

Die Zusammenfassungen sind teilweise stark veraltet (Vorlesungsinhalte aus vergangenen Semestern, alte Normen...) und sollten lediglich als Hilfestellung zum Verfassen eigener Zusammenfassungen dienen.

6 Verkehrssicherheit

- Einflussparameter: Linienführung, Ausbildung der Knotenpunkte, Straßenunterhaltungs- und Betriebsdienst
- Bewertung der Verkehrssicherheit anhand des zurückliegenden Unfallgeschehens

6.1 Unfallgeschehen

- Anzahl der Unfälle hat seit 1970 stetig zugenommen (heute 2,7 Mio), Zahl der Personenschäden etwa konstant (350.000), aber deutlich weniger Getötete (4.000). BAB sehr sicher (20.000 Unfälle)
- starke regionale Schwankungen in den Verunglücktenbelastungen: Strukturelle Unterschiede, Verkehrsverhalten, Anstrengungen auf dem Gebiet der Verkehrssicherheit
- absolute Unfallkenngrößen, z.B. Kosten: Getöteter 1,25 Mio.€, Schwerverletzter 85.000€, Leichtverletzter 3.700€
- relative Unfallkenngrößen: Unfalldichte UD $[\frac{U}{km \cdot a}]$, Unfallkostendichte UKD $[\frac{T€}{km \cdot a}]$, Unfallrate UR $[\frac{U}{10^6 \cdot Fz \cdot km}]$ und Unfallkostenrate UKR $[\frac{€}{10^3 \cdot Fz \cdot km}]$
- Bei allen Maßnahmen muss der volkswirtschaftliche Nutzen i.d.R. um ein vielfaches größer sein als die betrieblichen Ausgaben
- Verkehrssicherheit wird durch Anzahl und Schwere der Unfälle beschrieben

6.2 Beeinflussung der Verkehrssicherheit

- Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit in drei Bereichen: Einsicht (Aufklärung von Verkehrsteilnehmern und Verantwortlichen), Technik (Verbesserungen an Fahrzeug und Straße), Aufsicht (Kontrolle, Beeinflussung der rechtlichen Rahmenbedingungen)
- wesentliche Änderungen in den Rahmenbedingungen hatten deutlichen Einfluss auf die Zahl der Getöteten (Gurtpflicht, max. Tempo 100)
- weitere Einflüsse (ohne Zeitmarken): kontinuierliche Verbesserung von Straßennetz, Fahrzeugen, Rettungswesen und Notfallmedizin
- Verteilung des Unfallgeschehens im Straßennetz zeigt Unfallhäufungen an bestimmten Örtlichkeiten

6.3 örtliche Unfalluntersuchung

6.3.1 Polizeiliche Verkehrsunfallanzeige

- Blatt 1: alle notwendigen Unfalldaten einschließlich Skizze, textlicher Beschreibung und zusätzlichen Informationen
- Blätter 2 und 3: Personenbezogene Daten (Beteiligte, Zeugen)
- Nur Blatt 1 wird für Unfalluntersuchungen freigegeben
- Beschreibung der Schwere von Unfällen durch Einteilung in fünf Kategorien. Schwerste Unfallfolge maßgebend.
 - Kategorie 1: Unfall mit Getöteten (Definition beachten! In Deutschland: aAn Unfallfolgen innerhalb von 30 Tagen gestorben)
 - Kategorie 2: Unfall mit Schwerverletzten (stationärer Krankenhausaufenthalt von mindestens 24 Stunden)
 - Kategorie 3: Unfall mit Leichtverletzten (ambulante ärztliche Behandlung)
 - Kategorie 4: Schwerwiegender Unfall mit (Straftatbestand oder Ordnungswidrigkeit und mindestens ein Fahrzeug nicht mehr fahrbereit, zusätzlich alle Sachschadensfälle mit Alkohol)
 - Kategorie 5: Sonstiger Unfall mit Sachschaden (Straftatbestand oder Ordnungswidrigkeit und alle Fahrzeuge fahrbereit, außerdem alle Unfälle mit geringfügiger Ordnungswidrigkeit)
 - geplant: Einführung einer Kategorie „Unfall mit Schwerstverletzten“ (lebenslange Unfallfolgen)

