

Das Kreuz mit der Kreuzung

Jörg Ortlepp
Leiter Verkehrsinfrastruktur

Vortragsreihe „Verkehr Aktuell“ der TU München
München, 17.01.2013

Mobilitätskosten

- **11 Tote**
- **20 Schwerstverletzte**
- **170 Schwerverletzte**
- **890 Leichtverletzte**

Täglich!



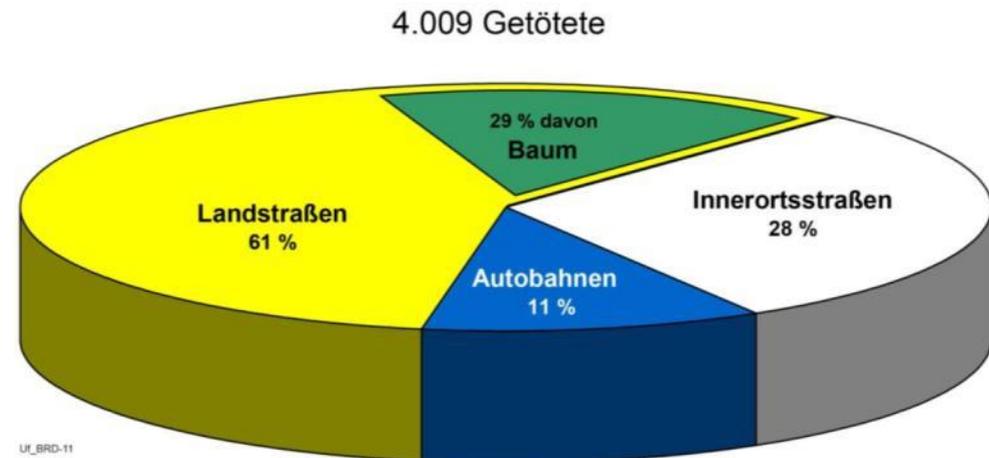
Wo müssen wir ansetzen?

Außerorts

- Landstraßenunfälle verhindern
- Baumunfälle vermeiden
- Motorradunfälle reduzieren
- Kreuzungs-Unfälle reduzieren

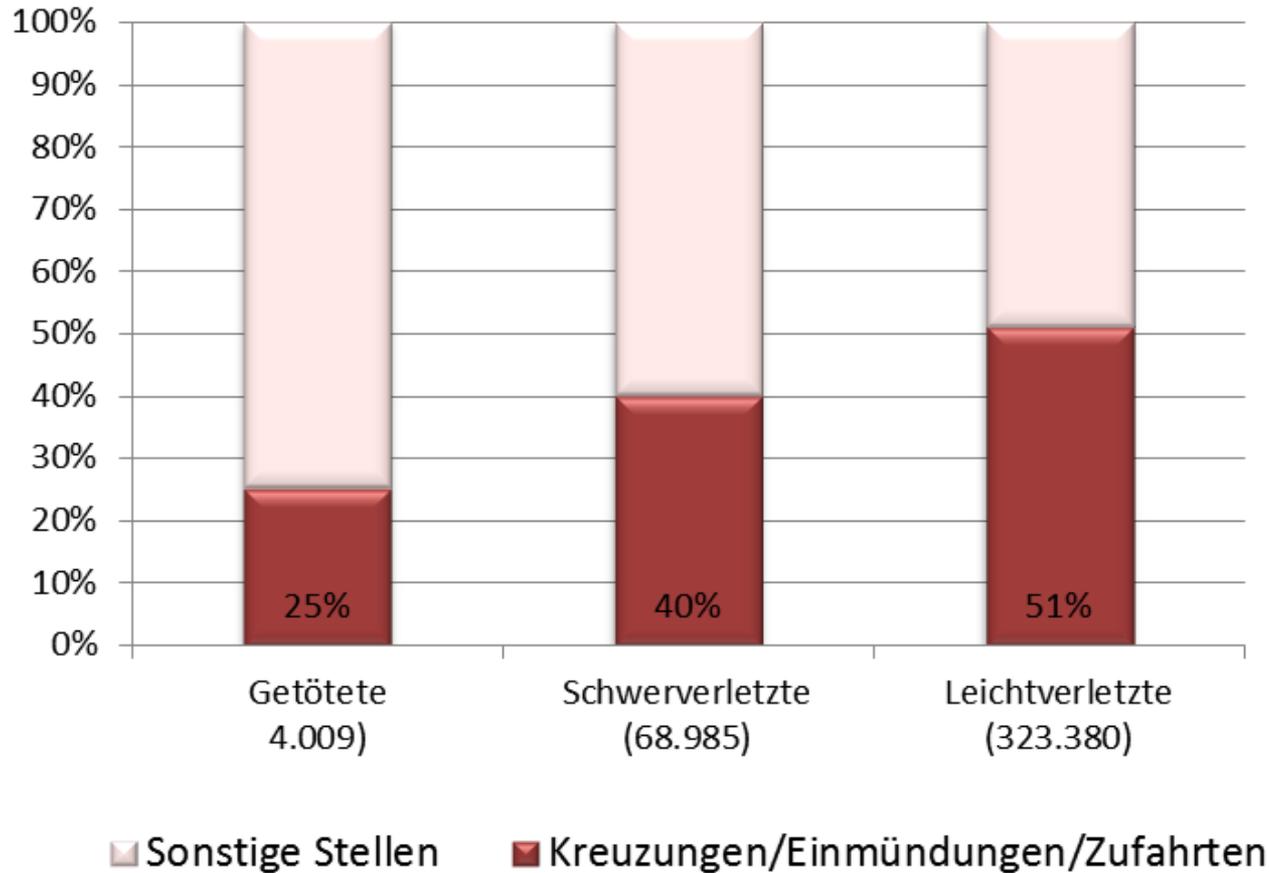
Innerorts

- Fußgänger schützen
- Fahrradunfälle vermeiden
- Kreuzungs-Unfälle reduzieren

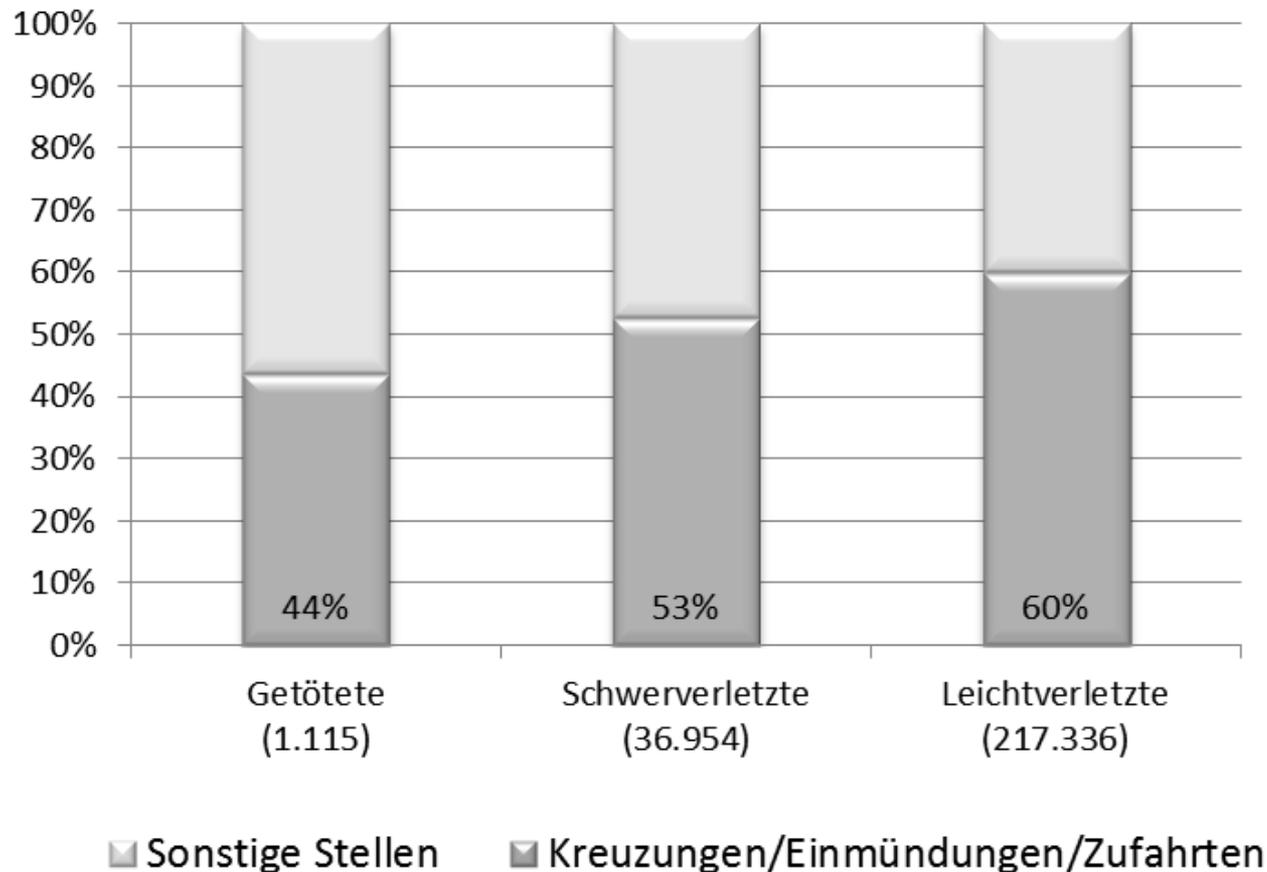


Getötete nach Ortslage, 2011

Verletzte nach Charakteristik d. Unfallstelle 2011, gesamt



Verletzte nach Charakteristik d. Unfallstelle 2011, Stadtstraßen



Geeignete Knotenpunktformen

Geeignete KP-Formen nach RAST 06	Einmündungen/Kreuzungen			Kreisverkehre		
	R-v-L	VZ	LSA	Mini	Klein	Groß + LSA
Erschließungsstraßen						
gleichrangig	+))	○*)	-	+))	+))	-
unterschiedlichen Rangs	○	+	○	+	+))	-
Anschlussknotenpunkte						
2 Fahrstreifen	-	+	+	○	+	-
mind. 4 Fahrstreifen	-	○**)	+	-	-	-
Hauptverkehrsstraßen						
2/2 Fahrstreifen	-	○	+	○	+	-
2/4 Fahrstreifen	-	-	+	-	○	+
4/4 Fahrstreifen	-	-	+	-	-	+
Rampe Stadtautobahn	-	-	+	-	+	+

Kriterien für den Einsatz von Lichtsignalanlagen (RiLSA)

- **1.2.1 Verkehrssicherheit**

Die Einrichtung einer Lichtsignalanlage ist sinnvoll, wenn Unfälle zu erwarten sind oder sich ereignet haben, die durch eine Lichtsignalsteuerung hätten vermieden werden können [...].

Auffällige Kennzeichen hierfür sind

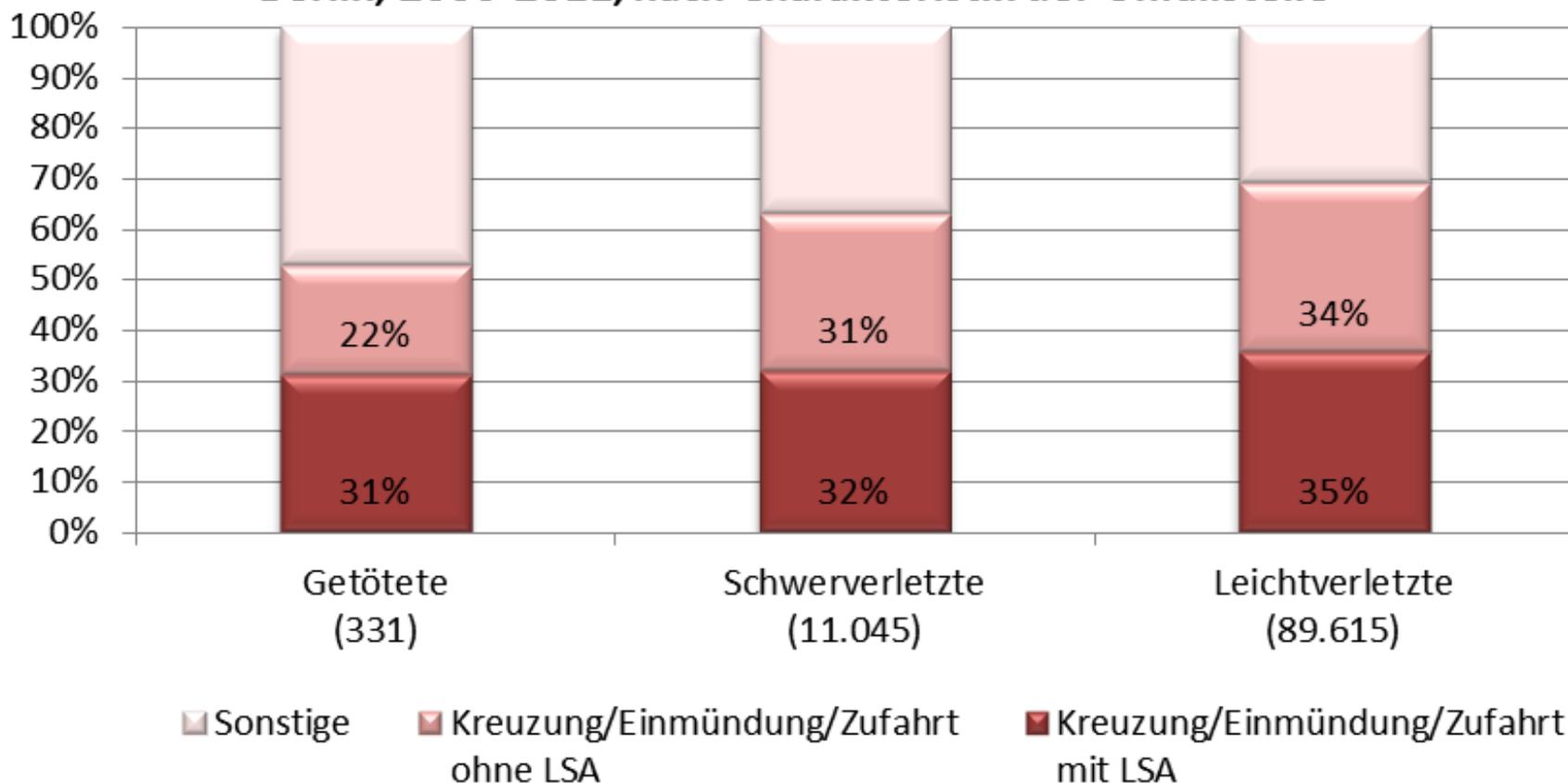
- eine Häufung von Vorfahrtunfällen
- eine Häufung von Unfällen zwischen Linksabbiegern und Gegenverkehr oder
- eine Häufung von Unfällen zwischen Kraftfahrzeugen und überquerenden Radfahrern oder Fußgängern.

