

# Weiterentwicklung der Verfahren zur Ableitung von Maßnahmen gegen Unfallhäufungsstellen

Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen

Verkehrstechnik Heft V 281

The logo consists of the word "bast" in a bold, lowercase, green sans-serif font. The letters are slightly shadowed, giving them a 3D appearance as if they are floating above a surface.

# Weiterentwicklung der Verfahren zur Ableitung von Maßnahmen gegen Unfallhäufungsstellen

von

Reinhold Maier  
Ralf Berger  
Bernhard Kollmus

Technische Universität Dresden  
Lehrstuhl für Straßenverkehrstechnik und  
Theorie der Verkehrsplanung

beauftragt durch  
GWT-TUD GmbH  
Fachbereich Industrie

in Zusammenarbeit mit der  
Sandstein Neue Medien GmbH

**Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Verkehrstechnik Heft V 281

**bast**

Die Bundesanstalt für Straßenwesen veröffentlicht ihre Arbeits- und Forschungsergebnisse in der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen**. Die Reihe besteht aus folgenden Unterreihen:

A - Allgemeines  
B - Brücken- und Ingenieurbau  
F - Fahrzeugtechnik  
M - Mensch und Sicherheit  
S - Straßenbau  
V - Verkehrstechnik

Es wird darauf hingewiesen, dass die unter dem Namen der Verfasser veröffentlichten Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des Herausgebers wiedergeben.

Nachdruck und photomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Die Hefte der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen** können direkt bei der Carl Schünemann Verlag GmbH, Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen, Telefon: (04 21) 3 69 03 - 53, bezogen werden.

Über die Forschungsergebnisse und ihre Veröffentlichungen wird in der Regel in Kurzform im Informationsdienst **Forschung kompakt** berichtet. Dieser Dienst wird kostenlos angeboten; Interessenten wenden sich bitte an die Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Ab dem Jahrgang 2003 stehen die **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)** zum Teil als kostenfreier Download im elektronischen BASt-Archiv ELBA zur Verfügung.  
<http://bast.opus.hbz-nrw.de>

## **Impressum**

**Bericht zum Forschungsprojekt: FE 03.0504/2012/FRB**  
Weiterentwicklung der Verfahren zur Entwicklung von Maßnahmen gegen Unfallhäufungsstellen

### **Fachbetreuung**

Marco Irzik

### **Herausgeber**

Bundesanstalt für Straßenwesen  
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach  
Telefon: (0 22 04) 43 - 0  
Telefax: (0 22 04) 43 - 674

### **Redaktion**

Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit

### **Druck und Verlag**

Fachverlag NW in der  
Carl Schünemann Verlag GmbH  
Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen  
Telefon: (04 21) 3 69 03 - 53  
Telefax: (04 21) 3 69 03 - 48  
[www.schuenemann-verlag.de](http://www.schuenemann-verlag.de)

ISSN 0943-9331

ISBN 978-3-95606-299-5

Bergisch Gladbach, Februar 2017

## Kurzfassung – Abstract

### Weiterentwicklung der Verfahren zur Ableitung von Maßnahmen gegen Unfallhäufungsstellen

Ziel des Forschungsprojektes war die Erarbeitung eines webbasierten Verfahrens für die Verkehrssicherheitsarbeit, welches dem Anwender bei der Bearbeitung von Unfallhäufungen potenziell geeignete Maßnahmen in Abhängigkeit der örtlichen Randbedingungen vorschlägt, deren Sicherheitswirkung abschätzt sowie die Möglichkeit bietet, die Maßnahmenwirkung in einer retrospektiven Betrachtung zu evaluieren. Dabei stellt das Verfahren eine Weiterentwicklung und Ergänzung des Merkblatts „Auswertung von Straßenverkehrsunfällen, Teil 2: Maßnahmen gegen Unfallhäufungen“ (FGSV 2002) dar.

Grundgerüst der Maßnahmensammlung bilden neben dem Merkblatt der FGSV (2002) aktuelle Erkenntnisse verschiedener Forschungsarbeiten (SPAHN 2012, GERLACH et al. 2009, MAIER et al. 2010, u. w.) zu Maßnahmen gegen Unfallhäufungen, die einer Prüfung und Kategorisierung unterzogen wurden.

Der Hauptbestandteil des webbasierten Verfahrens umfasst Schritte zur Unfallanalyse, Maßnahmenfindung und Wirksamkeitsprüfung nach dem „Merkblatt zur Örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen – M UKo“ (FGSV 2012). Mit der Übermittlung der Unfallinformationen zu Unfallhäufungen aus den EDV-Systemen der Unfalldatenhaltung in das Programm ist eine spezifische Bearbeitung von Unfallhäufungen möglich. Darüber hinaus wird die Möglichkeit von Rangfolgebildungen zur zielgerichteten Priorisierung von Arbeitsprogrammen angeboten.

Die Vorschläge geeigneter Maßnahmen zur Bekämpfung einer Unfallhäufung stützen sich im Verfahren auf die Analyse typischer Konfliktsituationen, welche aus den Unfalldatensätzen bestimmt werden. Zur Überprüfung der Angemessenheit und Durchsetzbarkeit von Maßnahmen(-paketen) steht dem Anwender eine Abschätzung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses auf Basis des fallbezogenen Unfallgeschehens zur Verfügung.

Die kontinuierliche Anwendung des Verfahrens erlaubt dem Nutzer die Dokumentation der Arbeits-

schritte. Diese beinhaltet über die Umsetzungskontrolle hinaus wiederum eine fallbezogene Wirksamkeitsprüfung (Evaluierung) der realisierten Maßnahmen.

Die stetige Aktualisierung der Maßnahmen und ihrer Kenngrößen (u. a. Wirkungsgrad, Kosten) stellt einen wesentlichen Bestandteil des webbasierten Verfahrens dar, um einen zielorientierten Beitrag zur Bekämpfung von Unfallhäufungen zu leisten.

### Improvement of processes to derive prevention measures against accident black spots

The aim of the research project was the development of a web-based procedure for road safety activities, which assists the program-user with decision-making of potentially appropriate safety measures dependent upon local constraints, estimates the safety effect, as well as offers a retrospective outlook on used measures, which enables a evaluation of such measures. It provides the further development and acts a supplement to the technical bulletin „Auswertung von Straßenverkehrsunfällen, Teil 2: Maßnahmen gegen Unfallhäufungen“ (FGSV 2002).

In addition to the information sheet by the FGSV (2002), the latest research findings on measures against black spots (SPAHN 2012, GERLACH et al. 2009, MAIER et al. 2010, and others), the examination and categorization thereof, have helped for the foundation of the collection of measures.

The main component of the web-based method includes steps for accident analysis, finding of measures and potency testing according to the „Merkblatt zur Örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen – M UKo“ (FGSV 2012). By providing information about black spots from the EDV-System of accident data management in the program, a specific processing of black spots is possible. Moreover, the possibility of ranking safety measures and creating a target-oriented prioritization of work programs is offered.

The proposals for appropriate measures for combating black spots rely on the analysis of typical conflict situations, which are determined from accident records. For the review of the adequacy, feasibility and applicability of measures (measure-packages) for the user, cost-benefit ratio on the basis of case-related accidents are available.

The continual use of the method allows the user to document the work steps. This also allows for implementation control, as well as case-related efficacy testing (evaluation) of the measures.

The constant upgrading of the measures and their characteristics (e.g. degrees of efficiency, cost, etc.) represent an integral part of the web-based process, which in turn makes a target-oriented contribution to combating black spots.

## Summary

### Improvement of processes to derive prevention measures against accident black spots

#### 1. Project definition and goal

Since 1970, the detection and abatement of accidents at so-called blackspots has been covered by law in the administrative provisions for road traffic regulations in Germany. The FGSV has prepared framework to „Auswertung von Straßenverkehrsunfällen“ in two parts (FGSV 2002 and 2003): The recognition of blackspots and the evaluation of the necessary data (part one) and the determination of safety measures (part two). This second part of the technical bulletin for „Auswertung von Straßenverkehrsunfällen“ describes firstly a consistent methodology, which provides recommendations for appropriate measures where specific evaluations results and information from site visits are available (FGSV 2002).

After updating of the first part of the bulletin, wherein the definition and evaluation of accident blackspots were presented, published by (M UKo 2012), the second part of the project, namely the composition of a catalogue of measures could be undertaken. For this, the previously described measures from the bulletin had to be reviewed, as well as an evaluation of the effects of measures presented. Moreover, a series of measures from the past decade, in part for certain road users, was to be evaluated and added to the catalogue.

A target-oriented selection of effective measures based on the current state of knowledge allows for the compilation of a comprehensive database. Due to system requirements of the database, a hardcopy version is not available because it can hardly be kept up-to-date; a short-term update is not practical. Through using the web-based process, characteristics of existing blackspots can be edited and the essential work steps of the accident commission can be completed and documented. The updating, adaption and extension of measures, as well as associated effects and costs are based on broad application of the program in the work of the Accident Commission.

#### 2. Implementation

The web-based measure catalogue offers the user assistance in selecting appropriate measures. The eligible range of potential measures is based on the analysis of all the information collected on a blackspot. Therefore, this web-tool includes and supports various steps of accident analysis, selection of measures, as well as implementation inspection and effectiveness evaluation according to M UKo (FGSV 2012). The structure of the data management allows for long-term processing of blackspots. The ability to update, adapt and expand records of measures or their effects and costs is a significant advantage of this approach over a hardcopy version. This is based on a broad application of web tools in the work of the accident commissions. With regard to the user structure, there is a global and local (by country) administration level, followed by a separate user area for each accident commission.

#### Data provision

Of primary importance for the application and use of the web-tool is the recognition of blackspots and the categorization of the accident. Within the program there is no function for the identification of blackspots. For the acquisition of data and for rapid and low-error data entry, a \*.csv-import format is offered as a connection to the accident data management computer system. If a programm is not available, data can also be entered manually. The entry of the observation time period during data import permits program provided validation of periods of study and continuous processing of blackspots.

As a result, there is a list of all high risk for accident areas in the program. Each user has access to their data, which is protected from view by a third party. They are responsible for the alleviation of or complete removal of blackspots.

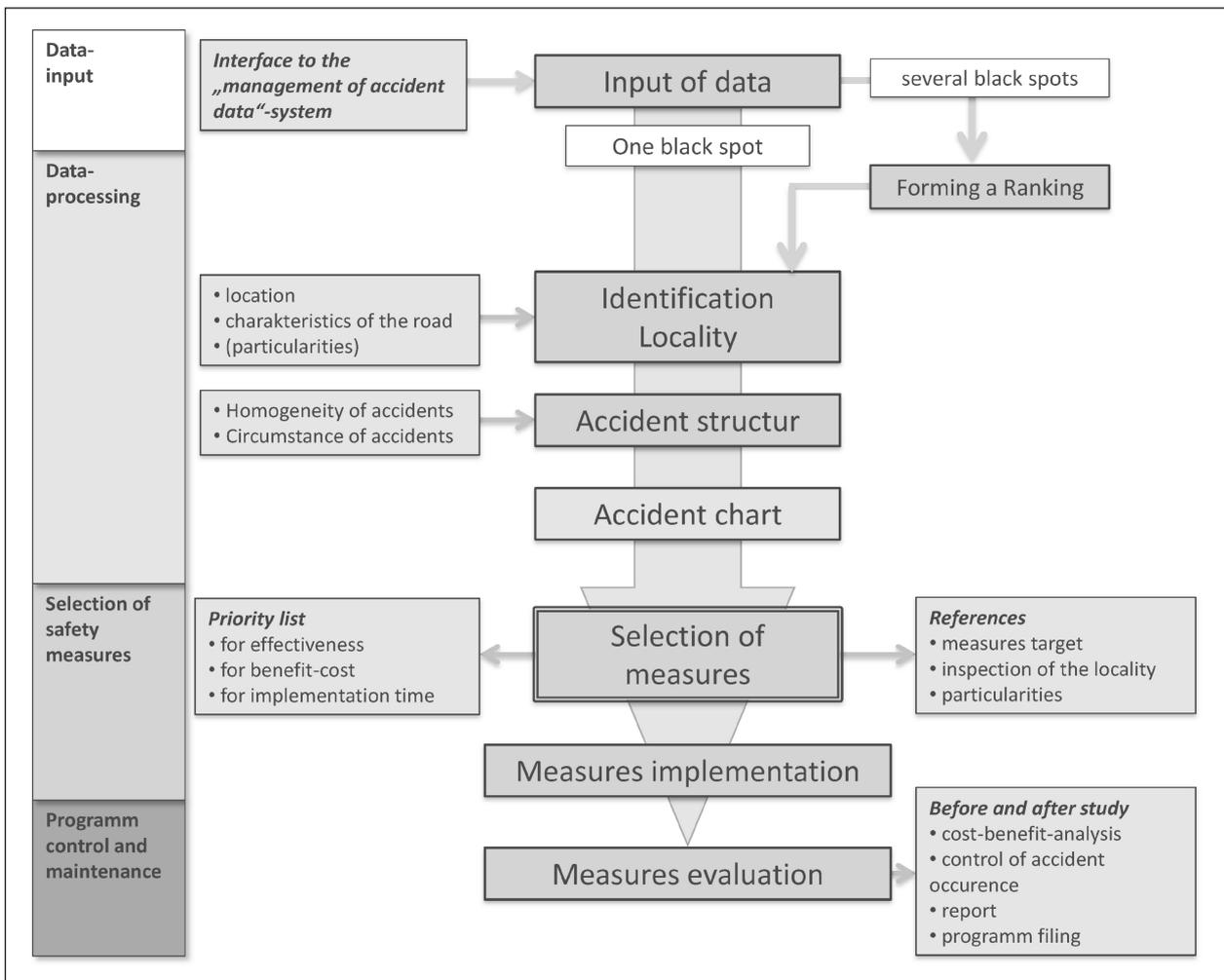


Fig. 1: Basic structure of the web-based catalog of safety measures for the elimination of black spots

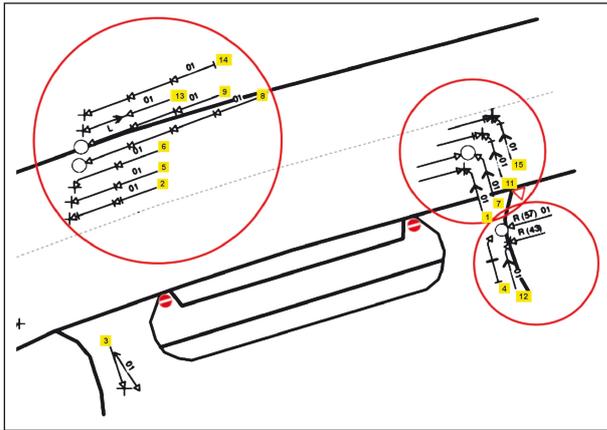
## Data preparation

The process of data preparation includes the identification and input of additional high risk for accident areas, as well as further descriptions of existing high risk areas. Such information includes location, status, type of blackspot, which might be absent from the program or might only have been described verbally. The testing, validation, and adaptation of this information is recommended after each data import.

In the case of the presence of several blackspots, ranking is possible. This allows for the most efficient use of limited financial resources to combat blackspots. There are two types of rankings offered. The ranking according to M UKo (FGSV 2012) holds that the type of blackspot depends on sorting the associated accidents according to the number of severe accidents, the crash type for blackspot location and the accident density for „accident accumulation lines“. The second ranking type is

based on the analysis of a specific accident and describes the potential for improving the associated blackspot. These target-oriented ranking methods (prevention of accidents by targeted use of funds) are not directly related to economic considerations. The potential is determined using several criteria from the structure of the accident and using evidence about the homogeneity of the accident. Accordingly, a very homogenous accident suggests a smaller number of deficiencies, which usually requires the application of fewer safety measures. Therefore, the measures have a high potential. The highest common accident type and the total number of accidents are essential bits of information for a site's potential ranking.

The classification and determination of the location of a blackspot occurs over the three levels – site location, road characteristics and special features. In addition to road elements the category road characteristics includes the special cases „accident accumulation line“, „motorcycle track“, and „tree



**Fig. 2:** An example for dividing the accidents of a black spot in three conflict points

collisions“. Hence, blackspots of this sort can be matched with specific methods. Distinctive features include special characteristics of blackspots that can be associated with conflict situations.

The detailed accident analysis is based on site observation, which in turn is grounded in methodology according to a modular system FGSV (2002). That way, all black spots (conflict situations) become subject to a targeted analysis. Varying conflict situations generally are caused by different deficits that call for different methods. The principle of processing different accident types (Figure 2) – if necessary, differentiated according to direction of movement and nature of involvement – serves as a basis for the applied method of analysis of accidents according to the standardized type identification of conflict situations (TKS).

The specification of TKS is based on the insights of previous works on measures implemented according to FGSV (2002), SPAHN (2012), KERSTING (2009) et al.

This procedure allows for a differentiation of accidents and narrows down the range of measures. In other words, the TKS analysis significantly improves the process of finding feasible measures when accidents can be divided into groups.

The accident analysis comprises interpretation and representation of lists of accidents for the corresponding observation period. Apart from aggregated information on accumulations of accident parameters the prepared list of accidents also includes information on frequency and number of different types of involvement and distribution of circumstantial features.

The presentation of decisive types of accidents through software-based review of accidents constitutes the first step of a conflict-sensitive accident analysis. Decisive types of accidents are processed generally according to proportionality.

After completing the first step, the appropriate TKS are matched with types of accidents. TKS allow for a narrowing of potential measures. They provide the user with a selection guide and help to link accident structures with proper measures. The software establishes those links in descending order and according to adequacy. The degree of adequacy of a TKS is defined by the number of matches between accidents and features of the TKS. These are primarily the three-digit accident type, and secondarily the different types of the nature of involvement. Uploads and display of accident diagrams function as visual aids for the user. Based on this information relevant TKS can be verified and selected.

The 80 identified TKS have been assigned appropriate measures accordingly.

### Selection of measures

The measures pool was created out of the collection of measures catalogue from the technical bulletin „Auswertung von Straßenverkehrsunfällen, Teil 2“ (FGSV 2002) and supplemented by the information and measure recommendations of further documentation KERSTING (2009), SPAHN (2012), HSVV (2006) et al.. Furthermore, current developments and experiences with measures have also been collected (GDV 2013). For each measure, the following features have been documented: typical deficiencies, concrete description, validity, and to the extent known, the average cost and efficiency – as related to accident cost.

The program includes approximately 300 measures. Blackspot measures are differentiated by their properties and when used appropriately, provide adequate and enforceable way to avoid further accidents. Criteria for application presented in M UKo (FGSV 2012), such as by implementation time period immediate, middle- and long-term (permanent) measures, among others.

The spatial effect zone of the measures is separated into local – for which measures are able to be repeatedly implemented at a blackspot and are limited in spatial effect (based on access type)

– and global – only able to be implemented once, with an effect on the entire accident.

The degree of effect is described by accident costs. The degree of effect (measure efficiency) can be calculated as follows:

$$MW = \left(1 - \frac{UKN_a}{UKV_a}\right) * 100 \quad \text{Equation 1}$$

MW Effect of measures [%]

UKN<sub>a</sub> Yearly accident-costs for after period

UKV<sub>a</sub> Yearly accident-costs for before-period

Since reliable degrees of efficiency are unknown for the majority of the measures, a qualitative three-part categorization according to a presumed effect is applied. This assessment was carried out defensively. The basis for economic valuation is divided according to local accident cost rates, see FGSV (2012).

The effect of local measures is always limited by the local TKS. Accordingly, the degree of efficiency is directly related to the local TKS. When selecting a local measure, a cost-benefit comparison is quantified, by entering the frequency of implementation and the number of affected accidents into the program. The accident diagram functions as a visual aid. For global measures, this type of data entry is not required, since the effect of such measures is specifically defined by the type of accident. The precise quantification of the measure efficiency on blackspots is dependent on the accident-type-specific degree of efficiency of each measure, whereby the geographic/spatial scope effect and overlay of other possibly occurring measures also play a role.

The validity of a measure provides information about its frequency of implementation. Measures with high rates of implementation are viewed as valid, with regard to degree of efficiency.

Depending on the TKS, appropriate measures can be selected which are available for further testing in the program. To test the adequacy of measures (and measure-packages) the estimated cost-benefit comparison is based on the present accidents. Here, the benefit is equivalent to the annually anticipated cost of accidents avoided, or the identified cost of the measures to be paid in

installments. The implementation time, the spatial scope and the possible overlay effects of the measures determine the actual calculation of the cost-benefit comparison.

There is the possibility to integrate measure proposals for the user.

The adoption of measures leads to the program area which includes the evaluation of the measures.

### Supervision/inspection

This program component covers and further supports the work stages of combating blackspots in the selection and adoption of appropriate measures. Here an archive is built, wherein the work steps and finding of measures is documented. The essential components of implementation inspection are as follows:

- Timing of the realization of measures in the locality.
- Entering the actual cost of the measure in the program.
- The determination of the after-period, in order to measure the effect. This process takes place automatically when the implementation date of the last measure has passed in the program. After a three-month settling period, the after-period follows, which is fixed internally in the program and is bound in the order of the analysis period (before-period). Using a program provided message after the deadline the user has the option to
- carrying out effectiveness tests of the implemented measures. This is based on case-related comparison of benefits – real avoided annual accident costs determined from the difference of the cost of accidents in both periods under consideration the actual costs of the measure.

Depending on the processing of the blackspot within the program it will be assigned a current status (compare FGSV 2012). In addition, the user has the possibility to enter, in a free text form, relevant information about the work stages and work process and can print a hardcopy of such document.

### **Administrative functions**

The continuation and updating of the measures catalogue with regard to new measures and costs represents a fundamental component of the program. This should take place periodically by the global administration. The following areas of responsibility are considered relevant:

- Assignment of legal rights – the management of the user structure and the granting of special rights to third parties.
- Updating and maintenance – the updating of databases and general maintenance. This provides the user with current – and by extension, over time, valid – measures, at regular intervals.
- Help and information – The administration should be available as a point of contact for user questions regarding the program.

### **3. Conclusion**

The practicability of the method has been demonstrated by way of several practical tests. The web-based method of combating blackspots can in a wide range of applications in practice make a significant contribution to improving road safety.



## Inhalt

<b>Abkürzungen</b> .....	12	4.2.5 Unfallanalyse auf Basis von typisierten Konfliktsituationen TKS.....	47
<b>1 Einleitung</b> .....	13	4.2.6 Zusammenfassung .....	53
1.1 Ausgangslage und Zielstellung .....	13	4.3 Maßnahmen .....	53
<b>2 Kenntnisstand</b> .....	13	4.3.1 Allgemein .....	53
2.1 Grundlagen der örtlichen Unfalluntersuchung .....	13	4.3.2 Aufbereitung .....	54
2.2 Maßnahmen gegen Unfallhäufungen .....	17	4.3.3 Eigenschaften .....	55
2.3 Internationale Praxis .....	26	4.4 Maßnahmenfindung .....	60
<b>3 Methodik</b> .....	27	4.5 Umsetzungskontrolle .....	62
3.1 Allgemeine Zielstellung .....	27	<b>5 Administrative Aufgaben</b> .....	64
3.2 Datengrundlage .....	29	5.1 Allgemein .....	64
3.2.1 Klassifizierung von Unfallhäufungen .....	29	5.2 Rechtevergabe .....	65
3.2.2 Eingangskenngrößen für UH .....	30	5.3 Aktualisierung und Pflege .....	65
3.2.3 Datenqualität .....	31	5.4 Hilfe und Information .....	65
3.3 Berechnung Unfallkosten .....	31	<b>6 Praktische Prüfung</b> .....	65
3.4 Typisierte Konfliktsituationen .....	32	<b>7 Zusammenfassung</b> .....	67
3.5 Maßnahmen .....	33	<b>8 Literatur</b> .....	68
3.5.1 Datengrundlage und Aufbereitung .....	33	<b>Anhänge</b> .....	72
3.5.2 Datenqualität .....	33	1. Unfalltypen Definition .....	73
3.5.3 Validität .....	34	2. Legende Unfalltypenkarte und Unfallkategorien .....	74
3.5.4 Kosten .....	34	3. Ausschnitt aus Unfalltypenkarte .....	75
3.5.5 Wirkung .....	35	4. Beispiel Unfallliste .....	76
3.5.6 Wirtschaftlichkeit .....	37	5. Beispiel Unfalldiagramm und Erläuterung Signaturen .....	77
3.6 Nutzerstruktur .....	38	6. Kosten von Maßnahmen .....	78
<b>4 Umsetzung im Programm</b> .....	38	7. Felddeklaration der Unfallliste in der Analyse .....	81
4.1 Datenbereitstellung .....	38	8. Formate und Zugriff Importdatenbank .....	82
4.2 Datenaufbereitung .....	40	9. UH der Detailanalyse Programm- praktikabilität .....	84
4.2.1 Grundeinstellung .....	40	10. Technische Umsetzung .....	90
4.2.2 Rangfolgebildung .....	42		
4.2.3 Festlegung der Örtlichkeit .....	45		
4.2.4 Allgemeine Unfallanalyse .....	46		

## Abkürzungen

AO	Außerorts
APM	Accident Prediction Model
BSM	Black-Spot-Management
CMF	Crash-Modification-Factor
ESAB	Empfehlungen zum Schutz vor Unfällen mit Aufprall auf Bäume
EUSka	Elektronische Unfalltypen Steckkarte
FGSV	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
IO	Innerorts
JK	Jahreskarte
KP	Knotenpunkt
M UKo	Merkblatt zur Örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen
MVMot	Merkblatt zur Verbesserung der Verkehrssicherheit auf Motorradstrecken
NKV	Nutzen-Kosten-Verhältnis
LSA	Lichtsignalanlage
r/l	rechts-vor-links
TKS	Typisierte Konfliktsituation
U	Unfall
UD	Unfalldichte
UH	Unfallhäufung
UHL	Unfallhäufungslinie
UHS	Unfallhäufungsstelle
UKo	Unfallkommission
UKR	Unfallkostenrate
UR	Unfallrate
U(LS)	Unfall mit leichtem Sachschaden
U(P)	Unfall mit Personenschaden
U(SS)	Unfall mit schwerwiegendem Sachschaden
VUA	Verkehrsunfallanzeige
VZ	durch Verkehrszeichen geregelt
Z	(Verkehrs-)Zeichen nach StVO

# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangslage und Zielstellung

Die drastischen Zunahmen der Unfallzahlen gaben in den 50er bis 70er Jahren Anlass, sich mit der Systematik des Unfallgeschehens zu befassen. Dabei standen zunächst Maßnahmen der Verkehrserziehung sowie der Verkehrsregelung im Vordergrund, welche aber bald durch verkehrstechnische Maßnahmen ergänzt wurden (HUK 1961). In diesen Jahren wurden zwei zentrale gedankliche Grundlagen der Definition und Behandlung von Unfallhäufungen festgelegt:

- Verkehrstechnische und bauliche Maßnahmen an Örtlichkeiten mit auffälligem Unfallgeschehen beruhen nicht (nur) auf Fehlverhaltensweisen und können daher mit dem bis dahin üblichen Unfallursachen nicht ausreichend beschrieben werden. Dies führte zur Definition der bis heute noch gebräuchlichen und bundesweit einheitlichen Unfalltypen.
- Der Grundgedanke der Einheit von Bau und Betrieb ist häufig an Stellen mit auffälligem Unfallgeschehen verletzt worden, beispielhafte Anwendungen dieses Grundsatzes lassen hochsignifikante Wirkungen erkennen.

Bereits aus den 60er Jahren stammt daher die erste Maßnahmensammlung gegen Unfallhäufungen (HUK 1961). In der Folge wurden Studienkurse entwickelt und durchgeführt, um Mitglieder von Unfallkommissionen für diese Tätigkeit zu qualifizieren (PFUNDT 1972). Diese Sammlung wurde von verschiedenen Institutionen, schwerpunktmäßig aber vom verkehrstechnischen Institut der Versicherer (heute Unfallforschung des GDV) weiterentwickelt, z. B. im Handbuch der verkehrssicheren Straßengestaltung (PFUNDT 1991).

Seit 1970 ist die Aufdeckung und Bekämpfung von Unfällen an Häufungen gesetzlich in den Verwaltungsvorschriften zur Straßenverkehrsordnung vorgeschrieben. Zur Ausführung erschienen auf Landesebene Erlasse und die FGSV hat das Merkblatt zur Auswertung von Straßenverkehrsunfällen in zwei Teilen erstellt: Das Erkennen von Unfallhäufungen und die Auswertung der dafür erforderlichen Daten (Teil 1, FGSV 2003) und die Bestimmung von Maßnahmen (Teil 2, FGSV 2002). Dieser Teil 2 des Merkblatts zur Auswertung von Straßenverkehrsunfällen mit der Kurzbezeichnung „Maßnahmenkatalog“ beschreibt erstmals ein durchgängi-

ges methodisches Vorgehen, das bei Vorliegen konkreter Auswertergebnisse und Kenntnisse aus der Ortsbesichtigung zu geeigneten Maßnahmen führt (FGSV 2002).

Nachdem auf Basis von Forschungsarbeiten (MAIER et al. 2008) der erste Teil des Merkblatts mit der Festlegung und Auswertung von Unfallhäufungen aktualisiert und veröffentlicht wurde (M UKo 2012), steht nun die Bearbeitung des zweiten Teils des Merkblatts, des Maßnahmenkatalogs, an. Dazu wurden die bisher aus dem Merkblatt bekannten Maßnahmen überprüft und aktualisiert sowie eine Bewertung der Maßnahmenwirkungen vorgenommen. Darüber hinaus sind vor allem im letzten Jahrzehnt eine Reihe einschlägiger Maßnahmensammlungen entstanden, teilweise auch für bestimmte Verkehrsteilnehmerarten (z. B. Radverkehr oder Motorrad), die bewertet und mit dem Maßnahmenkatalog zusammengeführt werden.

Durch die webbasierte Übernahme des Verfahrens besteht die Möglichkeit, existierende Unfallhäufungen auf einfache Weise im Programm zu bearbeiten und wesentliche Arbeitsschritte der Unfallkommissionen zu behandeln sowie zu dokumentieren. Die Aktualisierung, Anpassung, und Erweiterung von Maßnahmen, deren Wirkungen und Kosten, ergeben sich dann durch eine breite Anwendung des Programms in der Arbeit der Unfallkommissionen.

## 2 Kenntnisstand

### 2.1 Grundlagen der örtlichen Unfalluntersuchung

Die Grundlagen der örtlichen Unfalluntersuchung sind im „Merkblatt zur Örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen M UKo“ (FGSV 2012) festgehalten, welches das vorherige Merkblatt „Auswertung von Straßenverkehrsunfällen Teil 1 – Führen und Auswerten von Unfalltypen-Steckkarten“ (FGSV 2003) abgelöst hat.

