

# **Unfallauswertung: Statistik, Auswertung und Analyse von Strassenverkehrsunfällen, Massnahmen**

**Évaluation des accidents:  
statistique, traitement et analyse des accidents de la circulation  
routière, mesures**

**Accident evaluation:  
statistics, reporting and analysis of traffic accidents, measures**

Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich  
Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT)  
H.P. Lindenmann, dipl. Ing. ETH  
M. Doerfel, dipl. Ing. TH

Kantonspolizei Zürich, Verkehrstechnische Abteilung (VTA), Zürich  
M. Weissert, Ing. HTL

Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu), Bern  
Ch.A. Huber, dipl. Ing. ETH  
R. Allenbach, dipl. Ing. ETH

Forschungspaket 1997/054 (17/97) auf Antrag des  
Schweizerischen Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)



## INHALTSVERZEICHNIS

### Zusammenfassung / Résumé / Summary

<b>I. EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
<b>1. Auftrag .....</b>	<b>1</b>
1.1 Ausgangslage, Anlass .....	1
1.2 Auftrag .....	1
<b>2. Ziele.....</b>	<b>1</b>
<b>3. Vorgehen .....</b>	<b>2</b>
3.1 Bisherige Erkenntnisse, Literatur .....	2
3.2 Verfahren zur Ableitung von Massnahmen.....	4
3.2.1 Ableitung von generellen Massnahmen .....	4
3.2.2 Ableitung von örtlichen Massnahmen .....	4
3.2.3 Sanierungsgrundsätze und -technik.....	4
<b>II. ERGEBNISSE .....</b>	<b>5</b>
<b>4. Grundsätze .....</b>	<b>5</b>
<b>5. Verfahren zur Ableitung von generellen Massnahmen.....</b>	<b>5</b>
5.1 Grundlage Unfallstatistiken .....	5
5.1.1 Ableitung von Schwerpunkten (Auffälligkeiten) im Unfallgeschehen .....	5
5.1.2 Ableitung von Sicherheitskampagnen (CH) .....	8
5.1.3 Ableitung von Aufrufen der Polizei .....	8
5.1.4 Ableitung von polizeilichen Massnahmen (Kontrollen) .....	9
5.2 Grundlage Entwicklungen im Unfallgeschehen .....	10
5.2.1 Ableitung von Erkenntnissen für die Anpassung von Rechtsnormen .....	10
5.2.2 Beurteilung von bestehenden Massnahmen aufgrund der Entwicklungen im Unfallgeschehen .....	10
5.2.3 Ableitung von Erkenntnissen für die Anpassung von technischen Normen.....	10
5.3 Erkenntnisse bzgl. polizeilicher Überwachung und Kontrollen.....	11
5.3.1 Fortführung / Verstärkung von Kontrollen .....	11

5.3.2	Ableitung anderer / neuer Kontrollen.....	13
5.4	Aus der Sicherheitsberatung .....	13
5.4.1	Anwendung von Beratungschecklisten (Vorgehen bei Sicherheitsberatungen, wenn keine bzw. wenige Unfälle registriert wurden) .....	13
5.4.2	Anwendung von Analogien .....	15
<b>6.</b>	<b>Ableitung von Massnahmen aus der örtlichen Unfallauswertung .....</b>	<b>17</b>
6.1	Vorgehen gemäss Verfahren der Verkehrstechnischen Abteilung des Kantons Zürich.....	17
6.2	Grundsätzliche Erkenntnisse zur Wahl und Anwendung der Massnahmen .....	22
6.2.1	Sanierungsmassnahmen bei Knoten .....	22
6.2.2	Strecken mit diversen Sanierungsmassnahmen .....	45
<b>7.</b>	<b>Verfahren der Sicherheitsprüfung von Verkehrsanlagen zur Ableitung von Massnahmen .....</b>	<b>55</b>
7.1	Sicherheitsaudits.....	55
7.2	Verkehrssicherheitsbeurteilung (VSB).....	56
<b>8.</b>	<b>Grundsätze und Vorgehen bei der Anordnung von örtlichen, technisch / baulichen Massnahmen .....</b>	<b>60</b>
8.1	Methodisches Vorgehen in der Sanierungstechnik.....	60
8.1.1	Sicherheitsniveau .....	61
8.1.2	Homogenität des Gefahrenmasses.....	64
8.1.3	Sanierungsmassnahmen (Massnahmenkatalog) .....	65
8.2	Sanierungsprogramm.....	66
8.2.1	Sofortmassnahmen.....	66
8.2.2	Sanierungsgrundsätze.....	67
8.2.3	Sanierungsvarianten.....	68
8.2.4	Variantenvergleich, Wirksamkeitsprüfung .....	69
8.2.5	Regeln für die Realisierung (Etappierung) .....	71
<b>9.</b>	<b>Erkenntnisse .....</b>	<b>71</b>
9.1	Grundsatz .....	71
9.2	Verfahren zur Ableitung von generellen Massnahmen .....	72
9.3	Ableitung von Massnahmen aus der örtlichen Unfallauswertung.....	73
9.4	Verfahren der Sicherheitsprüfung von Verkehrsanlagen zur Ableitung von Massnahmen .....	73
9.5	Grundsätze und Vorgehen bei der Anordnung von örtlichen, technisch/baulichen Massnahmen .....	74
<b>III.</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>75</b>

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Forschungsarbeit hatte zum Ziel, Methoden und Verfahren zur Ableitung von generellen und örtlichen Massnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit zu erfassen, ihre Vorgehensweisen zu beschreiben und sie hinsichtlich Zweckmässigkeit zu beurteilen. Damit sollten einfache und geeignete Hilfsmittel und Werkzeuge für die Praxis herausgeschält werden, die vereinheitlicht angewendet werden können.

Aus der vorliegenden Forschungsarbeit konnten im Rahmen obiger Zielsetzung folgende Resultate erzielt werden:

- *Zusammenstellung von Verfahren und Methoden zur Ableitung von generellen Massnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit*
  - Ableitung von Schwerpunkten (Auffälligkeiten) im Unfallgeschehen und zugehöriger Massnahmen
  - Ableitung von geeigneten / nötigen Anfragen der Polizei
  - Ableitung von zweckmässigen polizeilichen Kontrollen (Massnahmen)
  - Ableitung von Erkenntnissen für die Anpassung von Rechtsnormen und Technischen Normen

Die Resultate zeigen die Verfahren und Methoden auf und geben dazu konkrete Beispiele für die Massnahmen.

- *Verwendung / Anwendung bekannter Verfahren der Normen SN 640 010, Strassenverkehrsunfälle, Unfallanalysen, Kurz-, Gefahren- und Risikoanalyse*
- *Zusammenstellung des Vorgehens zur Ableitung von konkreten Massnahmen aus der örtlichen Unfallauswertung nach Unfalltypen (Verfahren Kapo Zürich) zur ortsbezogenen Anwendung*
  - Massnahmen für Strecken (Geraden, Knoten)
  - Massnahmen für Einmündungen
  - Massnahmen für Kreuzungen
- *Verfahren der Überprüfung der Verkehrssicherheit von Projekten (Sicherheitsaudits)*
- *Verfahren bei der Bestimmung von örtlichen Massnahmen (verkehrstechnisch, baulich)*
  - Feststellen des Sicherheitsniveaus
  - Prüfung der Homogenität des Gefahrenmasses
  - Verkehrstechnische Unfallanalyse (gemäss SN 640 010)
  - Sanierungsprogramme

Diese Grundlagen, die von den drei Forschungsstellen Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu) und Verkehrstechnische Abteilung der Kantonspolizei Zürich (VTA) erarbeitet wurden, können direkt in der Praxis verwendet werden.

Ein Teil der vorliegenden Ergebnisse wird in einen Leitfaden umgearbeitet, der in einer neuen VSS-Norm veröffentlicht werden soll.

## RÉSUMÉ

Le but de la recherche était de répertorier les méthodes et les modes opératoires permettant de déduire des mesures générales et locales destinées à augmenter la sécurité routière, d'en décrire les procédures de réalisation et d'en évaluer l'opportunité. Il s'agissait de faire ressortir des outils simples et appropriés pouvant être appliqués de manière standardisée.

Dans le cadre des buts énumérés ci-dessus, la recherche a permis:

- d'établir des méthodes et des modes opératoires permettant de déduire des mesures générales destinées à augmenter la sécurité routière
  - d'en déduire des accidents prioritaires et des mesures correspondantes
  - d'en déduire des demandes appropriées/nécessaires de la police
  - d'en déduire des contrôles policiers opportuns (mesures)
  - d'en déduire des connaissances pour adapter des normes juridiques et techniques

Les résultats mettent en évidence les méthodes et modes opératoires et donnent des exemples concrets de mesures.

- Utilisation / application de la méthode qui figure dans la norme SN 640 010, Accidents de la circulation routière, Analyse des accidents et analyse sommaire des dangers et du risque.
- Établir un procédé permettant de déduire des mesures concrets à partir de l'analyse locale des accidents d'après les types d'accidents (méthode de la police cantonale zurichoise) afin d'appliquer les mesures avec référence au lieu.
  - Mesures pour tronçons (alignements, carrefours)
  - Mesures pour débouchés
  - Mesures pour intersections
- Méthode de contrôle de la sécurité routière pour des projets (audits de sécurité)
- Méthode pour déterminer des mesures locales (techniques de la circulation, constructives)
  - Déterminer le niveau de sécurité
  - Examiner l'homogénéité du degré de danger
  - Analyse technique des accidents (d'après SN 640 010)
  - Programmes d'assainissement

Élaborées par trois instituts de recherche, soit l' Institut de planification et des systèmes de transport (IVT), le Bureau suisse de prévention des accidents (bpa) et le Service technique de la circulation de la police cantonale zurichoise (VTA), ces bases peuvent directement être appliquées.

Les résultats du travail de recherche seront partiellement intégrés dans une nouvelle norme VSS.

## SUMMARY

The aim of the research project was to ascertain methods and procedures for identifying general and local measures for increasing road safety, to describe how these methods and procedures are used, and to assess their suitability. This should lead to practical aids and tools which are simple and appropriate and which can be applied in standardized form.

In the context of the objectives described above, the research project produced the following results:

- Summary of procedures and methods for identifying general measures to increase road safety
  - Identification of main focuses (distinctive characteristics) of accident occurrence and corresponding measures
  - Identification of appropriate / necessary police inquiries
  - Identification of appropriate police checks (measures)
  - Identification of findings for adapting legal and technical norms and standards

The results highlight the procedures and methods and also give practical examples of the measures.

- The use / application of established procedures from the Swiss national standards SN 640 010 relating to road accidents, accident analyses, short analysis, and the analysis of dangers and risks.
- Summary of the procedure for deriving practical measures from the evaluation of local accident occurrence according to accident types (the Zurich Canton Police procedure) for local application
  - Measures for stretches of highway (straight stretches, intersections)
  - Measures for junctions between major and minor highways
  - Measures for crossroads.
- Procedures for assessing the road safety aspect of projects (safety audits).
- Procedures in specifying local measures (relating to traffic engineering / construction)
  - Determining the level of safety
  - Checking the homogeneity of the danger scale
  - Accident analysis in the context of traffic engineering (according to SN 640 010)
  - Renovation programs.

These principles – which were worked out by three research bodies: the Institute for Transport Planning and Systems (IVT), the Swiss Council for Accident Prevention (CPA) and the Zurich Canton Police's Department for Traffic Engineering (VTA) – can be used directly in practice.

A part of the results will be adapted into a guideline, which is to be published in a new VSS (Swiss Association of Road and Transportation Experts) standard.



# I. EINLEITUNG

## 1. Auftrag

### 1.1 Ausgangslage, Anlass

Mit der Einführung der Kopfnorm Unfallauswertung [1] wurde die Grundlage für mehrere Forschungsaufträge im Bereich Auswertung, Statistik und Analyse von Strassenverkehrsunfällen geschaffen. Im ersten 1996 abgeschlossenen Forschungsauftrag 7/93 wurden die Bereiche der Bearbeitung von Unfallzahlen (vgl. Abb.1) behandelt und die Grundlagen im gleichnamigen Forschungsbericht [2] zusammengestellt. Daraus wurden in der Zwischenzeit durch die EK 3.04 der VSS Fachkommission 3 vier neue Normen erarbeitet [3,4,5,6] und veröffentlicht. Es betrifft die Unfallzahlen, Unfallstatistiken und Unfallkosten, die Analyse von Unfallzahlen, die Lokalisierung von Unfallschwerpunkten und die Verfahren der Unfallanalysen sowie Kurz-, Gefahren- und Risikoanalysen.

Der vorliegende zweite Forschungsauftrag 17/97 behandelt den Teil Massnahmen (vgl. Abb.1) bzw. die Verfahren und Methoden zur Ableitung sowohl von generellen als auch örtlichen Massnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit.

Schliesslich ist unter dem Titel Nachkontrolle (vgl. Abb.1) ein dritter Forschungsauftrag zur Erarbeitung der Grundlagen zur Wirksamkeit von Massnahmen geplant. Die mit dem Forschungsauftrag 17/97 erarbeiteten Grundlagen und Erkenntnisse bilden wiederum die Basis für entsprechende Normierungsarbeiten, mit dem Ziel, einerseits die Vorgehensweisen bei der Ableitung bzw. Festlegung von Verkehrssicherheitsmassnahmen zu vereinheitlichen. Andererseits wird damit angestrebt, die möglichst wirksamsten Massnahmen erkennen zu können.

### 1.2 Auftrag

Aufgrund dieser Ausgangslage (Ziffer 1.1) beauftragte die Kommission für Strassenbau- forschung des UVEK die Forschungsstellen Institut für Verkehrsplanung und Transpor- tsysteme (IVT) der ETH Zürich, die Verkehrstechnische Abteilung der Kantonspolizei Zürich (VTA) und die Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu) Bern mit der Zusammenstellung und Beurteilung von Grundsätzen zur Ableitung von generellen und örtlichen Massnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit (Verfahren und Methoden).

Die Ergebnisse dieses Forschungsauftrages sollten Grundlage für entsprechende Normie- rungsarbeiten der VSS zur Vereinheitlichung und Standardisierung der Verfahren und Methoden bilden.

## 2. Ziele

Das Forschungsvorhaben bezweckt einerseits die Methoden und Verfahren zur Ableitung von generellen Massnahmen aufgrund von Analysen der Unfallzahlen aufzuzeigen und zu beurteilen. Andererseits sind die Verfahren und Verfahrensabläufe der Sanierungstechnik (Sanierungsgrundsätze, Sanierungsmassnahmen) darzustellen und zu beurteilen.

Damit sollen die für die Praxis zweckmässigsten Hilfsmittel und Werkzeuge herausgeschält, vereinheitlicht (standardisiert) und verbreitet werden. Letzteres soll durch entsprechende Normen gewährleistet werden, wozu diese Forschungsarbeit die entsprechenden Grund- lagen liefern soll.

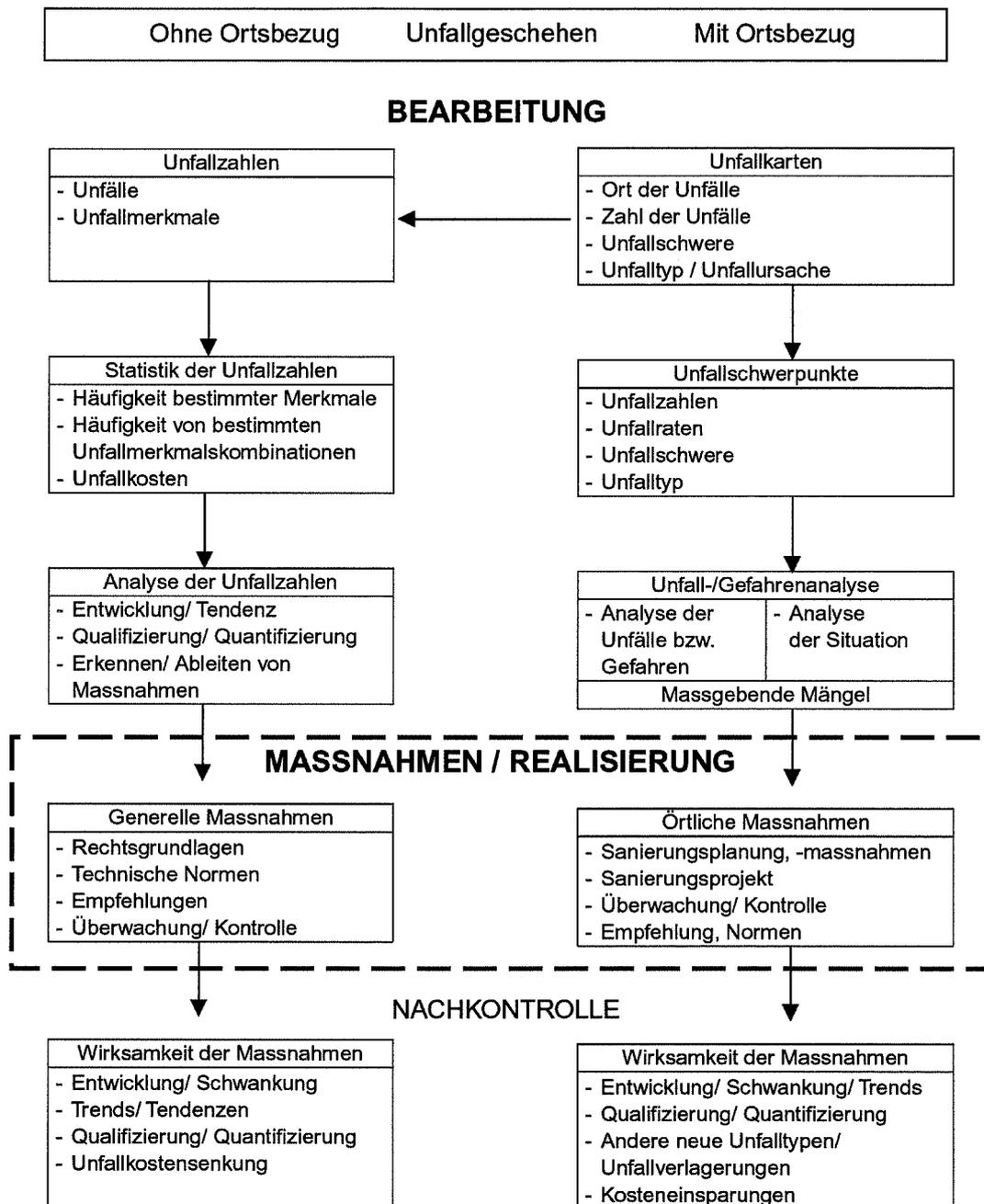


Abb.1: Massnahmen bzw. Verfahren und Methoden zur Ableitung sowohl von generellen als auch örtlichen Massnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit

### 3. Vorgehen

#### 3.1 Bisherige Erkenntnisse, Literatur

Die Ableitung von Massnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit ist so alt wie die Probleme ungenügender Verkehrssicherheit. Aus diesem Grund ist an sich ein riesiger Erfahrungsschatz vor allem bei den für die Verkehrssicherheit zuständigen Behörden (Polizei, Tiefbau- und Strassenverkehrsämter), Institutionen (Beratungsstelle für Unfallverhütung u.a.m.) und bei Hochschulen (IVT) über Jahrzehnte vorhanden.

Dabei werden in erster Linie aufgrund statistischer Auffälligkeiten, die sich aus der Auswertung der systematisch und einheitlich erfassten Unfälle (BfS-Statistikbogen, "Strassenver-

kehrsunfall") zeigen, Rückschlüsse auf Unfallursachen gezogen. Dies führt einerseits zu allgemein resp. generell zu treffenden Massnahmen (z.B. allgemeine Höchstgeschwindigkeiten). Andererseits bedürfen örtlich lokalisierte Unfallhäufungen in der Regel ganz gezielte, auf die örtliche Situationen ausgerichtete Massnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit (z.B. Sanierung von Unfallschwerpunkten).

Auf diesem Hintergrund ist es offensichtlich, dass viele spezifische Untersuchungen sowohl im In- als auch Ausland zur Erhöhung der Verkehrssicherheit durchgeführt wurden, häufig gut dokumentierte Berichte vorliegen und deshalb ein grosser Erfahrungsschatz hinsichtlich zweckmässiger und wirksamer Massnahmen vorhanden ist. Dieser Fundus möglicher und zweckdienlicher Massnahmen wurde auch immer wieder aufgelistet resp. dargestellt.

Mit der Methodik und der Systematik der Ableitung (Vorgehen) der Massnahmen, vor allem im Bereich genereller Massnahmen, gibt es naturgemäss nur sehr wenige Hinweise aus der Erfahrung und auch aus der Literatur. Dieser Aspekt war bisher von geringerem Interesse; griffen die Massnahmen, so war die Frage der Herleitung wenig opportun. Heute, im Umfeld begrenzter Mittel zur Erhöhung der Verkehrssicherheit, wird die Frage aktueller, weil sich die Öffentlichkeit Fehlinvestitionen bzw. Investitionen, die keinen hohen Wirkungsgrad bei der Erhöhung der Verkehrssicherheit aufweisen, nicht leisten kann.

Deshalb sind in den letzten Jahren einige Bestrebungen zur Standardisierung von Verfahren und Methoden zur Ableitung zielgerichteter, zweckmässiger, verhältnismässiger und hochwirksamer Massnahmen entwickelt und verbreitet worden.

Namentlich im Bereich örtlich für bestimmte Situationen anzuordnende Verbesserungsmassnahmen bestehen verschiedene gute Grundlagen, stellvertretend seien hier nur vier erwähnt.

- Beratungsstelle für Schadenverhütung des HUK-Verbandes: Handbuch der verkehrssicheren Strassengestaltung [7]
- Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen: Merkblatt für die Auswertung von Strassenverkehrsunfällen, Teil 2: Massnahmen gegen Unfallhäufungen [8]
- Stadt Bern: Massnahmenplan Verkehrssicherheit [9]
- VSS-Norm SN 640 241: Fussgängerstreifen [10]

Für den gleichen Bereich der Ableitung von örtlichen Massnahmen sind auch insbesondere die Grundlagen zur Bestimmung der Unfallursachen vorhanden und einheitlich mit systematisch in den entsprechenden Normen der VSS beschrieben resp. mit Beispielen dokumentiert.

Zum Bereich der Ableitung von generellen Massnahmen sind vergleichsweise wenig Grundlagen vorhanden und aus der Literatur bekannt; hier seien stellvertretend drei genannt:

- bfu: Schwerpunkte im Unfallgeschehen [11]
- Kantonspolizei Zürich: (blaue Merkblätter)
- Stadtpolizei Zürich: Kampagnen, z.B. Flyer/ Plakate "Ich bin ein Fairbiker"

Im vorliegenden Zusammenhang ist aber die regelmässig bzw. routinemässig durchgeführte Analyse der Schwerpunkte im schweizerischen Unfallgeschehen<sup>1</sup> zu erwähnen.

---

<sup>1</sup> Definitionen:

"Schwerpunkte im Unfallgeschehen": Auffällige, signifikante Häufungen von Merkmalen, Ursachen, Örtlichkeiten von Unfällen

"Unfallschwerpunkt": Stelle im Strassennetz, die räumlich abgegrenzt ist und deren Unfallgeschehen deutlich grösser ist als dasjenige vergleichbarer Stellen.

## **3.2 Verfahren zur Ableitung von Massnahmen**

### **3.2.1 Ableitung von generellen Massnahmen**

Der erste der drei Hauptabschnitte der Forschungsarbeit umfasst Methoden und Verfahren zur Ableitung von generellen Massnahmen aus

- periodischen Unfallstatistiken
- Schwerpunkten im Unfallgeschehen
- der Entwicklung des Unfallgeschehens
- polizeilicher Überwachung und Kontrollen
- der Sicherheitsberatung.

Es werden Aussagen zur Wirksamkeit genereller Massnahmen gemacht und entsprechende Empfehlungen abgegeben.

### **3.2.2 Ableitung von örtlichen Massnahmen**

Einleitend wird in diesem Abschnitt kurz auf die Lokalisierung der Unfallschwerpunkte als Grundlage eingegangen.

Dieser Teil der Forschungsarbeit präsentiert ein neues Vorgehen zur Ableitung von örtlichen Massnahmen, zusätzlich neben der Verkehrstechnischen Unfallanalyse sowie den Kurz-, Gefahren- und Risikoanalysen [6]. Es zeigt eine Methode, nach der diverse Sanierungsarbeiten untersucht, ausgewertet und nach dem jeweiligen Unfalltypen sortiert werden. Damit ist es möglich, die ergriffenen Sanierungsmassnahmen und deren Wirkung zu beschreiben, und somit die Sanierungsmassnahmen zu ermitteln, mit denen eine hohe Wirksamkeit erzielt werden kann, das heisst, bei denen der Rückgang der Anzahl Unfälle und/oder Verletzten und/oder Toten markant ausfallen dürfte.

### **3.2.3 Sanierungsgrundsätze und -technik**

Im heutigen Strassenbau werden grosse Neubauten immer seltener, Sanierungsaufgaben rücken daher immer mehr in den Vordergrund. Unter Sanieren von Strassen werden all jene Massnahmen verstanden, die geeignet sind, den baulichen und den betrieblichen Zustand der Anlage den Bedürfnissen des Verkehrs, insbesondere der Verkehrssicherheit anzupassen.

Der Bericht zeigt die wesentlichen Grundsätze für die Sanierungstechnik auf und beschreibt das systematische Vorgehen bei der Sanierung. Das methodische Vorgehen wird erläutert, im Detail wird auf die einzelnen Elemente der Struktur einer Sanierungsplanung (u.a. Sicherheitsniveau) und die eigentlichen Sanierungsmassnahmen eingegangen.

Es geht um folgende Elemente:

- Homogenität des Sicherheitsniveaus (Strecken zug)
- Konstante Qualität des Ausbaugrades (Bereich)
- Massnahmenkonzept Sicherheitsniveau (Verkehrsstrassen innerorts)
- Massnahmenkonzept Sicherheitsniveau (untergeordnete Strassen innerorts; T30/ Begegnungszonen und Vorarbeiten dazu)
- Gestaltungsgrundsätze in erhaltenswerten Ortskernen

## II. ERGEBNISSE

### 4. Grundsätze

Jede Massnahmenplanung zur Erhöhung der Verkehrssicherheit muss auf der generellen Beurteilung des Unfallgeschehens und auf einer sicherheitstechnischen Analyse der Situation (Charakteristik Anlageteil wie z.B. Fussgängerstreifen) oder der individuellen örtlichen Situation (Anlage, Verkehrsablauf) basieren. Dabei bestehen grundsätzlich zwei unterschiedliche Vorgehensweisen, nämlich einerseits die Anwendung allgemein als wirksam erwiesener Gesetzmässigkeiten und andererseits die Auswertung und Analyse einer spezifisch individuellen Situation (Örtlichkeit).

Diese Philosophie basiert jedoch in erster Linie auf den Tatsachen und Erkenntnissen des Unfallgeschehens, des Erkennens von Auffälligkeiten aus der Häufigkeit bestimmter Unfallmerkmale und Unfallursachen bzw. aus der lokalen, örtlichen Häufung von Unfällen bestimmter Unfalltypen.

Verfahren zur Ableitung präventiv wirksamer Massnahmen vor allem im lokal örtlichen Bereich, aber auch generell, fehlen heute weitgehend. Erste Ansätze der Konflikttechnik [12,13] und der Forschung zeigen erst in diese Richtung. Im ersten Fall führen Unfallstatistiken und Erfahrungen zu den gesuchten Gesetzmässigkeiten, aus denen sich generell anwendbare Massnahmen ableiten lassen. Im zweiten Fall werden die bekannten Verfahren der Verkehrstechnischen Unfallanalyse (VTUA) etc. herangezogen. Beide Tätigkeiten sind mit grossem Aufwand verbunden, so dass vereinfachte Verfahren und Expertenwissen diese Tätigkeiten vereinfachen können; im Folgenden werden solche vorgestellt.