6.3.2 Unfalltypen

- beschreiben verkehrstechnische Konfliktsituation, die zum Unfall geführt hat
- Art der Kollision und Fehlverhalten der Verkehrsteilnehmer spielen bei der Einteilung keine Rolle
- Unfalltyp 1 (Fahrerunfall): Fahrer verliert Kontrolle über Fahrzeug weil er seine Geschwindigkeit nicht an die Straße angepasst hat (Verlauf, Neigung, Straßenzustand, Querschnitt) oder eine Änderung im Verlauf oder Querschnitt zu spät erkannt hat)
- Unfalltyp 2 (Abbiege-Unfall): Konflikt zwischen Abbieger und einem aus gleicher oder entgegengesetzter Richtung kommenden Verkehrsteilnehmer)
- Unfalltyp 3 (Einbiegen/Kreuzen-Unfall): Konflikt zwischen einem einbiegenden oder kreuzenden Wartepflichtigen und einem Vorfahrtberechtigten
- Unfalltyp 4 (Überschreiten-Unfall): Konflikt zwischen Fahrzeug und einem die Fahrbahn überschreitenden Fußgänger)
- Unfalltyp 5 (Unfall durch ruhenden Verkehr): Konflikt zwischen einem Fahrzeug des fließenden Verkehrs und einem auf der Fahrbahn ruhenden
- Unfalltyp 6 (Unfall im Längsverkehr): Konflikt zwischen Verkehrsteilnehmern, die sich in gleicher oder entgegengesetzter Richtung bewegen, z.B. Überholunfall
- Unfalltyp 7 (Sonstiger Unfall): keinem anderen Unfalltyp zuzuordnen, z.B. Wildunfall

6.3.3 Unfalltypen-Steckkarten

- grundlegendes Element der örtlichen Verkehrsuntersuchung → lässt auf einen Blick erkennen, wo sich welche Unfälle häufen
- nahezu flächendeckend bei der Polizei in Deutschland vorhanden
- jeder Unfall wird durch Nadel symbolisiert: Farbe, Durchmesser und evtl. Unterlegscheiben der Nadeln geben Aufschluss über Unfallkategorie und -typ
- punktuelle Häufungen werden als Stäbe dargestellt
- heute EDV-gestützt: Verwendung von Layern → Selektion von Unfalltypen, Jahreswechsel einfach darstellbar
- Einjahreskarte (1-JK): Alle unfälle der Kategorien 1 bis 6
- Dreijahreskarte (3-JK(P) oder 3-JK(SP)): nur Unfälle mit Personenschaden oder schwerem Personenschaden
- Gleichartigkeiten in den Steckkarten geben erste Hinweise auf mögl. Defizite der Verkehrsanlage und erleichtern Einstieg in vertiefende Auswertung der Unfallhäufung

6.3.4 Nähere Untersuchung von Unfallhäufungen

- Für die nähere Untersuchung von Unfallhäufungen werden Unfalllisten angelegt
- Unfalllisten enthalten markante Merkmale (Lichtverhältnisse, Straßenzustand) der einzelnen Unfälle, die in Häufigkeitsspalten zusammengefasst werden → Erkennung von Gleichartigkeiten, die nicht aus der Steckkarte herauslesbar sind
- Unfalldiagramme sind nötig, wenn aus Steckkarten und Unfalllisten keine Maßnahmen zweifelsfrei abgeleitet werden können. Unfalldiagramme sollten für Häufungsstellen grundsätzlich angefertigt werden
- Unfalldiagramme können Aufschluss über Fahrtrichtungen oder kritische Zufahrten und Richtungen geben
- Verwendung von bundeseinheitlichen Signaturen (Verkehrsteilnehmer, Fahrtrichtung, schwerste Unfallfolge, Straßenzustand, Lichtverhältnisse, besondere Fahrzustände, sonstige Angaben)

6.3.5 Maßnahmenfindung

- „Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen, Teil 2: Maßnahmen gegen Unfallhäufungen“
- liefert typische Verbesserungsmöglichkeiten für häufige Unfallmuster bzw. mangelhafte Situationen im Straßennetz
- Zusammenstellung von Unfallmustern nach Art der Unfallhäufung und Örtlichkeit: Beschreibung der anzutreffenden Konflikte, Möglichkeiten zur Überprüfung, beispielhafte Darstellung konkreter Defizite, Beschreibung und Visualisierung zugehöriger Maßnahmemöglichkeiten