- **1.2.2 Qualität des Verkehrsablaufs**

 **Signalanlagen sollen Sicherheit und Verkehrsfluss verbessern!**

Unfälle mit Personenschaden

Berlin, 2006-2011, nach Charakteristik der Unfallstelle

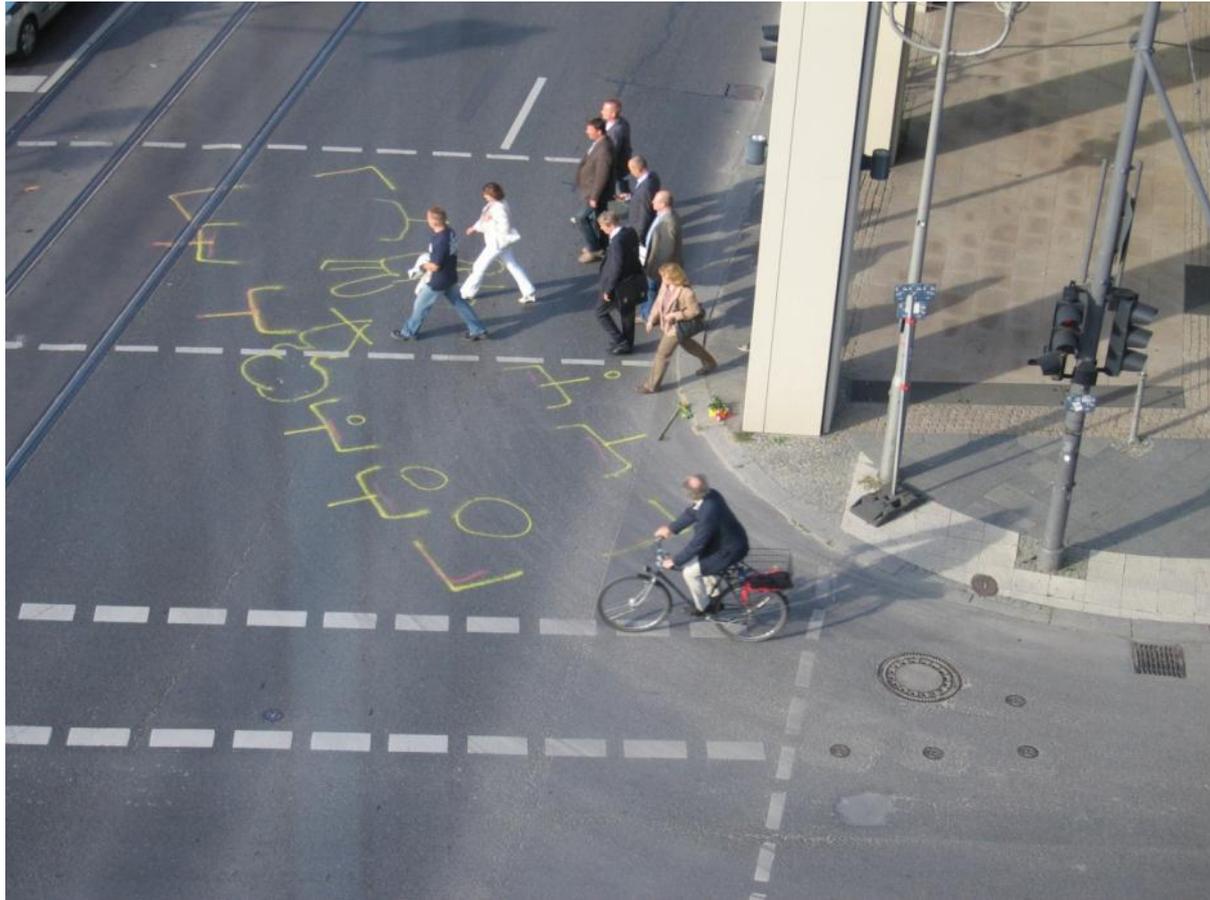


Kreuzungsunfälle

Unfälle mit abbiegenden und einbiegenden Kfz

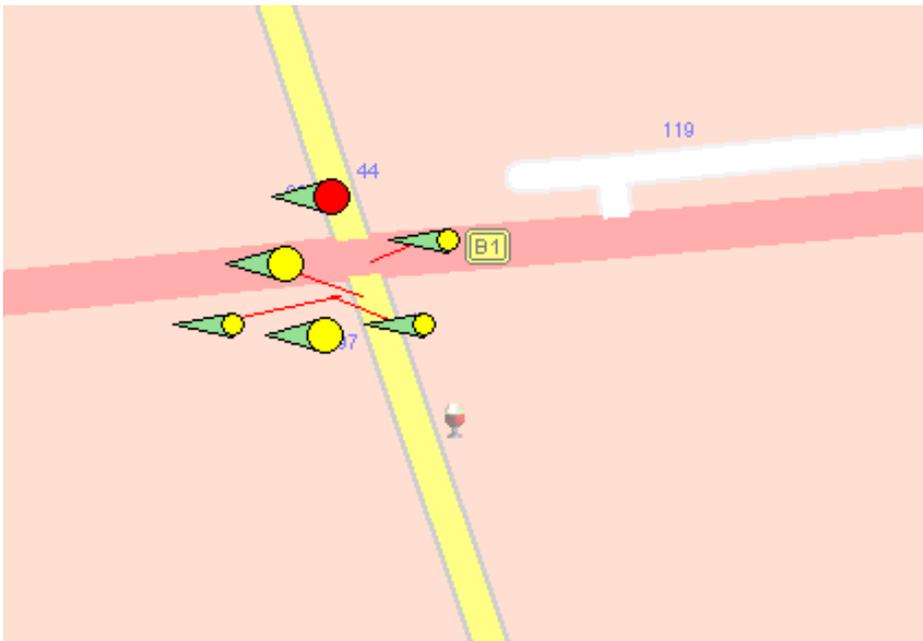


Kreuzungsunfälle

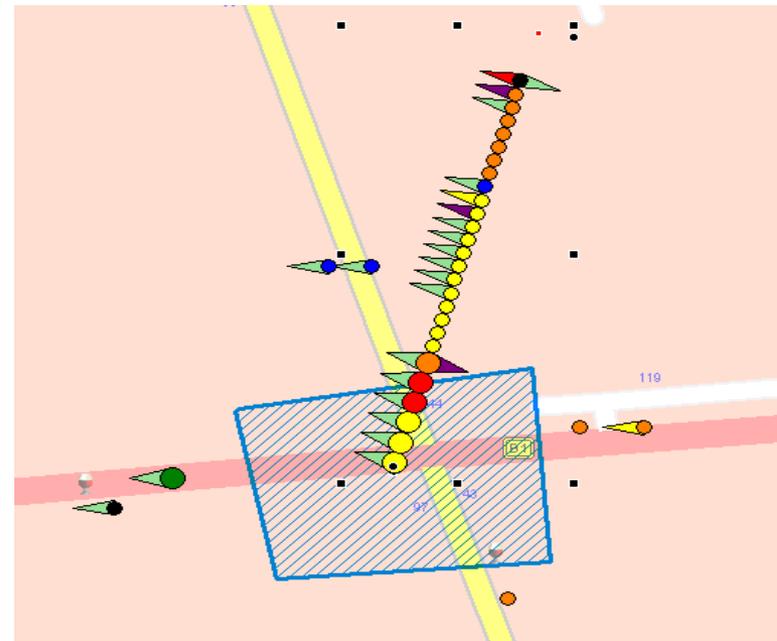


Örtlichkeiten sind bekannt!

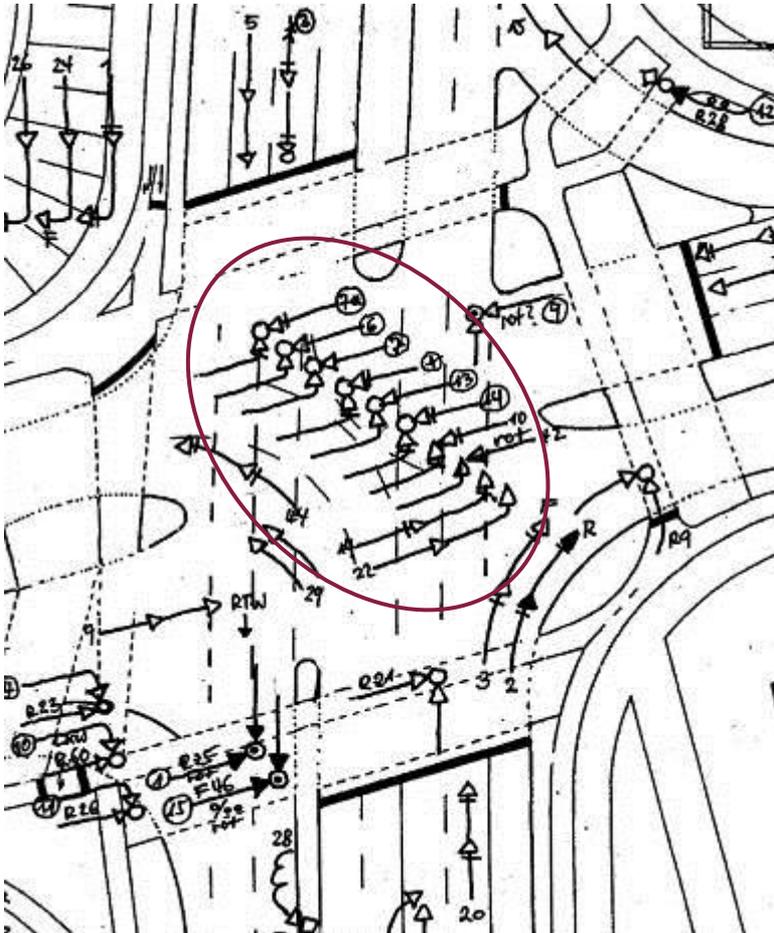
1-Jahres-Karte



3-Jahres-Karte



Unfallgeschehen an Kreuzungen und Einmündungen

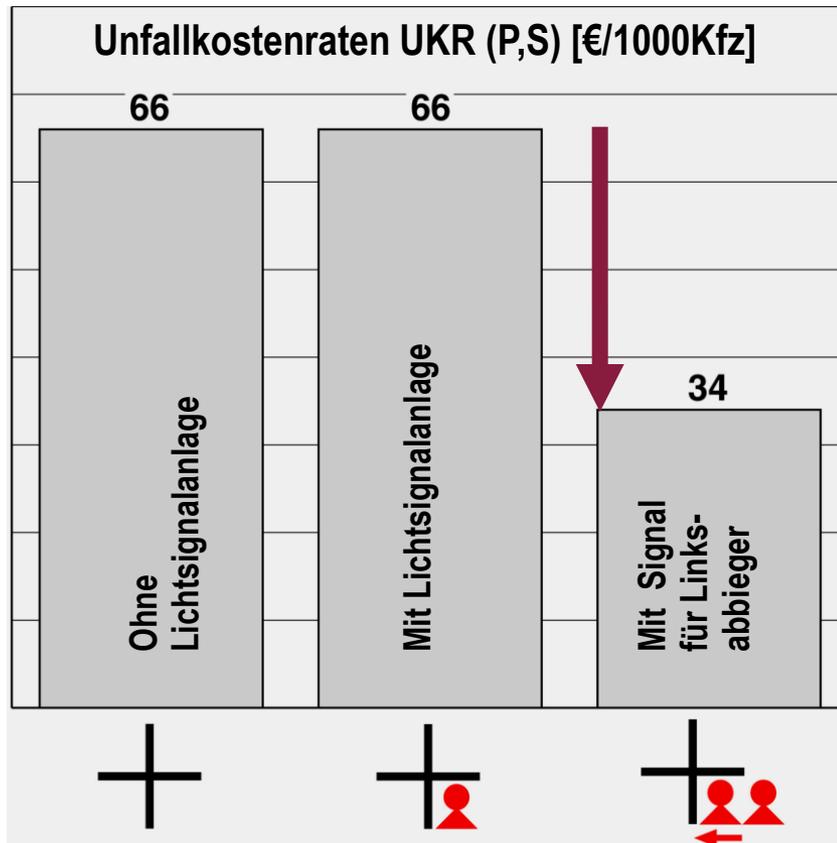


Abbiege-Unfälle mit
entgegenkommenden Verkehr
1-Jahreskarte

8 U gesamt
6 U(P) beim Linksabbiegen

Untersuchung der Unfallforschung der Versicherer

Unfallkostenrate an Landstraßenknotenpunkten¹⁾



Signal für Linksabbieger halbiert die Unfallkosten!

1) Sicherheit von Landstraßenknotenpunkten, Mitteilungen Nr. 40, GDV, 2002





Beispiel: Nürnberg

Vorher: ohne Linksabbieger



Nachher: mit Linksabbieger



27 Unfälle in einem Jahr
1 Unfall mit Schwerverletzten
18 Unfälle mit Leichtverletzten

**Sicherheitspreis
Die Unfallkommission 2007**

5 Unfälle in einem Jahr,
0 Unfälle mit Schwerverletzten
2 Unfälle mit Leichtverletzten

Häufige Gegenargumente

Die Leistungsfähigkeit wird beeinträchtigt
Die Wartezeiten werden größer
Der Rückstau wird länger
Der Verkehr bricht zusammen
Die Technik ist veraltet
Kein Platz für eine Abbiegespur
Hohe Kosten für Umrüstung

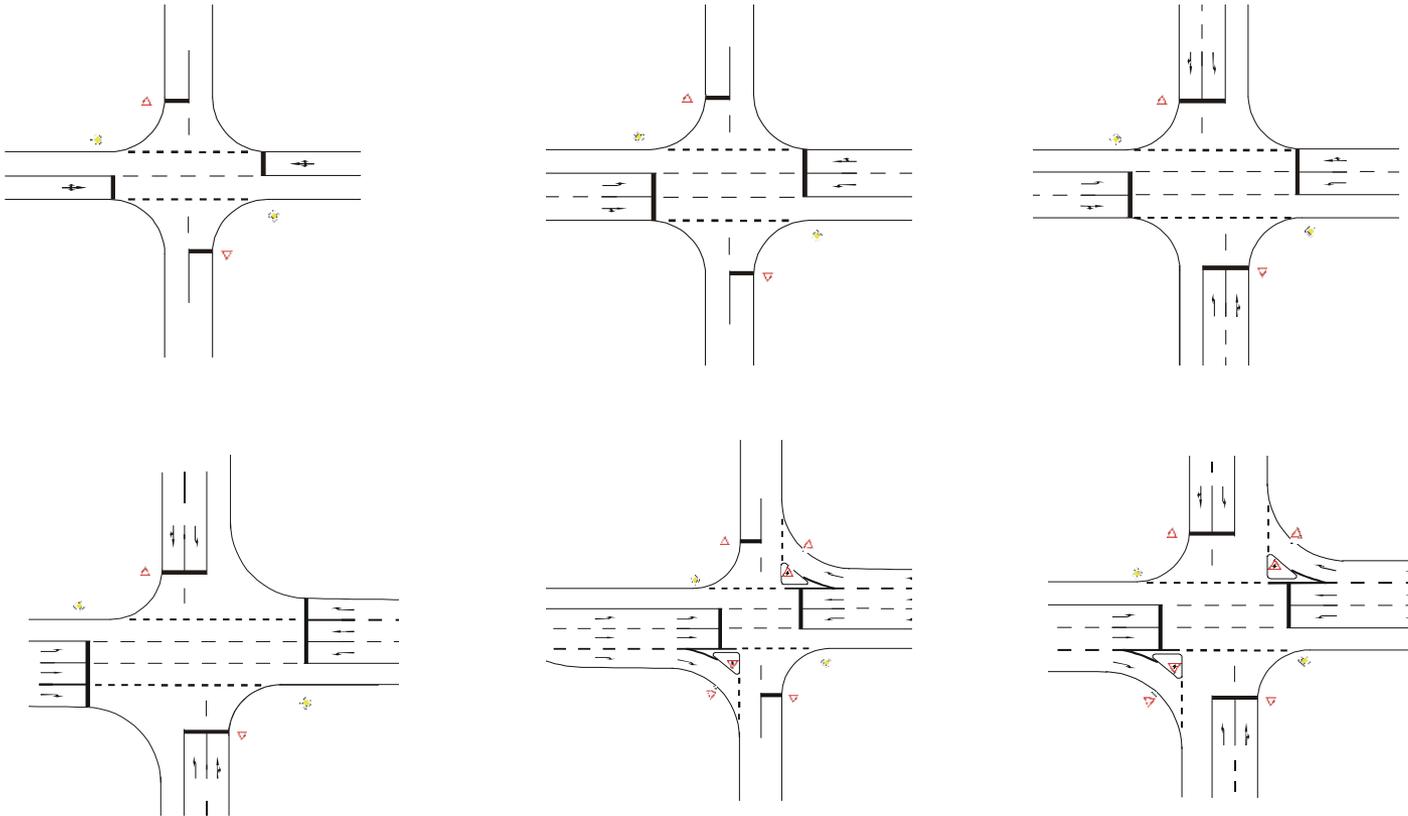


Überprüfung der Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit

Technische Universität Dresden
Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"
Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr
Professur Straßenverkehrstechnik
Univ.- Prof. Dr.-Ing. Reinhold Maier

Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit

Überprüfung der Leistungsfähigkeit bei unterschiedlicher Kreuzungsgeometrie, Verkehrsbelastung und Phaseneinteilung



Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit

Fazit

- Bei großen Kreuzungen mit hoher Belastung ist immer eine eigenes Signal für Linksabbieger vorzusehen
- Bei großen Kreuzungen und mittlerer Belastung sowie bei kleineren Kreuzungen mit hohem Linksabbiegeanteil ist die eigene Signalisierung sogar die günstigste Lösung (Verkehrsablauf und Verkehrssicherheit)
- Kreuzungen ohne Linksabbiegesignal sind nur bei kleinen Kreuzungen mit fehlender Abbiegespur und geringer Belastung vertretbar



Die Leistungsfähigkeit wird nur in wenigen Fällen beeinträchtigt. In vielen Fällen kann sie durch die eigene Phase für Linksabbieger sogar verbessert werden!

Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit

VwV-StVO¹⁾

Zu den §§ 39 bis 43

Allgemeines über Verkehrszeichen und Verkehrseinrichtungen

- **Die Flüssigkeit des Verkehrs ist mit den zur Verfügung stehenden Mitteln zu erhalten. Dabei geht die Verkehrssicherheit aller Verkehrsteilnehmer der Flüssigkeit des Verkehrs vor.**

1) Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrs-Ordnung (VwV-StVO), Fassung vom 17.07.2009

Untersuchung der Unfallforschung der Versicherer

Empfehlung

- LSA sollten generell über eigene Abbiegestreifen und Signale für Linksabbieger verfügen
- Dadurch wird die Verkehrssicherheit für Abbieger, entgegenkommende Fahrzeuge und Fußgänger/Radfahrer erheblich verbessert
- Ein Verzicht auf die Linksabbiegesignale ist nur in Ausnahmefällen an kleinen Kreuzungen mit geringer Belastung vertretbar
- Wo keine Abbiegespuren untergebracht werden können, sollten die Zufahrten einzeln freigegeben werden (Fußgänger/Radfahrer beachten)
- Unter Umständen ist das Linksabbiegen auch zu unterbinden
- Die Kosten für die Umrüstung liegen in der Regel deutlich unter den vermeidbaren Unfallkosten

Nachtabstaltung von Lichtsignalanlagen

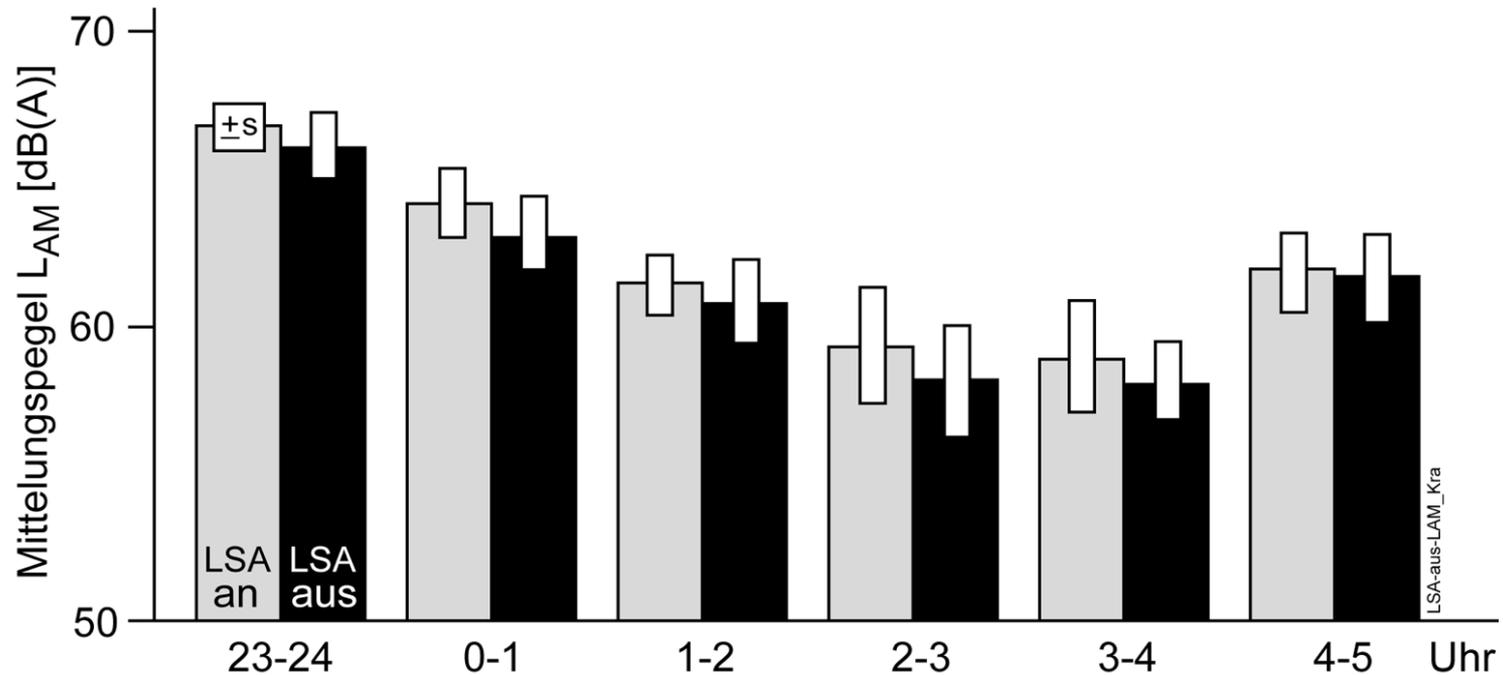
Gründe für Nachtabschaltung

- steigende Lärmbelastung
- steigende Betriebskosten (Stromverbrauch)
- steigende Schadstoffbelastung (NOX, CO2).

Zusätzlich beklagen die Kfz-Nutzer:

- erhöhten Kraftstoffverbrauch
- längere Fahrzeiten.

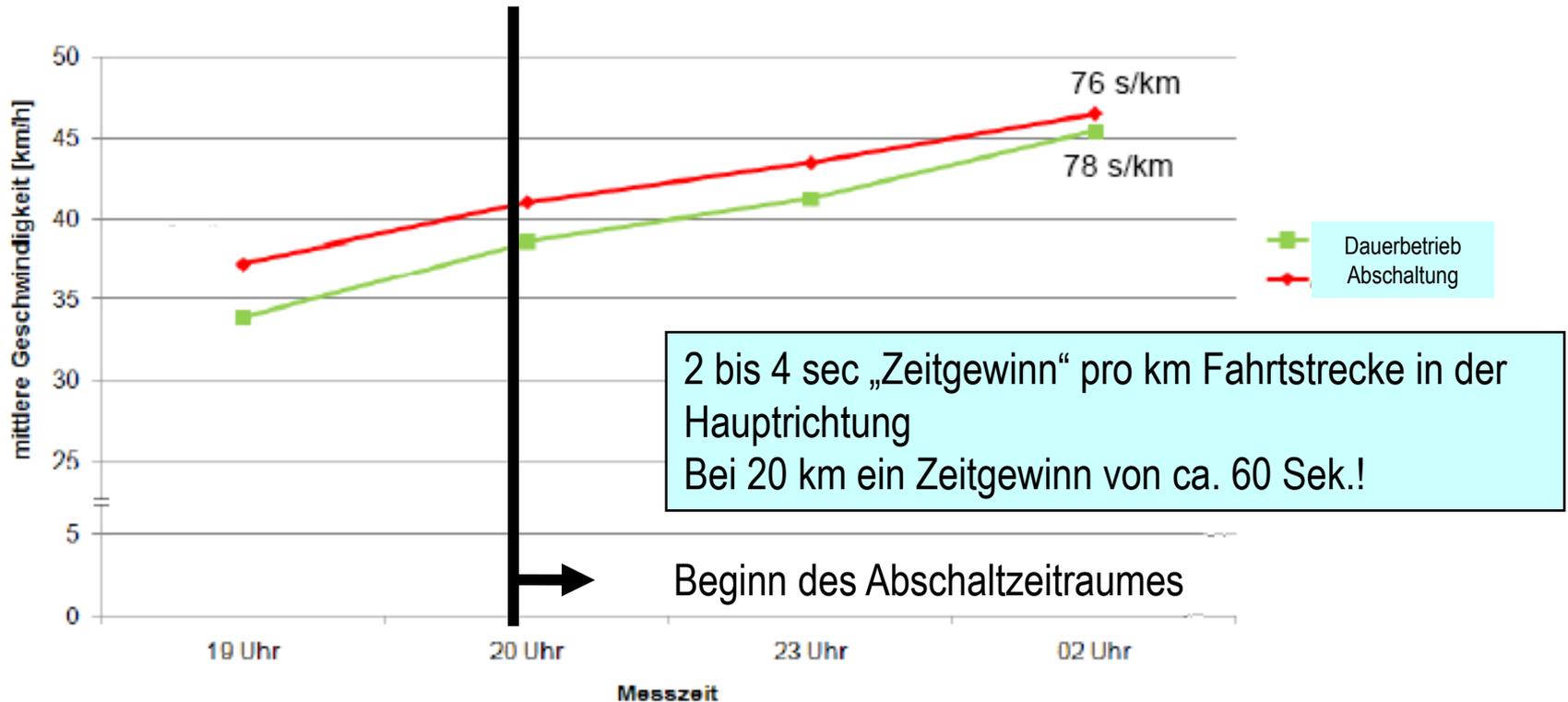
Änderung des Schallpegels (einschl. Standardabweichung) infolge Nachtabschaltung von Lichtsignalanlagen



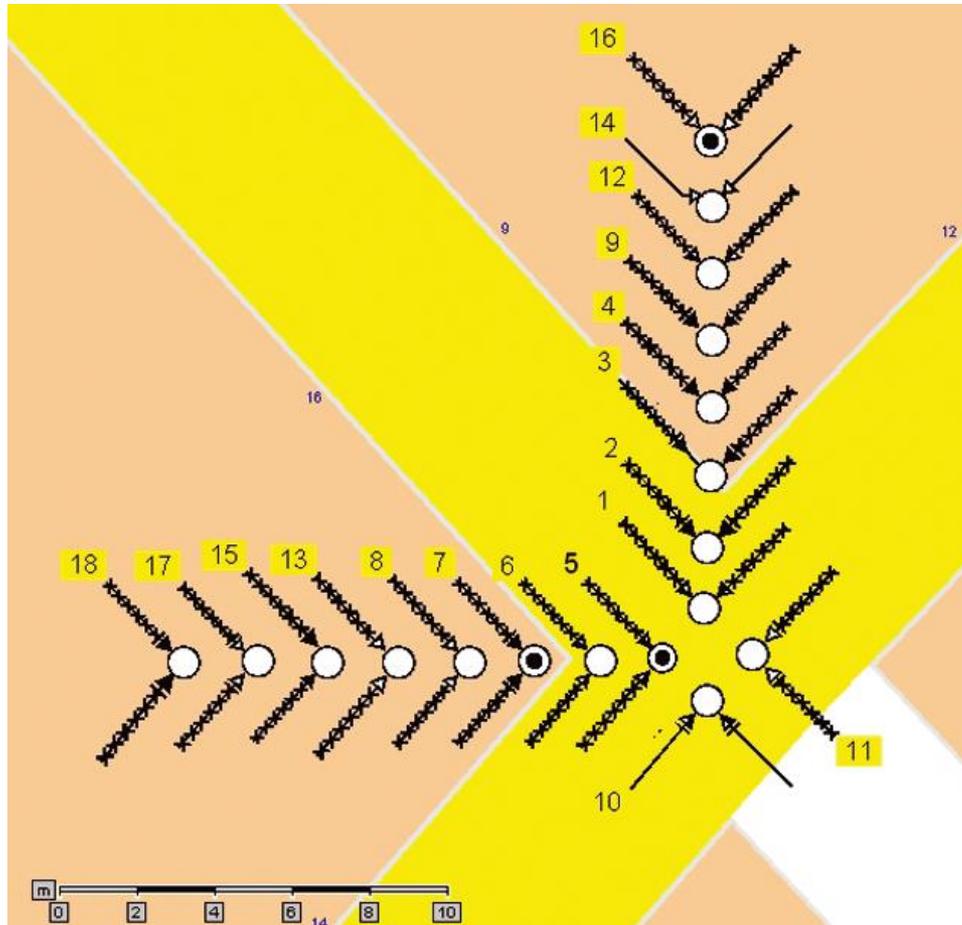
Vergleich der Betriebskosten bei Niedervolttechnik (10/12 V, z. B. LED) und Hochvolttechnik (220/230 V)

- Untersuchungen [Schlabbach, Köster, 2004] zeigen 50 % Einsparung bei Nutzung der Niedervolttechnik. Für eine 4-armige Standardkreuzung bedeutet dies 278 KWh/(Betr.-Std. x a) gegenüber 556 KWh/(Betr.-Std. x a).
- Nach [Schlabbach, Köster, 2004] sind durch Nachtabschalten Stromkosten von ca. 220 €/a pro Kreuzung einsparbar (ohne Berücksichtigung der Tarifstruktur bzw. von Pauschalpreisen mit Energieversorgern).
- Bei konsequenter Anwendung der Niedervolttechnik für Dresden würden die Einsparungen durch Nachtabschaltung bei maximal jährlich 70.000 € liegen.

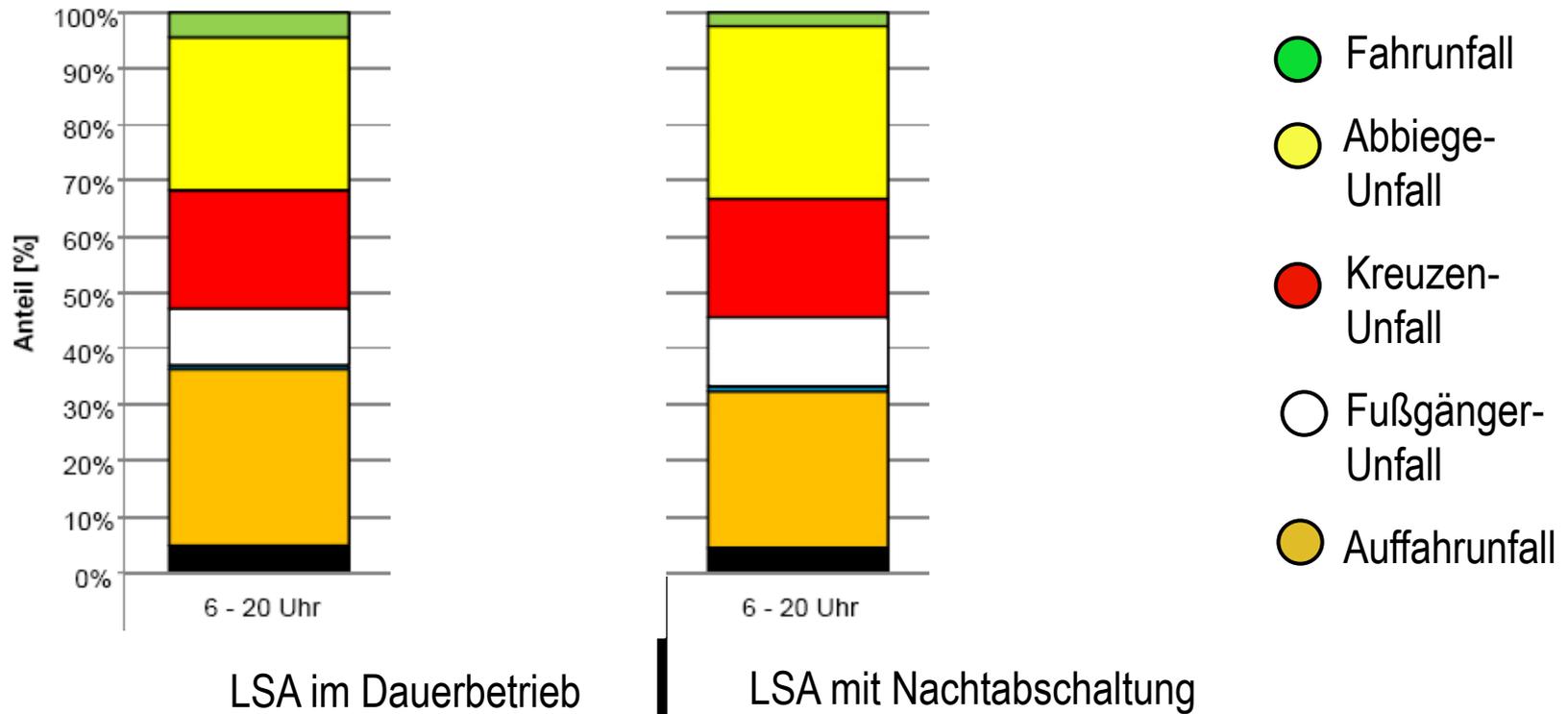
Mittlere Geschwindigkeiten auf innerstädtischen Teststrecken bei unterschiedlichen Betriebszeiten der Lichtsignalanlagen