### 5. Verfahren zur Ableitung von generellen Massnahmen

#### 5.1 Grundlage Unfallstatistiken

##### 5.1.1 Ableitung von Schwerpunkten (Auffälligkeiten) im Unfallgeschehen

- Vorbemerkung

Die folgenden Ausführungen basieren auf den Berichten "Versuch Tempo 50. Schlussbericht" [14], "Sicherheit im Strassenverkehr, Strategien und Massnahmen für die 90er Jahre" [15], "Schwerpunkte im Unfallgeschehen" (2003) [11] und „Erarbeitung der Grundlagen für eine Strassenverkehrssicherheitspolitik des Bundes (VESIPO)“ (2002) [16]. Als Basis dient die Vision Zero, d.h. das Fernziel, wonach niemand sich im Strassenverkehr tödliche oder schwere Verletzungen zuziehen sollte.

- Bestimmung von Schwerpunkten im Unfallgeschehen

Die Ermittlung und Beschreibung von Schwerpunkten im Unfallgeschehen hat zum Ziel, statistische Grundlagen aufzuarbeiten, die deutlich machen, welche Unfälle besonders häufig und/oder besonders folgenschwer sind. Möglichst umfassende Kenntnisse über das Unfallgeschehen sind u.a. eine der wichtigsten Voraussetzungen, um die Sicherheit zukünftig zu erhöhen. Ist dieses Wissen nicht vorhanden, läuft man Gefahr, dass Sicherheitsanstrengungen das grundsätzliche Ziel – mehr Sicherheit – verfehlen. Insbesondere weil ohne Statistik der Unfälle die Wirksamkeit der getroffenen Massnahmen nicht quantifiziert und beurteilt werden kann.

Das Aufzeigen von Schwerpunkten im Unfallgeschehen dient also dazu, die Felder für Aktionen, Massnahmen und Forschungen festzulegen. Zu berücksichtigen sind jedoch auch

bestehende Wissenslücken, die es zu füllen gilt. Weiter können Aktivitäten dort angezeigt sein, wo sich unvorhergesehene Entwicklungen ergeben oder wo eine Häufung von Unfällen dies notwendig macht. Dasselbe gilt für neue technische Errungenschaften.

Ausgehend von diesen Überlegungen erfolgt die Bestimmung der Schwerpunkte im Unfallgeschehen auf der Basis der Zahl der Getöteten und Schwerverletzten.

Die Analyse der polizeilich registrierten Unfälle (2000: 592 Getötete und 6'191 Schwerverletzte) gestattet, Risikofaktoren<sup>2</sup> zu erkennen.

Dazu werden die Unfalldaten – in Anlehnung an das Unfallerfassungsprotokoll der Polizei – nach folgenden Kriterien gruppiert:

- Personengruppen und Verkehrsteilnahme
- Ortslage und Unfalltypen
- Mängel und Einflüsse
- andere Auffälligkeiten

Anschliessend werden die Schwerpunkte im Unfallgeschehen – als Basis für Massnahmenstrategien – zusammengefasst. Für das Jahr 2000 lassen sich die Schwerpunkte in folgende sechs Gruppen gliedern (vgl. Abb.2):

Schwerpunktgruppe	Bemerkungen
Fussgänger	v.a. Kinder und ältere Personen im Innerortsbereich
Velofahrer	v.a. Kinder ab 7 Jahren
Insassen von Personenwagen	v.a. jugendliche Männer und ältere Personen
Benützer von Motorrädern	v.a. Männer
Geschwindigkeit	v.a. Überschreiten der zulässigen Höchstgeschwindigkeit
Fahrunfähigkeit	v.a. Alkohol, Fahrten mit über 0,5 Promille Blutalkoholkonzentration

Abb.2: Schwerpunkte im Unfallgeschehen

→ Diese Vorgehensweise ist geeignet für: Bund, Kantone, grosse Städte.

#### • Vorgehen zur Auswahl von Massnahmen

Massnahmen sollen vor allem zur Reduktion schwerer Unfälle führen. Die Unfallanalyse liefert dazu die Grundlage. Zur Bestimmung der einzelnen Massnahmen werden in einem ersten Schritt die Schwerpunkte im Unfallgeschehen herangezogen. Diese sind nach Personen, die verletzt oder getötet werden bzw. nach eindeutigen Risikofaktoren gruppiert.

Es soll darauf geachtet werden, dass die Massnahmen sich ergänzen. So sind zum Beispiel Polizeikontrollen und Sensibilisierungskampagnen dort zusammenzufassen, wo die Wirkung einer Teilaktivität von derjenigen der anderen abhängt. Im Weiteren sollten sich die einzelnen Massnahmen klar von anderen Massnahmen abgrenzen. Die Vermeidung von inhaltlichen Überschneidungen dient auch der Nachvollziehbarkeit der Resultate. Die Anforderungen an die zu beurteilenden Massnahmen sind in Abb.3 zusammengefasst.

<sup>2</sup> Der Beitrag von Einflüssen auf die Eintretenswahrscheinlichkeit wird in der Epidemiologie anhand von relativen Risiken (RR) und odds ratios (OR) ermittelt. Darüber hinaus kann berechnet werden, welcher Anteil der Unfälle verhindert werden kann, wenn es gelänge, einen Risikofaktor vollständig zu eliminieren (attributables Risiko). Solche Berechnungen sind im Strassenverkehrsbereich aus methodischen – und zum Teil aus finanziellen – Gründen meist nicht möglich (Ausnahmen bilden einzelne, fahrerbezogene Mängel). Aus diesem Grund beziehen sich fast alle Aussagen zu Ausmass und Bedeutung von Risikofaktoren auf die Angaben der Verkehrspolizei.



### 5.1.2 Ableitung von Sicherheitskampagnen (CH)

Die Ableitung von Sicherheitskampagnen sollte nach folgendem, acht Punkte umfassenden Schema erfolgen:

- 1) Epidemiologische Analyse des Unfallgeschehens (Schwerpunkte im Unfallgeschehen und Unfallursachen)
- 2) Soziodemographische Eingrenzung der Zielgruppe (z. B. jugendliche, männliche Lenker von Personenwagen)
- 3) Psychologische Charakterisierung der Zielgruppe (z. B. jugendliches Risikoverhalten)
- 4) Formulierung der Wirkungsziele (z. B. Sensibilisierung der Jugendlichen für die Risiken im Strassenverkehr)
- 5) Formulierung der Prinzipien der Kampagnenplanung (Kombination mit Enforcement und Engineering; Bedingungen für Erfolg von Furchtappellen)
- 6) Formulierung der Intervention (inkl. Partnerprojekte)
- 7) Prozess-, Impakt- und Ergebnisevaluation
- 8) Empfehlungen für weitere Kampagnen

Reine Informations- oder Sensibilisierungskampagnen sind empfehlenswert. Sie haben ihre Berechtigung, weil sie die Voraussetzung für die Wirksamkeit späterer Interventionen bilden und bei neuen Ideen zur Vermeidung von Unfällen in einer Anfangsphase die einzige Möglichkeit darstellen. Wenn immer möglich sind sie aber in Kombination mit anderen Massnahmen wie Polizeikontrollen oder der Einführung einer technischen Neuerung durchzuführen. Wenn diese nicht möglich ist, sollte die Kampagne nur dann durchgeführt werden, wenn sie sehr sorgfältig geplant wird, sie auf einem theoretischen Wirkungsmodell aufgebaut ist und genügend Mittel und Zeit aufgewendet werden.

→ Diese Anwendung ist geeignet für: Bund, Kantone, grosse Städte (teilweise vereinfacht im Vorgehen)

### 5.1.3 Ableitung von Aufrufen der Polizei

Aufgrund der jährlich erarbeiteten Unfallstatistik pro Polizeikorps können Ansätze für Aktionen / Aufrufe der Polizei abgeleitet werden. Hierfür eignen sich die codierten Unfallursachen bzw. die Hauptursachen besonders gut. Aus einer Fülle von über 200 Ursachen können die meistgenannten Ursachen herausgesucht werden. Sie liefern allgemeine Hinweise oder spezifische, für eine spezielle Verkehrsteilnehmerart (z.B. Fahrradlenker, Mofalenker, Lastwagenlenker, Taxilenker, Fussgänger) für geeignete Aktionen / Aufrufe, mit welchen das Bewusstsein der Verkehrsteilnehmer positiv beeinflusst werden soll. Kombinationen mit dem Alter, dem Geschlecht, der Nationalität, etc. der Fahrzeuglenker oder Fussgänger können weitere wichtige Hinweise geben, welche Verkehrsteilnehmerkategorie besonders angesprochen werden muss.

Beispiele (sie können je nach dem auch für Kontrollen genutzt werden):

- Fahren auf dem Trottoir mit Fahrrad oder Mofa
- Mangelnde Vertrautheit mit dem Fahrzeug
- Befahren eines Fussgängerstreifens zum Überqueren der Strasse mit Fahrrad oder Mofa
- Fahrzeugähnliche Geräte (Fahren in verbotener Richtung, Nichtbenutzen Trottoir, Nichtbenutzen Fussgängerstreifen, mangelnde Rücksichtnahme auf Fussgänger, etc.)

- Fussgänger (unvorsichtiges Überqueren der Strasse, Springen über die Fahrbahn, Spielen auf oder neben der Strasse, etc.)

Die Unfalltypen, also die Kollisionsarten, geben auch wichtige Hinweise über das Fehlverhalten der einzelnen Fahrzeuglenker oder der Fussgänger. Mit der Kombination von Unfalltyp und Ursache können wiederum pro Verkehrsteilnehmerart zusätzliche Ansätze für weitere Kampagnen herauskristallisiert werden. Dasselbe gilt für die Kombination der Ursachen mit der Strassenart (z.B. Hauptstrasse oder Nebenstrasse) und der Unfallstelle (z.B. Kreisel, Fussgängerstreifen, Trottoir, Radweg, Radstreifen, etc.).

Folgende Aktionen wurden in den letzten Jahren von der Kantonspolizei Zürich unter anderem durchgeführt:

- Zum Schulanfang: "Es Herz für d'Chind"; "Halt! Schul-Anfänger = Verkehrsanfänger"; "Du bist mein Vorbild" (Plakataktionen an Plakatständern und/oder Radarkästen)
- Für die Berufsschüler: "Berufsschüler fahren clean" (Lektionen über Alkohol am Steuer in den Berufsschulen)
- Für die Senioren: "Senioren an Fussgängerstreifen" (Plakataktionen an Radarkästen kombiniert mit Spots in den Lokalradios und Abgabe von Flyers an Senioren durch Kinder)
- "Licht gibt Sicht" (Plakataktionen an Radarkästen)

→ Diese Anwendung ist geeignet für: kantonale Polizeistellen, Kantone, grosse Städte.

#### 5.1.4 Ableitung von polizeilichen Massnahmen (Kontrollen)

Das Suchen von Ansätzen für die Kontrolltätigkeit der Polizei geschieht analog dem Vorgehen für die Aktionen / Aufrufe. Auch hier eignen sich in erster Linie die codierten Unfallursachen bzw. die Hauptursachen.

Aufzeigen von Beispielen (welche je nach dem auch für Aktionen / Aufrufe genutzt werden):

- Zustand des Lenkers (Alkohol, Drogen, Medikamente, Tragen von Sehhilfen [Brillen, Linsen, etc.])  
Aufgrund des hohen Anteils der Alkoholunfälle werden diese Unfälle jedes Jahr speziell ausgewertet und dargestellt. Daraus können wichtige Einsatzkriterien für den Vollzug ermittelt werden, an welchen Wochentagen und Tagesstunden die Kontrollen angesetzt werden müssen.
- Nichtbeachten von Zeichengebung oder Signalisation (Nichtbeachten von Handzeichen, Nichtbeachten eines Signals oder einer Markierung)
- Missachten des Rotlichtes bei einer Lichtsignalanlage oder der Signalanlage bei einem Bahnübergang
- Keine, zu späte oder unrichtige Zeichengebung
- Ladung des Fahrzeuges (ungenügend gesicherte Ladung, Überladen des Fahrzeuges, vorschriftswidriges Mitführen von Personen speziell bei Fahrrädern und Mofas, Beeinträchtigung der Bewegungsfreiheit durch Personen oder Waren)
- Unaufmerksamkeit und Ablenkung (Ablenkung durch Mitfahrer, mitfahrende Tiere, Bedienung des Telefons ohne Freisprechanlage)
- Mangel am Fahrzeug (abgenutzte Reifen; fehlerhafte Beleuchtung, Blinker, Stoplicht; Bremsen, "Frisieren" eines Mofas)

- Nichtanpassen der Geschwindigkeit (Überschreiten der signalisierten Höchstgeschwindigkeit)
- Überholen (Überfahren der Sicherheitslinie, Nichtbeachten des Signals "Überholen verboten", zu nahes Überholen, rechts Überholen, Überholen eines Fahrzeuges am Fussgängerstreifen)
- Missachten des Vortrittsrechtes (Missachten der Anhaltepflicht bei STOP, Missachten der Anhaltepflicht bei Fussgängerstreifen)
- andere Fahrbewegungen (vorschriftswidriges Parkieren, zu nahes Aufschliessen)
- Fahren in verbotener Richtung auf Radwegen für Fahrräder und Mofas

Die Unfalltypen, also die Kollisionsarten, geben auch wichtige Hinweise über das Fehlverhalten der einzelnen Fahrzeuglenker oder der Fussgänger. Mit der Kombination von Unfalltyp und Ursache können wiederum pro Verkehrsteilnehmerart zusätzliche Ansätze für weitere Kampagnen herauskristallisiert werden. Dasselbe gilt für die Kombination der Ursachen mit der Strassenart (z.B. Hauptstrasse oder Nebenstrasse) und der Unfallsteile (z.B. Kreisel, Fussgängerstreifen, Trottoir, Radweg, Radstreifen, etc.).

→ Diese Anwendung ist geeignet für: Kantone und städtische Polizeistellen (Ämter)

## **5.2 Grundlage Entwicklungen im Unfallgeschehen**

### **5.2.1 Ableitung von Erkenntnissen für die Anpassung von Rechtsnormen**

Das Ableiten von Erkenntnissen für die Anpassung von Rechtsnormen geschieht in der Regel auf nationaler Ebene aufgrund der gesamtschweizerischen Unfallstatistik. Diesbezügliche Hinweise von den kantonalen Polizeistellen sind darum eher selten, da die vorhandenen Datenmengen oft zu klein und darum nicht repräsentativ genug sind. Zum frühzeitigen Erkennen von allfälligen Trends und dem Einleiten einer gesamtschweizerischen Untersuchung, sind Hinweise von den einzelnen Polizeikorps aber stets nützlich und wichtig.

### **5.2.2 Beurteilung von bestehenden Massnahmen aufgrund der Entwicklungen im Unfallgeschehen**

Auch aufgrund der Analyse und der Beurteilung der Entwicklungen im Unfallgeschehen über mehrere Jahre kann aufgezeigt werden, welche Massnahmen erfolgreich waren und welche nicht. Waren die Massnahmen nicht erfolgreich, ist entweder die Massnahme rückgängig zu machen oder der neue Missstand muss mit Gegenmassnahmen bekämpft werden.

Generell ist aber die Wirksamkeit der Aktionen/Aufrufe und der Kontrolltätigkeit der Polizei recht schwierig zu messen und wird in der Praxis auch viel zu wenig durchgeführt. Meist ist ohnehin das Zusammenspiel von vielen verschiedenen Faktoren für die Entstehung eines Unfalles ausschlaggebend, so dass die Wirksamkeit einzelner Massnahmen schwer separierbar wird.

### **5.2.3 Ableitung von Erkenntnissen für die Anpassung von technischen Normen**

Für die Anpassung und Überarbeitung von technischen Normen sind vertiefte Untersuchungen im Datensatz der Verkehrsunfälle notwendig. Mit Hilfe einer Vorselektion über die Merkmale im Bereich der Unfallstelle wie Kreisel, Fussgängerstreifen, Trottoir, ÖV-Haltestellen, Radweg, Radstreifen, etc. meist in Kombination mit weiteren, geeigneten Ein-

schränkungen (z.B. der Art der Verkehrsteilnehmer, wie beteiligten Fahrradlenkern, Mofalenkern, Fussgängern, etc.) können mit dem Verfahren zur Lokalisierung und Rangierung von Unfallschwerpunkten [5] kritische Stellen im Strassennetz aufgefunden werden, bei welchen sich überdurchschnittlich viele Unfälle ereignen. In der Regel ist eine verkehrstechnische Unfallanalyse an diesen Unfallhäufungsstellen notwendig, um die relevanten Parameter der Strassenanlage herauszufinden, welche für die Entstehung der Unfälle mitverantwortlich sind. Bei dieser detaillierten Arbeit spielt die Bestimmung der massgebenden Unfalltypen eine entscheidende Rolle.

Beispiele:

- Schweizer Norm über Fussgängerstreifen
- Kantonale Richtlinien über Radverkehrsanlagen
- Schweizer Norm über Kreisverkehrsanlagen
- Kantonale Richtlinien über Kreisverkehrsanlagen
- Richtlinien für die Beleuchtung von Verkehrsanlagen

### **5.3 Erkenntnisse bzgl. polizeilicher Überwachung und Kontrollen**

#### **5.3.1 Fortführung / Verstärkung von Kontrollen**

Verschiedene Kontrollen werden jedes Jahr durchgeführt (die Anzahl der Kontrollen wird hier aus verständlichen Gründen nicht bekannt gegeben) und je nach personeller Kapazität mehr oder weniger intensiviert:

- Alkoholkontrollen
- Geschwindigkeitskontrollen (fix installierte Radarkabinen, mobile Kontrollen)
- Automatische Rotlichtüberwachung (fix installierte Kabinen, mobile Kontrollen)
- Sicherheitskontrollen (Sicherheitsgurten, Sturzhelme, Ablenkung, etc.)
- Arbeits- und Ruhezeitkontrollen
- Technische Kontrollen
- SDR-Kontrollen (Transporte von gefährlichen Gütern)
- Weitere Verkehrskontrollen (Beleuchtung, Abgas, Mofas, Reifenprofil)
- Lastwagenkontrollen
- Carkontrollen
- Schlachthofkontrollen (Tiertransporte)

Einige der oben erwähnten Kontrollen werden in sogenannten Aktionen einzeln oder gemischt durchgeführt. Hier einige Beispiele schweizerischer Kontrollen:

- Aufmerksamkeit kann Leben retten

(neben Radarfotos auch Aufzeichnungen, die man selbst auf der A 1 aufgenommen hat)

- Abstand / Drängeln
- Nichtbetätigen des Blinkers
- Dauerndes Linksfahren
- Telefonieren ohne Freisprechanlage
- Andere Verrichtungen (Zeitung lesen, Karte studieren)

- Dir zuliebe (Gurten, Helm, Natel)
  - Telefonieren ohne Freisprechanlage
  - Nichttragen von Sicherheitsgurten (Lenker, Mitfahrer, Andere)
  - Nichttragen des Sturzhelmes (Lenker MR + KLMR, Mitfahrer MR, Lenker Mofa)
- Farbe bekennen
  - Motorfahrzeuge (Nichtbeachten Lichtsignal, Nichtbeachten Wechsel- oder einfaches Blinklicht)
  - Mofa /Fahrrad (Nichtbeachten Lichtsignal, Nichtbeachten Wechsel- oder einfaches Blinklicht)
- Dem Nachwuchs eine Chance
  - Laser Geschwindigkeitsmessungen im Bereich von Schulhäusern
  - Kontrolle des Vortrittes auf Fussgängerstreifen im Bereich von Schulhäusern
  - Sichtbare Präsenz im Bereich von Schulhäusern (Velo / Mofa)
- Licht gibt Sicht
 

(Beleuchtung ordnungsgemäss montieren und einschalten, Speichenreflektoren montieren, Schutzkleidung mit reflektierenden Streifen tragen, Fahrweise den Strassen- und Sichtverhältnissen anpassen)

  - Nichtbetätigen des Blinkers
  - "Iglu" (vereiste/verschneite Scheiben)
  - Fahrräder: Beleuchtung
  - Mofas: Beleuchtung
  - übrige Motorfahrzeuge: Beleuchtung
- Sicherheit und Technik
 

(Betriebsbremse: Statische Prüfung, Dynamische Prüfung; Handbremse; Räder: Bereifung (Profil, Radabdeckung), Felgen (Originalfelgen, Bewilligungen, Spurverbreiterungen))

  - Car / LW / PW / MR / Mofa / Anhänger
- Rücksicht statt Hackordnung
  - Mofafahren auf dem Trottoir
  - Velofahren auf dem Trottoir
  - Nichtgewähren Vortritt bei Fussgängerstreifen
  - Parkieren auf Trottoir
  - Parkieren auf/vor Fussgängerstreifen
  - Parkieren auf Radweg / Radstreifen
  - Parkieren auf Gehbehindertenparkplatz
- Schau hin
 

(Verkehrssicherheitsrat: Plakat mit zwei Augen und Fussgängerstreifen. Ziel: Förderung des partnerschaftlichen Verhaltens zwischen den starken und schwachen Verkehrsteilnehmern)
- Senza
 

(Fahren trotz Führerausweis-Entzug)
- Überraschende örtliche Grosskontrollen (Polizei), (Maulwurf)

### 5.3.2 Ableitung anderer / neuer Kontrollen

Aufgrund von Beobachtungen während der normalen Überwachungstätigkeit können sich auch wertvolle Hinweise für weitere, zusätzliche Kontrolltätigkeiten ergeben. So zum Beispiel:

- Diverse mögliche Ablenkungen des Fahrers während dem Fahren durch: Bedienen eines elektronischen Gerätes (speziell des Telefonierens ohne Freisprechanlage), Essen/Trinken, Zeitunglesen, Karten studieren, etc.)
- Fehlende, nicht funktionierende oder nicht eingeschaltete Beleuchtung speziell an Velo und Mofas
- Abstandskontrollen (nicht zu nahes Aufschliessen)

### 5.4 Aus der Sicherheitsberatung

#### 5.4.1 Anwendung von Beratungschecklisten (Vorgehen bei Sicherheitsberatungen, wenn keine bzw. wenige Unfälle registriert wurden)

- Allgemeines

Grundsätzlich ist für Analysen von Strassenverkehrsunfällen die Norm SN 640 010 Strassenverkehrsunfälle, Unfallanalysen sowie Kurz-, Gefahren- und Risikoanalysen des Verbandes der Schweizerischen Strassen- und Verkehrsfachleute VSS [6] anzuwenden. Hier werden zusätzlich vereinfachte Methoden und Checklisten beschrieben, welche insbesondere bei Beratungen zu Sicherheitsfragen allgemein zur Anwendung gelangen können (keine Unfälle bekannt resp. Zahl der Unfälle zu gering; keine umfangreichen Analysen der Gefahren möglich).

Bei der Anwendung dieser Checklisten ist zu unterscheiden zwischen Projekten und bestehenden Anlagen.

- Projekte

Überprüfung von Projekten:

Bei der Beurteilung von Projekten ist primär ein sogenanntes Safety Audit (Verkehrssicherheitsbeurteilung) anzuwenden.

Bislang standen solche Instrumente in der Schweiz noch nicht zur Verfügung (Forschungsarbeiten zur Verkehrssicherheitsbeurteilung, VSB-CH, sind aber jetzt abgeschlossen und bereits veröffentlicht [17]). Es ist vorgesehen, aufgrund dieser Forschungsarbeit in diesem Jahr entsprechende Normen für die Anwendung dieser Methode zur Überprüfung von Projekten auf Sicherheitsmängel zu veröffentlichen. Deshalb wird hier nicht näher auf dieses Verfahren eingegangen.

In Deutschland liegen seit 2002 die Empfehlungen für das Sicherheitsaudit von Strassen ESAS [18] zur Überprüfung von Projekten von Verkehrsanlagen vor.

Gefahrenanalyse (mit Gefahrenanalogie):

Ein weiteres mögliches Verfahren besteht in der Anwendung der Gefahrenanalyse. Diese Analyse wird hier nicht näher beschrieben, da sie schon in der Norm SN 640'010 Strassenverkehrsunfälle, Unfallanalysen sowie Kurz-, Gefahren- und Risikoanalysen eingehend abgehandelt wurde.

## - Bestehende Anlagen

### Gefahrenanalyse (mit Konflikttechnik):

Die Gefahrenanalyse wird hier nicht näher beschrieben, da sie schon in der Norm SN 640'010 Strassenverkehrsunfälle, Unfallanalysen sowie Kurz-, Gefahren- und Risikoanalysen kurz erwähnt wurde. Sie wird heute noch sehr selten durchgeführt.

### Kurzverfahren mit Checkliste:

Da bei bestehenden Anlagen meist kein oder zumindest kein aktueller Situationsplan der Anlage zur Verfügung steht, muss bei der Bestandaufnahme einerseits auf die aus Erfahrung zu „erwartenden“ Kollisionsmuster resp. die Fastunfälle zurückgegriffen werden und mit den Kontrollwerten der aus gesamtschweizerischen Unfallstatistik „bekannten“ Kollisionsmuster<sup>3</sup> verglichen werden (siehe Abb. 5 und weitere Beispiele).

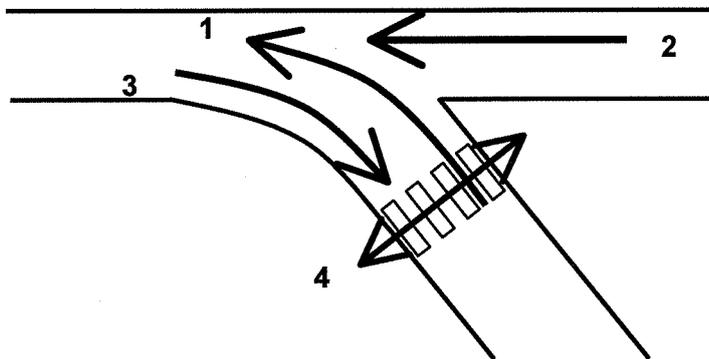


Abb 5: Beispiel: spitzwinklige, dreiarmige Einmündung lässt höhere Geschwindigkeiten für Fahrzeuge 1 und 3 zu. Aus Unfalluntersuchungen ist bekannt, dass infolge höherer Geschwindigkeiten auch mehr Unfälle zwischen Fahrzeugen 1 und 2 resp. Fahrzeugen aus 3 mit Fussgängern 4 zu erwarten sind.

Weitere Beispiele von bekannten Kollisionsmustern sind:

- Unfälle mit Fussgängern längs
- Unfälle mit Fussgängern quer
- Wechselseitige Parkierung in verkehrsberuhigter Zone: hinter parkiertem Fahrzeug hervorspringende Kinder

Andererseits kann die bestehende Situation mit dem beobachteten Verkehrsablauf (Geschwindigkeiten, DTV, Abstand,...) zusammen mit den Normen, Richtlinien oder Empfehlungen gegenübergestellt werden. Aus diesen beiden Vergleichen ergeben sich die massgebenden Defizite, welche wiederum ihrerseits die Grundlage für die Ableitung von Empfehlungen und geeigneten Massnahmen darstellt (siehe Abb.6).

<sup>3</sup> Definition:  
 Zu erwartende Kollisionsmuster:  
 Aus Erfahrung kann abgeleitet werden, welche Kollisionen oder Fastunfälle in dieser Situation zu erwarten sind.  
 Bekannte Kollisionsmuster:  
 Aufgrund gesamtschweizerischer Statistiken und Untersuchungen bekannte Kollisionen oder Fastunfälle.