6.3.6 Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten im Straßenentwurf

- Erfahrung liefert Erkenntnisse über tendenziell sichere und unsicher Ausgestaltungsmöglichkeiten
- sukzessive Integration ins Regelwerk: Unfallkostenraten verschiedener Querschnitte, Radienrelationen, Präferenzierung bestimmter Knotenpunkttypen
- Empfehlungen für Sicherheitsaudits an Straßen: Institutionalisierung der Berücksichtigung der Verkehrssicherheit in Planung und Entwurf → Vermeidung sicherheitsbeeinträchtigender Entwurfsfehler (z.B. entwässerungsschwache Zonen)
- Auswahl der sichersten aus mehreren regelkonformen Ausbauprodukten
- Abweichungen bzw. das Übergehen der Anforderungen sind vom Baulastträger zu begründen

7 Verfahren zur Wahl des Knotenpunkttyps

7.1 Allgemeines

- Verfahren zur Abschätzung der Unfallkosten unterschiedlicher Knotenpunkttypen vom ehemaligen Institut für Straßenverkehr (ISK)
- UKR von Knotenpunkten hängt von Grundform und Art der Verkehrsregelung ab
- Einfluss der Verkehrsstärke auf UKR ist unbedeutend
- Knotenpunkte beeinflussen die Verkehrssicherheit der angrenzenden Streckenabschnitte. Bevorrechtigte Ströme positiv, Wartepflichtige gar nicht oder leicht negativ
- Einflussbereich und Rückgang der UKR an Zufahrten hängen von der Art der Verkehrsregelung ab
- Verbesserung der Verkehrssicherheit in den Knotenpunktzufahrten folgt überwiegend aus der Verringerung der Unfallschwere im Einflussbereich. Bei ortsfester Überwachung der Geschwindigkeiten auch Verringerung der Unfallzahl

7.2 UKR in Abhängigkeit von Knotenpunkttypen

- Knotenpunkttyp wird über Knotenpunktgrundform und Verkehrsregelung definiert, dabei wurden verschiedene Grundformen (Kreuzung: plangleich, planfrei, teilplangleich, Kreisverkehrsplatz, Einmündungen: plangleich, Kreisverkehrsplatz) und Regelungsarten (Vorfahrtsregelung durch Verkehrszeichen, LSA 2-phasig, LSA 3+-phasig) untersucht
- Knotenpunktform i.d.R. anhand von Verkehrsbelastung und gewünschter Verkehrsqualität bestimmt → erhebliche Verbesserung der Grundsicherheit durch geeignete Verkehrsregelung
- Hinsichtlich der Knotenpunktgrundform von Kreuzungen wurde festgestellt:
 - planfreie Knotenpunkte und halbe Kleeblätter erreichen höchste Sicherheit und Leistungsfähigkeit, v.a. wenn Rampen mit ortsfester Geschwindigkeitsüberwachung (OGÜ) gesichert werden. Ähnlich hohes Sicherheitsniveau nur bei 3/4-phasiger LSA. Bei Regelung der Kreuzung durch Verkehrszeichen sind andere bauliche Grundformen besser (Ausnahme: Kreisverkehrsplatz)
 - Kreisverkehrsplätze bieten bei Verkehrszeichenregelung die höchste Sicherheit. Verkehrsablauf in allen Zufahrten gleich stark eingeschränkt
 - Teilplanfreie Knotenpunkte haben mit Verkehrszeichenregelung (noch besser: LSA, Kreisverkehrsplatz) ein Sicherheitsniveau, welches plangleiche Kreuzungen nur mit 3/4-phasiger LSA oder OGÜ erreichen
 - Plangleiche Kreuzungen mit Verkehrszeichenregelung oder zweiphasiger LSA sind so unsicher, dass sie für Um- und Neubau von Straßen nicht verwendet werden sollten. Mehrkosten für 3/4-phasige LSA sind minimal.
 - Für Einmündungen gelten die selben Erkenntnisse
- Aus UKR [$\text{€}/(1.000\text{Kfz})$] und Prognosebelastung eines Knotenpunktes $0,5 \sum DTV$ lassen sich die jährlichen Unfallkosten eines Knotenpunkte (UKD) [$1.000\text{€}/a$] berechnen: $UKD = 365 \cdot 10^{-6} \cdot UKR \cdot 0,5 \sum DTV$
- Umrechnung der UKD über einen Planungszeitraum (20 Jahre) in Barwerte mittels Barwertfaktor $bf = \frac{(1+p)^n - 1}{p(1+p)^n} = 14,9$ (für $p=3\%$, $n=20a$)
- jährliche Unfallkosten UKK = $(bf/1000) \cdot UKD$ [$\text{Mio.€}/a$] oder aus Diagramm (UKK über DTV)
- UKK: Volkswirtschaftliche Kosten, die durch Wahl eines bestimmten Knotenpunkttyps bei vorgegebener Belastung zu erwarten sind → Entscheidungsgrundlage (Sicherheitswirkungen, die sich durch die Zufahrten ergeben sind noch nicht berücksichtigt)

