank ermöglicht eine Auswahl aller gängigen Fahrzeuge mit zugehörigen Daten wie Masse, Abmessung, Steifigkeit und Schwerpunkt.



Abbildung 3-8 Anpassung eines Multi-Body an gegebene Körperhaltungen [9], [12]

Um den Unfall möglichst exakt nachbilden zu können, wird der Fußgänger als MB (Multi Body) simuliert, welches aus 20 starren Körpern und 19 Gelenken aufgebaut ist. Abbildung 3-8 zeigt, dass der Multi-Body an jeden gewünschten Körper, durch Größe, Alter, Gewicht und auch Körperhaltung, angepasst werden kann, um eine möglichst realistische Nachbildung des Unfalls zu ermöglichen.

### 3.3 Rekonstruierte Beispielfälle

In 23 von den 50 rekonstruierten Verkehrsunfälle war der Unfallgegner des Fußgängers ein PKW- und bei 22 ein LKW-Lenker. In jeweils zwei Fällen war ein Motorrad bzw. eine Straßenbahn involviert sowie ein Fußgänger-Reisebusunfall.

#### 3.3.1 PKW-Fußgänger Unfall

Folgend wird ein frei gewählter Fall beschrieben und wichtige Schritte der Rekonstruktion erläutert. In diesem Realunfall wurde eine Fußgängerin am Schutzweg mit der Front eines PKWs erfasst und erlag noch am Unfallort ihren schweren Verletzungen.

#### Kurze Zusammenfassung des Geschehens:

Zwei hintereinander fahrende PKWs näherten sich einer durch Vorrangzeichen geregelten, vierarmigen Kreuzung, mit gekennzeichnetem Schutzweg (Abbildung 3-9 und Abbildung 3-10). Die zweispurige, durch den Regen nasse Fahrbahn ist durch eine langegezogene, gepflasterte, erhabene Verkehrsinsel von der Gegenfahrbahn getrennt und es besteht eine permanente Geschwindigkeitsbegrenzung von 50 km/h.



Abbildung 3-9 Lichtbild des PKW- Unfalls

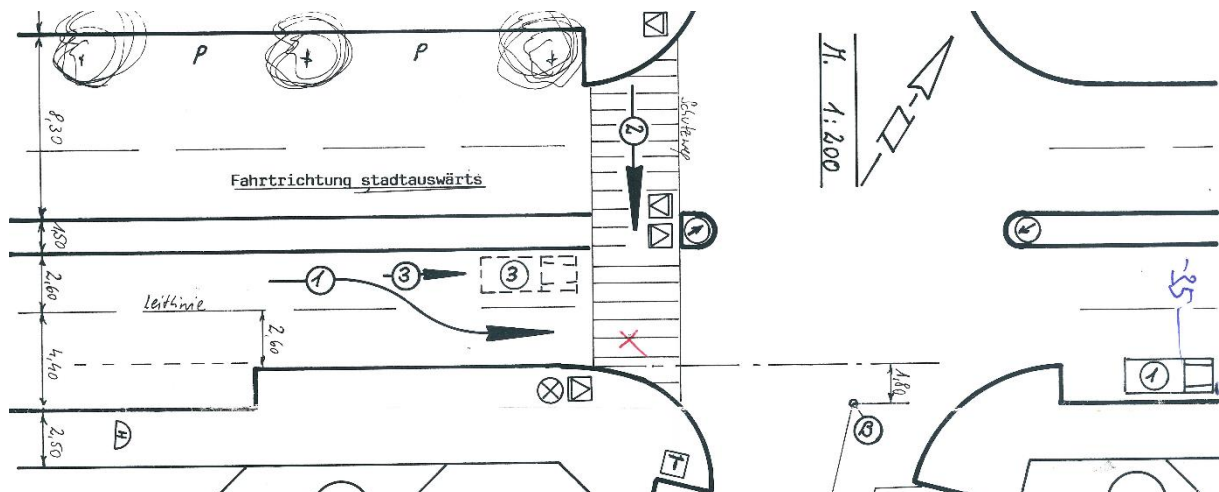


Abbildung 3-10 Unfallsskizze des PKW-Unfalls

Der 20-jährige Unfalllenker, im hinteren der beiden Fahrzeuge (gekennzeichnet mit „1“ in Abbildung 3-10), fuhr mit überhöhter Geschwindigkeit von 60 km/h in seinem Honda Civic etwa 10 Meter hinter dem Vorlenker (gekennzeichnet mit „3“ Abbildung 3-10). Veranlasst durch das Queren der 42-jährigen Fußgängerin (gekennzeichnet mit „1“ Abbildung 3-10), von links nach rechts, aus Sicht der beteiligten Lenker, hielt das vordere Fahrzeug noch vor dem Schutzweg an.

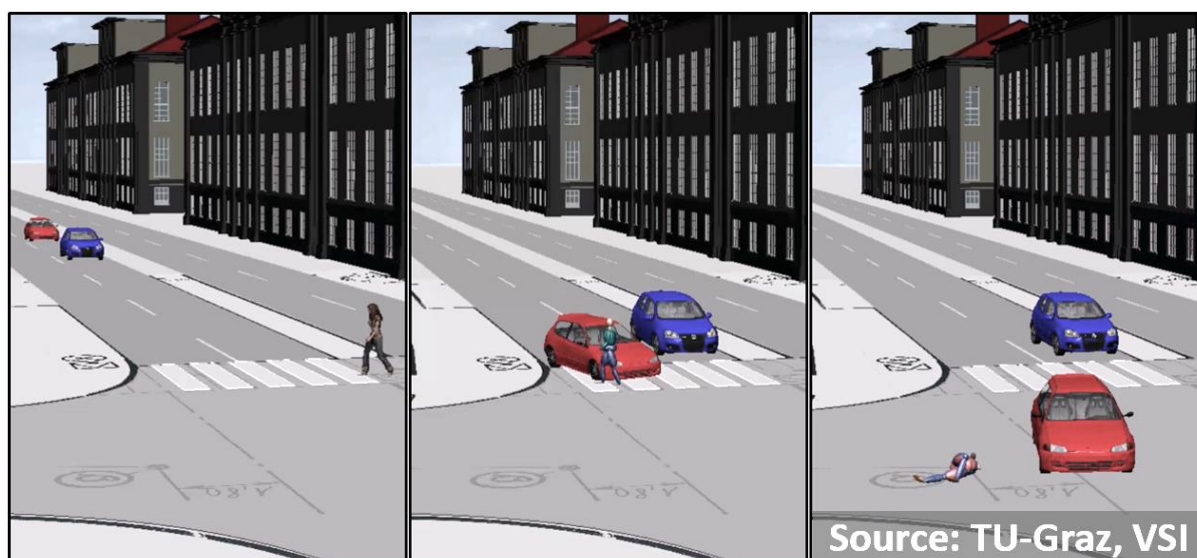


Abbildung 3-11 PKW-Unfall im Konfliktzeitpunkt (links), im Kollisionszeitpunkt (Mitte) und der Endlage (rechts)

Durch die wahrscheinlich verzögerte Reaktion und überhöhte Geschwindigkeit im Konfliktzeitpunkt (Abbildung 3-11 links), war dem Unfalllenker eine Kollisionsvermeidung mit dem Vorlenker durch reines Bremsen nicht mehr möglich. Er entschied sich nach rechts auszuweichen, geriet ins Schleudern, bemerkte die Fußgängerin nicht und erfasste die querende Person mit seiner rechten Fahrzeugfront bei einer Kollisionsgeschwindigkeit von 35 km/h (Abbildung 3-11 Mitte). Die Verunglückte wurde auf das Fahrzeug aufgeladen und anschließend ca. 10 Meter weit geworfen.

Methodik

Die Endlage der Simulation muss, mit der dokumentierten Endlage des Realunfalls übereinstimmen. Ebenso ist der entstandene Schaden am Fahrzeug, den Anprallpunkten während der Kollision zuzuordnen. Daraus ergeben sich die Anprallgeschwindigkeit und die Geschwindigkeiten der Beteiligten. In Abbildung 3-12 sieht man beispielsweise die Kopfaufschlagstelle als Schaden an der Windschutzscheibe und als Körperposition während des Crashes in der Simulation.

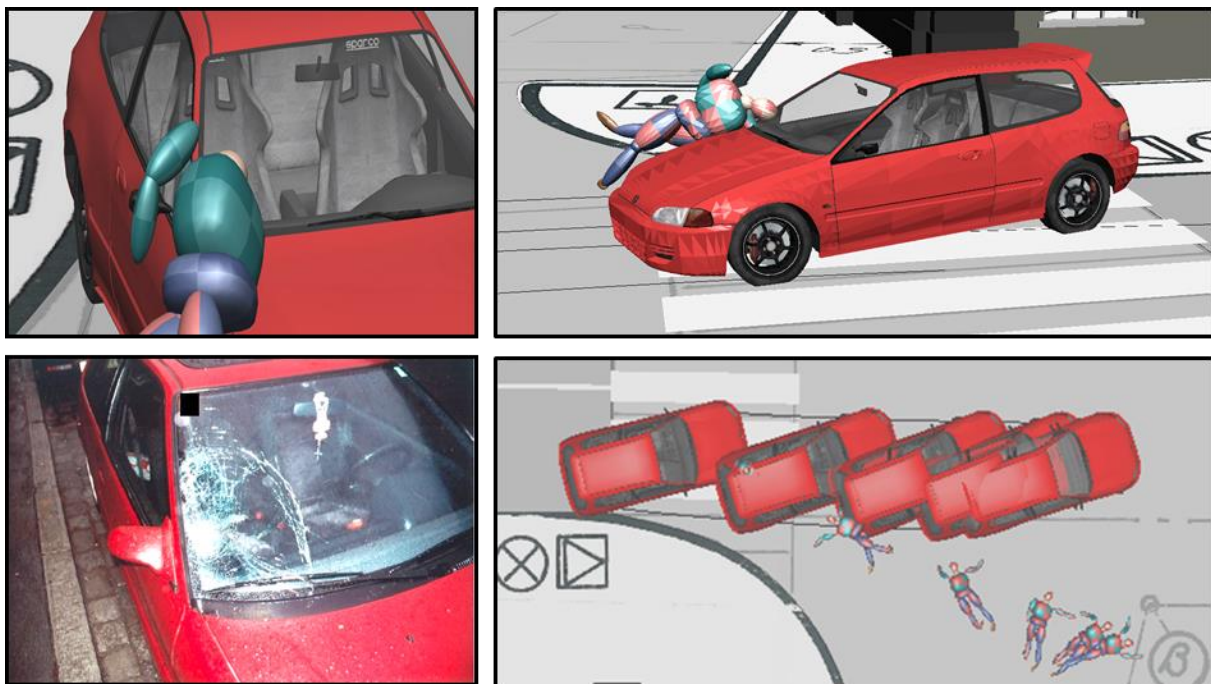


Abbildung 3-12 PKW-Unfall Vergleich von Realität mit Simulation durch Anprallpunkte und Endlagen

### 3.3.2 LKW-Fußgänger Unfall

Der zweite Realunfall ist ein Fußgänger-Unfall mit Beteiligung eines LKWs, welcher beim Anfahren den querenden Fußgänger übersieht und ihn in weiterer Folge überrollt.

#### Kurze Zusammenfassung des Geschehens:

Der Unfall ereignete sich um die Mittagszeit bei heiterem Wetter und einer permanenten Geschwindigkeitsbegrenzung von 50km/h. Die Straße war trocken, schadenfrei und aus Beton mit eingearbeiteten Straßenbahnschienen. Abbildung 3-13 zeigt die Unfallskizze des beschriebenen Unfalls.