In beiden Versionen dieses Regelwerks bilden die von der Polizei aufgenommenen Straßenverkehrsunfälle die Grundlagen der örtlichen Unfalluntersuchung. Die Unfallaufnahme erfolgt mithilfe einer standardisierten Verkehrsunfallanzeige, die gleichzeitig die Basis der Amtlichen Statistik über das Verkehrsunfallgeschehen darstellt (DESTATIS 2013). Neben Angaben zu Unfallzeitpunkt, Unfallort und dessen Eigenschaften, Unfallbeteiligten und

Unfallumständen, enthält diese auch die Unfallkategorie als Einstufung der Unfallschwere und den Unfalltyp. Die letztgenannten Merkmale bilden zusammen mit ausgewählten Sondermerkmalen die Basis für die Darstellung eines Unfalls in der Unfalltypenkarte. Jeder Unfall entspricht einem Punkt in der Karte, wobei der Durchmesser des kreisförmigen Symbols die Unfallkategorie, die Farbe den Unfalltyp und die Farbe eines ggf. unterlegten Dreiecks die Sondermerkmale angibt. Als Kartenbasis werden meist topografische Karten verwendet. Unfallkategorien, Unfalltypen und Sondermerkmale sind in Anhang 1 und Anhang 2 erläutert. Der Unfalltyp beinhaltet die Konfliktsituation, welche zum Unfall geführt hat, während die Unfallkategorie Angaben zur schwersten Unfallfolge enthält. Die Sondermerkmale dienen der Identifikation weiterer wichtiger Informationen direkt aus der Unfalltypenkarte.

Wurden früher die Unfalltypenkarten noch manuell unter Verwendung von Stecknadeln mit Nadelköpfen unterschiedlicher Farben und Größen geführt (daher die frühere Bezeichnung Unfalltypen-Steckkarte), geschieht dies heute fast ausschließlich in elektronischer Form. Ein beispielhafter Ausschnitt aus einer elektronischen Unfalltypenkarte befindet sich in Anhang 3.

Da sich gezeigt hat, dass Unfälle mit Personenschaden bzw. schwerem Personenschaden sowohl räumlich als auch zeitlich anders verteilt sind als die Gesamtheit der Unfälle, sollen nach dem M UKo (FGSV 2012) insgesamt drei Unfalltypenkarten (Standardkarten) geführt werden:

- die Einjahreskarte (1-JK), welche alle Unfälle enthält,
- die Dreijahreskarte der Unfälle mit Personenschaden (3-JK<sub>U(P)</sub>), welche alle Unfälle mit Personenschaden enthält sowie
- die Dreijahreskarte der Unfälle mit schwerem Personenschaden (3-JK<sub>U(SP)</sub>), welche die Unfälle der Kategorien 1 und 2 enthält.

Ferner können zur Analyse besonderer Fragestellungen (z. B. Unfälle mit Beteiligung von Motorradfahrern) Sonderkarten geführt werden. Sofern es sich als zweckmäßig erweist, kann bei den Sonderkarten von den genannten Zeiträumen abgewichen werden.

Primäre Aufgabe von Unfallkommissionen ist es, mithilfe dieser Karten Unfallhäufungen zu erken-

	Karte	Grenzwert	Ausdehnung
Knoten*	1-JK	5 U <sub>gTyp</sub> **	Fahrbahnrand = 25 m Fahrbahnachse = 50 m
	3-JK <sub>U(P)</sub>	5 U	
freie Strecke	1-JK	5 U <sub>gTyp</sub> **	max. 50 m (ab Knoteneinfluss)
	3-JK <sub>U(P)</sub>	5 U	

\* systemabhängig  
\*\* Unfälle gleichen Unfalltyps

Tab. 1: UHS-Grenzwerte – Innerorts

	Karte	Grenzwert	Ausdehnung
Knoten	3-JK <sub>U(P)</sub>	$n_{U(SP)} \cdot 5 + n_{U(LV)} \cdot 2 \geq 15$	max. 300 m
freie Strecke	3-JK <sub>U(P)</sub>	$n_{U(SP)} \cdot 5 + n_{U(LV)} \cdot 2 \geq 15$	FB-Rand = 25 m Achse = 50 m

Tab. 2: UHS-Grenzwerte – Außerorts auf Landstraßen

nen, zu analysieren, geeignete Abhilfemaßnahmen zu suchen, diese umzusetzen und anschließend durch die weitere Betrachtung des Unfallgeschehens die Maßnahmenwirksamkeit zu überprüfen.

Unfallhäufungen (UH) werden in Unfallhäufungsstellen (UHS) und Unfallhäufungslinien (UHL) unterschieden. Für die Festlegung einer UHS gelten folgende Definitionen:

Innerorts werden UHS in der 1-JK und der 3-JK<sub>U(P)</sub> festgelegt. In Abhängigkeit der Örtlichkeit (Knotenpunkt bzw. freie Strecke) gelten dabei die Grenzwerte laut Tabelle 1.

Sind an einer UHS in der 1-JK mehr als 14 Unfälle gleichen Unfalltyps vorhanden, wird sie als Massen-Unfallhäufungsstelle bezeichnet.

Außerorts auf Landstraßen erfolgt die Festlegung von UHS ausschließlich in der 3-JK<sub>U(P)</sub>. Die Unfälle der Kategorien 1 und 2 (SP) sowie 3 (LV) werden dabei mit unterschiedlichen Faktoren gewichtet. Dabei gelten in Abhängigkeit der Örtlichkeit (Knotenpunkt bzw. freie Strecke) die Grenzwerte laut Tabelle 2.

	Karte	Grenzwert (je Fahrtrichtung)	Ausdehnung
Knoten	3-JK <sub>U(P)</sub>	$n_{U(SP)} \cdot 5 + n_{U(LV)} \cdot 2 \geq 15$	max. 1.000 m (ESN: 500 m)*
freie Strecke	3-JK <sub>U(P)</sub>	$n_{U(SP)} \cdot 5 + n_{U(LV)} \cdot 2 \geq 15$	250 m vor AF** bis 250 m nach EF***
* Wird im Bundesland regelmäßig die Sicherheitsanalyse von Straßennetzen nach ESN angewandt, kann die Ausdehnungslänge verkürzt werden ** vor Beginn des Ausfahrbereichs *** nach Ende des Einfahrbereichs			

Tab. 3: UHS-Grenzwerte – Außerorts auf Autobahnen

Karte	Grenzwert	Abstand*
3-JK <sub>U(P)</sub>	$3_{U(P)Typ4}$	max. 300 m
* Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Überschreiten-Unfällen		

Tab. 4: UHL-Festlegung – Innerorts

Karte	Grenzwert	Abstand*
3-JK <sub>U(SP)</sub>	$3_{U(SP)3a}$	max. 600 m
* Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Unfällen mit schwerem Personenschaden		

Tab. 5: UHL-Festlegung – Außerorts auf Landstraßen

Außerorts auf Autobahnen (im Sinne des M UKo (FGSV 2012) alle zweibahnigen Außerortsstraßen sowie Stadtautobahnen) gelten die Grenzwerte laut Tabelle 3.

Für die Festlegung einer UHL gilt:

Innerorts erfolgt die Festlegung einer UHL ausschließlich mit Unfällen von Typ 4 (Überschreiten-Unfälle). Dabei gilt die UHL-Festlegung laut Tabelle 4.

Außerorts auf Landstraßen werden die UHL in der 3-JK<sub>U(SP)</sub> festgelegt. Dabei gilt die UHS-Festlegung laut Tabelle 5.

Davon abweichend gelten mitunter in einigen Bundesländern abweichende Regelungen. In Hessen existiert bspw. nach Erlass vom 01.01.2001 folgende Definition für „Unfallpunkte“ (HSVV 2006):

- „Unfallpunkte sind Knotenpunkte [...] sowie Straßenabschnitte von max. 500 m Länge, in denen kein Knotenpunkt liegt, auf denen sich im Laufe eines Kalenderjahres bei einer Verkehrsbelastung von
  - bis 10.000 Kfz/24 h mindestens 5 Unfälle gleichen Typs,
  - von 10.000 bis 15.000 Kfz/24 h mindestens 6 Unfälle gleichen Typs,
  - von 15.000 bis 20.000 Kfz/24 h mindestens 7 Unfälle gleichen Typs,
  - über 20.000 Kfz/24 h mindestens 8 Unfälle gleichen Typs.
- oder bei einer Verkehrsbelastung
  - bis 10.000 Kfz/24 h mindestens 2 Unfälle gleichen Typs mit schwerem Personenschaden oder
  - über 10.000 Kfz/24 h mindestens 3 Unfälle gleichen Typs mit schwerem Personenschaden

ereignet haben.“

Ebenfalls nach Straßenkategorie abweichende Kriterien für UH gelten in Bayern (BÖHM & SPAHN 2008). Auf Landstraßen liegt eine UH vor, wenn sich auf maximal 1 km Strecke in drei Jahren mindestens 3 U(SP) ereigneten. Die Festlegung von UH auf BAB ist nach dem Kriterium Fahrstreifenanzahl differenziert. Je nach Betrachtung des Unfalltyps ist das Erreichen unterschiedlicher Mindestanzahlen U(SP) in 3 Jahren auf einen Bereich von 500 m für eine Auffälligkeit erforderlich. UH in Ortsdurchfahrten sind durch einen Grenzwert von 5 U(P) in 3 Jahren je Stelle definiert.

Die auf diese Weise lokalisierten Unfallhäufungen werden vertieft untersucht. Dabei sollen unfallbegünstigende Faktoren der jeweiligen Örtlichkeit herausgearbeitet werden. Um dies zu erleichtern, werden in FGSV (2012) folgende Hilfsmittel angegeben:

- Die Unfallliste beinhaltet Angaben zu Zeitpunkt, Unfallkategorie, -typ -art, -umstände, etc. jedes Unfalls an der Unfallhäufung im betrachteten Zeitraum. Im Vergleich mit Schwellenwerten bestimmter Einflussfaktoren (z. B. Lichtverhältnisse, Straßenzustand, etc.) können daraus erste Erkenntnisse zu möglichen systematischen Ein-

flüssen auf das Unfallgeschehen abgeleitet werden. Ein Beispiel einer Unfallliste mit zugehörigen Schwellenwerten befindet sich in Anhang 4.

- Das Unfalldiagramm beinhaltet eine stilisierte Skizze aller Unfälle der Unfallhäufung im Betrachtungszeitraum. Dabei wird jeder Unfall als Pfeilkombination dargestellt und gibt somit Aufschluss über die beabsichtigte Fahrtrichtung der Unfallbeteiligten. So werden häufig konfliktrichtige Fahrbeziehungen auf den ersten Blick deutlich. Darüber hinaus sind Informationen zur Verkehrsmittelart der Beteiligten, den Lichtverhältnissen sowie dem Straßenzustand zu entnehmen. Ein Beispiel eines Unfalldiagramms mit zugehörigen Signaturen befindet sich in Anhang 5.
- Die Ortsbesichtigung dient der Feststellung, ob die Verkehrsanlage Mängel aufweist, welche die aus den vorgenannten Unterlagen abgeleiteten Probleme (mit) verursachen. Sollte es sich als erforderlich erweisen, wird die Ortsbesichtigung durch weitere Erhebungen (z. B. Geschwindigkeitsmessungen, Zählungen etc.) ergänzt.

Zur Behebung der festgestellten Mängel werden geeignete, wirksam angemessene und durchsetzbare Maßnahmen abgeleitet. Dabei wird zwischen Sofortmaßnahmen und mittel- bis langfristigen Maßnahmen unterschieden. Sofortmaßnahmen lassen sich meist ohne Randbedingungen unmittelbar umsetzen (z. B. Vegetationsrückschnitt, Markierungsarbeiten, Verkehrsschilder anordnen etc.), während die übrigen Maßnahmen oft umfangreicher Planungen bedürfen (z. B. Komplettumbau, Errichtung einer Lichtsignalanlage, etc.). Die Maßnahmenfindung wird aktuell maßgebend durch Merkblatt „Auswertung von Straßenverkehrsunfällen Teil 2 – Maßnahmen gegen Unfallhäufungen“ (FGSV 2002) unterstützt. Darin gibt ein Maßnahmenkatalog, getrennt nach Ortslage, Straßenkategorie, Art der Verkehrsanlage und Art der festgestellten Konflikte, Maßnahmenvorschläge zur Abhilfe. Dabei werden möglichen Defizite entsprechende geeignete Abhilfemaßnahmen gegenübergestellt. Checklisten unterstützen die Ortsbesichtigung.

Bei der Maßnahmenwahl ist ferner die Angemessenheit der Maßnahme im Hinblick auf entstehende Kosten und zu erwartendem Nutzen zu berücksichtigen. So können manche Unfallhäufungen mit vergleichsweise geringen Maßnahmenkosten verbessert werden. Andererseits sind aber auch kostenaufwendige Verbesserungen angemessen, wenn es darum geht, Unfälle mit schweren Folgen zu

vermeiden. Deshalb wird als Hilfsmittel für die Bearbeitung lokalisierter Unfallhäufungen eine Bildung von Rangfolgen empfohlen.

- Bei UHS aus der 1-JK erfolgt die Sortierung dabei absteigend zuerst nach Anzahl der Unfälle gleichen Typs, danach nach Anzahl der Unfälle mit schwerem Personenschaden bzw. der Gesamtunfallzahl.
- Bei UHS aus der 3-JK<sub>U(P)</sub> bzw. der 3-JK<sub>U(SP)</sub> erfolgt die Reihung absteigend zuerst nach Anzahl der U(SP), danach nach Anzahl der Unfälle der Kategorie 3 (LV) und schließlich (wie bei UHS der 1-JK) nach der Anzahl aller gleichartigen Unfälle.
- UHL auf Landstraßen werden absteigend nach der Unfalldichte (UD) der Unfälle mit schwerem Personenschaden sortiert. Die Unfalldichte berechnet sich als Quotient von U(SP) und Streckenlänge über einen Zeitraum von 3 Jahren.
- Bei UHL<sub>Typ4</sub> innerorts wird absteigend nach der Anzahl der Unfälle von Typ 4 sortiert.

Grundsätzlich können anstelle der absoluten Unfallzahlen auch Unfallkosten für die Bildung der Rangfolgen zur Anwendung kommen. Dies wird auch in (HSVV 2006) empfohlen.

Neben diesen Merkblättern, welche das Unfallgeschehen insgesamt betrachten, gibt es weitere Leitfäden zur Analyse und Bekämpfung spezieller Bereiche des Unfallgeschehens. Die „Empfehlungen zum Schutz vor Unfällen mit Aufprall auf Bäume“ (FGSV 2005) wurden entwickelt, da sich u. a. gezeigt hat, dass bei einem Aufprall auf einen Baum

- „das Risiko, getötet zu werden, auf Landstraßen mehr als fünfmal und auf Autobahnen mehr als viermal so groß ist wie bei einem Abkommen in hindernisfreie Seitenräume,
- die mittlere Unfallschwere auf Landstraßen und Autobahnen mehr als doppelt so hoch ist wie bei einem Abkommen in hindernisfreie Seitenräume“ (FGSV 2005).

Das Merkblatt liefert Hinweise zum Auffinden entsprechend auffälliger Bereiche, zur Durchführung von Maßnahmen, zur Verhinderung entsprechender Unfälle bzw. Verringerung der Unfallschwere sowie zur Anordnung von Pflanzungen an bestehenden Straßen.

Zum Erkennen unfallauffälliger Bereiche wird die Führung einer Unfalltypenkarte über einen Zeitraum von fünf Jahren empfohlen (5-JK (Baum)), welche alle Unfälle beinhalten, die mit dem Merkmal „Aufprall auf Baum“ versehen sind. Für diese Sonderkarte liegt eine UHS vor, wenn sich an einer Stelle mindestens drei Unfälle mit entsprechendem Merkmal ereignet haben. Liegen auf einem Streckenabschnitt mindestens drei Unfälle vor, deren Abstand jeweils 1 km nicht überschreitet, handelt es sich um eine Unfallhäufungslinie. Außerdem sollte eine Prüfung bei „sonstigen auffälligen Bereichen“ erfolgen. Diese liegen vor, wenn zwar die vorgenannten Zahlen nicht erreicht werden, sich aber im Umfeld ( $\leq 300$  m) eines Unfalls mit Aufprall auf einen Baum in einem Jahr zusätzlich mindestens drei Fahrunfälle ereigneten. KÄMPFE et al. (2005) äußern die Vermutung, dass es in Alleen aufgrund des entsprechenden Charakters der Straße zu erhöhten gefahrenen Geschwindigkeiten und damit auch zu höheren Unfallschweren kommt. In Fahrversuchen konnte dies tendenziell bestätigt, nicht aber signifikant nachgewiesen werden.

Die Priorisierung der unfallauffälligen Stellen von Baumunfällen sollte nach FGSV (2005) bei UHS nach Anzahl der U(SP) und bei UHL nach der Unfalldichte bezogen auf die U(SP) erfolgen.

Ebenfalls ergänzend zu FGSV (2003) und FGSV (2002) wurde das Merkblatt zur Verbesserung der Verkehrssicherheit auf Motorradstrecken (MVMot, FGSV 2007) herausgegeben. Anlass war insbesondere die Tatsache, dass zwischen 1995 und 2005 in Deutschland die Anzahl der U(SP) bzw. der getöteten Motorradfahrer auf einem hohen Niveau stagnierte, während sie bei allen Verkehrsteilnehmerarten insgesamt um ca. 30 % sank. Allgemein wurde das Risiko von Motorradfahrern, bei einem Verkehrsunfall zu Tode zu kommen, als „12-mal höher als das von Pkw-Insassen“ beziffert.

Als Grundlage für die Betrachtungen werden Sonder-(Unfalltypen-)karten mit Betrachtungszeiträumen von 3 bzw. (falls möglich) 5 Jahren empfohlen. Für die 3-JK werden mindestens 2 Motorradunfälle mit schwerem Personenschaden auf einem 300 m langen Streckenabschnitt bzw. an einem Knotenpunkt angegeben, bei Verwendung einer 5-JK ist der Grenzwert auf 3 entsprechende Unfälle anzuheben. Empfehlungen zur Rangfolgebildung bei der Bearbeitung derartiger unfallauffälliger Bereiche werden nicht gegeben, vielmehr „ist das Ergreifen von Maßnahmen umso dringlicher,

je schwerwiegender die jeweiligen Unfallfolgen (Anzahl der Getöteten und Schwerverletzten) sind und je eher durch eine Maßnahme schwerste Unfallfolgen verringert werden können“ (FGSV 2007).

Das Hessische Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen empfiehlt im Leitfaden „Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit auf Motorradstrecken“ (HLAfSuV 2012) ähnliche Grenzwerte: Die Grundlage sollte eine 5-Jahresunfalltypenkarte bilden. Unfallauffällige Stellen liegen vor bei

- „punktuellm Auftreten von mindestens 3 Motorradunfällen mit Personenschaden oder mindestens 2 Motorradunfällen mit schwerem Personenschaden oder
- linienhaftem Auftreten von mindestens 3 Motorradunfällen mit schwerem Personenschaden auf einem Streckenabschnitt von 1 km Länge“ (HLAFSUV 2012).

Die Priorisierung der Dringlichkeit identifizierter Unfallhäufungen wird unter Berechnung der Unfallkosten sowie Hinzuziehung der Meinung von Experten (Polizei, Straßenverkehrsbehörde, Straßenbauverwaltung) empfohlen. Die nähere Untersuchung sollte mit Hilfsmitteln nach FGSV (2003) erfolgen.

## 2.2 Maßnahmen gegen Unfallhäufungen

Bereits 1961 wurde mit HUK (1961) eine erste Maßnahmensammlung mit Abhilfemaßnahmen für unfallauffällige Stellen im Straßennetz entwickelt. Diese Maßnahmensammlung wurde kontinuierlich fortgeschrieben (z. B. (PFUNDT 1991) und mündete schließlich in die Veröffentlichung des Merkblatts „Auswertung von Straßenverkehrsunfällen Teil 2 – Maßnahmen gegen Unfallhäufungen“ (FGSV 2002).

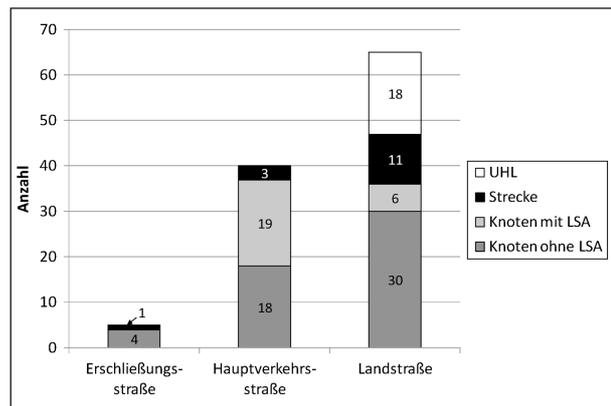
Dieses Merkblatt enthält erstmals eine umfassende Sammlung und ein Verfahren zur Findung geeigneter Maßnahmen gegen Unfallhäufungen, dazu Anhänge mit Arbeitshilfen und Verfahren zur Bewertung von Defiziten und Wirkungen. Es wird durchgehend (beginnend in FGSV 2003) die Methodik der örtlichen Unfalluntersuchung beschrieben. Da davon ausgegangen wird, dass der damalige Kenntnisstand in FGSV (2002) vollständig berücksichtigt wurde, werden im Folgenden nur die Veröffentlichungen dargestellt, welche seither erschie-

nen sind und relevante Inhalte zur Thematik aufweisen.

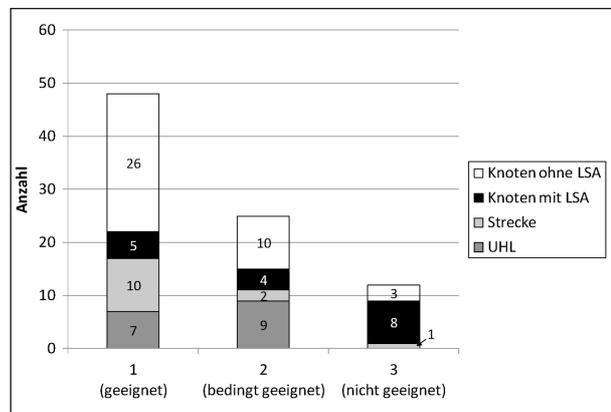
In der Folge wurden durch GERLACH et al. (2009) bzw. KESTING (2009) an insgesamt 110 Unfallhäufungen umgesetzte Maßnahmen hinsichtlich ihrer Effektivität und Effizienz überprüft. Die Effektivität wurde in Form vermiedener Unfallkosten quantifiziert, während die Effizienz mithilfe von Nutzen-Kosten-Vergleichen dargestellt wurde. Diese Kenngröße ist als aufwandsorientiert anzusehen, da ihre Ausprägung stark von den Kosten der jeweiligen Maßnahme abhängt. Es wurde ferner auf die Einhaltung der Ceteris-paribus-Bedingung (abgesehen von der Maßnahmenumsetzung keine wesentlichen Änderungen der Randbedingungen) Wert gelegt. Außerdem wurde ein Eingewöhnungszeitraum für die Verkehrsteilnehmer von vier bis sechs Wochen nach Umsetzung der Maßnahme berücksichtigt. Zur Bestimmung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses (NKV) wurde der Nutzen mittels Monetarisierung des Unfallgeschehens quantifiziert. Die Monetarisierung wurde unter Verwendung pauschaler Kostensätze je nach Unfallkategorie vorgenommen. Auf diese Weise konnten mittels Vorher-Nachher-Vergleich die durch die Maßnahmenumsetzung vermiedenen Unfallkosten berechnet und als jährliche vermiedene Kosten dargestellt werden. Die Maßnahmenkosten wurden ermittelt, indem die Aufwendungen seitens des jeweiligen Baulastträgers getrennt nach Investitions- und Betriebskosten erfragt wurden. Es wurden Mittelwerte gebildet, um die regionalen Unterschiede der Baukosten auszugleichen und somit eine Vergleichbarkeit der Maßnahmen sicherzustellen. Mithilfe von Annuitäten erfolgte die Umrechnung in jährliche Kosten.

Zur statistischen Absicherung der Ergebnisse wurden Signifikanztests durchgeführt, deren Ergebnisse als „Orientierungswerte“ für die Beurteilung der Maßnahmen verwendet wurden. So konnte beurteilt werden, ob sich die Unfallzahlen des Nachher-Zeitraums signifikant vom Vorher-Zeitraum unterscheiden. Dabei kamen der Poisson-Test und der Test nach McNEMAR zur Anwendung.

Außerdem wurde geprüft, ob die Maßnahmenauswahl in Abhängigkeit der jeweils identifizierten Defizite nach den Kriterien von FGSV (2002) erfolgte. Die Gesamtbewertung erfolgte schließlich durch Einordnung der Wirksamkeit jeder Maßnahme in drei Kategorien (sehr gute Wirkung der Maßnahme (1), bedingt geeignete Maßnahme mit ausreichen-



**Bild 1:** Dokumentierte und bewertete Unfallhäufungen (GERLACH et al. 2009)



**Bild 2:** Bewertung der Beispiele (GERLACH et al. 2009)

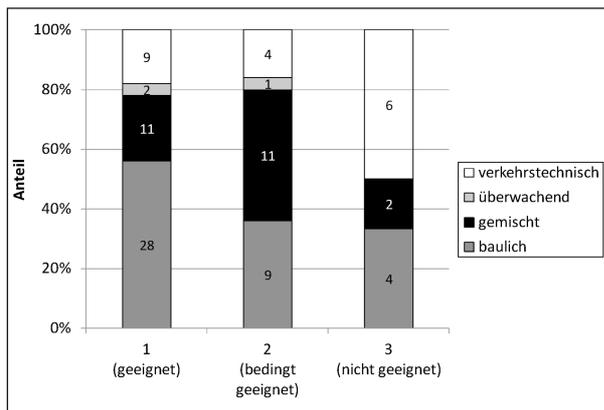
der Wirkung (2), ungeeignete Maßnahme ohne Wirkung (3)).

Die 110 ausgewerteten Beispiele verteilten sich wie in Bild 1 dargestellt.

Bei 23 Beispielen konnte keine Effektivitäts- bzw. Effizienzbewertung vorgenommen werden, sodass 87 Beispiele insgesamt bewertet wurden. Die Ergebnisse waren dabei nach Örtlichkeit verteilt (s. Bild 2).

Die Unterteilung nach Maßnahmenart verdeutlicht Bild 3. Es zeigt sich, dass in der zusammenfassenden Bewertung bauliche Maßnahmen insgesamt am besten abschnitten. Vertieft zeigte sich dies bei der Betrachtung der Maßnahmenwirkung und der Signifikanz. Verkehrstechnische Maßnahmen schnitten hingegen im Hinblick auf die Effizienz und die zeitnahe Umsetzbarkeit sehr viel besser als bauliche Maßnahmen ab.

Sämtliche betrachtete Beispiele wurden schließlich unter Darstellung aller relevanten Randbedingungen sowie der Ergebnisse der einzelnen



**Bild 3:** Bewertung der Beispiele nach Maßnahmenart (GERLACH et al. 2009)

Bewertungsgrößen in einem Beispielkatalog dargestellt.

SPAHN (2012) wertete die Wirksamkeit von Maßnahmen an insgesamt 2.790 Unfallhäufungen aus. Zur Bewertung kamen Kenngrößen wie in GERLACH et al. (2009). Zusätzlich wurden die vermiedenen volkswirtschaftlichen Verluste als Differenz zwischen dem Rückgang der Unfallkosten ( $\Delta$  Effektivität) angewendet. Diese nutzenorientierte Kenngröße entspricht „einer Bilanzierung von Aufwand (Maßnahmenkosten) und Ertrag (Rückgang der Unfallkosten)“. Außerdem „zeigt sich für diese Kenngröße eine wesentlich geringere Verzerrung des Auswahlfehlers“ im Vergleich mit den übrigen Kenngrößen. Da „Erkenntnisse zur Wirtschaftlichkeit von Sicherheitsmaßnahmen von größter Bedeutung sind“, wurde diese Kenngröße als geeigneter Maßstab zur Beurteilung der Maßnahmenwirkung angesehen. Der Auswahlfehler stellt die statistische Irrtumswahrscheinlichkeit bei der Identifikation einer Unfallhäufung dar. Für die Ableitung des Auswahlfehlers wurde das Sicherheitsniveau derjenigen Unfallhäufungen verwendet, an denen in drei Kalenderjahren nach Maßnahmenumsetzung und Eingewöhnungsphase die Ceteris-paribus-Bedingung eingehalten wurde. Der Auswahlfehler bildete die Differenz zwischen diesem Sicherheitsniveau und dem tatsächlichen Unfallgeschehen einer Unfallhäufung.

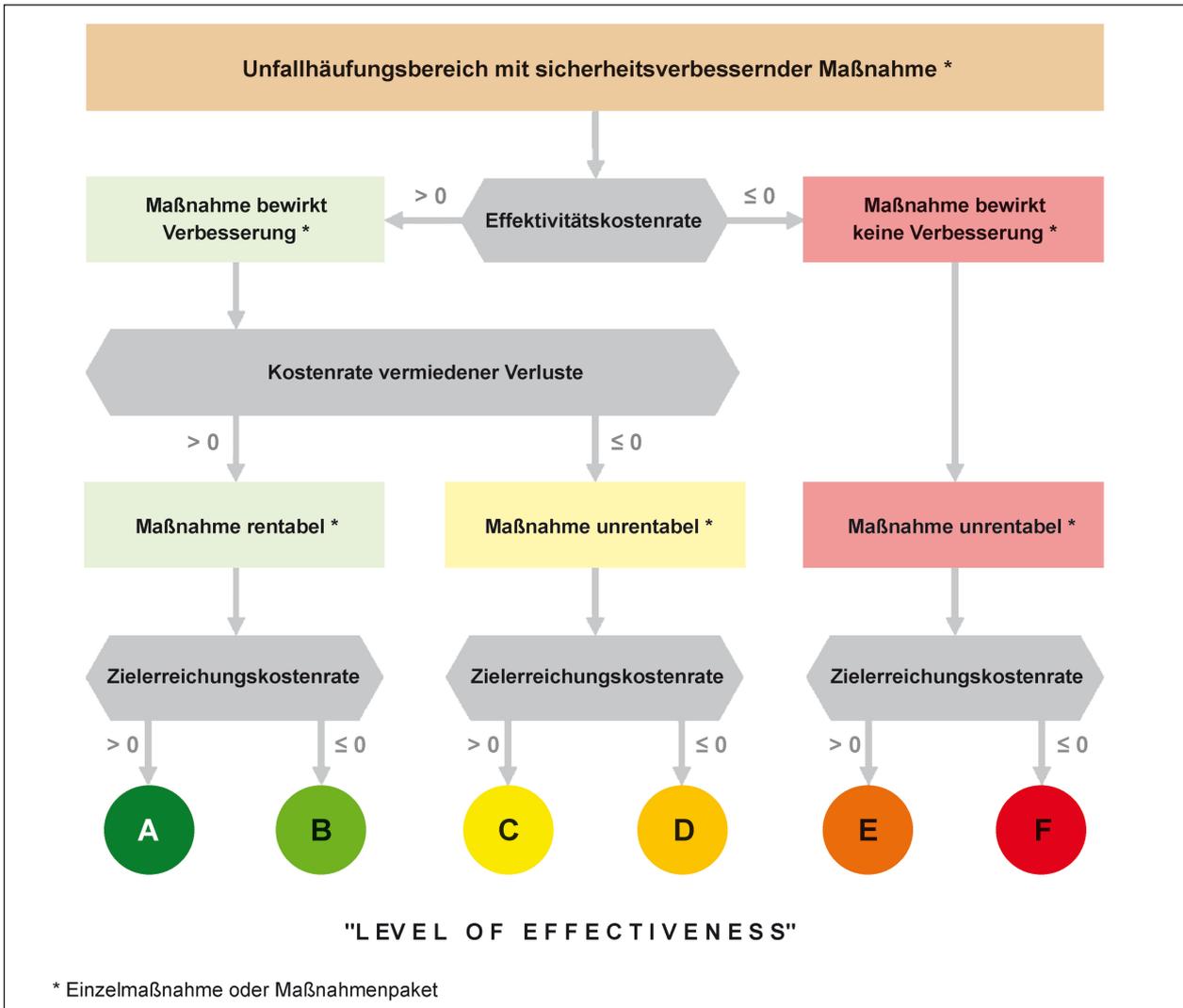
In der Untersuchung wurden „aufgrund der geringen Qualität der Unfallzuweisung innerorts“ aus geografischer Sicht nur Maßnahmen außerhalb geschlossener Ortschaften ausgewertet. Das Untersuchungsgebiet bestand aus dem Netz der Außerortsstraßen im Freistaat Bayern. Die relevanten Informationen hinsichtlich Unfallgeschehen und Durchführung von Abhilfemaßnahmen (Zeitpunkt

der Verkehrswirksamkeit, Investitionskosten, Art der Maßnahme) wurden bei der „Obersten Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern“ zentral geführten Datenbanken entnommen. Ergänzend wurden die Maßnahmenkosten mithilfe der Haushaltsliste der „Obersten Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern“ verifiziert. Investitions- und Unterhaltungskosten wurden anschließend in jährliche Kosten umgerechnet.

