REGIO-PROTECT

Streckengeometrische Einflussfaktoren auf die Unfallhäufigkeit

IPV
Institut für Prävention und Verkehrssicherheit
Forschung ▪ Evaluation ▪ Beratung ▪ Fortbildung

LAND BRANDENBURG

Unfallursachen

- Verkehrsunfälle sind selten auf eine Ursache zurückzuführen, sie entstehen vielmehr multikausal durch eine Wechselwirkung zwischen folgenden Einflussgrößen:

Fahrer*in
(z. B. Fahrerfahrung, Ablenkung)

Umgebung
(z. B. Straßengeometrie, Witterung)

Fahrzeug
(z. B. technische Mängel)

Streckengeometrische Einflussfaktoren auf die Unfallhäufigkeit

– Überblick –

- In Bezug auf die Streckengeometrie gibt es eine Vielzahl an Parametern bzw. Faktoren, die mit der Unfallhäufigkeit in Zusammenhang stehen.
- Bei der Untersuchung streckengeometrischer Einflussfaktoren werden die folgenden drei Bereiche unterschieden:

Freie Fahrt

Kreuzung und Einmündung

Kreisverkehr

Einflussfaktoren auf freien Strecken

– Überblick –

- Auf freien Strecken wirken sich die „Streckenführung“, der „Höhenplan“ und der „Straßenquerschnitt“ auf die Unfallhäufigkeit aus:

Streckenführung

Höhenplan

Straßenquerschnitt

Einflussfaktoren auf freien Strecken

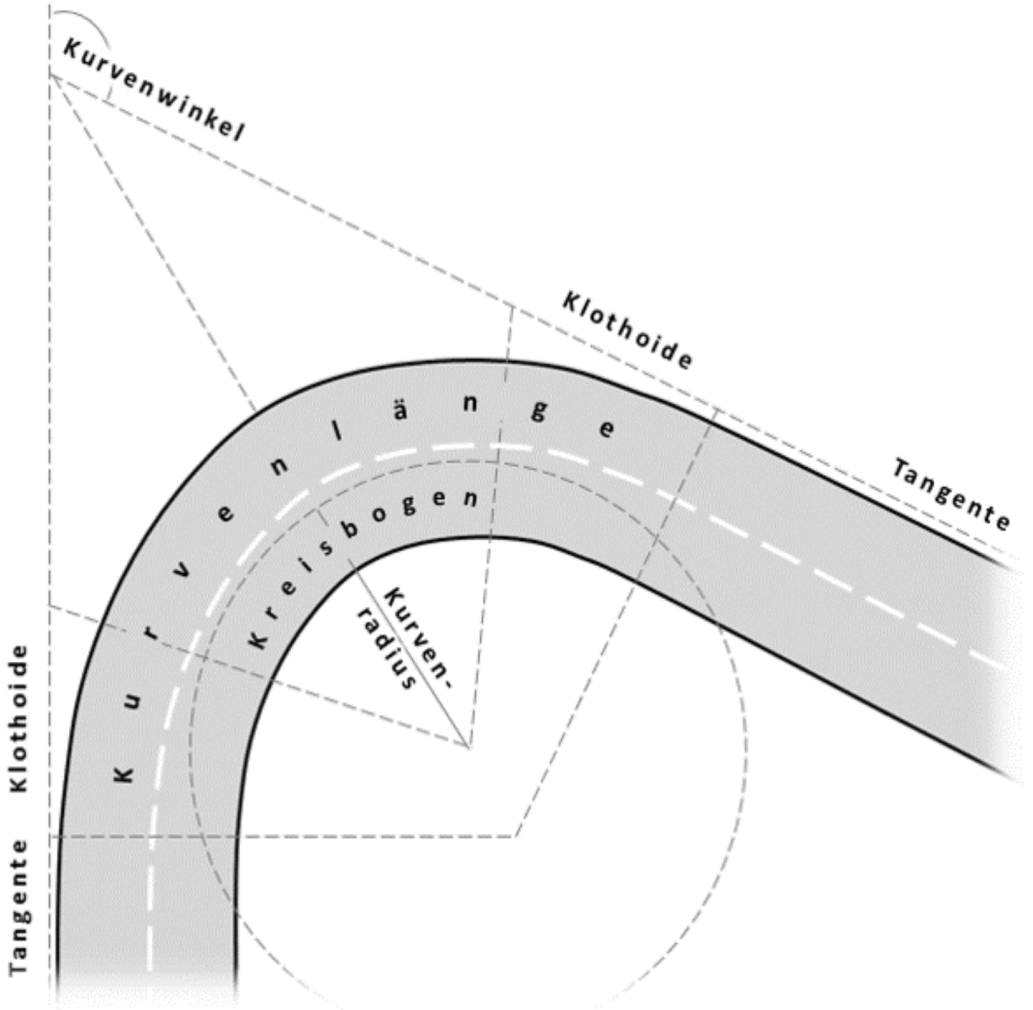
– Streckenführung –

- Die Sichtweite ist die maximale Distanz, die man entlang der Streckenführung einsehen kann.
  - → In der Praxis wird die Sichtweite häufig durch vertikale Kurven (z. B. Bergkuppen) oder in horizontalen Kurven durch Hindernisse (z. B. Bepflanzung am Straßenrand) eingeschränkt.
  - → Bei plötzlich oder unerwartet auftretenden Hindernissen kann dies zu einer verzögerten adäquaten Fahrerreaktion führen.
  - → Die frühzeitige Erfassung des Streckenverlaufs und die Erwartungen der Fahrer*innen (z. B. bei Überholvorgängen) wirken sich auf das Fahrverhalten aus (große Sichtweite = hohe Geschwindigkeit, geringe Sichtweite = geringe Geschwindigkeit).
- Die Befundlage zum Einfluss der Sichtweite auf das Unfallrisiko ist nicht eindeutig.
  - → Tendenziell steigt das Unfallrisiko mit abnehmender Sichtweite.
- Für die Straßengestaltung wird für Streckenabschnitte mit einer Geschwindigkeitsbegrenzung von 70 km/h eine Sichtweite von mindestens 100 m und bei 130 km/h von mindestens 300 m empfohlen.

Einflussfaktoren auf freien Strecken

– Kurven 1 –

- Durch Reiserichtungswechsel oder topographische Besonderheiten wird in der Straßenplanung der Einsatz von Kurven notwendig.
- Kurven werden am häufigsten anhand ihres Radius, ihres Winkels und ihrer Länge charakterisiert. Darüber hinaus werden die Tangente, der Übergangsbogen und der Kreisbogen unterschieden.
  - → Einzelne Kurvenparameter (z. B. Kurvenradius und Kurvenlänge) hängen miteinander zusammen.
- Mit steigender Anzahl der gefährlichen Parameter-konfigurationen einer Kurve (z. B. kleiner Radius, großer Kurvenwinkel oder große Kurvenlänge) erhöht sich das Unfallrisiko.



Einflussfaktoren auf freien Strecken

– Kurven 2 –

- Im Folgenden sind die wesentlichen Kurvenparameter und ihr Einfluss auf die Unfallhäufigkeit dargestellt:

Kurvenradius

Kurvenwinkel

Kurvenlänge

Übergangsbögen

- Der Kurvenradius sollte möglichst hoch und die Kurve gut einsehbar sein, damit die Geschwindigkeit rechtzeitig angepasst werden kann.
- Je geringer der Kurvenradius auf autobahnähnlichen Strecken und auf Landstraßen, desto höher das Unfallrisiko.
  - → Mit steigendem Radius verringert sich die Unfallhäufigkeit (bis zu 80 %).
  - → Ab einem Radius von 400 m findet keine Verringerung mehr statt.
- Der Einfluss des Kurvenradius ist kontextabhängig.
  - → Kurven mit engem Radius sind gefährlich, wenn eine lange Tangente vorausgegangen ist.
  - → Eine enge Kurve ist vergleichsweise ungefährlich, wenn sie auf andere relativ enge Kurven folgt.
  - → Große Bedeutung haben die Erwartungen der Fahrer*innen und die mit ihnen verbundenen (Fehl-)Einschätzung der Kurve.

Einflussfaktoren auf freien Strecken

– Kurven 2 –

- Im Folgenden sind die wesentlichen Kurvenparameter und ihr Einfluss auf die Unfallhäufigkeit dargestellt:

Kurvenradius

Kurvenwinkel

Kurvenlänge

Übergangsbögen

- Der Kurvenwinkel gilt als Maß für die Enge beziehungsweise Schärfe einer Kurve.
- Die empirischen Befunde legen weitestgehend nahe, dass die Unfallhäufigkeit mit zunehmendem Kurvenwinkel steigt (je schärfer die Kurve, desto höher das Unfallrisiko).
- Dieser Zusammenhang gilt auf städtischen Straßen, Landstraßen und autobahnähnlichen Straßen.