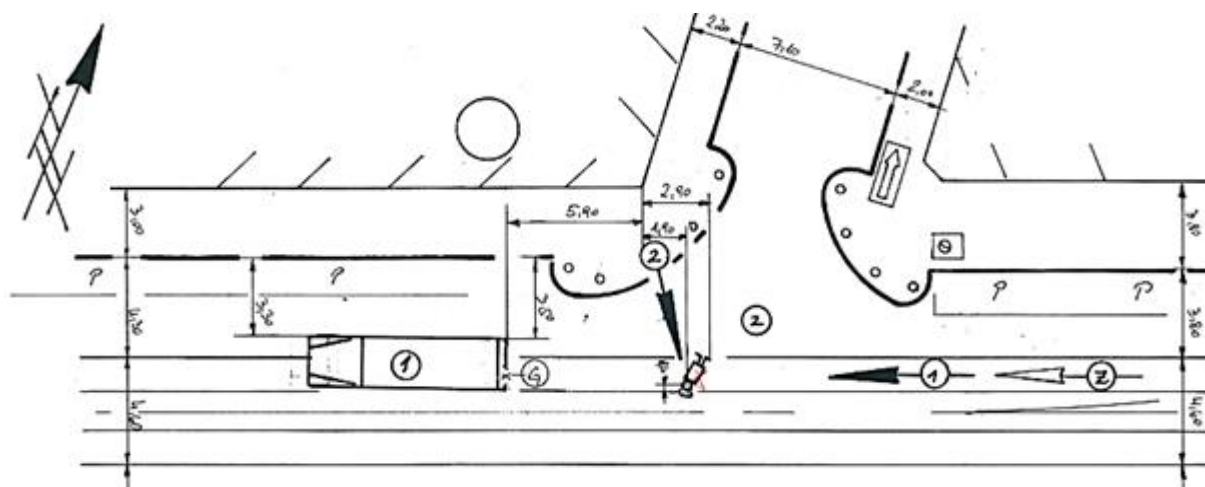


Abbildung 3-13 LKW-Unfall Unfallskizze

Durch einen Rückstau stand der 35-jährige Unfalllenker mit seinem LKW in der Mitte einer vierarmigen, vorrangeregulierten Kreuzung. Wie in Abbildung 3-14 überließ der Lenker des Lastkraftwagens dem schwarzen Golf die Vorfahrt. Zeugenaussage des LKW-Lenkers:

*„Dieser Golf hatte aber nicht genügend Platz zwischen dem Ende der Kolonne und der Front meines LKW, wodurch er noch schräg auf meiner Fahrbahnhälfte stand. Mein LKW befand sich etwa einen halben Meter hinter dem stehenden Golf“.*

Als sich die Kolonne in Bewegung setzte, querte der 81-jährige Fußgänger, direkt vor dem LKW, aus perspektive des Unfalllenkers, von rechts nach links, die Straße. Zeugenaussage des LKW-Lenkers:

*„Ich fuhr ebenfalls langsam los. Ich war erst etwa zwei Meter gefahren, als es unter mir einen „Pumperer“ machte. Der LKW wurde aber zu diesem Zeitpunkt weder erschüttert noch sonst irgendwie angehoben. Unmittelbar danach, ich rollte zu diesem Zeitpunkt noch immer, machte es einen zweiten „Pumperer“ links hinten und auch der LKW wurde hinten links etwas angehoben. Ich hielt sofort an, schaute in den linken Außenspiegel und sah links hinten am LKW etwas Weißes liegen.“*

Methodik

Der Fußgänger wurde, vom Unfallenker übersehen und bei dessen Anfahren umgestoßen, unter das Kraftfahrzeug gezogen und zuerst mit dem linken Vorderrad und anschließend mit dem linken hinteren Zwillingsrad überrollt. Dadurch wurde der 81-jährige so schwer verletzt, dass er noch an der Unfallstelle verstarb.

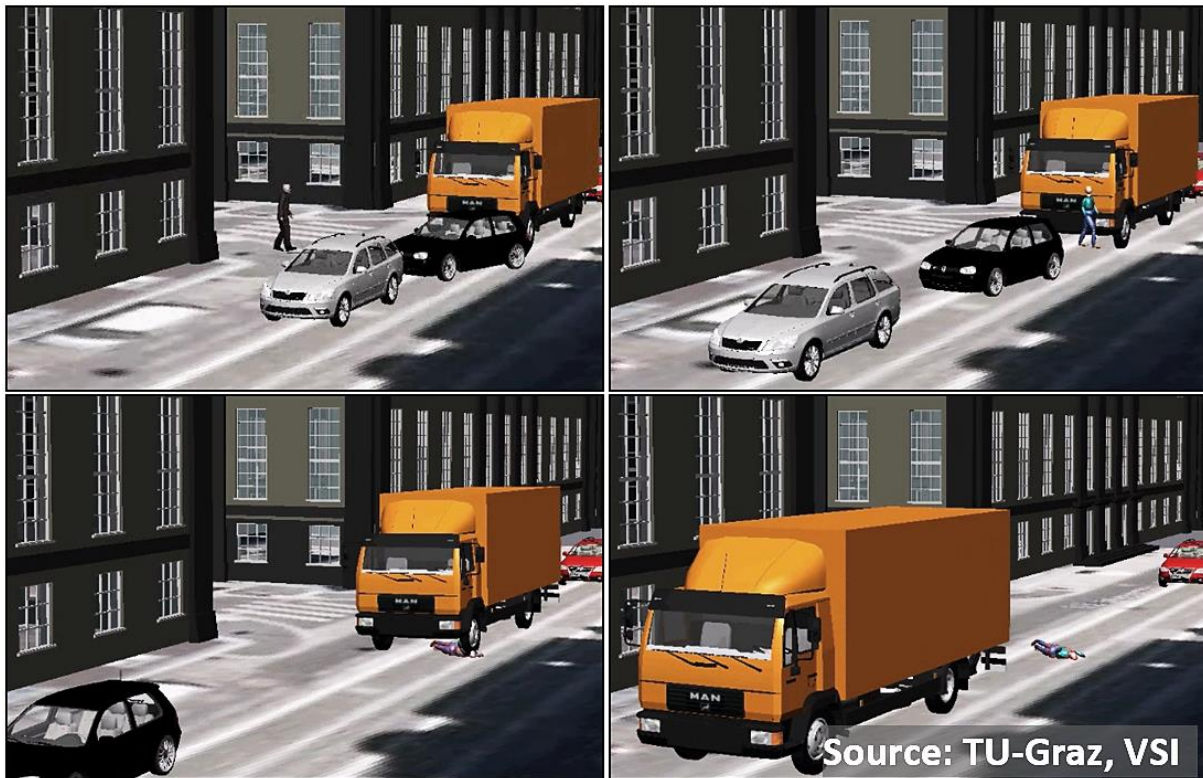


Abbildung 3-14 LKW-Unfall Bildfolge des Unfalls; Konfliktzeitpunkt (1), Kollisionspunkt(2), LKW überrollt den Fußgänger(3), Endlage (4)

Zur Rekonstruktion dienten neben den Zeugenaussagen und den dokumentierten Endlagen, Rückstände organischen Gewebes an der Bereifung und den zugehörigen Kotflügeln. Schäden am Fahrzeug sind, bei niedrigen Geschwindigkeiten und steifen Konstruktionen, wie bei LKWs oder Straßenbahnen, selten und auch in diesem Fall nicht vorhanden.

## 4 MATERIAL

### 4.1 Statistik Austria

In Österreich werden alle Verkehrsunfälle mit Personenschaden durch die Polizei dokumentiert und in die Datenbank von der Statistik Austria zusammengefasst. Die aus den aufgenommenen Informationen erstellten Statistiken beschreiben somit die Gesamtheit der Verkehrsunfälle in Österreich. Eine Änderung der statistischen Aufnahmemethode im Jahreswechsel 2011 auf 2012 von Statistik Austria ermöglicht allerdings keinen direkten Vergleich von Daten vor 2012 mit den Jahren nach 2012. Für eine gesamtösterreichische Analyse der Unfalldaten werden die Unfalljahre von 2002 bis 2011 betrachtet. [1]

### 4.2 ZEDATU

Die „ZEDATU“ Zentrale Datenbank zur Tiefenanalyse von Verkehrsunfällen wurde 2004 beim Österreichischen Verkehrssicherheitsfond als Pilotprojekt gestartet. Im Vergleich zur Nationalen Statistik werden alle eingetragenen Verkehrsunfälle am Institut für Fahrzeugsicherheit der Technischen Universität Graz mit Hilfe des Unfallrekonstruktionsprogramm PC CRASH rekonstruiert. Die rekonstruierten Unfallparameter, wie Ausgangs- und Kollisionsgeschwindigkeit der beteiligten Fahrzeuge, Fahrlinie, Reaktionspunkt etc., ermöglichen eine detaillierte Analyse der Unfälle. Durch den ursprünglichen Fokus auf tödliche Verkehrsunfälle, überwiegen diese in der Datenbank. Dadurch ist eine statistische Auswertung der Stichprobe derzeit nur für tödliche Verkehrsunfälle repräsentativ.[8]

## 5 ERGEBNISSE

Dieses Kapitel zeigt die erarbeiteten Verteilungen der Fußgängerunfälle zur Bildung von Risikofaktoren.

### 5.1 Zeitliche Entwicklung der Unfallzahlen

In den folgenden Diagrammen ist der jährliche, monatliche, wöchentliche und stündliche Anteil der Verkehrsunfälle mit tödlich verletzten Fußgängern grau, mit dem Anteil aller Fußgängerunfälle blau verglichen. Der Anteil der tödlichen Fußgängerunfälle an der Gesamtheit der aufgezeichneten Fußgängerunfälle ist in grünen Balken dargestellt.

Die Zahl der Fußgängerunfälle nimmt über die Jahre gesehen deutlich ab. Abbildung 5-1 zeigt die Entwicklung der Unfallzahlen bezogen auf das Jahr 2002. Im Zeitraum von 2002-2011 ergibt sich eine Senkung von 45 % der tödlichen und ca. 20% der gesamten Fußgängerunfälle.

Der monatliche Anteil ist in Abbildung 5-2 aufgetragen. Die geringste Häufigkeit und auch Gefahr wird im Sommer erreicht, wobei sich die monatlichen Fußgängerunfälle mit Todesfolge von Juli bis Dezember verdreifachen und deren Anteil an Gesamtunfällen sich verdoppelt.

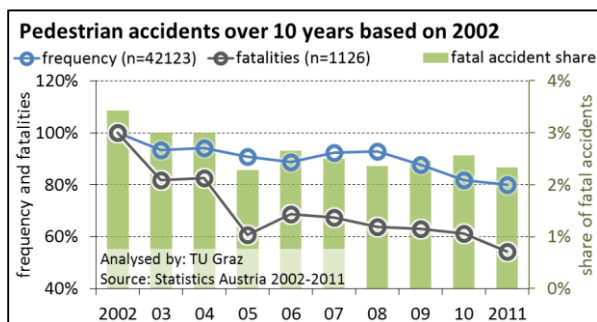


Abbildung 5-1 Verlauf der Fußgängerunfälle im Vergleich zu jenen mit Todesfolge über 10 Jahre basierend auf 2002 und Anteil der tödlichen an den gesamten Unfällen

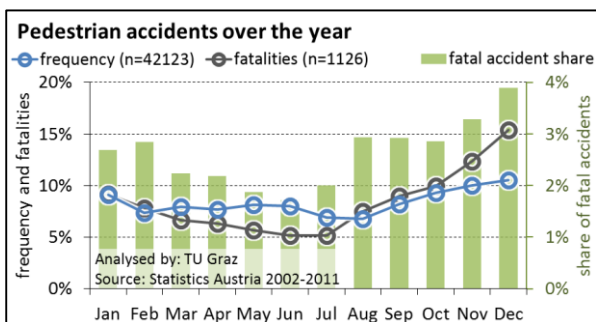


Abbildung 5-2 Verlauf der Fußgängerunfälle im Vergleich zu jenen mit Todesfolge über das Jahr und Anteil der tödlichen an den gesamten Unfällen

Abbildung 5-3 zeigt den prozentuellen Anteil der Fußgängerunfälle an den Wochentagen. Generell sind die Unfallzahlen über die Werktage annähernd konstant. Am Wochenende, besonders am Sonntag, sinken die Unfallzahlen deutlich, dafür steigt der Anteil der Tödlichen Fußgängerunfälle.