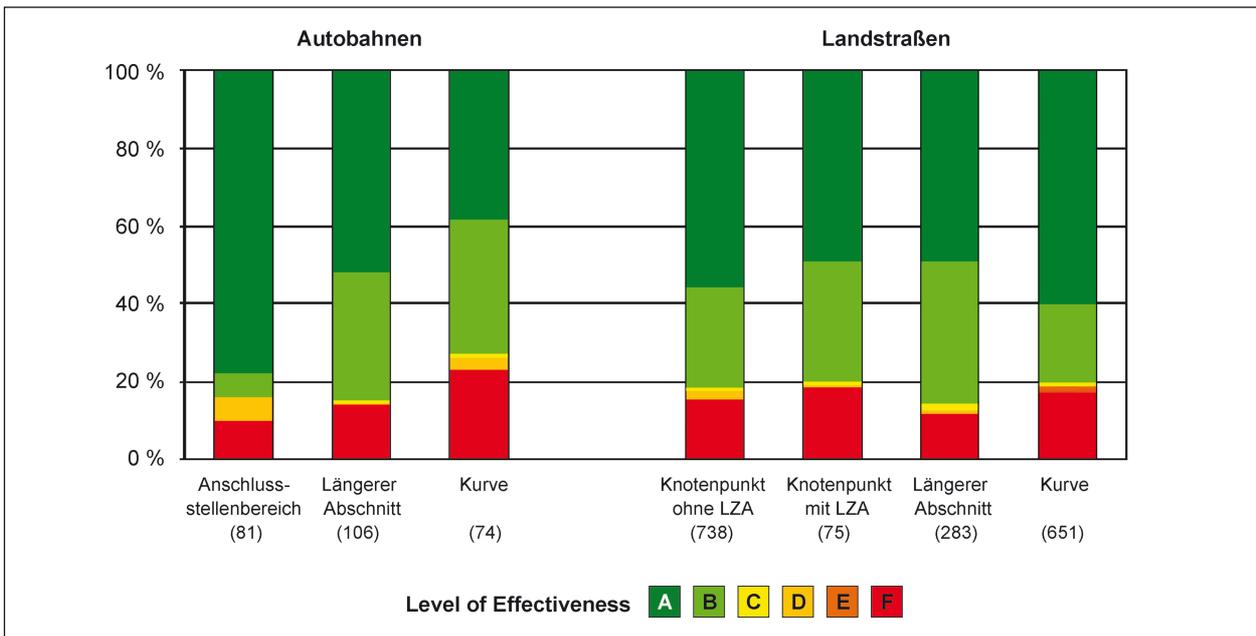
Zur Quantifizierung der vermiedenen volkswirtschaftlichen Verluste erfolgte die indirekte Anpassung von Unfallkostensätzen unter Verwendung der Verunglücktenstruktur innerhalb von Bayern nach Örtlichkeit bzw. Art der Verkehrsanlage. Zur Einbeziehung der Verkehrsstärke mittels Unfallkostenraten wurde außerdem der DTV verwendet. Die Ermittlung dieser Kenngröße erfolgte unter Anpassung bzw. Extrapolation vorliegender Erhebungs- bzw. Dauerzählstellendaten. Zur Absicherung der Bewertung mittels Unfallkostenraten wurde ein signifikanter Zusammenhang zwischen Unfallgeschehen und DTV sowie die Normalverteilung der Unfallraten nachgewiesen. Die Gesamtbewertung einer Maßnahme erfolgte schließlich nach dem Schema in Bild 4. Dabei stellten sich die ausgewerteten „Maßnahmenräume“ in ihrer Wirksamkeit folgendermaßen dar (s. Bild 5).

Bei „Maßnahmenräumen“ handelt es sich um „Teilbereiche von Unfallhäufungen außerorts in Bayern, an denen sicherheitsverbessernde Maßnahmen ergriffen wurden.“ 83 % der Maßnahmenräume wiesen nach Umsetzung einer Maßnahme eine Verbesserung hinsichtlich des Unfallgeschehens auf. Abschließend wurden Empfehlungen für Maßnahmen gegeben. Die Empfehlungen wurden in Maßnahmentypen gruppiert und enthalten nur solche Maßnahmentypen, die in mindestens zehn vergleichbaren Maßnahmenräumen auftraten. Damit sollten belastbare Ergebnisse erzielt werden. Diese Empfehlungen sind in (BSMdl 2011) dargestellt.

WEINERT (1999) entwickelte ein Expertensystem, mit dessen Hilfe Maßnahmen an Unfallhäufungsstellen EDV-gestützt abgeleitet werden sollten. Zur Herstellung der für das System erforderlichen Wissensbasis wurden u. a. durchgeführte Maßnahmen an Unfallhäufungen evaluiert. Dies geschah auf Basis von 107 innerorts gelegenen Unfallhäufungen, an denen in einem unfalldatentechnisch auswertbaren Zeitraum Maßnahmen umgesetzt worden waren. Die Maßnahmen wurden dabei folgendermaßen klassifiziert:



**Bild 4:** Nutzen- und zielorientierte Gesamtbewertung der Maßnahmenwirksamkeit (SPAHN 2012)



**Bild 5:** „Level of Effectiveness“ der ausgewerteten Maßnahmenräume (SPAHN 2012)

- Änderung der Beschilderung,
- Änderung der Verkehrsführung,
- Verdeutlichung der Verkehrsführung,
- Änderung der Vorfahrtregelung,
- Verdeutlichung der Vorfahrtregelung,
- Änderung im Signalprogramm,
- Neueinrichtung einer LSA,
- Überwachung der Verkehrsregelung,
- Verbesserung der Fahrbahnoberfläche,
- Verbesserung der Sicht.

Die betrachteten Unfallhäufungen wurden nach folgenden Aspekten eingeteilt:

- Geometrie,
- Straßenkategorie,
- DTV,
- Verkehrsregelung,
- Fußgängerverkehr,
- Radwegführung,
- ÖPNV,
- weitere Besonderheiten.

Die Beurteilung durchgeführter Maßnahmen erfolgte mithilfe von Vorher-Nachher-Vergleichen unter Einhaltung der Ceteris-paribus-Bedingung. Als bewertende Kenngrößen kamen Unfall-(kosten-)raten sowie Verunglücktenzahlen zur Anwendung. Mithilfe statistischer Tests wurden die Veränderungen zwischen Vorher- und Nachher-Zeitraum auf Signifikanz hin überprüft. Zur Bewertung aus wirtschaftlicher Sicht wurden, ähnlich wie in den vorgenannten Untersuchungen, das Nutzen-Kosten-Verhältnis mit Umrechnung der Investitions- und Betriebskosten in jährliche Kosten sowie die vermiedenen Unfallkosten verwendet. Unter Berechnung der jeweiligen Amortisationszeiträume erfolgte schließlich die Gesamtbeurteilung aus wirtschaftlicher Sicht.

LIPPOLD et al. (2012) untersuchten das Unfallgeschehen ausgewählter Landstraßenabschnitte mittels Vorher-Nachher-Vergleich nach Durchführung verschiedener Maßnahmen. Dabei handelte

es sich um die Durchsetzung angeordneter Geschwindigkeitsbeschränkungen auf längeren Abschnitten mittels linienhafter Anordnung mehrerer Anlagen zur ortsfesten Geschwindigkeitsüberwachung. Zur Erhöhung der Akzeptanz wurde mittels Beschilderung auf das Vorhandensein der Anlagen hingewiesen. Außerdem wurden Streckenabschnitte mit eingerichtetem Überholverbot wechselweise mit Streckenabschnitten mit Überholfahrstreifen kombiniert, Informationstafeln wiesen bei den Streckenabschnitten ohne Überholverbot jeweils die verbleibende Abschnittslänge bis zur nächsten sicheren Überholmöglichkeit aus.

Die unbeeinflusst gefahrenen Geschwindigkeiten wurden jeweils vor und nach Durchführung der Maßnahmen gemessen. Dabei wurden die Geschwindigkeiten sowohl an einzelnen Querschnitten als auch linienhaft erhoben. Die linienhafte Erhebung erfolgte durch Folgefahrten hinter freifahrendem Pkw mit einem Messfahrzeug. Außerdem wurde das Unfallgeschehen jeweils in einem Drei-Jahres-Zeitraum vor und nach Umsetzung der jeweiligen Maßnahme ausgewertet. Die Auswertung orientierte sich an den Empfehlungen nach FGSV (2003). Ferner wurden Befragungen der Verkehrsteilnehmer durchgeführt, um Informationen über die Akzeptanz der jeweiligen Maßnahmen zu erhalten.

Die Veränderungen durch die Einrichtung der Maßnahmen wurden – ähnlich wie in den voranstehend beschriebenen Untersuchungen – durch Ermittlung der Nutzen-Kosten-Verhältnisse unter Monetarisierung des Unfallgeschehens quantifiziert. Im Ergebnis wurde eine deutliche Erhöhung der Verkehrssicherheit durch die Maßnahmen festgestellt. Bei linienhaft angeordneten Anlagen zur ortsfesten Geschwindigkeitsüberwachung wurde festgestellt, dass diese einen Abstand von 2,5 km nicht überschreiten sollten, um ein Geschwindigkeitsniveau im Bereich der angeordneten zulässigen Höchstgeschwindigkeit zu erreichen. Die entsprechende Beschilderung hat erheblich zur Vermeidung abrupter Bremsmanöver sowie zur Steigerung der Akzeptanz beigetragen.

Die Anordnung von Überholfahrstreifen führte zu einer starken Reduktion der Längsverkehrsunfälle. Bei Unfällen übriger Typen konnte jedoch, insbesondere in den nicht umgebauten Abschnitten ohne Überholfahrstreifen, kein wesentlicher Rückgang festgestellt werden. Die Überschreitung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit nahm, vor allem in Abschnitten mit angebauten Überhol-

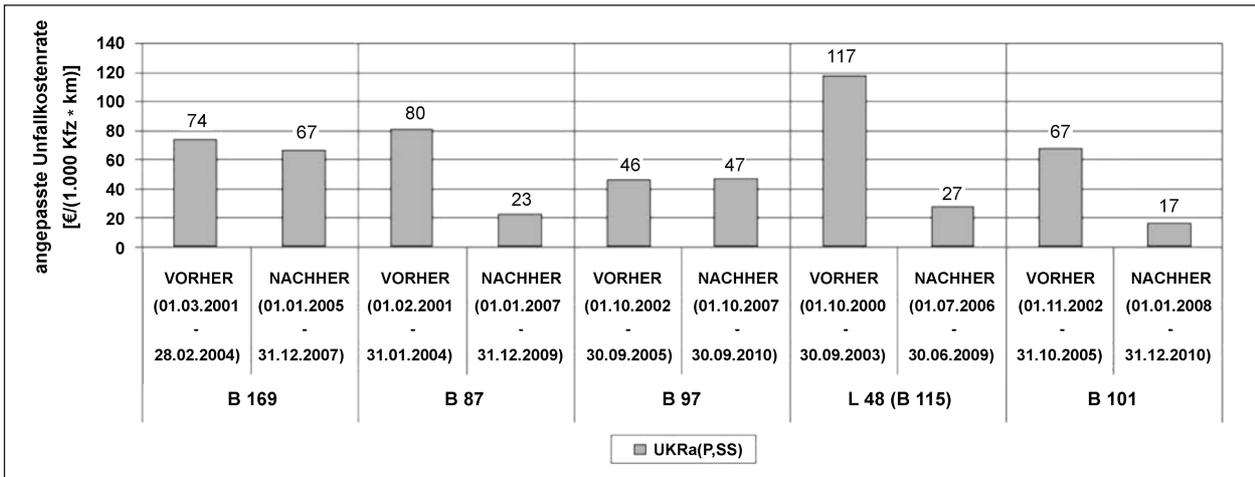


Bild 6: Angepasste Unfallkostenrate vor und nach Umsetzung der Maßnahmen (LIPPOLD et al. 2012)

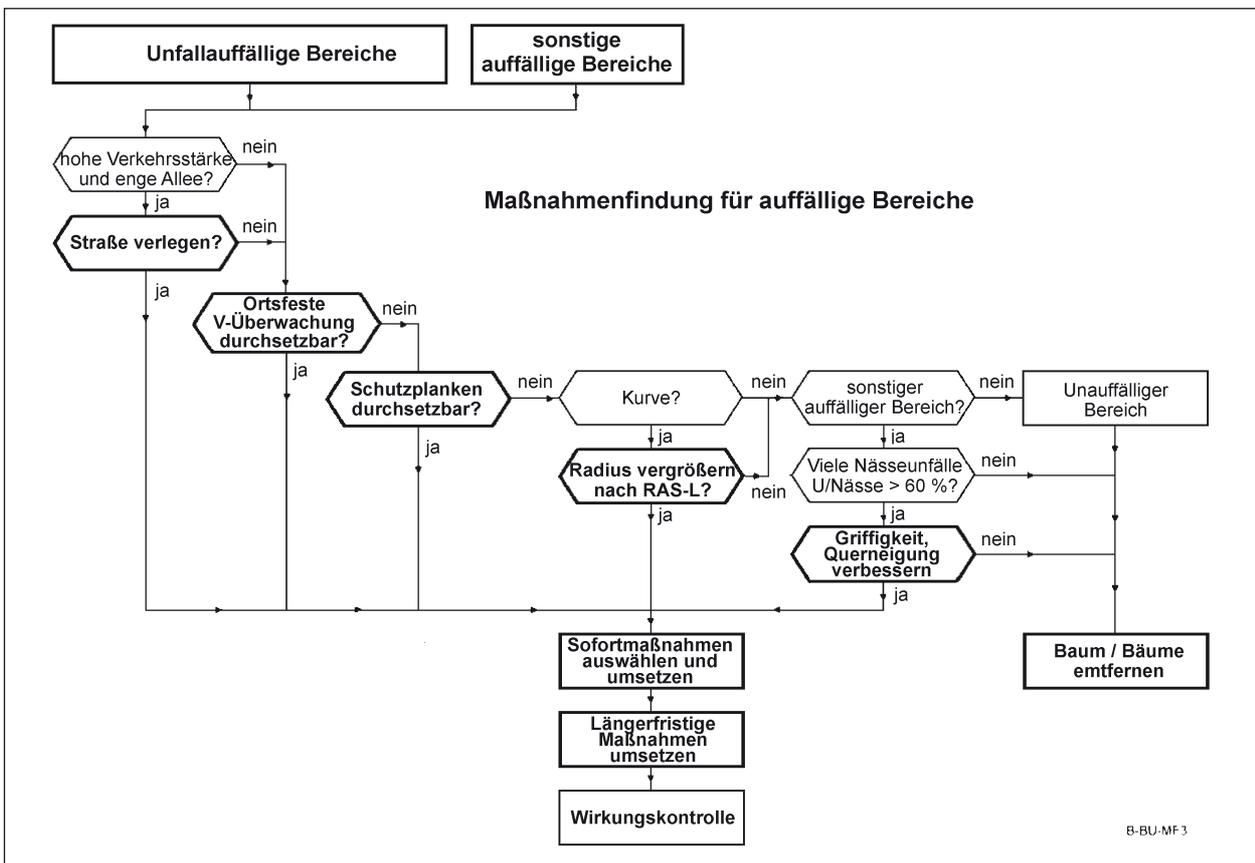


Bild 7: Maßnahmen gegen Baumunfälle (FGSV 2005)

fahrstreifen, zu. Um aufgrund der örtlichen Gegebenheiten mit vertretbarem Aufwand Überholfahrstreifen errichten zu können, wurden die Vorgaben der Mindestlängen des zum Zeitpunkt der Maßnahmenumsetzung gültigen Regelwerks RAS-Q 96 (FGSV 1996) teilweise deutlich unterschritten (bis zu einer Mindestlänge von 600 m). Hinsichtlich Abbaus des Überholdrucks und der Verbesserung der Verkehrssicherheit wirkte sich

dies jedoch nicht nachteilig aus. Die Veränderungen des Unfallgeschehens sind in Bild 6 dargestellt.

FGSV (2005) enthalten Empfehlungen für Maßnahmen gegen Baumunfälle. Die Maßnahmenfindung sollte dabei nach dem Schema in Bild 7 erfolgen. Neben der detaillierten Beschreibung wirkungsvoller Maßnahmen werden auch Maßnahmen, die sich

als ungenügend bzw. völlig wirkungslos erwiesen haben, kurz genannt.

PRAXENTHALER (2006) führt dazu an, dass „bei der Schaffung von Baumreihen ohne Schutzeinrichtungen ohne wirklichen Handlungszwang [...] aktiv Gefahr gesetzt wird. [...] nach den ESAB nunmehr jedoch [...] in kontrollierter Begrenzung“. Weiter heißt es: „Würde allerdings ein Denken und Abwägen frei von Vorprägung und mythischem Überbau [...] vorherrschen und gäbe es nicht auch Interessendruck, so könnte die Richtung nur sein: Neupflanzung nur an untergeordneten verkehrsschwachen Straßen, besser noch an Wirtschafts-, Rad- und Wanderwegen.“

HEILMANN (2008) evaluierte die Wirkung verschiedener Maßnahmen gegen Baumunfälle auf den Landstraßen in Mecklenburg-Vorpommern. Die Wirkung von Geschwindigkeitsbeschränkungen in Verbindung mit entsprechender Überwachung sowie der Installation passiver Schutzeinrichtungen wurde dabei als „in der Unfallstatistik deutlich sichtbar“ bezeichnet. Die Ableitung der Maßnahmenwirkung erfolgte jedoch nicht speziell anhand von Örtlichkeiten mit durchgeführten Maßnahmen, sondern allgemein durch die Betrachtung des Unfallgeschehens über mehrere Jahre im ganzen Netz.

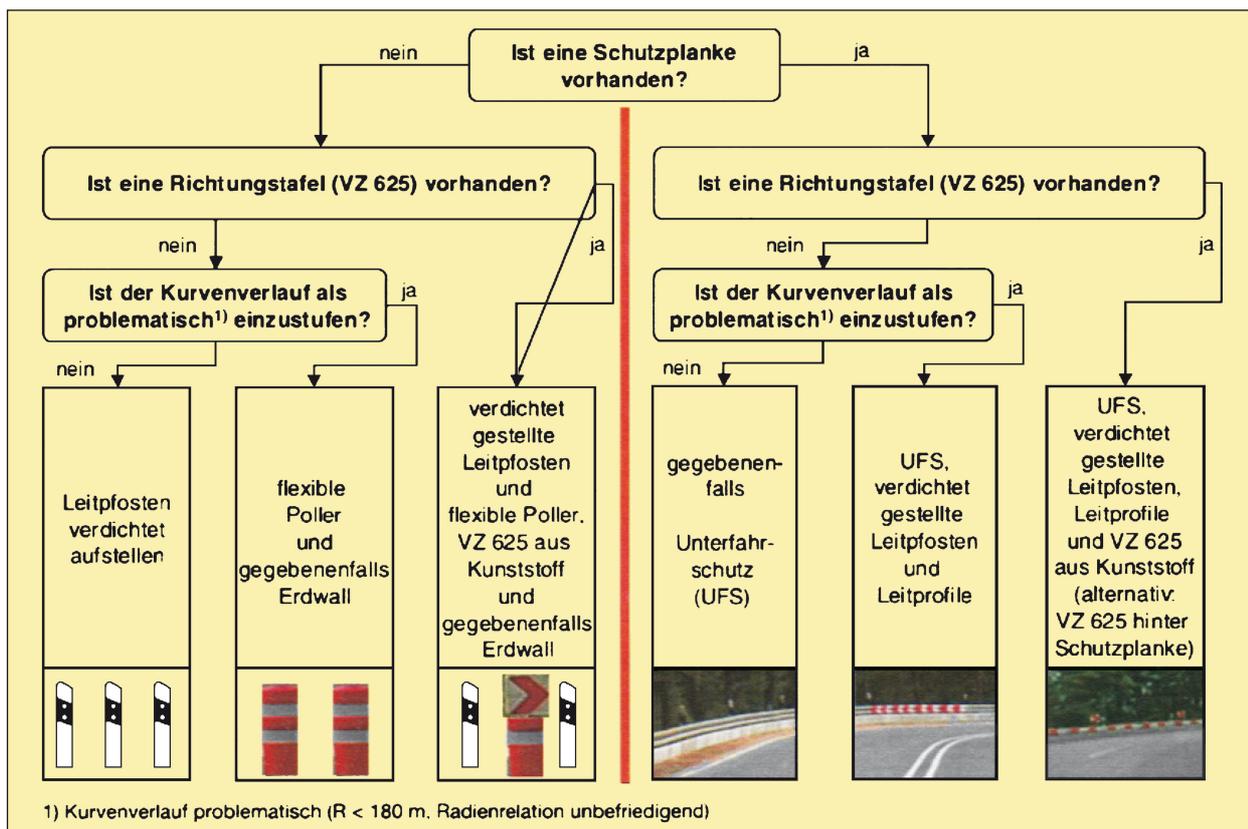
Laut PETERMANN et al. (2007) können Bepflanzungen jedoch auch zu einer Erhöhung der die Verkehrssicherheit beeinflussenden Faktoren beitragen. In dieser Untersuchung wurden Kurven auf Landstraßen hinsichtlich ihres Unfallgeschehens miteinander verglichen. Dazu wurden psychologische und fahrdynamische Kenngrößen verwendet. Als Fallbeispiele dienten Kurven mit ähnlicher Geometrie, aber Unterschieden hinsichtlich des Unfallgeschehens. Diese wurden paarweise miteinander verglichen. Als Basis dienten Messfahrten mit Probanden auf den entsprechenden Strecken. Im Ergebnis wurde insgesamt festgestellt, „dass wahrnehmungsbasierte, psychologische Einflussgrößen einen wesentlichen Beitrag zur Erklärung des Unfallgeschehens in Kurvenbereichen auf Außerortsstraßen leisten“. Ferner zeigte sich, dass „insbesondere das Ausmaß der erlebten Übersichtlichkeit der Kurve das subjektive Sicherheitsempfinden und die Gefahrenwahrnehmung der Kraftfahrer bestimmte“. Gut einsehbare Kurven mit guter optischer Führung ermöglichen dem Kraftfahrer somit das Fahren von signifikant höheren Geschwindigkeiten, steigern das subjektive Sicherheitsempfinden und lassen die reinen kurvengeometrischen

Informationen in den Hintergrund treten. Daraus wurde gefolgert: „Angesichts der hohen Unfallzahlen, die mehrheitlich bei übersichtlich gestalteten Kurven vorlagen, tritt mit dieser Kompensationsreaktion eine quantifizierbare Verringerung der Sicherheit auf.“ Diese Ergebnisse untermauerten ein bereits von ANHÄUSER (2004) formuliertes Sicherheitspotenzial planvoll angeplanter Bäume und Sträucher im Kurvenbereich. Allerdings ist dabei unbedingt zu beachten, die Bepflanzungen so zu positionieren, dass sie auch im Fall eines Abkommens von der Fahrbahn keine Gefahr für die Verkehrsteilnehmer darstellen.

In FGSV (2007) werden Abhilfemaßnahmen gegen Motorradunfälle getrennt nach verkehrsrechtlichen, straßenbaulichen, betrieblichen und präventiven Maßnahmen dargestellt. Die Maßnahmenfindung erfolgt in Abhängigkeit des an der unfallauffälligen Stelle vorherrschenden Unfalltyps, den straßenseitigen Einflussfaktoren und der Durchführbarkeit der Maßnahme (kurz- bzw. mittelfristig). Einige Maßnahmen werden außerdem durch Bild 8 anschaulich erläutert, wie das Beispiel der senkrechten Leiteinrichtungen zeigt:

Speziell für Unfallhäufungsstellen an signalisierten Knotenpunkten, welche nach den Kriterien von HSVV (2006) ermittelt wurden, wurde vom Hessischen Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen der Leitfaden „Qualitätssicherung an Lichtsignalanlagen“ (HLAFSUV 2002) herausgegeben.

In diesem Leitfaden werden Empfehlungen zum Qualitätsmanagement an signalisierten Knotenpunkten sowohl hinsichtlich der Qualität des Verkehrsablaufs als auch hinsichtlich der Verkehrssicherheit gegeben. Dabei dienen jeweils Checklisten zur Ermittlung vorhandener Defizite. Zur Analyse der Verkehrssicherheit wird im Wesentlichen auf Empfehlungen nach HSVV (2006) und FGSV (2003) zurückgegriffen. Maßnahmenempfehlungen sind ähnlich wie in FGSV (2002) aufbereitet: Vorliegende Mängel werden mithilfe des am Konfliktpunkt jeweils vorherrschenden Unfalltyps bzw. Konflikts dargestellt. Dabei wird ferner nach unterschiedlichen Arten der Verkehrsbeteiligung differenziert. Zu jeder entsprechenden Konstellation werden Checklisten für die Ursachenermittlung dargestellt. Daraus resultieren Aspekte, welche bei einer Ortsbesichtigung und ggf. anschließend im Rahmen weiterführender Erhebungen zu berücksichtigen sind. Im Ergebnis werden Maßnahmenvorschläge aufgezeigt, welche sowohl kurz- als



**Bild 8:** Auswahl von Art und Umfang senkrechter Leiteinrichtungen auf Motorradstrecken (FGSV 2007)

auch mittel- und langfristige Abhilfemaßnahmen umfassen.

Diese Systematik ist auch in HLAFSUV (2002) vorhanden: Über sogenannte „Maßnahmensteckbriefe“ werden vorhandene Defizite anhand des vorherrschenden Unfalltyps eingeteilt und mit möglichen Ursachen, zu prüfenden Aspekten und daraus resultierenden Maßnahmenvorschlägen kombiniert.

GERLACH et al. (2007) untersuchten das Unfallgeschehen mit Motorradfahrern in Rheinland-Pfalz. Dabei wurden die Unfalldaten mit den Infrastrukturdaten gekoppelt und somit unter Einbeziehung fahrgeometrischer Aspekte an der Unfallstelle und in deren Annäherungsbereich der Zusammenhang zwischen Streckenverlauf und Unfallgeschehen hergestellt. Diesen unfallauffälligen Streckenabschnitten wurden Vergleichsdaten von Strecken ohne unfallauffälligkeit gegenübergestellt.

Dabei zeigte sich, „dass Streckenabschnitte, welche

- eine Kurvigkeit über den gesamten Abschnitt  $> 200$  gon/km und

- maximal 15 Änderungen des Streckenverlaufs pro km und
- einen Geradenanteil von maximal 50 % sowie
- eine Länge von über 2,0 km

aufweisen, ein besonders erhöhtes Risikopotenzial für Motorradfahrer im Vergleich zum durchschnittlichen Gefährdungspotenzial der Vergleichsstrecken in sich bergen.“

Die sich daraus ergebenden Erkenntnisse flossen in FGSV (2007) ein.

VOSS (2007) stellt die Ergebnisse eines Modellversuchs zur Findung von Abhilfemaßnahmen gegen Unfallhäufungen mit Wildunfällen dar. Es wurden verschiedene Maßnahmen an ausgewählten Streckenabschnitten im Oberbergischen Kreis umgesetzt und mit Vorher-Nachher-Vergleichen des Unfallgeschehens evaluiert. Dabei wurde jeweils ein Zeitraum von drei Jahren betrachtet. Keiner der Maßnahmen (optische Reflektoren, optisch-akustische Reflektoren, Duftzäune, Vegetationsrückschnitt, Beschilderung mit Z 142 StVO) konnte eine ausreichende Wirksamkeit bescheinigt werden. Es wurde jedoch die Empfehlung ausgesprochen,

einige Maßnahmen (vorübergehende Absenkung der Wilddichte, Wechselverkehrszeichenanlage, Rüttelstrecken, Verlegung falsch angeordneter Wildäcker und Fütterungen) eingehend über längere Zeiträume zu untersuchen.

WEBER et al. (2003) stellten einen hohen Anteil an Wildunfällen bei der Untersuchung des Unfallgeschehens auf b2+1-Strecken fest und empfehlen, „an relevanten Abschnitten präventive Maßnahmen gegen Wildunfälle“ zu ergreifen. Konkrete Maßnahmen werden jedoch nicht genannt.

MATENA (2007) untersuchte die Wirkung innen liegender Linkseinfädelstreifen an Einmündungen unter den Gesichtspunkten der Leistungsfähigkeit und der Verkehrssicherheit. Insbesondere unter letzterem Aspekt sowie hinsichtlich eines Vergleichs mit lichtsignalgeregelten Einmündungen und Kreisverkehren wurde die Anwendung dieser Knotenpunktform jedoch nicht empfohlen.

In SPAHN (2007) wurde die Sicherheit von Lichtsignalanlagen und Kreisverkehrsplätzen in Bayern miteinander verglichen. Bei Kreisverkehrsplätzen erwiesen sich insbesondere Anlagen mit Abweichungen vom „Merkblatt für die Anlage von Kreisverkehren“ (Ausgabe 1998) als unsicher. Dies betraf zu große Außendurchmesser (> 40 m), zu große Breiten der Kreisfahrbahn sowie Defizite hinsichtlich der Geometrie (radiale Führung in Richtung der Kreisinsel bzw. zu geringe Ablenkung durch die Kreisinsel). Auch gestalterische Defizite äußerten sich im Unfallgeschehen. Hier sind insbesondere der Einbau von Aufkantungen an der Kreisinsel (siehe Bild 9) sowie feste Hindernisse auf der Kreisinsel zu nennen.

Bei den lichtsignalgeregelten Knotenpunkten erwiesen sich zweiphasige Lichtsignalsteuerungen (d. h. mit gleichzeitiger, bedingt verträglicher Freigabe von Linksabbiegern und Gegenverkehr) als besonders unfallträchtig. Dies galt insbesondere auf zweibahnigen Straßen. Knotenpunkte mit Nachtabschaltung der LSA fielen außerdem durch eine hohe Unfallschwere in den beiden Stunden vor Mitternacht auf.