Einflussfaktoren auf freien Strecken

– Kurven 2 –

- Im Folgenden sind die wesentlichen Kurvenparameter und ihr Einfluss auf die Unfallhäufigkeit dargestellt:

Kurvenradius

Kurvenwinkel

Kurvenlänge

Übergangsbögen

- Empirische Studien belegen, dass auf innerstädtischen und autobahnähnlichen Straßen mit steigender Kurvenlänge die Unfallhäufigkeit steigt.
- Kurven stellen kein punktuelles, sondern ein kontinuierliches Unfallrisiko dar.
  - → Das Unfallrisiko ist für die gesamte Kurvendurchfahrt erhöht.
  - → Kurven sind nicht nur an vereinzelten Stellen (z. B. am Scheitelpunkt einer Kurve) gefährlich.

Einflussfaktoren auf freien Strecken

– Kurven 2 –

- Im Folgenden sind die wesentlichen Kurvenparameter und ihr Einfluss auf die Unfallhäufigkeit dargestellt:

Kurvenradius

Kurvenwinkel

Kurvenlänge

Übergangsbögen

- Übergangsbögen werden zwischen geraden Strecken (Tangenten) und Kreisbögen verwendet.
  - → Übergangsbögen sind durch eine variable Krümmung charakterisiert.
  - → Die häufigste Form ist die Klothoide – der Krümmungsverlauf steigt bei Kurveneintritt linear an und bei Kurvenaustritt linear ab.
- Querbeschleunigungen und Rollmoment eines Fahrzeugs sind bei Klothoiden deutlich geringer ausgeprägt als beim abrupten Übergang von einer Tangente auf einen Kreisbogen.
  - → Kurve wird weniger geschnitten
  - → Angrenzender Fahrstreifen wird seltener übertreten
- Empirische Befunde zeigen, dass Klothoiden mit einem sichereren Fahrverhalten, weniger Lenkkorrekturen und einem geringeren Unfallrisiko einhergehen.

Einflussfaktoren auf freien Strecken

– Kurvigkeit und Streckenverlauf –

- Unter Kurvigkeit wird die Summe der Winkeländerungen geteilt durch die Länge der Untersuchungsstrecke verstanden. Demnach besitzt eine Strecke eine umso höhere Kurvigkeit, je mehr (schärfere) Kurven vorhanden sind.
- Empirische Befunde zeigen, dass das Unfallrisiko tendenziell mit der Anzahl der Kurven steigt – sowohl auf innerstädtischen als auch auf autobahnähnlichen Straßen.
- Die vorausgegangene Kurvigkeit einer Strecke hat bedeutsamen Einfluss auf die Unfallhäufigkeit in einer Kurve.
  - → Das Unfallrisiko einer scharfen Kurve ist umso niedriger, je kurviger der vorausgegangene Streckenverlauf ist, da die gefahrene Geschwindigkeit eher in kurvigen Streckenabschnitten adäquat angepasst wird.