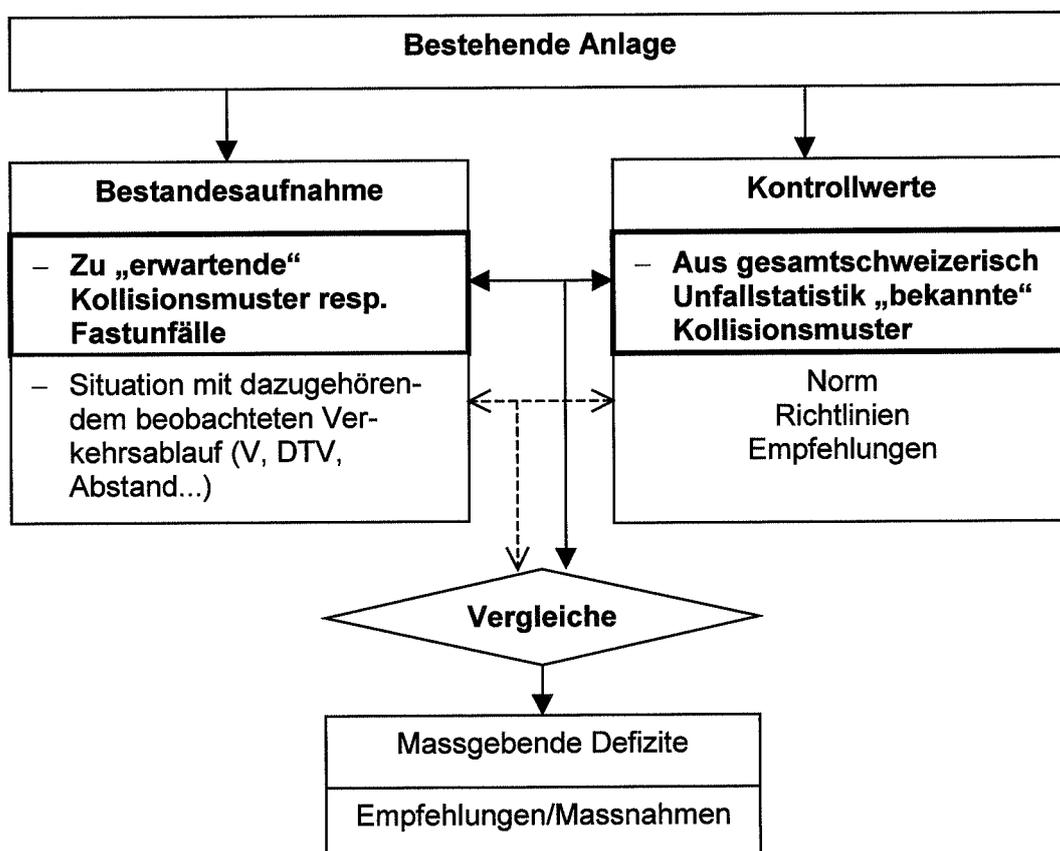
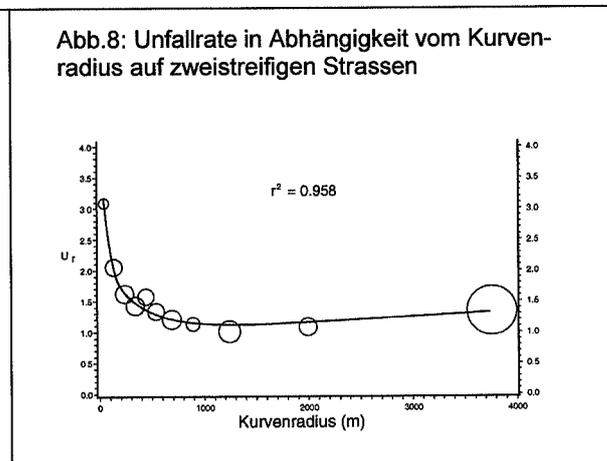
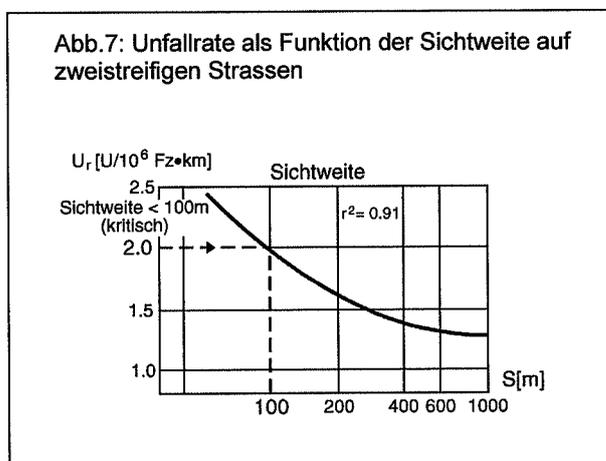


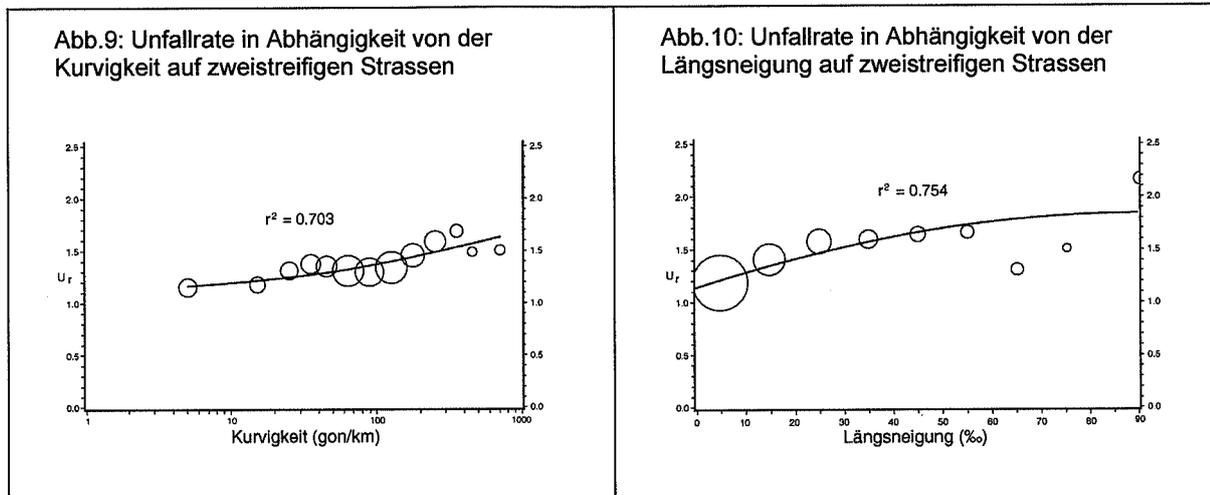
Abb.6: Kurzverfahren mit Checklisten für bestehende Anlagen

### 5.4.2 Anwendung von Analogien [19]

Die Unfallursachenforschung liefert zwei Grundlagen für die theoretische Gefahrenanalyse, einerseits die Auswertung von allgemeinen Unfallstatistiken und andererseits die Auswertung von durchgeführten verkehrstechnischen Unfallanalysen.

Ergebnis der Auswertung allgemeiner Unfallstatistiken sind u.a. typische relative Unfallzahlen. Häufig existieren auch gezielte Statistiken, in denen Unfallraten aufgeschlüsselt sind, nach einzelnen Anlageelementen oder nach Kenngrössen der Verkehrsablaufs. Die Abbildungen 7 bis 10 zeigen einige Beispiele.





Jedoch ist die Übertragbarkeit und die Kombination solcher Unfallraten problematisch. Häufig liegen ältere Untersuchungen mit in der Zwischenzeit stark veränderten oder sehr unterschiedlichen Verkehrsmengen vor. Auch das Ausgangsmaterial der verwendeten Kennzahlen stellt ein Problem dar. Diese Kennzahlen werden aufgrund der polizeilich registrierten Unfälle erstellt, wobei das gesamte Rohmaterial verwendet wird, also auch nicht anlagerelevante Unfälle.

Daher wird empfohlen, wenn immer möglich die Gefahrenanalyse mit Hilfe von Auswertungen durchgeführter verkehrstechnischer Unfallanalysen (VUA) zu erstellen. Geeignet sind fundierte verkehrstechnische Unfallanalysen, die zu realisierten Sanierungen geführt haben und die Wirksamkeit angeordneter Massnahmen überprüft wurde.

Diese örtlich erhobenen Gesetzmässigkeiten sind aber auch nur dann übertragbar, wenn zwei Bedingungen erfüllt sind:

- Durchführung und Erfassung einer genügend grossen Anzahl (statistische Stichprobe) gezielter, örtlicher verkehrstechnischer Unfallanalysen
- Umfassende Dokumentation, insbesondere eine detaillierte Anlageanalyse zu VUA

In Spezialfällen wie längeren Strecken oder Strassenzügen können, neben der Anwendung dieser allgemeinen Grundlagen (Unfallstatistik und verkehrstechnische Unfallanalyse), spezifische Gefahrenanalysen mit Hilfe von Vergleichsanalysen erstellt werden. Für ein konkretes Projekt wird dann auf der Basis ähnlicher bestehender Strecken (bezüglich Ausbaugrad, Streckencharakteristik, etc.) eine Unfallprognose für das Bauprojekt erarbeitet.

Bei der Anwendung von Gefahren-Analogien werden in einem ersten Schritt die möglichen Gefahren- bzw. Unfalltypen bestimmt. Dieser Schritt kann meist recht zuverlässig ausgeführt werden. Die relativen Anteile werden aufgrund allgemeiner Statistiken abgeschätzt.

In einem zweiten Schritt müssen die zukünftigen Gefahren- bzw. Unfallraten geschätzt werden. Hierzu eignen sich die erwähnten Vergleichsanalysen. Bei gesicherten Grundlagen sind auch Resultate von verkehrstechnischen Unfallanalysen verwendbar. In Zweifelsfällen muss auf die Angabe von quantitativen Kennwerten verzichtet werden. Bei Variantenvergleichen (z.B. Sanierungsvarianten) bzw. Projektvarianten genügt auch ein relativer Vergleich (z.B. mit ausländischen Richtwerten).

## **6. Ableitung von Massnahmen aus der örtlichen Unfallauswertung**

### **6.1 Vorgehen gemäss Verfahren der Verkehrstechnischen Abteilung des Kantons Zürich**

Seit 1984 werden auf dem Netz der Haupt- und Nebenstrassen im Kanton Zürich (ohne Städte Zürich und Winterthur) systematisch Unfallschwerpunkte ermittelt. Um die Wirksamkeit von den heute getroffenen Sanierungsmassnahmen aufzeigen zu können, wurden 250 Unfallschwerpunkte einer groben Prüfung unterzogen. Gesucht wurden dabei Sanierungsmassnahmen, mit denen eine gute Wirksamkeit erzielt wurde, das heisst, der Rückgang der Anzahl Unfälle und/oder Verletzten und/oder Toten musste markant sein.

Folgende Sachzwänge reduzierten die Anzahl der in Frage kommenden Unfallschwerpunkte stark:

- Der Schwerpunkt war eine Verzweigung mit einer Lichtsignalanlage (Die Unfallschwerpunkte bei Verzweigungen mit Lichtsignalanlagen wurden wegen der Komplexität der Anlagen nicht untersucht. Die gemachten Erfahrungen sind noch ungenügend bzw. wurden noch nicht im Detail ausgewertet.).
- Der Schwerpunkt war eine Kreisverkehrsanlage (Die Unfallschwerpunkte bei Kreisverkehrsanlagen wurden nicht untersucht. Nur wenige der ca. 120 Kreisel sind bis heute als Schwerpunkte aufgetreten. Die ersten Kreisel wurden im Jahr 2000 saniert. Darum ist die Beobachtungszeit bis heute zu klein, um fundierte Aussagen über die Wirksamkeit der getroffenen Massnahmen machen zu können. Tendenziell kann aber festgehalten werden, dass die kritischen Kreisel durchwegs aus der Anfangszeit des Kreiseldooms stammen und somit nach heutigen Gesichtspunkten diverse Mängel aufwiesen.)
- Es wurden an verschiedenen Unfallschwerpunkten die gleichen Massnahmen getroffen (oftmaliger Verzicht auf Mehrfachnennungen)
- Die Massnahmen hatten keinen bzw. nur geringen Erfolg.
- Es wurden keine Massnahmen getroffen.
- Der Zeitraum „vorher“ war knapp (< 3 Jahre)
- Der Zeitraum „nachher“ war knapp (< 3 Jahre)

Auf Basis dieses Vorgehens wurden seit 1984 im Kanton Zürich 86 Unfallschwerpunkte für die Auswertung ermittelt.

Die ausgewerteten Unfallschwerpunkte nach der Unfallstelle zeigt Abb.11.

Die Wirkung der umfassenden Sanierungsmassnahmen, wie der Installation einer Lichtsignalanlage, der Umbau in eine Kreisverkehrsanlage und der Umbau einer Kreuzung in zwei Einmündungen, wurden nur pauschal untersucht, da sich die meisten massgebenden Unfalltypen nicht mehr in der entsprechenden Form ereignen können (vgl. die entsprechenden Zusammenstellungen Massnahme / Skizze / Wirkung auf den Seiten 19,20 und 21).

Die grau hinterlegten Bereiche mit den diversen Sanierungsarbeiten wurden speziell untersucht, ausgewertet und nach den jeweiligen massgebenden Unfalltypen sortiert und die ergriffenen Sanierungsmassnahmen und deren Wirkung beschrieben. Zum besseren Verständnis wurden die Massnahmen mit einer Skizze oder einer aussagekräftigen Fotografie dargestellt (vgl. Kap.6.2.1 und 6.2.2).

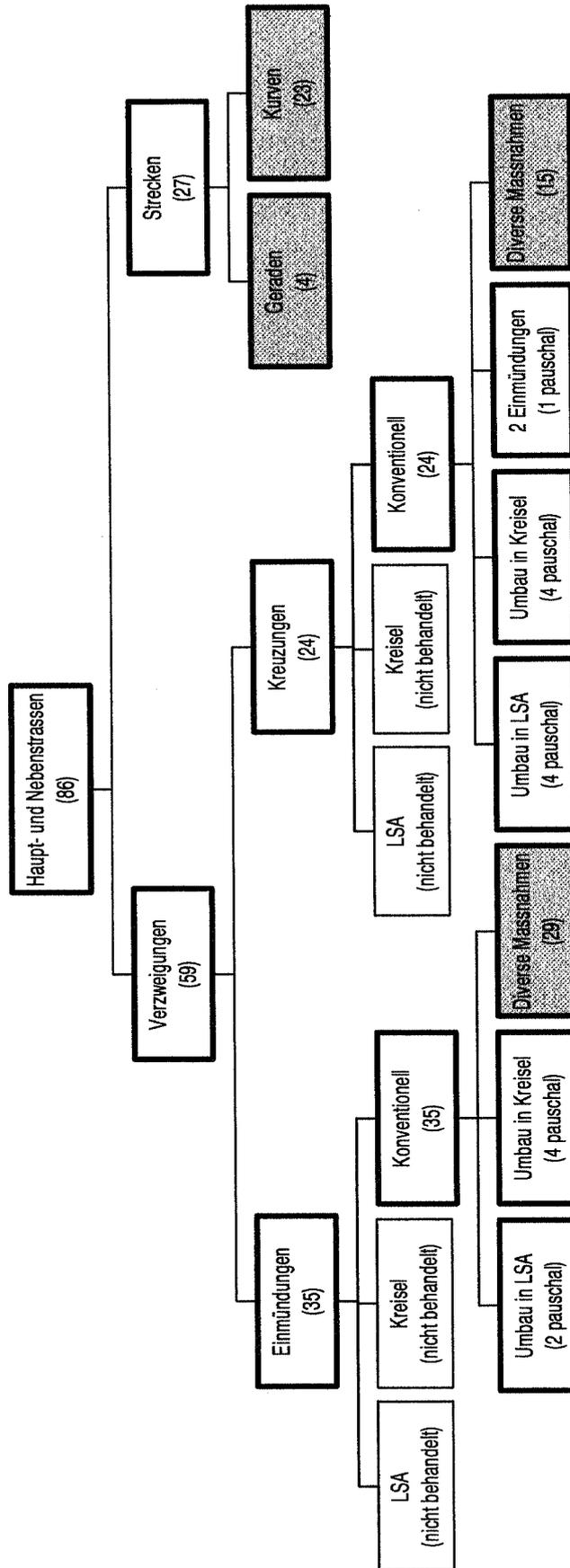
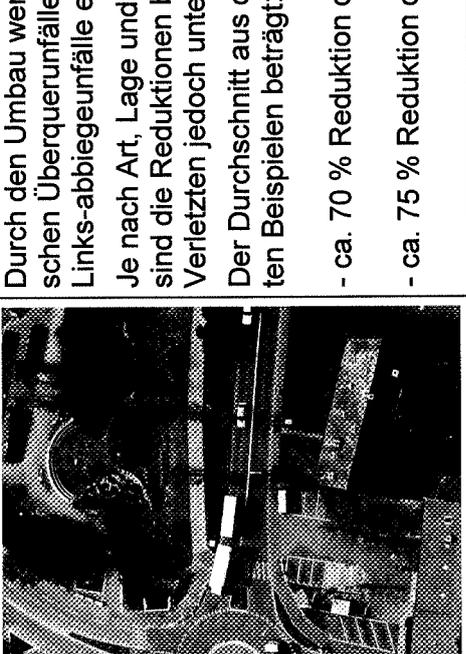


Abb.11: Darstellung der ausgewerteten Unfallschwerpunkte nach der Unfallstelle

<b>Sanierung und Betrieb einer Verzweigung mit einer Lichtsignalanlage</b>		
Massnahme	Skizze	Wirkung
<p>Betrieb einer Verzweigung (Kreuzung oder Einmündung) mit einer Lichtsignalanlage</p>		<p>Durch die Installation einer Lichtsignalanlage können die Verkehrsströme so entflechtet werden, dass keine kritischen Begegnungsfälle mehr auftreten können, wenn die betreffenden Signale beachtet werden.</p> <p>Je nach Art, Lage und Geometrie der Lichtsignalanlage sind die Reduktionen betreffend den Unfällen und Verletzten jedoch unterschiedlich.</p> <p>Der Durchschnitt aus den 6 speziell ausgewerten Beispielen beträgt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ca. 50 % Reduktion der Unfälle</li> <li>- ca. 80 % Reduktion der Verletzten</li> </ul>
<p>(Beispiele 3.1 – 3.6)</p>		

## Sanierung und Umbau einer Verzweigung in eine Kreisverkehrsanlage

<p><b>Massnahme</b></p>	<p><b>Skizze</b></p>	<p><b>Wirkung</b></p>
<p>Umbau der Verzweigung (Kreuzung oder Einmündung) in eine Kreisverkehrsanlage</p>		<p>Durch den Umbau werden vor allem die kritischen Überquerunfälle, Linkseinbiegeunfälle und Links-abbiegeunfälle eliminiert.</p> <p>Je nach Art, Lage und Geometrie des Kreisels sind die Reduktionen betreffend den Unfällen und Verletzten jedoch unterschiedlich.</p> <p>Der Durchschnitt aus den 8 speziell ausgewerten Beispielen beträgt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ca. 70 % Reduktion der Unfälle</li> <li>- ca. 75 % Reduktion der Verletzten</li> </ul>

(Beispiele 4.1 – 4.8)

<b>Sanierung und Umbau einer Kreuzung in zwei Einmündungen</b>		
<b>Massnahme</b>	<b>Skizze</b>	<b>Wirkung</b>
Umbau der Kreuzung in zwei Einmündungen		Durch den Umbau werden vor allem die kritischen Überquerunfälle eliminiert.
(Beispiel 5.1)		

## 6.2 Grundsätzliche Erkenntnisse zur Wahl und Anwendung der Massnahmen

### 6.2.1 Sanierungsmassnahmen bei Knoten

Die 44 Knoten mit diversen Sanierungsmassnahmen teilen sich wie folgt auf:

29 Einmündungen                      Kriterium für die Schwerpunktserkennung:

- 19 x Unfälle allgemein
- 10 x Unfälle mit Personenschaden
- 0 x Unfälle mit Toten

15 Kreuzungen                        Kriterium für die Schwerpunktserkennung:

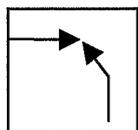
- 10 x Unfälle allgemein
- 4 x Unfälle mit Personenschaden
- 0 x Unfälle mit Toten

Beim Verfahren der Unfallanalyse ist eine der wichtigsten Tätigkeiten die Bestimmung der massgebenden Unfalltypen. Über diese Unfalltypen können die massgebenden Mängel an der Strassenanlage und im Verkehrsablauf aufgedeckt und saniert werden.

Aus diesem Grund wurden beim Auffinden von geeigneten Sanierungsmassnahmen generell für die Einmündungen und Kreuzungen zusammen die massgebenden Unfalltypen aufgelistet, die einzelnen Massnahmenarten dargestellt und deren Wirkung aufgezeigt.

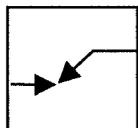
Aus den zwar willkürlich zusammengetragenen Schwerpunkten bei Knoten kann klar erkannt werden, dass vor allem folgende Unfalltypen vorherrschen:

#### Hauptunfalltypen



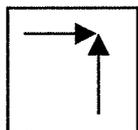
UT 40 (Unfalltyp 40) → Unfalltypen ZH (vgl. Anhang)

„Linkseinbieger mit von Linkskommendem“



UT 30

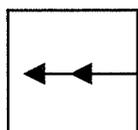
„Linksabbieger mit Entgegenkommendem“



UT 50

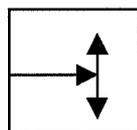
„Überquerer mit von links oder rechts“

#### Weiter Unfalltypen



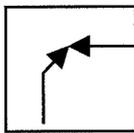
UT 20/21

„Auffahrtunfälle“



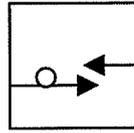
UT 80

„Fussgängerunfall beim Überqueren“



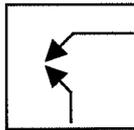
UT 44

„Rechteinbieger mit von rechts kommendem, vortrittsberechtigten leichten Zweiradfahrern“



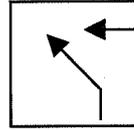
UT 01 und 02

„Fahrerfälle ohne bzw. mit Kollision mit einem anderen Verkehrsteilnehmer“



UT 45

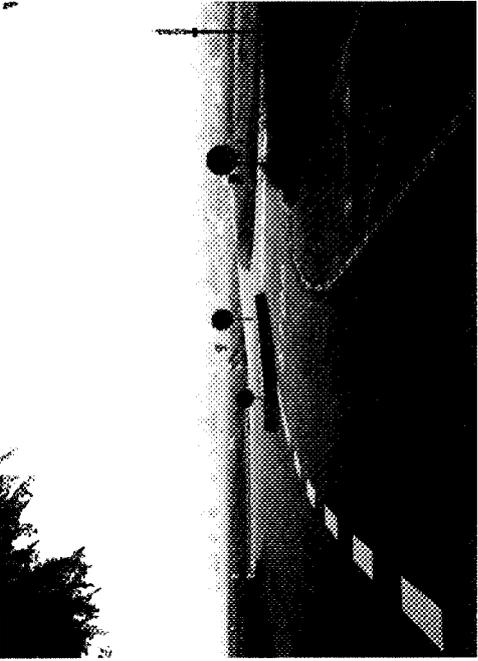
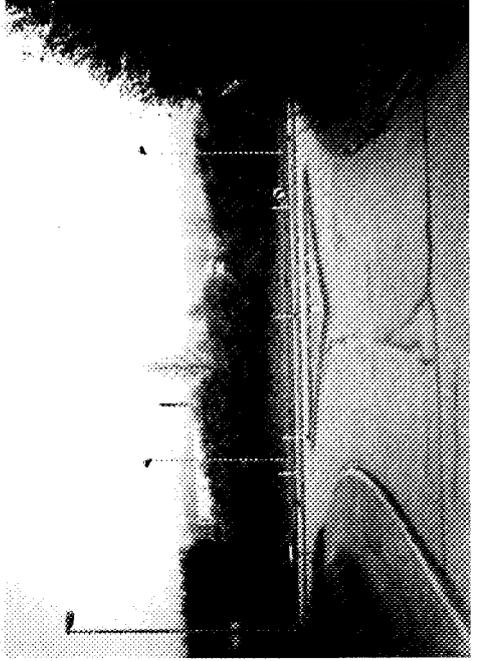
„Linkseinbieger mit Linksabbieger“

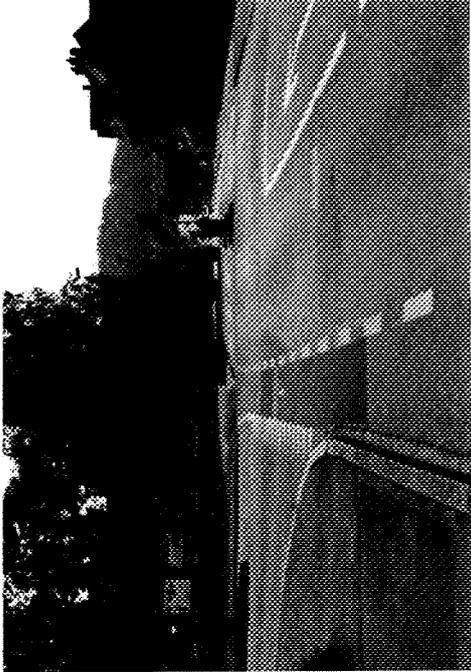
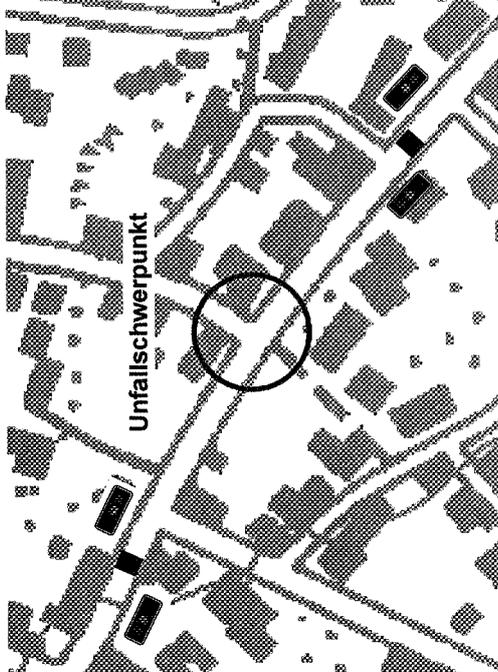


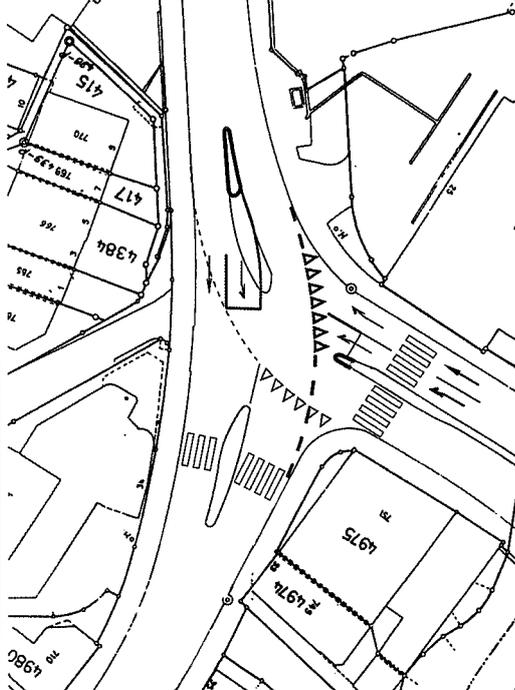
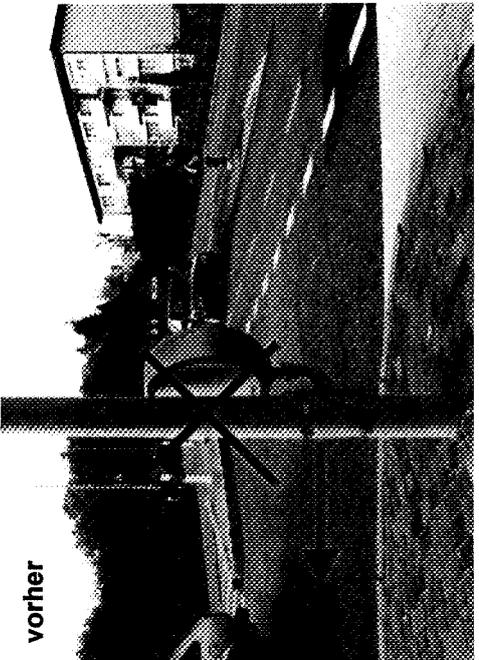
UT 43

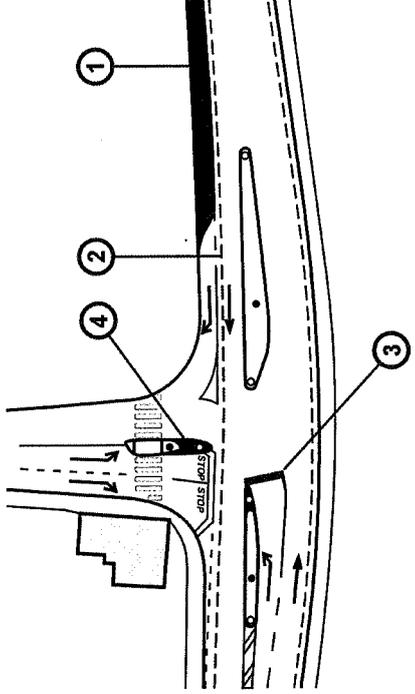
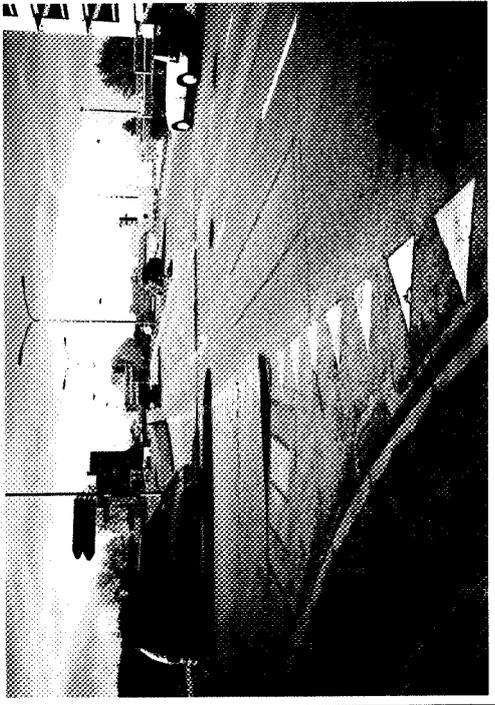
„Linkseinbieger mit von Rechtskommendem“

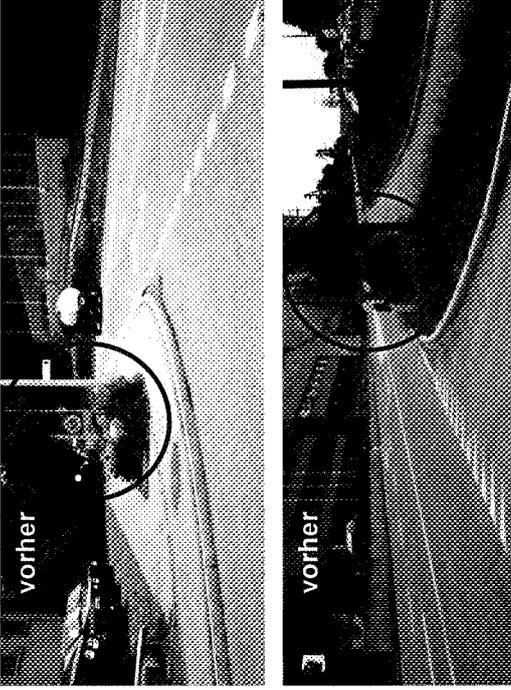
Die entsprechende Zusammenstellung von Massnahme - Skizze - Wirkung bzgl. geeigneter Sanierungsmassnahmen an Knoten kann den folgenden Seiten entnommen werden.