Den Erwartungen entsprechend sind die Unfallzahlen, wie in Abbildung 5-4 dargestellt, in der Nacht niedriger als am Tag. Die Wahrscheinlichkeit, dass bei einem Verkehrsunfall der Fußgänger tödlich verletzt wird ist jedoch in der Nacht deutlich höher mit einem stündlichen Anteil an den gesamten Fußgängerunfällen von bis zu 12%. Die Spitze in den Morgenstunden und das Maximum in der Zeit von 17:00 bis 18:00 Uhr lassen sich wahrscheinlich durch das erhöhte Verkehrsaufkommen durch den Berufsverkehr erklären.

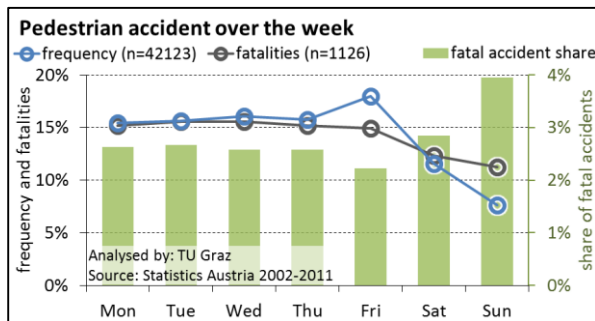


Abbildung 5-3 Verlauf der Fußgängerunfälle im Vergleich zu jenen mit Todesfolge über die Woche und Anteil der tödlichen an den gesamten Unfällen

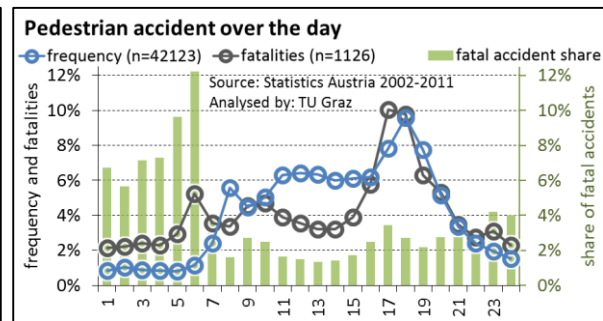


Abbildung 5-4 Verlauf der Fußgängerunfälle im Vergleich zu jenen mit Todesfolge über den Tag und Anteil der tödlichen an den gesamten Unfällen

Um den großen Anteil an tödlichen Unfällen am Wochenende zu erklären, wurde die Woche in Werktagen in Abbildung 5-5 und das Wochenende in Abbildung 5-6 unterteilt und wie in Abbildung 5-4 oben über den Tag aufgetragen. Am Wochenende steigen die Unfallzahlen in der Nacht um rund das zehnfache an. Ebenso fallen die oben beschriebenen Peaks durch den Berufsverkehr weg.

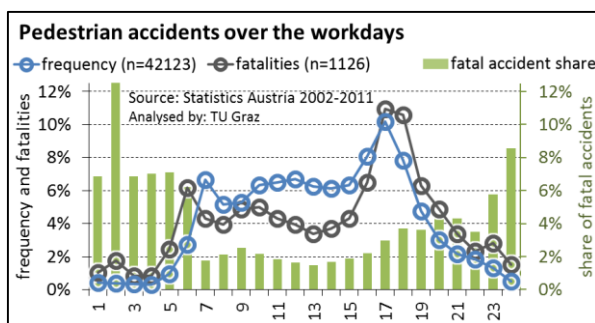


Abbildung 5-5 Verlauf der Fußgängerunfälle im Vergleich zu jenen mit Todesfolge über die Werktage und Anteil der tödlichen an den gesamten Unfällen

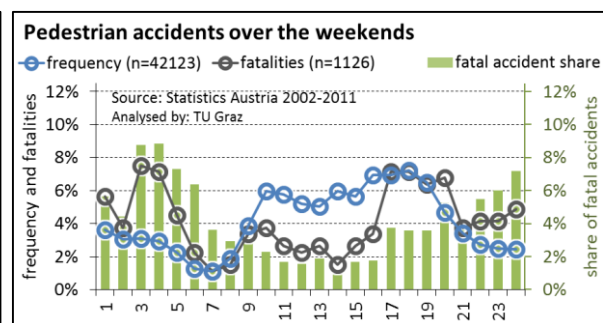


Abbildung 5-6 Verlauf der Fußgängerunfälle im Vergleich zu jenen mit Todesfolge über das Wochenende und Anteil der tödlichen an den gesamten Unfällen

## 5.2 Einfluss des Fußgängeralters

Die Abszisse der Abbildung 5-7 zeigt das Lebensalter gruppiert in Fünf- Jahres- Schritten. Die primäre Ordinate zeigt den prozentuellen Anteil der Fußgängerunfälle an deren Gesamtheit in rot und den der Bevölkerung an der Gesamtbevölkerung in blau. Die Unfallzahlen sind besonders bei jungen Menschen sehr hoch, während es aber am meisten Einwohner im mittleren Lebensalter gibt. Das grün dargestellte Unfallrisiko, beschrieben durch den Quotienten aus Fußgängerunfälle einer Altersgruppe und deren Einwohnerzahl, zeigt zwei Risikogruppen, die Jugend und das Alter.

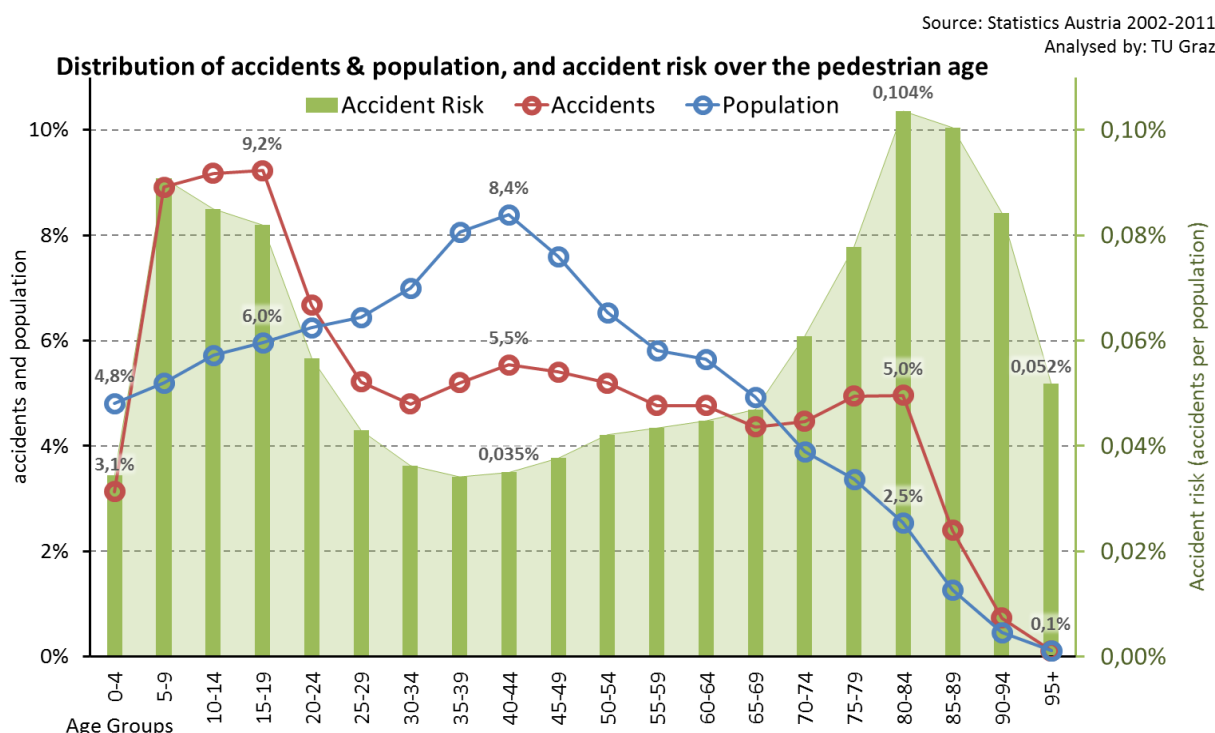


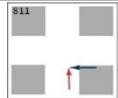
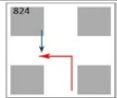
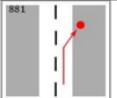



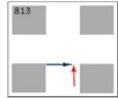

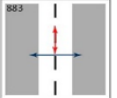
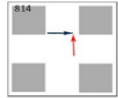

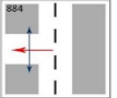
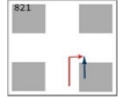


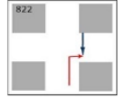
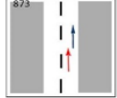

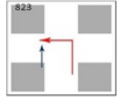

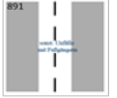
Abbildung 5-7 Verteilung der Unfallzahlen & der Bevölkerung, und das Unfallrisiko über das Fußgängeralter

## 5.3 Einfluss der Umgebung

### 5.3.1 Unfalltypen

Alle auf österreichischen Straßen vorliegenden Verkehrsunfälle werden nach entsprechenden Unfalltypen kategorisiert. Es gibt 10 Hauptgruppen. Diese sind noch weiter unterteilt. In Tabelle 5-1 sind hierbei Fußgängerunfälle aufgezählt.

Tabelle 5-1 Einteilung der Fußgängerunfälle in Unfalltypen

	vor der Kreuzung, Fußgänger von rechts		beim Linksabbiegen, Fußgänger von rechts		rechts neben der Fahrbahn
	nach der Kreuzung, Fußgänger von rechts		keine Kreuzung, Fußgänger von rechts		links neben der Fahrbahn
	vor der Kreuzung, Fußgänger von links		keine Kreuzung, Fußgänger von links		beim Rückwärtsfahren
	nach der Kreuzung, Fußgänger von links		rechte Fahrbahnseite, entgegengesetzt		bei Einfahrten
	beim Rechtsabbiegen, Fußgänger von rechts		linke Fahrbahnseite, entgegengesetzt		bei Ausfahrten
	beim Rechtsabbiegen, Fußgänger von links		rechte Fahrbahnseite, gleiche Richtung		mit Straßen- Aufsichts- oder Erhaltungsorganen
	beim Linksabbiegen, Fußgänger von links		linke Fahrbahnseite; gleiche Richtung		sonstige

Fast man die Unfalltypen in Gruppen zusammen werden über das Fußgängeralter Trends erkennbar. Diese Gruppen wurden in Abbildung 5-8 miteinander verglichen und deren prozentueller Anteil an den gesamten Fußgängerunfällen ( $n=43667$ ) auf der Sekundärachse aufgetragen. Die blauen Balken zeigen die Anteile der Altersgruppen an den Unfallzahlen des Unfalltyps. In ca. 60% der Unfälle nähert sich der Fußgänger von links oder rechts dem Fahrzeug. Mit zunehmendem Lebensalter des Fußgängers erkennt man eine Abnahme dieser Unfallzahlen, jedoch eine deutliche Zunahme an Unfällen bei Zu- und Ausfahrten. Beim Reversieren steigt die Unfallhäufigkeit über das Lebensalter sogar um das Fünffache.