Einflussfaktoren auf freien Strecken

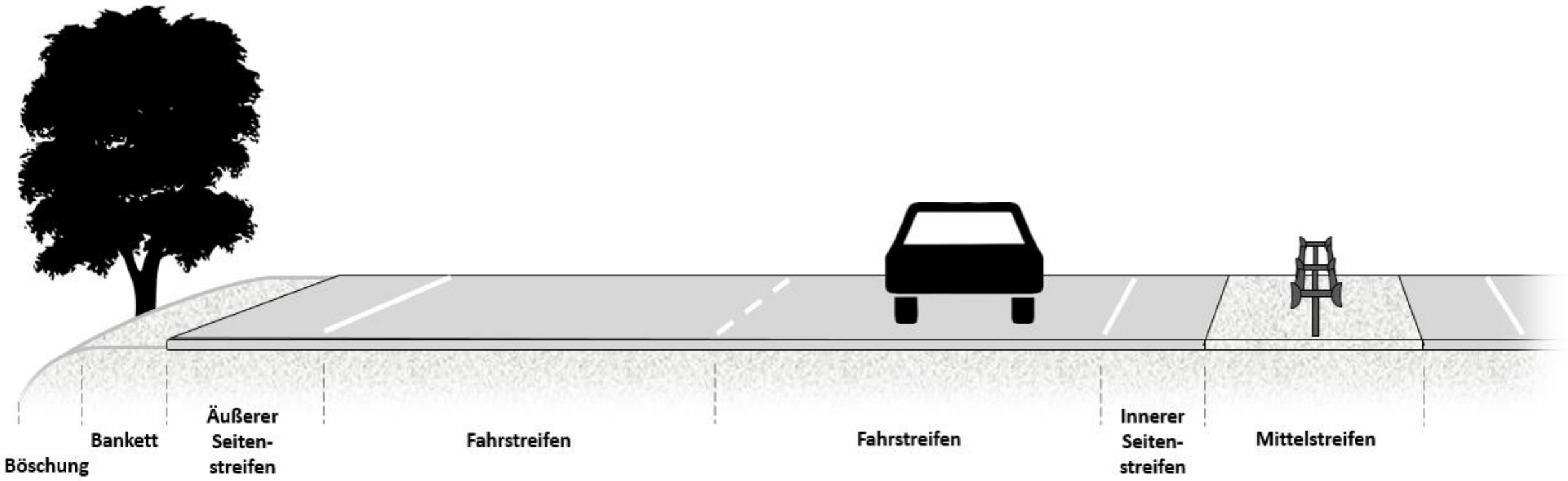
– Höhenplan –

- Vertikale Kurven (Auf-und-Ab-Verläufe einer Straße) sind vorhanden, wenn topographische Gegebenheiten (z. B. Täler im Gebirge) keine andere Streckenführung zulassen oder wenn Verkehrswege überbrückt werden müssen.
  - → Straßenkuppen sind durch eine eingeschränkte Sichtweite charakterisiert.
  - → In Straßensenken ist insbesondere die Scheinwerfersichtweite reduziert.
- Viele Studien verweisen auf einen positiven Effekt vertikaler Kurven: Mit steigender Anzahl reduziert sich die Unfallhäufigkeit um bis zu vier Prozent und die Unfallschwere ist vermindert.
- Bei Strecken mit Steigungen oder Gefällen erhöht sich dagegen das Unfallrisiko.
  - → Unfallrisiko bei Strecken mit Gefällen höher als bei Strecken mit Steigungen
  - → Fahrzeuge weisen im Gefälle oder in der Steigung mehr Variabilität hinsichtlich ihrer Geschwindigkeiten auf (hohe Differenzgeschwindigkeiten erhöhen das Risiko von Staus und Auffahrunfällen).

Einflussfaktoren auf freien Strecken

– Straßenquerschnitt 1 –

- Der Straßenquerschnitt setzt sich aus folgenden Parametern zusammen:



Einflussfaktoren auf freien Strecken

– Straßenquerschnitt 2 –

- Im Folgenden sind die Parameter des Straßenquerschnitts und ihr Einfluss auf die Unfallhäufigkeit dargestellt:

Fahrstreifen-breite

Querneigung

Anzahl der Fahrstreifen

Seitenstreifen

Mittelstreifen

Bankett und Böschung

- In Regelwerken sind Vorgaben zur Fahrstreifenbreite enthalten.
  - → Vorgaben sind von einer Vielzahl von Faktoren abhängig (z. B. Toleranz für Fahrfehler)
- Empirische Befunde zeigen, dass mit zunehmender Fahrstreifenbreite die Unfallhäufigkeit sinkt.
  - → Effekt zeigt sich auf Landstraßen und auf autobahnähnlichen Straßen; auf städtischen Straßen ist ein gegenteiliger Effekt zu beobachten.
  - → Ab einer Fahrstreifenbreite von 3,0 m bis 3,4 m sinkt das Unfallrisiko nicht mehr.

Einflussfaktoren auf freien Strecken

– Straßenquerschnitt 2 –

- Im Folgenden sind die Parameter des Straßenquerschnitts und ihr Einfluss auf die Unfallhäufigkeit dargestellt:

Fahrstreifen-breite

Querneigung

Anzahl der Fahrstreifen

Seitenstreifen

Mittelstreifen

Bankett und Böschung

- Die Querneigung ist die Neigung der Fahrbahnoberfläche quer zur Straßenachse bzw. zur Fahrtrichtung.
  - → Zentrale Aufgabe besteht in der Entwässerung der Fahrbahnoberfläche.
  - → In Kurven werden Querneigungen zusätzlich genutzt, um die während einer Kurvenfahrt herrschenden lateralen Beschleunigungen und Zentrifugalkräfte abzufangen und damit die Haftung der Reifen auf der Straße zu erhöhen.
- Empirische Befunde belegen einen positiven Effekt der Querneigungen auf die Verkehrssicherheit (v. a. in Kurven).
  - → Eine optimal gewählte Querneigung kann das Unfallrisiko um 10 Prozent reduzieren.