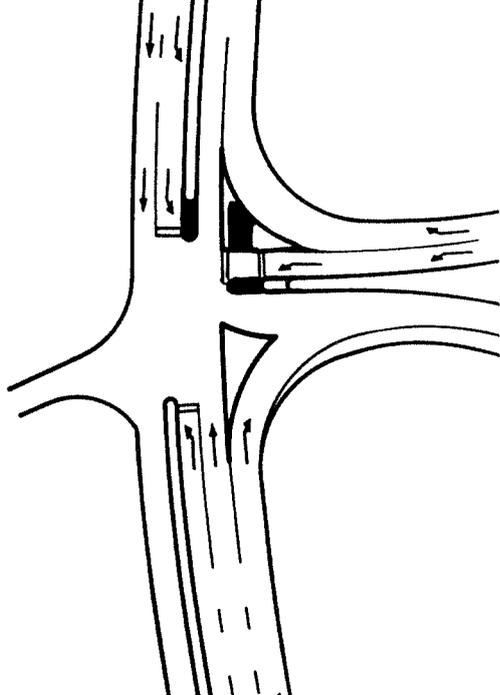
	„Linkseinbieger mit von Linkskommendem“		Seite 1
Massnahme	Skizze	Wirkung	
Abkröpfung (rechtwinkligeres Einführen) der einmündenden Strasse und Einbau einer Mittelinsel  (Beispiele 1.1 – 1.4)		Bessere Erkennbarkeit der Verzweigung. Der STOP-Balken bzw. die Wartelinie wird weniger überfahren. Besseres Blickverhalten, vor allem nach links auf die am rechten Strassenrand fahrenden leichten Zweiradfahrer.	
Unterverbinden einer Fahrbeziehung (Linkseinbiegeverbot) (1x ausgenommen für leichte ZR)  (Beispiele 1.5 – 1.6)		In der Regel 100%-ige Wirkung, da das massgebende Manöver nicht mehr erlaubt ist, bzw. durch bauliche Massnahmen unterbunden wird. Es muss aber in unmittelbarer Nähe eine Wendemöglichkeit (z.B. Kreisel) vorhanden sein, um die ungünstigen Umwegfahrten zu minimieren. Die Möglichkeit von einem erlaubten Linkseinbiegen nur für leichte Zweiradfahrer ist zu prüfen (wurde schon erfolgreich angewandt).	

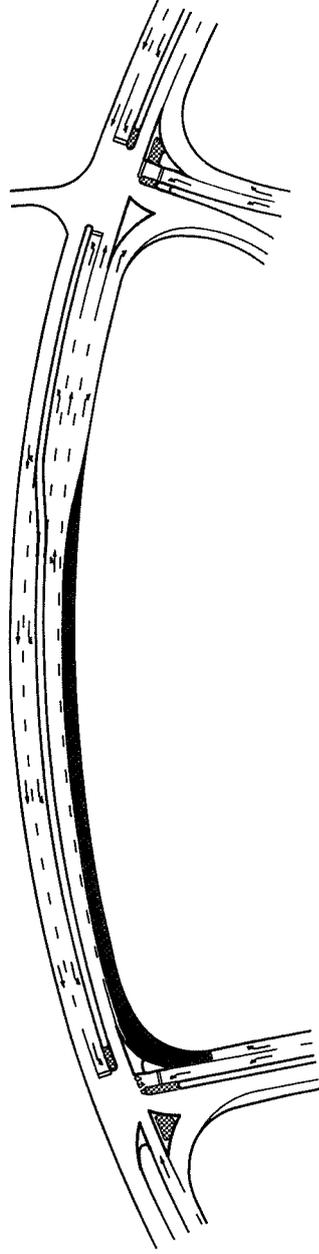
	„Linkseinbieger mit von Linkskommendem“		Seite 2
Massnahme Rote Einfärbung der Radwegquerung im Einmündungsbereich	Skizze 	Wirkung Die Erkennbarkeit des vortrittsberechtigten Radwegübergangs konnte mit der roten Einfärbung klar erhöht werden.	
(Beispiel 1.7) Installation von zwei Lichtsignalanlagen vor und nach der Einmündung als Fussgängerschutz	Skizze 	Wirkung Infolge der sehr starken und dichten Bebauung, waren umfangreiche Sanierungsmassnahmen beim eigentlichen Schwerpunkt nicht möglich. Im Zusammenhang mit dem Fussgängerschutz, wurden zwei Lichtsignalanlagen vor und nach der Einmündung (Schwerpunkt), installiert. Mit dieser Installation passieren die Fahrzeuge nun „paketweise“ den Schwerpunkt, was den Einbiegern die notwendigen Zeitlücken bringt.	
(Beispiel 1.8)			

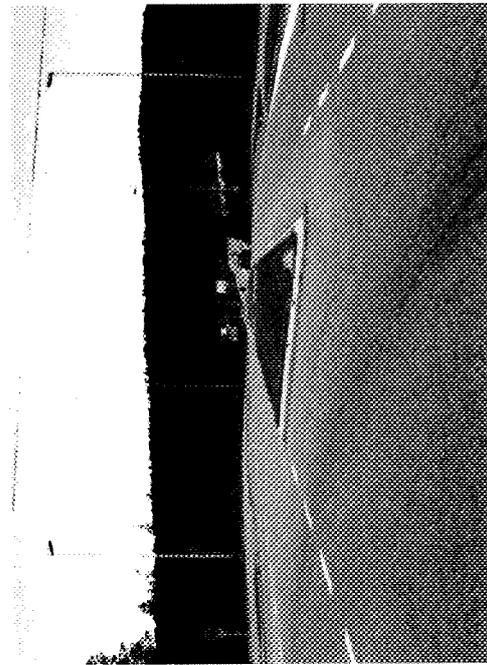
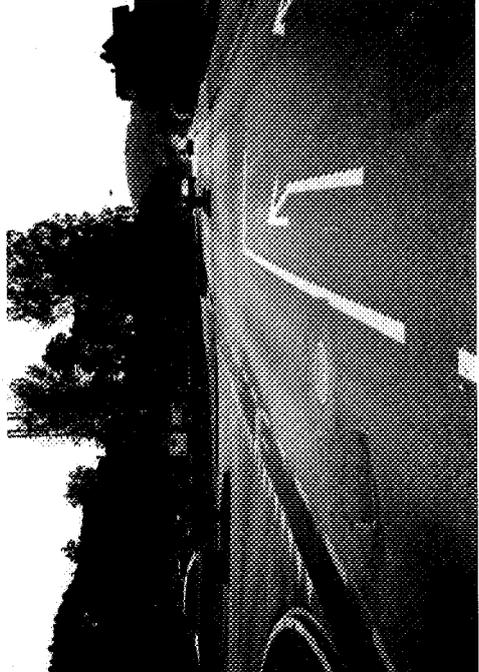
	<p>„Linkseinbieger mit von Linkskommendem“</p>		<p>Seite 3</p>	
<p><b>Massnahme</b></p>	<p>Umkehrung des Vortrittsregimes</p>	<p><b>Skizze</b></p> 	<p><b>Wirkung</b></p> <p>Da mit der Zeit, die Knotenform einer Einmündung nicht mehr mit dem Verkehrsregime übereinstimmt, resultierten viele Unfälle daraus. Als Sofortmassnahme wurden erfolgreich die Vortrittsverhältnisse umgekehrt.</p>	
<p>(Beispiel 1.9)</p> <p>Sichtfeldteilende Elemente versetzen bzw. entfernen (Kandelaber, Signalständer, Pflanzen)</p>	<p><b>vorher</b></p> 	<p>Durch den Kandelaber oder einen Signalständer wird das Sichtfeld des einbiegenden Fahrzeuglenkers in zwei Teile unterteilt. Somit kann sich dieser nur entweder auf das linke oder rechte Sichtfeld konzentrieren und übersieht dadurch von links kommende Fahrzeuge, vor allem wegen ihrer schmalen Silhouette Zweiradfahrer (meistens Velo- oder Mofafahrer) übersehen.</p>		
<p>(Beispiele 1.10 – 1.11)</p>				

	„Linkseinbieger mit von Linkskommendem“		Seite 4
<b>Massnahme</b> Aufheben bzw. bauliches „Fangen“ des Rechtsabbiegestreifens, Vorziehen des Haltebalkens, Ausbilden von Trottoirmänsen, Verlängern der Mittelinsel im Einmündungsbereich  (Beispiele 1.12 – 1.15)	<b>Skizze</b> 	<b>Wirkung</b> Vor allem die auf dem Rechtsabbiegestreifen fahrenden Fahrzeuge verhindern die freie Sicht auf den Geradeausverkehr. Mit der Aufhebung bzw. dem Fangen des Rechtsabbiegestreifens muss sich der Links-einbieger nur noch auf ein von links herannahendes Fahrzeug konzentrieren. Mit dem Verlängern der Mittelinsel wurde weiter der Halteort des Linkseinbiegers positiv beeinflusst (bessere Sicht und kleinerer Räumweg).	
Versetzen des Signals „Hindernis rechts umfahren“ im Einmündungsbereich und markieren von zusätzlichen Fahrtrichtungspfeilen  (Beispiel 1.16)		Das Hauptproblem des Linkseinbiegers über zwei Geradeaus-Fahrstreifen konnte mit dem Anbringen von Fahrtrichtungspfeilen, vor allem auf dem zweiten Fahrstreifen, verbessert werden. Der Linkseinbieger wird dadurch auf den zweiten Geradeausfahrenden aufmerksam gemacht.  Weiter wurde die Sicht nach links durch das Entfernen des Signals „Hindernis rechts umfahren“ verbessert.	

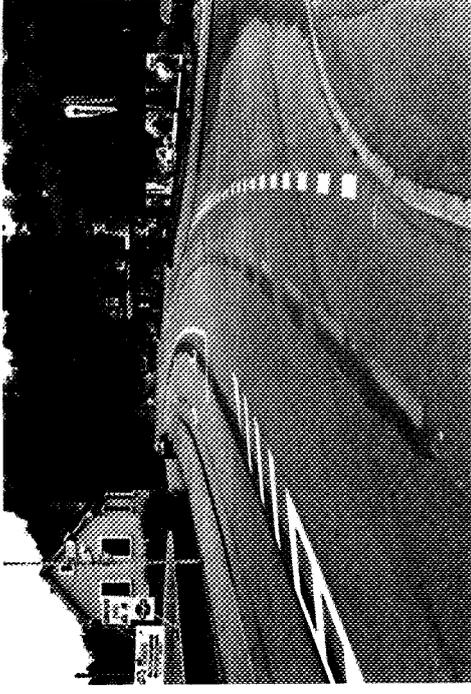
	„Linkseinbieger mit von Linkskommendem“  Seite 5	
<b>Massnahme</b>	<b>Skizze</b>	<b>Wirkung</b>
Markieren eines Warteraumes in Fahrbahnmitteln  (Beispiel 1.17)		Die Markierung des Warteraumes in Fahrbahnmitteln ermöglicht ein Linkseinbiegen in zwei Etappen.  Dies wird allerdings nur von routinierten Fahrerzeuglenkern angenommen.  <b>Nachteil:</b> Mögliche Auffahrunfälle in Fahrbahnmitteln durch Missverständnisse, da der hintere Lenker teilweise nicht weiss, ob der vordere Fahrerzeuglenker fährt oder nicht.
Verbesserung der Sichtverhältnisse nach links und rechts durch Entfernen bzw. Versetzen von Werbetafeln, Büschen und Bäumen.  (Beispiel 1.18)		Durch das Entfernen der Sichtbehinderungen konnte die Sicht auf die von links und rechts kommenden Fahrzeuge stark verbessert werden. Dies führte dazu, dass diese Fahrzeuge frühzeitiger erkannt werden.

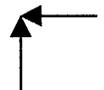
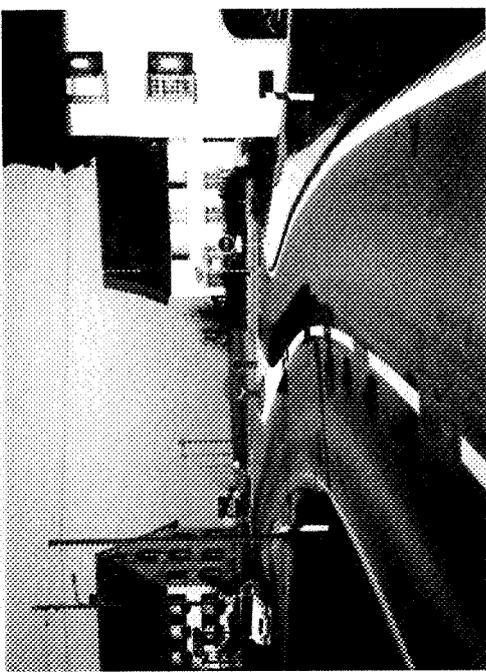
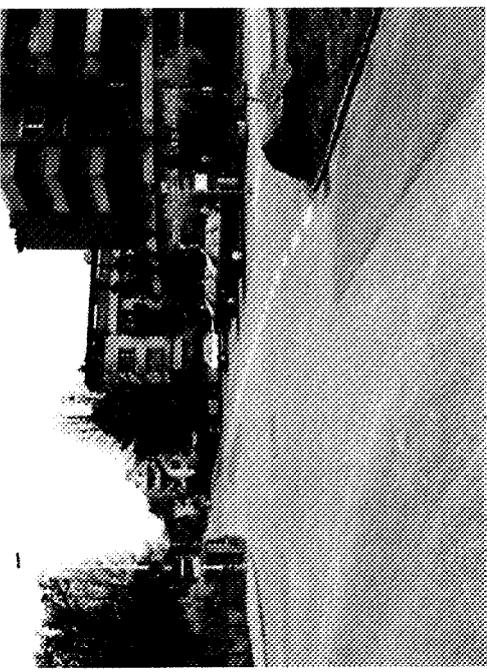
	„Linksabbieger mit Entgegenkommendem“		Seite 1
<b>Massnahme</b> Bau eines Linksabbiegestreifens auf Kosten der Mittelinsel (keine Sichtbehinderung durch linksabbiegende Fahrzeuge auf der Gegenfahrbahn)	<b>Skizze</b> 	<b>Wirkung</b> Die Linksabbieger auf dem Linksabbiegestreifen auf der Gegenseite der Kreuzung, waren für die ebenfalls nach linksabbiegenden Fahrzeuglenker(ohne Linksabbiegestreifen) sichtbehindernd. Die geradeausfahrenden Fahrzeuge wurden infolge des seitlichen Versatzes übersehen. Auf Kosten der Mittelinsel wurde auch für diese Linksabbieger ein separater Fahrstreifen erstellt. Dies hatte zur Folge, dass der Linksabbieger nun den Gegenverkehr sieht) und ohne Zeitdruck abbiegen kann.	
Verkleinern des Linksabbiegeradius durch Verlängerung der beiden Mittelinseln  (Beispiel 1.23)		Durch die Verlängerung der Mittelinseln in der Hauptstrasse und in der Nebenstrasse wurde der Linksabbiegeradius verkleinert. Dies führte zu kleineren Abbiegegeschwindigkeiten, was sich positiv auf die Aufmerksamkeit der Linksabbieger auswirkte.	

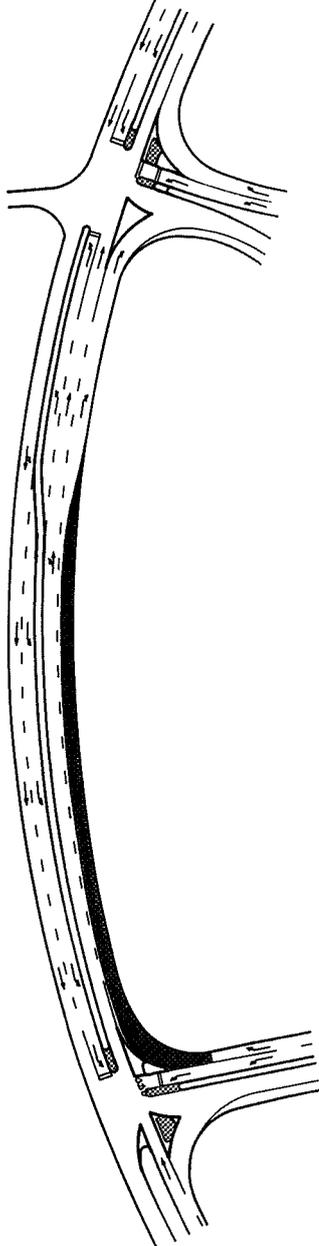
 <p>„Linksabbieger mit Entgegenkommendem“</p>	<p>Seite 2</p>	
<p><b>Massnahme</b></p> <p>Reduktion der Höchstgeschwindigkeit von 70 auf 60 km/h</p>  <p>(Beispiel 1.24)</p>	<p><b>Skizze</b></p> 	<p><b>Wirkung</b></p> <p>Im Vorfeld einer Sanierung (Verbesserung der Sichtverhältnisse auf den entgegenkommenden Verkehr) wurde auch die Höchstgeschwindigkeit von 70 auf 60 km/h gesenkt. Beide Massnahmen zusammen ergaben einen sehr guten Erfolg. Leider kann nicht ausgesagt werden, welche Massnahme mehr zum Erfolg beitrug.</p>
<p>Eliminierung der falschen Zeichengabe durch Kanalisierung des Vorknotens</p>  <p>(Beispiel 1.25)</p>	<p>Durch das Kanalisieren des Vorknotens (nicht direktes Einbiegen in den Rechtsabbiegestreifen) konnte verhindert werden, dass die von der Autobahn einbiegenden Fahrzeuglenker nach dem Fahrstreifenwechsel vom Rechtsabbiegestreifen auf den Geradeausstreifen den Blinker nicht mehr zurückgestellt hatten und mit dem eingeschalteten Blinker nach links geradeaus über die Kreuzung fuhren.</p>	

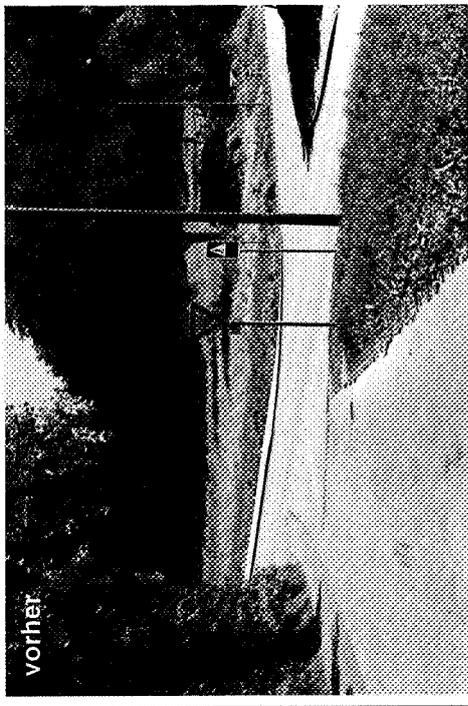
	„Linksabbieger mit Entgegenkommendem“		Seite 3
<b>Massnahme</b> Sicht auf entgegenkommende Fahrzeuge verbessern  (Beispiele 1.24 + 1.26)	<b>Skizze</b> 	<b>Wirkung</b> Auf der gegenüberliegenden Mittelinsel wurden alle sichtbehindernden Elemente (Wegweiser, Kandelaber, Insektenschutzpfosten) entfernt bzw. versetzt. Zudem wurde der Humus der leicht gewölbt eingebracht wurde und eine Wiese nährte, entfernt und durch Kies ersetzt. Auf eine Bepflanzung wurde ganz verzichtet!	
Rote Einfärbung der Radwegquerung im Einmündungsbereich  (Beispiel 1.7)		Die Erkennbarkeit des vortrittsberechtigten Radwegübergangs konnte mit der roten Einfärbung klar erhöht werden.	

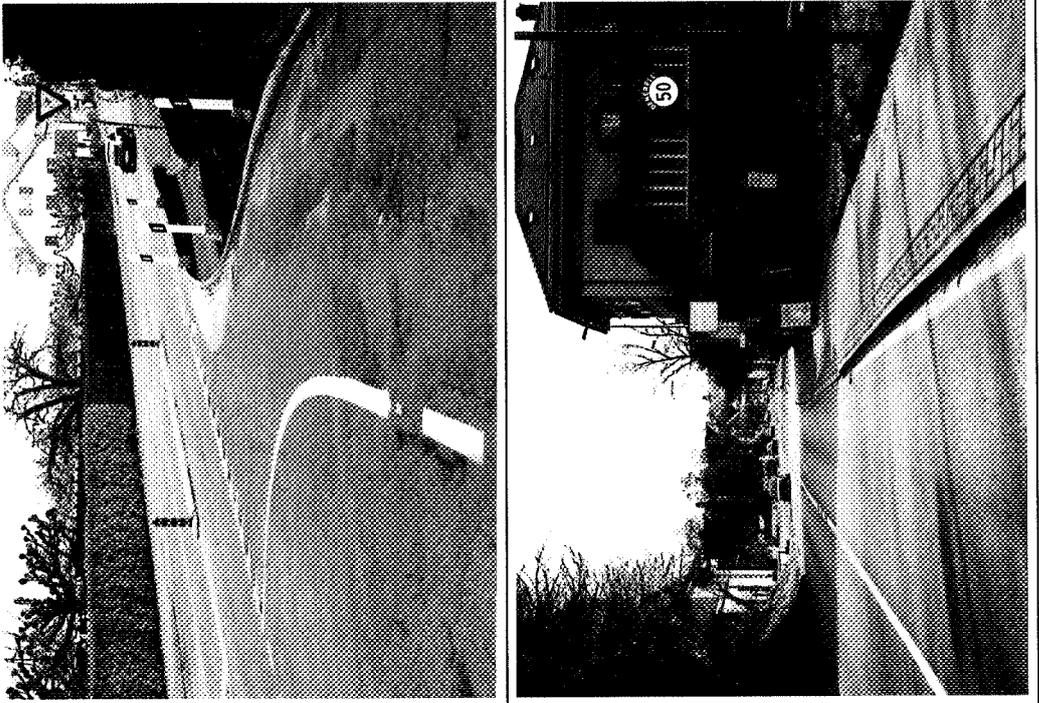
	„Linksabbieger mit Entgegenkommendem“		Seite 4
<b>Massnahme</b>	Einbau einer Mittelinsel im Einlenker der einmündenden Strasse  (Beispiel 1.27)	<b>Skizze</b> 	<b>Wirkung</b> Die Kanalisierung und Reduktion der Abbiegeschwindigkeit ergibt ein weniger hektisches Abbiegen. Somit kann sich der Fahrzeuglenker beim Abbiegen besser auf die entgegenkommenden Fahrzeuge konzentrieren.
Markieren eines Warteraumes in Fahrbahnmittle und bessere Kennzeichnung / Markierung des Geradeausstreifens  (Beispiel 1.17)		Bessere Erkennbarkeit der entgegenkommenden Fahrzeuge und der Konfliktzone.  Nachteil: Mögliche Auffahrnfälle in Fahrbahnmittle durch Missverständnissen, da der hintere Lenker teilweise nicht weiss, ob der vordere fährt oder nicht	

	„Linksabbieger mit Entgegenkommendem“		Seite 5
<b>Massnahme</b> Markieren eines Linksabbiegestreifens (auch nur ansatzweise)	<b>Skizze</b> 	<b>Wirkung</b> Durch das Markieren eines Linksabbiegestreifens, auch nur ansatzweise, steht dem Linksabbieger ein gewisser Raum zur Verfügung, in dem er sich aufstellen kann, um in Ruhe (ohne Druck von hinten) eine passende Zeitücke im Gegenverkehr zum Abbiegen abzuwarten.	
(Beispiel 1.28)			

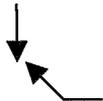
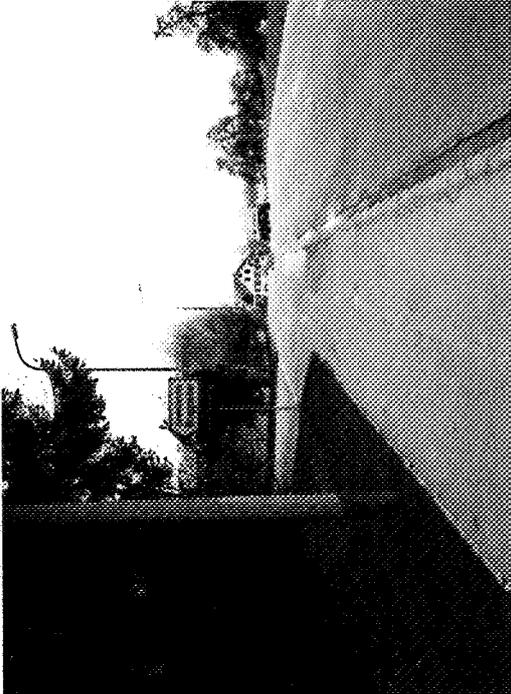
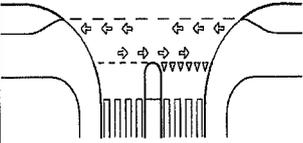
	„Überquerer mit von links oder rechts“		Seite 1
<b>Massnahme</b> Abkröpfung (rechtwinkligeres Einführen) der einmündenden Strasse und Einbau einer Mittelinsel  (Beispiele 1.29 + 1.30)	<b>Skizze</b> 	<b>Wirkung</b> Bessere Erkennbarkeit der Verzweigung. Der STOP-Balken bzw. die Wartelinie wird weniger überfahren. Besseres Blickverhalten, vor allem nach links auf die am rechten Strassenrand fahrenden leichten Zweiradfahrer.	Bei einer Einmündung mündete zusätzlich auf der Gegenseite ein Strässchen bzw. eine Fahrgasse aus einem Parkplatz ein. Diese Ausfahrt war nicht als solche zu erkennen und die Vortrittsverhältnisse waren nicht klar erkennbar. Darum mussten die Vortrittsverhältnisse und die Querstrasse mit einer Führungslinie gekennzeichnet werden.
Erkennbarmachung der Vortrittsverhältnisse durch Führungslinie			