7.3 Abminderung aus Zufahrten

- Knotenpunkte wirken sich i.d.R. über eine Verringerung der Unfallschwere auf die Sicherheit ihrer Zufahrten aus
- Tabellenwerte für Einflusslängen L der Sicherheitswirkung und Abminderung der Strecken-Unfallkostenraten ($\Delta UKRz$ [$\text{€}/(1.000\text{Kfz} \cdot \text{km})$]) in Abhängigkeit von Verkehrsregelung und Regelquerschnitt
- Berechnung der jährlichen Unfallkostenminderung $\Delta UKD = 365 \cdot 10^{-6} \cdot \Delta UKRz \cdot L \cdot DTV$ [$1.000\text{€}/a$]
- Abgeminderte Unfallkosten $\Delta UKK = (bf/1000) \cdot \Delta UKD$ [$\text{Mio.€}/a$] (jährliche Unfallkostenminderung ΔUKD mal Barwertfaktor bf)
- Abminderung der Unfallkosten im Knotenpunkt durch alle Zufahrten: $NKK = \sum \Delta UKK_i$
- Reduktion der Einflusslänge L auf $L/2$, wenn die Summe der relevanten Einflusslängen zweier Knotenpunkte größer als deren Abstand zueinander ist. Dies gilt auch, wenn ein Ortsschild weniger als einen Kilometer vom Knotenpunkt entfernt ist

7.4 Maßgebende Unfallkosten

- ergeben sich aus den mittleren Unfallkosten des Knotenpunktes und der Abminderung durch die Zufahrten: $UKK^* = UKK - NKK$

8 Verfahren zur Wahl des Querschnittes

- Vorauswahl von Regelquerschnitten anhand Diagramm in RAA/RAL (Welcher RQ abhängig von Straßenkategorie und Belastung)
- für die meisten Straßenkategorien bei mittleren Verkehrsstärken mehrere RQ möglich
- Auswahl anhand qualitativer Kriterien (z.B. RQ in benachbarten Streckenabschnitten), Umweltkriterien, Sicherheits- und Wirtschaftlichkeitsfragen

8.1 Überprüfung der Verkehrssicherheit im Querschnitt

- Verkehrssicherheit hängt bei richtliniengerechtem Ausbau stark von Querschnittsausbildung, Knotenpunktgestaltung und Verkehrsstärke ab. Einflüsse der Linienführung bei Beachtung der RAL gering
- Verkehrssicherheit wird durch Zahl und Schwere der Unfälle, bezogen auf die Fahrleistung, beschrieben. Zahl und Schwere der Unfälle werden durch die volkswirtschaftlichen Kosten (Unfallkosten) gemessen (Maß: UKR)
- UKR [€/ (1.000Kfz · km)] für verschiedene Regelquerschnitte aus Tabelle. Beiträge der Knotenpunkte (Abbiege- und Einbiegen/Kreuzen-Unfälle) nicht berücksichtigt
- jährliche Unfallkosten UKD = $365 \cdot 10^{-6} \cdot \text{UKR}(\text{RQ}) \cdot \text{DTV} [1.000\text{€}/(\text{km} \cdot a)]$
- Umrechnung der UKD über den Planungszeitraum (20a) über Barwertfaktor bf (=14,9): längenbezogene Unfallkosten UKL = $(\text{bf}/1000) \cdot \text{UKD} [\text{Mio.€}/\text{km}]$
- Berechnung der Kostenänderung durch Wahl eines bestimmten Querschnittes → ist die Kostensenkung durch Wahl eines breiteren Querschnittes größer als die zusätzlichen Investitionskosten, sollte dieser gewählt werden
- Umfassende Bewertung unterschiedlicher Straßen- und Querschnittstypen sollte anhand der „Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen von Straßen“ (EWS-96) geschehen. Verzicht nur, wenn Gegenüberstellung von zusätzlichen Aufwendungen des Baulastträgers und der eingesparten Unfallkosten so große Unterschiede (≥25%) aufweist, dass sie eine überzeugende Entscheidungsgrundlage darstellt