Einflussfaktoren auf freien Strecken

– Straßenquerschnitt 2 –

- Im Folgenden sind die Parameter des Straßenquerschnitts und ihr Einfluss auf die Unfallhäufigkeit dargestellt:

Fahrstreifen-breite

Querneigung

Anzahl der Fahrstreifen

Seitenstreifen

Mittelstreifen

Bankett und Böschung

- Anzahl der Fahrstreifen richtet sich nach dem erwarteten oder beobachteten Verkehrsaufkommen.
- Der Einfluss der Fahrstreifenanzahl auf die Unfallhäufigkeit ist vom Straßentyp abhängig:
  - → Geringeres Unfallrisikos mit zunehmender Fahrstreifenanzahl auf Landstraßen und autobahnähnlichen Straßen
  - → Erhöhtes Unfallrisiko mit zunehmender Fahrstreifenanzahl auf innerstädtischen Straßen
- Die empirische Befundlage ist allerdings inkonsistent.

Einflussfaktoren auf freien Strecken

– Straßenquerschnitt 2 –

- Im Folgenden sind die Parameter des Straßenquerschnitts und ihr Einfluss auf die Unfallhäufigkeit dargestellt:

Fahrstreifen-breite

Querneigung

Anzahl der Fahrstreifen

Seitenstreifen

Mittelstreifen

Bankett und Böschung

- Seitenstreifen erfüllen verschiedene Funktionen:
  - → Strukturelle Funktion (z. B. seitliche Befestigung der Straße)
  - → Verkehrssicherheitsrelevante Funktion (z. B. Verfügbarkeit einer Sicherheitsfläche, Fahrstreifen für Radfahrende)
- Empirische Befunde zeigen, dass das Vorhandensein eines Seitenstreifens mit einer verminderten Unfallhäufigkeit von bis zu 40 Prozent einhergeht.
  - → Mit zunehmender Breite des Seitenstreifens reduziert sich die Unfallhäufigkeit auf städtischen und autobahnähnlichen Straßen.
  - → Die Verwendung von Rüttelstreifen auf dem Seitenstreifen führt zu einer Verminderung des Unfallrisikos um bis zu 16 Prozent.

Einflussfaktoren auf freien Strecken

– Straßenquerschnitt 2 –

- Im Folgenden sind die Parameter des Straßenquerschnitts und ihr Einfluss auf die Unfallhäufigkeit dargestellt:

Fahrstreifen-breite

Querneigung

Anzahl der Fahrstreifen

Seitenstreifen

Mittelstreifen

Bankett und Böschung

- Mittelstreifen erfüllen verschiedene Funktionen:
  - → Verhinderung von Konflikten zwischen Verkehrsflüssen entgegengesetzter Richtungen, Unterbindung von willkürlichen Überquerungs- oder Wendemanövern, Schutzfläche für linksabbiegende Fahrzeuge, für Fußgänger*innen, für Pannenfahrzeuge oder für Verkehrszeichen
  - → Die Mittelstreifenbreite ist von der Nutzungsart abhängig.
- Empirische Befunde belegen den positiven Einfluss von Mittelstreifen auf die Verkehrssicherheit für alle Straßentypen.
  - → Dabei spielen die Art und die Breite des Mittelstreifens eine Rolle.
  - → Mit zunehmender Breite des Mittelstreifens und bei baulicher Trennung (z. B. Schutzzäune, erhöhte Mittelinsel, Leitplanken) beider Fahrtrichtungen zur Verhinderung von Frontalunfällen reduzieren sich das Unfallrisiko und die Unfallschwere.