Sicherheit bei Nachtabschaltung

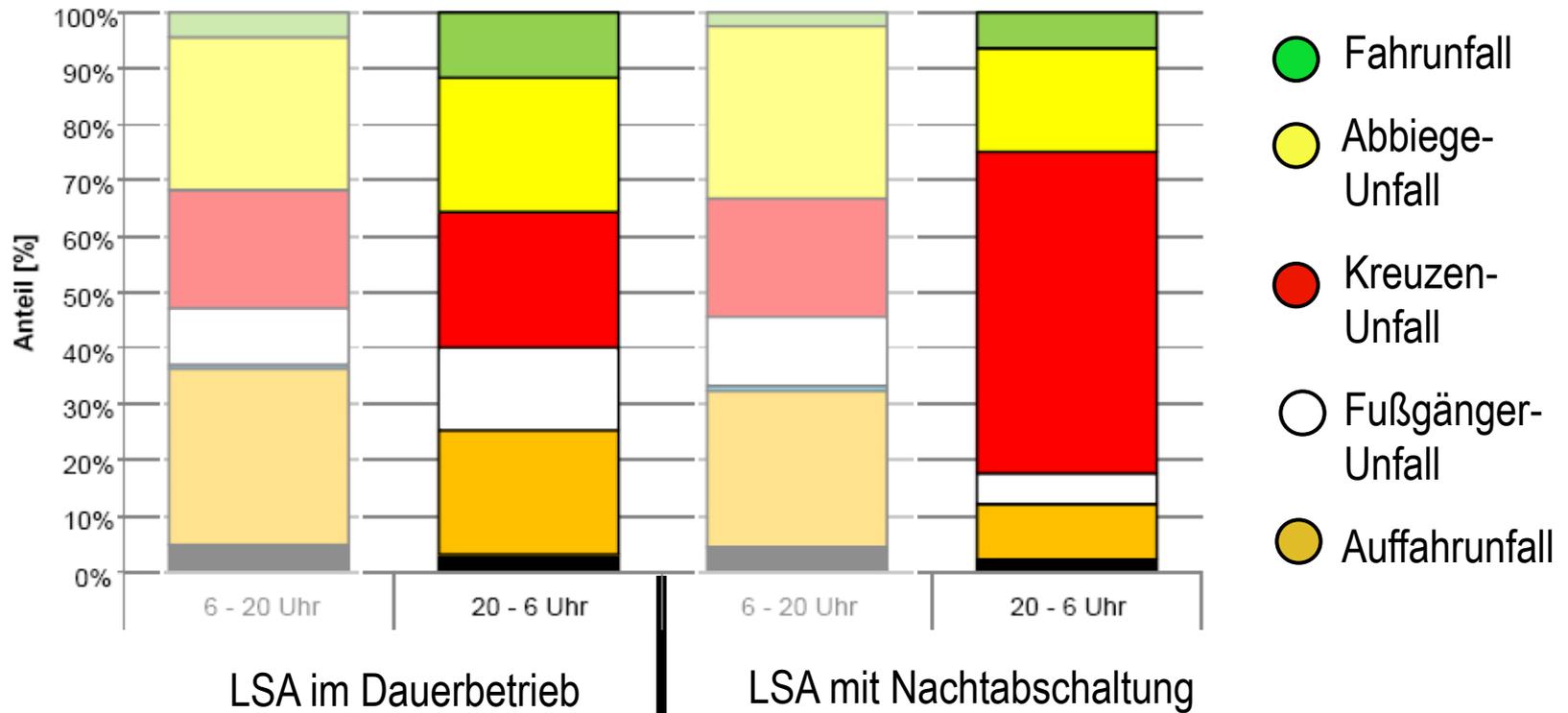


Strukturveränderung der Unfalltypen



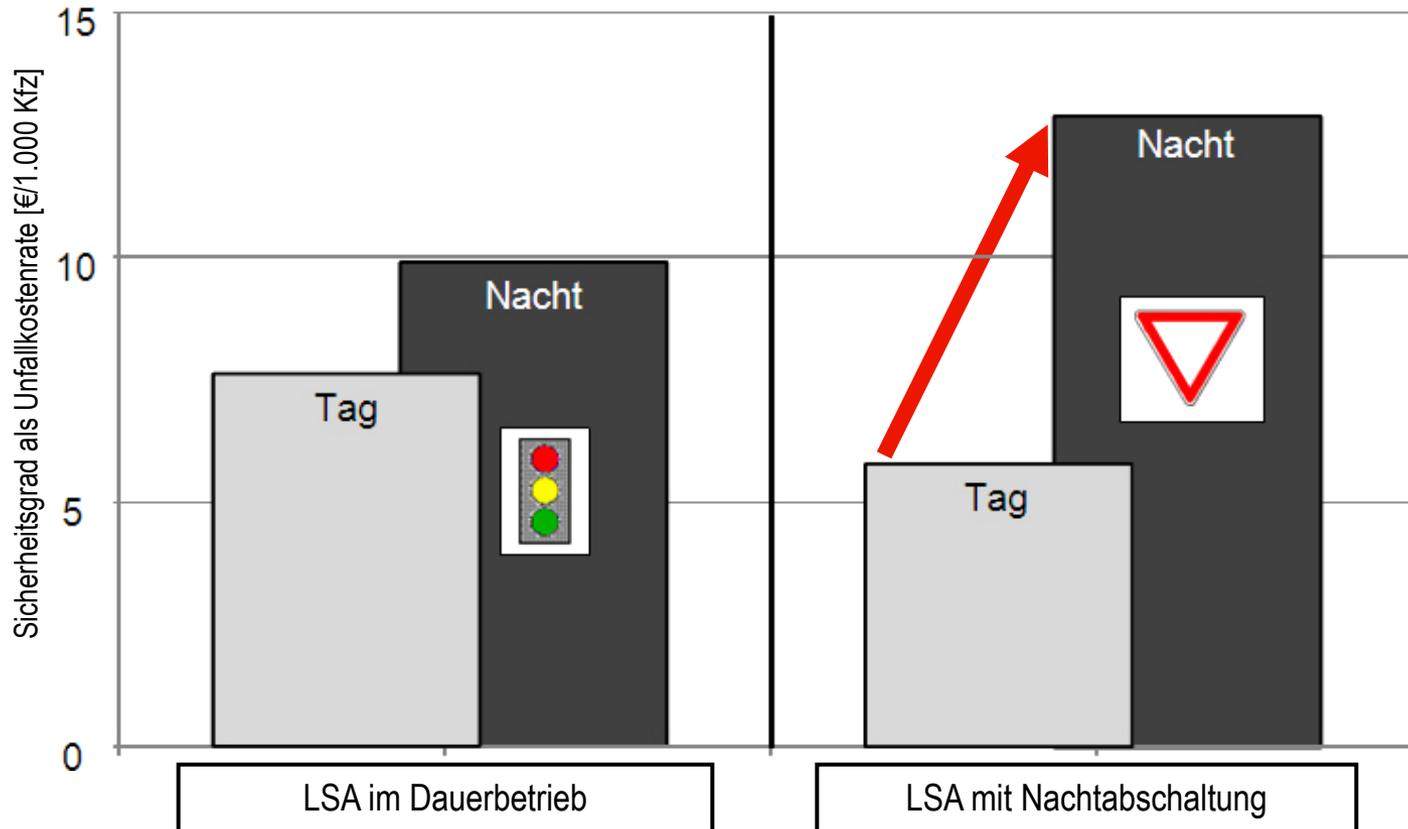
- Fahr Unfall
- Abbiege-Unfall
- Kreuzen-Unfall
- Fußgänger-Unfall
- Auffahrunfall

Strukturveränderung der Unfalltypen



- Fahr Unfall
- Abbiege-Unfall
- Kreuzen-Unfall
- Fußgänger-Unfall
- Auffahrunfall

Sicherheitsgrade von Kreuzungen im Vergleich



**Verdoppelung
der
Unsicherheit**

Zusammenfassung

Die für die Nachtabschaltung ins Feld geführten Gründe sind nicht überzeugend:

- die Lärmbelastung ändert sich - wenn überhaupt - marginal
- die Betriebskosten nehmen zu, aber nur ca. 0,2 ‰ des Investitionshaushalts
- die Zunahmen von Kraftstoffverbrauch und Schadstoffbelastung sind marginal
- Fahrzeiteinsparungen für eine normale Stadtfahrt liegen bei maximal 60 sec.

Dem gegenüber steht aber bei Nachtabschaltung:

- eine nahezu Verdoppelung der Unsicherheit (ausgedrückt als Unfallkostenrate)
- eine drastische Zunahme der Unfallschwere.

Vorgaben der VwV-StVO

- Lichtsignalanlagen sollten in der Regel auch nachts in Betrieb gehalten werden.
- Ist die Verkehrsbelastung nachts schwächer, so empfiehlt es sich, für diese Zeit ein besonderes Signalprogramm zu wählen, das alle Verkehrsteilnehmer möglichst nur kurz warten lässt.
- Nächtliches Abschalten ist nur dann zu verantworten, wenn eingehend geprüft wurde, dass auch ohne Signalisierung ein sicherer Verkehr möglich ist.

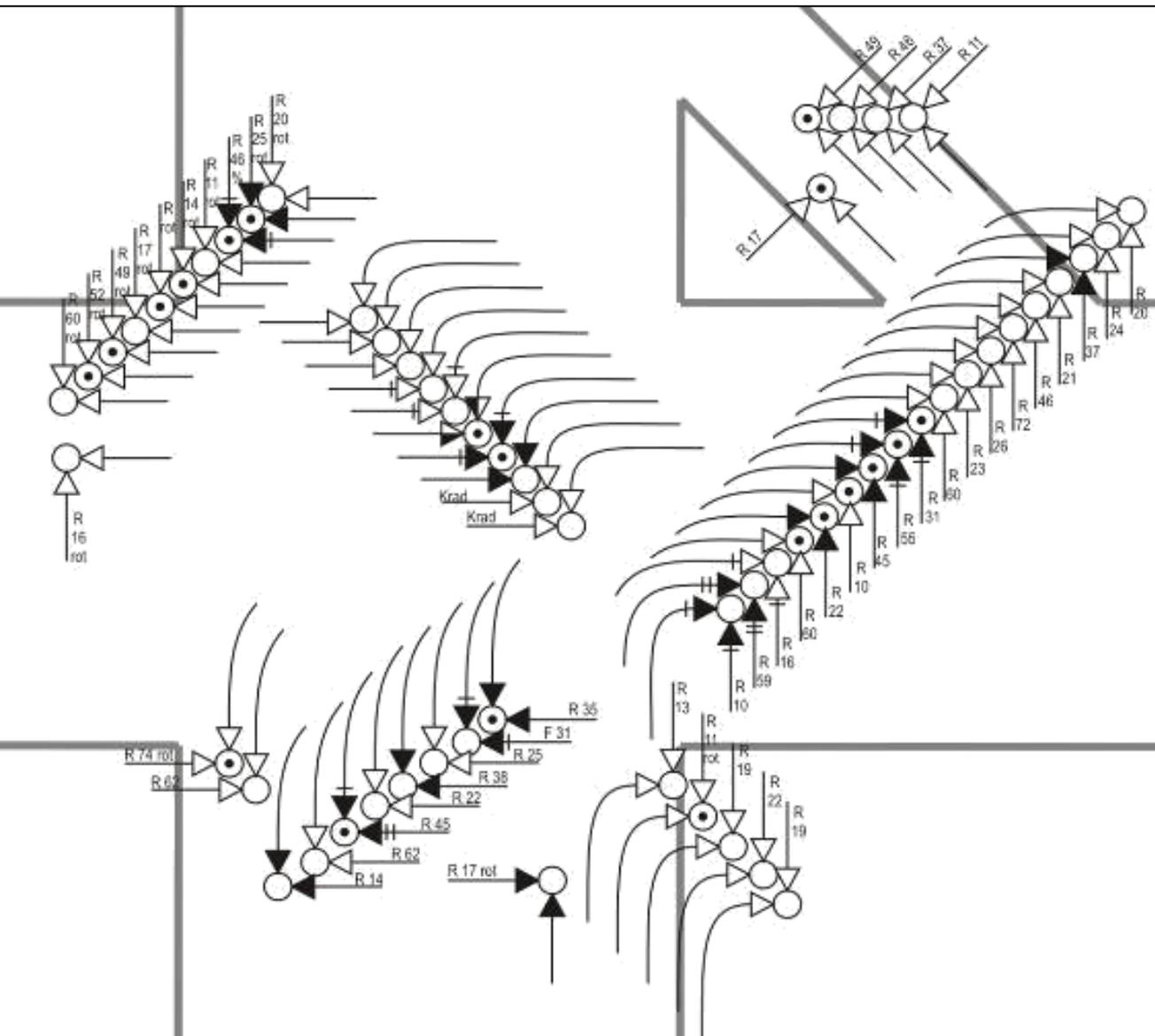
Forderungen

- konsequente Umsetzung der Vorgaben der VwV-StVO
d. h. Abschalten der Signalanlagen nur in
begründeten Ausnahmefällen
- Statt Abschaltung
konsequente Anwendung intelligenter,
verkehrsabhängiger Lichtsignalsteuerung
Anwendung der Niedervolttechnik

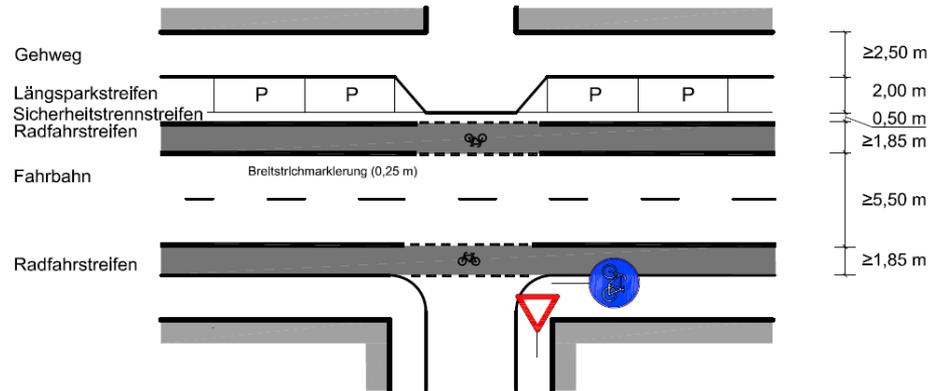
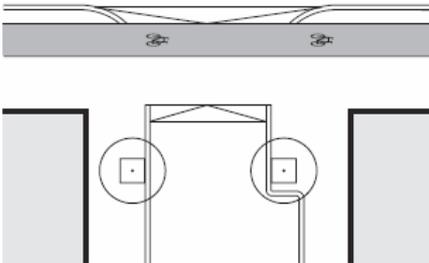
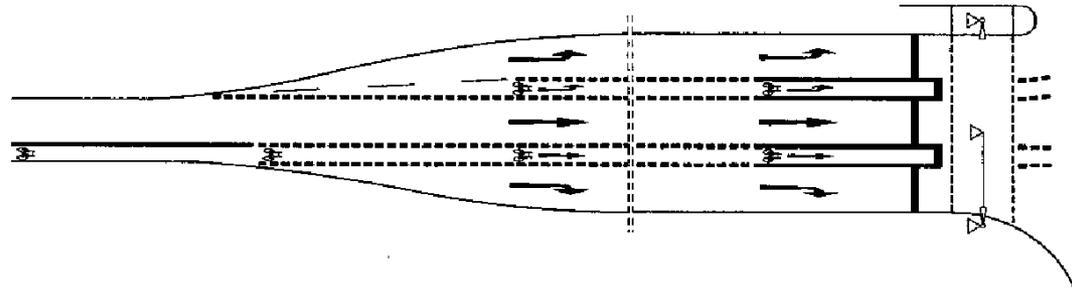
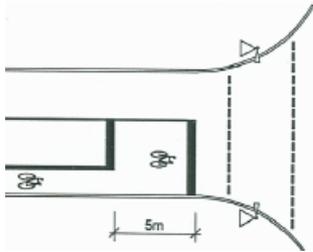
Fazit zu Lichtsignalanlagen

- Lichtsignalanlagen sind nicht automatisch immer sicher
- Die Sicherheit ist im Wesentlichen abhängig von der Vermeidung unverträglicher Verkehrsströme
- Auch bedingt verträgliche Verkehrsströme sind unverträgliche Verkehrsströme!
- Eigene Phasen für Abbieger und Verzicht auf Nachtabschaltung tragen wesentlich zur Verbesserung der Verkehrssicherheit bei
- Hier liegt ein großes Potenzial, um auch nationale und europäische Ziele zu erreichen

Typische Kreuzungsunfälle



Sichere Führung des Radverkehrs (s. ERA 2010)



Sichtbeziehungen herstellen!
Vermeidung von bedingt verträglichen Strömen!