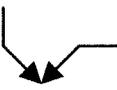
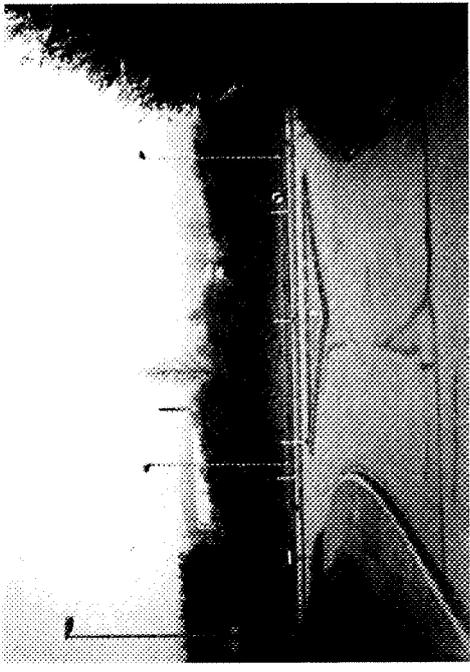
	„Übergänger mit von links oder rechts“		Seite 2
<b>Massnahme</b>	<b>Skizze</b> 	<b>Wirkung</b> <p>Die Vortrittsregelung mit dem Signal „Kein Vortritt“ und der Wartelinie bei der Querstrasse waren nicht klar, bzw. zu spät erkennbar. Mit dem Anbringen der Vorankündigung einer Wartelinie (6.14) auf der Fahrbahn wurde der Fahrzeuglenker auf die Vortrittsverhältnisse aufmerksam gemacht.</p>	
(Beispiel 1.32)	Eliminierung der falschen Zeichengabe durch Kanalisierung des Vorknotens 	Durch das Kanalisieren des Vorknotens (nicht direktes Einbiegen in den Rechtsabbiegestreifen) konnte verhindert werden, dass die von der Autobahn einbiegenden Fahrzeuglenker nach dem Fahrstreifenwechsel vom Rechtsabbiegestreifen auf den Geradeausstreifen den Blinker nicht mehr zurückgestellt hatten und mit dem eingeschalteten Blinker nach links geradeaus über die Kreuzung fuhren.	
(Beispiel 1.25)			

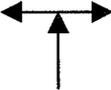
	<p>„Überquerer mit von links oder rechts“</p>		<p>Seite 3</p>
<p>Massnahme</p> <p>Signalisation „STOP“ anstatt „Kein Vortritt“</p>  	<p>Skizze</p> 	<p>Wirkung</p> <p>Bei den vorhanden Vortrittsverhältnissen („Kein Vortritt“) musste der Fahrzeuglenker nicht zwingend anhalten und überfuhr deshalb oft nur mit einem Rollstop die Kreuzung. Durch das Anbringen des Signals „STOP“ konnten die Fahrzeuglenker zu einem Halt gezwungen werden. Dies war aufgrund der schlechten und nur geringfügig zu verbessernden Sichtverhältnisse notwendig.</p>	
<p>(Beispiel 1.33)</p> <p>Verschieben des Fussgängerübergangs in den einstreifigen Bereich [Fussgängerübergang mit (ohne) Fussgängerstreifen nur über je einen Fahrstreifen pro Fahrtrichtung]</p>		<p>Durch das Wegfallen des Abdeckeffektes durch stehende Fahrzeuge auf dem Linksabbiegestreifen sind die querenden Fussgänger und die Benutzer von fahrzeugähnlichen Geräten sowie die leichten Zweiradfahrer früher sichtbar.</p>	
<p>(Beispiel 1.40)</p>			

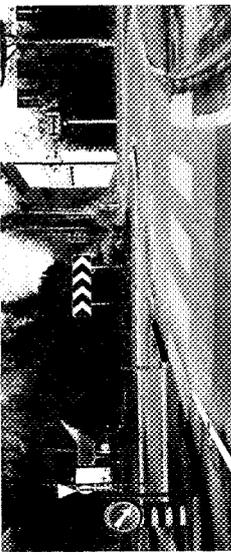
	„Auffahrunfälle“ Seite 1	
Massnahme	Auffahrkollisionen auf einmündender Strasse: Bauliche Verkleinerung des Rechtseinerbiegeradius der Einmündung (Beispiele 1.34 – 1.36)	Wirkung Durch die Verkleinerung des Rechtsabbiegeradius wurde die Geschwindigkeit der Rechtsbieger sowie deren Blickverhalten (durch steileren Aufstellwinkel) nach links positiv beeinflusst.
Auffahrkollisionen auf durchgehender Strasse: Reduktion der Höchstgeschwindigkeit von 60 auf 50 km/h   (Beispiel 1.37)	Skizze 	Über den ganzen Bereich einer Einmündung wurden bei einer sehr stark befahrenen Strasse durch die Senkung der Höchstgeschwindigkeit eine Beruhigung der Durchfahrt erreicht. Die dadurch kürzeren Anhaltewege wirkten sich positiv auf die Auffahrunfälle aus.

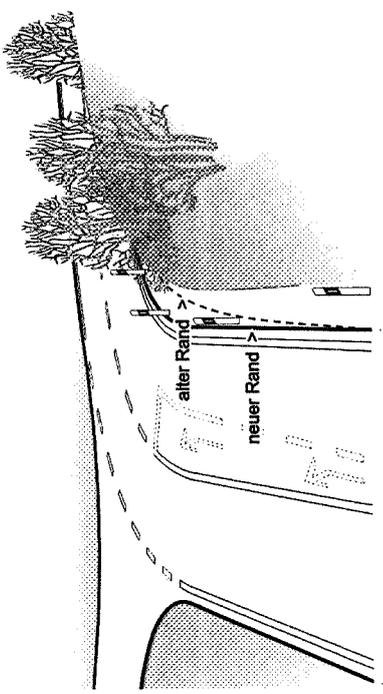
	„Auffahrnfälle“		Seite 2
<p><b>Massnahme</b> Auffahrkollisionen auf durchgehender</p> <p><b>Strasse:</b> Schliessen der Sicherheitslinie vor Einmündungsbereich und Montage eines auffälligen Wegweisers</p>	<p style="text-align: center;"><b>Skizze</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Wirkung</b></p> <p>Durch das Schliessen der Mittellinie vor einer Einmündung konnten die Überholmanöver mit den anschliessenden Auffahrkollisionen verhindert werden. Zudem wurde mit dem Anbringen eines auffälligeren Wegweisers die Position der Einmündung markiert. Da ein Linksabbieger fehlt, konnten damit die nachfolgenden Fahrzeuglenker auf auffällig linksabbiegende Fahrzeuge aufmerksam gemacht werden.</p>	
(Beispiel 1.38)			

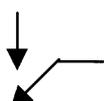
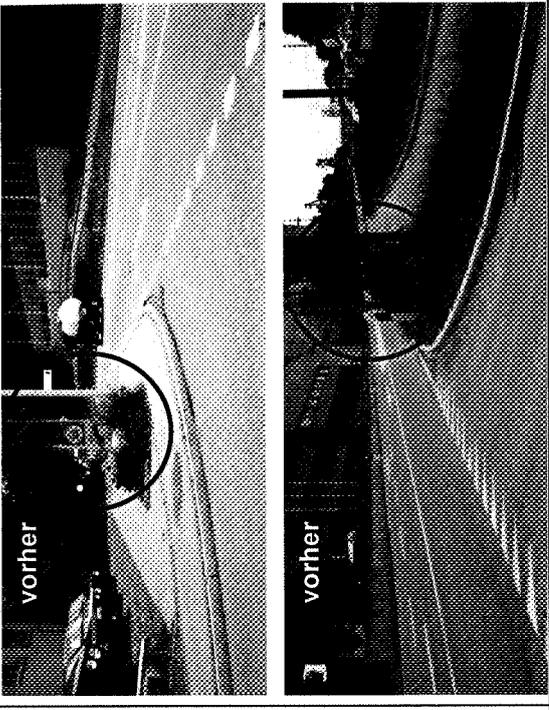
	<p>„Rechtseinbieger mit von rechts kommendem, vortrittsberechtigten leichten Zweiradfahrer“</p>		<p>Seite 1</p>
<p><b>Massnahme</b> Entfernen Bepflanzung und Weiterführung des Rad-/Gehweges (Spezialfall)</p>	<p><b>Skizze</b></p> 	<p><b>Wirkung</b> Mit dem Entfernen der Bepflanzung konnten die Sichtverhältnisse stark verbessert werden. Mit der Weiterführung des Rad-/Gehweges konnte dessen Erkennbarkeit klar erhöht werden.</p>	
<p>(Beispiel 1.19)</p>  <p>Spezialmarkierung des Radwegübergangs und bauliche Verkleinerung des Rechtseinbiegeradius der Einmündung</p>		<p>Die atypische Vortrittsregelung (der Radweg im <b>Gegenverkehr</b> wird vortrittsberechtigt über die einmündende Strasse gezogen) führte dazu, dass der Rechts-einbieger, der sich nur nach links konzentrierte, gar nicht erkannte, dass von rechts auch ein vortrittsberechtigter Zweiradfahrer kommen konnte. Der grosse Einbiegeradius hatte zudem zur Folge, dass das Blickverhalten des Rechtseinbiegers sehr ungünstig war. Mit der Spezialmarkierung und der Verkleinerung des Rechtseinbiegeradis konnte die Situation entschärft werden.</p>	
<p>(Beispiele 1.20 – 1.21)</p>			

	„Linkseinbieger mit Linksabbieger“		Seite 1
<b>Massnahme</b>	Unterbinden einer Fahrbeziehung (Linkseinbiegeverbot) (1x ausgenommen für leichte ZR)	<b>Skizze</b>	<b>Wirkung</b>
(Beispiel 1.6)			In der Regel 100%-ige Wirkung, da das massgebende Manöver nicht mehr erlaubt ist, bzw. durch bauliche Massnahmen unterbunden wird. Es muss aber in unmittelbarer Nähe eine Wendemöglichkeit (z.B. Kreisel) vorhanden sein, um die ungünstigen Umwegfahrten zu minimieren. Die Möglichkeit von einem erlaubten Linkseinbiegen nur für leichte Zweiradfahrer ist zu prüfen (wurde schon erfolgreich angewandt).

	„Fussgängerunfall beim Überqueren“		Seite 1					
Massnahme	Wirkung	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="422 174 954 504">                 Mittelinsel bei Fussgängerstreifen                   (Beispiel 1.39)             </td> <td data-bbox="422 504 954 174">                 Skizze             </td> <td data-bbox="422 504 954 174">                 Wirkung                  Die Erkennbarkeit des Übergangs wird erhöht. Die Fussgänger können in zwei Etappen die Strasse überqueren. Dies ist bei stark frequentierten Strassen besonders wichtig.             </td> </tr> <tr> <td data-bbox="954 174 1465 504">                 Verschieben des Fussgängerübergangs in den einstreifigen Bereich                  [Fussgängerübergang mit (ohne) Fussgängerstreifen nur über je einen Fahrstreifen pro Fahrtrichtung]             </td> <td data-bbox="954 504 1465 174">                 Skizze             </td> <td data-bbox="954 504 1465 174">                 Wirkung                  Durch das Wegfallen des Abdeckeffektes durch stehende Fahrzeuge auf dem Linksabbiegestreifen sind die querenden Fussgänger und die Benutzer von fahrzeugähnlichen Geräten sowie die leichten Zweiradfahrer früher sichtbar.             </td> </tr> </table>	Mittelinsel bei Fussgängerstreifen  (Beispiel 1.39)	Skizze	Wirkung Die Erkennbarkeit des Übergangs wird erhöht. Die Fussgänger können in zwei Etappen die Strasse überqueren. Dies ist bei stark frequentierten Strassen besonders wichtig.	Verschieben des Fussgängerübergangs in den einstreifigen Bereich [Fussgängerübergang mit (ohne) Fussgängerstreifen nur über je einen Fahrstreifen pro Fahrtrichtung]	Skizze	Wirkung Durch das Wegfallen des Abdeckeffektes durch stehende Fahrzeuge auf dem Linksabbiegestreifen sind die querenden Fussgänger und die Benutzer von fahrzeugähnlichen Geräten sowie die leichten Zweiradfahrer früher sichtbar.
Mittelinsel bei Fussgängerstreifen  (Beispiel 1.39)	Skizze	Wirkung Die Erkennbarkeit des Übergangs wird erhöht. Die Fussgänger können in zwei Etappen die Strasse überqueren. Dies ist bei stark frequentierten Strassen besonders wichtig.						
Verschieben des Fussgängerübergangs in den einstreifigen Bereich [Fussgängerübergang mit (ohne) Fussgängerstreifen nur über je einen Fahrstreifen pro Fahrtrichtung]	Skizze	Wirkung Durch das Wegfallen des Abdeckeffektes durch stehende Fahrzeuge auf dem Linksabbiegestreifen sind die querenden Fussgänger und die Benutzer von fahrzeugähnlichen Geräten sowie die leichten Zweiradfahrer früher sichtbar.						

	„Fahrunfälle ohne bzw. mit Kollision mit einem anderen Verkehrsteilnehmer“		Seite 1
<p><b>Massnahme</b></p> <p>Kurvenleitfeile (normale Form)                  Innerorts werden oft aus Gründen des Ortsbildschutzes mehrteilige Leitwinkeln verwendet.</p> 	<p><b>Skizze</b></p> 	<p><b>Wirkung</b></p> <p>Die Erkennbarkeit der Kurve im Einmündungsreich wird verbessert.                  Die Erkennbarkeit einer Kreisverkehrsanlage kann mit Hilfe der mehrteiligen Leitwinkeln verbessert werden, speziell wenn der Kreis als „Tor“ zwischen ausserorts und innerorts gebaut wurde.</p> 	<p><b>Wirkung</b></p> <p>Durch die Verlängerung der beiden Mittelinseln in der Hauptstrasse und der Ein-/Ausfahrt der Autobahn wurde der Linksabbiegeradius verkleinert, was zu kleineren Abbiegegeschwindigkeiten führte.</p>
<p>Anordnung nach der Norm SN 640822.                  (Beispiele 1.41 + 1.42)</p>			<p>(Beispiel 1.43)</p>

<div style="text-align: center;">  </div>	<p>„Fahrerfälle ohne bzw. mit Kollision mit einem anderen Verkehrsteilnehmer“</p>		<p>Seite 2</p>
<p><b>Massnahme</b></p> <p>Korrektur des Innenrandes auf Kosten des selten benutzten Linksabbiegestreifens</p>	<p><b>Skizze</b></p> 	<p><b>Wirkung</b></p> <p>Durch die verbesserte Sicht auf den Kurveninnenrand konnte dem Fahrzeuglenker der eigentliche Kurvenverlauf besser angezeigt werden, was diesen zu einer angepassteren Fahrweise veranlasste.</p>	
<p>(Beispiel 1.44)</p>			

	<p>„Linkseinbieger mit von Rechtskommendem“</p>		<p>Seite 1</p>	
<p><b>Massnahme</b>                  Markieren eines Warteraumes in Fahrbahnmittle                  (Beispiel 1.17)</p>	<p><b>Skizze</b></p> 	<p><b>Wirkung</b>                  Die Markierung des Warteraumes in Fahrbahnmittle ermöglicht ein Linkseinbiegen in zwei Etappen.                  Dies wird allerdings nur von routinierten Fahrerzeuglenkern angenommen.                  Nachteil:                  Mögliche Auffahrunfälle in Fahrbahnmittle durch Missverständnissen, da der hintere Lenker teilweise nicht weiss, ob der vordere Fahrerzeuglenker fährt oder nicht.</p>		
<p>Verbesserung der Sichtverhältnisse nach links und rechts durch entfernen bzw. versetzen von Werbetafeln, Büschen und Bäumen.                  (Beispiel 1.18)</p>	<p><b>vorher</b></p> 	<p>Durch das Entfernen der Sichtbehinderungen konnte die Sicht auf die von links und rechts kommenden Fahrzeuge stark verbessert werden. Dies führte dazu, dass diese Fahrzeuge frühzeitiger erkannt werden.</p>		

### 6.2.2 Strecken mit diversen Sanierungsmassnahmen

Die 27 Strecken mit diversen Sanierungsmassnahmen teilen sich wie folgt auf:

4 Geraden

Kriterium für sie Schwerpunktserkennung:

3 x Unfälle allgemein

1 x Unfälle mit Personenschaden

0 x Unfälle mit Toten

23 Kurven

Kriterium für sie Schwerpunktserkennung:

11 x Unfälle allgemein

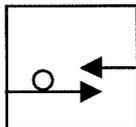
5 x Unfälle mit Personenschaden

7 x Unfälle mit Toten

Beim Verfahren der Unfallanalyse ist eine der wichtigsten Tätigkeiten die Bestimmung der massgebenden Unfalltypen. Über diese Unfalltypen können die massgebenden Mängel an der Strassenanlage und im Verkehrsablauf aufgedeckt und saniert werden.

Aus diesem Grund wurde beim Auffinden von geeigneten Sanierungsmassnahmen generell für die Kurven und Geraden Strecken zusammen die massgebenden Unfalltypen aufgelistet, die einzelnen Massnahmenarten dargestellt und deren Wirkung aufgezeigt. Aus den zwar willkürlich zusammengetragenen Schwerpunkten bei Strecken kann doch klar erkannt werden, dass vor allem folgende Unfalltypen vorherrschen.

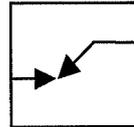
#### Hauptunfalltypen



UT 01 und 02

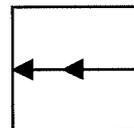
„Fahrerfälle ohne bzw. mit Kollision mit einem anderen Verkehrsteilnehmer“

#### Weitere Unfalltypen



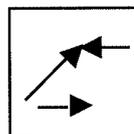
UT 30

„Linksabbieger mit Entgegenkommendem“



UT 20/21

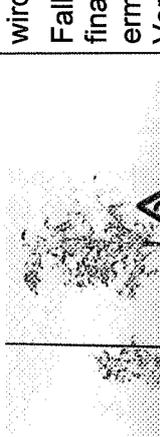
„Auffahrunfälle“



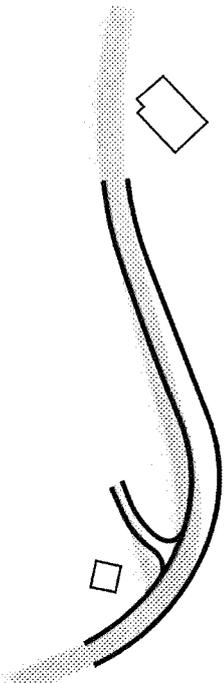
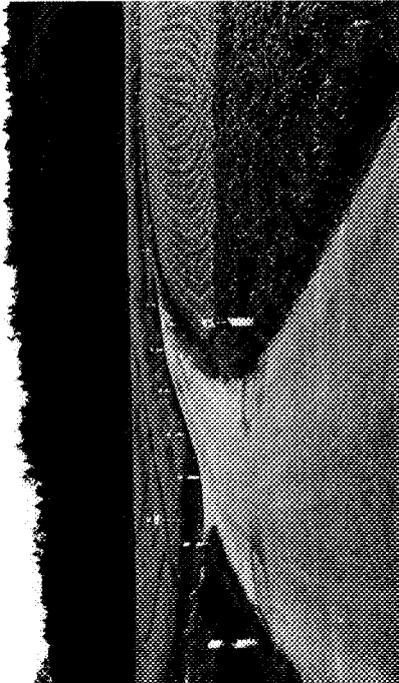
UT 10

„Überholunfall mit dem Gegenverkehr“

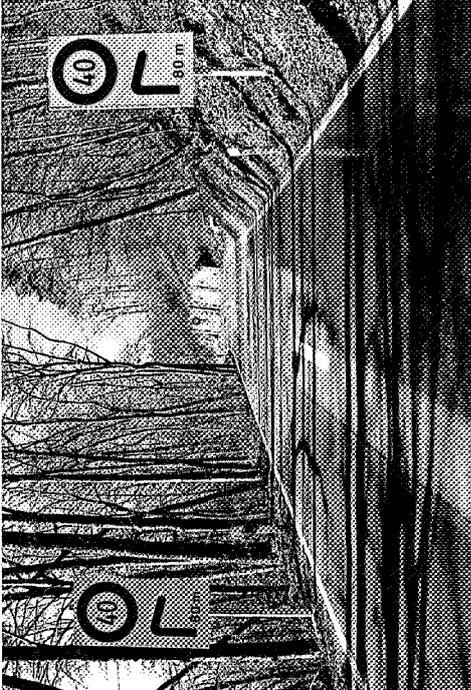
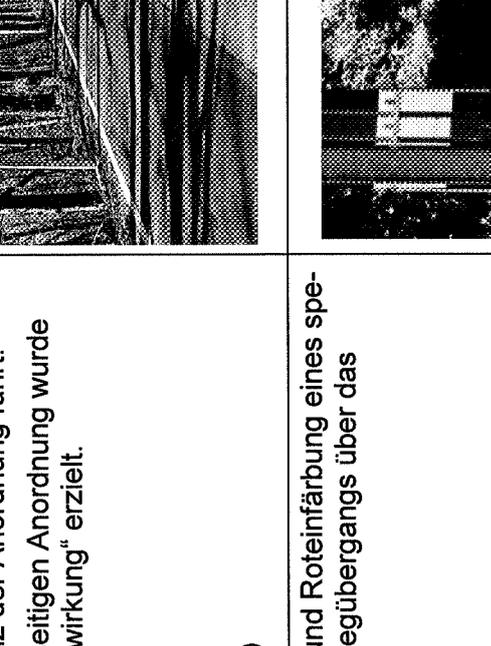
Die entsprechende Zusammenstellung von Massnahme - Skizze - Wirkung bzgl. geeigneter Sanierungsmassnahmen auf Strecken kann den folgenden Seiten entnommen werden.

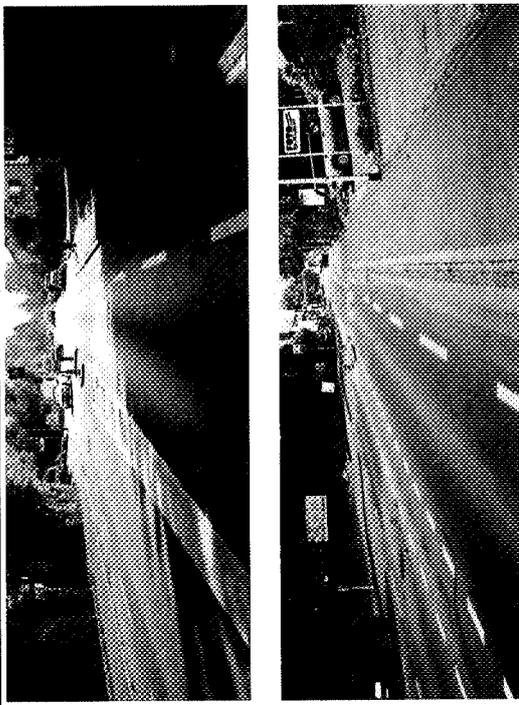
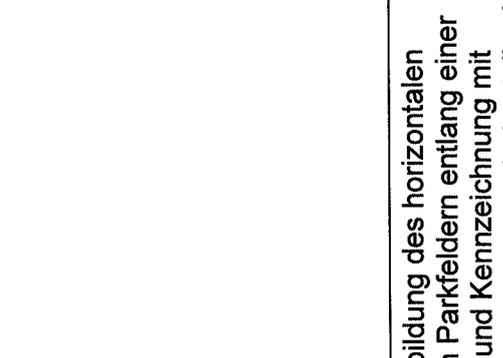
	„Fahrerfälle ohne bzw. mit Kollision mit einem anderen Verkehrsteilnehmer“		Seite 1
Massnahme	Skizze	Wirkung	
Kurvenverlauf einsehbar: Kurvenleitfeile (normal) Innerorts werden oft aus Gründen des Ortsbildschutzes mehrteilige Leitwinkel verwendet.		Die Erkennbarkeit der Kurve und deren Verlauf wird verbessert. Falls die Bebauung, die Topographie oder die finanziellen Mittel einen Umbau der Kurve nicht ermöglichen, sind die Kurvenleitfeile nebst dem Verdichten der Randleitposten oft eine der gebräuchlichsten und wirksamsten Möglichkeiten. Die Verdichtung der Randleitposten hat aber eine geringere Wirkung und kann, falls das Quergefälle nicht stimmt, allenfalls sogar einen ungünstigen Einfluss auf das Erscheinungsbild ergeben, d.h. das harmlose Bild der Kurve wird noch verstärkt.	
Anordnung nach der Norm SN 640822. (Beispiele 2.1 – 2.5) Kurvenverlauf <b>nicht</b> einsehbar: Kurvenleitfeile (abgestuft)		Erkennbarkeit der Kurve wird verbessert und die Gefährlichkeit der Kurve angezeigt (Überzeichen der Krümmung). Falls die Bebauung, die Topographie oder die finanziellen Mittel einen Umbau der Kurve nicht ermöglichen, sind die Kurvenleitfeile nebst dem Verdichten der Randleitposten oft eine der gebräuchlichsten und wirksamsten Möglichkeiten. Die Verdichtung der Randleitposten hat aber eine geringere Wirkung und kann, falls das Quergefälle nicht stimmt, allenfalls sogar einen ungünstigen Einfluss auf das Erscheinungsbild ergeben, d.h. das harmlose Bild der Kurve wird noch verstärkt.	
Anordnung nach der Norm SN 640822. (Beispiele 2.6 – 2.10)		Erkennbarkeit der Kurve wird verbessert und die Gefährlichkeit der Kurve angezeigt (Überzeichen der Krümmung). Falls die Bebauung, die Topographie oder die finanziellen Mittel einen Umbau der Kurve nicht ermöglichen, sind die Kurvenleitfeile nebst dem Verdichten der Randleitposten oft eine der gebräuchlichsten und wirksamsten Möglichkeiten. Die Verdichtung der Randleitposten hat aber eine geringere Wirkung und kann, falls das Quergefälle nicht stimmt, allenfalls sogar einen ungünstigen Einfluss auf das Erscheinungsbild ergeben, d.h. das harmlose Bild der Kurve wird noch verstärkt.	