Zusammenfassend wurde festgestellt, dass das Unfallrisiko bei den untersuchten Kreisverkehrsplätzen insgesamt nur ca. halb so groß wie bei Lichtsignalanlagen war. Als bewertende Kenngröße wurde die Unfallrate bzw. die Unfallkostenrate verwendet (siehe auch Bild 10).

In SCHLAG et al. (2005) wurde die Wirkung von dynamischen Rückmeldesystemen an Fußgängerüberwegen untersucht. Ziel eines solchen Systems ist „eine Möglichkeit, die Aufmerksamkeit der Fahrzeugführer auf die Erfordernisse der Situation zu lenken, zu bieten.“ Neben Dialogdisplays, welche mittels Sensoren bei der Annäherung von Kraftfahrzeugen an den Fußgängerüberweg aktiviert wurden, wurde außerdem ein gelbes Blinklicht installiert, welches lediglich bei der gleichzeitigen Anwesenheit von Fußgängern ebenfalls über Sensoren aktiviert wurde. Die Evaluation erfolgte 3-phasig (Ausgangszustand – nur Dialogdisplay – Dialogdisplay und Blinklicht – Nachher-Messung nach Entfernung von Dialogdisplay und Blinklicht) unter Erhebung der gefahrenen Geschwindigkeiten und Interaktionen zwischen Kraftfahrern und querenden Fußgängern. Im Ergebnis wurde die beschriebene Anlage als „wirkungsvolle Interventionsmöglichkeit zur Steigerung der Sicherheit an Fußgängerüberwegen ohne Lichtsignalanlage“ bezeichnet, da der Anteil der sich korrekt verhaltenden Fahrzeugführer durch die Anlage von 44 auf 59 % gesteigert wurde. Als Voraussetzung für einen dauerhaften Sicherheitsgewinn wurde außerdem die dauerhafte Installation der Anlage formuliert.



Bild 9: Aufkantung an der Kreisinsel (SPAHN 2007)

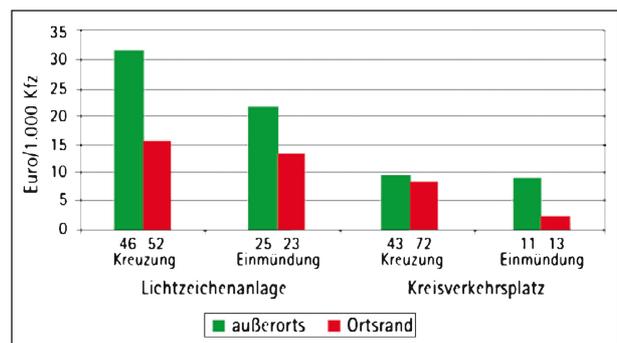


Bild 10: Unfallkostenraten der betrachteten Lichtsignalanlagen und Kreisverkehrsplätze (SPAHN 2007)

ALRUTZ et al. (2009) untersuchten u. a. das Unfallgeschehen verschiedener Führungsformen des Radverkehrs. Es zeigte sich, dass das Unfallgeschehen im Zusammenhang mit Radfahrern von einer Vielzahl an Einflüssen abhängt und oft keine generalisierbaren Aussagen möglich sind. So konnte z. B. keine generelle Veränderung des Unfallgeschehens bei der Aufhebung der Benutzungspflicht vorhandener Radverkehrsanlagen nachgewiesen werden. Folgende Aspekte wurden jedoch als relevant für die Erhöhung der Sicherheit genannt:

- ausreichende Sichtbeziehungen zwischen Radfahrern und parallel fahrenden Kfz,
- ausreichende Sichtbeziehungen an Grundstückszufahrten und Knotenpunkten,
- ausreichend breite Sicherheitstrennstreifen (> 0.75) zwischen Radverkehrsanlagen und Kfz-Parkständen,
- konsequente und ausreichende Beschilderung,
- konsequente Verhinderung hoher Geschwindigkeiten der Kfz beim Überfahren separater Radverkehrsanlagen durch gestalterische Maßnahmen.

FROST et al. (2007) untersuchten die Wirkung unvollständiger Signalisierung an Knotenpunkten auf den Verkehrsablauf und die Verkehrssicherheit. Insbesondere hinsichtlich der Verkehrssicherheit konnten keine verallgemeinerbaren Aussagen bezüglich einer Verbesserung oder Verschlechterung getroffen werden, weshalb diese Signalisierungsform im Maßnahmenkatalog nicht weiter betrachtet wird.

In ADAC (2012) werden zum Thema Landstraße folgend aufgeführte typische Konfliktsituationen dargestellt:

- Abkommenunfälle,
- Baumunfälle,
- andere Hindernisse im Seitenraum,
- Überholen/Gegenverkehrsunfälle,
- Knotenpunkte.

Für die nach Konfliktsituation aufgeführten Sicherheitsmängel werden allgemeine Forderungen und Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit dargestellt und beschrieben. Unter anderem wird

auf Erkenntnisse und Empfehlungen bestehender Regelwerke zurückgegriffen. Darüber hinaus wird der Vorteil einer qualitativ hochwertigen Ausstattung der Straßen durch umfangreiche Verkehrstechnik (Markierung, Beschilderung), Beschaffenheit der Fahrbahn (Griffigkeit, Standfestigkeit Bankett) bezüglich der Verkehrssicherheit aufgeführt. Eine qualitative und quantitative Bewertung einzelner Maßnahmen erfolgt nicht.

### 2.3 Internationale Praxis

Der Kenntnisstand und Umgang zur Bekämpfung von UH – allg. als Black-Spot-Management (BSM) – weist international eine große Spannweite von ausführlichen Handlungsempfehlungen und Richtlinien bis hin zu lediglich einfachen Abschätzungen von Wirkungen auf.

Internationale Erfahrungen und Maßnahmen im Rahmen des klassischen BSM liegen bspw. für Landstraßen in AUSTROADS (2014), für die USA in HRRR (2014) oder für die Schweiz für Ortsdurchfahrten in BFU (2013) vor, wobei sich letztere mehr als Orientierungshilfe im Planungsprozess versteht.

Aus CEDR (2008B) wird deutlich, dass in einem Großteil der europäischen Länder Anweisungen oder Handlungsempfehlungen mit Inhalt BSM vorliegen, wobei für die Hälfte der Staaten eine verpflichtende Anwendung dieser Werke erfolgt.

Die Bewertung von Defiziten in der Straßenraumgestaltung basierend auf der Analyse von Straßennetzen mithilfe von Accident-Prediction-Models (APM), findet in verschiedenen Ländern Anwendung (AASHTO 2010; DFT 2014; PELTOLA et al. 2013). Über multiple statistische Verfahren lassen sich mit diesen Modellen signifikante, die Verkehrssicherheit beeinflussende Merkmale identifizieren – allgemein als Crash-Modification-Factors (CMF) tituiert – und ihre Größenordnung quantifizieren. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt in der statistisch abgesicherten Wirkungsbeschreibung von Merkmalen bzw. Defiziten, welche durch den Vergleich von Mit- und Ohne-Fall eine Prognose zur Änderung des Sicherheitsniveaus zulässt. Das Programm „Predicting Road Accidents – a Transferable methodology across Europe“ (CEDR 2014) beinhaltet das Ziel, eine allgemeine Richtlinie und Anwendung zur Nutzung von AMP trotz unterschiedlicher Randbedingungen zu entwickeln und allgemein gültige CMF zur Verfügung

zu stellen. CEDR (2014) enthält eine Übersicht der Staaten, in denen APM zur Anwendung kommen sowie eine Beschreibung verschiedener Randbedingungen.

Die Anwendung von APM bei der Bekämpfung von UH enthält Einschränkungen. UH unterliegen häufig einer Vielzahl von Einflüssen. Damit tragen Randbedingungen, die als CMF Berücksichtigung finden, nicht zwangsläufig zu einem höheren Unfallgeschehen bei. Weiterhin besitzen mitunter Defizite einen Einfluss, deren Bild über CMF nicht vorliegt. Dahingehend stellt die Überprüfung einer UH anhand von Merkmalen der CMF einen Anhaltspunkt bei der Suche geeigneter Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit dar. Letztendlich entscheidet aber immer eine fallgebundene Analyse über die Wahl geeigneter Maßnahmen.

Eine Einschätzung des Umgangs mit Unfallhäufungen und der Ableitung von Best-Practice-Fällen zur kostengünstigen Erhöhung der Verkehrssicherheit sowie allgemeiner Sicherheitsstrategien auf Basis einer Literaturrecherche im europäischen Raum enthält der Bericht „Best Practice für Cost-Effective Road Safety Infrastructure Investments“ (CEDR 2008). Differenziert nach der Art der Infrastruktur werden 55 Maßnahmen näher analysiert und bezüglich Investitionskosten, Wirkungsgrad, allgemeines Defizit und Akzeptanz kategorial unterschieden. Es wird darauf hingewiesen, dass sich die Sicherheitseffekte einer Maßnahme aufgrund differierender Randbedingungen zwischen den Ländern unterscheiden können.

Allgemein leiten sich bezüglich der Übertragbarkeit von Maßnahmen aus dem internationalen Raum folgende Einschränkungen ab:

- Es liegen häufig Unterschiede in der Datenqualität vor. Dazu zählen das Erfassen von Unfällen allgemein, als auch deren Kategorisierung nach Unfallkonstellation oder Unfallkategorie.
- Unterschiede in den Regelwerken und Vorschriften haben eine abweichende Gestaltung der Verkehrsanlage, rechtliche Randbedingungen oder einen veränderten Verkehrsablauf zur Folge.
- Häufig fehlen Angaben zur genauen Untersuchungsmethodik. Daher sind ungenaue Einschätzungen der Wirkung bezüglich fehlender Kontrollgruppen oder unterschiedlicher Betrachtungszeiträume möglich.

- Fehlende Differenzierung der Maßnahme nach der Unfallkonstellation.
- Abweichende monetäre Bewertung.

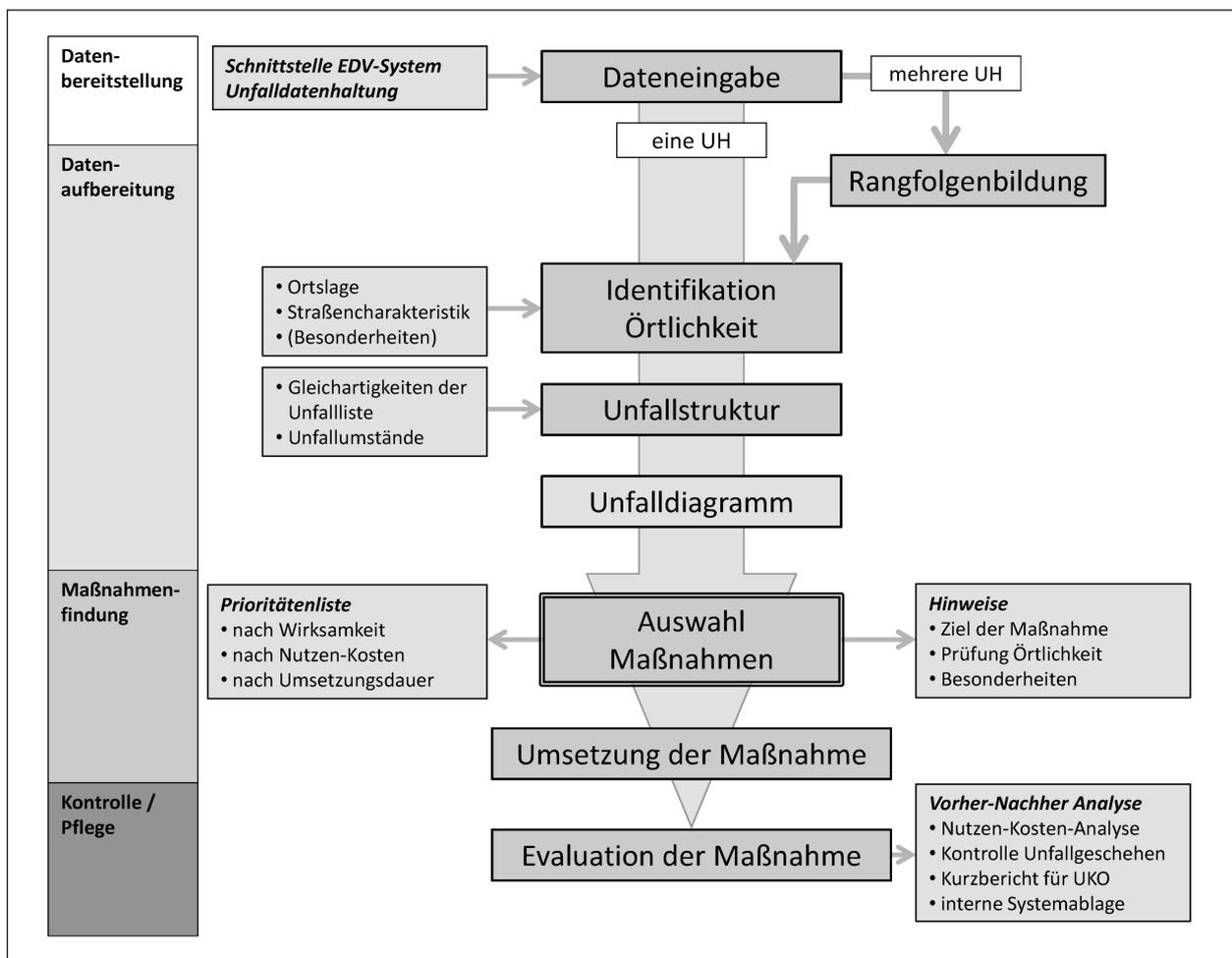
Die Verschiedenheit der empirischen Untersuchungen erlaubt daher nur eine theoretische, beschreibende Einschätzung von Defiziten und Effekten (HAUER 1997)

Da eine Übertragbarkeit internationaler Maßnahmen in der Regel Beschränkungen unterliegt, erfolgt die Zusammenstellung des Maßnahmenangebots lediglich auf der Basis von Erkenntnissen aus dem deutschen Raum.

## 3 Methodik

### 3.1 Allgemeine Zielstellung

Eine zielorientierte Auswahl wirkungsvoller Maßnahmen auf Basis des aktuellen Wissensstandes setzt eine umfassende Datenbasis voraus. Diese kann systembedingt als Printversion des Wissens kaum verfügbar gehalten werden, da eine kurzfristige Aktualisierung praktisch nicht möglich sein wird. Es bietet sich vielmehr eine Datenbank im Internet unter Nutzung der Interaktionsmöglichkeiten dieses Mediums durch und für die praktisch Tätigen in den Unfallkommissionen und der Unfallforschung an. Grundlage der im zukünftig webbasierten Maßnahmenkatalog empfohlenen Arbeitsschritte bilden die Erkenntnisse der Örtlichen Unfalluntersuchung zur Bearbeitung identifizierter Unfallhäufungen (UH). Dabei wird eine Verknüpfung zu erwiesenermaßen geeigneten oder in der Erprobung befindlichen Maßnahmen, die zur Bekämpfung des Unfallgeschehens dienen, anhand der Erkenntnisse bisheriger Untersuchungen und Regelwerke vorgenommen. Neben den bisher existierenden Rangfolgeverfahren für UH nach M UKo (FGSV 2012) soll – vor dem Hintergrund beschränkter finanzieller Mittel – dem Nutzer die Möglichkeit geboten werden, eine Vorauswahl zu bearbeitender UH anhand des Grads der Dringlichkeit auf Basis einer Verbesserungswahrscheinlichkeit (Potenzial) treffen zu können. Aufbauend auf dem Anteil gleichartiger Unfälle im Vergleich zu allen Unfällen soll das Wirkungspotenzial abgeschätzt werden, ohne dass bereits explizit Bezug zu einer Maßnahme hergestellt wird (Kapitel 4.2.2). Bild 11 enthält eine detaillierte Darstellung des Ablaufdiagramms der einzelnen Arbeitsschritte.



**Bild 11:** Grundstruktur des webbasierten Maßnahmenkatalogs zur Bearbeitung von Unfalhäufungen

Grundlage der Bearbeitung von Unfalhäufungen mit dem Ziel der Maßnahmenfindung bilden die Unfalldaten jeder UH. Für die Übernahme der Daten und zur schnellen und fehlerarmen Eingabe empfiehlt sich eine Schnittstelle zu EDV-Systemen der Unfalldatenhaltung. Es kann auch eine manuelle Eingabe der notwendigen Unfalldaten erfolgen. Eine erste Rangfolgebildung nach M UKo (FGSV 2012) und einem alternativen Verfahren (Kapitel 4.2.2) ist möglich, wenn die Daten mehrerer UH in das Programm übernommen wurden. Diese Arbeitsschritte sind unter dem Punkt „Datenbereitstellung“ zusammengefasst.

Der Bereich Datenaufbereitung umfasst die Identifikation und Eingabe weiterer, die UH näher beschreibende, Merkmale. Dies sind in der Regel Informationen zur Örtlichkeit oder die UH-Art, die in EDV-Systemen fehlen oder nur verbal beschrieben sind. Anhand dieser Informationen kann eine konkretisierte Rangfolgebildung nach dem Verfahren im M UKo (FGSV 2012) bzw. nach der Homogenität des Unfallgeschehens erfolgen und die

Auswahl geeigneter Maßnahmen vorbereitet werden.

Von Seiten des Programms erfolgt durch Algorithmen, die an der Verfahrensweise der Örtlichen Unfallkommission (beschrieben z. B. im M UKo (FGSV 2012) orientiert sind, die Analyse des Unfallgeschehens anhand der Unfallstruktur. Aus der Bewertung der Unfallstruktur, gepaart mit Informationen zur Örtlichkeit, erfolgt die Ableitung in Frage kommender typisierter Konfliktsituationen (TKS), denen geeignete Maßnahmen zugeordnet sind. Dies beruht auf einer Verknüpfung von Maßnahmen zu typisierten Unfallkonstellationen ähnlich dem Merkblatt „Auswertung von Straßenverkehrsunfällen, Teil 2“ (FGSV 2002), wobei die TKS den typisierten Unfallkonstellationen entsprechen.

Der webbasierte Maßnahmenkatalog führt den Nutzer anhand der Daten zur Auswahl geeigneter Maßnahmen. Die Auswahl potenzieller Maßnahmen beruht auf einer Analyse aller gesammelten Informationen zu einer UH der vorangegangenen Arbeits-

schritte. Der Vorschlag konkreter Maßnahmen erfolgt im Teil Maßnahmenfindung. An diesem Punkt werden dem Nutzer Informationen zur Wirksamkeit einer konkreten Maßnahme, basierend auf dem im Mittel zu erwartenden vermiedenen Unfallkosten, angegeben. Die endgültige Maßnahmenauswahl erfolgt nach sachlogischen Überlegungen der Unfallkommission. Diese wird durch die Abbildung von NKV für Maßnahmen(-pakete) in der gegebenen Situation unterstützt. Der zu erwartende Nutzen (vermiedene Unfallkosten) wird mithilfe der Informationen aus dem Unfalldiagramm – Häufigkeit der Unfälle in gleicher Bewegungsrichtung und ggf. weiterer Umstände – quantifiziert.

UH weisen oft eigene von den Maßnahmenbeispielen abweichende Charakteristiken auf. Um über mögliche Probleme und Abweichungen zu informieren, sollen dem Nutzer Hinweise zur Verfügung gestellt werden. Anhand des Maßnahmenkatalogs und der Erkenntnisse aus der Ortsbesichtigung erfolgt am Ende dieses Arbeitsschritts der Vorschlag einer oder mehrerer geeigneter Maßnahmen. Werden vom bestehenden Katalog abweichende Maßnahmen umgesetzt, besteht die Möglichkeit, diese durch den Anwender in das Programm als eigene Maßnahme in Erprobung, mit zu prüfenden Rahmenbedingung, einzugeben. Im Rahmen einer Wirkungskontrolle und Prüfung können diese zu einem späteren Zeitpunkt dem Nutzer als reguläre Maßnahme zur Verfügung gestellt werden. Die Nutzerstruktur wird in Kapitel 3.6 vorgestellt.

Jede Bearbeitung von UH wird programmintern abgelegt. Die Nutzer erhalten die Möglichkeit, eine Wirksamkeitsprüfung bzw. Umsetzungskontrolle durchzuführen. Dabei wird im Programm der Status und aktuelle Bearbeitungsstand zu jeder UH vorgehalten. Die Wirksamkeitsprüfung nach FGSV (2012) als Bestandteil der Arbeit für UKo wird ebenfalls im Programm implementiert. Somit erhalten die Nutzer die Möglichkeit, nach einem abgeschlossenen Beobachtungszeitraum eine Nachher-Bewertung des Unfallgeschehens durchzuführen und die Wirksamkeit der Maßnahme unter gegebenen Bedingungen erneut mit einem NKV zu ermitteln. Für den Nutzer besteht die Option, die Ergebnisse der Vorher-Nachher-Analyse in Form eines Kurzberichts zu dokumentieren.

Um eine möglichst exakte und valide Wirkungsabschätzung von Maßnahmen zu gewährleisten ist eine kontinuierliche Kontrolle umgesetzter Maßnahmen bezüglich Wirksamkeit und Kosten not-

wendig. In diesem Zusammenhang wird eine Pflege, Aktualisierung, ggf. Selektion und Kontrolle über alle angewandten Maßnahmen von administrativer Seite durchgeführt. Damit stehen dem Nutzer in regelmäßigen Abständen aktuelle – und im weiteren zeitlichen Verlauf valide – Maßnahmen zur Verfügung.

## 3.2 Datengrundlage

### 3.2.1 Klassifizierung von Unfallhäufungen

Die Lokalisierung und Unterscheidung von UH anhand verschiedener Zeiträume in den Unfalldatentypen bzw. Berücksichtigung von Unfallkategorien begründet sich aus der Erkenntnis, dass Unfälle mit (schwerem) Personenschaden gegenüber Unfällen mit ausschließlich Sachschaden häufig an anderen Stellen auftreten und zudem seltenere Ereignisse darstellen (FGSV 2012). Aussagen für UH mit Auffälligkeiten hinsichtlich (schwerem) Personenschaden resultieren daher aus einer Analyse von Dreijahreszeiträumen  $3\text{-JK}_{U(P)}$  bzw.  $3\text{-JK}_{U(SP)}$ . Die Klassifizierung von UHS Innerorts in die Kategorien „UHS-leicht“ und „UHS-schwer“ stellt eine erste Orientierung für die Wahl geeigneter und bezüglich der finanziellen Mittel angemessener Maßnahmen dar und ist daher im weiteren Vorgehen zu berücksichtigen.

Für eine Prioritätsreihung dient nach FGSV (2012) die bereits beschriebene Bildung von Rangfolgen für UH nach Art und Schwere, die dem Nutzer im zu entwickelnden Verfahren als Hilfestellung zur Verfügung steht.

Grundlage bilden die verschiedenen Arten von Unfallhäufungen. Neben dem M UKo (FGSV 2012) enthalten das MVMOT (FGSV 2007) und die ESAB (FGSV 2006) Grenzwerte für die Identifizierung von UH für bestimmte Arten der Verkehrsbeteiligung bzw. Unfallfolgen. Die Analyse von bereits definierten UH beider Verfahren, die differenzierte Maßnahmen zur Bekämpfung der UH erfordern, ist ebenfalls Bestandteil des webbasierten Maßnahmenkatalogs. Die aufgrund des relativ seltenen Auftretens von Unfällen längeren Betrachtungszeiträume – Sonderkarte bis zu 5 Jahren – stellen eine Besonderheit beider Verfahren dar.

Die Klassifizierung von UH-Arten nach den gültigen Regelwerken inklusive der jeweiligen Randbedingungen zeigt Bild 12. Diese bildet die Ausgangsbasis für die Entwicklung von Maßnahmenvorschlägen.

Regelwerk	M UKo				MVMOT	ESAB
Bezeichnung	UHS		UHL			
Ort	IO	AO	IO	AO/BAB		
Netzelement	Knoten Strecke	Knoten Strecke	Abschnitt	Abschnitt	Knoten Strecke	Strecke
Zeitraum Karte	1 JK 3 JK U(P)	3 JK U(P)	3 JK U(P)	3 JK U(P)	3 JK U(SP) 5 JK U(SP)	3 JK U(SP) 5 JK U(P)
Kriterium (Unfälle)	Anzahl, Typ & Anzahl	Anzahl & Schwere	Anzahl U.-Typ 4	Anzahl	Anzahl Beteiligung mot. Zwei- rad	Anzahl Merkmal Aufprall auf Baum

Bild 12: Klassifizierung von UH nach aktuellen Regelwerken

Mit dem Ziel strukturelle Gleichartigkeiten im Unfallgeschehen zu identifizieren, empfiehlt das M UKo (FGSV 2012), dass als Mindestkollektiv stets ein Zeitraum aus der 1 JK und der 3 JK<sub>U(P)</sub> für die Analyse sowohl der Unfallliste als auch des Unfalldiagramms zur Verfügung stehen soll. Diese Bedingungen werden für die Bearbeitung von UH im webbasierten Maßnahmenkatalog übernommen. Für Sonderauswertungen nach MVMOT (FGSV 2007) und ESAB (FGSV 2005) wird der Untersuchungszeitraum angepasst.

### 3.2.2 Eingangskenngrößen für UH

Die Anwendung des Merkblatts „Auswertung von Straßenverkehrsunfällen, Teil 2“ (FGSV 2002) setzt Kenntnisse über die Häufigkeit und Charakteristik von Unfällen in einer UH voraus. Die Zuordnung möglicher Maßnahmen ist an die Kenntnis über Ortslage, Straßencharakteristik (u. a. der Regulationsart des Knotenpunkts) und auftretende Unfalltypen geknüpft. Die Auswahl geeigneter Maßnahmen beruht auf der Analyse aller Einzelunfälle einer erkannten UH.

Aus der Unfalltypenkarte liegen Informationen zur Häufigkeit der Unfälle getrennt nach Unfallschwere (Kategorie) und Unfalltyp vor. Für eine vertiefende Prüfung besitzen diese beiden Merkmale allein jedoch nur eine geringe Aussagekraft. Die Analyse der Unfallliste ermöglicht Aussagen über die Gleichartigkeit des Unfallgeschehens (Unfallstruktur) hinsichtlich verschiedener Merkmale, setzt aber

	3JK	3JK	1JK	
	SP	P		
Jahr	: 3	18	10	Anz. U
Monat	: 0	1	1	Dez-Mae
Wochentag	: 1	2	1	Sa / So
Uhrzeit	: 1	6	6	6-9 / 16-19
Lichtverhältnisse	: 0	2	1	dä / du
Strassenzustand	: 1	5	1	na / wgl
Anzahl Getötete	: 0	0	0	Anz. Get.
Schwerverletzte	: 3	3	0	Anz. Sv.
Leichtverletzte	: 0	18	8	Anz. Lv.
Beteiligte 01	: 0	2	1	Fg / Rf
Beteiligte 02	: 3	13	7	Fg / Rf
Anzahl Beteiligte	: 0	0	0	Alleinunf.
Unfall-Kategorie	: 2	3	3	Häufigste/r
Unfall-Typ	: EK	EK	EK	"
Unfall-Art	: 5	5	5	"
Unfall-Ursache	: 28	28	28	"

Bild : Beispielhafte Aggregation des Unfallgeschehens einer UH

die Kenntnis über alle Informationen jedes Einzelunfalls voraus. Dies erlaubt eine konkrete – an die jeweilige Situation angepasste – Maßnahmenvorauswahl. Zur weiteren Präzisierung der Maßnahmenvorschläge werden die Informationen aus dem Unfalldiagramm benötigt.

Die Bewertung der Unfallstruktur mittels aggregierter bzw. anteiliger Kenngrößen ist zwangsläufig mit einem Informationsverlust verbunden. Wenn beispielsweise für eine Massenunfallhäufungsstelle der häufigste Unfalltyp (Typ 2) sowie die Überschreitung des Grenzwertes „Spitzenstunde“ bekannt sind, so sind Aussagen, inwiefern Unfälle während der Spitzenstunde dem Unfalltyp 2 zuzuordnen sind, aus aggregierten Listen nicht möglich. Diese stehen bspw. überwiegend mit dem ebenfalls

auftretenden Unfällen des Typs 6 in Verbindung. Dies kann zur Folge haben, dass u. U. nicht die optimale Maßnahme gewählt wird. Die Anwendung aggregierter Unfalldaten zur Auswahl geeigneter Maßnahmen wird daher als nicht ausreichend angesehen. Daraus folgt, dass für jede UH alle maßgebenden Informationen für jeden Unfall zur Verfügung stehen müssen. Die manuelle Eingabe dieser Daten stellt allerdings einen hohen zeitlichen Aufwand dar und kommt daher für das Programm nur als Rückfallebene in Sonderfällen in Betracht.

Aus diesem Grund ist die automatisierte Eingabe von Einzelunfällen (Datenimport) aus bereits bestehenden Unfalldatenbanken mit entsprechender Kennung der UH zu favorisieren und sollte als Standardanwendung umgesetzt werden.

### 3.2.3 Datenqualität

Das statistische Bundesamt ist gesetzlich verpflichtet über Verkehrsunfälle, die sich auf öffentlichen Wegen oder Plätzen ereignen, zur Schaffung einer Datenbasis Statistiken zu führen (DESTATIS 2012). Art und Umfang der Informationen sind im Statistikgesetz bundeseinheitlich geregelt. Diese Daten werden durch Polizeibeamte am Unfallort ermittelt und in Verkehrsunfallanzeigen (VUA) eingetragen. In diesen Anzeigen werden vielfältige Merkmale eines Unfalls und der Beteiligten erfasst, aus denen eine spätere Rekonstruktion möglich ist. In Ländererlassen ist geregelt, welche Dienststelle für die Pflege der Unfalldaten und somit für die Erstellung von Unfalltypenkarten zuständig ist (FGSV 2012).

Es ist zu berücksichtigen, dass es Unterschiede in der Qualität der Aufnahme gibt, bzw. Merkmale nicht immer vollständig vorliegen (HAUTZINGER 1983; SIEGENER & LENHART 1986). Mit zunehmender Unfallschwere steigt die Genauigkeit der Unfallaufnahme, während für „Bagatellunfälle“ eine höhere Dunkelziffer zu erwarten ist. (BAUM et al. 2010; DESTATIS 2012; UKM 2010). Die Dunkelziffer der Unfälle mit Personenschaden ist darüber hinaus abhängig von der Art der Verkehrsbeteiligung, der Tageszeit und dem Alter der Verunglückten (HAUTZINGER et al. 1993).

Da sich die Analyse des Unfallgeschehens auf die Daten der Polizeidienststellen stützt, gilt dieser Erfassungsumfang als Grundlage weiterer Analysen im webbasierten Maßnahmenkatalog. Berücksichtigung finden die relevanten Merkmale der Verkehrsunfallstatistik.