Erkennbarkeit / Sichtkontakt

Zeitvorsprung



Erkennbarkeit / Sichtkontakt



Begreifbarkeit



Begreifbarkeit



Einheitliche, erkennbare und begreifbare Signalisierung!





PROVINZIAL Gottkehaskamp PROVINZIAL

YOGA FLOW

Oriental Dance Motion
Studio für orientalischen Tanz und Bewegung

SCHALLMÄßIG
GEBÄUDE
GEBÄUDE

Erkennbarkeit / Begreifbarkeit

Zu-/Einfahrten



Erkennbarkeit / Begreifbarkeit

Zu-/Einfahrten



**Durchgehende
Radverkehrsführung!**

Erkennbarkeit / Begreifbarkeit

Furtmarkierung



Erkennbarkeit / Begreifbarkeit

Furtmarkierung



**Durchgehende
Radverkehrsführung!**



Erkennbarkeit / Sichtkontakt

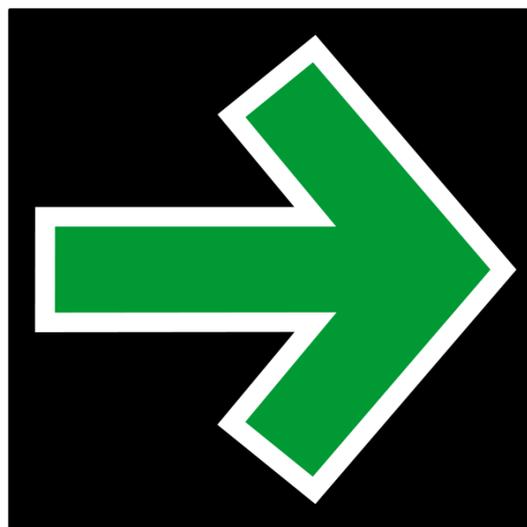


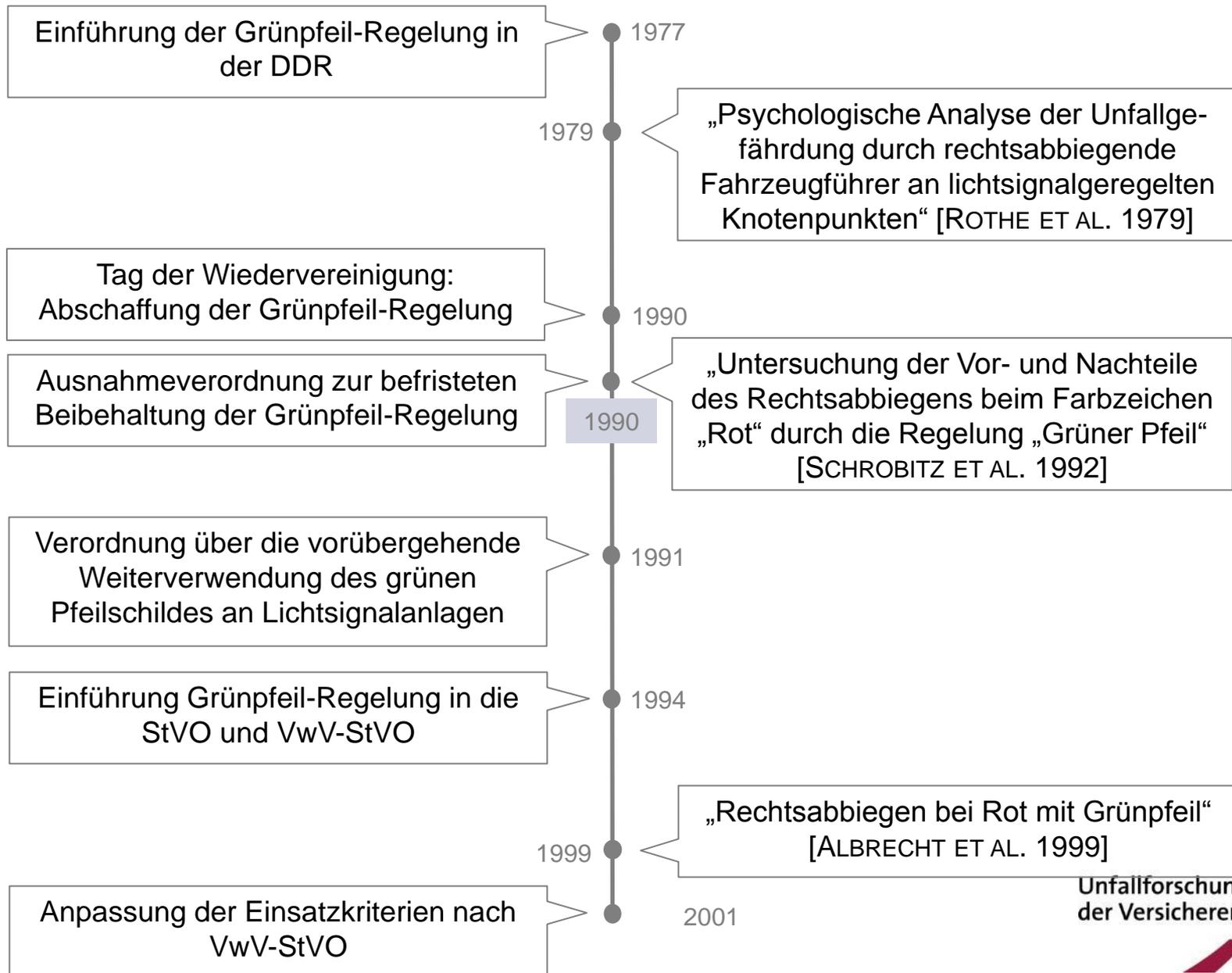
Erkennbarkeit / Sichtkontakt



Große Radien / Zeitweise Sicherung







- **StVO § 37 Abs. 2**

- [...]

- Rot ordnet an: „Halt vor der Kreuzung“.

- [...]

- Nach dem Anhalten ist das Abbiegen nach rechts auch bei Rot erlaubt, wenn rechts

- neben dem Lichtzeichen Rot ein Schild mit grünem Pfeil auf schwarzem Grund

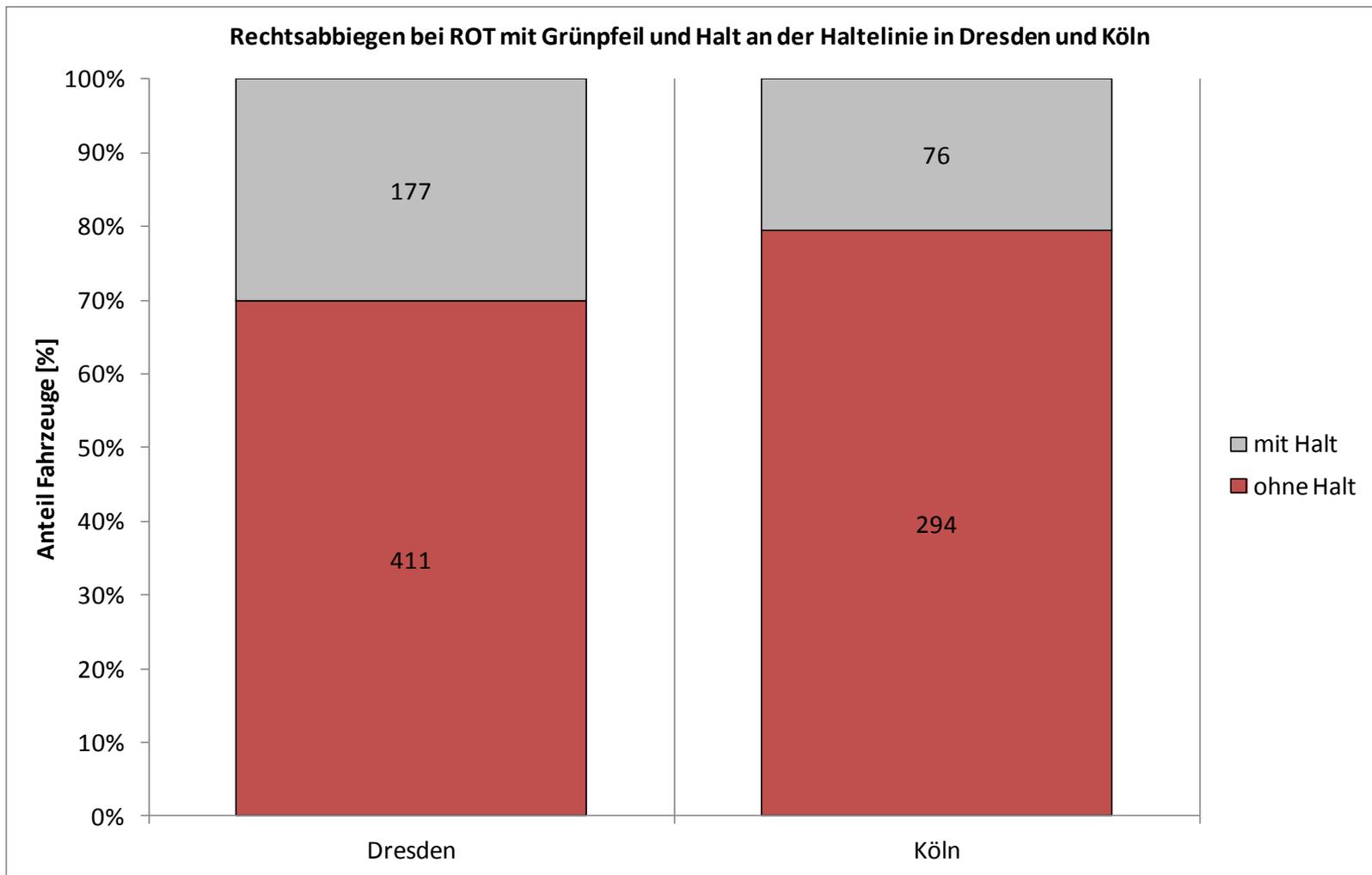
- (Grünpfeil) angebracht ist. Wer ein Fahrzeug führt, darf nur aus dem rechten

- Fahrstreifen abbiegen. Dabei muss man sich so verhalten, dass eine Behinderung

- oder Gefährdung anderer Verkehrsteilnehmer, insbesondere des Fußgänger- und

- Fahrzeugverkehrs der frei gegebenen Verkehrsrichtung, ausgeschlossen ist.

Anhaltepflicht





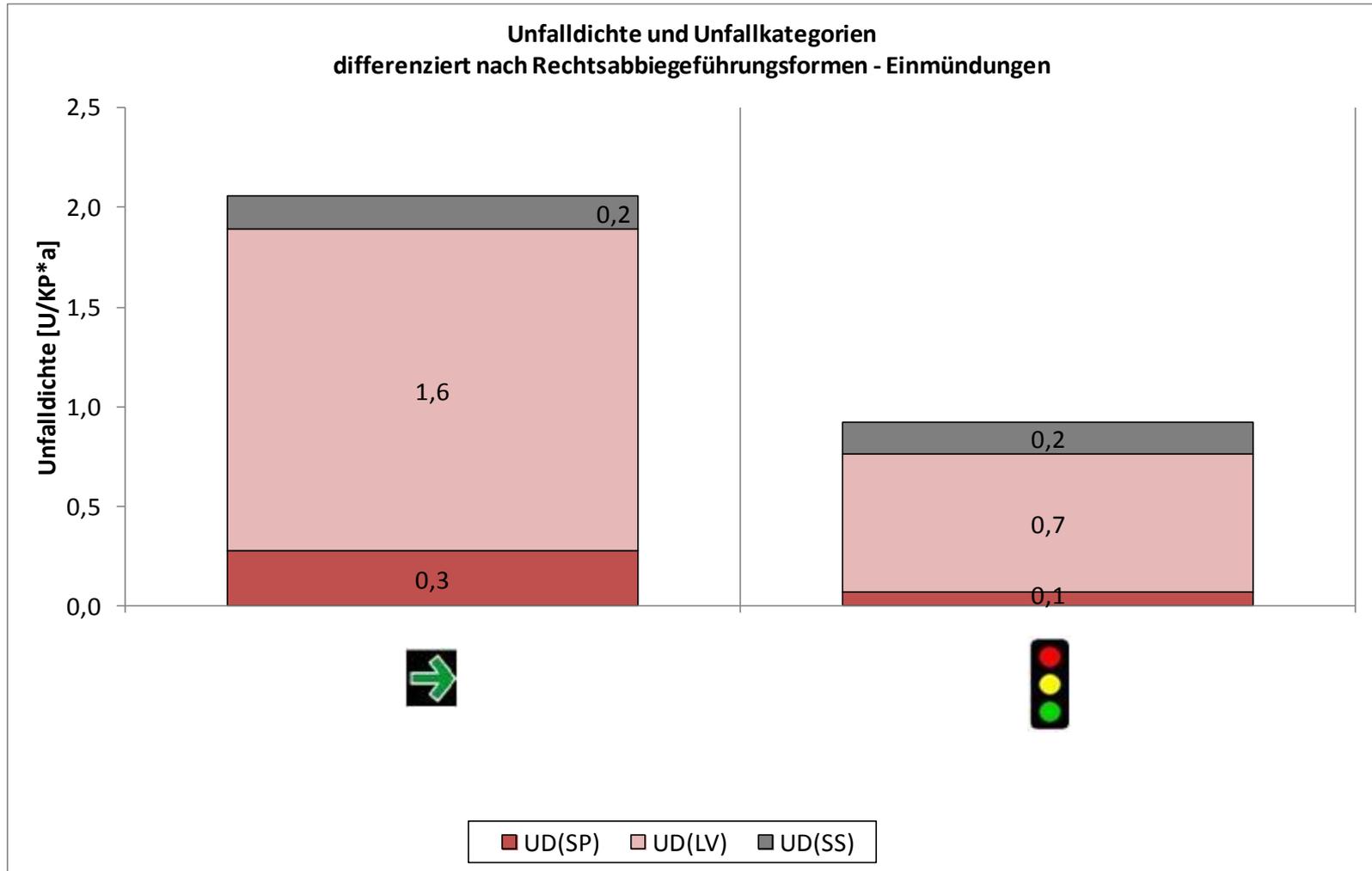
VwV-StVO zu § 37 Abs. 2 StVO, Nr. XI:

- *a) dem entgegenkommenden Verkehr ein konfliktfreies Abbiegen nach links signalisiert wird,*
- *b) für den entgegenkommenden Linksabbieger der grüne Pfeil ...verwendet wird,*
- *c) Pfeile in den für den Rechtsabbieger gültigen Lichtzeichen die Fahrtrichtung vorschreiben,*
- *d) beim Rechtsabbiegen Gleise von Schienenfahrzeugen gekreuzt oder befahren werden müssen,*
- *e) der freigegebene Fahrradverkehr auf dem zu kreuzenden Radweg für beide Richtungen zugelassen ist oder der Fahrradverkehr trotz Verbotes in der Gegenrichtung in erheblichem Umfang stattfindet....,*
- *f) für das Rechtsabbiegen mehrere markierte Fahrstreifen zur Verfügung stehen*
- *g) die Lichtzeichenanlage überwiegend der Schulwegsicherung dient“*