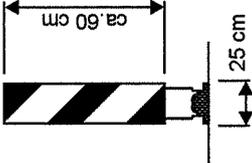
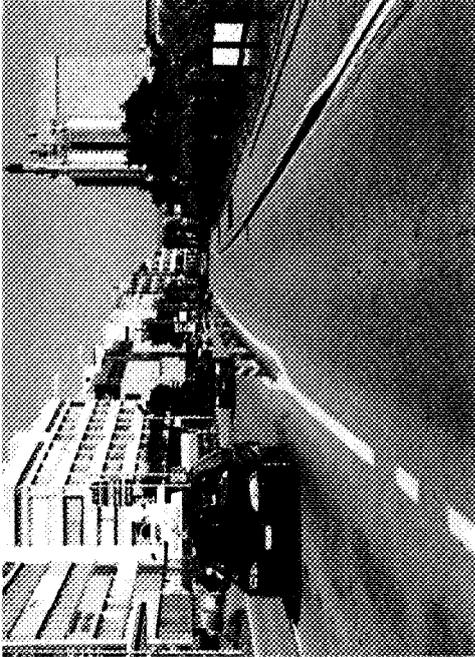
	„Fahrunfälle ohne bzw. mit Kollision mit einem anderen Verkehrsteilnehmer“		Seite 2
Massnahme  Sicherheitslinie (in der Regel als Stufenmarkierung)	Skizze  	Wirkung  Diese Art von Sicherheitslinie verschmutzt weniger stark, wird besser wahrgenommen, vor allem nachts, und wird in der Regel nicht so oft vorsätzlich überfahren. Die Stufenmarkierung wird auch bei Strecken angewandt, welche oft von übermüdeten Fahrzeuglenkern befahren werden (Aufwecken durch „singendes Geräusch“).	
(Beispiele 2.11 – 2.13)  Neuer Belag mit allfällig gleichzeitiger Korrektur des Quergefalles		Bei ungenügender Griffigkeit des Belages kann meist nur durch den Ersatz des Belages die Griffigkeit langfristig erhöht werden. Dabei können gerade allfällig weitere Mängel an der Strassenanlage wie ungenügendes Quergefälle, Entwässerungsproblem, etc. eliminiert werden.	
(Beispiel 2.14)			

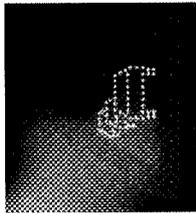
	„Fahrerfälle ohne bzw. mit Kollision mit einem anderen Verkehrsteilnehmer“		Seite 3
Massnahme	Skizze	Wirkung	
Normgerechter Umbau der Kurve  (Beispiele 2.15 – 2.16)		Gravierende Trassierungsmängel, wie z.B. eine inhomogene Linienführung, können oft nur durch einen kompletten, normgerechten Umbau einer Kurve und deren Vorbereitung eliminiert werden.	
Verdichteten Randleitpfosten  (Beispiele 2.17 – 2.18)		Die Erkennbarkeit der Kurve und deren Verlauf wird verbessert.  Die Verdichtung der Randleitpfosten hat eine klar geringere Wirkung als die Kurvenleitpfoste. Falls die Quergefälleverhältnisse im Kurvenbereich nicht stimmen, kann sich sogar ein ungünstiges Erscheinungsbild einstellen. Wird oft bei „Schwerpunkten mit Toten“ (wenige, jedoch schwere Unfälle) angewandt.	

	<p>„Fahrunfälle ohne bzw. mit Kollision mit einem anderen Verkehrsteilnehmer“</p>		<p>Seite 4</p>
<p>Massnahme</p> <p>Verbesserung der Sicht im Kurveninnenbereich (Sichtberme, Sicht auf Innenrand)</p> <p>(Beispiel 2.19)</p>	<p>Skizze</p> 	<p>Wirkung</p> <p>Durch die Verbesserung der Sicht speziell auf den Kurveninnenrand kann dem Fahrer die eigentliche Krümmung der Kurve und deren Verlauf besser, genauer angezeigt werden. Zudem kann der Gegenverkehr früher wahrgenommen werden. Dies ist bei schmalen Strassen besonders wichtig (Vermeidung von Fahrunfällen oder Streifkollisionen).</p>	
<p>Überholverbot</p>  <p>(Beispiel 2.20)</p>		<p>Das Anbringen eines Überholverbotes zur Bekämpfung von Fahrunfällen ist eher atypisch. In diesem Fall hatte diese Verkehrsanordnung auf der kurvigen und unübersichtlichen Ausserortsstrecke anscheinend einen beruhigenden Einfluss auf den Verkehrsablauf und auf die gefahrene Geschwindigkeit.</p>	

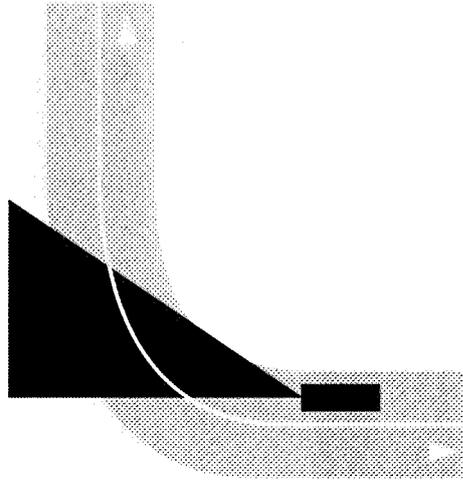
	<p>„Fahrerfälle ohne bzw. mit Kollision mit einem anderen Verkehrsteilnehmer“</p>	<p>Seite 5</p>
<p><b>Massnahme</b></p> <p>Senkung der Höchstgeschwindigkeit (z. B. von 80 auf 40 km/h) mit Anzeige des Kurvenverlaufs auf einer Beitafel.</p> <p>Durch diese Beitafel wird dem Fahrer der Grund der Höchstgeschwindigkeit angegeben, was zu einer klar besse- ren Akzeptanz der Anordnung führt.</p> <p>Mit der beidseitigen Anordnung wurde eine Art „Torwirkung“ erzielt.</p> <p>(Beispiel 2.21)</p>	<p><b>Skizze</b></p> 	<p><b>Wirkung</b></p> <p>Die Angabe der Betriebsgeschwindigkeit einer Verkehrsanlage entspricht nicht der Philosophie einer modernen Unfallverhütung. Bei einer Kurve jedoch, wo alle herkömmlichen Mittel, wie Ver- dichten von Randleitpfosten, abgestufte Kurven- leitpfoste, Gefahrensignal 1.01 „Rechtskurve, ver- sagten und ein Totalumbau bautechnisch und finanziell nicht in Frage kam, war dies praktisch die letzte Möglichkeit.</p> <p>Mit der Betriebsgeschwindigkeit von 40 und der Darstellung des eigentlichen Kurvenverlaufs auf der Beitafel konnte der Fahrer der Geschwindigkeit beeinflusst werden, seine Geschwindigkeit frühzeitig anzupassen.</p>
<p>Markierung und Roteinfärbung eines spe- zialen Radwegübergangs über das Bahngleise</p> <p>(Beispiel 2.22)</p>		<p>Durch diese spezielle Anordnung konnte dem leichten Zweiradfahrer die geeignete Querungs- stelle angezeigt und genügend Platz zur Verfü- gung gestellt werden, um ein sicheres Queren des spitzwinklig verlaufenden Geleises zu er- möglichen.</p>

	„Fahrunfälle ohne bzw. mit Kollision mit einem anderen Verkehrsteilnehmer“		Seite 6
<b>Massnahme</b>	Ausgeprägte Sicherheitslinie bzw. Leitlinien im Anfahrbereich der Mittelinsel (Fussgängerschutz)	<b>Wirkung</b>	Durch die neue Anordnung der Sicherheitslinie bzw. die Leitlinien im Anfahrbereich der Schutzinsel konnte der Verkehr so kanalisiert geführt werden, dass die Schutzinsel nicht mehr als „Hindernis“ in der Strasse erscheint und somit frühzeitig erkannt bzw. daran vorbei geleitet wird.
(Beispiel 2.23)	<b>Skizze</b> 	Durch den baulichen horizontalen Versatz mit den reflektierenden Pfosten konnte der Strassenverlauf besser angezeigt werden. Dies war wichtig, da der Fahrzeuglenker beim Passieren des Fussgänger-übergangs mit Schutzinsel vermehrt entlang dem rechten Strassenrand fuhr.	
(Beispiel 2.24)	Bauliche Ausbildung des horizontalen Versatzes von Parkfeldern entlang einer Hauptstrasse und Kennzeichnung mit reflektierenden Pfosten. Durch das teilweise Anordnen der Parkfelder auf dem Gehwegbereich (wenig Fussgänger), konnte zudem der horizontale Versatz minimiert werden.		

	„Linksabbieger mit Entgegenkommendem“		Seite 1
<p><b>Massnahme</b></p> <p>Unterbinden des Linksabbiegens über zwei Fahrstreifen mit Gegenverkehr, speziell z.B. im Staubereich einer Lichtsignalanlage.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Markieren einer Sicherheitslinie oder Sperrfläche</li> <li>- Bauliche Trennung der Fahrstreifen (z.B. mit Leitschienen und Baken)</li> </ul> <div style="text-align: center;">  </div> <p>(Beispiel 2.27)</p>	<p><b>Skizze</b></p> 	<p><b>Wirkung</b></p> <p>Generell ist das Linksabbiegen über zwei Fahrstreifen mit Gegenverkehr als kritisch zu bezeichnen: Speziell im Staubereich einer Lichtsignalanlage ist dies besonders gefährlich und sollte unterbunden werden. Bauliche Trennungen sind effizienter als Sicherheitslinien oder Sperrflächen.</p>	

	„Auffahrunfälle“		Seite 1
Massnahme	Elektronisches Stauwarnsignal mit Detektoren 	Skizze 	Wirkung Warnung der Fahrzeuglenker vor Rückstau im oder nach Kurvenbereich (z.B. infolge von Verkehrsüberlastung eines Knotens oder einer Bau- stelle)

(Beispiel 2.26)

	„Überholunfälle mit Gegenverkehr“		Seite 1
<b>Massnahme</b> Markierung einer Sicherheitslinie (Stufenmarkierung)	<b>Skizze</b> 	<b>Wirkung</b> Durch das Anbringen der Sicherheitslinie wurden die heiklen Überholmanöver unterbunden. Die Sicherheitslinie in Form einer Stufenmarkierung wird in der Regel nicht so oft vorsätzlich überfahren, wie eine Sicherheitslinie in normaler Ausführung.	

(Beispiel 2.25)

## **7. Verfahren der Sicherheitsprüfung von Verkehrsanlagen zur Ableitung von Massnahmen**

### **7.1 Sicherheitsaudits**

Die Projektierung der Sanierung einer Verkehrsanlage stützt sich immer auf die Resultate einer verkehrstechnischen Unfallanalyse oder einer verkehrstechnischen Gefahrenanalyse, wie sie in Kapitel 6 beschrieben wurden. Die daraus abgeleiteten Sanierungsmassnahmen beruhen somit auf dem Unfall- bzw. Gefahrenkriterium auf der Ebene bestehender Verkehrsanlagen. Die Belange der Verkehrssicherheit von Strassen sind in den geltenden Normen verankert.

Dennoch werden immer wieder Verkehrsanlagen geplant und gebaut, bei denen die Möglichkeiten verkehrssicherer Gestaltung nach dem Stand der Technik und des Sicherheitswissens nicht ausgeschöpft wurden. Dafür können verschiedene Faktoren verantwortlich sein, wie beispielsweise Folge der Abwägung von unterschiedlich gerichteten Interessen oder finanzielle Beschränkungen.

Verglichen mit der Sanierung von Gefahrenstellen und Unfallschwerpunkten, welche reaktiv auf einen Sicherheitsmangel bei der Infrastruktur erfolgt, wird mit einem Sicherheitsaudit eine proaktive Strategie mit klar präventivem Charakter verfolgt.

Zum Erkennen allfälliger, die Sicherheit verschlechternder Entwicklungen resp. zur sicherheitsmässigen Beurteilung von projektierten Verkehrsanlagen werden im Ausland Sicherheitsaudits oder Road Safety Audits eingesetzt. Zweck des Instruments Verkehrssicherheitsaudit ist es, die Verkehrssicherheit bereits während der Entwurfs- und Realisierungsphase der Verkehrsinfrastruktur zu beurteilen. Auf diese Weise lassen sich Unfälle verhüten und es sinkt die Wahrscheinlichkeit, dass sich später erst die Gefährlichkeit einer bestimmten Verkehrsanlage herausstellt.

Bei einem Sicherheitsaudit handelt es sich um ein formalisiertes, standardisiertes und von einer von der Planung und Projektierung der Verkehrsanlage unabhängigen Person oder Institution durchgeführtes Verfahren, anhand dessen in den einzelnen Stufen des Entwurfs und des Baus neuer Strassen und/oder bedeutender Massnahmen der Erneuerung bestehender Strassen eine unabhängige Beurteilung der möglichen Folgen des Entwurfs hinsichtlich Verkehrssicherheit erreicht werden soll.

- Mit formalisiert ist hier gemeint, dass ein Audit als selbständiger Teil innerhalb der Gesamtheit der Projektarbeiten durchgeführt wird.
- Standardisiert bedeutet, dass das Audit nach klaren Verfahren durchgeführt wird: wer initiiert, wer führt aus, welchen Status besitzen die Ergebnisse etc.
- Unabhängig besagt, dass das Audit von einem Auditor bzw. einem Auditteam durchgeführt wird, welches keine weitere Projektverantwortung trägt.

Das britische Auditverfahren war häufig die Grundlage für die Entwicklung solcher Systeme in anderen Ländern. In einigen Länder hat sich das Verfahren bewährt und wird inzwischen systematisch eingesetzt, in anderen werden diesbezüglich noch Erfahrungen gesammelt. Die Verfahren weisen gemeinsame Grundzüge, aber auch länderspezifische Prägungen auf.

In der niederländischen Verkehrssicherheitspolitik hat die Vision eines „Dauerhaft sicheren Strassenverkehrs“ einen herausragenden Stellenwert erhalten. Im Rahmen der Ausarbeitung von Sicherheitsprinzipien wurde schliesslich auch die Entwicklung und Einführung eines Verkehrssicherheitsaudits vereinbart [20]. In den Niederlanden zielen die Erwartungen, die an das Auditverfahren als Instrument gestellt werden, in erster Linie auf eine uniformere Gestaltung der Infrastruktur ab.

In Dänemark werden Auditverfahren systematisch eingesetzt [21]. Dazu wurde ein Handbuch erarbeitet, das „Manual of Road Safety Audit“, welches als Hilfsmittel zur Verfügung steht. Zentral sind 15 Checklisten, um Projektanten und Auditoren zu unterstützen. Sie beschreiben Probleme und Situationen, welche die Verkehrssicherheit von ausgewählten Projekttypen beeinflussen können. Dies geschieht zunächst für fünf Auditstufen, entsprechend sind die Fragen angepasst. Dann folgen Checklisten für ausgewählte Themenkomplexe (wie Kreiseln, Kreuzungen zwischen Wegen und Strassen, Geschwindigkeitsreduktion, Verkehrssignale, u.a.), die nach dem gleichen Prinzip aufgebaut sind.

Das Sicherheitsaudit soll auch als eigenständiges Verfahren nach festen Regeln integraler Bestandteil des Planungsprozesses sein.

Der Ablauf eines Sicherheitsaudits, wie es seit kurzem für Deutschland vorgesehen ist [18,22,23], kann mit folgendem Schema veranschaulicht werden.

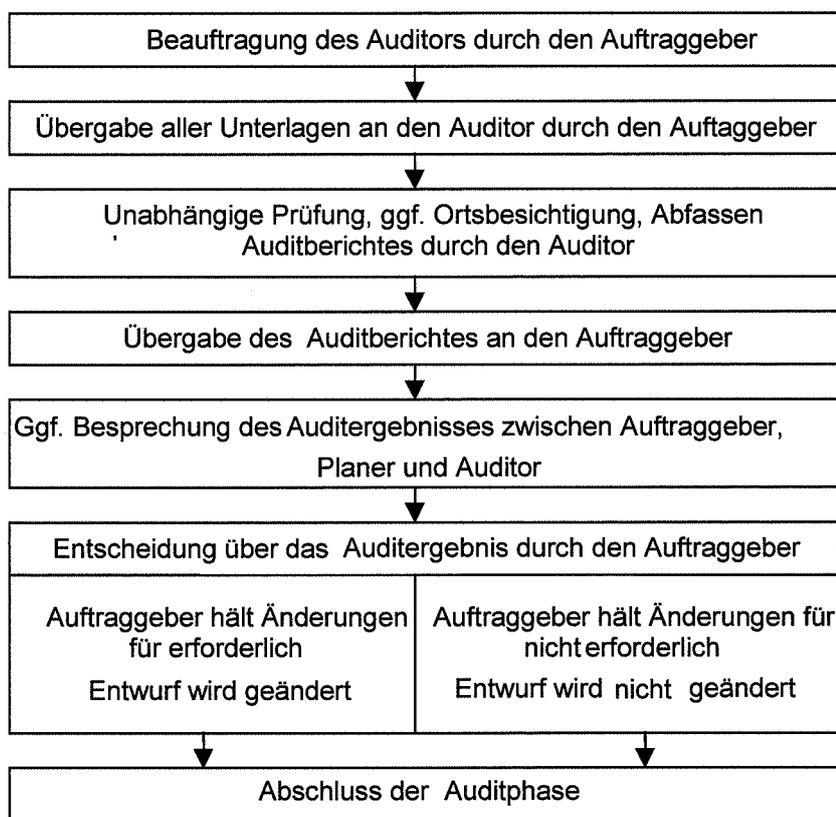


Abb.12: Ablauf des Sicherheitsaudits in Deutschland

Das Sicherheitsaudit für Strassen in Deutschland befindet sich noch in der Einführungsphase. Es liegen "Empfehlungen für das Sicherheitsaudit von Strassen" vor, die das entsprechende Regelwerk "Richtlinien für die funktionale Gliederung des Strassennetzes" ergänzen.

## 7.2 Verkehrssicherheitsbeurteilung (VSB)

Auch in der Schweiz wurde mit der Erarbeitung eines Verfahrens zur Überprüfung aller Projekte von Verkehrsanlagen hinsichtlich Bestimmung und Beurteilung der Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit der Notwendigkeit entsprechender Sicherheitsprüfungen Rechnung getragen.

Dem Prinzip der Verkehrssicherheitsbeurteilung (VSB) liegt der Gedanke zugrunde, ein einfaches und praxisnahes Instrument in der Hand zu haben, um einerseits die Auswirkungen eines Projektes auf die Verkehrssicherheit zu erkennen und andererseits, falls erforderlich, notwendige Projektverbesserungen aus Sicherheitsgründen noch vor Inangriffnahme der Sanierungsarbeiten an einer Verkehrsanlage aufzuzeigen.

Das Verfahren zur Verkehrssicherheitsbeurteilung stellt einen neuen, bislang unbekanntem Vorschlag für die Durchführung eines Sicherheitsaudits dar. Die Verkehrssicherheitsbeurteilung ermöglicht es, Sanierungsprojekte auf alle Aspekte der Verkehrssicherheit hin zu prüfen und das Sicherheitsniveau der Anlage zu bestimmen bzw. zu beurteilen.

Ähnlich der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) geht es darum, alle Projekte von Verkehrsanlagen einer Verkehrssicherheitsbeurteilung im Sinne einer Risiko- bzw. Gefahrenanalyse zu unterziehen. Die Verkehrssicherheitsbeurteilung (VSB) gliedert sich ebenfalls in eine Vor- und eine Hauptuntersuchung und schliesst mit einem schriftlichen Bericht ab.

In der folgenden Abbildung ist der Ablauf der Verkehrssicherheitsbeurteilung schematisch dargestellt.

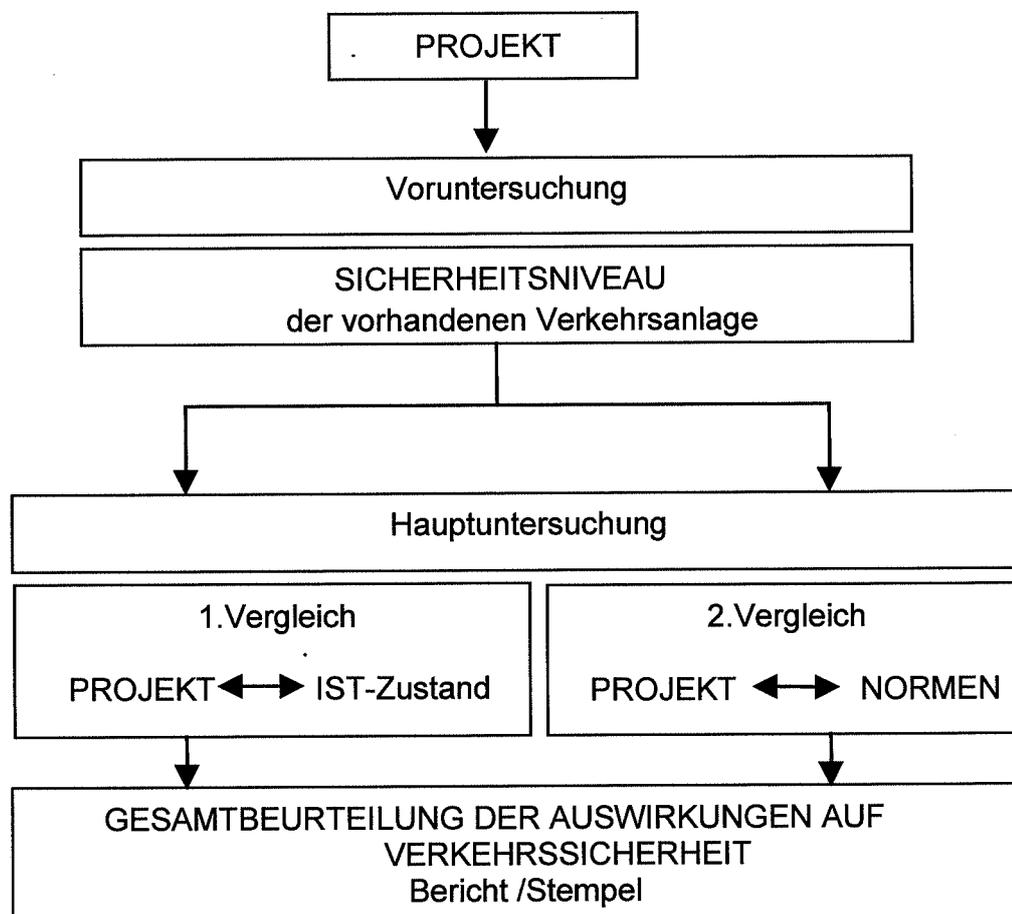


Abb.13: Verfahrensschritte der Verkehrssicherheitsbeurteilung [17]

Wesentlicher Teil der Voruntersuchung ist die Bestimmung des generellen Sicherheitsniveaus der vorhandenen Verkehrsanlage.

Mit den Angaben zum Sicherheitsniveau lassen sich einerseits das Unfallgeschehen und das Gefahrenpotential bezüglich ihres Ausmasses beurteilen. Andererseits können mit entsprechenden Verfahren Stellen mit erhöhtem Unfallgeschehen oder Gefahren bzw. Stellen mit auffällig tiefer Sicherheit örtlich lokalisiert werden.

Die Hauptuntersuchung unterteilt sich in zwei Phasen, in welchen der Auditor zwei Vergleiche anzustellen hat:

- Einerseits ist ein Vergleich durchzuführen, der die Gegenüberstellung von Projekt und Ist-Zustand beinhaltet.
- Andererseits ist die Gegenüberstellung der Kenngrössen des vorliegenden Projektes mit den entsprechenden Werten der geltenden Normen vorzunehmen.

Gegenstand des ersten Vergleiches, bei dem die sicherheitsrelevanten Kenngrössen der vorhandenen Anlage denen des Projektes gegenübergestellt werden, ist es, das zu erwartende Sicherheitsniveau einer verändert projektierten Anlage auszuweisen. Ungünstige Veränderungen der Verkehrssicherheit sollen rechtzeitig erkannt werden. Um Aussagen darüber machen zu können, wie gross der Sicherheitsgewinn durch das Projekt ist, wird die vorhandene Verkehrsanlage dem Projekt gegenübergestellt. Dabei sind Veränderungen an der Anlage selbst und auch Veränderungen im zu erwartenden Verkehrsablauf zu lokalisieren. Im nächsten Schritt beurteilt der Auditor die zuvor ermittelten und quantifizierten Veränderungen im Hinblick auf ihren Einfluss auf die Verkehrssicherheit.

Die Gegenüberstellung des Projektes mit den Normen ist Inhalt des zweiten Vergleiches. Es ist unbestritten, dass beispielsweise ein richtliniengetreuer Ausbau nicht in jedem Fall realisiert wird, weil die unterschiedlichsten Randbedingungen zu Kompromissen führen. Deshalb steht im Mittelpunkt der zweiten Phase der Hauptuntersuchung die Überprüfung der Kenngrössen des Projektes anhand von Normen, Richtwerten und Expertenerfahrung. Dank eines solchen Vergleiches von Projektkennwerten mit den entsprechenden Normwerten können ungünstige Auswirkungen eines Projektes auf die Verkehrssicherheit bereits frühzeitig erkannt werden, sowie nötige Empfehlungen für Projektverbesserungen angegeben werden.

Die folgenden Abbildungen veranschaulichen diese zwei Gegenüberstellungen.

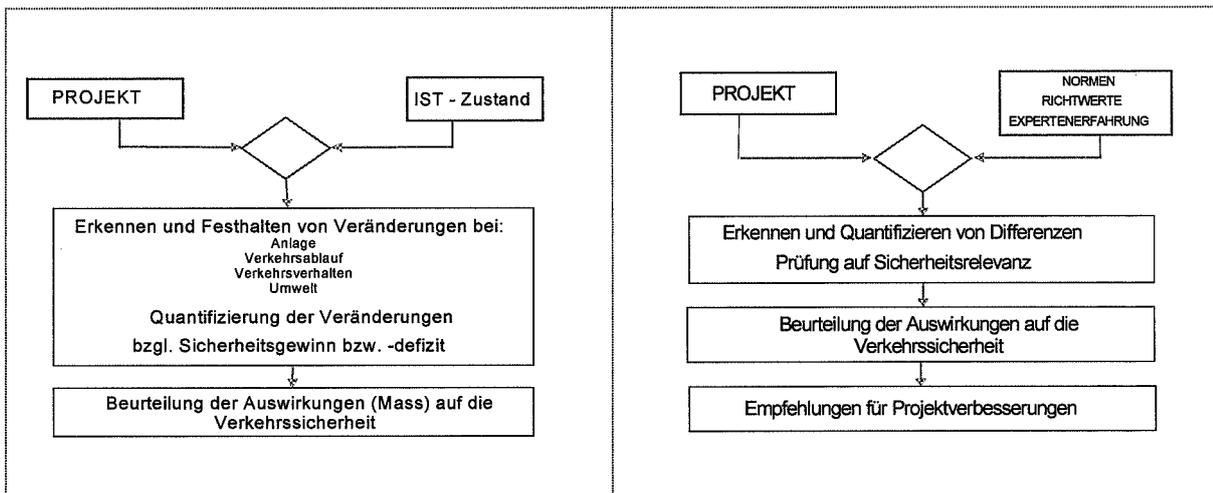


Abb.14: Zentrale Gegenüberstellungen der Hauptuntersuchung

Dieser neue Ansatz für eine Verkehrssicherheitsbeurteilung beruht auf dem Prinzip der konkreten, materiellen Überprüfung des Projektes und der durch dieses Projekt induzierten Veränderungen an der Verkehrsanlage. Schliesslich können damit die Veränderungen im Verkehrsablauf und somit die Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit aufgezeigt und quantifiziert werden. Damit lässt sich die Notwendigkeit, Richtigkeit und Zweckmässigkeit des Projektes durch einen unabhängigen Auditor prüfen und beurteilen und der Gewinn an Verkehrssicherheit quantifiziert nachweisen.

Eine bereits ansatzweise zur Verfügung stehende Zusammenstellung der relevanten resp. entscheidenden Prüfgrössen inklusive deren Beurteilungsmassstäbe (wie z.B. Normen und

Richtlinien zur Projektierung, Gestaltung und zum Bau von Verkehrsanlagen - VSS-Normen, SIA-Normen, etc. - zur Abschätzung resp. zur Bestimmung der Veränderungen und Auswirkungen bezüglich Verkehrssicherheit) ist ein unverzichtbares Werkzeug für die Durchführung der Verkehrssicherheitsbeurteilung durch die Auditoren, muss aber in naher Zukunft um weitere wichtige Grundlagen ergänzt werden. Solche Grundlagen müssen noch aus einer grossen Fülle vorhandener Untersuchungen zur Verkehrssicherheit ausgewertet und entsprechend aufbereitet werden.

Beispielhaft für einige vorliegende Quantifizierungshilfsmittel im Bereich Verkehrssicherheit und Anlagegrössen, die dem Auditor bei der Beurteilung der Ergebnisse der Hauptuntersuchung Unterstützung geben, seien hier zum einen der Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Kurvenradius und zum anderen der Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und der Anzahl Unfälle kurz näher erläutert.