Einflussfaktoren auf freien Strecken

– Straßenquerschnitt 2 –

- Im Folgenden sind die Parameter des Straßenquerschnitts und ihr Einfluss auf die Unfallhäufigkeit dargestellt:

Fahrstreifen-breite

Querneigung

Anzahl der Fahrstreifen

Seitenstreifen

Mittelstreifen

Bankett und Böschung

- Das Bankett ist der unbefestigte Seitenstreifen einer Straße. Er dient zur Befestigung und Entwässerung der Straße sowie zur Schadstoffrückhaltung.
- Die Böschung ist ein künstlicher Geländeknick mit Neigung.
- Bankett und Böschung bieten gesonderten Raum für Pannenfahrzeuge, Verkehrsbeschilderung und Leitplanken.
- Empirische Befunde zeigen einen Zusammenhang mit der Unfallhäufigkeit.
  - → Je geringer die Neigung einer Böschung und je größer die Distanz fester Objekte zum Straßenrand, desto geringer ist die Anzahl und Schwere der Unfälle.
  - → Der Einsatz von Schutzplanken in Banketten reduziert ebenfalls Unfallanzahl und -schwere; insbesondere auf Straßen mit Bäumen, Gesteinen oder steilen Abhängen.

Einflussfaktoren an Kreuzungen und Einmündungen

– Überblick 1 –

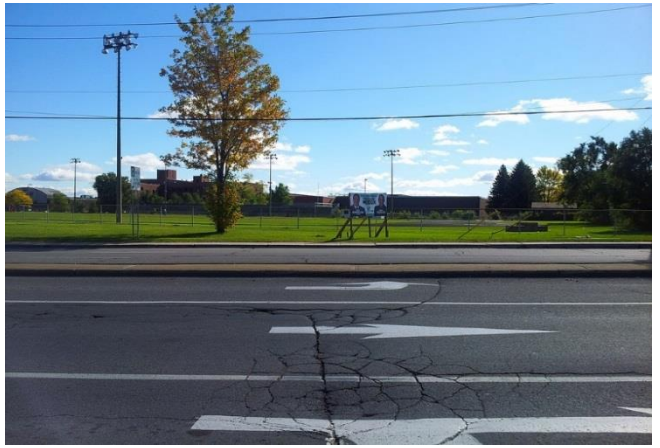
- Kreuzungen sind durch einen vierarmigen Knoten (max. 32 Konfliktpunkte) gekennzeichnet.
- Einmündungen stellen einen T-förmig ausgebildeten dreiarmigen Knoten (max. 9 Konfliktpunkte) dar.

- Kreuzungen weisen – innerhalb und außerhalb von Ortschaften – aufgrund der höheren Anzahl an Konfliktpunkten ein höheres Unfallrisiko auf.
  - → Das Unfallrisiko sinkt, wenn die Kreuzungsarme versetzt sind.

Einflussfaktoren an Kreuzungen und Einmündungen

– Parameter 1 –

- Vorfahrtszeichen können die Unfallhäufigkeit beeinflussen:
  - → Lichtsignalanlagen können die Anzahl der Verkehrsunfälle an Einmündungen um 15 Prozent und an Kreuzungen um 30 Prozent verringern.
  - → Positive Auswirkungen haben dabei separate Grünphasen für Fußgänger, verlängerte „Alle-Rot“-Phasen, separate Linksabbieger-Phasen und „Grüne Wellen“.
  - → Keine einheitlichen Ergebnisse gibt es zum Einfluss von vorfahrtsregelnden Verkehrszeichen (Stopp-Schilder bzw. „Halt – Vorfahrt gewähren!“-Zeichen)
- Ergebnisse zum Einfluss der Anzahl von Fahrstreifen an Kreuzungen und Einmündungen sind inkonsistent:
  - → Studien zeigen sowohl eine Reduzierung als auch Erhöhung der Unfallhäufigkeit mit zunehmender Fahrstreifenanzahl.
- Separate Abbiegefahrstreifen (sowohl Links- als auch Rechtsabbiegefahrstreifen) reduzieren das Unfallrisiko und die Unfallschwere.