## 3.3 Berechnung Unfallkosten

Neben dem im M UKo (FGSV 2012) beschriebenen zielorientierten Ansatz zur Reduzierung des Unfallgeschehens an UH spielen bei der Bekämpfung von UH auch volkswirtschaftliche Überlegungen eine Rolle. Einerseits soll die Bekämpfung der UH effektiv – Reduzierung des Unfallgeschehens – andererseits auch effizient – höherer Nutzen gegenüber den Kosten – erfolgen. Die Effizienzbetrachtung einer Maßnahmenumsetzung geschieht durch den Vergleich von (erwarteten) vermiedenen Unfallkosten (Nutzen) und Maßnahmenkosten.

Unfallkostensätze erlauben die Bewertung volkswirtschaftlicher Verluste durch Unfälle. Sie fassen Anzahl und Schwere zusammen. Das M UKo (FGSV 2012) stellt pauschale Kostensätze mit dem Preisstand des Jahres 2009 in Abhängigkeit von Unfall- und Straßenkategorie zur Verfügung. Die Unfallkostenberechnung erfolgt im Rahmen der Tätigkeit von UKo auf Basis der U(P) und U(S) – wenn vorliegend, separiert nach U(SS) und U(LS) (Gl. 1). Eine Trennung der U(P) nach Schwerekategorie erfolgt nicht (FGSV 2012).

Die in Tabelle 6 abgebildeten Kostensätze sind im Programm als Rechengrundlage hinterlegt und können bei Bedarf und Kenntnis auf administrativer Ebene aktualisiert werden. Da davon auszugehen ist, dass eine genaue Einordnung innerörtlicher Straßen in eine Kategorie häufig nicht eindeutig möglich ist, werden für den innerörtlichen Bereich die Gesamtwerte der Unfallkostensätze ohne Unterscheidung in Erschließungsstraßen und Verkehrsstraßen vorgehalten (FGSV 2012). Auf eine Differenzierung der Kostensätze für U(P) in U(SP) und U(LV) in Anlehnung an FGSV (2012) verzichtet.

$$UK = \sum (n_{U(i)} * KS_{U(i)}) \quad \text{Gl. 1}$$

UK      Unfallkosten aus Summe der Kategorien i [€]

$n_{U(i)}$       Anzahl der Unfälle der Kategorie i

$KS_{U(i)}$       Kostensatz der Kategorie i

Unfallkategorie	Kostensatz $KS_U$ [€/U]		
	Straßentyp (Ortslage)		
	BAB	AO	IO
U(P)	113.000	100.000	41.500
U(SS)	23.900	17.900	15.100
U(LS)	4.630	4.190	6.310
U(S)	6.860	5.190	6.740

Tab. 6: Unfallkostensätze nach Unfallkategorie und Ortslage (FGSV 2012)

### 3.4 Typisierte Konfliktsituationen

Die Auswahl geeigneter Maßnahmen erfolgt auf Basis der Festlegung von UH-Art sowie einer Analyse räumlicher und unfallstruktureller Kriterien. Nach „Auswertung von Straßenverkehrsunfällen, Teil 2: Maßnahmen gegen Unfallhäufungen“ (FGSV 2002) sind dies:

- Ortslage: Trennung in die Bereiche Innerorts (IO), Außerorts (AO) und Autobahn (BAB),
- Straßenkategorie: Trennung nach Straßenkategorie für Innerorts und nach Bahnigkeit für Außerorts,
- Straßenelement: Klassifizierung nach Netzelement (und Art der Knotenpunktregelung) sowie Art der UH,
- Unfalltyp.

Mithilfe der vorgegebenen Gliederung und unter Zuhilfenahme des Unfalldiagramms sind geeignete Maßnahmen zu sondieren. In Abhängigkeit der Situation können verschiedene Maßnahmen oder eine Kombination derer zur Entschärfung der UH beitragen. Bei der Auswahl mehrerer Möglichkeiten ist/sind die zutreffendste(n) durch den Nutzer zu wählen.

Die Wahl in Frage kommender Maßnahmen orientiert sich dabei nach der in der FGSV (2002) angewandten Benutzung des Systembaukastens. Dieser setzt die zielgerichtete Analyse aller an der UH auftretenden Unfalltypen (Konfliktsituationen) um (Bild 14). Unterschiedlichen Konfliktsituationen liegen in der Regel unterschiedliche Defizite zugrunde, die meist eine Anwendung verschiedener Maßnahmen bedingen. Ein (einstelliger) Unfalltyp kann mehrere Konfliktsituationen beinhalten (Bild 15). Des Weiteren bestehen für Unfalltypen u. U. Auffälligkeiten in verschiedenen Untersuchungszeit-

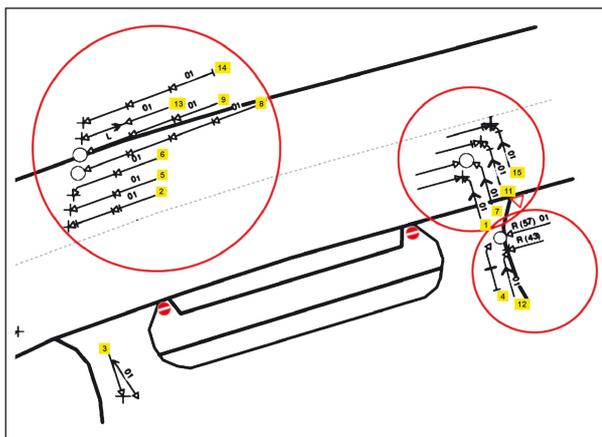


Bild 14: Beispiel der Trennung des Unfallgeschehens einer UH in drei Konfliktsituationen

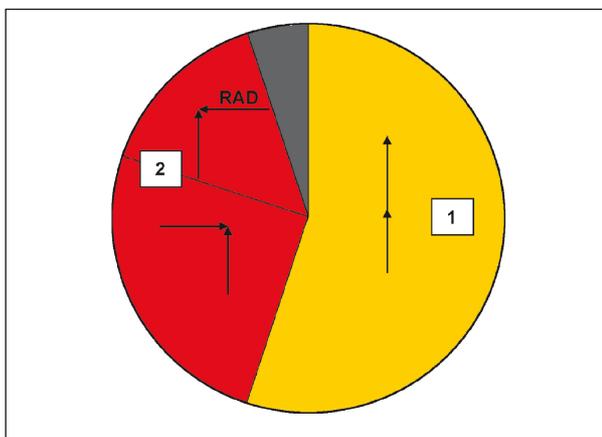


Bild 15: Beispiel Verteilung Unfalltypen oberer UH in 2 maßgebende Unfalltypen mit 3 typisierten Konfliktsituationen

räumen, was auf eine differenzierte Struktur der Unfallschwere schließen lässt. Nach „Auswertung von Straßenverkehrsunfällen, Teil 2“ (FGSV 2002) ist zunächst getrennt für jede Konfliktsituation nach einer geeigneten Maßnahme zu suchen, um im zweiten Schritt Möglichkeiten für einzelne (u. U. Kombination von) Maßnahmen zu selektieren, die möglichst allen Defiziten begegnet.

Das Prinzip der Bearbeitung verschiedener Unfalltypen (Bild 15) – ggf. differenziert nach Bewegungsrichtung und Art der Beteiligung – dient als Grundlage für das programmseitig angewandte Verfahren zur Analyse des Unfallgeschehens nach maßgebenden typisierten Konfliktsituationen (TKS).

Dieses Verfahren erlaubt eine Differenzierung des Unfallgeschehens und eine Einengung sowie Auswahl möglicher Maßnahmen. Die Analyse nach TKS trägt wesentlich zum Auffinden von geeigneten Maßnahmen bei, wenn das Unfallgeschehen

verschiedenen Gruppen zugewiesen werden kann.

Den TKS sind – inhaltlich FGSV (2002) folgend – die entsprechenden Maßnahmen zugeordnet. Die detaillierte Beschreibung der TKS ist Bestandteil des Kapitels 4.2.5.

## 3.5 Maßnahmen

### 3.5.1 Datengrundlage und Aufbereitung

Der Maßnahmenpool wird aus der Sammlung des Maßnahmenkatalogs des Merkblatts „Auswertung von Straßenverkehrsunfällen, Teil 2“ (FGSV 2002) gebildet und um die Erkenntnisse und Maßnahmenempfehlungen weiterer Dokumentationen (KESTING 2009; SPAHN 2012; HSVV 2006; u. w.) ergänzt. Darüber hinaus fließen aktuelle Entwicklungen und Erfahrungen zu Maßnahmen in das Kollektiv ein (GDV 2013). Diese sind bezüglich der Örtlichkeit, ggf. nach Betriebsform des Netzelements sowie weiteren Randbedingungen jeder Maßnahme zu gliedern. Soweit bekannt, fließen Erkenntnisse über Kosten und Wirkung der einzelnen Maßnahmen ebenfalls in die Betrachtung ein. Dabei wird u. a. auf die Arbeiten von MAIER et al. (2010, 2011, 2012) zurückgegriffen. Die genaue Analyse von Maßnahmenwirkungen hinsichtlich ihrer Validität wird im Verlauf der Untersuchungen ermittelt.

Der aus der Literaturanalyse vorliegende Maßnahmenpool unterscheidet sich hinsichtlich der Qualität und Art beschreibender Parameter untereinander. Für die Berücksichtigung verschiedener Maßnahmen ist eine Prüfung und Anpassung hinsichtlich folgender Punkte erforderlich:

- Stehen ausreichende Informationen über die Maßnahme und deren Einsatzbedingungen zur Verfügung? Dazu zählen u. a. Informationen über die konkrete Art der Maßnahme (baulich, verkehrsrechtlich, usw.), die zugrunde liegende Unfallstruktur, die Örtlichkeit und weitere Randbedingungen (GERLACH et al. 2009).
- Liegen Dopplungen von Maßnahmen vor? D. h., existieren identische Maßnahmen in verschiedenen Quellen? Daran schließt sich die Frage an:
  - Liegen für identische Maßnahmen unterschiedliche Einschätzungen der Wirkung vor? Wenn ja, welche Konsequenz ist bei der

Übertragung in den Maßnahmenkatalog daraus zu ziehen?

- Bestehen Synergien zwischen Maßnahmen, die bisher nur getrennt bewertet wurden?
- Ist die Wirkung der Maßnahme valide?

Nach erfolgreicher Prüfung erfolgt die Klassifizierung und Ordnung aller vorliegenden Maßnahmen bezüglich der Ortslage, Straßenkategorie und Straßenelement (FGSV 2002). Für jede Maßnahme werden das/die typische(n) Defizit(e) sowie die konkrete Maßnahmenbeschreibung in eigenen Datenbankfeldern festgehalten.

### 3.5.2 Datenqualität

Die für die Maßnahmenauswahl zugrunde liegenden Literaturen weisen ausnahmslos eine hohe Qualität der notwendigen Informationen zur Beschreibung der Maßnahme auf bzw. lassen sich diese indirekt ableiten (FGSV 2002, 2005, 2007; KESTING 2009; SPAHN 2012; MAIER et al. 2010, 2011, 2012).

In diesen Quellen konnten ca. 420 Maßnahmen identifiziert werden. Folgende Informationen sind Bestandteil der Klassifizierung von Maßnahmen:

- Ortslage,
- Straßenkategorie,
- Straßenelement,
- (Haupt-)Unfalltyp,
- Besonderheiten der Örtlichkeit,
- (Haupt-)Beteiligungsart,
- räumlicher Wirkungsumfang.

Weiterhin liegt für jede Maßnahme sowohl eine Beschreibung der identifizierten Defizite als auch die konkrete Benennung von Maßnahmendetails vor. Diese Informationen erlauben die Abklärung, ob eine Maßnahme besondere Wirkungen auf weitere Unfallumstände besitzt. Diesbezüglich liegt für die Maßnahmen eine qualitative Wirkungseinschätzung zu den Unfallumständen vor. Folgende zwei Beispiele sollen dies erläutern:

- An einem Landstraßenknotenpunkt mit einer Häufung von Längsverkehrsunfällen wird ein separater Linksabbiegefahrstreifen eingerichtet. Die damit notwendige Verbreiterung des Quer-

schnitts geht meist mit einer Fahrbahnerneuerung einher. Daraus resultiert eine Verbesserung der Griffigkeit, welche einer Verringerung der Unfälle mit dem Umstand Nässe/Glätte zur Folge haben kann.

- Die Maßnahme „Dauerbetrieb einer Lichtsignalanlage“ steht in unmittelbarem Zusammenhang zum Unfallumstand „Lichtsignalanlage aus“ und kann daher direkt bei einer Häufung dieses Umstands im Unfallgeschehen unabhängig von Unfalltyp und Beteiligten als Vorschlag vorgesehen werden.

Zur Illustration beinhaltet jede Maßnahmenbeschreibung (wenn grafisch darstellbar) eine Gegenüberstellung von Bildern im Vorher-Nachher-Vergleich. Neben den vorliegenden Bilddaten aus FGSV (2002) und KESTING (2009) werden Maßnahmen mit eigenen Bildbeispielen ergänzt.

### 3.5.3 Validität

Der Erfolg einer Maßnahme ist erheblich an die örtlichen Gegebenheiten gekoppelt und nicht ohne Weiteres auf andere Situationen übertragbar. Gerade für Maßnahmen, die bisher nur in wenigen Fällen oder unter besonderen Umständen umgesetzt wurden, gilt, dass eine Prüfung der wirkungsvollen Anwendung bei ähnlichen Randbedingungen erfolgen muss. Erst bei Vorliegen mehrerer Fälle mit eindeutiger Bewertung kann von einer validen Maßnahme gesprochen werden. Dies gilt sowohl für die Effektivität als auch Effizienz. Die Validität einer Maßnahme stellt keinen direkten Bezug zur Quantität der Maßnahmenwirkung her, sie gibt lediglich Auskunft darüber, wie häufig die Umsetzung einer Maßnahme erfolgte und wie stabil dementsprechend die Maßnahmenkriterien sind.

Der Verweis auf die Validität einer Maßnahme bietet dem Nutzer eine Hilfestellung bezüglich der Maßnahmenwahl und soll in der webbasierten Umsetzung in einem Bewertungssystem erfolgen. Bezüglich der Maßnahmen mit einer geringen Validität ist eine vertiefte Prüfung der Anwendbarkeit seitens der Nutzer erforderlich.

Bisher existieren nur in SPAHN (2012) Aussagen zu Wirkungen von Maßnahmen, denen größere Kollektive zugrunde liegen. Hierbei wird deutlich, dass die konkrete Wirkung variiert und exakte Aussagen immer an den Einzelfall gebunden sind. Aus KESTING (2009) und MAIER et al. (2010, 2011) lie-

gen konkrete Wirkungsanalysen nur für Einzelbetrachtungen von Maßnahmen vor. Für Maßnahmen aus FGSV (2002) wird davon ausgegangen, dass diese, trotz nicht dokumentierter Fallzahlen, als valide einzuschätzen sind, da dieses Merkblatt nach Aussagen der Verfasser nur belastbare Erkenntnisse enthält.

Die Klassifizierung der Validität von Maßnahmen anhand der Zahl realisierter Fälle erscheint pragmatisch und aus Nutzersicht plausibel. In BSMdl (2011) wird eine Fallzahl von 10 als Grenze für eine detaillierte Maßnahmenbewertung herangezogen. Daran angelehnt erfolgt folgende Abstufung:

- Fallzahl < 5) Validität ist zu prüfen,
- Fallzahl ≤ 10) geringe Validität,
- Fallzahl > 10) Maßnahme valide.

### 3.5.4 Kosten

Die Kostendarstellung dient zur Ermittlung des Wirkungsgrades und als Orientierung für den Nutzer über den finanziellen Aufwand. Einen erheblichen Einfluss auf den Kostenumfang einer Maßnahme besitzt die räumliche Ausdehnung der UH. Bspw. sind die Kosten für eine LSA wesentlich von der Knotenpunktgröße und der Zahl notwendiger Signalgeber abhängig, während die Kosten zur Erneuerung der Fahrbahndecke in aller Regel über laufende Meter angegeben werden und auch von der Querschnittsbreite abhängig sind.

Für jede Maßnahme sind die mittleren Kosten hinterlegt. Die Kosten der Maßnahmenumsetzung orientieren sich zum einen an den vorliegenden Quellen und deren allgemeinen Größenordnung. Maßnahmenkosten setzen sich aus den Investitions- und jährlichen Betriebskosten zusammen (GERLACH et al. 2009; SPAHN 2012; MAIER et al. 2010, 2011, 2012). Die Investitionskosten werden mithilfe von Annuitäten in jährliche Kosten transformiert. In Summe mit den Betriebskosten liegen somit jährliche Maßnahmenkosten vor. Für längenunabhängige Maßnahmen (bspw. Umbau Knotenpunkt zum Kreisverkehr) werden die mittleren Kosten zur Berechnung herangezogen. Weiterhin werden abhängig von Art und Ortslage der UH räumliche Ausdehnungen zugrunde gelegt, um längenabhängige Kosten für dementsprechend betroffene Maßnahmen zu fixieren. Als Grundlage der Bemessung dient die Angabe der maximalen räumlichen Ausdehnung der UH nach M UKo (FGSV

2012) unter Berücksichtigung einer mittleren Querschnittsbreite bzw. Knotenfläche. Für UHS auf der freien Strecke von BAB wird eine Bezugslänge von  $L = 750 \text{ m}$  – Mittelwert aus Vorgabe von M UKo (FGSV 2012) und ESN (2003) – angesetzt.

Mit der Bezugnahme auf die maximal möglich räumliche Ausdehnung einer UH wird gewährleistet, dass die ermittelten Kosten auf der richtigen Seite liegen. D. h.: Kosten werden tendenziell geringfügig überschätzt. Somit wird eine Sicherheit bei der Nutzen-Kosten-Relation eingeräumt.

Maßnahmenkosten variieren auch in Dependenz des Ausführungsumfangs und der Örtlichkeit. Bspw. erscheint in einem Fall der Hinweis mit Z 625 StVO durch wenige Schilder ausreichend, während in einem anderen Fall eine höhere Anzahl Schilder notwendig ist bzw. diese gemeinsam mit Z 103 StVO zu kombinieren sind. Andere Maßnahmen wiederum stellen eine Kombination von mehreren Einzelmaßnahmen dar – bspw. Verbesserung der Sichtbeziehung auf Radfahrer mit gleichzeitigem Einfärben der Radfahrerfurt. Bei Fehlen konkreter Kosten für diese Fälle erfolgt eine Berechnung der mittleren Kosten – Summe und/oder Kombination von Maßnahmen – auf Basis pragmatischer Annahmen und Abschätzungen.

Die angegebenen Kosten verstehen sich als Orientierungswert bei der Auswahl geeigneter Maßnahmen und erheben nicht den Anspruch einer allgemeinen Gültigkeit. Sie stellen einen mittleren Bezugswert dar.

Da sich die Kosten einerseits von Fall zu Fall unterscheiden, aber auch andererseits über längere Zeiträume Entwicklungen unterliegen, erhält der Nutzer die Möglichkeit, die entstehenden Kosten der umgesetzten Maßnahme im konkreten Anwendungsfall selbst zu hinterlegen. Somit ist eine turnusmäßige Aktualisierung und Anpassung der Maßnahmenkosten durch den Administrator möglich.

Eine Übersicht zur räumlichen Abgrenzung von UH zur Kostenermittlung sowie die zugrunde gelegten Kosten diverser Maßnahmen finden sich in Anhang 6.

### 3.5.5 Wirkung

Mit Blick auf die Zielerreichung – Bekämpfung von Unfällen an einer UH – lässt sich die Wirkung einer Maßnahme über den Anteil vermiedener Unfälle im Vergleich eines Vorher-Nachher-Zeitraums (Effek-

tivität) unter Berücksichtigung der Eingewöhnungszeit ermitteln (Gl. 2). Dabei müssen die betrachteten Zeiträume identisch sein.

$$MW = \left(1 - \frac{UN}{UV}\right) \cdot 100 \quad \text{Gl. 2}$$

MW	Maßnahmenwirkung [%]
UN	Unfälle Nachher-Zeitraum
UV	Unfälle Vorher-Zeitraum

Der Vergleich allein von Unfallzahlen zur Ermittlung der Effektivität einer Maßnahme im Vorher-Nachher-Zeitraum würde die möglichen differenzierten Wirkungen der Maßnahme auf die Unfallschwere vernachlässigen. Daher wird der quantitative Wirkungsfaktor über den mutmaßlich zu vermeidenden Anteil von jährlichen Unfallkosten (Vergleich Vorher-Nachher-Zeitraum) beschrieben (FGSV 2012). Bei mehrjährigen Betrachtungszeiträumen wird das mittlere Unfallgeschehen herangezogen (Gl. 3).

Die zugrunde liegenden TKS und die identifizierten Defizite bestimmen die Wahl einer geeigneten Maßnahme. In erster Linie zielt die Maßnahme auf die Beseitigung einer typisierten Konfliktsituation, u. U. beschränkt auf Konflikte mit bestimmten Beteiligungsarten. Häufig greift die Wirkung der Maßnahme auch auf andere Konfliktsituationen über – wenn auch im anderen Umfang. Bspw. wirkt sich die Errichtung einer LSA an einem bisher durch VZ geregelten Knotenpunkt sowohl auf Unfälle des Typs 2 (Abbiegen) als auch Typ 3 (Einbiegen/Kreuzen) aus.

$$MW_{WP} = \left(1 - \frac{UKN}{UKV}\right) \cdot 100 \quad \text{Gl. 3}$$

$MW_{WP}$	Maßnahmenwirkung Wirksamkeitsprüfung [%]
$UKN_a$	Unfallkosten Nachher-Zeitraum
$UKV_a$	Unfallkosten Vorher-Zeitraum

In aller Regel existieren zur Beseitigung von UH mehrere Varianten an Maßnahmen(-kombinationen). Die endgültige Festlegung geeigneter Maßnahmen durch die UKo berücksichtigt auch eine volkswirtschaftliche Gesamtbetrachtung (Effizienz). Diese beinhaltet die monetäre Bewertung des Nutzens durch vermiedene Unfallkosten. Diesbezüglich erscheint für die Einzelfallbetrachtung die Berechnung einer auf das aktuelle Unfallgeschehen be-

zogenen Maßnahmenwirkung zielführend. Die Rentabilität insbesondere kostenintensiver Maßnahmen steigt *ceteris paribus*, je höher die Unfallanzahl im Vorher-Zeitraum ausfällt, auf welche die mögliche Wirkung der Maßnahme greift. Eine Steigerung der Effizienz ergibt sich auch aus der Berücksichtigung aller typisierten Konfliktsituationen, die indirekt einer Maßnahmenwirkung unterliegen. Die Kombinationsmöglichkeiten von möglicherweise betroffenen TKS sind vielfältig. Im Fazit ist eine fallbezogene Ermittlung der Maßnahmenwirkung als maßgebend anzusehen. Für eine Abschätzung des fallbezogenen Wirkungsgrades einer Maßnahme ergeben sich somit folgende Randbedingungen:

- Für die Abschätzung von Maßnahmenwirkung zur Nutzen-Kosten-Analyse ist das fallbezogene Unfallgeschehen zu verwenden.
- Es ist eine Matrix zu erstellen, die die Wirkung von Maßnahmen auf die verschiedenen Konfliktsituationen enthält und differenziert.
- Die Maßnahmen unterscheiden sich hinsichtlich ihres räumlichen Wirkungsumfangs und sind somit in lokal und global wirkende Maßnahmen (siehe Kapitel 4.3.3) zu differenzieren.

Konkrete Informationen zu Maßnahmenwirkung sind GERLACH et al. (2009); SPAHN (2012) und MAIER et al. (2010, 2011) zu entnehmen. Der Wirkungsgrad kann eine Größenordnung zwischen Null und Eins annehmen. Der Wert Eins steht dabei für ein (theoretisches) maximales Potenzial von 100 % zur Vermeidung der betrachteten Unfallsituation – keine derartigen Unfälle im Nachher-Zeitraum zu erwarten. Bei der Festlegung des Wirkungsfaktors sind Einflüsse durch zeitliche Veränderungen, Synergien mit anderen Maßnahmen sowie Stabilität der UH zu berücksichtigen (SPAHN 2012).

Verschiedene Maßnahmen weisen nur geringe Unterschiede bezüglich ihrer Ausführung bzw. ihrer Wirkung – bspw. Z 103 und Z 105 StVO – auf. Weiterhin fehlen häufig exakte Angaben zur Wirkung der Maßnahme oder unterschiedliche Defizite haben sehr ähnliche Maßnahmen zur Folge – bspw. Veränderung der Maststandorte einer LSA bei allgemein schlechter Erkennbarkeit und/oder Rotlichtüberfahrten. Aus Sicht der Praktikabilität und Plausibilität erscheint es daher sinnvoll, sehr ähnliche Maßnahmen, die auf Basis ähnlicher Defizite ergriffen werden, für die Wirkungsanalyse in Maßnahmengruppen zusammenzufassen. Allen Maßnahmen einer Gruppe wird die gleiche Wirkung

auf eine TKS oder einen Unfalltyp unterstellt. Bei (späterem) Vorliegen ausreichender valider Werte zur Wirkung der Einzelmaßnahmen können die Gruppen jederzeit wieder gelöst oder differenziert werden. Da die Wirkung von gleichen Maßnahmen u. U. nach Ortslage variiert, werden Maßnahmengruppen bezüglich der Ortslage differenziert.

Für bekannte TKS werden die Wirkungen von validen Maßnahmen(-gruppen) aus der Literatur übernommen und in einer Matrix aufbereitet. Bei sich unterscheidenden (validen) Einschätzungen wird der niedrigste Wirkungsgrad als defensive Schätzung übernommen. Für eine Vielzahl von Fällen ist die Wirkung von Maßnahmen(-gruppen) bisher unbekannt (FGSV 2002) bzw. die Maßnahmen(-gruppen) besitzen eine unzureichende Validität. Hier erfolgt auf Basis allgemeiner Einschätzungen eine zurückhaltende angemessene Abschätzung der Wirkung in drei Stufen – gering (kleiner 33 %), mittel (33 bis 66 %) und hoch (über 66 %). Zur Berechnung von NKV werden analog dieser Einstufung die Größenordnungen von 25 %, 50 % und 75 % herangezogen. Die Wirkung ist mit fortlaufendem Sammeln geeigneter umgesetzter Maßnahmen zu validieren und später durch exakte Werte zu ersetzen. Für jede Maßnahme ist somit die Wirkung auf verschiedene TKS festgelegt.

Darüber hinaus erfolgt nach gleichem Muster eine auf den einstelligen Unfalltyp bezogene differenzierte Abschätzung bzw. Angabe der Wirkung für jede (Gruppe von) Maßnahme(n). Bspw. kann eine Maßnahme auf die Unfallkonstellation „Linksabbiegender mit Gegenverkehr“ eine viel höhere Wirkung als auf die Konstellation „Rechtsabbiegender mit parallel geführtem Radverkehr“ haben, obwohl diese Konstellationen zum gleichen einstelligen Unfalltyp gehören. Die mittlere Wirkung auf den Unfalltyp 2 (Abbiege-Unfall) setzt sich somit aus den verschiedenen Wirkungsgraden der typfeinen Konfliktsituationen zusammen. Deshalb liegen Informationen zur Wirkung einer Maßnahme spezifisch zur TKS als auch allgemein je Unfalltyp vor (Tabelle 7).

Maßnahme	Wirkung auf TKS [%]			Wirkung auf Unfalltyp [%]		
	1-X	1-Y	2-X	1	2	3
A	20	20	-	20	-	-
B	40	20	-	30	-	-
C	60	40	20	60	20	10

Tab. 7: Beispiel Maßnahmenwirkung auf typisierte Konfliktsituationen bzw. Unfalltyp (sinnbildliche Darstellung)

### 3.5.6 Wirtschaftlichkeit

Nach M UKo (FGSV 2012) werden an umzusetzende Maßnahmen die Bedingungen gestellt, dass sie

- geeignet,
- angemessen und
- durchsetzbar

sind. Während die Prüfung der Eignung darauf abzielt, Maßnahmen auszuwählen, die für vorliegende Defizite wirksame Abhilfe versprechen und mit Alternativvorschlägen dahingehend zu vergleichen, ob sie möglicherweise ein höheres Sicherheitsniveau versprechen (Wirkungsgrad), steht die Angemessenheit in Zusammenhang mit dem Umfang eingesetzter finanzieller Mittel. Eine höhere Unfallschwere erlaubt zur Bekämpfung der UH in der Regel einen höheren finanziellen Aufwand. Die Durchsetzbarkeit steht im Zusammenhang mit möglicherweise auftretenden planerischen, finanziellen und politischen Hindernissen bei der Umsetzung von Maßnahmen.

Grundsätzlich gilt für alle Investitionen im Straßenwesen des öffentlich-rechtlichen Raums, dass die gewählte Maßnahme einer wirtschaftlichen Rechtfertigung unterliegt. Dies bedeutet, dass die eingesetzten Kosten den erwarteten Nutzen in der Regel nicht überschreiten dürfen. Ziel ist es, ein Nutzen-Kosten-Verhältnis (NKV) von  $> 1$  zu erreichen. Somit erweitert sich der Prozess der Bekämpfung von UH neben dem primären Aspekt, effektive Maßnahmen einzusetzen, um die volkswirtschaftliche Effizienz.

Mithilfe des NKV können sowohl Effektivität als auch zum Teil die Effizienz einer Maßnahmenumsetzung bewertet werden (Gl. 4). Der Nutzen entspricht den jährlich vermiedenen Unfallkosten. Die Kosten entsprechen den jährlichen über Annuitäten angepassten Investitionskosten sowie den laufenden Betriebskosten der Maßnahmen.

Maßnahmen mit niedriger Effizienz weisen nur eine geringe Abnahme der Unfallkosten auf. Dementsprechend besitzen sie in Abhängigkeit der Maßnahmenkosten meist nur ein geringes NKV. Werden Maßnahmen zur Auswahl herangezogen, die mit einem hohen finanziellen Mitteleinsatz in Zusammenhang stehen, aber nur einen geringen bis mittleren Wirkungsgrad besitzen, ist zu erwarten, dass das NKV ebenfalls nur gering oder kleiner als eins ausfällt. Lediglich die Kombination aus hohem

Wirkungsgrad und hohem NKV gibt Hinweis auf eine effektive als auch effiziente Maßnahmenwahl (Vergleiche SPAHN 2012). Es ist zu beachten, dass für sehr kostengünstige Maßnahmen ein sehr hohes NKV ermittelt werden kann, welches sich weniger auf die Anzahl vermiedener Unfälle, sondern vielmehr auf sehr niedrige Maßnahmenkosten gründet. Der Anspruch einer effektiven Maßnahmenwahl wird dabei im NKV nicht abgebildet.

$$NKV = \frac{N}{K} = \left( \frac{MW \cdot UKV_a}{MK_a} \right) \quad \text{Gl. 4}$$

NKV Nutzen-Kosten-Verhältnis [-]

N Nutzen

K Kosten

MW Maßnahmenwirkung [%]

UKV<sub>a</sub> jährliche Unfallkosten Vorher-Zeitraum [€]

MK<sub>a</sub> jährliche Maßnahmenkosten [€]

Vor dem Hintergrund allgemein beschränkter finanzieller Haushaltsmittel gewinnt die Forderung, möglichst Maßnahmen mit geringen Kosten umzusetzen an Bedeutung. Dies sind überwiegend Sofortmaßnahmen und mit einfachen Mitteln umsetzbar (z. B. Markierungen). Sie verlieren über einen längeren Zeitraum häufig an Wirkung und stellen daher nach M UKo (FGSV 2012) meist nur den Übergang zu nachfolgenden mittel- und längerfristigen (aufwendigeren baulichen) Maßnahmen dar.