Ein wesentliches Untersuchungsergebnis der an der ETH Zürich durchgeführten Forschungsarbeit „Geschwindigkeit in Kurven“ [24], bei der das Geschwindigkeitsverhalten in Kurven auf Strassen ausserhalb besiedelter Gebiete, die der generellen Geschwindigkeitslimite 80 km/h unterliegen, untersucht wurde, wird wie folgt beschrieben:

Es hat sich gezeigt, dass sich kleine Winkel der Richtungsänderung ( $\Phi < \text{ca. } 50 \text{ gon}$  und  $\alpha < \text{ca. } 30 \text{ gon}$ ) als ungeeignet erweisen. Sie verleiten zu erhöhten Geschwindigkeiten. Dementsprechend sind auch Kurven mit kurzen Kreisbogen, die mit Fahrzeiten  $< 2 \text{ s}$  befahren werden, ungünstig; bei mittleren und grösseren Radien sind Kreisbogenlängen entsprechend Fahrzeiten  $> 4 \text{ s}$  bzw.  $> 6 \text{ s}$  angezeigt.

Die Veränderung der Geschwindigkeit hat wiederum Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit. Dazu wurden im In- und Ausland diverse Untersuchungen durchgeführt. Gemäss den Erkenntnissen des VTT in Finnland [25] und ähnlicher Ergebnisse in der Schweiz kann davon ausgegangen werden,

- dass sich mit der Erhöhung der Durchschnittsgeschwindigkeit des Verkehrs um 1 km/h die Anzahl der Unfälle mit Verletzten um ungefähr 3% erhöht
- die Erhöhung der Unfallkosten doppelt so gross ist, weil sich auch die Schwere der Unfälle erhöht

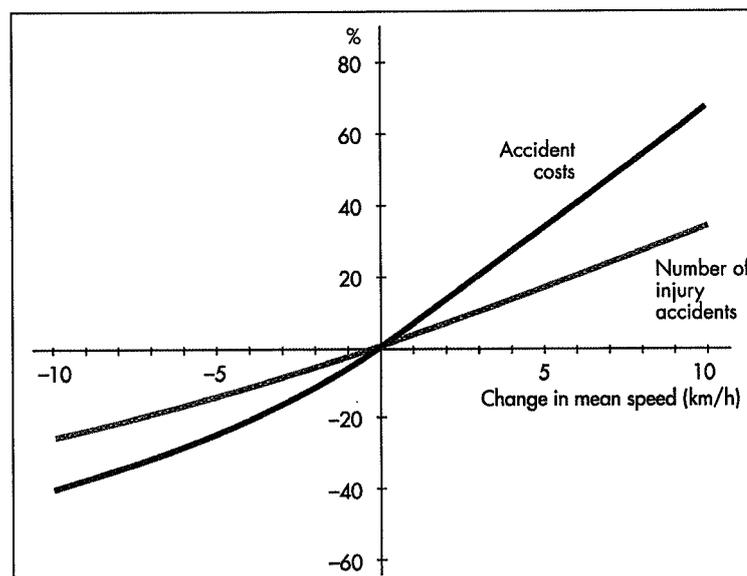


Abb.15: Auswirkung der Veränderung der mittleren Geschwindigkeit auf die Anzahl der Unfälle mit Verletzten [25]

Basierend auf der Erkenntnis des direkten Zusammenhangs zwischen Änderung der Geschwindigkeit und der Zahl der Unfälle wird die grosse Bedeutung der Beurteilung der Veränderung von Parametern des Strassenraumes und somit deren Wirkung auf die Geschwindigkeit klar.

Nebst den Zusammenhängen zwischen Verkehrssicherheit und Anlage, die seit Jahren systematisch untersucht wurden und nebst dem umfassenden Instrumentarium von Normen, Richtlinien und Empfehlungen, welches für den Bau zur Verfügung steht, ist die direkte Analyse des Betriebs von Verkehrsanlagen (Verkehrsablauf und Verkehrsverhalten) bzgl. Verkehrssicherheit ein eher junger Fachsektor. Auch hier sind Erfahrungen und Wissen seitens Auditor unabdinglich.

Durch die zur Quantifizierung und Beurteilung erforderlichen Grundlagen wird ersichtlich, dass auch die mit der Verkehrssicherheitsbeurteilung bezweckte präventive Elimination bzw. Verminderung von Gefahren letztlich in Verbindung steht mit den Erkenntnissen aus der Unfallauswertung.

Die konsequente Anwendung der Verkehrssicherheitsbeurteilung birgt ein immenses Potential für die Praxis und ist somit ein wichtiger Baustein im Bestreben um die Erhöhung der Sicherheit von Verkehrsanlagen. Der Zeitpunkt der Durchführung der Verkehrssicherheitsbeurteilung ergibt sich aus dem Projektablauf. Die Integration dieses neuen Verfahrens in die bestehenden zeitlichen Abläufe und Projektstufen stellt insofern eine Herausforderung dar, da Verzögerungen im Projektablauf vermieden werden sollten.

## **8. Grundsätze und Vorgehen bei der Anordnung von örtlichen, technisch / baulichen Massnahmen [19]**

### **8.1 Methodisches Vorgehen in der Sanierungstechnik**

Unter "Sanieren von Strassen" werden all jene Massnahmen verstanden, die geeignet sind, den baulichen und den betrieblichen Zustand der Anlage den Bedürfnissen des Verkehrs, insbesondere der Verkehrssicherheit, anzupassen.

Als Sanierungstechnik wird das systematische Vorgehen zur Projektierung und Bewertung von Sanierungsmassnahmen bezeichnet.

Die Projektierung der Sanierung stützt sich immer auf die Resultate einer verkehrstechnischen Unfallanalyse oder einer verkehrstechnischen Gefahrenanalyse. In der folgenden Abbildung ist das Vorgehen schematisch zusammengefasst.

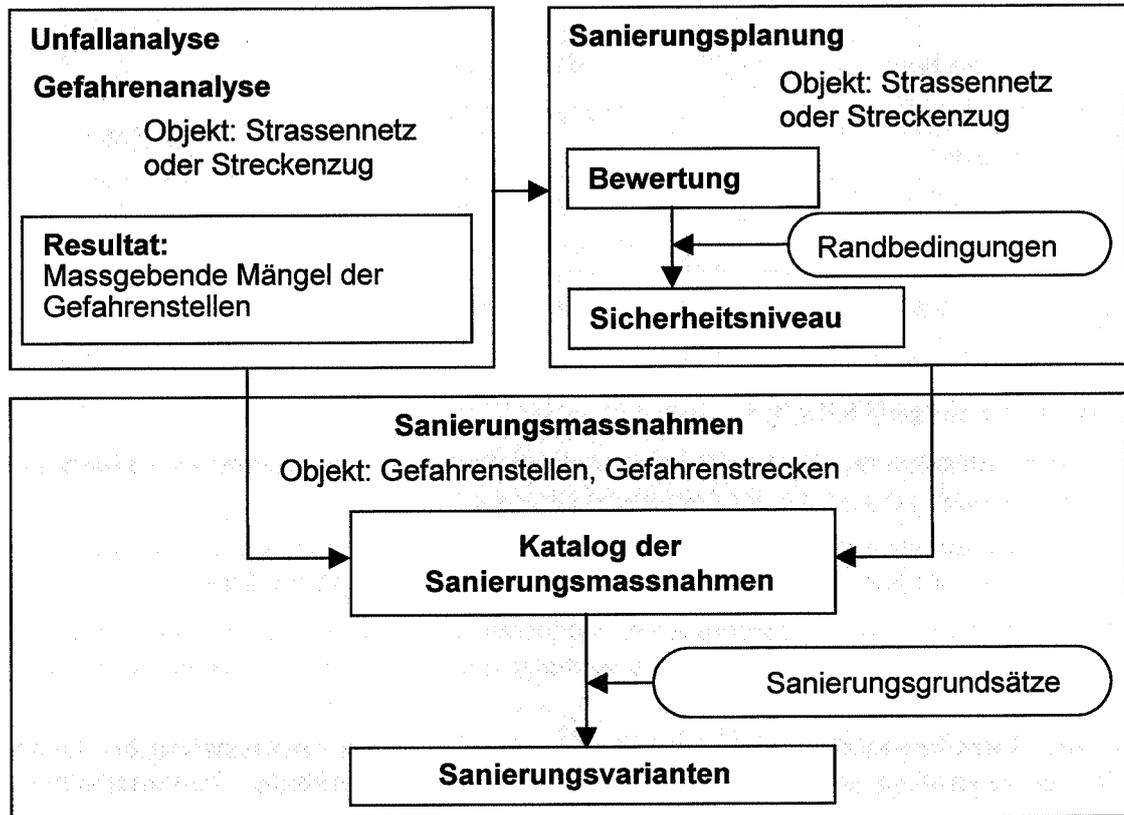


Abb.16: Sanierungstechnik: Vorgehen

Das Ziel der Sanierungstechnik ist die Erhöhung der Verkehrssicherheit. So besteht das Ziel der Sanierungsmassnahmen in jedem Fall darin, das Gefahrenniveau der Anlage möglichst weit zu senken, wobei Aspekte wie

- Verkehrssicherheit
- Betriebsbereitschaft
- Leistungsfähigkeit und
- Benutzerfreundlichkeit zu berücksichtigen sind.

Der Leitsatz der Sanierungstechnik lautet daher wie folgt:

Die sicherste Strasse ist die homogen gefährliche Strasse, also jene, die über ihre ganze Länge ein gleich oder ähnlich tiefes Gefahrenmass aufweist.

Dieser Leitsatz enthält wesentliche Grundsätze für die Sanierungstechnik:

- Das Gefahrenniveau einzelner Streckenabschnitte einer Strasse soll möglichst tief sein.
- Das Gefahrenniveau allein ist für die Sicherheit einer Strecke nicht massgebend.
- Die Homogenität des Gefahrenmasses ganzer Strassenzüge ist von ausschlaggebender Bedeutung für die Sicherheit.

### 8.1.1 Sicherheitsniveau

Die grundsätzlichen Unterschiede zwischen Sanierung und Neubau führen zwangsläufig zu unterschiedlichem Vorgehen in der Bearbeitung.

Neubau	Sanierung	
- Planungsstudie	- Sanierungsplanung	1. Planung
- Vorprojekt	- (entfällt meist)	
- Definitives Projekt	- Sanierungsprojekt	1. Projekt
- Ausführungsprojekt	- Ausführungsprojekt	

Abb.17: Sanierungstechnik: Vorgehen / Projektstufen

Im Gegensatz zur Projektierung von Neubauten enthält die Projektierung bei Sanierungen im Allgemeinen nur zwei Schritte:

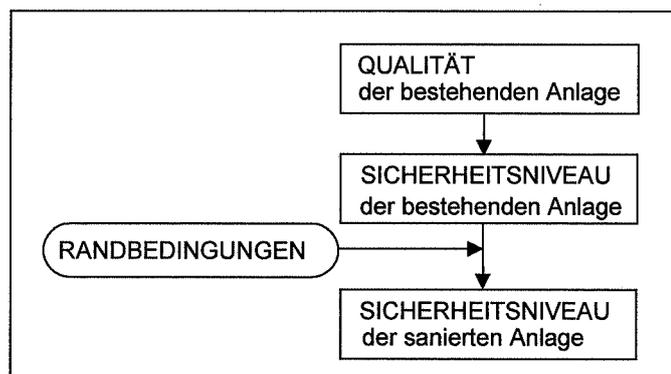
- Sanierungsplanung: Festlegen des Sicherheitsniveaus der sanierten Anlage aufgrund des Qualitätsdiagramms der bestehenden Anlage
- Sanierungsmassnahmen: Ausarbeiten des Sanierungsvorschlages aufgrund des Massnahmenkataloges unter Berücksichtigung der Sanierungsgrundsätze

Während in einer Planungsstudie unter Anderem das Bedürfnis nach einer neuen Anlage abgeklärt wird, wird in der Sanierungsplanung das Sicherheitsbedürfnis auf bestehenden Anlagen bestimmt.

Ziel der Sanierungsplanung ist somit, aufgrund der Qualität der bestehenden Anlage und unter Berücksichtigung der Randbedingungen das wünschbare Sicherheitsniveau der sanierten Anlage zu bestimmen.

Daraus ergeben sich drei Aufgaben:

1. Den technischen Zustand bzw. die Qualität der bestehenden Anlage problemgerecht darstellen.
2. Diese Qualität objektiv beurteilen = heutiges Sicherheitsniveau
3. Das zukünftige Sicherheitsniveau als Sanierungsziel quantifizieren



Diese Aufgaben werden im Qualitätsdiagramm gelöst (vgl. Abb.20).

Das Sicherheitsniveau einer Verkehrsanlage oder Teilen davon gibt an, wie sicher die Anlage im Vergleich zu anderen gleichartigen und gleichbenutzten Anlagen ist.

Damit lassen sich einerseits das Unfallgeschehen und das Gefahrenpotential bezüglich ihres Ausmasses durch Gegenüberstellung mit vergleichbaren Anlageteilen oder Anlagen beurteilen. Andererseits können mit entsprechenden Verfahren Stellen mit erhöhtem Unfallgeschehen oder Gefahren bzw. auffällig tiefer Sicherheit örtlich lokalisiert werden.

Die Bestimmung des generellen Sicherheitsniveaus der bestehenden Verkehrsanlage umfasst die Ermittlung von:

- Bedeutung und Ausmass des Unfallgeschehens / der Gefahren
- örtlicher Verteilung der Unfälle / Gefahren
- Lokalisierung von Unfallschwerpunkten / Gefahrenstellen.



### 8.1.2 Homogenität des Gefahrenmasses

Wie bereits erwähnt, ist die sicherste Strasse die homogen gefährliche Strasse, also jene, die über ihre ganze Länge ein gleich oder ähnlich tiefes Gefahrenmass aufweist.

Basis für den Entscheid über die Höhe und insbesondere über die Gleichmässigkeit des Sicherheitsniveaus der sanierten Anlage sind die Resultate aus dem Qualitätsdiagramm:

- Homogenität der Anlage (Querschnitt/Strecke)
- Sicherheitsniveau der bestehenden Anlage
- Massgebende Unfall- bzw. Gefahrenursachen

Aus der Unfallforschung stehen meist Angaben über das anzustrebende Sicherheitsniveau der einzelnen Elemente zur Verfügung. Die Auswertung des Qualitätsdiagrammes liefert die Elemente und die Streckenabschnitte, welche verbessert werden müssen. Es ergibt sich ein umfassendes Spektrum möglicher Sanierungsarbeiten.

Bei der Festlegung der tatsächlichen Höhe des anzustrebenden Sicherheitsniveaus müssen verschiedenste Randbedingungen berücksichtigt werden. Durch häufig begrenzte finanzielle Mittel und in Abhängigkeit der Bedeutung der Strasse kann das festgelegte Sicherheitsniveau vom Neubaustandard abweichen. Umso wichtiger ist deshalb die Homogenität des Sicherheitsniveaus (vgl. Abb.19,20).

Es wird vorausgesetzt, dass die zugrunde liegenden Normen homogen sind, d.h. dass effektiv für die verschiedenen Elemente der "Situation" immer dieselbe Vergleichsbasis vorliegt.

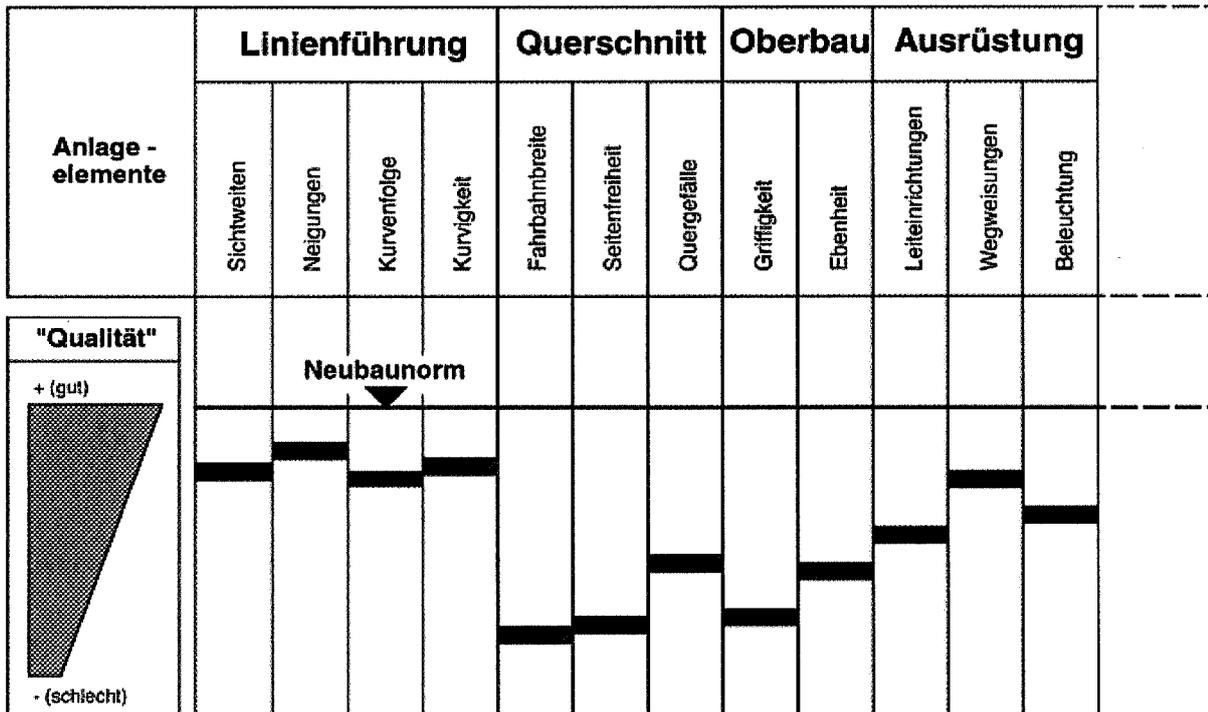


Abb.19: Sanierungstechnik / Sanierungsplanung: Qualitätsniveau bestehende Strecke

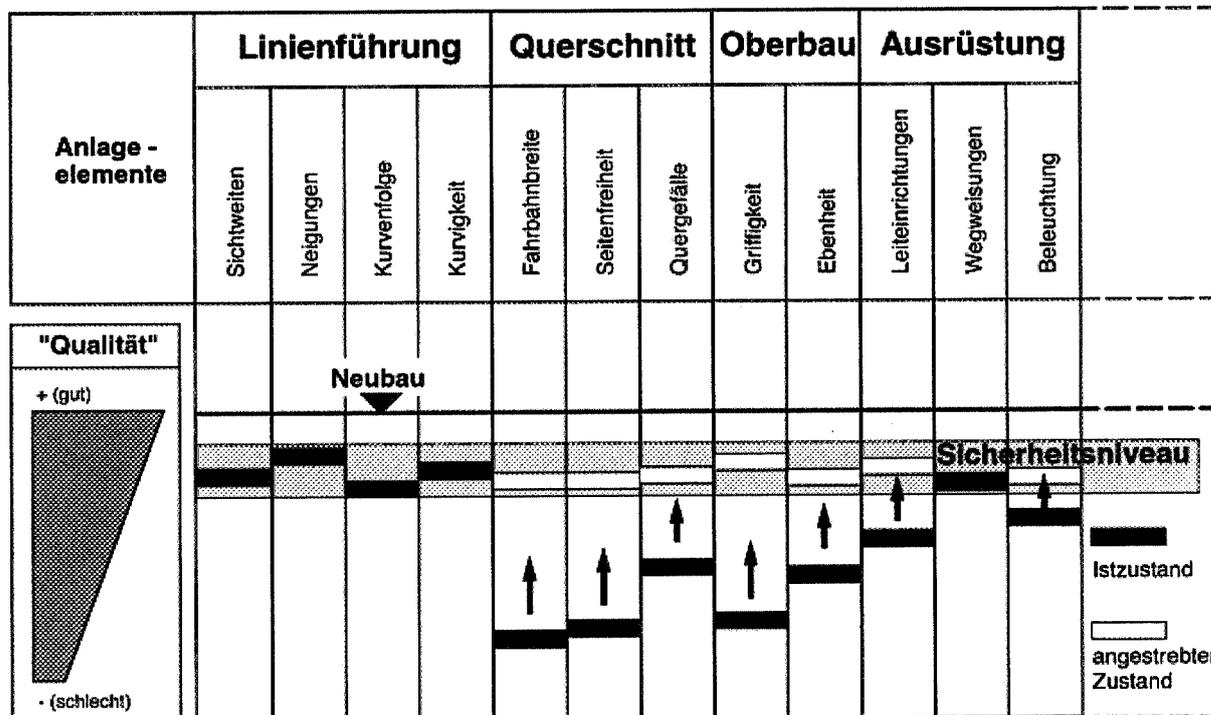


Abb.20: San.technik / Sanierungsplanung: angestrebtes Qualitätsniveau sanierte Strecke

### 8.1.3 Sanierungsmassnahmen (Massnahmenkatalog)

Während sich die Sanierungsplanung immer mit ganzen Streckenzügen befasst, sind die eigentlichen Sanierungsobjekte

- Gefahrenstellen (lokale Unfallschwerpunkte) oder
- Gefahrenstrecken (meist Teilstrecken innerhalb von Strassenzügen).

Die Resultate der verkehrstechnischen Unfall- bzw. Gefahrenanalyse (VUA, VGA) werden dem Massnahmenkatalog, der aus der Sanierungsplanung resultiert, gegenübergestellt (vgl. Abb.21). Die VUA bzw. die VGA liefert die quantifizierten, massgebenden Mängel, während die Sanierungsplanung die zugehörigen Massnahmen örtlich (räumliche Ausdehnung) und materiell (quantitatives Ausmass) festlegt.

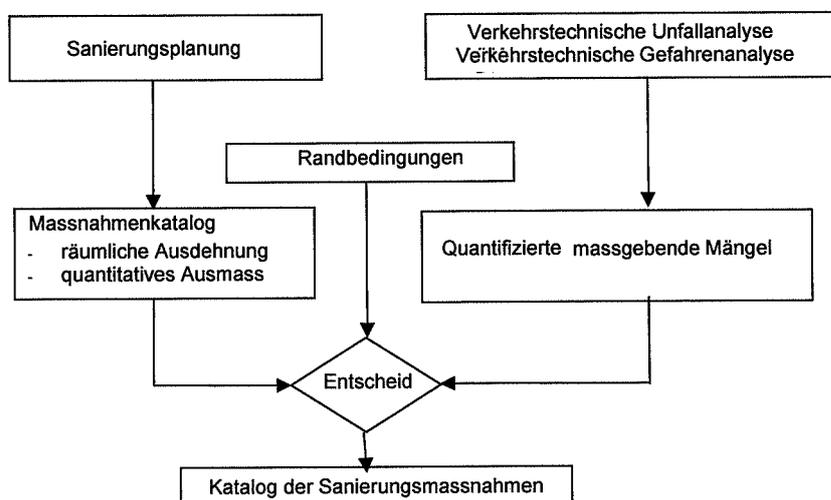


Abb.21: Sanierungsmassnahmen, Vorgehen

Das systematische Vorgehen hat den Vorteil, dass die massgebenden Mängel zusammengefasst und aufgrund des Sicherheitskonzeptes (angestrebtes Sicherheitsniveau) gewichtet werden. Zudem werden die gegenseitigen Zusammenhänge der einzelnen Mängel erfasst. Der Katalog der Sanierungsmassnahmen wird erstellt:

- unter Berücksichtigung aller massgebenden Mängel
- aufgrund des globalen Massnahmenkataloges, abgeleitet aus der Sanierungsplanung
- unter Berücksichtigung der spezifischen Randbedingungen der Sanierung.

## 8.2 Sanierungsprogramm

### 8.2.1 Sofortmassnahmen

Im Arbeitsablauf bis zur Realisierung eines Sanierungsprojektes ist es häufig sinnvoll, zunächst Sofortmassnahmen anzuordnen. Im Fall geplanter baulicher Sanierungen sind in der Regel lange Bearbeitungszeiten zu erwarten, welche die Festlegung provisorischer Sofortmassnahmen auf der Grundlage der Ergebnisse einer Unfall- resp. Gefahrenanalyse rechtfertigen. Sofortmassnahmen sollen den Verkehrsablauf auf der Anlage verbessern, sie benötigen keinen grossen Projektierungs- oder Ausführungsaufwand und sind daher kurzfristig realisierbar.

Sofortmassnahmen sind grundsätzlich organisatorischer Art, in bestimmten Fällen machen sich aber auch kleine bauliche Anpassungen erforderlich, die allerdings ohne Projektierungsaufwand ausgeführt werden können.

Für die systematische Anordnung hat sich die Gliederung der Sofortmassnahmen in organisatorische Massnahmen und bauliche Anpassungen bewährt.

Die organisatorischen Massnahmen betreffen Bereiche wie Signalisation, Ausrüstung, etc. Wesentliche Bereiche und ausgewählte Massnahmen sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Organisatorische Massnahmen	
Bereich	Massnahmen (Beispiele)
Signale	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vortrittsregelung verdeutlichen</li> <li>- Park- und Halteverbote</li> <li>- Überholverbot</li> <li>- Kurvensignale</li> <li>- Geschwindigkeitsbeschränkung</li> </ul>
Wegweisung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Information</li> <li>- Zusätzlich an Knoten: Verdeutlichung der optischen Führung</li> </ul>
Markierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mittellinie</li> <li>- Sicherheitslinie</li> <li>- Randlinien</li> <li>- Stoppsack</li> <li>- Sperrflächen</li> </ul>
Ausrüstung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leitpfosten</li> <li>- Kurventafeln</li> <li>- Kurvenschranken</li> </ul>

In den meisten Fällen lassen sich zunächst solche, rein organisatorischen Verbesserungen anordnen. Unterstützend resp. zur Verdeutlichung dieser organisatorischen Massnahmen können aber auch bauliche Anpassungen als weiterer Schritt von Nutzen sein.

Als bauliche Anpassungen werden solche Sofortmassnahmen bezeichnet, die im Rahmen des üblichen Unterhaltes durchgeführt werden können, aber über Signale und Markierungen hinausgehen. Dazu zählen:

- Massnahmen an der Bepflanzung
- Provisorische Trennelemente im Querschnitt
- Örtliche Massnahmen an der Strassenoberfläche.

In der folgenden Tabelle sind einige Massnahmenbeispiele zu diesen Bereichen aufgelistet.

Bauliche Anpassungen	
Bereich	Massnahmen (Beispiele)
Bepflanzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entfernung von Ästen, um die Sichtbarkeit von Signalen zu gewährleisten</li> <li>- Entfernung der Bepflanzung entlang von Böschungen, um die Sichtweiten wiederherzustellen</li> <li>- Anpflanzungen im Kurvenbereich (keine Bäume), um optische Löcher zu schliessen</li> </ul>
Provisorische Trennelemente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mobile Fussgängerschutzinsel aus Stahlplatten</li> <li>- Tropfeninsel (im Nebenarm eines Knotens) mit Kalksandsteinen oder Holzbalken markiert und mit Asphalt gefüllt</li> </ul>
Örtliche Massnahmen an der Strassenoberfläche	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oberflächenbehandlung zur Erhöhung der Belagsgriffigkeit</li> <li>- Aufteerung eines als Sperrfläche markierten Fussgängerweges</li> <li>- Aufteerung im Bereich eines Rechtsabbiegerradius zur Verkleinerung des Radius</li> </ul>

Die Anordnung von Sofortmassnahmen ist zwingend mit der Überprüfung auf Wirksamkeit verbunden. Jede angeordnete resp. ausgeführte Massnahme soll mit Hilfe einer einfachen Gefahrenanalyse (Konfliktbeobachtung) auf ihre Wirksamkeit überprüft werden, und gleichzeitig kann so die Notwendigkeit weiterer Massnahmen abgeschätzt werden.

An dieser Stelle noch einige Worte zu örtlich abweichenden Höchstgeschwindigkeiten:

Die Anordnung von örtlich abweichenden Tempolimiten erscheint häufig als geeignete und kostengünstige Massnahme, um örtliche Risiken zu vermindern. In Tat und Wahrheit ist der Erfolg dieser Art von Sofortmassnahmen eher beschränkt und die Anwendung nur in besonderen Fällen angezeigt. Vor jeder Festlegung von abweichenden Höchstgeschwindigkeiten ist gemäss Strassensignalisationsverordnung (SSV Art. 108, Abs.4) ein Gutachten zu erstellen, welches im Wesentlichen eine Unfall- und Gefahrenanalyse umfasst.