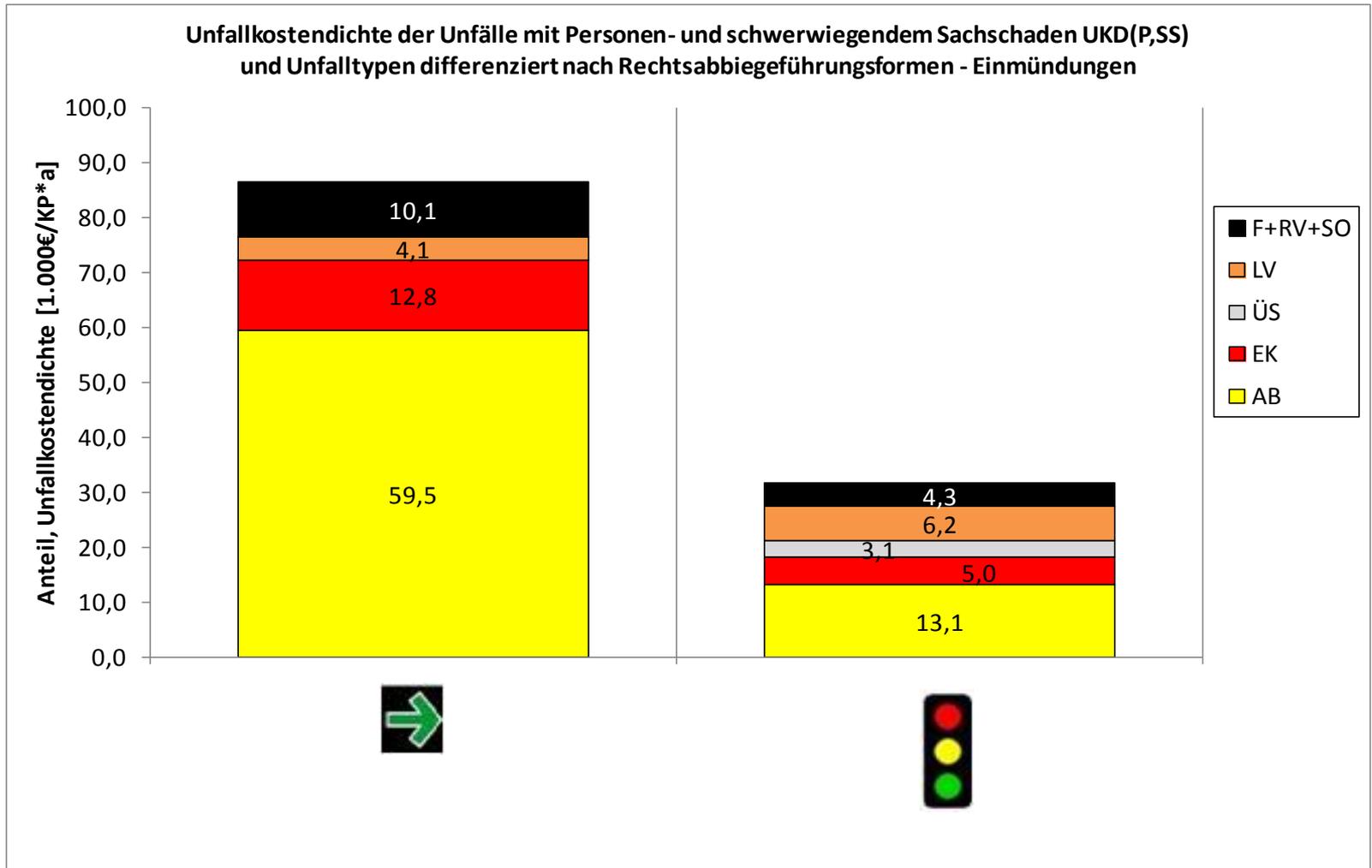
VwV-StVO zu § 37 Abs. 2 StVO, Nr. XI:

- *An Kreuzungen und Einmündungen, die häufig von seh- oder gehbehinderten Personen überquert werden, soll die Grünpfeil-Regelung nicht angewandt werden. [...]*
- *Für Knotenpunktzufahrten mit Grünpfeil ist das Unfallgeschehen regelmäßig mindestens anhand von Unfallsteckkarten auszuwerten. Im Falle einer Häufung von Unfällen, bei denen der Grünpfeil ein unfallbegünstigender Faktor war, ist der Grünpfeil zu entfernen, soweit nicht verkehrstechnische Verbesserungen möglich sind. Eine Unfallhäufung liegt in der Regel vor, wenn in einem Zeitraum von drei Jahren zwei oder mehr Unfälle mit Personenschaden, drei Unfälle mit schwerwiegendem oder fünf Unfälle mit geringfügigem Verkehrsverstoß geschehen sind.*

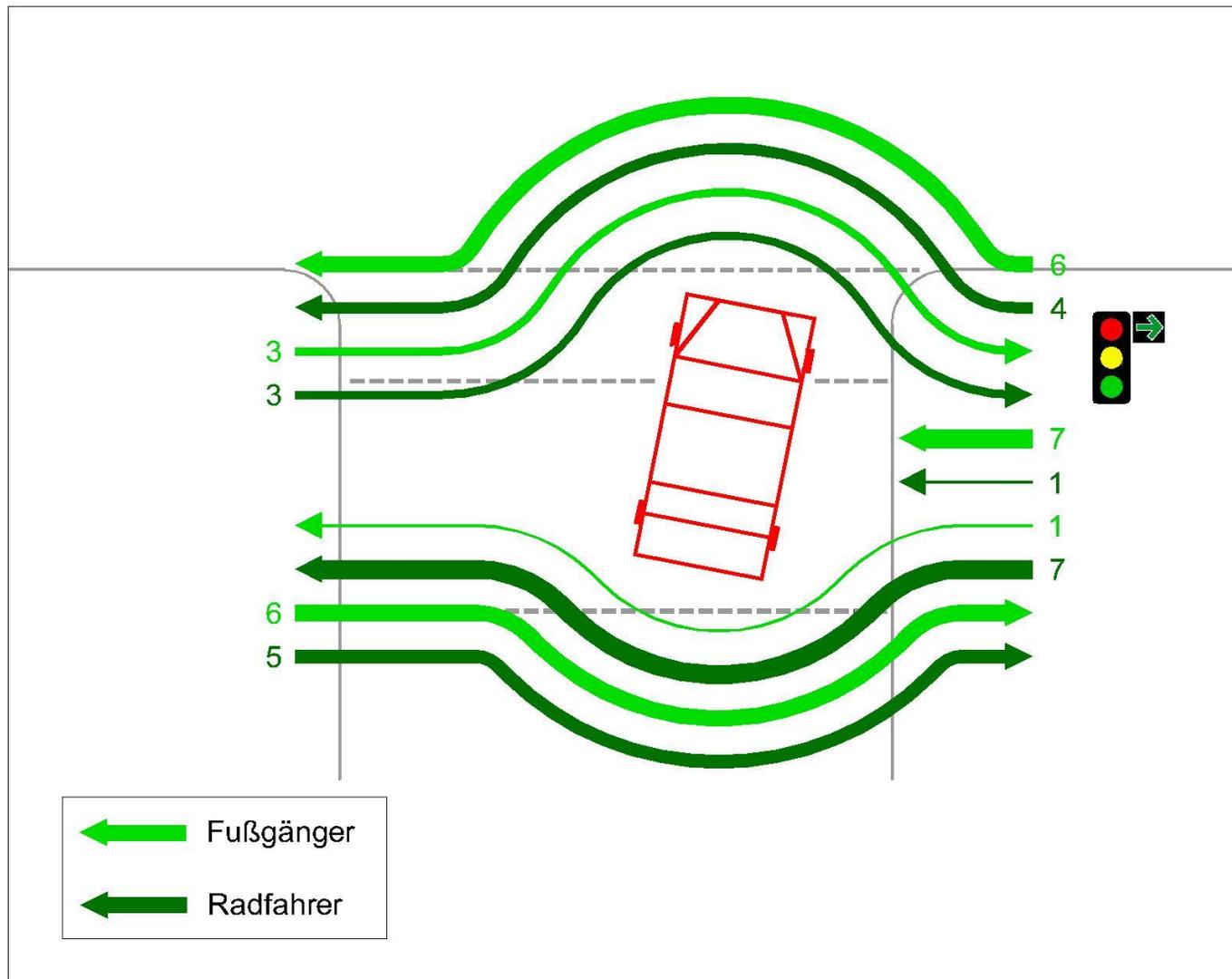
Unfallanzahl und -schwere – Einmündungen



Unfalltypen – Einmündungen



Blockierung der Furten



Zusammenfassung

Knotenpunkte mit Grünpfeil:

- weisen auffällig hohe Verunglückten- und Unfalldichten auf.
- weisen erhöhte Anteile von Abbiege- und Einbiegen/Kreuzen-Unfällen auf.
- weisen die höchsten Anteile hinsichtlich der Beteiligung nicht motorisierter Verkehrsteilnehmer auf – insbesondere Radfahrer sind überdurchschnittlich häufig in Unfälle verwickelt.
- weisen die höchsten Unfallkosten hinsichtlich der Unfallkonstellationen Zusammenstoß mit „Vorfahrtrechtlich Übergeordneten“ Fahrzeug, sowie Fußgänger beim Abbiegen („Fußgänger Abbiegen“)
- ***Unfälle aufgrund der Grünpfeil-Regelung:***
- sind vor allem auf Zusammenstöße zwischen Grünpfeil-Nutzer und Radfahrer sowie Grünpfeil-Nutzer und vorfahrtrechtlich übergeordnetes Kraftfahrzeug von links zurückzuführen.
- führen in mehr als 50 % der Fälle zu Personenschaden.

(Empfehlungen)

- Sehr restriktive Anwendung der Grünpfeil-Regelung, da sicherheitskritisch
- Anpassung der Kriterien nach VwV-StVO:
 - Grenzwerte zur Überprüfung des Unfallgeschehens
 - Anzahl Fahrstreifen für den übergeordneten Strom
 - zulässige Geschwindigkeit
 - Konkretisierung oder Erweiterung des Ausschlusskriteriums der ausreichenden Sicht der Rechtsabbieger auf Fußgänger- und Fahrzeugverkehr der freigegebenen Verkehrsrichtungen insbesondere hinsichtlich der Sicht nach rechts.

Ausblick

- Reisezeitmessungen
- Detaillierte Unfallauswertung

Kreuzungsunfälle

- Neue Technologie kann nur bedingt Unfallgeschehen und Unfallfolgen reduzieren.
(Abbiegeassistent, Totwinkelwarner, Kreuzungsassistent, Notbremsassistent, Frontschutzsysteme...)
- Sichere Führung des Radverkehrs (s. ERA 2010)
- Sichtbeziehungen herstellen!
- Vermeidung von bedingt verträglichen Strömen durch eigene Phasen für Abbieger bzw. Fußgänger!

Der Kreisverkehr – eine runde Sache?



Kleine Kreisverkehrsplätze gelten sowohl in Deutschland als auch im Ausland als ausgesprochen sichere Verkehrsanlagen.

Stimmt das auch innerorts?

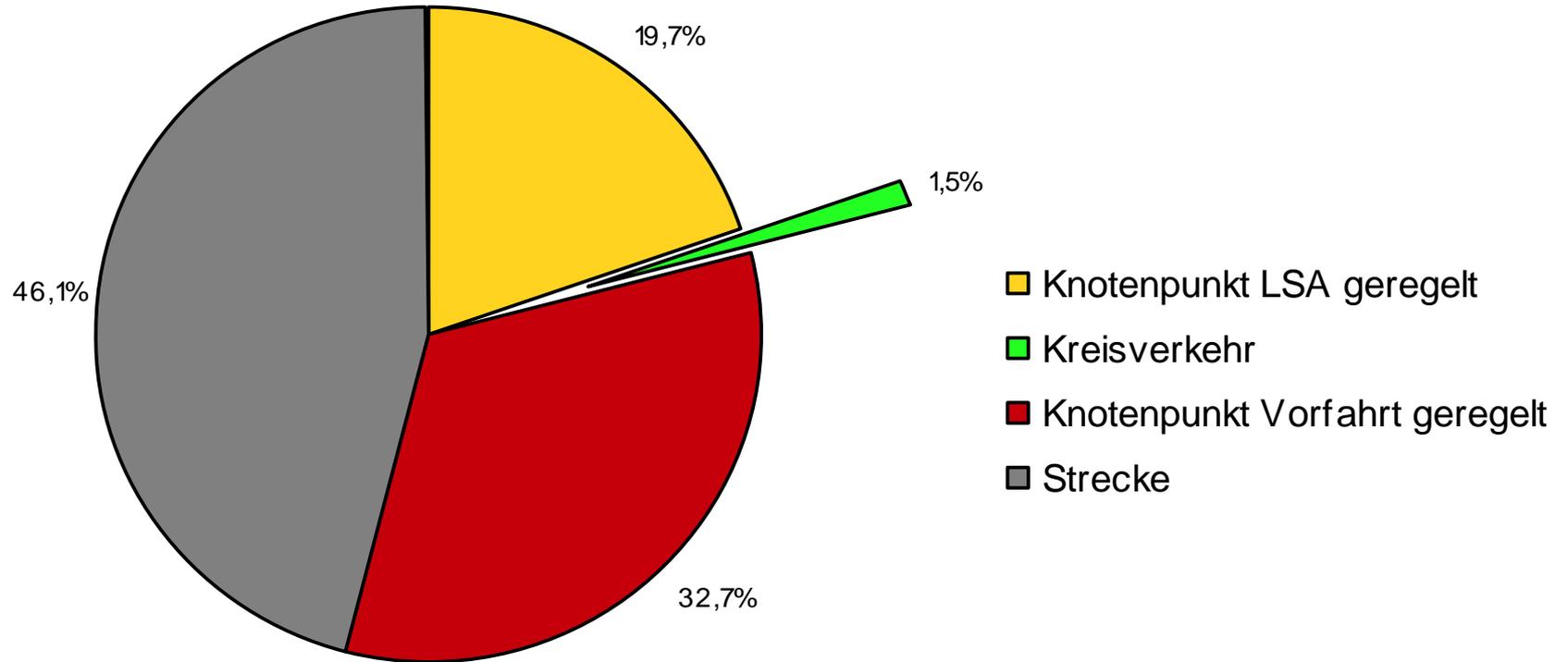
Profitieren auch Radfahrer vom Sicherheitsgewinn?

Vorgehen

- **Literaturrecherche**
- **Makroanalyse des Unfallgeschehens**
Ganz Nordrhein-Westfalen
6 Jahre, Kat 1-4 und 6
400.000 Unfälle igO
5.811 Unfälle an Kreisverkehren
- **Mikroanalyse**
100 ausgesuchte Kreisverkehre in Deutschland
Unfallgeschehen 3 Jahre, Kat 1-6, 1015 Unfälle
Gestaltungsmerkmale und Verkehrsbelastungen
- **Verhaltensbeobachtung**
10 ausgesuchte Kreisverkehre
Videoanalyse jeweils 4 bis 5 Stunden