Ergebnisse

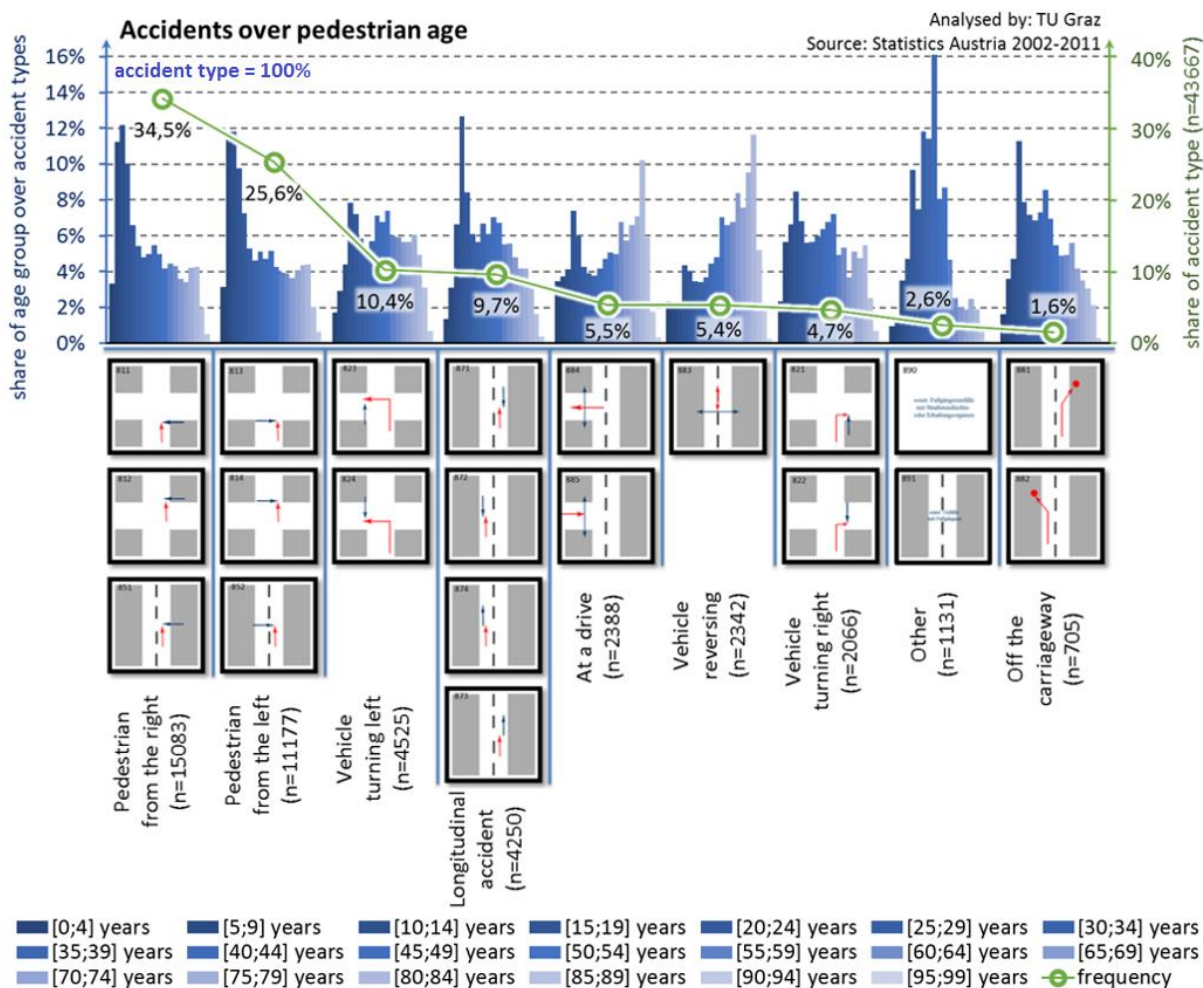


Abbildung 5-8 Unfalltypen über das Lebensalter

Untersucht man die ersten beiden Unfalltypen genauer, können sie wie in Abbildung 5-9 in Unfälle während eines Überholvorgangs, mit Sichtbehinderung und ohne Besonderheiten eingeteilt werden. Auffällig ist ein 17 prozentiger Anteil von Sichtbehinderung bei sich von rechts nähernden Fußgängern. Nähert sich der Fußgänger von links sind 21 % der Unfälle während eines Überholvorganges.

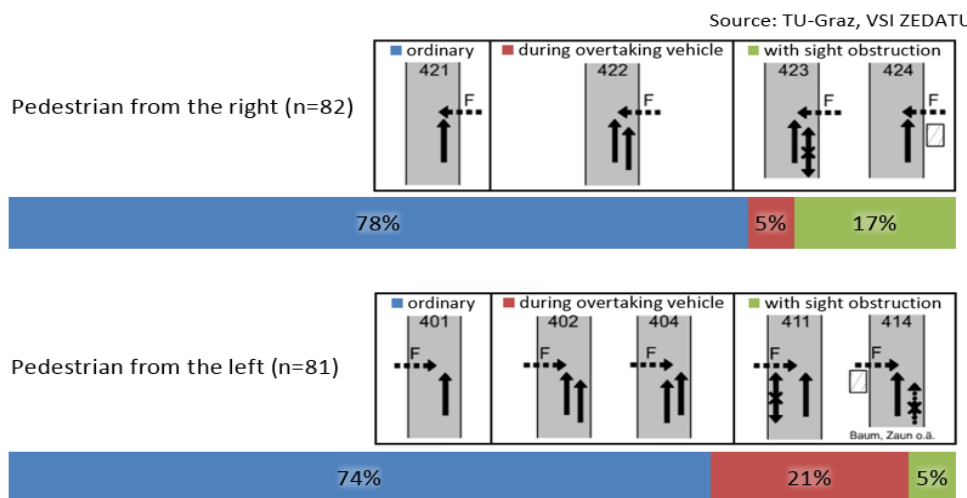


Abbildung 5-9 Anteil von Unfällen während eines Überholvorgangs und mit Sichtbehinderung bei sich von links oder rechts nähernden Fußgängern

### 5.3.2 Kreuzungen und freie Strecke

Abbildung 5-10 zeigt die Aufteilung nach Unfällen auf freier Strecke, mit einem Anteil von 56,9 % in Grün dargestellt und Kreuzungsunfälle, mit 43,1 % in Blau. Der Anteil der jeweiligen Verletzungsschweren ist, von leicht verletzt (hell dargestellt) über schwer verletzt, bis tödlich verletzt (dunkel dargestellt), ablesbar. Während nicht tödliche Unfälle innerhalb und außerhalb von Kreuzungen ähnlich verteilt sind, gibt es fast doppelt so viele tödliche Fußgängerunfälle auf freier Strecke. Dies ist wahrscheinlich den höheren Kollisionsgeschwindigkeiten zuzuordnen welche in Abbildung 5-11 verglichen sind. Auffällig ist ein vergleichsweise hoher Anteil an Kreuzungsunfällen mit geringer Kollisionsgeschwindigkeit.

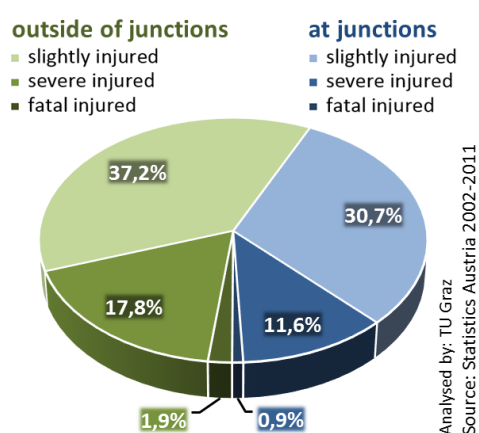


Abbildung 5-10 Vergleich der Verletzungsschwere zwischen Kreuzungsunfällen und Unfällen auf freier Strecke

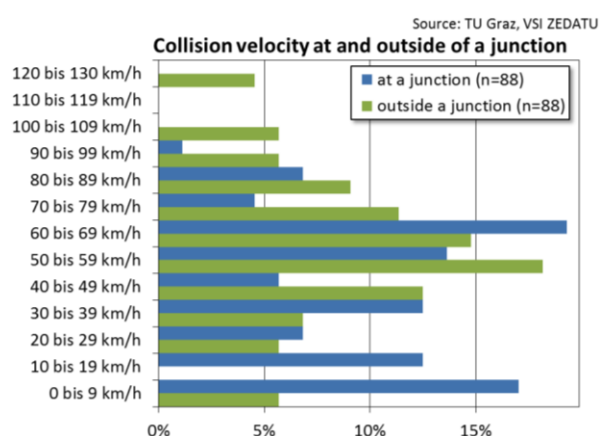


Abbildung 5-11 Kollisionsgeschwindigkeiten bei Kreuzungsunfällen und Unfällen auf freier Strecke

Durch die Einteilung der Verkehrsunfälle ist eine genauere Analyse der Kreuzungsunfälle und der Unfälle auf freier Strecke möglich. Die Unfalltypen 890 (mit Straßen-Aufsichts-oder Erhaltungsorganen), 891 (sonstige), 884 & 885 (bei Ein- und Ausfahrten) werden aus der Gegenüberstellung von Kreuzungsunfällen und Unfällen auf freier Strecke ausgenommen, da sie nicht eindeutig zuordenbar sind. Die blauen Balken zeigen die Anteile der Altersgruppen an den Unfallzahlen des Unfalltyps. In Abbildung 5-12 sind die prozentuellen Anteile der Kreuzungsunfälle (n=17113) pro Unfalltyp über das Lebensalter des Fußgängers aufgetragen. Es lassen sich klare Trends über das Alter ablesen. Beispielsweise nimmt das Unfallrisiko bei Kreuzungen, mit steigendem Fußgängeralter deutlich ab. Als besonders gefährdete Altersgruppen gelten Kinder und Jugendliche mit einer doppelt so hohen Unfallwahrscheinlichkeit vor und nach Kreuzungen.

Ergebnisse

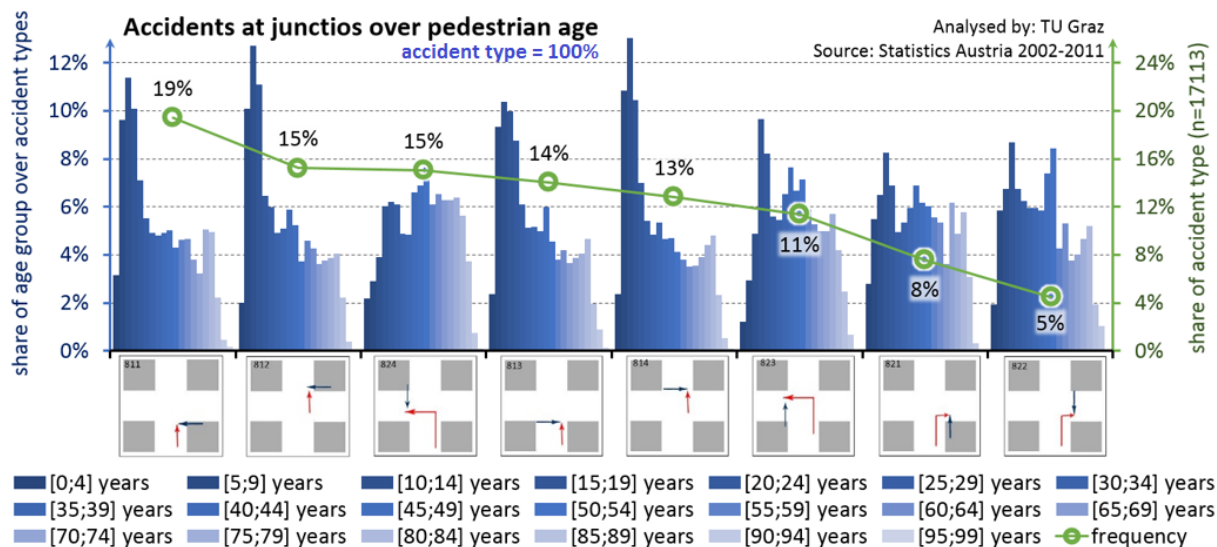


Abbildung 5-12 Kreuzungsunfälle über das Lebensalter

Auch bei der Aufteilung der Fußgängerunfälle auf freier Strecke lassen sich in Abbildung 5-13 Trends über das Lebensalter des Fußgängers ablesen. Unfälle bei denen sich der Fußgänger außerhalb einer Kreuzung von der Seite dem Fahrzeug nähert, sind mit 40 % von rechts und 29 % von links am häufigsten und nehmen über das Alter der Fußgänger ab. Unfälle beim Reversieren nehmen wiederum über das Fußgängeralter unverkennbar zu.