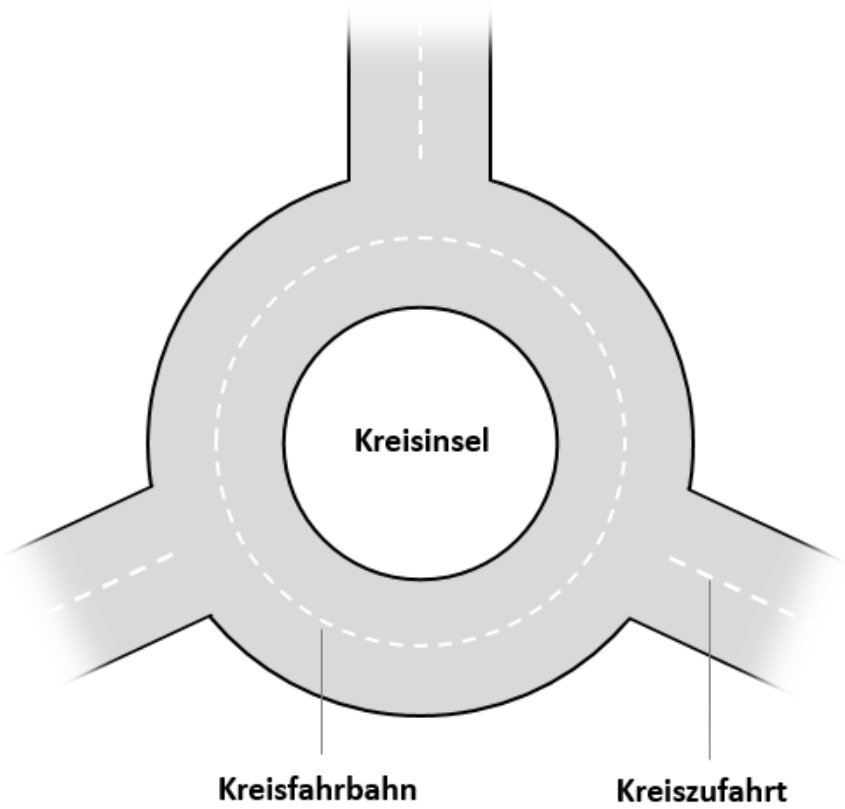
Einflussfaktoren an Kreuzungen und Einmündungen

– Parameter 2 –

- Mittelstreifen trennen Verkehrsflüsse entgegengesetzter Richtungen (z. B. durch Bepflanzung, Fahrbahnmarkierung, bauliche Trennung), um die Wahrscheinlichkeit von Frontalzusammenstößen zu verringern:
  - → Nachweisliche Reduzierung des Unfallrisikos (bis 35 %) durch Fahrbahnmarkierungen, Leitplanken, Barrieren und Verkehrsinseln
  - → Zusätzlich wirkt sich Breite des Mittelstreifens – je nach Straßentyp – auf das Unfallrisiko aus.
  - → Mit zunehmender Breite verringert sich das Unfallrisiko an Kreuzungen auf Landstraßen; auf innerstädtischen Straßen steigt es dagegen an.

Einflussfaktoren in Kreisverkehren

- Kreisverkehre verfügen über eine Vielzahl von Vorteilen gegenüber Kreuzungen und Einmündungen:
  - → Reduzierung der Anzahl der Konfliktpunkte
  - → Verkehrsbeobachtung nur einer Richtung
  - → Reduzierte und gleichmäßige Geschwindigkeit bei Umfahrung der Kreisinsel
- Reduktion der Unfallhäufigkeit um bis zu 60 Prozent und Verminderung der Unfälle mit Personenschäden um bis zu 85 Prozent im Vergleich zu Kreuzungen und Einmündungen
  - → Häufigste Unfalltypen in Kreisverkehren sind Unfälle bei Eintritt sowie Fahr- und Auffahrunfälle.
- Mit zunehmender Anzahl der Fahrstreifen erhöht sich das Unfallrisiko in Kreisverkehren.
- Kurvige Kreiszufahrten sind sicherer als gerade Kreiszufahrten (reduziertes Unfallrisiko, weniger Einbiege- und Fahrunfälle).



Zusammenfassung

- Aus dem aktuellen Forschungsstand geht hervor, dass es eine Vielzahl streckengeometrischer Faktoren gibt, die mit der Unfallhäufigkeit in Zusammenhang stehen.
  - → Zahlreiche Faktoren wirken sich positiv auf die Verkehrssicherheit aus (z. B. hohe Sichtweite, große Kurvenradien, breitere Fahrstreifen, vorhandene Seitenstreifen).
  - → Oftmals sind in der Fachliteratur inkonsistente Ergebnisse zur Wirksamkeit einzelner Einflussfaktoren zu finden.
  - → Zudem scheinen sich einzelne Parameter (z. B. enger Kurvenradius nach langer Tangente) wechselseitig zu beeinflussen.
  - → Eine bedeutsame Rolle im Hinblick auf das Unfallrisiko spielt die aus der Streckengeometrie resultierende Erwartung der Fahrer*innen zum weiteren Streckenverlauf.