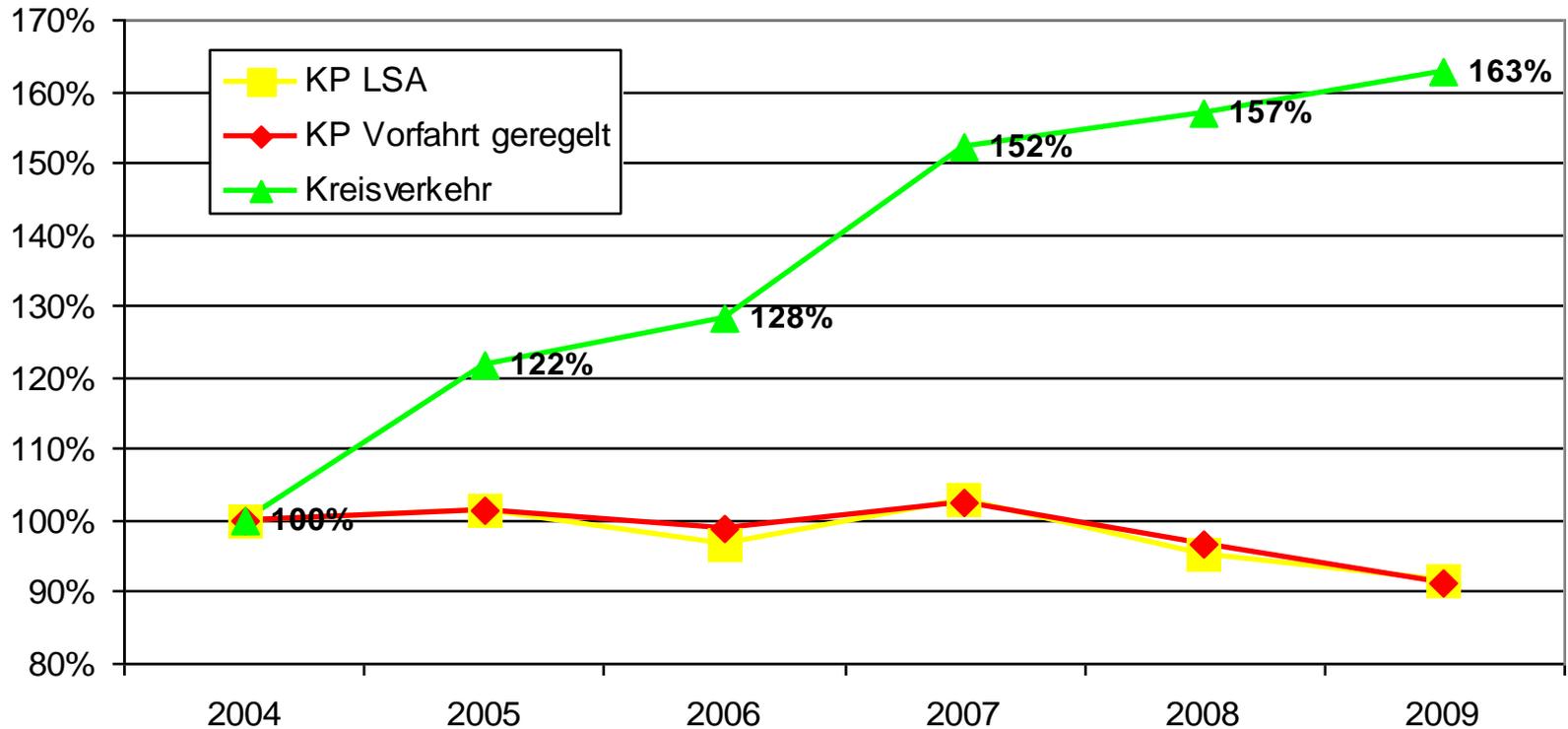
Unfälle igO, NRW 2004-2009

Kat 1-4 u. 6



Entwicklung Unfälle an KP, igO

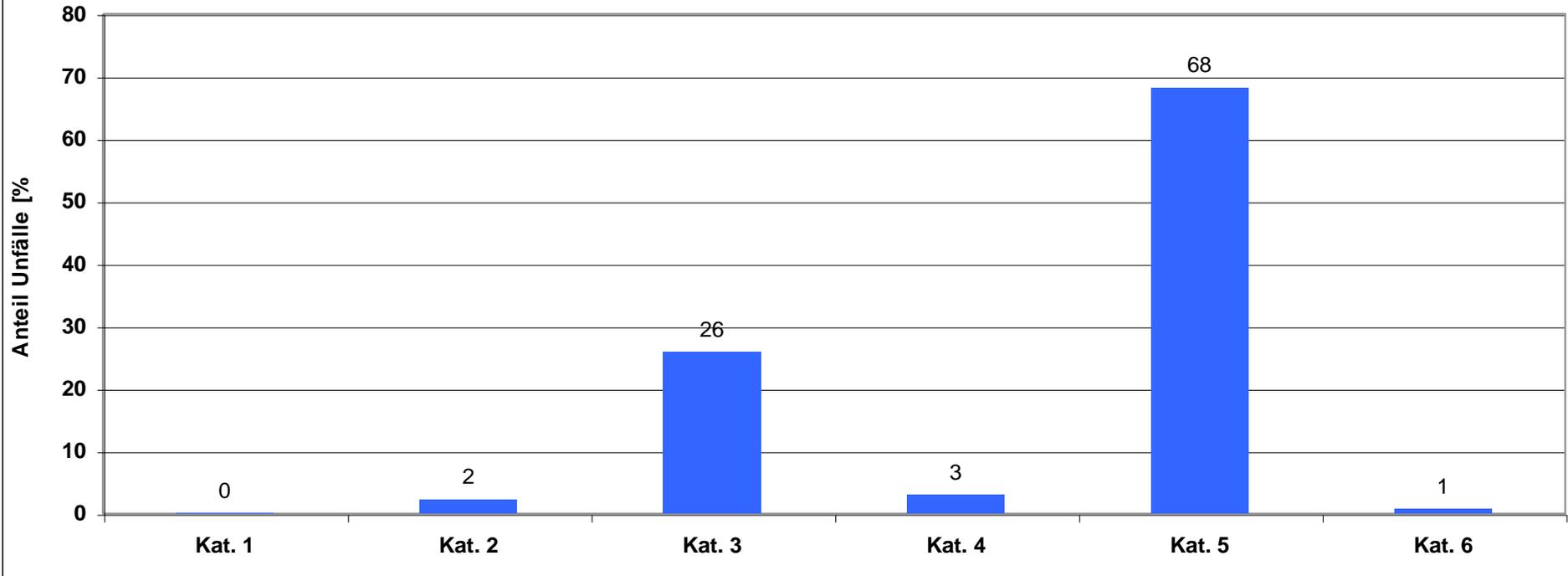
NRW, Kat 1-4 u. 6



Unfallgeschehen an 100 ausgewählten KV

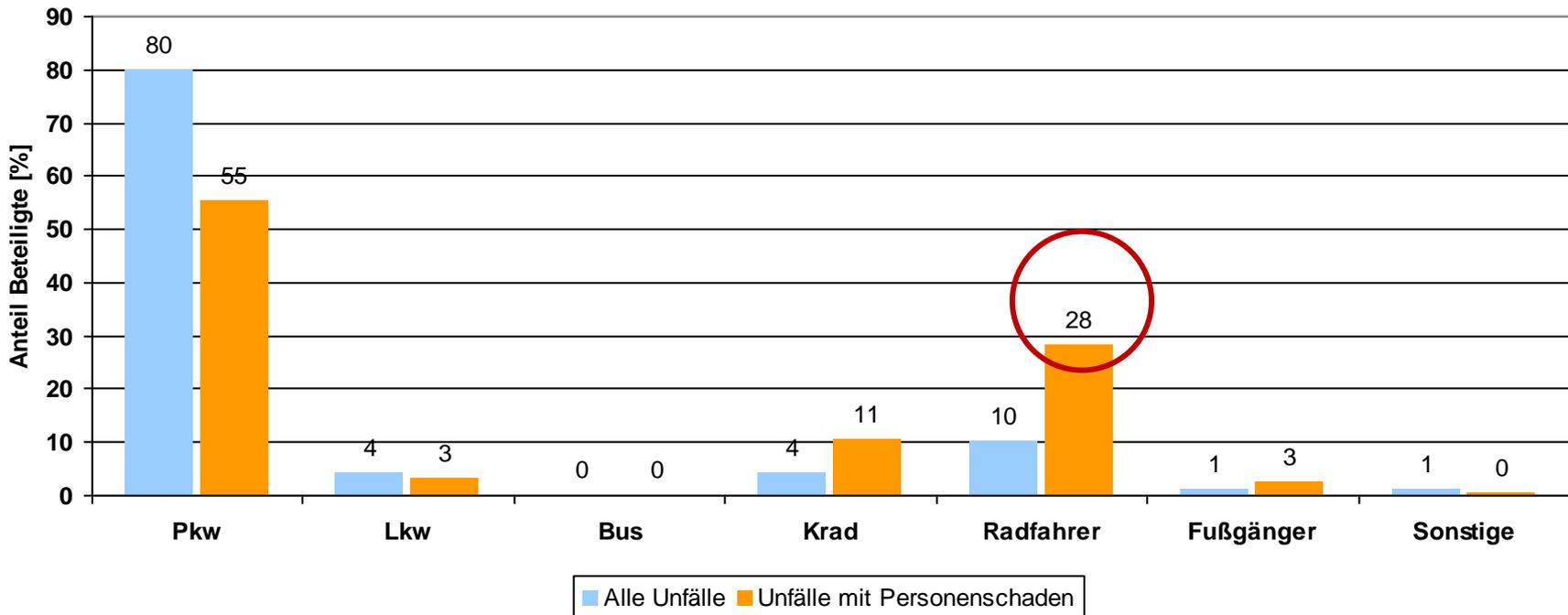
1.015 Unfälle, 2008-2010

Unfälle nach Unfallkategorien

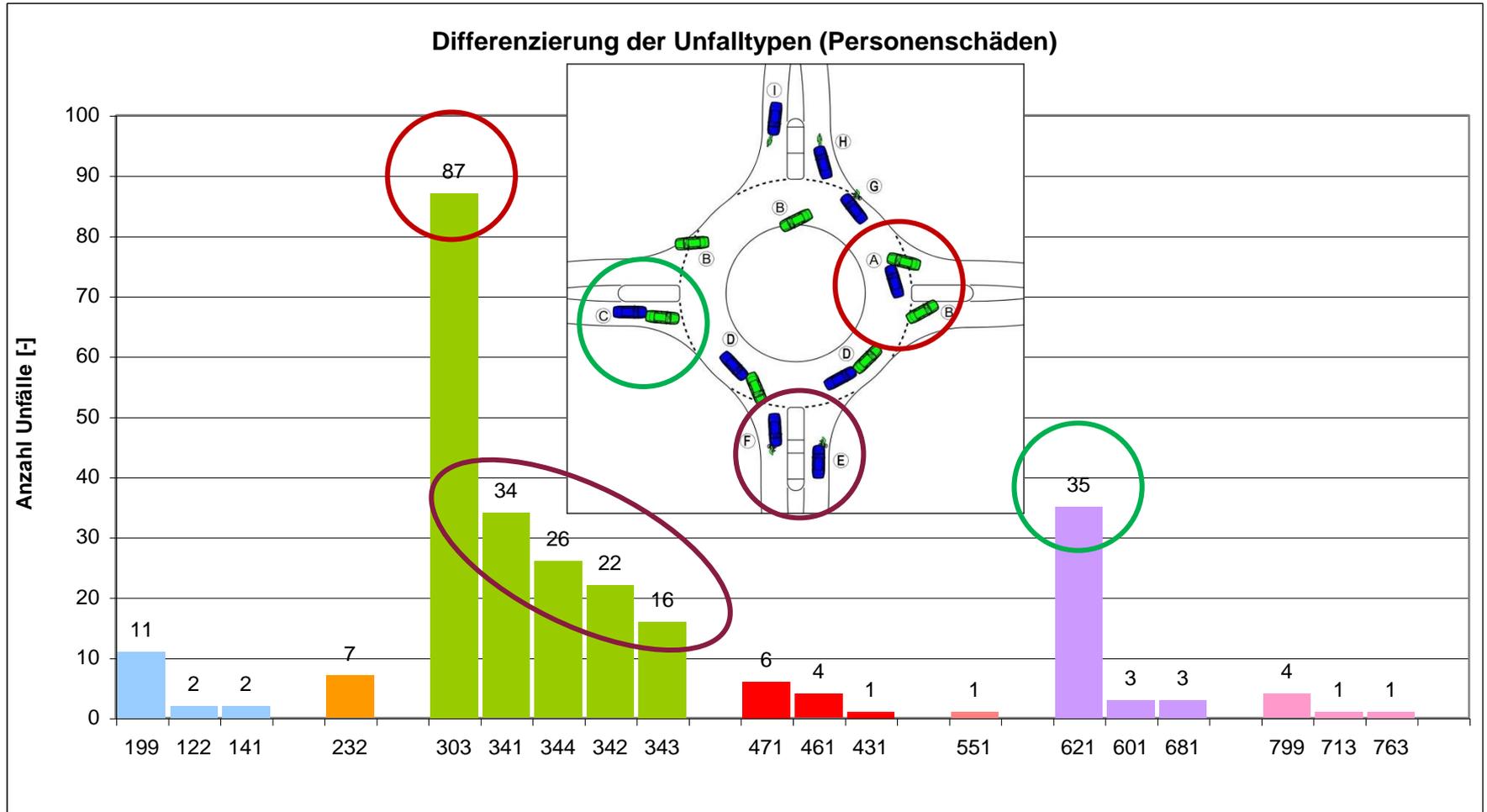


Analyse der Unfallstruktur

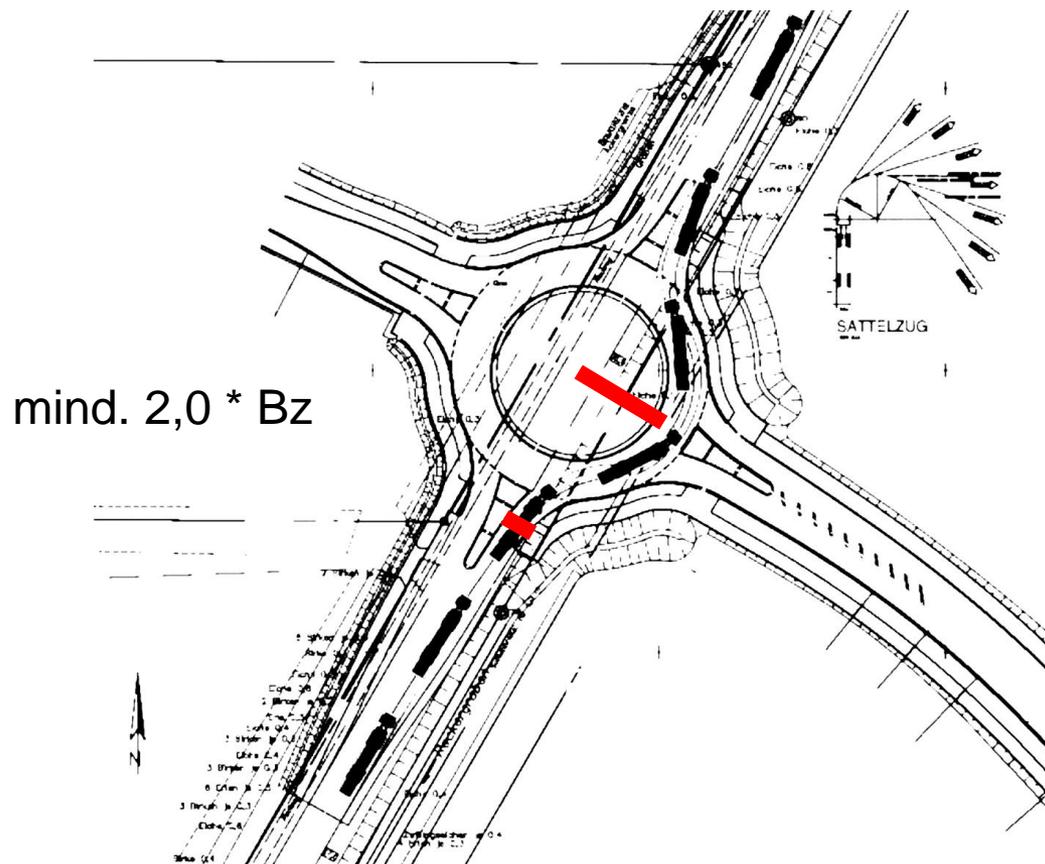
Vergleich nach Unfallbeteiligung



Analyse der Unfallstruktur – Personenschäden



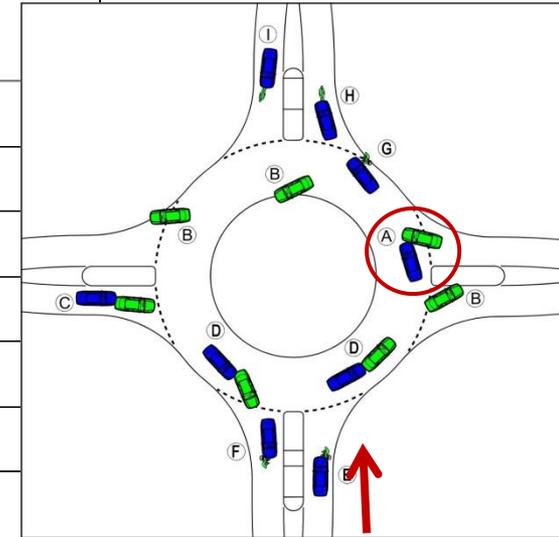
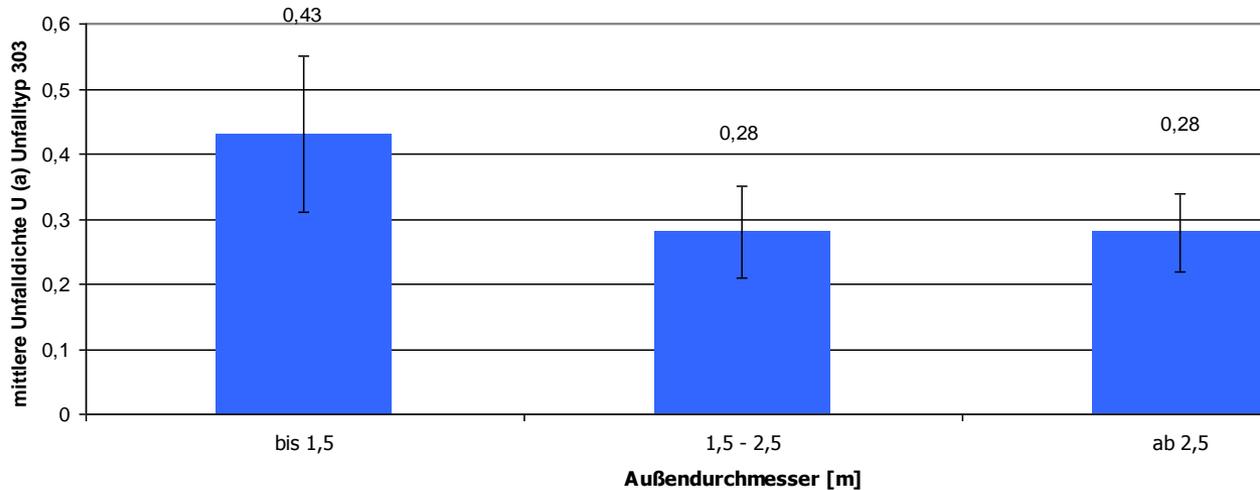
Maß der Ablenkung und Unfallgeschehen



Ablenkung und Unfallgeschehen

Annahme: Unzureichende Ablenkung in der zurückliegenden Zufahrt führt zu erhöhten Anzahl an Einbiegen-Kreuzen-Unfällen (Unfalltyp 303) in der Folgezufahrt

Unfalldichte nach Ablenkungsmaß in der zurückliegenden Zufahrt



Fußgängerführung im Regelwerk



Fußgänger

In allen Knotenpunktarmen sind Fahrbahnteiler mit Querungsmöglichkeiten vorzusehen

Die Querungsstellen sind um 4 bis 5 m abzusetzen, bei Radfahrerfurten bis zu 8 m.