Bei der Bearbeitung von UH wird im Programm in den Phasen der Maßnahmenfindung (Vorbetrachtung) und Wirksamkeitsprüfung (Nachbetrachtung) eine Prüfung des NKV implementiert.

Ziel der Vorbetrachtung ist es, dem Nutzer eine Vorinformation über die Wirtschaftlichkeit seiner Maßnahme zu liefern. Bei der Wahl zwischen verschiedenen Maßnahmenpaketen dient das NKV als eine Orientierungshilfe. Das NKV stellt aber keine Zielgröße für eine geeignete Maßnahmenauswahl bei der Bekämpfung von UH dar.

Die Berechnung des NKV in der Nachbetrachtung stützt sich auf den Vergleich des Unfallgeschehens im Vorher- und Nachher-Zeitraum unter Berücksichtigung der fallbezogenen Maßnahmenkosten. Die Nachbetrachtung ermöglicht eine Überprüfung der Wirtschaftlichkeit einer Maßnahme und erlaubt den UKo die Dokumentation ihrer Arbeit, auch

gegenüber Dritten. Es geht das gesamte Unfallgeschehen in die Betrachtung ein.

$$NKV_K = \left( \frac{UKV_a - UKN_a}{MK_a} \right) \quad \text{Gl. 5}$$

$NKV_K$  Nutzen-Kosten-Verhältnis Kontrolle [-]

$UKV_a$  jährliche Unfallkosten Vorher-Zeitraum [€]

$UKN_a$  jährliche Unfallkosten Nachher-Zeitraum [€]

$MK_a$  jährliche Maßnahmenkosten [€]

### 3.6 Nutzerstruktur

Der webbasierte Maßnahmenkatalog soll primär in der Arbeit der UKo Anwendung finden. Deren Arbeit ist im Rahmen der Örtlichen Unfalluntersuchung nach VwV-StVO § 44 gesetzlich verankert. Ständige Mitglieder sind:

- die Polizeibehörde,
- die Straßenverkehrsbehörde sowie
- die Straßenbaubehörde.

Die Verantwortung und Aufgabenzuweisung für die Aufgaben der UKo sind in Erlassen der Länderministerien für Verkehr bzw. Inneres geregelt und unterscheiden sich in den Bundesländern. Je nach strukturellem Aufbau sind auch die Stellung und Rechte der UKo in den Bundesländern zu übergeordneten Behörden verschieden. Auch bezüglich der administrativen Struktur (Gemeindeebene, Bezirksebene, übergreifende Unfallkommissionen) sind UKo zu unterscheiden. Daraus entsteht der Anspruch, eine Nutzerstruktur zu entwickeln, die den Bedürfnissen der einzelnen Bundesländer weitgehend entgegenkommt.

Die administrative Verwaltung des Webportals soll durch die Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST) erfolgen.

Weiterhin besteht vonseiten Dritter öffentliches Interesse an der Arbeit der UKo bzw. sollen die Arbeitsergebnisse als Grundlage weiterer Forschungen dienen. Zu klären ist daher die Frage, inwieweit Dritte auf (bestimmte ausgewählte) Informationen zur Arbeit aller oder einzelner UKo Zugriff erhalten. In diesem Sinne sind Punkte bezüglich des Datenschutzes abzustimmen.

Folgende Nutzerstruktur lässt sich aus den Überlegungen ableiten:

- globale Administration (Bundesbehörde),
- lokale Administration (Landes- oder Mittelbehörden),
- Unfallkommissionen (Nutzer mit Schreib- und Leserechten innerhalb ihrer Zuständigkeit),
- interessierte Dritte (u. a. Fachwelt – wissenschaftliche Institute und Universitäten – sowie ggf. allgemeine Öffentlichkeit mit eingeschränkten und teilweise individuell zugeschnittenen Rechten).

Der Zugang zu den verschiedenen Programmfunktionen wird durch die Nutzerart bestimmt. Während interessierte Dritte lediglich eine webbasierte Darstellung des Maßnahmenkatalogs – TKS mit zugeordneten Maßnahmen – einsehen können, steht den jeweils zuständigen Nutzergruppen die vollständige Anwendbarkeit des Programms zur Verfügung, wobei die Tiefe des Zugriffs auf Unfalldaten durch die jeweiligen Administratorengruppen zu definieren ist. Somit unterscheidet sich die Struktur in einen „Blätterkatalog“ – allgemeine Darstellung der Maßnahmen in Anlehnung an FGSV (2002), der allen Interessierten zugänglich ist – sowie den eigentlichen Nutzerbereich – zugänglich für Administratoren und UKo – in dem die Unfallanalyse und das Auffinden geeigneter Maßnahmen sowie die Wirkungsanalyse erfolgen. Modifikationen, Aktualisierungen und Erweiterungen werden grundsätzlich den zuständigen Administratoren vorbehalten.

UKo erhalten lediglich Zugriff und Einsicht auf das Unfallgeschehen ihres Zuständigkeitsbereiches. Im Weiteren werden die Mitglieder einer UKo bezüglich der Nutzerstruktur als Nutzer titulierte. Alle Mitglieder einer UKo mit gleichem Zugangsrecht und Nutzungsbereich stellen einen Nutzer dar.

## 4 Umsetzung im Programm

### 4.1 Datenbereitstellung

Gänzlich ohne die Eingabe von Unfalldaten ermöglicht die Anwendung des „Blätterkatalogs“ das Auffinden geeigneter Maßnahmen. Eine Nutzen-Kosten-Bewertung ist bei dieser Anwendungsform ebenso wie eine Dokumentation der UH und Eingabe von Unfalldaten nicht möglich.

Aus der Kenntnis, dass eine konkrete Maßnahmenfindung Informationen zu allen Einzelunfällen

voraussetzt, leitet sich der Vorrang für den automatisierten Import aller Unfälle über bestehende Datenbankformate ab. Um aber auch für Fälle ohne Datenbankverfügbarkeit die Anwendung zu ermöglichen, sind manuelle Rückfallebenen in Form vereinfachter Anwendungen der Dateneingabe vorgesehen.

Eine Randbedingung besteht darin, dass von Programmseite keine eigenständige Identifikation von UH erfolgt. Daher sind im Vorfeld der Anwendung UH festzulegen und das Unfallgeschehen für jede UH zu erfassen (vergl. Kapitel 4.2.1). Um ein einheitliches Datenimport/-export-Format zu gewährleisten ist ein grundlegendes Datenformat als Basis zu erzeugen.

Gegenüber anderen Export- und Dateiformaten besteht der Vorteil des allgemeinen CSV-Formats (comma-separated-value) in folgenden Sachverhalten:

- einfache Erzeugung des Dateiformats für Dritte,
- eindeutige Felddeklaration über Textformate.

Bezüglich der Attribute zum Unfallgeschehen kommen die folgenden Vorteile zum Tragen:

- Ausgabe von Einzelunfällen,
- eindeutige Zuordnung jedes Unfalls zur entsprechenden UH,
- Ausgabe nahezu aller für die Maßnahmenfindung notwendigen Informationen.

Für den webbasierten Maßnahmenkatalog wird deshalb für den Import in die Unfalldatenbank das Format \*.csv vorgehalten. Dessen Spalten- und Zeilendesign umfasst alle relevanten Informationen zum Unfall-bzw. den Beteiligten. Damit steht für Datenimporte eine einheitliche Datenstruktur zur Verfügung. Andere Exportformate aus elektronischen Unfalltypenkarten sind vor einem Datenimport ggf. auf diese Grundstruktur zu transformieren.

Zudem greift ein Großteil der Bundesländer bei der Bekämpfung von UH im Rahmen der UKo-Tätigkeiten auf das Programm Elektronische Unfalltypen-Steckkarte (EUSKA) der PTV AG Deutschland (PTV 2013) zurück. EUSKA hält in einer Datenbank das Unfallgeschehen des definierten Untersuchungsgebietes vor. Im Rahmen der Örtlichen Unfalluntersuchung besteht innerhalb des Programms auch die Möglichkeit, UH zu identifizieren. Anschließend erlaubt das Programm

den Datenexport aller „Unfälle in Unfallhäufungsstellen“ über eine Textdatei im allgemeingültigen „csv.\* Format“.

Es besteht aber auch über das manuelle Füllen der Importdatenbank die Möglichkeit, Daten einzelner oder mehrerer UH zu importieren und den vollen Programmumfang zu nutzen.

Eine manuelle Eingabe von Unfalldaten für einzelne UH ist im Format der bestehenden Unfalldatenbank vorgesehen. Stehen für Einzelunfälle Informationen über bestimmte Merkmale nicht zur Verfügung, bleiben diese Felder leer. Sowohl für die manuelle als auch automatisierte Eingabe gilt, dass beim Fehlen von Unfallmerkmalen dem Nutzer ein programmseitiger Hinweis bei der Maßnahmenfindung gegeben wird. In der Unfalldatenbank finden derzeit zu jedem Unfall ca. 35 Informationen Berücksichtigung. Eine Erläuterung aller Merkmale enthält Anhang 8. Eine sinnbildliche Darstellung und Beschreibung der Unfalldatenbankstruktur ist Tabelle 8 zu entnehmen.

Eine Besonderheit stellt die Deklaration des Unfalltyps dar. Der die Konfliktsituation beschreibende Unfalltyp wird allgemein in sieben Konstellationen unterschieden.

Dabei liegen innerhalb einer Typkonstellation weitere verschiedene Konstellationen vor. Der vom Gesamtverband der Deutschen Versicherer (GDV 1998) entwickelte „Leitfaden zur Bestimmung des Unfalltyps“ beinhaltet zur Klassifikation jeder Situation eine dreistellige Unfalltypennummer, deren erste Stelle von allen Bundesländern und darüber hinaus von einzelnen Bundesländern vollständig, d. h. dreistellig, verwendet wird. Diese Kennziffer gibt neben der allgemeinen Konfliktsituation in drei-

UKo	Nummer UH	Unfallnummer	Unfallkategorie	Unfalltyp
Z-Dorf	1	1	5	6
	1	2	5	6
	1	3	4	3
	2	1	3	2
	2	2	5	6
A-Stadt	2	3	2	1
	1	1	2	2
	1	2	5	1
	1	3	3	4

Tab. 8: Unfalldatenbank (sinnbildliche Darstellung)

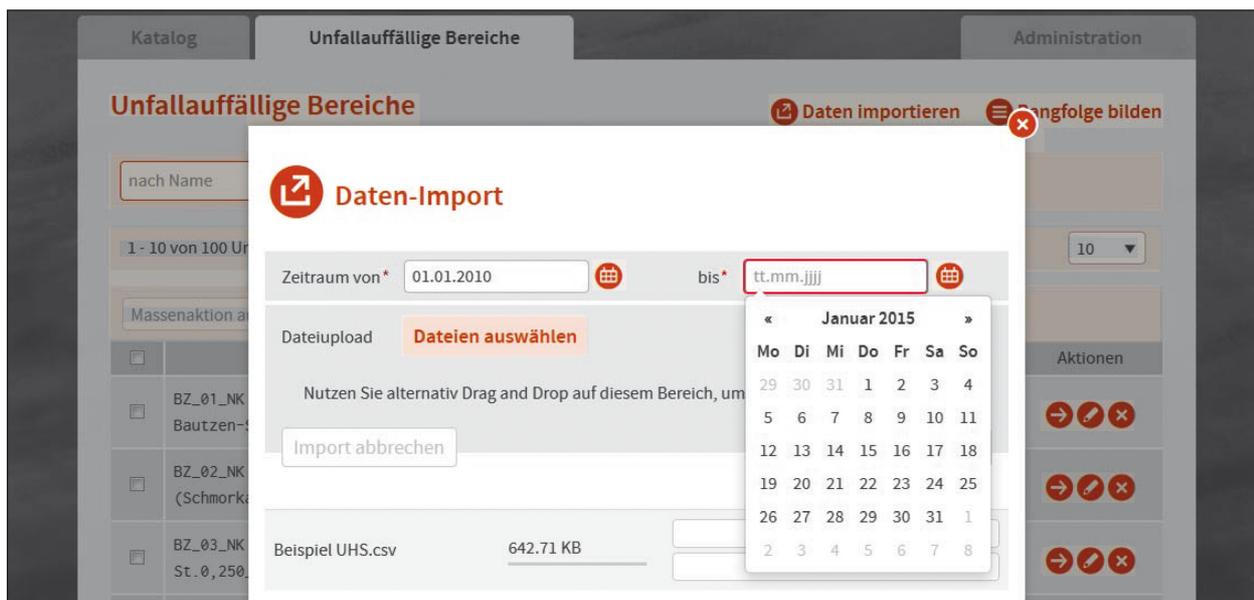


Bild 16: Darstellung Datenimport im Nutzerbereich

stelliger Form Aufschluss über die Bewegungsrichtung des/der Beteiligten und weiterer die Örtlichkeit beschreibender Merkmale. Sofern also die Unterscheidung nach dreistelligem Unfalltyp vorliegt, soll diese für die weitere Analyse Verwendung finden.

Es stehen für die Nutzer Schreib- und Leserechte für ihren jeweiligen Teil der Unfalldatenbank zur Verfügung. Auf diesen Bereich wird durch den Nutzer über eine Abfrage bzw. Login zugegriffen. Dadurch erhält der Nutzer Informationen über alle UH differenziert nach Status sowie Art der UH und einer später noch zu verifizierende Ortslage. Diese können nach der Rangfolge M UKo (FGSV 2012) bzw. nach einer Priorisierung homogenen Unfallgeschehens gelistet werden.

Nach Auswahl der entsprechenden Importdatei und Festlegung des Betrachtungszeitraums – Anzahl der Jahre im Import – erfolgt die Aufnahme der Daten in das Programm (Bild 16). Es sind immer abgeschlossene Kalenderjahre zu importieren. Der Datenimport ist mit einer Abfrage des betrachteten Zeitraums der Unfalldaten verknüpft. Dies gewährleistet eine programmseitige Validierung der vorliegenden Zeiträume. Es wird empfohlen, dass gesamte Unfallgeschehen über den Betrachtungszeitraum (alle Unfallkategorien) aus den elektronischen Unfalldatenbanken zu übertragen, um eine Vollständigkeit der Unfalldaten zu gewährleisten. Endpunkt der verschiedenjährigen Untersuchungszeiträume bildet immer das letzte im Programm vollständig vorliegende Kalenderjahr.

## 4.2 Datenaufbereitung

### 4.2.1 Grundeinstellung

Nach dem Import der Unfalldaten steht dem Nutzer eine Übersicht über alle unfallauffälligen Bereiche zur Verfügung, wobei diese Bereiche den Grenzwert für UH in Abhängigkeit des betrachteten Zeitfensters über- oder unterschreiten. In diesem Zusammenhang ist in der Erstaufbereitung von unfallauffälligen Bereichen die Rede.

Bild 17 erhält eine beispielhafte Darstellung der Seite. Soweit vorhanden, wird aus dem Datenimport der Name der UH zur Identifikation übernommen. Dieser ist im Bereich der Nutzeroberfläche veränderbar, während der originale Name für spätere Uploads im Hintergrund unverändert geführt wird. Folgende Informationen sind über eine Mehrfachauswahl festzulegen:

- Art der UH – Festlegung nach M UKo (FGSV 2012) bzw. Sonderfälle nach ESAB (FGSV 2005) oder MVMOT (FGSV 2007).
- Ortslage (Örtlichkeit) – es stehen die Option IO, AO (einbahnig oder zweibahnig) und BAB zur Auswahl. Über die Angaben zu Straßenklasse und Ortslage nach DESTATIS (2013) ist eine vorläufige programmseitige Festlegung der Ortslage möglich. Diese ist manuell vom Bearbeiter zu verifizieren.
- Status UH nach M UKo (FGSV 2012), diese sind:

**Unfallauffällige Bereiche**

nach Name  Suchen  nur unvollständige Bereiche anzeigen

1 - 10 von 100 Unfallauffälligen Bereichen 1 2 3 4 5 6 7 8 9 > >> 10

Massenaktion auswählen Aktion durchführen

<input type="checkbox"/>	Name	Art der UH	Ortslage	Status der UH	Aktionen
<input type="checkbox"/>	BZ_01_NK 4852073_S106/K7275 (KP Bautzen-Salzenforst)	-----	AO	-----	
<input type="checkbox"/>	BZ_02_NK 4749021 St. 0,700_B97 (Schmorkau)	-----	AO	-----	
<input type="checkbox"/>	BZ_03_NK 4751020 St. 0,200-St. 0,250_S101 (Burkau-Kleinh?)	-----	AO	-----	
<input type="checkbox"/>	BZ_04_NK 4752012_S106/K7211 (??stl. Camina)	-----	AO	-----	

**Bild 17:** Beispielliste von unfallauffälligen Bereiche nach Datenimport

- Meldung als UH,
- Maßnahmen(-paket) beschlossen,
- Sofortmaßnahme (vorläufige Maßnahme) umgesetzt,
- endgültige Maßnahme umgesetzt,
- Wirksamkeitsprüfung möglich,
- Wirksamkeitsprüfung abgeschlossen,
- Weitergabe an andere Stelle.

Die getroffenen Festlegungen werden für jede UH in einer separaten Datenbank hinterlegt.

Für UHL besteht die Option der Längenangabe in Meter, die eine spätere Bild der Unfalldichte – für die Rangfolgebildung – ermöglicht.

Eine Freitextsuche ermöglicht das rasche Auffinden einer UH. Zur nachträglichen Vervollständigung von Daten bietet das Programm die Möglichkeit, unvollständige Bereiche mit fehlender Datenfestlegung anzuzeigen. Bei der Anwendung des webbasierten Maßnahmenkatalogs erfolgt im Laufe der allgemeinen Uko-Tätigkeit mehrmalig das Einlesen von Datensätzen, die sich auf eine zu untersuchende UH beziehen. Dies ist bei den Arbeitsschritten der Voruntersuchung und der Wirksamkeitsprüfung zwingend der Fall. Dabei sind die eingelesenen Unfalldaten verschiedener Zeiträume der gleichen UH zu zuordnen. Im Verlauf des Programms sind die Eingaben abzugleichen (Originalname der UH)

und ggf. manuell über eine Abfrage zu verifizieren. Folgende Gründe können dazu Anlass geben:

- Änderung des Namens der UH,
- fehlende/mangelhafte Daten zur Beschreibung der UH,
- die eingelesenen Unfalldaten entstammen einer neuen in unmittelbarer Nähe liegenden UH (manuelle Kontrolle im Vorfeld durch den Nutzer erforderlich).

Für die eindeutige Zuordnung der Unfälle zu einer UH wird der Originalname als maßgebend angesehen, der im elektronischen System der Unfalldatenkarte – welches zur Identifikation von UH (Unfalldatenhaltung) verwendet wird – vorliegt. Dieser wird vonseiten des Webtools intern als unveränderlich abgelegt und bei dem erstmaligen Datenimport als Arbeitsname in der Spalte „Name“ des unfallauffälligen Bereiches aufgezeigt (Bild 17). Die Änderung des Arbeitsnamens ist durch den Nutzer jederzeit möglich, während im Programm eine Verknüpfung den Bezug zum Originalnamen ermöglicht.

Damit wird eine exakte Zuordnung des Unfallgeschehens auch bei mehrmaligem Einlesen von Unfalldaten zur UH gewährleistet. Die Erzeugung neuer UH (mit neuem Namen) in der elektronischen Unfalldatenkarte führt demgemäß zur Anlage eines neuen unfallauffälligen Bereiches im Webtool, wenn ein neuer Datentransfer erfolgt. Daraus entsteht vor

einem Datenimport in das Webtool die Forderung, bei Änderungen des Namens einer UH in der elektronischen Unfalltypenkarte, ggf. den Namen in der Exportdatei auf den alten Begriff zurückzusetzen, um den Bezug zum ursprünglichen Namen herzustellen.

#### 4.2.2 Rangfolgebildung

Die Bildung von Rangfolgen verbessert den effizienten Einsatz beschränkter finanzieller Mittel zur Bekämpfung von UH. Die Auswahl betrachteter UH fußt auf der Trennung nach Ortslage und UH-Art.

Es werden zwei Rangfolgen angeboten. Die erste Rangfolge nach M UKo (FGSV 2012) sieht in Abhängigkeit der Art der UH eine Sortierung der Unfälle nach Anzahl der Schwere, des Unfalltyps bzw. für UHL nach Unfalldichte vor.

Die zweite Rangfolgebildung basiert auf einer Analyse des Unfallgeschehens und orientiert sich am Potenzial zur Verbesserung der UH. Das Potenzial wird multikriteriell aus der Unfallstruktur bestimmt. Ausschlaggebend für ein hohes Potenzial ist die Homogenität des Unfallgeschehens. Ein direkter Maßnahmenbezug kann an dieser Stelle nicht erfolgen, da in diesem Schritt noch keine Kenntnisse zu Defiziten vorliegen, die entsprechende Maßnahmen bedingen.

Auf die Priorisierung der Kriterien zur Rangfolgebildung nehmen folgende Sachverhalte Einfluss:

- UH mit deutlich erhöhter Unfallanzahl besitzen Priorität.
- Führend für die Wahl geeigneter Maßnahmen ist neben Örtlichkeit und Schwerestructur die Konfliktsituation – beschrieben über den Unfalltyp (Vergleiche FGSV 2003). Deshalb bestimmt diese Kenngröße wesentlich die Potenzialschöpfung.
- Eine homogene Unfallstruktur lässt häufig auf weniger prägende Defizite schließen. UH mit homogener Unfallstruktur erfordern daher i. d. R. weniger Maßnahmen.
- Die Heterogenität bei der Art der Verkehrsbeteiligung lässt eine größere Anzahl an Defiziten vermuten.
- Die Priorisierung von UH mit hoher Unfallschwere erlaubt i. Allg. einen effizienten Mittlereinsatz.

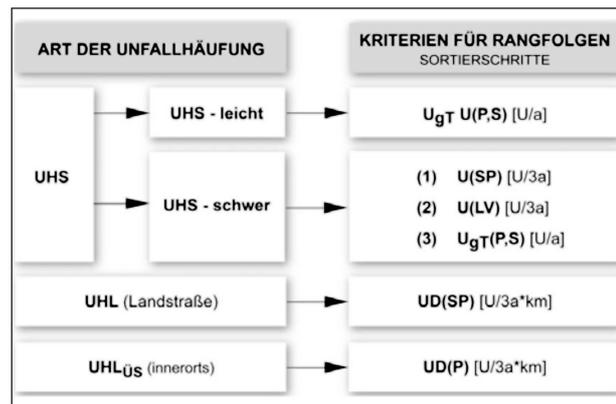


Bild 18: Bildung von Rangfolgen nach M UKo (FGSV 2012)

Die Berücksichtigung dieser Sachverhalte kann durch Nutzung von Kennziffern zur Unfallanzahl, zur Gleichartigkeit des Unfalltyps und zur Art der Verkehrsbeteiligung bei den Unfallbeteiligten erfolgen. Diese Kriterien können in unterschiedlicher Kombination für verschiedene Möglichkeiten der Rangfolgebildung verwendet werden. Es wird eine Prüfung erforderlich, um die Qualität der Ergebnisse im Hinblick auf das Ziel zu beurteilen.

Da kein eindeutiges Maß zur Bewertung der Rangfolge vorliegt, ist eine Überprüfung anhand eines festen Kriteriums nicht zielführend. Der Korrelationstest nach Spearman erlaubt die Prüfung von Merkmalen, die in Rangziffern vorliegen, auf einen Zusammenhang. Dabei gibt der Rangkorrelationskoeffizient  $r_s$  Auskunft über die Stärke des Zusammenhangs. Jedoch gilt der Korrelationskoeffizient für die gewählte Anwendung weniger als Gütemaß als vielmehr als Informationskriterium.

$$r_s = 1 - \frac{6 \cdot \sum d_i^2}{n \cdot (n^2 - 1)} \quad \text{Gl. 6}$$

$r_s$  Rangkorrelationskoeffizient

$d_i$  Rangdifferenz  $x_i - y_i$  des Wertepaares  $i$

$n$  Anzahl Wertepaare

In den folgenden drei Varianten werden diese Kriterien in unterschiedlicher Kombination überprüft: Variante A beinhaltet folgende Sortierung:

1. Anzahl Unfälle gleichen Typs,
2. Anteil Unfälle gleichen Typs,
3. Anteil Unfälle mit gleicher Konstellation der Verkehrsbeteiligung.

An erster Stelle erfolgt die absteigende Sortierung der UHS nach der Anzahl gleichartiger Unfälle

Katalog    Unfallauffällige Bereiche    Administration

← Unfallauffällige Bereiche

**Rangfolge Unfallhäufungen**    Zeitraum: 01.01.2010 - 31.12.2012

Ortslage: **Außerorts (einbahnig) ✕**

Art der Unfallhäufung: Unfallhäufungsstelle schwer

**Rangfolge bilden**

1 - 10 von 10 Unfallhäufungen    1    10 ▾

Name	M UKO				Potential			Aktionen
	Rang	U(SP) [U/3a]	U(LV) [U/3a]	U <sub>gTyp</sub> (P,S) [U/a]	Rang	U <sub>gTyp</sub> (P,S) [U/3a]	U <sub>gTyp</sub> (P,S)/U(P,S) [%]	
BZ_01_NK 4852073_S106/K7275 (KP Bautzen-Salzenforst)	1	5	3	3	2	8	100.00	→ ✎ ✕
ERZ_04_NK 5242085_BAB A72 AS Stollberg-West/B169 RiFa Chemnitz	2	4	13	1	1	10	58.82	→ ✎ ✕
BZ_03_NK 4751020 St. 0,200-St. 0,250_S101 (Burkau-KLeinh?)	3	4	2	2	4	6	100.00	→ ✎ ✕

**Bild 19:** Beispiel für die Rangfolgebildung für nach den Verfahren M UKo oder Potenzial (Homogenität)

(Unfalltyp). An zweiter Stelle erfolgt die weitere Sortierung nach dem Anteil des am häufigsten auftretenden Unfalltyps am gesamten Unfallgeschehen. Diese Schritte gewährleisten, dass zum einen UH mit einer hohen Anzahl an Unfällen und zum anderen UHS mit strukturellen Gleichartigen an Priorität gewinnen.

Weiterhin gibt die Art der Verkehrsbeteiligung Aufschluss über eine differenzierte Konfliktsituation. Es gilt die Annahme, dass eine Homogenität bei der Art der Verkehrsbeteiligung i. d. R. auf konkrete Defizite hinweist. Die dritte Stufe der Sortierung ist praktisch nicht mehr von Relevanz.

Gilt bspw., dass Unfälle eines Unfalltyps fast ausschließlich die gleiche Konstellation in der Art der Verkehrsbeteiligung aufweisen (z. B. Pkw/Pkw), so ist die Wahrscheinlichkeit eines besser einzuschränkenden zugrunde liegenden Defizits höher, als wenn dem Unfalltyp verschiedene Konstellationen der Verkehrsbeteiligung zugeordnet sind. Letzteres lässt auf eine Mehrzahl vorhandener Defizite schließen. Diese Annahme gilt für große Kollektive, und es ist bekannt, dass in Einzelfällen auch andere Randbedingungen vorliegen können.

Eine primäre Ordnung der Unfallhäufung nach Unfallanzahl und nach Anteil der Gleichartigkeit

an zweiter Stelle (Variante B) hätte zur Folge, dass überwiegend UHS mit einer allgemein hohen Unfallanzahl an Priorität gewinnen, die Homogenität aber in den Hintergrund rückt.

Eine absteigende Rangfolgebildung nach prozentualer Häufigkeit des maßgebenden Unfalltyps an erster Stelle und im Anschluss nach Gesamtunfallanzahl (Variante C) hat zur Folge, dass solche UH in der Rangfolge an Priorität gewinnen, die zwar ein sehr homogenes Unfallgeschehen, aber auch häufig auch eine geringe Unfallzahl aufweisen. UH, welche gerade den Grenzwert erreichen, erhalten dadurch einen unverhältnismäßig hohen Rang.

Für 142 UHS der Kategorie Schwer (3-Jk U(P)) und 63 UHS der Kategorie Leicht (1-Jk) liegen die Rangfolgen für die drei beschriebenen Varianten vor. Den Vergleich der Rangkorrelationskoeffizienten zwischen den Varianten und der Rangfolge nach M UKo (FGSV 2012) zeigt Tabelle 9.

Variante A korreliert für beide UHS-Arten auf hohem Niveau mit der Rangfolgebildung nach M UKo. Variante B weist einen noch höheren Korrelationskoeffizienten – insbesondere bei UHS-schwer auf. Dies ist auf die fast identische Sortierung zurückzuführen. Ein wesentlicher Unterschied zur Rangfolge nach M UKo liegt für eine Sortierung nach

UHS-leicht $r_s$ [-]				
	M UKo	A	B	C
M UKo	-	0,74	0,86	-0,39
A		-	0,34	0,28
B			-	-0,74
C				-
UHS-schwer $r_s$ [-]				
	M UKo	A	B	C
M UKo	-	0,76	0,99	0,56
A		-	0,76	0,92
B			-	0,56
C				-

Tab. 9: Rangfolgenvergleich mit Rangkorrelationskoeffizienten

Variante C vor. Während für UHS-leicht zwischen Variante A und den beiden anderen Varianten nur ein geringer Zusammenhang besteht, weist der Vergleich für UHS-schwer eine höhere Korrelation auf. Dies liegt an der Verteilung und Anzahl der Unfalltypen in den Kollektiven. Zwar sind UHS-leicht wesentlich prägnanter durch einen maßgebenden Unfalltyp – im Mittel 74 % Anteil – gegenüber der UH-Art Schwer – im Mittel 57 % Anteil – geprägt, jedoch weisen UHS-schwer eine höhere Homogenität zwischen Unfallanzahlen und Unfallanteilen auf.

Tabelle 10 zeigt beispielhaft die Darstellung von Rangfolgen für die betrachteten Varianten im Kollektiv UHS-leicht. Die Varianten B und C werden wegen der Einschränkungen bezüglich der Priorisierung von UH nicht weiter verfolgt.