8.2 Querschnittsauswahl unter Berücksichtigung von Verkehrsablauf und Auslastungsgrad

- Bei Festlegung auf einen RQ ist für den konkreten Fall stets zu prüfen, ob der Querschnitt unter den gegebenen Randbedingungen die angestrebte Verkehrsqualität bietet → Verfahren nach dem „Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen“ (HBS)
- HBS für zwei Anwendungsfälle (Autobahn und Landstraße) getrennt entwickelt und beschrieben, aber gleiche Methodik

8.2.1 Qualität des Verkehrsablaufs auf Autobahnen

- Ziel: Nachweis, dass auf freiem Streckenabschnitt einer Autobahn die zu erwartende Verkehrsbelastung mit der gewünschten Verkehrsqualität abgewickelt und die gewünschte Fahrgeschwindigkeit erreicht werden kann
- Verfahren beinhaltet Abschnitte von Autobahnen, in denen Beeinträchtigungen von Ein- und Ausfahrten und Verflechtungsstrecken nicht wirksam werden
- Benötigt: Streckenentwurf, Bemessungsverkehrsstärke, Schwerverkehrsanteil, Kenntnis über sinnvolle Teilabschnitte (ergeben sich aus wechselnden Eigenschaften)
- Einflussgrößen: Längsneigung, Anzahl von Fahrstreifen, Lage (innerhalb/außerhalb von Ballungsräumen), SV-Anteil, Geschwindigkeitsbegrenzungen, LKW-Überholverbote
- Aufgabe einer Autobahn: gute Verbindung mit angemessener Qualität für regionalen oder überregionalen Verkehr → Beschreibung der Qualität des Verkehrsablaufs über mittlere Reisegeschwindigkeit eines PKWs (Minuten/100km) auf freien, ebenen Strecken sinnvoll
- auf anderen Strecken (z.B. starke Steigung) u.U. auch bei geringeren Reisegeschwindigkeiten gute Verkehrsqualität → Definition über Auslastungsgrad a (Bemessungsverkehrsstärke/Kapazität) oder Verkehrsdichte (Kfz/km)
- Einteilung in sechs Qualitätsstufen (A-F). A: freier Verkehrsfluss, Verkehrsteilnehmer kaum beeinflusst, gewünschte Bewegungsfreiheit. F: Nachfrage größer als Kapazität, Anlage überlastet.
- Berechnung der Qualitätsstufen in Teilabschnitten. Wichtige Eingangsgröße: Reisegeschwindigkeit → verschiedene q-v-Diagramme (SV-Anteil, Steigung)
- Kapazität der Strecken ist wichtige Eingangsgröße, Tabellen im HBS (in Abhängigkeit von Längsneigung, SV-Anteil, Zahl der Fahrstreifen)
- Aufwändigster Punkt ist die Berücksichtigung kurzer Steigungsstrecken: Verfahren geht von Teilabschnitten mit einer Länge ≥4km aus, für kürzere Steigungsstrecken müssen äquivalente Steigungen ermittelt werden
- äquivalente Steigung entspricht der Steigung einer Strecke von 4km, bei der die gleichen Geschwindigkeitsverhältnisse vorzufinden sind wie bei einer Strecke mit der tatsächlichen Steigung und Länge ≥4km. Ermittlung aus Diagramm (Vorgehen im HBS beschrieben)
- Gesamtbewertung eines Autobahnabschnitts: Reisegeschwindigkeiten und Qualitätsstufen der Teilabschnitte nach Länge gewichtet mitteln

8.2.2 Qualität des Verkehrsablaufs an zweistreifigen Landstraßen

- analoge Methodik wie bei Autobahnen, aber modifizierte Kenngrößen
- Kurvigkeit (in [gon/km]) als neue Kenngröße: Verkehrsablauf auf Landstraßen i.d.R. von der Lageplantrassierung geprägt
- Berücksichtigung von Überholverböten mittels Zuschlag zur Kurvigkeit (Formel im HBS, abhängig vom Anteil des Überholverbötes an der Gesamtstrecke)
- Berücksichtigung der Längsneigung über Geschwindigkeitsprofile für ein Bemessungs-Schwerfahrzeug (BSFz): Ermittlung der Geschwindigkeit des BSFz bzw. seine Beharrungsgeschwindigkeit in Abhängigkeit von Längsneigung und Länge der Steigungsstrecke
- Anhand der Geschwindigkeit des BSFz einteilung in eine von fünf Steigungsklassen
- Beurteilung der Qualität des Verkehrsablaufs (QSV A-F) anhand der Verkehrsdichte k [Kfz/km]
- Berechnung von k anhand von q - v -Diagrammen aus HBS (differenzier nach fünf Steigungsklassen und vier Kurvigkeitsklassen)