Innerhalb bebauter Gebiete **sollten** die Querungsstellen als Fußgängerüberwege ausgebildet werden.

Radverkehrsführung und Unfallgeschehen

- Mischverkehr (A)



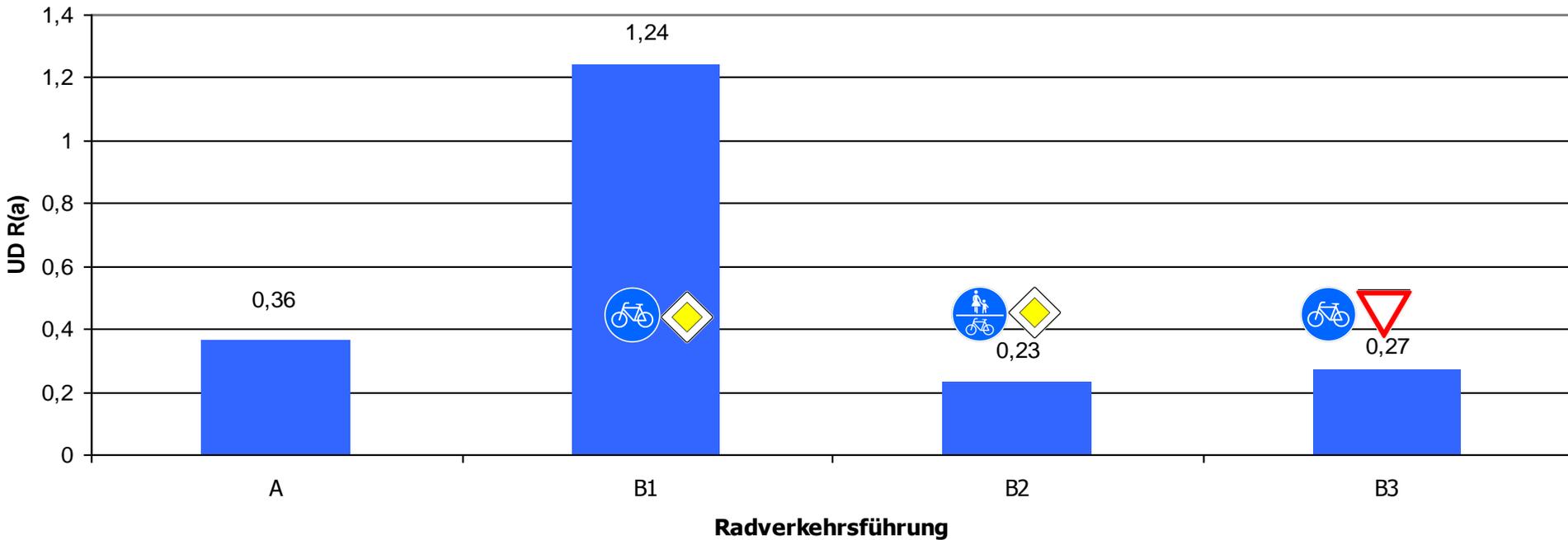
  Umlaufende Radwege mit Überordnung des Radverkehrs (B1)

  Umlaufende gemeinsame Geh-/Radwege mit Furt (B2)

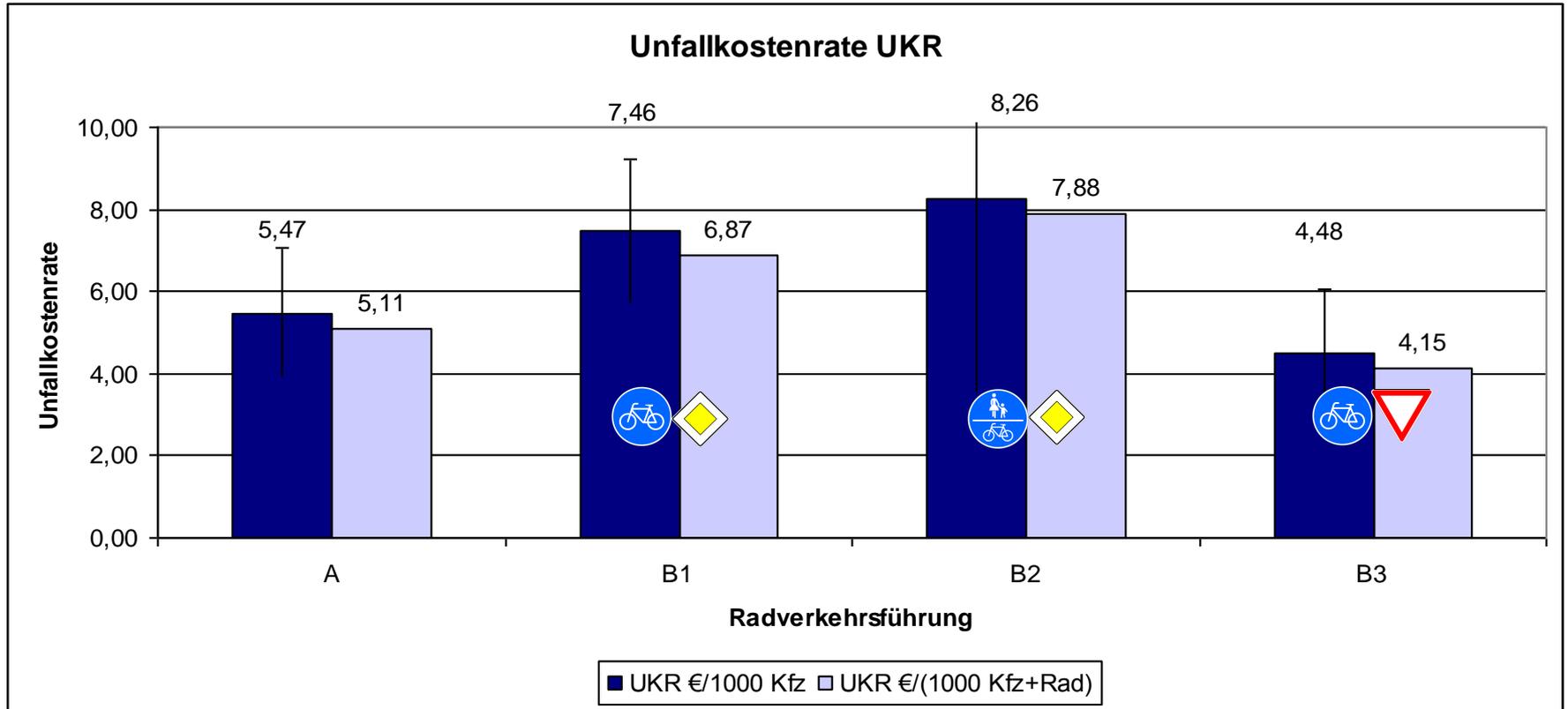
  Umlaufende Radwege mit Unterordnung des Radverkehrs (B3)

Unfalldichte (Unfälle mit Radfahrerbeteiligung)

Unfalldichte der Radfahrerunfälle nach Radverkehrsführung



Unfallkostenrate



Fazit

- Nach Merkblatt gestaltete Kreisverkehre sind relativ sicher.
- Mischverkehr auf Kreisfahrbahn ist sicherste Form der Radverkehrsführung, auch bei hohen Belastungen.
- Radwege mit Bevorrechtigung (Furtmarkierungen) sind unsicherste Führungsform und bieten für Radverkehr keine Verbesserung gegenüber signalisierten Knotenpunkten (aber auch keine Verschlechterung).
- Ablenkmaß einhalten!
- Markierte innenringe ungeeignet!

Verstehen alle immer, was wir geplant haben?



Verkehrsverhalten

Verhalten bei Interaktion von ... % beobachtet			Bei Konflikt
	Fehlender Schulterblick (zunehmend häufiger bei älteren Af)	19,2 %	Häufiger bei Konflikt (33,3 %)
	Kein Blinken	1,9 %	Vergleichbar
	Ablenkung (v.a. Handynutzung)	4,7 %	Vergleichbar
	Rotlichtverstoß (<i>Unfallursache 4,0 %</i>)	0,3 %	nicht bewertbar
	Regelwidr. Annäherung auf Gehweg	3,8 %	Vergleichbar
	Fahren in falscher Richtung	17,4 %	Vergleichbar
	Queren an Fußgängerfurt bzw. rechts der Rf-Furt (ohne Linksfahrer)	13,3 % (5,6 %)	Häufiger bei Konflikt (24 %) (16,3 %)

- Sicherungsverhalten von Rf (Pedalierstopp, Abbremsen und Ausweichen) selten, aber bei Konflikt häufiger

→ Rotlichtverstoß ist selten, aber gefährlich

→ Häufig falsche Flächennutzung erhöht Konfliktwahrscheinlichkeit

Verkehrsverhalten Autofahrer

- Geschwindigkeit
- Unachtsamkeit beim Abbiegen
(Fehlender Schulterblick,
jeder Fünfte macht keinen!)
- Missachtung des Vorrangs

Verkehrsverhalten Autofahrer

- Geschwindigkeit
- Unachtsamkeit beim Abbiegen (Fehlender Schulterblick, jeder Fünfte macht keinen!)
- Missachtung des Vorrangs



Verkehrsverhalten Autofahrer

Kommunikation/Verkehrserziehung



Verkehrsverhalten Radfahrer

- Benutzung der falschen Fahrbahnseite
- Gehwegnutzung
- Geschwindigkeit
- Rotlichtmissachtung
- Alkoholeinfluss
- Achtsamkeit



Quelle: BZ-berlin.de, 03.12.2012

Ansprüche sichere Kreuzungen

- Einhaltung der Regelwerke
- Mögliche Konflikte minimieren
- Komplexität reduzieren
- Abbiegeunfälle verhindern
 - Erkennbarkeit, Eindeutigkeit
 - Sichtbeziehungen
 - Keine „bedingt verträglichen Ströme“
- Konsequente Verkehrssicherheitsarbeit
- Verkehrsverhalten beeinflussen, Regeln gelten für Alle!
 - Schulterblick, Abbiegeverhalten
 - Geisterradler
 - Gegenseitige Rücksichtnahme

SCHONT
NERVEN

KOSTET
NICHTS

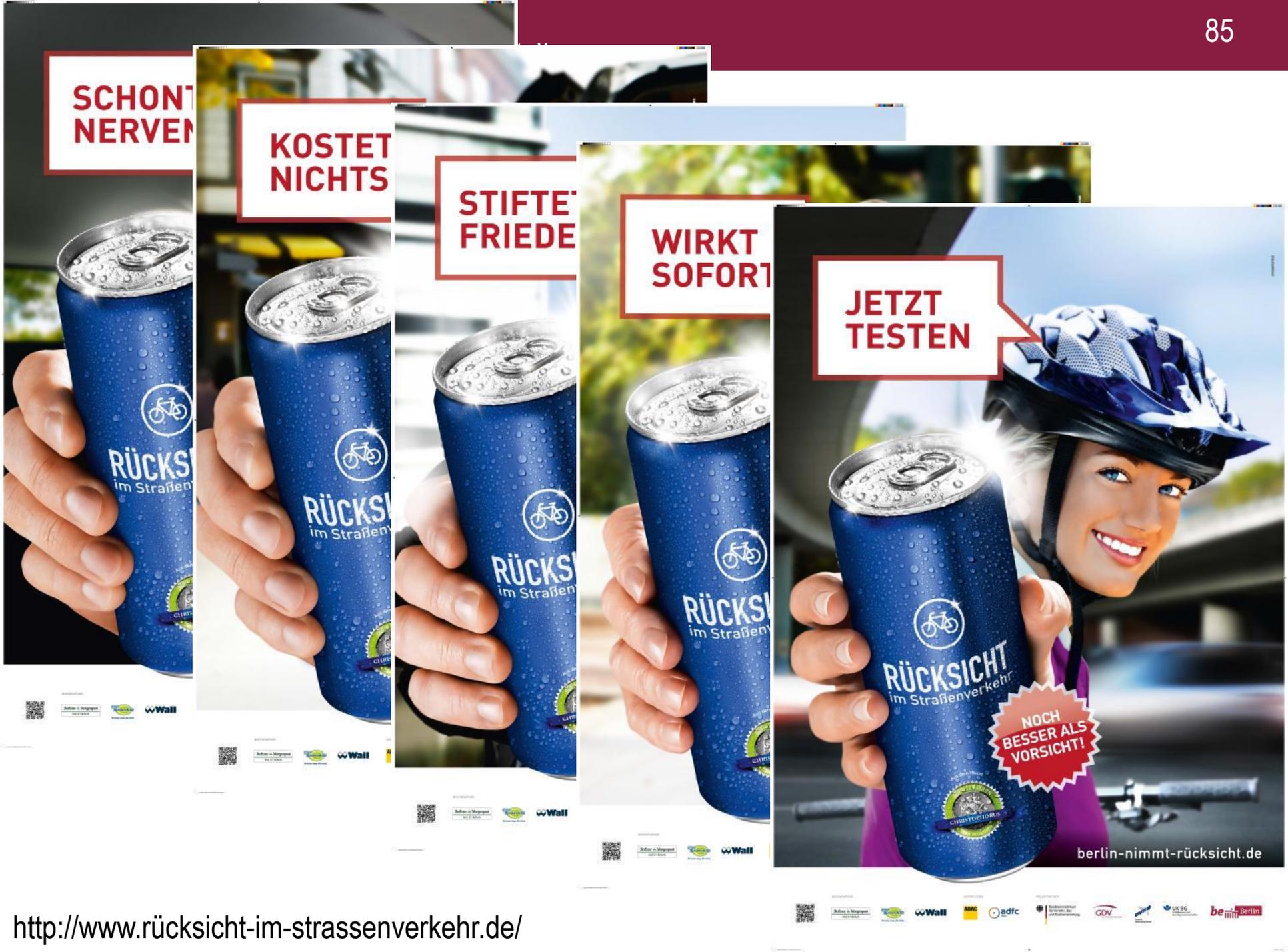
STIFTE
FRIEDE

WIRKT
SOFORT

JETZT
TESTEN

NOCH
BESSER ALS
VORSICHT!

berlin-nimmt-ruecksicht.de





**Danke für Ihre
Rücksichtnahme**

Unfallforschung der Versicherer

Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.

Wilhelmstraße 43/43G

10117 Berlin

Tel. 030-2020-5820

unfallforschung@gdv.de

www.udv.de