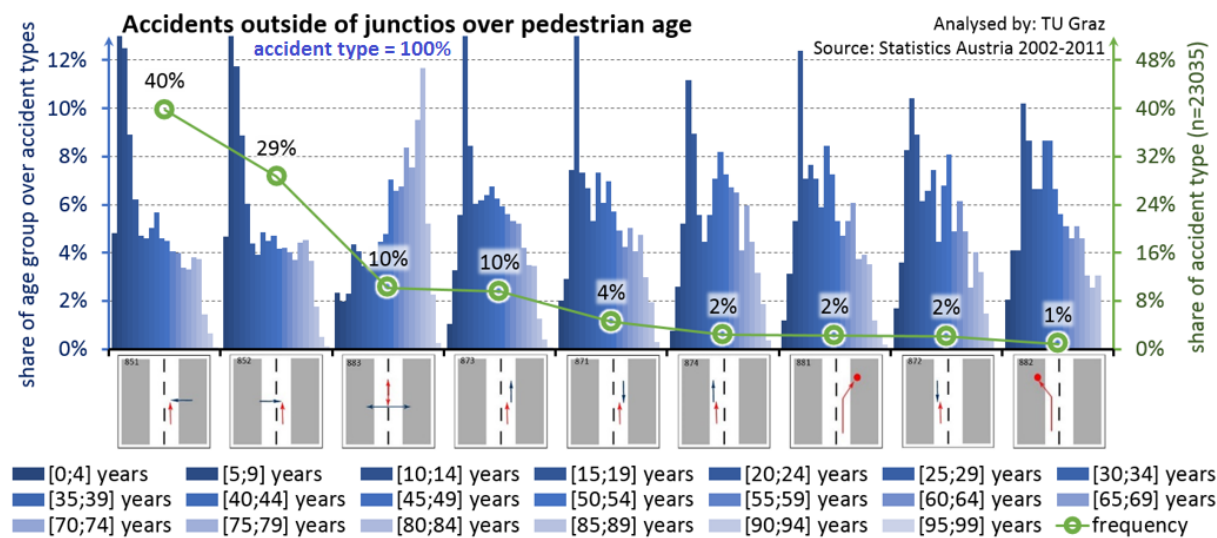


Abbildung 5-13 Unfälle auf freier Strecke über das Lebensalter

### 5.3.3 Stadt/Land

Deutliche Unterschiede gibt es zwischen innerorts und außerorts. In Abbildung 5-14 links sieht man deren Anteile nach Verletzungsschwere, wobei Fußgängerunfälle außerorts in der Regel schwerere Folgen haben. Obwohl sich weniger als 10% der Fußgängerunfälle außerorts ereignen, geschehen ein Drittel der tödlichen Unfälle außerhalb von Städten oder Dörfern. Dies lässt sich durch höhere Kollisionsgeschwindigkeiten erklären, welche in Abbildung 5-15 gegenübergestellt sind. Erkennbar ist in Abbildung 5-14 rechts, neben einer geringeren Unfallzahl auf Schutzwegen, auch dessen Einfluss auf die Verletzungsschwere.

**Injury severity of pedestrian accidents at Urban and Rural sites**

Analysed by: TU Graz  
Source: Statistics Austria 2002-2011

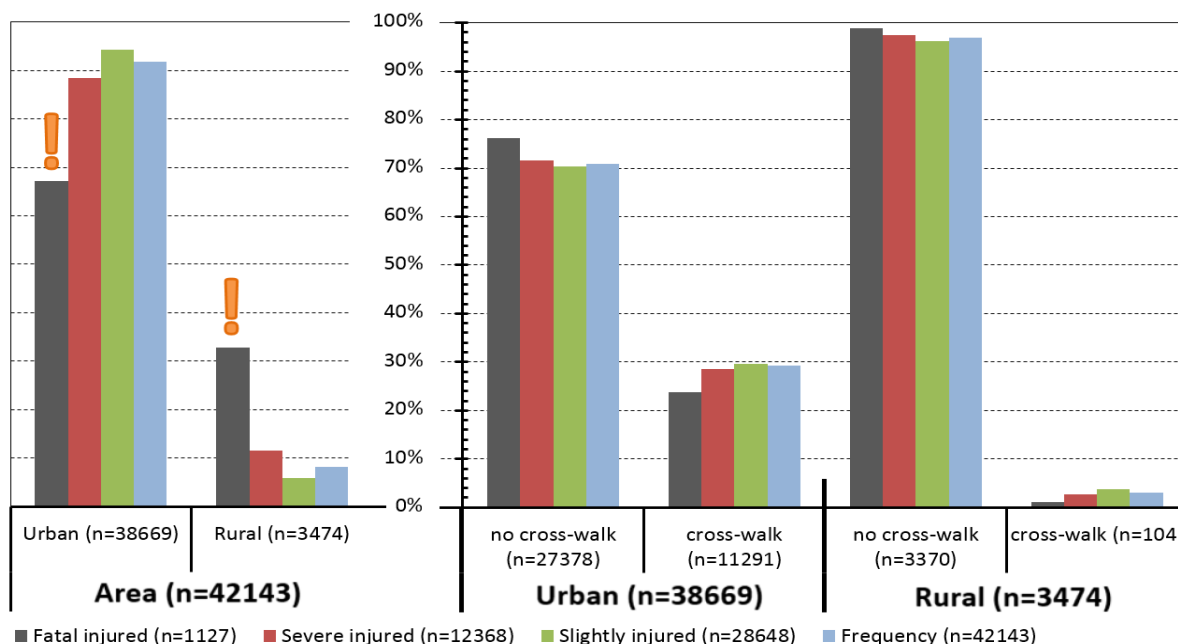


Abbildung 5-14 Verletzungsschwere im Vergleich Stadt/Land und Fußgängerübergang

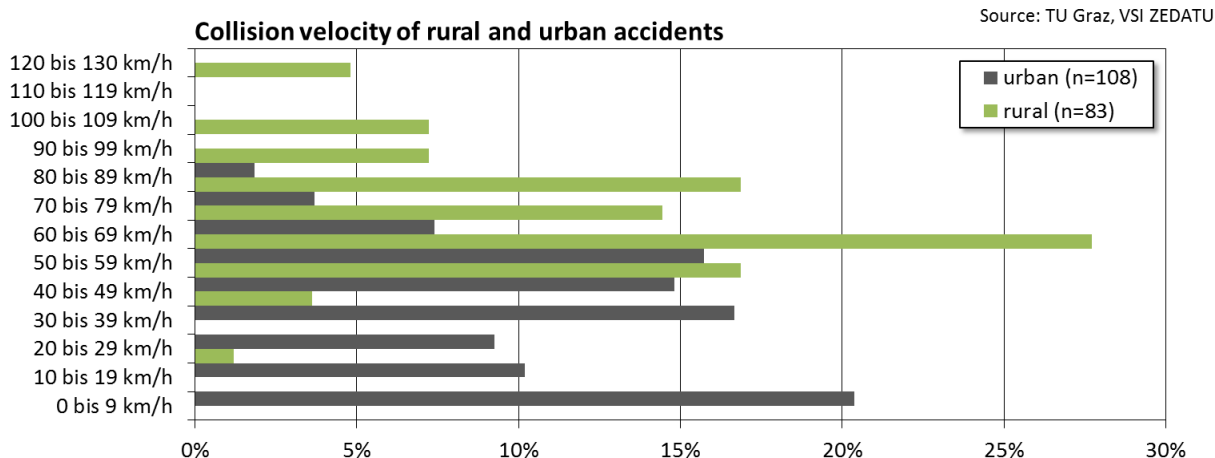
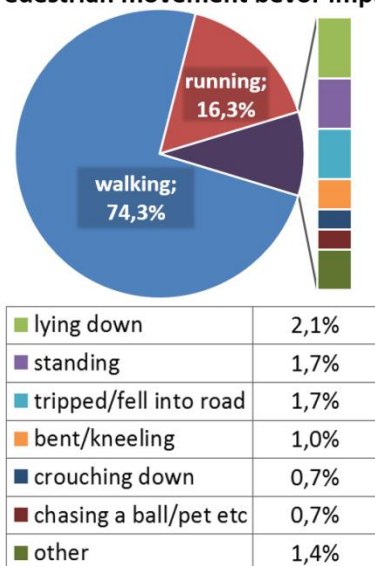


Abbildung 5-15 Vergleich der Kollisionsgeschwindigkeiten zwischen Stadt und Land

## 5.4 Einfluss des Fußgängerverhaltens

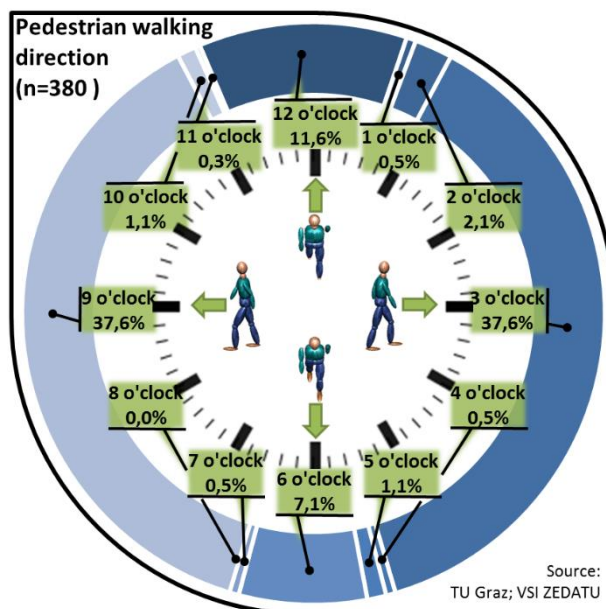
In fast dreiviertel der Fälle bewegt sich der Fußgänger vor der Kollision gehend und 16,3 % laufend fort. In den restlichen 9,3% der Unfälle kniet, liegt oder kriecht der Fußgänger auf der Straße, beziehungsweise läuft zum Beispiel einem Ball nach, fällt oder stolpert in die Straße. (Abbildung 5-16)

Pedestrian movement bevor impact (n=288)



Source: TU Graz, VSI ZEDATU

Abbildung 5-16 Bewegungsart des Fußgängers vor der Kollision



Source: TU Graz, VSI ZEDATU

Abbildung 5-17 Gehrichtung vor der Kollision des Fußgängers aus Sicht des Unfalllenkers

Abbildung 5-17 zeigt die Gehrichtung des Fußgängers aus Sicht des Unfalllenkers vor der Kollision. Geht der Fußgänger beispielsweise in Richtung drei Uhr, nähert er sich orthogonal zur Fahrzeuglängsachse von links. Am häufigsten sind Annäherungen von links und rechts mit jeweils 37,6 %. 11,6% der Fußgänger waren vor der Kollision mit dem Fahrzeug gleich orientiert und 7,1% bewegten sich direkt darauf zu. Die Orientierung des Fußgängers vor der Kollision erlangt man aus der Rekonstruktion, wird aber auch häufig aus Zeugenaussagen übernommen. Die Genauigkeit beschränkt sich hier jedoch meistens auf die vier Hauptrichtungen. Dies führt zu der unproportionalen Verteilung der Gehrichtungen.



## 5.5 Einfluss der Lichtbedingungen

Vergleicht man in Abbildung 5-18 die Verletzungsschwere der Fußgänger mit den herrschenden Lichtbedingungen, lässt sich erkennen, dass in Dunkelheit die Unfallfolgen unverkennbar schwerer sind als bei Tageslicht. Während weniger als 10% der Unfälle in Dunkelheit geschehen, entstehen dabei ca. ein Drittel der Unfälle mit tödlich verletzten.