Die Rangfolgebildung für UHL folgt im M UKo (FGSV 2012) dem Kriterium der Unfalldichte –  $UD_{(SP)}$  für Landstraßen und  $UD_{(P, Typ 4)}$  innerorts. Das Kriterium gewährleistet die Vergleichbarkeit von Abschnitten unterschiedlicher Länge. Abschnitte mit einer hohen Unfalldichte gewinnen an Priorität. Bei der webbasierten Umsetzung einer Rangfolgebildung für UHL nach dem Potenzial (Homogenität) erfolgt eine Modifikation. Die Sortierung der UHL nach Dichte des am häufigsten auftretenden Unfalltyps für U(P) als ersten Schritt, räumt UHL mit hoher Unfalldichte und homogenen Unfallgeschehen eine höhere Priorität ein. Liegen UHL mit identischer Dichte vor, folgt in einem zweiten Schritt eine differenzierte Rangfolgebildung nach dem Anteil des am häufigsten auftretenden Unfalltyps am gesamten betrachteten Unfallgeschehen. Dieser

UH	Kenngrößen			Rangfolge Variante		
	Anzahl alle U [-]	Anzahl U Häufigster Typ (Gleichartigkeit) [-]	Anteil U Häufigster Typ (Gleichartigkeit) [%]	A	B	C
A	16	14	88	1	3	13
B	15	11	73	2	5	33
C	11	9	82	3	14	26
D	13	9	69	4	8	40
E	11	8	73	5	15	34
F	11	8	73	6	16	35
G	12	8	67	7	11	41
H	13	8	62	8	9	49
I	18	8	44	9	2	58
J	8	7	88	10	28	14

Tab. 10: Beispiel der zielorientierten Rangfolgebildung für Varianten A bis C

Zusammenhang gilt auch für Rangfolgen von UH nach ESAB und MVMOT. Für letztere Kategorie von UH-Arten existiert bisher keine gängige Regelung zur Bildung von Rangfolgen (FGSV 2007). Da die Kriterien zum Auffinden auffälliger Bereiche sowohl punkt- als auch linienbezogene UH definieren, wird im Rahmen der Vereinheitlichung auf eine linienbezogene Rangfolge zurückgegriffen.

Diese Art der Sortierung stellt Konformität mit der Rangfolgebildung für UHS her und berücksichtigt die Eigenschaften von UHL.

Unabhängig von der Art der UH liegt im Programm für alle UHL eine Analyse der Unfalldichte der  $3-JK_{U(P)}$  zugrunde.

Das M UKo (FGSV 2012) sieht weiterhin die Möglichkeit der Rangfolgebildung nach Unfallkosten vor. Dies erlaubt die Berücksichtigung der Unfallschwere und stellt somit einen Bezug zur volkswirtschaftlichen Betrachtung dar. Der Zuständigkeitsbereich von UKo beinhaltet jedoch häufig Bereiche sowohl innerhalb als auch außerhalb von Ortschaften. Somit unterliegt das Unfallgeschehen einer differenzierten Bewertung mit unterschiedlichen Unfallkostensätzen, die zu einer Verzerrung in der Rangfolgebildung nach Unfallkosten führt (FGSV 2012). Deshalb wird auf eine Rangfolgebildung nach Unfallkosten verzichtet.

### 4.2.3 Festlegung der Örtlichkeit

Unabhängig von der Bildung einer Rangfolge besteht jederzeit die Option, jede einzelne UH näher zu analysieren und Maßnahmen abzuleiten. Aufgrund der unterschiedlichen Datenqualität sind möglicherweise nicht alle Daten vorhanden oder fehlerhaft. Insbesondere die Kategorisierung der UH bezüglich Ortslage, Straßenkategorie, Art des Netzelements und weitere Besonderheiten ist zu prüfen bzw. neu festzulegen. Besonderheiten umfassen spezielle Charakteristika des Umfelds, Straßennetzes bzw. der Verkehrstechnik. Diese Festlegungen orientieren sich am Merkblatt „Auswertung von Straßenverkehrsunfällen, Teil 2“ (FGSV 2002). Die Festlegung der Örtlichkeit ist zwingende Voraussetzung für eine nähere Analyse der UH. Zur Berücksichtigung weiterer Regelwerke wie MVMOT (FGSV 2007) und ESAB (2005) und wegen programminterner Routinen sind Modifikationen erforderlich.

Die Felddeklaration bei der Festlegung der Örtlichkeit zeigt Tabelle 11.

Die Auswahlmöglichkeiten je Kategorie sind beliebig erweiterbar. Die Ortslage entspricht mit Ausnahme der Differenzierung der außerörtlichen UH nach Bahnigkeit der Gliederung nach FGSV (2012). Die Ursache liegt in der Differenzierung der TKS nach diesem Merkmal. Maßgebend für die Bahnigkeit ist die Querschnittsgestaltung der übergeordneten Straße. Die Bahnigkeit beschreibt das Vorhandensein oder die Abstinenz einer baulichen Mitteltrennung.

Die Kategorie Straßencharakteristik beinhaltet neben der Zuordnung nach Straßenelement auch die Sonderfälle Unfallhäufungslinie (UHL), Motor-

radstrecke und Baumunfälle. UH mit diesen Eigenschaften stellen eine Besonderheit für die Ableitung von Maßnahmen dar. In den ESAB (FGSV 2005) oder den MVMOT (FGSV 2007) definierte UH weisen spezielle Charakteristiken – motorisierte Zweiradfahrer bzw. Unfälle mit Aufprall auf Bäume – und dementsprechende abzuleitende Maßnahmen auf.

Die Kategorien „Motorradstrecke“ und „Baumunfälle“ stellen weiterhin dahingehend eine Besonderheit dar, dass UH, welche in ihrer Art bisher nach dem M UKo (FGSV 2012) definiert sind, ggfs. dieser Ausprägung bei der „Straßencharakteristik“ zugeordnet werden können. Als Beispiel dient eine UH der Art „schwer“ nach M UKo an einem außerörtlichen durch Verkehrszeichen geregelten Knotenpunkt, bei dem der überwiegende Anteil der Unfälle die Beteiligungsart motorisiertes Zweirad aufweist.

Unabhängig davon, ob dieser Knotenpunkt auch nach den Kriterien des MVMOT auffällig wäre, lässt sich durch die Kategorisierung dieser UH als „Motorradstrecke“ in der Kategorie „Straßencharakteristik“ eine spezifische Unfallanalyse mit dem Fokus auf motorisierte Zweiräder durchführen. Die Kategorie enthält für verschiedene Netzelemente (Knoten, Strecke) TKS, soweit separate Maßnahmen für die Konfliktsituationen bekannt sind. Somit gelingt ein Lückenschluss zwischen einer standardisierten UH-Betrachtung nach M UKo (FGSV 2012) und Sonderauswertungen nach ESAB (FGSV 2005) bzw. MVMOT (FGSV 2007), welche besondere Anforderungen an die Maßnahmenfindung bei entsprechender Unfallcharakteristik stellen.

Die Deklaration von „Besonderheiten“ folgt im Wesentlichen der Definition zur Beschreibung von Besonderheiten der Unfallstelle nach DESTATIS

1. Kategorie Ortslage	2. Kategorie Straßencharakteristik	3. Kategorie Besonderheiten
1) Innerorts	1) Freie Strecke	1) Fußgängerüberweg
2) Außerorts (einbahnig)	2) Ein-/Ausfädelbereich (teil-)planfreier Knotenpunkt	2) Haltestelle
3) Außerorts (zweibahnig)	3) Knotenpunkt mit LSA	3) Verkehrsberuhigter Bereich
4) BAB	4) Knotenpunkt ohne LSA	4) Bahnübergang
	5) Kreisverkehr	5) Abknickende Vorfahrt
	6) Unfallhäufungslinie	6) Verkehrsinsel
	7) Motorradstrecke	7) Dreiecksinsel
	8) Baumunfälle	8) Kreuzende Wege
	9) rechts-vor-links Knotenpunkt	

Tab. 11: Festlegung der Örtlichkeit, Felddeklaration

**Bild 20:** Beispiel der Bearbeitung einer UH, Festlegung der Örtlichkeit und weiterer Kriterien

(2013) und ist um das Element Dreiecksinsel ergänzt (Bild 20).

Nach der Definition der Örtlichkeit stehen für entsprechende UH weitere Programmteile zur Verfügung, die an die Arbeitsschritte und Hilfsmittel nach M UKo (FGSV 2012) angelehnt sind. Die vier Teile sind:

- **Unfälle**  
Darstellung der (aggregierten) Unfallliste mit Einzelmerkmalen. Dies entspricht der Bewertung von Unfalllisten nach M UKo (FGSV 2012).
- **Analyse**  
Aggregation des Unfallgeschehens auf der Ebene maßgebender Unfalltypen. Es besteht die Möglichkeit der Zuordnung von TKS sowie der Maßnahmenauswahl.
- **Prüfung von Maßnahmen**  
Zusammenstellung und Bewertung der Maßnahmen anhand von NKV und Beschluss. Dieser Bestandteil entspricht explizit der Maßnahmenprüfung und Abwägung.
- **Umsetzungskontrolle**  
Umfasst die zeitliche Begleitung und Dokumentation der Arbeit zu einer UH. Wesentliche Bestandteile sind die Fixierung der Umsetzung von Maßnahmen und die Wirksamkeitsprüfung anhand eines NKV.

Die aufgeführten Teile werden im Rahmen der weiterführenden Erläuterungen aufgegriffen und näher beschrieben.

#### 4.2.4 Allgemeine Unfallanalyse

Liegen für die zu bearbeitende UH die Örtlichkeit, die Art der UH und der Betrachtungszeitraum vor, ist die Anwendung des Verfahrens zur Ableitung von konkreten Maßnahmen möglich.

Die Unfallanalyse ist am Vorgehen nach M UKo (FGSV 2012) orientiert und umfasst die Darstellung der Einzelunfälle nach dem Betrachtungszeitraum in Unfalllisten. Mithilfe der Unfalllisten können Gleichartigkeiten im Unfallgeschehen identifiziert und bei der weiteren Bearbeitung berücksichtigt werden.

Die Unfalllisten unterscheiden das Unfallgeschehen entsprechend der 1-JK und der 3-JK<sub>U(P)</sub>. Dies gilt auch für Sonderauswertungen nach den ESAB (FGSV 2005) oder MVMOT (FGSV 2007), für deren UH-Identifikation anstelle der 3-JK<sub>U(P)</sub> auch längerfristige Zeiträume zugrunde liegen können. Zur Ableitung des Nutzen-Kosten-Vergleichs in der Vorbeurteilung werden – mit Ausnahme der „UHS-leicht IO“ – die 3-JK<sub>U(P)</sub> und die 1-JK<sub>U(S)</sub> herangezogen. Die Vorgehensweise weicht vom Verfahren nach M UKo (FGSV 2012) dahingehend ab, dass nach Regelwerk nach Möglichkeit das gesamte Unfallgeschehen über einen Mehrjahreszeitraum zur Wirkungsanalyse herangezogen werden soll. Die Festlegung von Maßnahmen erfolgt auf Basis der Unfalldiagramme, i. d. R. 1-JK und 3-JK<sub>U(P)</sub>. Das Unfalldiagramm dient als Grundlage der Zuordnung von Unfällen zu einer Konfliktsituation und damit zur Berechnung der Maßnahmenwirkung – insbe-

sondere bei Maßnahmen mit lokalem Wirkungsumfang. Eine Bewertung von Unfällen, deren genaue geografische Zuordnung (z. B. der Fahrtrichtungen von Unfallbeteiligten) nicht vorliegt, ist nicht ohne Weiteres möglich. Als Begründung gilt, dass die gewählte Methodik einen Kompromiss zwischen der Betrachtung und Anfertigung von Unfalldiagrammen und der möglichst genauen Bewertung des Unfallgeschehens über einen langjährigen Zeitraum darstellt. Es ist zu beachten, dass die Analyse der 1-JK für U(S) stärker einem Auswahlfehler unterliegt („regression to the mean“). Da jedoch die Unfallkosten wesentlich durch Unfälle mit Personenschaden geprägt sind, wird diese Einschränkung als akzeptabel angesehen.

Die aufbereitete Unfallliste – Programmteil Unfälle – enthält neben aggregierten Informationen zu Häufigkeiten von Unfallkenngrößen auch Aussagen zur Anzahl und Häufigkeit der Beteiligungsarten sowie zu der Verteilung der Unfallumstände. Die genaue Felddeklaration der Unfallliste ist Anhang 4, die programm-basierte Darstellung dem Anhang 7 zu entnehmen. Die Ausprägung der Unfallumstände wird ermittelt und den Erwartungswerten aus der bundesdeutschen Statistik gegenübergestellt (Anhang 4). Für strukturelle Gleichartigkeiten wie Unfallumstände ist bekannt, dass die Überschreitung von bekannten Durchschnittswerten u. U. auf besondere Defizite der Verkehrsanlage hinweisen kann. Diese Kenntnis erlaubt eine weitere Eingrenzung unfallbegünstigender Faktoren, welche auch aus den Umfeldbedingungen der Verkehrsanlage resultieren können. Eine maßgebende Überschreitung des Erwartungswertes wird durch Einfärbung der entsprechenden Felder sowie durch das Aufblenden des zugehörigen deutschen Mittelwerts mithilfe eines Mouse-Over-Effekts angezeigt.

Im Bereich der Unfallanalyse wird dem Nutzer optional der Upload der als digitale Grafik vorliegenden Unfalldiagramme angeboten. Diese sind auf Wunsch über ein separates Fenster jederzeit darstellbar.

#### **4.2.5 Unfallanalyse auf Basis von typisierten Konfliktsituationen TKS**

##### **Allgemein**

Wesentlicher Anhaltspunkt für die Maßnahmenfindung nach FGSV (2002) ist die Berücksichtigung der hauptsächlich auftretenden Unfalltypen. Neben

der Identifikation der UH in der Örtlichkeit stellen diese den unmittelbaren Bezug zur Ableitung geeigneter Maßnahmen dar. Für die meisten der bei UH auftretenden Unfalltypen liegt eine Zuordnung entsprechender Maßnahmen vor. Meist ist eine UH von mehr als einem Unfalltyp geprägt. Demzufolge lässt sich die Maßnahmenfindung für eine UH anhand des Auftretens und Häufigkeit verschiedener maßgebender Unfalltypen in mehrere Konfliktsituationen bzw. Maßnahmenpakete zerlegen.

Das Prinzip des Systembaukastens nach FGSV (2002) erlaubt eine systematische Abarbeitung auffälliger Konfliktsituationen. Programmseitig wird eine Bereitstellung der Bausteine durch die Gruppierung des Unfallgeschehens nach Unfalltypen erreicht. Eine ausreichende Unfallanzahl ist Voraussetzung für eine Gruppierung. Deshalb ist die Angabe eines Grenzwertes erforderlich. Dahinter steht die Erkenntnis, dass sehr kleine Unfallzahlen bestimmter Konfliktsituationen innerhalb einer UH zufällige Ereignisse darstellen (KÖRNER et al. 2008). Es ist zu vermuten, dass bei UH mit homogenen Eigenschaften des Unfallgeschehens gewählte Maßnahmen gegenüber UH mit einem heterogenen Unfallgeschehen eine höhere Wirksamkeit erzielen. Diesbezüglich ist die Umsetzung einer Maßnahme bei sehr wenigen Unfällen nur noch mit einem geringen Nutzen verbunden. KÖRNER et al. (2008) geben in ihrer Untersuchung zur Stabilität einen Grenzwert von 3 Unfällen (1 JK sowie 3 JK<sub>U(P)</sub>) als minimalen Wert für die Identifikation von UH an. In der Analyse des Unfallgeschehens werden Unfalltypen als maßgebend angesehen, wenn mindestens drei Unfälle des Betrachtungszeitraums dem gleichen Typ entsprechen. Ausgehend von einer Mindestanzahl von fünf Unfällen zur Festlegung einer UHS-leicht oder UHS-schwer innerorts bzw. acht Unfällen für UHS-schwer außerorts (bei ausschließlich U(LV)) wird gewährleistet, dass mindestens zwei Drittel aller Unfälle einem Typ zugehörig sind.

In einer ersten Differenzierungsebene werden vonseiten des Programms diejenigen Unfalltypen aufgeführt, die das Kriterium der Mindestanzahl erfüllen. Darüber hinaus ist eine Auflistung und Bearbeitung aller in der UH vorkommenden Unfalltypen durch den Nutzer möglich (Bild 21).

Die zweite Differenzierungsebene umfasst die Arbeit innerhalb eines maßgebenden Unfalltyps. Bestandteile sind die Auswahl geeigneter TKS anhand der dem Programm bekannten Informationen

zur Unfallstruktur sowie die finale TKS-Zuordnung durch den Nutzer.

TKS erlauben eine Einschränkung potenzieller Maßnahmen hinsichtlich des Unfallgeschehens (Unfalltyp) und der bereits festgelegten Kriterien zu Art, Ortslage und Straßencharakteristik der UH (vgl. Kapitel 4.2.3). Sie stellen für den Nutzer Auswahlhilfen und damit das Bindeglied zwischen der Unfallstruktur und geeigneten Maßnahmen dar. Diese Verknüpfung erfolgt aufseiten der Programmstruktur auf mehreren Ebenen. Dabei stehen dem Nutzer für ausgewählte maßgebende Unfalltypen verschiedene – anhand der Unfallstruktur selektierte – TKS in der Eignung absteigend zur Auswahl. Der Grad der Eignung einer TKS wird dabei an die Anzahl an Übereinstimmung der entsprechenden Unfallsituation mit den Merkmalen der TKS gekoppelt. Eine separate Datenbank beinhaltet alle typisierten Konflikte.

#### Art der Aufbereitung

Die allgemeine Klassifizierung der TKS erfolgt in vier Hierarchien. Diese sind:

- Ortslage,
- Straßencharakteristik,
- Unfalltyp (1. Stelle),
- Unfalltyp (2. und 3. Stelle).

Damit enthalten sie sinnbildlich die Informationen, die sich auch in der Darstellung des Maßnahmenkatalogs (FGSV 2002) wiederfinden. Die Elemente der Ortslage und Straßencharakteristik sind analog denen der Festlegung der Örtlichkeit. Die Gliederung des Unfalltyps leitet sich zum einen aus der Differenzierung des Unfallgeschehens nach dem einstelligen Unfalltyp (FGSV 2002), zum anderen – soweit vorhanden, da nicht flächendeckend verwendet – aus dem dreistelligen Unfalltyp ab. Der dreistellige Unfalltyp erlaubt zusätzlich eine exaktere Darstellung der Bewegungsrichtung der Unfallbeteiligten unter Berücksichtigung der Straßencharakteristik (Radweg, Bahnübergang u. w.). Mitunter sind einer TKS konkrete Konfliktsituationen mit dreistelligem Unfalltyp zuordenbar, in anderen Fällen funktioniert die Zuweisung nur eingeschränkt.

Demgemäß unterliegen die Maßnahmenwirkungen u. U. Einschränkungen. Um eine exakte Zuweisung der TKS auf die Unfalltypen/Konfliktsituation zu ge-

Stelle des Unfalltyps Bezeichnung)			Beschreibung
1.	2.	3.	
3	X	X	- Wirkung auf Unfälle des Typs 3, weitere Differenzierung liegt nicht vor
3	0	X	- Wirkung auf Unfälle des Typs 3 mit Bevorrechtigtem von links, weitere Differenzierung liegt nicht vor
3	0	1	- Wirkung auf Unfälle des Typs 3 mit Bevorrechtigtem von links, Wartepflichtiger will kreuzen

Tab. 12: Beispiel programmseitige Verschlüsselung und Definition dreistelliger Unfalltyp bei TKS ( FGSV 2012)

währleisten, erfolgt folgende an einem Beispiel dargestellte programminterne dreistellige Verschlüsselung der Konfliktsituation (Tabelle 12): Die erste Stelle ist zwangsläufig immer vergeben und definiert den maßgebenden Unfalltyp. Je differenzierter sich die Wirkung des TKS beschreiben lässt, desto mehr Stellen sind mit Zahlen besetzt. Sind alle drei Stellen eines TKS besetzt, ist dieser eine Konfliktsituation nach dreistelligem Unfalltyp zugeordnet. Das „X“ als Kennzeichnung implementiert, dass alle möglichen Varianten dieser Ebene – 0 bis 9 – infrage kommen, da eine feingliedrigere Unterteilung entweder nicht möglich oder nicht notwendig ist (FGSV 2003).

Der Schlüssel stellt lediglich die (nicht sichtbare) programminterne Codierung der TKS dar. Das Kriterium „Beschreibung“ umfasst für den Nutzer sichtbare Informationen zur TKS, die derzeit nach „Auswertung von Straßenverkehrsunfällen, Teil 2“ (FGSV 2002) in der Darstellung der Konfliktsituation verbal beschrieben sind. Diesem Bereich ist auch die grafische Aufbereitung der TKS (Bildinformation) zugewiesen. Die Möglichkeit einer programminternen gesonderten Zuweisung eines TKS zu diversen Beteiligungsarten erlaubt die Berücksichtigung differenzierter Konfliktsituationen. Gleiches gilt für die Gruppen „Unfallkenngrößen“ und „Umstände/Besonderheiten“.

Darüber hinaus beinhaltet die TKS-Datenbank weitere Kenngrößen und Variablendeklarationen, die eine feingliedrige Rangfolge auf Basis der Unfallanalyse erlauben (Tabelle 13).



**Bild 21:** Beispiel angebotene maßgebende Unfalltypen für eine UH im Teil „Analyse“

Gruppe	Name	Bemerkung
Schlüssel	Ortslage	Kriterien analog 1. Kategorie nach Tabelle 11
	Straßencharakteristik	Kriterien analog 2. Kategorie nach Tabelle 11
	Unfalltyp 1. Stelle	Maßgebender Unfalltyp
	Unfalltyp 2. & 3. Stelle	Differenzierung Unfalltyp (soweit vorhanden)
Beschreibung	Konfliktname	verbale Bezeichnung Unfalltyp
	Konflikt	Beschreibung der maßgebenden Konfliktsituation (Bewegungsrichtung)
	Prüfung	Beschreibung der in der Örtlichkeit zu prüfenden Merkmale
Umstände/ Besonderheiten	Unfallstunde	Differenzierung nach Notwendigkeit
	Wochentag	Differenzierung nach Notwendigkeit
	Monat	Differenzierung nach Notwendigkeit
	Signalisierung	Angabe ob Signalanlage in Betrieb (bei UH mit LSA)
	Art des Aufpralls	Differenzierung nach Notwendigkeit
	Besonderheiten 1	Besonderheiten der Unfallstelle analog 4. Kategorie nach Tabelle 11
Besonderheiten 2	Besonderheiten der Unfallstelle analog 4. Kategorie nach Tabelle 11	
Beteiligung	Beteiligungsart 1	Differenzierung nach Notwendigkeit
	Beteiligungsart 2	Differenzierung nach Notwendigkeit
Unfallmerkmale	Unfallkategorie	Differenzierung nach Notwendigkeit h
	Unfallart	Differenzierung nach Notwendigkeit
	Unfallursache	Differenzierung nach Notwendigkeit
Bildinformation	Grafik	Grafische Darstellung des TKS für Katalog
Maßnahmen	zugeordnete Maßnahmen	Verknüpfung zu Maßnahmen

**Tab. 13:** Kenngrößen in TKS-Datenbank (Felddeklaration)

**Verknüpfung zur UH**

Die Reduzierung der infrage kommenden TKS für eine UH anhand der Prüfung von Art und Straßencharakteristik in der ersten Ebene wird als „äußere Eingrenzung“ bezeichnet (Bild 22). Dadurch werden dem Nutzer nur TKS – und darauffolgende Maßnahmen – angeboten, die aufgrund der Örtlichkeit für die betrachtete UH in Frage kommen. Die äußere Eingrenzung steht noch in keinem Zusammenhang zum Unfallgeschehen. Eine Einschränkung in Frage kommender TKS auf Basis der Besonderheiten der Unfallstelle ist programmseitig bereits im Hintergrund vorgehalten, aber noch nicht maßgebend in Erscheinung getreten.

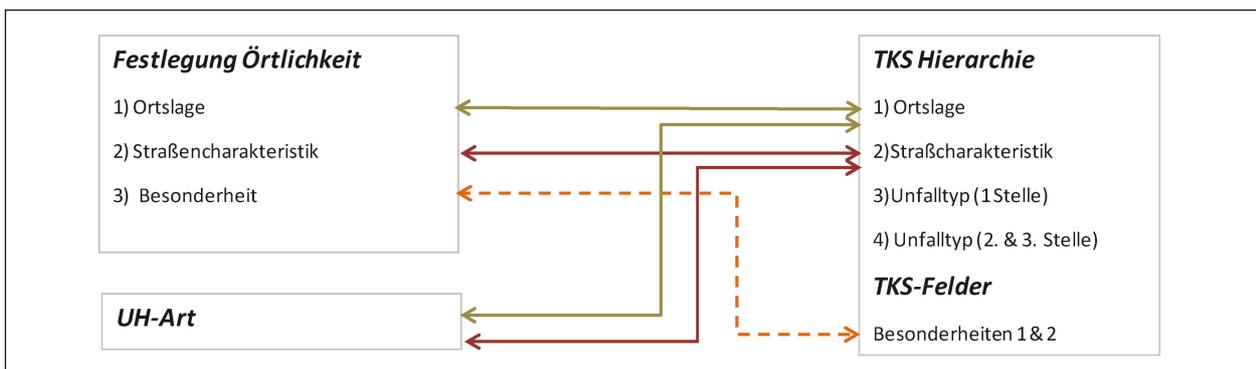
Die differenzierte Betrachtung des Unfallgeschehens – ausreichende Unfallanzahlen vorausgesetzt – ist die zentrale Information für den webbasierten Maßnahmenkatalog. Deshalb müssen die Unfalldaten für die Analyse in einem nicht aggregierten Zustand vorliegen. Für die Analyse wird i. d. R. auf die Einzelunfalldaten der 1 JK und der 3 JK<sub>U(P)</sub> zurückgegriffen.

Die Auswahl geeigneter Maßnahmen erfordert vorweg die Zuordnung von TKS zu den Merkmalen des Unfallgeschehens. Das Unfalldiagramm lässt Rückschlüsse auf die Fahrtrichtungen und Lage der einzelnen Konfliktsituationen, ferner auf die Anzahl von Unfällen mit gleichem Muster zu. Die Unfallstruktur allein liefert zwar eine Basis für den Nutzen-Kosten-Vergleich verschiedener Maßnahmen, jedoch erst die gezielte Zuordnung des Unfallgeschehens zu Konfliktsituationen bezüglich Unfallanzahl und -schwere erlaubt eine monetäre Bewertung und somit eine spezifische Wirksamkeitsanalyse von Maßnahmen. Daher sind im Prozess der Maßnahmenfindung die analoge und/oder digitale Verwendung der/des Unfalldiagramme(s) erforderlich. Auf dieser Basis erfolgt die finale Priorisierung

und Auswahl geeigneter TKS. Im Programmteil der Unfallanalyse einer UH ist der Upload des Unfalldiagramms möglich. Auf Wunsch ist das Öffnen des Unfalldiagramms in einem separaten Fenster möglich. Das Programm stellt auf Basis der Unfallanalyse eine Rangfolge für die in Frage kommenden TKS einer UH dar – entspricht dem Programmteil „Analyse“. Dem liegt eine Prüfung verschiedener aggregierter Unfallmerkmale zugrunde. In diesem Zusammenhang wird in einer zweiten Ebene von der „inneren Eingrenzung“ – auf das Unfallgeschehen bezogen – gesprochen (Bild 23). Gestrichelte Linien stellen in dieser Bild programmseitig vorgehaltene aber nicht aktive Verknüpfungen für mögliche Rangfolgebildung der TKS nach verschiedenen Aspekten dar. Derzeit erfolgt eine hierarchische Sortierung nach den Kriterien dreistelliger Unfalltyp und folgend nach Beteiligungsart(-konstellation). Die Beteiligungskonstellation entspricht den Beteiligungsarten der ersten beiden Hauptbeteiligten (nach Ordnungsnummer).

Prinzipiell erfolgt die Darstellung aller potenzieller TKS eines Unfalltyps in einer Rangfolge (Bild 24). Liegt das Unfallgeschehen in der Codierung des dreistelligen Unfalltyps vor, erlaubt die typbezogene hierarchische Klassifizierung der TKS eine eindeutige Rangfolge. Kriterium bildet die Häufigkeit des auftretenden dreistelligen Unfalltyps. Dabei finden manche zusätzlichen Aspekte wie bspw. die Beteiligungsart der Unfallgegner über die Codierung des dreistelligen Typs bereits Berücksichtigung.

Die Sortierung der TKS nach dreistelligem Unfalltyp stellt die erste hierarchische Stufe der TKS-Rangfolgebildung dar. Häufig aber liegt der Unfalltyp nur einstellig vor, was eine klare Zuordnung der TKS erschwert. Diesbezüglich bildet das Programm eine Rangfolge der in Frage kommenden TKS nach Übereinstimmungen der Beteiligungsart(-konstellation). Beispielsweise lassen sich Konfliktsituationen



**Bild 22:** „Äußere Eingrenzung“ der TKS auf Basis Festlegung Örtlichkeit und UH-Art

zwischen nach rechts abbiegenden Kfz und parallel laufenden Fußgänger neben dem dreistelligen Unfalltyp auch über die Beteiligungskonstellation (motorisierte Verkehrsteilnehmer vs. Fußgänger) annäherungsweise abbilden. Dieses Vorgehen gibt dem Nutzer eine Vororientierung zur Hilfe bei der weiteren Festlegung. Auch in diesem Fall dient die Häufigkeit als Sortierkriterium.

Bei der Bewertung des einstelligen Unfalltyps liegen Einschränkungen in der Zuweisung von

Beteiligungskonstellationen zu TKS vor. Ursache bildet die fehlende Angabe zur Bewegungsrichtung der Verkehrsteilnehmer. Dies hat zur Folge, dass eine Mehrfachnennung eines Unfalls in verschiedenen TKS erfolgen kann. Bspw. ist es für die Konstellation Kfz vs. Radfahrer nicht möglich eine Aussage zu treffen, ob der Unfall der Konstellation „linksabbiegender mit entgegenkommendem Radfahrer“ oder „Rechtsabbieger mit parallel fahrendem Radfahrer“ zuzuordnen ist. Die vom Nutzer zu treffende Auswahl geeigneter TKS

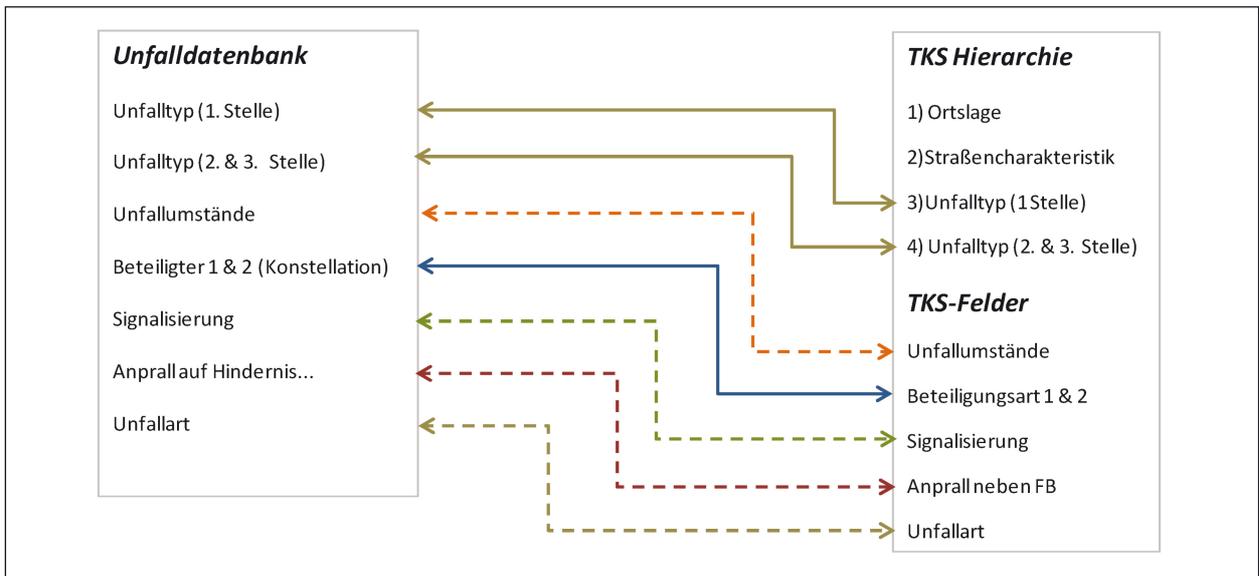


Bild 23: „Innere Eingrenzung“ der TKS auf Basis der Unfalldaten

**Nähe C-Stadt (Köngsweg / Bettlerstraße)**  
 UHS schwer · Außerorts (einbahnig) · Knotenpunkt ohne LSA

Unfälle | **Analyse** | Prüfung von Maßnahmen | Maßnahmenpakete

← zurück zum Gesamtgeschehen

**Gesamtgeschehen vs. Abbiege-Unfall (AB)** Zeitraum: 01.01.2010 - 31.12.2012

Gesamtgeschehen				Abbiege-Unfall (AB)		
Beschreibung	1 JK	3 JK U(P)	3 JK U(P) %	1 JK	3 JK U(P)	3 JK U(P) %
<b>Unfallumstände</b>						
Jahr	2	17	100	1	10	100
Monat	1	6	35	1	4	40
Wochentag	0	2	12	0	2	20
Uhrzeit	1	8	47	1	6	60
Lichtverhältnisse	2	7	41	1	3	30
Straßenzustand	2	7	41	1	3	30
<b>Unfallkenngrößen</b>						
Kategorie	3	3	76	2	3	60
Typ	LV	AB	59	AB	AB	100

**Mögliche Typisierte Konflikte**

- Linksabbiegender mit Gegenverkehr (10)
- Linksabbiegender mit Nachfolgenden oder Überholenden (\*)

Bild 24: Beispiel einer Rangfolge von TKS für Unfalltyp 6

stützt sich auf die Verwendung des Unfalldiagramms.