### 8.2.2 Sanierungsgrundsätze

Ausgehend von den Sanierungszielen und unter Berücksichtigung spezifischer Randbedingungen, wie

- bestehende Anlagen
- Verkehrsmengen
- Erfahrungen aus VUA und VGA
- begrenzte Mittel
- Teilsystem Mensch (Informationsdichte und -qualität, Risikoverhalten, Eigenverantwortung)

lassen sich konkrete Sanierungsgrundsätze formulieren:

1. Mitteleinsatz optimieren
2. Eigenverantwortung der Verkehrsteilnehmer wahren

3. Aktive Sicherheit vor passiver Sicherheit erhöhen
4. Unvorhersehbare Risiken vor vorhersehbaren Risiken reduzieren
5. Primärinformationen vor Sekundärinformationen verbessern
6. Kurzfristig Sofortmassnahmen anordnen

Grundlegend sind die zwei zuerst genannten Punkte, da sich die weiteren daraus ableiten lassen.

- zu 1. Unter „Mittleinsatz optimieren“ ist zu verstehen, dass die Sanierung dort ansetzen muss, wo mit den vorhandenen Mitteln die optimalste Wirkung zu erwarten ist. Ziel muss also sein, dass im Verhältnis zum Mittleinsatz sowohl räumlich (Strassennetz) als auch materiell (Art der Massnahmen) die beste Sanierungswirkung erreicht wird.
- zu 2. Bei jeder Sanierungsmassnahme ist von der Eigenverantwortung der Verkehrsteilnehmer auszugehen. Der Fahrer hat die Informationen, die ihm die Strasse gibt, zu erkennen und sich danach zu richten. Der Projektant hat also die Anlage so zu gestalten, dass der Fahrer sie versteht. Übertriebene Gefahrensignalisation ist zu vermeiden.
- zu 3. Primär ist die aktive Sicherheit der Anlage zu erhöhen. Einzig dort, wo diese Möglichkeit ausgeschöpft ist oder Dritte zu schützen sind, sollen passive Sicherheitsmassnahmen angeordnet werden.
- zu 4. Sanierungen müssen vor allem verdeckte, unvorhersehbare Risiken ausschliessen; erst sekundär kann es darum gehen, auch vorhersehbare, offensichtliche Risiken zureduzieren.
- zu 5. Sanierungen haben zum Ziel, den primären Informationsgehalt der baulichen Anlage zu verbessern. Sekundärinformationen durch zusätzliche Ausrüstungselemente sollten nur dort gegeben werden, wo baulich keine Verbesserung möglich ist.
- zu 6. Bauliche Sanierungen erfordern lange Vorbereitungszeiten. Aufgrund von Unfall- und Gefahrenanalysen können meist provisorische Sofortmassnahmen abgeleitet werden. Diese sollen auch dann realisiert werden, wenn eine bauliche Sanierung vorgesehen ist.

### 8.2.3 Sanierungsvarianten

Die beste Sanierungswirkung kann in Anbetracht der unterschiedlichsten Randbedingungen bei jeder Sanierung auf unterschiedliche Art erzielt werden. So lassen sich Sanierungsvarianten zum einen

- nach der Art der Massnahmen unterscheiden als auch
- nach der Wahl der prioritären Massnahmen.

Mit der Art der Massnahmen sind organisatorische und bauliche Massnahmen gemeint.

- Die organisatorischen beziehen sich hauptsächlich auf die Ausrüstung der Anlage, es sind Sofortmassnahmen, wie unter 8.2.1 beschrieben.
- Für die baulichen Massnahmen ist in der Regel die Erarbeitung eines Ausführungsprojektes notwendig. Mit der Ausarbeitung mehrerer Projektvarianten lässt sich eine Optimierung der Verbesserungen erzielen. Zwar wird dadurch sowohl der zeitliche als auch der finanzielle Aufwand erhöht, doch kommen die Ergebnisse der langfristigen Erhöhung der Sicherheit zugute.

Die Prioritäten, mit denen der Massnahmenkatalog versehen werden kann, beziehen sich auf zwei Aspekte:

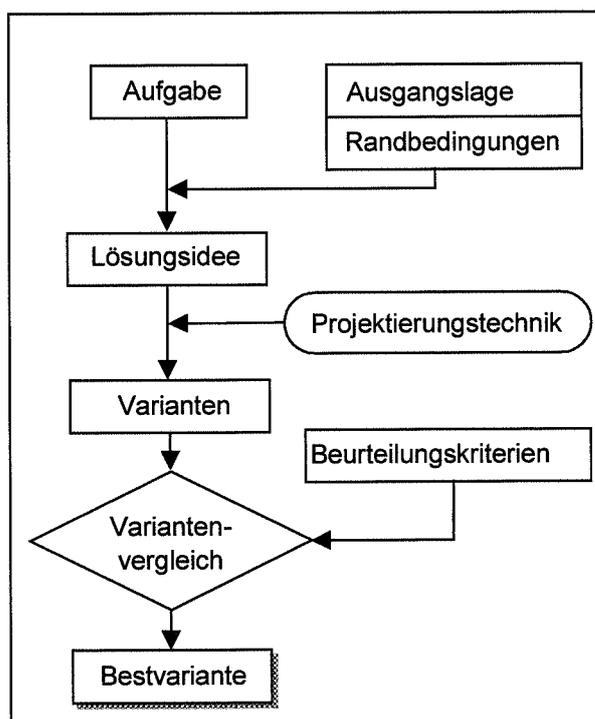
- Für die Gesamtheit der Gefahrenstellen innerhalb eines Strassenzuges wird die Dringlichkeit der einzelnen Sanierungen festgelegt (räumliche und zeitliche Prioritäten)
- Für die einzelnen Gefahrenstellen wird die Reihenfolge der Sanierungsmassnahmen aufgestellt (materielle und zeitliche Prioritäten)

Während bei einem Neubauprojekt von einer vorgegebenen Ausbaugeschwindigkeit ausgegangen wird, sind für Sanierungsprojekte die Anpassungsbereiche der einzelnen Elemente dem Massnahmenkatalog zu entnehmen. Diese Toleranzbereiche sind als Randbedingung für die Projektierung zu betrachten. Im Allgemeinen ist der verbleibende Spielraum gross genug, um verschiedene Varianten auszuarbeiten.

Durch den systematischen Aufbau der Sanierungstechnik entsprechen alle erarbeiteten Projektvarianten dem vorgängig festgelegten Sicherheitsniveau. Die einzelnen Varianten können dennoch grundsätzlich verschieden sein, insbesondere bezüglich ihrer Auswirkungen auf Umgebung und Umwelt.

#### 8.2.4 Variantenvergleich, Wirksamkeitsprüfung

Die Sanierungstechnik setzt voraus, dass von jeder (Projekt)Variante eine Gefahrenanalyse durchgeführt wird. Das erfordert die Ausarbeitung jeder Sanierungsvariante bis zur Stufe "allgemeines Bauprojekt".



Die so erstellten Varianten werden einander in einem detaillierten Variantenvergleich gegenübergestellt. Generell ist wie bei Neubauprojekten vorzugehen

Der Kriterienkatalog muss im Wesentlichen folgende Bereiche abdecken:

- Sicherheit der Anlage
- Auswirkungen auf die Umgebung und die Umwelt
- Bau- und allenfalls Betriebskosten.

Abb.22: Vorgehen

Für den Variantenvergleich stehen Beurteilungskriterien zur Verfügung. Diese Kriterien beziehen sich auf die Sicherheit der Anlage, die Auswirkungen auf Umgebung und Umwelt und auf die Bau- und Betriebskosten.

Der Sicherheitsaspekt steht bei der Projektierung von Sanierungen in der Regel im Vordergrund. Die Sicherheitsbeurteilung der einzelnen Projektvarianten erfolgt in einer Gefahren-

analyse. Dabei wird für jede Variante das Gefahrenmass quantifiziert und entsprechend der Analogiemethoden verglichen.

Um die Variante mit optimaler Homogenität bestimmen zu können, bietet sich die Anwendung des Qualitätsdiagrammes an. Die Unterschiede in den einzelnen Parametern müssen gewichtet werden, wozu die Geschwindigkeitsdiagramme der Projektierungsgeschwindigkeiten zugezogen werden. Die Beurteilung des Sicherheitsniveaus erfolgt dann wie in der Sanierungsplanung auf der Basis der relativen Sicherheitszahlen.

Die absoluten Sicherheitszahlen, die mit Hilfe einer Geschwindigkeitshypothese ermittelt werden, sind erforderlich, wenn umfangreiche Projekte beurteilt werden sollen oder aber die Abschätzung der Auswirkungen von lokalen Sanierungen oder Teilstreckensanierungen notwendig wird.

Die einzelnen Elemente der Struktur einer Sanierungsplanung und ihr Zusammenwirken - und daraus ersichtlich die Überprüfung der Wirksamkeit - sind in Abbildung 23 schematisch dargestellt. Die abschliessende Kontrolle erfolgt objektweise und führt zur erneuten Zustandserfassung.

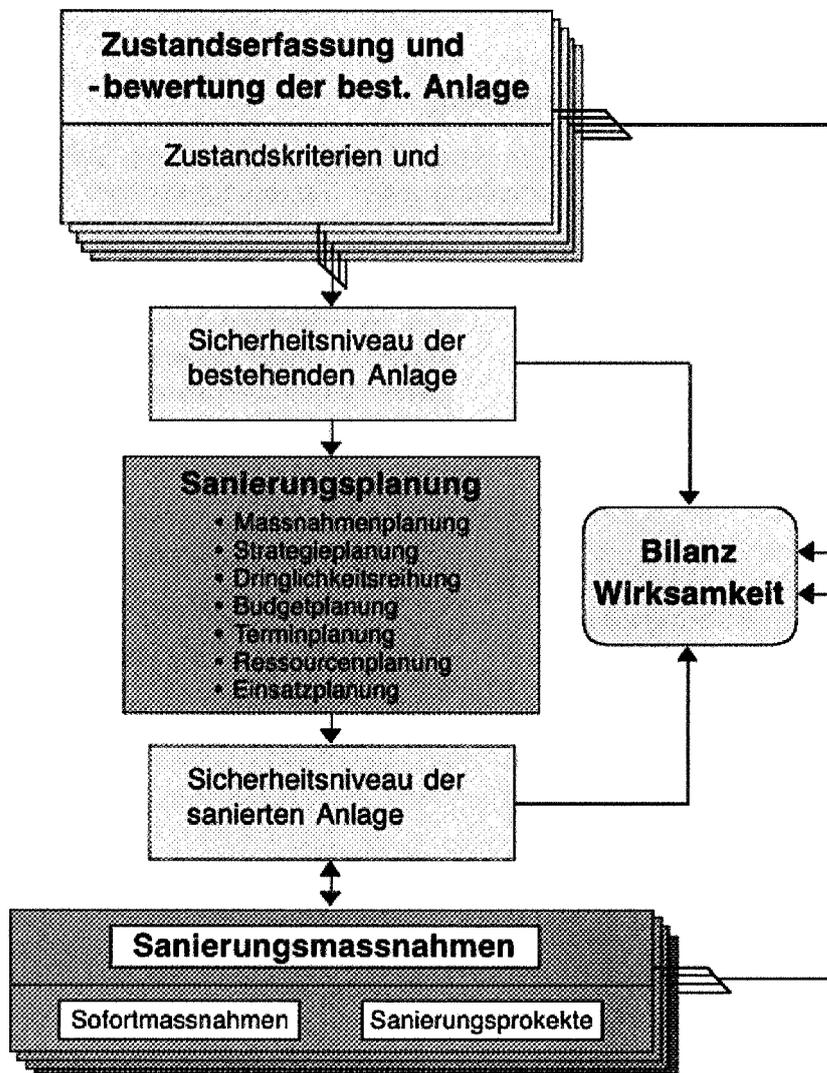


Abb.23: Elemente der Struktur einer Sanierungsplanung und ihr Zusammenwirken

### **8.2.5 Regeln für die Realisierung (Etap pierung)**

Aus der Sicht der Verkehrssicherheit kommt der Realisierungsphase eines Sanierungsprojektes eine besondere Bedeutung zu.

Bei der Realisierung eines Sanierungsprojektes, wie auch bei der Realisierung von Neubauten, sind folgende grundsätzliche Phasen zu beachten:

- Etappenausbau des Projektes
- Eröffnung der sanierten Strecke
- Betrieb der sanierten Anlage.

#### **- Etappenausbau**

Bei Streckensanierungen drängt sich häufig ein etappenweiser Ausbau auf. Dafür können verschiedene Gründe verantwortlich sein, wie beispielsweise aus finanziellen Gründen.

Die Reihenfolge des Ausbaus wird massgeblich durch die Prioritätenordnung der Sanierungsvarianten bestimmt. Zudem sind die baulichen Randbedingungen zu berücksichtigen. Trotz des etappenweisen Ausbaus ist das Sanierungsprojekt für die gesamte Strecke zu erstellen. Es muss jedoch mit einer genauen Untersuchung der Übergangsbereiche zur nicht sanierten Anlage während der Phase des Teilausbaus ergänzt werden. Insbesondere sind organisatorische Massnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit im Übergangsbereich ins Auge zu fassen. Grundsätzlich sind die Übergänge klar und deutlich erkennbar zu gestalten (Bau und Ausrüstung). Bei komplexen Projekten soll der Einfluss der Teilsanierung auf das Fahrverhalten auf den nicht sanierten Anschlussstrecken mit den Geschwindigkeitsdiagrammen untersucht werden.

#### **- Eröffnung der sanierten Strecke**

Vor der Eröffnung der sanierten Strecke ist der entsprechende Strassenzug durch alle beteiligten an Ort und Stelle zu überprüfen.

#### **- Betrieb der sanierten Anlage**

Nach der Eröffnung ist das Verkehrsgeschehen auf der sanierten Anlage genau zu erfassen. Das Fahrverhalten und besonders allfällige Konflikte sind festzuhalten und führen gegebenenfalls zu Anpassungen.

## **9. Erkenntnisse**

### **9.1 Grundsatz**

Die Forschungsarbeit hatte zum Ziel, Methoden und Verfahren zur Ableitung von generellen und örtlichen Massnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit zu erfassen, ihre Vorgehensweisen zu beschreiben und sie hinsichtlich Zweckmässigkeit zu beurteilen. Damit sollten einfache und geeignete Hilfsmittel und Werkzeuge für die Praxis herausgeschält werden, die einheitlich angewendet werden können.

Die heutige Philosophie bei der Massnahmenplanung zur Erhöhung der Verkehrssicherheit basiert in erster Linie auf den Tatsachen und Erkenntnissen des Unfallgeschehens, des Erkennens von Auffälligkeiten aus der Häufigkeit bestimmter Unfallmerkmale und Unfallursachen bzw. aus der lokalen, örtlichen Häufung von Unfällen bestimmter Unfalltypen.

Die vorliegende Forschungsarbeit liefert eine umfassende und aufbereitete Zusammenstellung von möglichen und empfehlenswerten Verfahren zur Ableitung präventiv wirksamer Massnahmen im generellen und vor allem im örtlichen Bereich.

Mit diesen Erkenntnissen können den zuständigen Behörden einfache Verfahren und aufbereitetes Expertenwissen als Hilfsmittel für ihre Verkehrssicherheitsarbeit zur Verfügung gestellt werden.

Der Forschungsbericht gibt im Rahmen der Zielsetzung eine Übersicht einerseits zu den Verfahren und andererseits ganz konkrete Werkzeuge, für den praktischen Gebrauch, gegliedert in die folgenden Bereiche:

- Anwendbare Verfahren zur Ableitung von generellen Massnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit, ableitbar aus den Schwerpunkten im Unfallgeschehen
- Grundsätzlich anwendbare, konkrete verkehrstechnische Massnahmen, welche statistisch aus örtlichen Unfallschwerpunkten abgeleitet werden
- Anwendbare Verfahren zur Überprüfung der Sicherheit von Verkehrsanlagen
- Katalog von Grundsätzen und Regeln bei der Wahl und Anordnung von örtlichen verkehrstechnischen und baulichen Massnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit.

## 9.2 Verfahren zur Ableitung von generellen Massnahmen

Mit der Grundlage von Unfallstatistiken lassen sich die Schwerpunkte im Unfallgeschehen, nicht zu verwechseln mit den örtlichen Unfallschwerpunkten, ableiten. Sie bilden u.a. eine wichtige Basis für generelle Massnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit, nämlich:

- Sicherheitskampagnen in den Medien Radio, Zeitungen etc. sowie Broschüren, herausgegeben von Institutionen
- Aufrufe an die Verkehrsteilnehmer direkt durch die Polizei über Medien und direkte Einflussnahme
- Überwachungsschwerpunkte der Polizei (temporär über eine gewisse Zeit) und allgemeine polizeiliche Massnahmen (andauernd)
- Grundlagen und Ergänzungen für die Fahrausbildung vermittelt u.a. durch die Fahrlehrer und Prüfungsexperten.

Die Ermittlung und Beschreibung von Schwerpunkten im Unfallgeschehen hat zum Ziel, statistische Grundlagen aufzuarbeiten, die deutlich machen, welche Unfälle besonders häufig und/oder besonders folgenschwer sind. Diese Kenntnisse über das Unfallgeschehen sind u.a. eine der wichtigsten Voraussetzungen zur Ableitung bzw. Festlegung von Massnahmen, um die Sicherheit zukünftig weiter zu erhöhen. Das Aufzeigen von Schwerpunkten im Unfallgeschehen dient dazu, die Felder für Aktionen, Massnahmen und Forschungsbedürfnisse festzulegen.

Generelle Massnahmen lassen sich aber nicht nur aus der Auswertung der Unfallstatistik ableiten, sondern können ausserdem aus den Entwicklungen im Unfallgeschehen, aus den Erkenntnissen polizeilicher Überwachung und Kontrollen sowie auch aus der Sicherheitsberatung abgeleitet bzw. ermittelt werden.

Nebst der grundsätzlichen Anwendung der Norm SN 640 010 Strassenverkehrsunfälle, Unfallanalysen sowie Kurz-, Gefahren- und Risikoanalysen des Verbandes der Schweizerischen Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS) für Analysen von Strassenverkehrsunfällen werden hier aufgrund der vorliegenden Forschungsarbeit zusätzlich vereinfachte Methoden und Checklisten empfohlen, welche insbesondere bei Beratungen zu Sicherheitsfragen allgemein zur Anwendung gelangen können (keine Unfälle bekannt resp. Zahl der Unfälle zu gering; keine umfangreichen Analysen der Gefahren möglich). Diese Checklisten, die die

Verkehrssicherheitsverantwortlichen bei Polizei und Tiefbauämtern für Sofortmassnahmen zu Rate ziehen können, werden im entsprechenden Kapitel (5.4.1) vorgestellt.

Der praktische Nutzen dieses Untersuchungsteils besteht darin, dass erkennbar gemacht wird, wie sich nach diesem Schema zweckmässige zwingende Kampagnen ableiten lassen.

### **9.3 Ableitung von Massnahmen aus der örtlichen Unfallauswertung**

Dieser Teil der Forschungsarbeit zeigt ein neues Verfahren zur Ableitung von örtlichen Massnahmen, zusätzlich zur Verkehrstechnischen Unfallanalyse, der Kurz-, Gefahren- und Risikoanalyse. Es zeigt konkrete Massnahmen, bei deren Anordnung eine hohe Wirksamkeit zu erwarten ist, das heisst, bei denen der Rückgang der Anzahl Unfälle und/oder Verletzten und/oder Toten markant ausfallen dürfte.

In dem als Bestandteil der Forschungsarbeit vorliegenden Massnahmenkatalog werden für typische Unfallsituationen, d.h. zu häufig vorkommenden Unfalltypen entsprechende Massnahmen vorgeschlagen, die im konkreten Fall auf ihre Zweckmässigkeit hin geprüft und, wenn geeignet, sofort angeordnet werden sollten. Es handelt sich dabei sowohl um verkehrstechnische als auch bauliche Massnahmen, einerseits für Strecken (Geraden und Kurven) und andererseits für Verzweigungen (Einmündungen und Kreuzungen). Diese Erkenntnisse stellen eine wichtige, neue Grundlage für die praktische Sicherheitsarbeit dar.

Im Folgenden sind aus diesem Untersuchungsteil einige bisher weitgehend unbekannte, bedeutende Massnahmen aufgeführt, die eine hohe Wirkung zur Verbesserung der Verkehrssicherheit aufweisen:

- Sicht auf entgegenkommende Fahrzeuge verbessern durch Weglassen oder Verkleinern von Signalen und Wegweisern
- Markierung von unvollständigen Linksabbiegefahrstreifen zur Verbesserung der Sicherheit beim Linksabbiegen
- Anordnen von kurzen Sicherheitslinien vor Einmündungen auf Ausserortsstrassen
- Anordnung der Kurvenschranken, ausgelegt auf die Situation
- Stufenmarkierung für Sicherheitslinien bei aussergewöhnlichen Situationen

### **9.4 Verfahren der Sicherheitsprüfung von Verkehrsanlagen zur Ableitung von Massnahmen**

In diesem Teil der Forschungsarbeit wird auf die zwingende Anwendung des neuen Verfahrens der Verkehrssicherheitsbeurteilung (Safety Audit) zur Überprüfung sämtlicher Projekte von Verkehrsanlagen (Neubau, Erweiterung, Sanierung, Umbau, etc.) verwiesen und dieses zusammengefasst kurz vorgestellt und erläutert.

Verglichen mit den Massnahmen zur Sanierung von Gefahrenstellen und Unfallschwerpunkten, die reaktiv erfolgen, geht es hier um eine proaktive Strategie, die letztlich auch auf den Erkenntnissen der Unfallauswertung beruht. Zentral an dem Verfahren der Verkehrssicherheitsbeurteilung ist, dass alle Projekte von einem unabhängigen Experten resp. einem unabhängigen Expertenteam hinsichtlich Sicherheitsrelevanz, Sicherheitsgewinn und -mängel geprüft werden. Wenn Mängel vorhanden sind, sollen diese aufgezeigt und entsprechende Empfehlungen für Massnahmen abgegeben werden. Das Verfahren steht vor der Normierung.

## 9.5 Grundsätze und Vorgehen bei der Anordnung von örtlichen, technisch / baulichen Massnahmen

Der wesentliche Inhalt dieses Teils bezieht sich auf das Aufzeigen von Grundsätzen und Regeln, wie man örtliche, technisch/bauliche Massnahmen innerhalb einer Gesamtverkehrsanlage evaluiert und somit integral beurteilt. Der Bericht zeigt dabei die wesentlichen Grundsätze für die Sanierungstechnik auf und beschreibt das systematische Vorgehen bei der Evaluation, Wahl und Anordnung von Sanierungsmassnahmen. Es wird das methodische Vorgehen erläutert, im Detail wird auf die einzelnen Elemente der Struktur einer Sanierungsplanung (u.a. Sicherheitsniveau) und die eigentlichen Sanierungsmassnahmen eingegangen.

Die Abstimmung der Elemente vom Ausbaugrad soll ein gewisses Mass der Unterschiede auf der Gesamtstrecke nicht unterschreiten. Wenn die Elemente, wie Radien, Fahrbahnbreite, Längsgefälle, Quergefälle, Leiteinrichtungen, über die Strecke ähnlich resp. homogen sind, führt das zu einem homogenen Sicherheitsniveau. Im Folgenden sind beispielhaft Richtwerte für zwei Elemente aufgeführt: Radien → das Verhältnis zweier nacheinander folgender Radien von Kurven soll ausgewogen sein (kleiner 2), Querschnitt → die Differenz von einem Normalprofil auf das nächste soll klein sein (nicht grösser 40cm).

## 9.6 Normung

Diese Grundlagen, die von den drei Forschungsstellen Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu) und Verkehrstechnische Abteilung der Kantonspolizei Zürich (VTA) erarbeitet wurden, können direkt in der Praxis verwendet werden.

Die vorliegenden Ergebnisse sollen in 3 neuen VSS-Normen unter den Titeln

- Auswertung, Analyse und Beurteilung von Schwerpunkten im Unfallgeschehen
- Typisierte Massnahmen zu Unfalhhäufungen bestimmten Typs auf Strecken und an Knoten
- Verkehrssicherheitsbeurteilung

verarbeitet werden.

### III. Literaturverzeichnis

- [1] VSS-Norm SN 640 006: Strassenverkehrsunfälle "Auswertung von Strassenverkehrsunfällen", Kopfnorm
- [2] Lindenmann, H.P., Weber, R.: Unfallauswertung: Statistik, Auswertung und Analyse von Strassenverkehrsunfällen. VSS FA 7/93, April 1997
- [3] VSS-Norm SN 640 007: Strassenverkehrsunfälle "Unfallzahlen, Unfallstatistiken, Unfallkosten"
- [4] VSS-Norm SN 640 008 Strassenverkehrsunfälle "Analyse von Unfallzahlen, Vergleiche und Entwicklung"
- [5] VSS-Norm SN 640 009 Strassenverkehrsunfälle "Lokalisierung und Rangierung von Unfallschwerpunkten"
- [6] VSS-Norm SN 640 010 Strassenverkehrsunfälle "Unfallanalysen sowie Gefahren- und Risikoanalysen"
- [7] Pfundt, K.: Handbuch der verkehrssicheren Strassengestaltung. Beratungsstelle für Schadenverhütung des HUK-Verbandes, Köln, April 1991
- [8] Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (FGSV): Merkblatt für die Auswertung von Strassenverkehrsunfällen, Teil 2: Massnahmen gegen Unfallhäufungen
- [9] Gemeinderat der Stadt Bern: Massnahmenplan Verkehrssicherheit für die Stadt Bern. Schlussbericht, Bern, Dezember 1998
- [10] VSS-Norm SN 640 241: Fussgängerstreifen
- [11] bfu: Schwerpunkte im Unfallgeschehen. 2003
- [12] Zimolong, B.: Verkehrskonflikttechnik – Grundlagen und Anwendungsbeispiele. Unfall- und Sicherheitsforschung. Institut für Psychologie, TU Braunschweig im Auftrag des Bundesministers für Verkehr von der Bundesanstalt für Strassenwesen, Strassenverkehr, Heft 35, 1982
- [13] Risser, R., Zuzan, W.D., Tamme, W., Steinbauer, J., Kaba, A.: Handbuch zur Erhebung von Verkehrskonflikten mit Anleitungen zur Beobachterschulung. Kuratorium für Verkehrssicherheit, Lebensraum Verkehr, Kleine Fachbuchreihe des KFV, Band 28, Wien, 1991
- [14] Arbeitsgruppe Verkehrssicherheit: Tempo 50. Schlussbericht. März, 1983
- [15] Expertengruppe Verkehrssicherheit des BAP: Sicherheit im Strassenverkehr, Strategien und Massnahmen für die 90er Jahre. EJPD, Bern, 1993
- [16] UVEK, ASTRA, bfu: Erarbeitung der Grundlagen für eine Strassenverkehrssicherheitspolitik des Bundes. Schlussbericht. Bern, Mai 2002
- [17] Lindenmann, H.P., Doerfel, M.: Verkehrssicherheitsbeurteilung (VSB) (Safety Audit). ETH Zürich, Dezember 2002
- [18] Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (FGSV): Empfehlungen für das Sicherheitsaudit von Strassen (ESAS). Köln, 2002
- [19] Spacek, P.: Verkehrsauswirkungen / Teil 2: Sicherheit von Verkehrsanlagen. Vorlesungsunterlage, April 2003
- [20] Wegman, F.C.M., van Schagen, I.N.L.G.: Verkehrssicherheitsaudits / Safetyaudits. Strassenverkehrstechnik 1/99

- [21] Road Directorate, Ministry of Transport – Denmark: Manual of Road Safety Audit. 2<sup>nd</sup> edition, 1997
- [22] FGSV-ad-hoc-Bearbeitergruppe 2.0.2.: Sicherheitsaudit für Strassen (SAS) in Deutschland, Kurzfassung zum Zwischenbericht, Oktober 2000
- [23] Bark, A.: Sicherheitsaudit für Strassen in Deutschland – Planungsstand und Perspektiven. Vortrag auf dem Deutschen Strassen- und Verkehrskongress 2000 in Hamburg, Strassenverkehrstechnik 10/2001
- [24] Belopitov, I., Spacek, P.: Geschwindigkeit in Kurven. IVT ETH Zürich, Februar 1999
- [25] Technical Research Centre of Finland (VTT): Speed can endanger your health. Nordic Road and Transport Research No. 2/1997