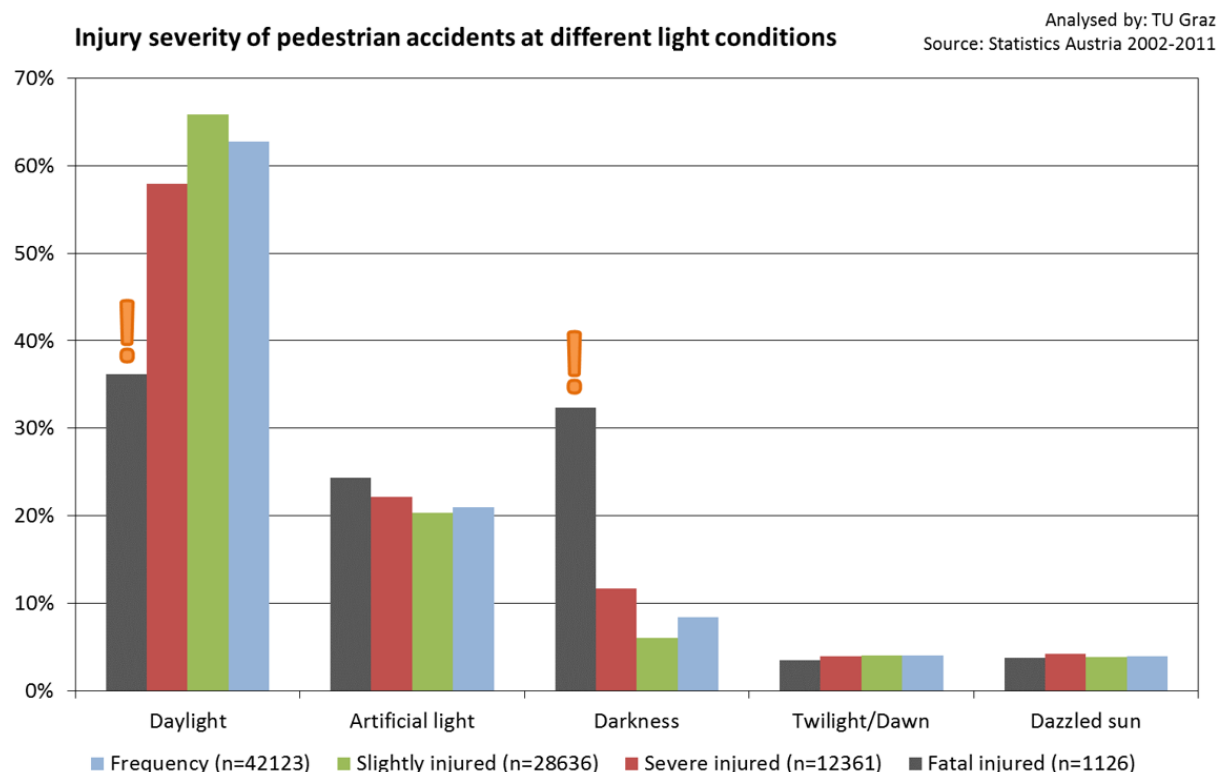


Abbildung 5-18 Verletzungsschwere bei unterschiedlichen Lichtbedingungen

Einen wesentlichen Einfluss auf die Verletzungsschwere hat die Kollisionsgeschwindigkeit, welche in Abbildung 5-19 durch die auffälligen Lichtbedingungen Tageslicht und Dunkelheit verglichen werden. Deutlich zu erkennen sind höhere Geschwindigkeiten bei Dunkelheit.

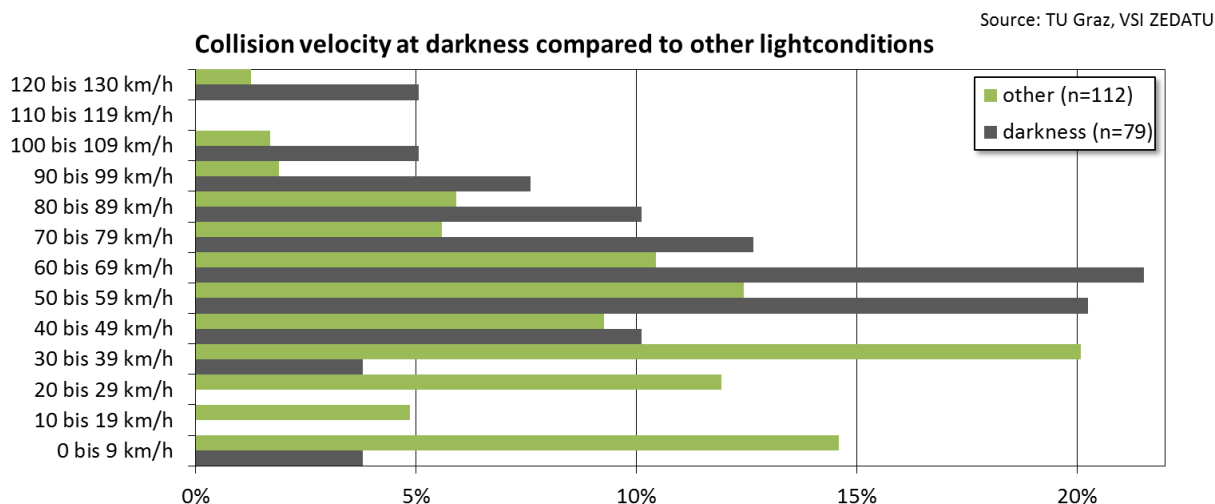


Abbildung 5-19 Kollisionsgeschwindigkeiten bei Tageslicht und Dunkelheit

## 5.6 Einfluss der Unfallgegner

In Abbildung 5-21 werden Verletzungsschweren und die Häufigkeit der Unfälle den Unfallgegnern zugeordnet. Der häufigste Kollisionspartner, mit einem Anteil von ca. 80 % der Fußgängerunfälle, ist der PKW. Auffällig ist das hohe Todesrisiko bei LKW-Kollisionen und Kollisionen mit Schienenfahrzeugen. Obwohl ihr Anteil an den gesamten Fußgängerunfallzahlen unter 10% liegt, sind ihnen mehr als ¼ der Todesfälle zuzuschreiben. Die große Massendifferenz zwischen Fahrzeug und Fußgänger, die hoher Karosseriesteifigkeit und die fehlende Kompatibilität der Fahrzeuggeometrie sind mögliche Gründe dafür.

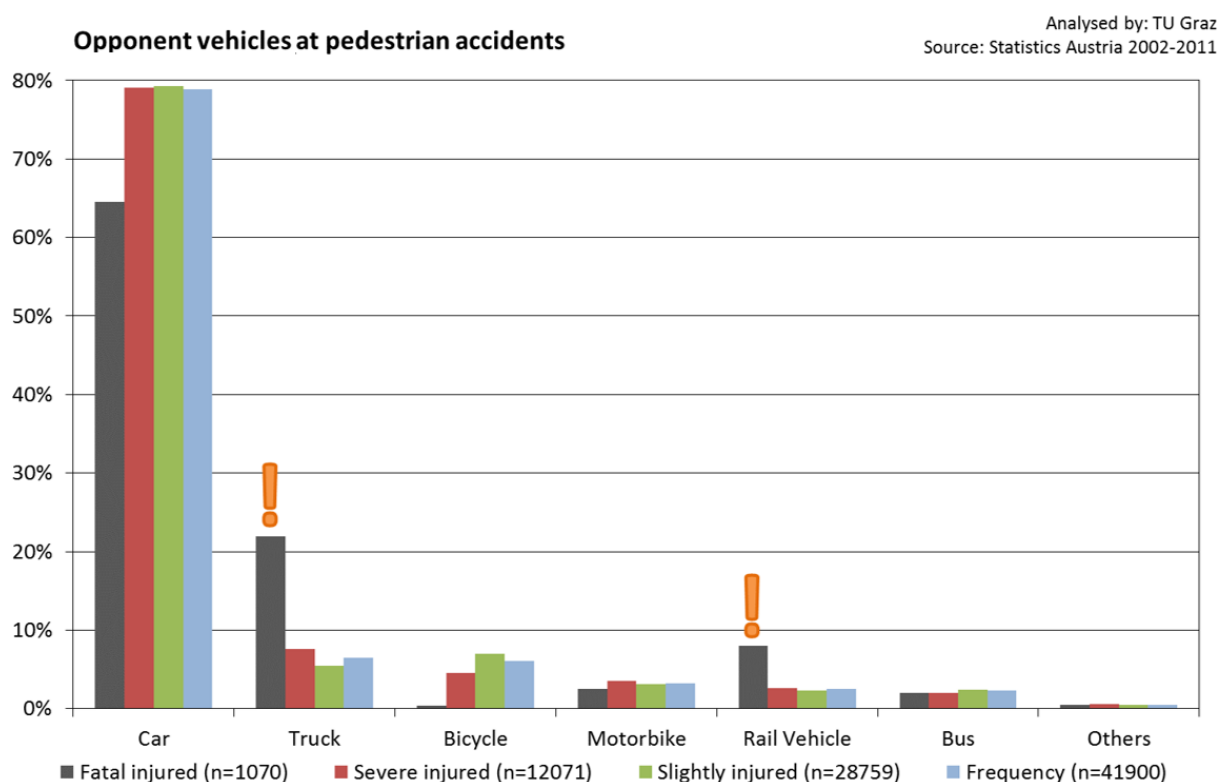


Abbildung 5-20 Fahrzeugtyp des Unfallgegners über das Lebensalter des verunglückten Fußgängers

Betrachtet man die Entwicklung der Unfallgegner über das Lebensalter des betroffenen Fußgängers in Fünf- Jahres- Schritten, zeigt Abbildung 5-21 eine deutliche Zunahme der LKW-Unfälle. Der Anteil wächst von 4% bei Kleinkindern relativ linear, bis zum dreifachen Wert im hohen Alter. Ebenso auffällig ist der große Anteil von Busunglücken bei 10-14 jährigen Fußgängern. Dies ist wahrscheinlich durch die Gefahr mit Schulbussen an Haltestellen erklärbar.

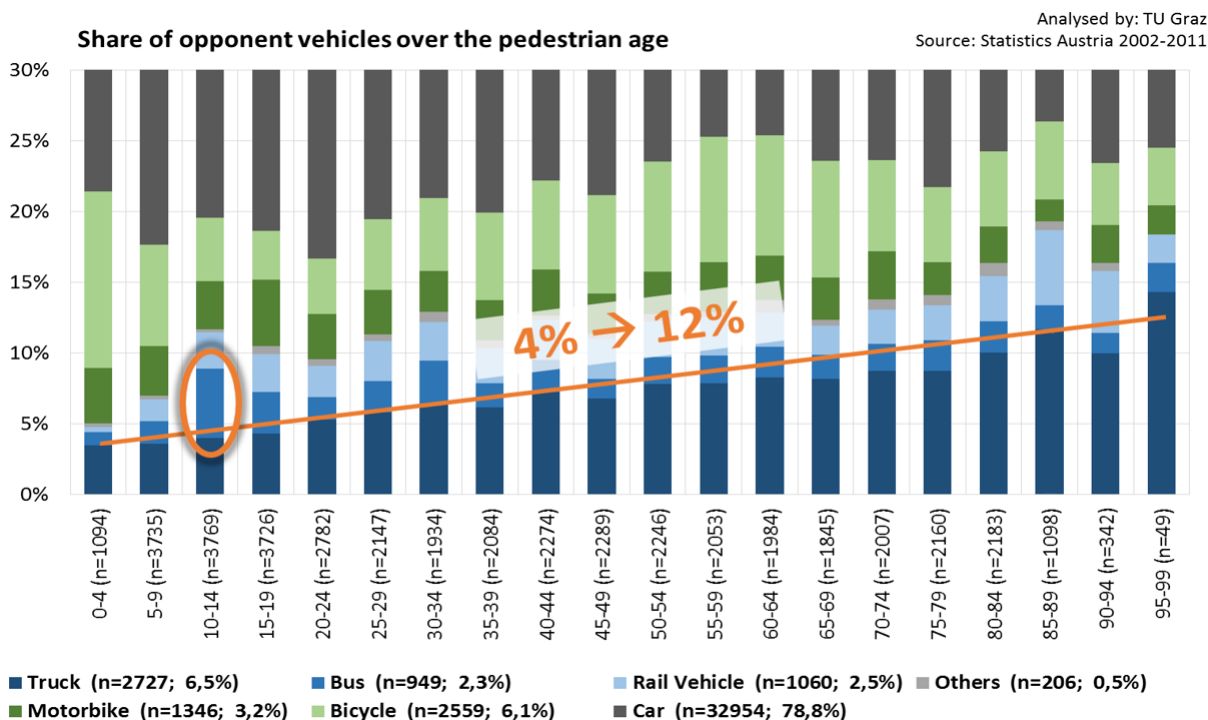


Abbildung 5-21 Fahrzeugtyp des Unfallgegners über das Lebensalter des verunglückten Fußgängers

In Abbildung 5-22 werden die Kollisionsgeschwindigkeiten von PKWs und LKWs gegenübergestellt. Bei über 40 % der LKW- Unfälle war die Geschwindigkeit des Fahrzeugs im Kollisionszeitpunkt zwischen 0 und 9 km/h. Häufig handelt es sich hier um Unfälle, bei denen der LKW gerade anfährt. Man erkennt das hohe Gefahrenpotential von LKWs, da bereits sehr geringen Geschwindigkeiten ausreichen um einen Fußgänger tödlich zu verletzen. Siehe auch Beispielfall im Kapitel 3.3.2.

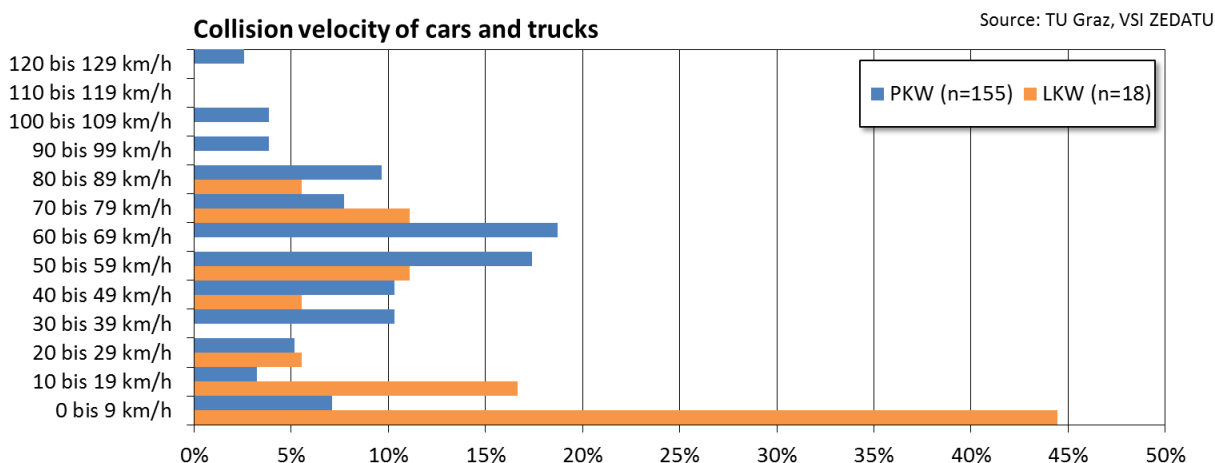


Abbildung 5-22 Kollisionsgeschwindigkeiten von PKW und LKW

## 6 RISIKOFAKTOREN

In der Datenbank ZEDATU [8] werden diese Risikofaktoren nach ihrem Ursprung folgende Gruppen eingeteilt.

- **Mensch:** Eingenommene Substanzen, Fahrfehler, Ablenkung/ Aufmerksamkeit, Sicherheitsabstand, Geschwindigkeit und Erfahrung
- **Fahrzeug:** Technische Mängel, Beladung, Struktur, Sichteinschränkung
- **Wetterbedingungen und Lichtverhältnisse:** Lichtverhältnisse, Niederschlag, Witterung
- **Infrastruktur:** Straßenzustand, Straßenverlauf und -führung, Seiteninfrastruktur, Sichtweite, Geschwindigkeitsbeschränkung und Beleuchtung
- **Andere:** Wild

In Abbildung 6-1 sind die häufigsten Unfallursachen des Fußgängers aufgelistet. Unfallkausale Faktoren sind in Dunkelblau und unfallbeitragende Faktoren in hellblau dargestellt. Genauso sind in Abbildung 6-2 die häufigsten Unfallursachen des Unfallgegners gezeigt. Auffällig ist, dass beim Fußgänger als auch beim Fahrzeuglenker meist mangelnde Aufmerksamkeit die Ursache für den Unfall ist. Weiters könnten Unfälle in Dunkelheit durch tragen von reflektierenden Materialien womöglich vermieden werden. Ebenso trägt eine Alkoholisierung des Fußgängers häufig zur Unfallursache bei.

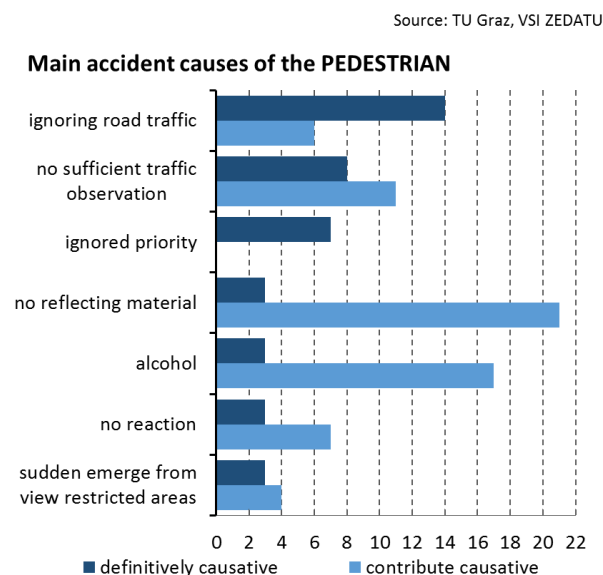


Abbildung 6-1 Anzahl der häufigsten Unfallursachen des Fußgängers

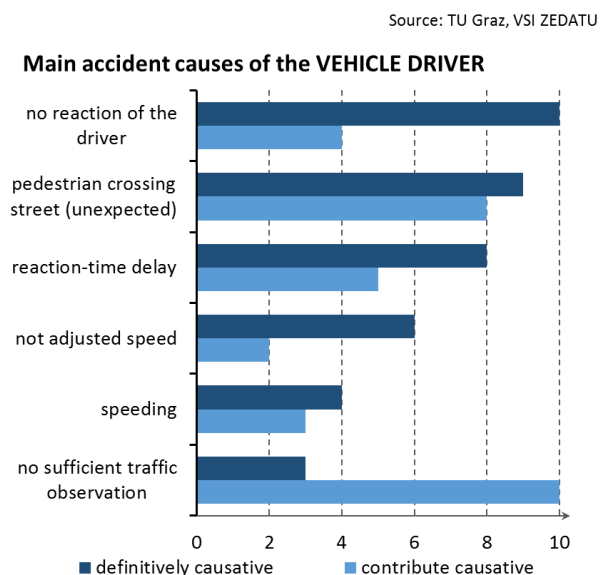


Abbildung 6-2 Anzahl der häufigsten Unfallursachen des Unfallgegners

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen neben den bereits bekannten Gefahren weitere Risikofaktoren:

### **Fußgänger von links oder rechts**

Kinder und Jugendliche zwischen fünf und 20 Jahren sind beim Queren der Fahrbahn besonders gefährdet. Der Fußgänger nähert sich orthogonal, und damit auf direktem Weg dem Umfalllenker. Besonders bei Sichtverdeckung bleibt dem Fahrer wenig Zeit zur Reaktion. Für Fußgänger in diesem Alter besteht eine dreifach höhere Unfallwahrscheinlichkeit als bei anderen Altersgruppen.

### **Unfälle beim Reversieren und bei Ausfahrten**

Eine besondere Gefahr geht von Haus- oder Siedlungsausfahrten und beim Reversieren des Unfallgegners aus. Hier nimmt, im Gegensatz zu den anderen untersuchten Unfalltypen die Unfallwahrscheinlichkeit mit steigendem Alter zu. Die Unfallwahrscheinlichkeit bei einer Ausfahrt oder einem reversierenden Fahrzeug steigt, über das Lebensalter, bis zum fünffachen Wert an.

## 7 ZUSAMMENFASSUNG, DISKUSSION & AUSBLICK

Das Ziel dieser Arbeit ist die detaillierte Analyse von Fußgängerunfällen und Auswertung von infrastrukturellen Risikofaktoren. Dazu wurden 50 Verkehrsunfälle unfalltechnisch rekonstruiert und anschließend statistisch ausgewertet. Es zeigte sich ein deutlich erhöhtes Risiko am Wochenende oder in der Nacht in einem Fußgängerunfall tödlich verletzt zu werden. Obwohl sich weniger als 10% der Fußgängerunfälle im Freiland ereignen, sind ein Drittel der tödlichen Unfälle dem Freiland zuzuschreiben. Kinder und Jugendliche zwischen fünf und 20 Jahren sind beim Queren der Fahrbahn besonders gefährdet. Weiters geht eine besondere Gefahr von Haus- oder Siedlungsausfahrten und beim Reversieren des Unfallgegners aus. Hier nimmt, im Gegensatz zu den anderen untersuchten Unfalltypen die Unfallwahrscheinlichkeit mit steigendem Alter zu.

Um die hohe Anzahl an Fußgängerunfällen während Dunkelheit zu reduzieren, könnte reflektierendes Material in oder an der Bekleidung des Fußgängers beitragen. Besonders bei Unfällen mit Sichtverdeckung bleibt dem Fahrer wenig Zeit zur Reaktion. Vermutlich könnte in solchen Fällen ein ausgereiftes Fahrerassistenzsystem die Kollisionsgeschwindigkeit senken oder sogar vermeiden, beziehungsweise ein Ausweichen ermöglichen. Das erhöhte Risiko für ältere Fußgänger bei Ausfahrten, bei reversierenden Fahrzeugen oder bei LKW-Unfällen, wäre in weiteren Studien zu untersuchen. Vermutlich lässt sich eine Verbindung zur geschwächten akustischen und optischen Wahrnehmung der Fußgänger zeigen. Möglicherweise ist hier eine Entschärfung der Situation durch Abstandssensoren beim Rückwärtsfahren erreichbar. Diese werden bereits häufig als Parkhilfe in neueren Modellen verbaut.

## LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Statistik Austria und analysiert durch: Tu-Graz, VSI - Vehicle Safety Institute, „Bundesanstalt Statistik Österreich.“ 2002-2011.
- [2] E. Dietl, et al., „Basic Fact Sheet 2010 - Fußgänger.“ Bundesanstalt für Verkehr, 2011.
- [3] WHO Director Dr Margaret Chan, „Road Safety Basic Facts.“ World Health Organisation, 2013.
- [4] European Commission und Directorate-General for Mobility and Transport, „Road safety in the European Union.“ ISBN 978-92-79-45654-1 doi:10.2832/404614, März-2015.
- [5] M. Kühn, R. Fröming, und V. Schindler, *Fußgängerschutz*. Springer, 2007.
- [6] W. Jüngling et al., „Verkehrsberuhigung im Umfeld von Schulen, Kindergärten und Horten.“ Amt der Oberösterreichischen Landesregierung Direktion Straßenbau und Verkehr, 2013.
- [7] H.-J. Mittag, *Statistik*. Springer Berlin Heidelberg, 2012.
- [8] E. Tomasch, „ZEDATU; Expert Symposium on Accident Research“, in *2nd International Conference on ESAR*, Hannover, 2006.
- [9] Jörg Ahlgrim, et al., „Fußgängerunfälle“, in *Handbuch Verkehrsunfallrekonstruktion*, H. Burg und A. Moser, Hrsg. Vieweg+Teubner Verlag, 2009, S. 347–382.
- [10] H. Burg und A. Moser, Hrsg., *Handbuch Verkehrsunfallrekonstruktion*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag, 2009.
- [11] Charles Y. Warner, et al., „Friction Applications in Accident Reconstruction“, SAE International, Warrendale, PA, SAE Technical Paper 830612, Feb. 1983.
- [12] Dr. Steffan Datentechnik, *PC-Crash Ein Simulationsprogramm für Verkehrsunfälle Bedienungs- und technisches Handbuch*, 10.1 Aufl. Linz, Austria, 2014.
- [13] W. Eberhardt und G. Himbert, „Bewegungsgeschwindigkeiten. Versuchsergebnisse nichtmotorisierter Verkehrsteilnehmer.“, *Verkehrsunfall*, Bd. 15, Nr. 4, 1977.

# ABBILDUNGSVERZEICHNIS

ABBILDUNG 1-1 ANZAHL DER VERKEHRSTOTE PRO 100 000 EINWOHNER [3] .....	1
ABBILDUNG 1-2 ENTWICKLUNG DER VERKEHRSTOTEN IN EUROPA VON 2010 BIS 2020(ROT GEKENNZEICHNET DIE ISTZAHLEN UND BLAU DIE PLANZAHLEN)[4] .....	2
ABBILDUNG 1-3 VERGLEICH DER EU-STAA TEN DURCH DAS TODESRISIKO IM STRAßENVERKEHR 2010 UND 2014 [4] .....	3
ABBILDUNG 1-4 VERGLEICH DER EU-LÄNDER DURCH ANTEIL DER FUGGÄNGER AN ALLEN VERKEHR SUNFALLTOTEN[4] .....	4
ABBILDUNG 2-1 VERENGUNG DER FAHRBAHN (LINKS). VORZIEHEN DER SEITENRÄUME (RECHTS). [5] .....	5
ABBILDUNG 2-2 DURCHGEHENDER MITTELSTREIFEN (LINKS) UND MITTELINSEL (RECHTS). [5] .....	5
ABBILDUNG 2-3 TEILAUFPFLASTERUNG IM ASPHALT (LINKS) UND PLATEAU PFLASTERUNG (RECHTS). [5] .....	6
ABBILDUNG 2-4 GEHWEGÜBERFAHRT (LINKS) UND NICHT ABGERÜCKTE QUERUNGSANLAGEN (RECHTS). [5] .....	6
ABBILDUNG 2-5 SEITENSTREIFEN VOR PARKPLÄTZEN. [5] .....	7
ABBILDUNG 2-6 FUßGÄNGERÜBERWEG KOMBINIERT MIT EINER MITTELINSEL (LINKS) UND LSA-REGELUNG (RECHTS). [5] .....	7
ABBILDUNG 2-7 STATIONÄRE GESCHWINDIGKEITSÜBERWACHUNG IM HALTESTELLENBEREICH (LINKS) UND ERHÖHUNG DER AUFMERKSAMKEIT DURCH VERKEHR SZEICHEN AUF DER FAHRBAHN (RECHTS). [5] .....	7
ABBILDUNG 3-1 METHODISCHER AUFBAU DER DIPLOMARBEIT .....	9
ABBILDUNG 3-2 FUßGÄNGER WIRD VOLL ERFASST [9] .....	10
ABBILDUNG 3-3 TEILWEISER FRONTALZUSAMMENSTOß, STREIFSTOß [9] .....	10
ABBILDUNG 3-4 DEFINITION VON WURF- UND RUTSCHWEITE [9] .....	11
ABBILDUNG 3-5 DELLENVERSATZ, AUFWURFWEITE UND ABWICKELUNG [9] .....	12
ABBILDUNG 3-6 PHASEN EINES TYPISCHEN FUßGÄNGERUNFALLS [9] .....	12
ABBILDUNG 3-7 BEWEGUNGSMUSTER BEIM GEHEN, LAUFEN UND RENNEN [9] .....	14
ABBILDUNG 3-8 ANPASSUNG EINES MULTI-BODY AN GEGEBENE KÖRPERHALTUNGEN [9], [12] .....	15
ABBILDUNG 3-9 LICHTBILD DES PKW- UNFALLS .....	16
ABBILDUNG 3-10 UNFALLSSKIZZE DES PKW-UNFALLS .....	16
ABBILDUNG 3-11 PKW-UNFALL IM KONFLIKTZEITPUNKT (LINKS), IM KOLLISIONSZEITPUNKT (MITTE) UND DER ENDLAGE (RECHTS). 17	
ABBILDUNG 3-12 PKW-UNFALL VERGLEICH VON REALITÄT MIT SIMULATION DURCH ANPRALLPUNKTE UND ENDLAGEN .....	18
ABBILDUNG 3-13 LKW-UNFALL UNFALLSSKIZZE .....	19
ABBILDUNG 3-14 LKW-UNFALL BILDFOLGE DES UNFALLS; KONFLIKTZEITPUNKT (1), KOLLISIONSPUNKT(2), LKW ÜBERROLLT DEN FUßGÄNGER(3), ENDLAGE (4) .....	20
ABBILDUNG 5-1 VERLAUF DER FUßGÄNGERUNFÄLLE IM VERGLEICH ZU JENEN MIT TODESFOLGE ÜBER 10 JAHRE BASIEREND AUF 2002 UND ANTEIL DER TÖDLICHEN AN DEN GESAMTEN UNFÄLLEN .....	22
ABBILDUNG 5-2 VERLAUF DER FUßGÄNGERUNFÄLLE IM VERGLEICH ZU JENEN MIT TODESFOLGE ÜBER DAS JAHR UND ANTEIL DER TÖDLICHEN AN DEN GESAMTEN UNFÄLLEN .....	22
ABBILDUNG 5-3 VERLAUF DER FUßGÄNGERUNFÄLLE IM VERGLEICH ZU JENEN MIT TODESFOLGE ÜBER DIE WOCHE UND ANTEIL DER TÖDLICHEN AN DEN GESAMTEN UNFÄLLEN .....	23
ABBILDUNG 5-4 VERLAUF DER FUßGÄNGERUNFÄLLE IM VERGLEICH ZU JENEN MIT TODESFOLGE ÜBER DEN TAG UND ANTEIL DER TÖDLICHEN AN DEN GESAMTEN UNFÄLLEN .....	23



ABBILDUNG 5-5 VERLAUF DER FUßGÄNGERUNFÄLLE IM VERGLEICH ZU JENEN MIT TODESFOLGE ÜBER DIE WERKTAGE UND ANTEIL DER TÖDLICHEN AN DEN GESAMTEN UNFÄLLEN .....	23
ABBILDUNG 5-6 VERLAUF DER FUßGÄNGERUNFÄLLE IM VERGLEICH ZU JENEN MIT TODESFOLGE ÜBER DAS WOCHENENDE UND ANTEIL DER TÖDLICHEN AN DEN GESAMTEN UNFÄLLEN.....	23
ABBILDUNG 5-7 VERTEILUNG DER UNFALLZAHLEN & DER BEVÖLKERUNG, UND DAS UNFALLRISIKO ÜBER DAS FUßGÄNGERALTER.....	24
ABBILDUNG 5-8 UNFALLTYPEN ÜBER DAS LEBENSALTER .....	26
ABBILDUNG 5-9 ANTEIL VON UNFÄLLEN WÄHREND EINES ÜBERHOLVORGANGS UND MIT SICHTBEHINDERUNG BEI SICH VON LINKS ODER RECHTS NÄHERNDEN FUßGÄNGERN.....	26
ABBILDUNG 5-10 VERGLEICH DER VERLETZUNGSSCHWERE ZWISCHEN KREUZUNGSUNFÄLLEN UND UNFÄLLEN AUF FREIER STRECKE..	27
ABBILDUNG 5-11 KOLLISIONSGESCHWINDIGKEITEN BEI KREUZUNGSUNFÄLLEN UND UNFÄLLEN AUF FREIER STRECKE.....	27
ABBILDUNG 5-12 KREUZUNGSUNFÄLLE ÜBER DAS LEBENSALTER .....	28
ABBILDUNG 5-13 UNFÄLLE AUF FREIER STRECKE ÜBER DAS LEBENSALTER .....	28
ABBILDUNG 5-14 VERLETZUNGSSCHWERE IM VERGLEICH STADT/LAND UND FUßGÄNGERÜBERGANG.....	29
ABBILDUNG 5-15 VERGLEICH DER KOLLISIONSGESCHWINDIGKEITEN ZWISCHEN STADT UND LAND .....	29
ABBILDUNG 5-16 BEWEGUNGSART DES FUßGÄNGERS .....	30
ABBILDUNG 5-17 GEHRICHTUNG VOR DER KOLLISION DES FUßGÄNGERS AUS SICHT DES UNFALLLENKERS .....	30
ABBILDUNG 5-18 VERLETZUNGSSCHWERE BEI UNTERSCHIEDLICHEN LICHTBEDINGUNGEN.....	31
ABBILDUNG 5-19 KOLLISIONSGESCHWINDIGKEITEN BEI TAGESLICHT UND DUNKELHEIT .....	31
ABBILDUNG 5-20 FAHRZEUGTYP DES UNFALLGEGNERS ÜBER DAS LEBENSALTER DES VERUNGLÜCKTEN FUßGÄNGERS.....	32
ABBILDUNG 5-21 FAHRZEUGTYP DES UNFALLGEGNERS ÜBER DAS LEBENSALTER DES VERUNGLÜCKTEN FUßGÄNGERS.....	33
ABBILDUNG 5-22 KOLLISIONSGESCHWINDIGKEITEN VON PKW UND LKW .....	33
ABBILDUNG 6-1 ANZAHL DER HÄUFIGSTEN UNFALLURSACHEN.....	34
ABBILDUNG 6-2 ANZAHL DER HÄUFIGSTEN UNFALLURSACHEN DES UNFALLGEGNERS.....	34

# TABELLENVERZEICHNIS

TABELLE 3-1 BREMSSCHWELLZEITEN FÜR VERSCHIEDENE FAHRZEUGTYPEN [10, S. 127] .....	13
TABELLE 3-2 REIBUNGSKOEFFIZIENT NACH [11] AUS [12].....	13
TABELLE 3-3 BEWEGUNGSGESCHWINDIGKEITEN VON FUGGÄNGERN IN M/S NACH [13] AUS[9]. .....	14
TABELLE 5-1 EINTEILUNG DER FUGGÄNGERUNFÄLLE IN UNFALLTYPEN .....	25

# ANHANG

Tabelle A-1 EU-Staaten und deren zugehörige Abkürzungen für Abbildung 1-3[4]

COUNTRY ABBREVIATIONS:					
AT	Austria	FI	Finland	NL	Netherlands
BE	Belgium	FR	France	PL	Poland
BG	Bulgaria	HR	Croatia	PT	Portugal
CY	Cyprus	HU	Hungary	RO	Romania
CZ	Czech Republic	IE	Ireland	SI	Slovenia
DE	Germany	IT	Italy	SK	Slovakia
DK	Denmark	LT	Lithuania	SE	Sweden
EE	Estonia	LU	Luxemburg	UK	United Kingdom
EL	Greece	LV	Latvia		
ES	Spain	MT	Malta		

Tabelle A-2 Liste der Unfallnummern der rekonstruierten Fußgängerunfälle

<b>PKW</b>		TUG-4453292	TUG-4472053	TUG-4910039
TUG-08061401	TUG-4328270	TUG-4457446	TUG-4486070	TUG-4918713
TUG-4325095	TUG-4330366	TUG-4462933	TUG-4525662	TUG-5075614
TUG-4327386	TUG-4335382	TUG-4465745	TUG-4904510	TUG-5078374
TUG-4327985	TUG-4451479	TUG-4467435	TUG-4909321	TUG-5081499
<b>LKW</b>		TUG-4507493	TUG-4773260	TUG-4924429
TUG-4316600	TUG-4468119	TUG-4513487	TUG-4907192	TUG-4930381
TUG-4317343	TUG-4477049	TUG-4527451	TUG-4907297	TUG-4932486
TUG-4330476	TUG-4500163	TUG-4761797	TUG-4907956	TUG-5051972
TUG-4335075	TUG-4505132	TUG-4764558	TUG-4912135	
<b>Motorrad</b>	<b>Straßenbahn</b>	<b>Bus</b>		
TUG-4461681	TUG-4334177	TUG-4539721		
TUG-4919618	TUG-4929418			