Zur Bewahrung der Übersichtlichkeit erfolgt lediglich die Betrachtung und Summierung der Beteiligungskonstellationen von TKS mit spezifischen Beteiligungssituationen (bspw. alle vs. nicht motorisiert). Auf mögliche Abweichungen wird im Programm hingewiesen.

Unabhängig vom Format des dreistelligen Unfalltyps sind die Nutzer bei der Auswahl geeigneter TKS dazu angehalten, ihre zugrunde liegende Situation unabhängig zu prüfen und anhand dieser eine passende Zuordnung der TKS zu treffen.

Auf dieser Basis kann eine Maßnahmenauswahl im Programmteil „Analyse“ erfolgen. Dieser Ansatz verwendet eine Differenzierung des Unfallgeschehens nach maßgebenden Konfliktkonstellationen und berücksichtigt die Beteiligungsart innerhalb der Konfliktsituationen.

Bei der Bearbeitung von UH ergeben sich somit im wesentlichen zwei Anwendungsfälle:

- Das Unfallgeschehen einer UH überschreitet für keinen Unfalltyp den Grenzwert für eine systematische Auffälligkeit. Demgemäß erfolgt eine Rangfolge der TKS nach der Häufigkeit der vertretenen Unfalltypen.
- Das Unfallgeschehen einer UH überschreitet für einen oder mehrere Unfalltyp(en) den Grenzwert für eine systematische Auffälligkeit. Der Nutzer erhält Informationen über den Anteil dieser Unfalltypen am gesamten Unfallgeschehen. Die Entscheidung über Priorität und Abfolge der Bearbeitung der Unfalltypen liegt beim Nutzer. Entscheidungshilfe bietet die Darstellung der Anteilswerte des Unfalltyps am gesamten Unfallgeschehen. Unabhängig von diesem automatischen Vorgehen ist die Auswahl von TKS, die nicht systematisch auffälligen Unfalltypen zugeordnet sind, manuell möglich.

UH mit hoher Unfallzahl weisen häufig eine Unterteilung der Konfliktsituationen eines Unfalltyps auf – bspw. Abbiegeunfälle zwischen Rechtsabbiegern und parallel laufenden Fußgängern sowie zwischen Linksabbiegern und Entgegenkommenden – welche eine Mehrfachauswahl an TKS eines Unfalltyps erfordert. Dementsprechend können verschiedene mögliche TKS einer UH zugeordnet werden.

## Verknüpfung zur Maßnahme

Ähnlich dem Heft „Auswertung von Straßenverkehrsunfällen, Teil 2“ (FGSV 2002) sind den Unfalltypen/TKS Maßnahmenvorschläge zugewiesen. Mit der Auswahl einer dem Unfallgeschehen entsprechenden TKS erhält der Nutzer die Möglichkeit, Maßnahmenvorschläge, die TKS zugeordnet sind, auf Eignung im konkreten Fall zu prüfen, zu bewerten, auszuwählen oder zu verwerfen.

## Deskriptive Statistik

Unter Berücksichtigung der in der Literatur (FGSV 2002; GERLACH et al. 2009; BSMdl 2011; MAIER et al. 2010, 2011) dokumentierten Erfahrungen wurden 80 TKS für die Datenbank erstellt (Tabelle 14). Wo es als sinnvoll und notwendig erachtet wurde, erfolgte eine Detaillierung der Konfliktsituation anhand des dreistelligen Unfalltyps.

Für den innerörtlichen Bereich liegen 45 TKS vor, wobei der überwiegende Teil den knotenpunktcharakteristischen Unfalltypen „Abbiegen (2)“ und „Einbiegen/Kreuzen (3)“ zugeordnet ist. In ähnlicher Weise, wenn auch in anderer Größenordnung, liegt die Verteilung der TKS nach Unfalltyp für einbahnige Landstraßen vor. In Einzelfällen ist zu prüfen, ob Maßnahmen, die TKS für einbahnige Landstraßen zugeordnet sind, auch für zweibahnige Landstraßen eine Option darstellen und somit weitere TKS anzulegen sind. Für BAB sind bisher nur fünf TKS bekannt bzw. relevant. Für den Unfalltyp 5 (Ruhender Verkehr) liegen keine TKS vor.

	IO	AO (einb.)	AO (zweib.)	BAB
<b>Gesamtanzahl TKS</b>	<b>45</b>	<b>24</b>	<b>6</b>	<b>5</b>
Typ 1	2	3	1	2
Typ 2	23	7	1	
Typ 3	11	6	1	1
Typ 4	6	1		
Typ 6	4	6	2	1
Typ 7		1	1	1

Tab. 14: Anzahl deklarerter TKS nach Ortslage und Unfalltyp

#### 4.2.6 Zusammenfassung

Die Unfalldatenbank enthält Informationen zu den Einzelunfällen, die über eine Abfrage zur Strukturanalyse herangezogen werden. Auf Basis der Festlegung der Örtlichkeit und der Definition der UH-Art können potenziell in Frage kommende TKS eingegrenzt werden. Aus der Kombination dieser Eingrenzung und der Struktur des Unfallgeschehens werden TKS – für systematisch auffällige Unfalltypen – in einer Rangfolge nach Gleichartigkeit und weiteren Merkmalen aufgeführt.

Die endgültige Zuordnung von TKS zur einer UH obliegt dem Nutzer, der unter Zuhilfenahme des Unfalldiagramms und mit den Kenntnissen zur Örtlichkeit die für seinen speziellen Fall zutreffende(n) TKS auswählt.

Es ist zu beachten, dass die Genauigkeit der TKS-Rangfolge stark von der Qualität der Unfalldaten abhängt. Das Fehlen eines dreistelligen Unfalltyps oder der Beteiligungsart führt zu Einschränkungen. Auf mögliche Abweichungen zwischen realen und programmseitig vorhandenen TKS aufgrund fehlender oder ungenügender Daten wird im Verlauf der Programmanwendung hingewiesen. Die Erstellung und Verwendung von Unfalldiagrammen zur exakten Bestimmung und Quantifizierung der Konfliktsituation(en) ist unumgänglich.

Die Analyse des Unfallgeschehens auf Basis der TKS entspricht und ersetzt das bisher manuelle Aufsuchen der zutreffenden Konfliktsituation nach dem Heft „Auswertung von Straßenverkehrsunfällen, Teil 2“ (FGSV 2002). Darüber hinaus wird das Prinzip des Systembaukastens – zielgerichtete Auswahl von Maßnahmen für jeden Unfalltyp – optimiert.

### 4.3 Maßnahmen

#### 4.3.1 Allgemein

Alle Maßnahmen des webbasierten Maßnahmenkatalogs werden in einer eigenständigen Datenbank „Maßnahmen“ abgelegt und mit den für sie jeweils zutreffenden TKS verknüpft. Für eine TKS stehen in der Regel mehrere Maßnahmen zur Auswahl. Ebenso kann eine Maßnahme mehreren TKS zugeordnet sein. Welche die geeignetste zur Verbesserung der Verkehrssicherheit im konkreten Einzelfall darstellt, bedarf einer individuellen Prüfung des Unfalldiagramms unter

Berücksichtigung der Erkenntnisse aus der Ortsbesichtigung. Daher ist eine Empfehlung oder Rangfolge geeigneter Maßnahmen innerhalb der TKS nicht angebracht, sie werden alphabetisch nach der Bezeichnung (Maßnahmenname) sortiert.

Nach FGSV (2002) ist für jede Konfliktsituation in der Regel die Prüfung mehrerer Kriterien notwendig, um eine geeignete Maßnahme auszuwählen. Bspw. können Auffahrunfälle beim Linksabbiegevorgang an lichtsignalgeregelten Knotenpunkten mit einer schlechten Erkennbarkeit des Signalgebers, mit hohen Annäherungsgeschwindigkeiten (ggf. in Verbindung mit Nässe und/oder schlechter Fahrbahngriffigkeit) oder aber mit dem Fehlen eines separaten Linksabbiegefahrstreifens in Zusammenhang stehen. Diese Informationen sind aus der Ortsbesichtigung zu gewinnen (FGSV 2012). Anhand des aktuellen Zustands der Örtlichkeit sind eine oder mehrere Maßnahme(n) bzgl. ihrer Eignung und Wirtschaftlichkeit vom Nutzer auszuwählen. Die jeder TKS zugeordneten Maßnahmenvorschläge stehen in Anlehnung an das Merkblatt „Auswertung von Straßenverkehrsunfällen, Teil 2“ (FGSV 2002) aufbereitet – um die Angaben der Maßnahmenwirkung sowie einer beispielhaften grafischen Darstellung der Vorher-Nachher-Situation erweitert – zur Verfügung.

Insgesamt wurden über 400 Maßnahmen erfasst. Tabelle 15 zeigt die Anzahl der Maßnahmen nach den ausgewerteten Quellen und nach Ortslage. Die größte Anzahl von Maßnahmen(-arten) (ca. 274 Stück) liegt für Landstraßen (AO) vor. Für innerörtliche Straßen stehen ca. 130 Maßnahmen in der Datenbank zur Auswahl. Die deutlich kleinere Maßnahmenanzahl für BAB ist aufgrund des geringen Potenzials verschiedener Konfliktsituationen nachvollziehbar. Aufgrund der Mehrfachnennung von Maßnahmen in den verschiedenen Literaturen reduziert sich der im Programm enthaltene Umfang auf 303.

Quelle	BAB	AO	IO
FGSV (2002)	13	101	69
GERLACH et al. (2009)		68	45
BSMdl (2011)		67	
TU Dresden, GDV u. a.		38	16

Tab. 15: Anzahl Maßnahmen(-arten) in der Datenbank nach Quelle und Ortslage

### 4.3.2 Aufbereitung

Die aus verschiedenen Literaturquellen stammenden Maßnahmenbeschreibungen sind vereinheitlicht und in einer Datenbank hinterlegt (Tabelle 16). Die Schlüsselvergabe erfolgt durch den Administrator programmintern. Es sind allgemein Informationen der Maßnahmenbeschreibung und – wenn vorhanden – eine grafische Aufbereitung der Vorher-Nachher-Situation sichtbar. Die Beschreibung von Defizit und Maßnahme orientiert sich an der Darstellung nach dem Merkblatt „Auswertung von Straßenverkehrsunfällen, Teil 2“ (FGSV 2002).

Lediglich im Nutzerbereich enthalten sind die Angaben zum Wirkungsgrad der Maßnahme bezüglich des jeweiligen TKS, die Gesamtkosten der Maßnahme sowie ein Interaktionsfeld zur Eingabe der Anzahl an Umsetzung je UH.

Die Analyse der Unfallumstände trägt dazu bei, relevante Maßnahmen zielgerichtet auszuwählen.

Für jeden Unfallumstand kann eine Wirkung der Maßnahme über die Fallunterscheidung: „vorhanden“/„neutral“ beschrieben werden. Da aber für den überwiegenden Teil der Maßnahmen keine direkte Zuordnung bzw. konkrete Wirkung auf Defizite, die durch begleitende Unfallumstände erklärt werden, bekannt ist, bleibt eine weiterführende Bewertung der Unfallumstände in der Erstumsetzung des Programms unberücksichtigt.

Die Festlegungen zu Validität und Kosten von Maßnahmen sind in Kapitel 3.5.3 bzw. 3.5.4 näher beschrieben. In aufgeführten Feldern der Datenbank werden die Stufe der Validität, die Gesamtkosten und die mittleren jährlichen Kosten der Maßnahme hinterlegt. Der im Feld „Maßnahmengruppe“ festgelegte Name stellt die Verbindung zur Darstellung und Berechnung der allgemeinen Maßnahmenwirkung nach einstelligen Unfalltypen her. Die TKS-spezifische Maßnahmenwirkung wird über das Feld „Wirkungsfaktor TKS“ angegeben.

Gruppe	Name	Bemerkung
Schlüssel	Maßnahmennummer	Interne Nummer
	Maßnahmen-Name	Interne Maßnahmen mit Bezug auf Örtlichkeit und Unfalltyp
Beschreibung	Defizitbeschreibung	Verbale Beschreibung des Defizits
	Maßnahmebeschreibung	Verbale Beschreibung der Maßnahme
Umstände	Unfallstunde	Differenzierung nach Notwendigkeit
	Wochentag	Differenzierung nach Notwendigkeit
	Monat	Differenzierung nach Notwendigkeit
	Lichtverhältnisse	Differenzierung nach Notwendigkeit
	Straßenzustand	Differenzierung nach Notwendigkeit
Bewertung	Kosten	Mittlere jährliche Kosten der Maßnahme
	Validität	3 Stufen der Validität (Häufigkeit der Umsetzung)
	Maßnahmetyp	Differenzierung in globale und lokale Maßnahme
	Maßnahmengruppe	Zuordnung der Maßnahme zur Gruppe mit ähnlicher Wirkung (Darstellung der zutreffenden Maßnahmenwirkung in Prozent)
	Wirkungsfaktor TKS	Wirkung nach TKS (wird bei Verknüpfung mit TKS angegeben)
Bildinformation	Vorher-Grafik	Grafische Darstellung Vorher-Situation
	Nachher-Grafik	Grafische Darstellung Nachher-Situation
Detail	Zuordnung TKS	Pfad zur Zuordnung TKS
	Verriegelung	Verriegelungsmatrix gegenüber anderen Maßnahmen

Tab. 16: Merkmale in der Maßnahmen-Datenbank

### 4.3.3 Eigenschaften

#### Grundlagen

Die Maßnahmenauswahl erfolgt durch den Nutzer auf Basis der bearbeiteten Analyseschritte. Dem Prinzip des Systembaukastens folgend, soll zielgerichtet für jeden Unfalltyp ein Maßnahmenangebot gefunden werden (FGSV 2002). Je nach Umfang und Ausprägung des Unfallgeschehens liegen mehrere auffällige Unfalltypen vor, die einer Bearbeitung bedürfen. Das Vorgehen nach dem Prinzip von TKS führt dann mit hoher Erfolgswahrscheinlichkeit zur zielgerichteten Auswahl geeigneter Maßnahmen.

Folgende Aspekte sind bei der Maßnahmenwahl zu berücksichtigen:

- Die Maßnahmen unterscheiden sich hinsichtlich ihres räumlichen Wirkungsumfangs und sind dahingehend zu differenzieren.
- Die Zusammenstellung von verschiedenen Maßnahmenvorschlägen kann eine Wirkungsüberlagerung auf das Unfallgeschehen einzelner TKS zur Folge haben. Um eine Fehlbewertung der Maßnahmenwirkung auszuschließen, werden diese durch das Programm über Abfragen aller Konstellationen erkannt.
- Die Auswahl geeigneter Maßnahmen stellt einen iterativen Prozess dar und schließt den Vergleich mehrerer Möglichkeiten mit ein. Häufig gründet sich die endgültige Festlegung eines Maßnahmenpakets auf der Überprüfung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses. Bei der Zusammenstellung von Maßnahmenpaketen wird berücksichtigt, dass verschiedene Maßnahmen nicht beliebig miteinander kombinierbar sind. Treten bspw. an einem durch LSA geregelten Knotenpunkt die Unfalltypen 2 und 3 als maßgebend auf, so sind beide unabhängig voneinander zu analysieren. Eine Reduzierung der Unfälle des Typs 3 durch die Maßnahmen „Veränderung der Maststandorte und Verbesserung der Erkennbarkeit der LSA“, schließt den Bau eines Kreisverkehrs als Maßnahme gegen Unfälle des Typs 2 aus. Deshalb erfolgt eine programmseitige Identifikation konträrer Maßnahmen, die dem Nutzer bei der Bearbeitung als Hinweis und Hilfestellung dient.

Der vierte Aspekt bewertet Maßnahmen bezüglich ihrer zeitlichen Umsetzbarkeit, welche nach den Kategorien:

- Sofortmaßnahme sowie
- mittel- und langfristige (endgültige) Maßnahme

unterschieden sind. Sofortmaßnahmen zeichnen sich durch eine schnelle Umsetzbarkeit aus und sind auch bei bereits bestehenden Umplanungen der UH umzusetzen. Mittel- und langfristige Maßnahmen bedürfen meist eines längeren Planungsprozesses und eines zeitlichen Vorlaufs aufgrund der Fragen nach der Finanzierung sowie ggf. Grunderwerb. Überwiegend lösen sie die Sofortmaßnahmen ab (FGSV 2002). Manche Sofortmaßnahmen beseitigen aber auch ein Defizit dauerhaft und bedürfen keiner Ablösung durch eine endgültige Maßnahme (z. B. Sichtverbesserung durch Zurückschneiden von Bepflanzung).

#### Räumlicher Wirkungsumfang

Maßnahmen werden in ihrem räumlichen Wirkungsumfang fortfolgend als lokal bezeichnet, wenn nur ein Bereich der UH – und damit ein Teil des TKS – durch die Wirkung der Maßnahme betroffen und die Maßnahme i. d. R. mehrmals an einer UH umsetzbar ist. Dies gilt zum Beispiel für die Entfernung von Sichthindernissen im Bereich einer Zufahrt zum Knotenpunkt. Die Maßnahmenwirkung ist nur auf diejenigen Konflikte beschränkt, die unmittelbar mit diesem Defizit an dieser Zufahrt in Zusammenhang stehen. Weitere Unfälle, die mutmaßlich einem ähnlichen Konflikt – dreistelliger Unfalltyp – entsprechen, sich aber in anderen Zufahrten ereignet haben, bleiben davon unberücksichtigt. Daraus folgt, dass für eine Bewertung der lokalen Maßnahmen die betroffene Anzahl an Unfällen nach Schwere getrennt zuzuordnen ist. Die Einzelunfälle der Datenbank weisen keinen Lagebezug auf, dennoch ist diese Information den Unfalldiagrammen zu entnehmen. Bezüglich der exakten monetären Bewertung sind die Unfallzahlen in den Kategorien U(P), U(SS) und U(LS) einzugeben. Der volkswirtschaftliche Nutzen lokaler Maßnahmen ergibt sich somit aus dem Produkt von TKS bezogenem Wirkungsgrad und den monetär nach Kategorie bewerteten zugeordneten Unfällen. Maßnahmen mit lokaler Wirkung können mitunter mehrmalig an UH eingesetzt werden (bspw. Entfernung Sichthindernis je Zufahrt). Für die exakte Bildung der Kosten ist die Häufigkeit der Umsetzungen in Bezug auf das betroffene Unfallgeschehen dem Programm zu übergeben.

Der räumliche Wirkungsumfang globaler Maßnahmen erstreckt sich über die gesamte UH. Sie

können nur einmalig an einer UH umgesetzt werden (Bspw. vollständiger Umbau der Verkehrsanlage oder Errichten einer LSA). Dementsprechend sind alle Konfliktsituationen der UH, die einer Wirkung durch die Maßnahme unterliegen, in der Berechnung der Maßnahmenwirkung einzubeziehen. Dies erfolgt differenziert nach den Wirkungsgraden der betroffenen Unfalltypen. Die Wirkungsberechnung erfolgt programmseitig durch den Zugriff und der Analyse des betroffenen Unfallgeschehens einer UH. Eine manuelle Eingabe der betroffenen Unfälle ist daher nicht notwendig.

### Wirkungsüberlagerung

Für die verschiedenen Fälle der Maßnahmenkombinationen und möglicher Wirkungsüberlagerungen enthält Tabelle 17 die entsprechenden Vorgehensweisen und Beschreibung des zu betrachteten Unfallgeschehens. In Abhängigkeit der Anzahl an Maßnahmen nach Wirkungsumfang (global/lokal), der Maßnahmenwirkung (Anteil vermiedener Unfallkosten) sowie der Wirkungsüberlagerung (ja/nein) ist beschrieben, in welcher Art und Weise Maßnahmen(-wirkungen) zur Bewertung und späteren Berechnung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses herangezogen werden.

Bei der Bearbeitung von Konfliktsituationen (Unfalltypen) kann es auch vorkommen, dass aus der Auswahl von mehreren Maßnahmen mit globalem Wirkungsumfang eine Überlagerung der Wirkungen folgt. In solchen Fällen wird bei der Wirkungsanalyse typenfein die Maßnahme mit der höheren Wirkung angesetzt. Unfälle einer Konfliktsituation können auch durch die Kombination mehrerer Einzelmaßnahmen bekämpft werden. Für Maßnahmenkombinationen mit lokalem Wirkungsumfang ist darauf zu achten, dass keine Überbewertung der Wirkung erfolgt. Da Informationen zu Wechselwirkungen nicht vorliegen, wird bei Maßnahmenkombinationen, die auf die gleiche Konfliktsituation zielen, die Maßnahme mit der höheren Wirkung zur Bewertung herangezogen. Liegen Wirkungsüberlagerungen aufgrund der Auswahl von Maßnahmen mit lokalen und globalen Wirkungsumfang vor, wird für den betroffenen Unfalltyp immer der Wirkungsgrad der globalen Maßnahme verwendet, es sei denn der Wirkungsgrad der globalen Maßnahme entspricht der Größenordnung Null. Allgemein wird der globalen – meist umfangreicheren – Maßnahmen ein höherer Stellenwert eingeräumt.

### Kombinierbarkeit

Häufig resultieren aus der Bekämpfung von UH unterschiedliche Lösungsansätze mit verschiedenen Maßnahmen(-paketen). Bspw. kann für einen mit Lichtsignalanlage geregelten Knotenpunkt sowohl die Verbesserung der Sicht auf die Signalgeber in Kombination mit Einrichtung einer ortsfesten Geschwindigkeitsüberwachung als auch der Bau eines Kreisverkehrs eine endgültige Lösung darstellen. Diesbezüglich ist festzustellen, dass nicht alle Maßnahmen(-gruppen) miteinander frei kombinierbar und daher gegeneinander auszuschließen sind. Zur Gewährleistung dieser Randbedingungen – sowie zur Unterstützung und Hilfe für den Nutzer – wird im Programm eine Verriegelungsmatrix für die Maßnahmengruppen hinterlegt (Tabelle 18). Diese enthält die Gegenüberstellung und Bewertung aller Maßnahmengruppen untereinander. Jede Kombination enthält eine dichotome Fallbewertung: Kombination zulässig: „ja“/„nein“. Bei der Zusammenstellung von Maßnahmen erfolgt vonseiten des Programms ein Hinweis, wenn der Nutzer i. d. R. nicht vereinbare Maßnahmen miteinander kombinieren will. Bei Vorliegen neuer Kenntnisse zu den Maßnahmengruppen ist die Verriegelungsmatrix ebenfalls durch den Administrator anzupassen.

### Umsetzbarkeit

Sofortmaßnahmen werden i. d. R. zügig umgesetzt. Sofortmaßnahmen stellen ein (vorläufiges) Mittel dar, das bei der Bekämpfung von UH auch unabhängig bereits geplanter Umgestaltungen der Örtlichkeit zu ergreifen sind (FGSV 2012). Im Regelfall schließt sich an die Realisierung von Sofortmaßnahmen die Umsetzung endgültiger Maßnahmen an. Demgemäß ist die Wirkung von Sofortmaßnahmen auf einen engen Zeitraum beschränkt.

Erst nach Verstreichen der Eingewöhnungszeit und eines ausreichend langen Nachher-Zeitraums ist eine Wirksamkeitsprüfung von Maßnahmen aussagefähig. Die nach M UKo (FGSV 2012) geforderte Wirksamkeitsprüfung kann also erst dann erfolgen, wenn alle – dementsprechend auch die endgültigen – Maßnahmen an einer UH umgesetzt worden sind.

Unter den gegebenen Randbedingungen lässt sich ableiten, dass sich die Veränderung des Unfallgeschehens erst nach Umsetzung der letzten (endgültigen) Maßnahme(n) bemessen lässt. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass sich lediglich die Wirkung von endgültigen Maßnahmen (in Kombina-

Umfang und Anzahl ausgewählte Maßnahme(n)	Überlagerung Maßnahmenwirkung	Wirkungsumfang
global (einzeln)	nein	- Wirkung auf den der Maßnahme zugeordneten Unfalltyp - Betrachtung gesamtes Unfallgeschehen UH
lokal (einzeln)	nein	- Wirkung auf die der Maßnahme zugeordneten Typisierten Konfliktsituation - Betrachtung angegebene Unfallgeschehen UH (eingegebene Unfallanzahl)
global (mehrere)	nein	- Wirkung auf die den Maßnahmen zugeordneten Unfalltypen - Betrachtung gesamtes Unfallgeschehen UH
	ja	- Wirkung auf die den Maßnahmen zugeordneten Unfalltypen - Betrachtung gesamtes Unfallgeschehen UH - je nach Unfalltyp wird die Maßnahme mit der höheren Wirkung herangezogen (keine Wechselwirkungen)
lokal (mehrere)	nein (verschiedene TKS)	- Wirkung auf die den Maßnahmen zugeordneten Typisierten Konfliktsituationen - Betrachtung angegebene Unfallgeschehen UH (eingegebene Unfallanzahl)
	ja (gleicher TKS)	- Wirkung auf die den Maßnahmen zugeordneten Typisierten Konfliktsituationen - Betrachtung angegebene Unfallgeschehen UH (eingegebene Unfallanzahl) - Zur Festlegung eines Maßnahmenpaketes ist die Maßnahme mit der höheren Wirkung als maßgebend anzusehen und dementsprechend auszuwählen (Vermeidung von Doppelbewertung, verbliebene Maßnahmen können als Sofortmaßnahmen mit ihren Kosten in der Berechnung des NKV Berücksichtigung finden)
Kombination global und lokal (einzeln oder mehrere)	nein	- Wirkung entsprechend den oben beschriebenen Fällen
	ja	- bei Überlagerung von Wirkungen auf Konfliktsituationen wird immer die globale Maßnahme mit der entsprechenden Wirkung herangezogen (Vermeidung von Doppelbewertung) - bei fehlender globaler Maßnahmenwirkung für den entsprechenden Unfalltyp wird die lokale Maßnahme herangezogen - Wirkung auf die den Maßnahmen zugeordneten Unfalltypen bzw. Konfliktsituationen - Betrachtung gesamtes Unfallgeschehen UH (global) bzw. angegebene Unfallgeschehen (lokal)

Tab. 17: Zuordnung allgemeine Wirkung auf das Unfallgeschehen in Abhängigkeit des räumlichen Umfangs der Maßnahmenwirkung sowie Wirkungsüberlagerung nach Datengrundlage

Ortslage	Maßnahmengruppen	Ortslage	AO	AO	AO	IO	AO	AO	IO	AO	IO	IO	AO	AO	IO	IO	AO	AO	BAB	IO	AO	BAB
		2+1 Führung	Abkröpfen Knotenpunkt mit Linksabbiegerfahrstreifen	Änderung Maststandorte	Änderung Maststandorte	Änderung Signalisierung	Änderung Vorfahrtregelung	Änderung Vorfahrtregelung	Ankündigung LSA	Aufpflasterung (Teilbereich)	Aufpflasterung (Knotenpunkt)	Aus-/Umbau	Baum entfernen	Beleuchtung und Z 103	Beleuchtung verbessern	Beschleunigungsfahrstreifen einrichten	Beschränkung vzul	Beschränkung vzul	Beschränkung vzul	Dauerbetrieb LSA	Einfahrbereich ausbauen	
AO	2+1 Führung	x	n	n	n	n	j	n	n	n	n	n	j	j	n	n	j	j	n	n	n	n
AO	Abkröpfen Knotenpunkt mit Linksabbiegerfahrstreifen		x	n	n	n	j	n	n	n	n	n	j	j	n	n	j	j	n	n	n	n
AO	Änderung Maststandorte			x	n	j	j	n	j	n	n	n	j	j	n	n	j	j	n	n	j	n
IO	Änderung Maststandorte				x	n	n	j	n	n	n	n	n	n	j	n	n	n	n	j	n	n
AO	Änderung Signalisierung					x	j	n	j	n	n	n	j	j	n	n	j	j	n	n	j	n

Tab. 18: Ausschnitt Verriegelungsmatrix Maßnahmengruppen nach Örtlichkeit

tion mit Sofortmaßnahmen), aber nicht die Wirkung von Sofortmaßnahmen allein ermitteln lässt. Ausnahme bildet eine nachträgliche – i. d. R. nicht erwünschte – Veränderung des Beschlusspakets bezüglich Art und Anzahl gewählter Maßnahmen.

Häufig werden Sofortmaßnahmen durch endgültige Maßnahmen ersetzt bzw. führt die Umsetzung letzterer zu einer deutlichen Veränderung der Ver-

kehrsanlage bezüglich Form und Gestalt. Dann besitzen Sofortmaßnahmen und endgültige Maßnahmen u. U.: Wirkung auf die gleiche Unfallkonstellation. Um eine exakte Wirkungsabschätzung eines in Frage kommenden Maßnahmenpaketes in der Nutzen-Kosten-Bewertung zu gewährleisten, sind daher Wirkungsüberlagerungen in der Berechnung nach Möglichkeit zu minimieren bzw. auszuschließen. Als Sofortmaßnahmen sind im Programm die

Maßnahmen zu deklarieren, die vorläufige Maßnahmen vor einer Umsetzung der endgültigen Maßnahmen darstellen. Demgemäß können schnell umsetzbare Maßnahmen auch endgültig sein.

Unter dem oben geschildertem Aspekt, dass der Wirkungsabschätzung in der Nachbetrachtung die Umsetzung endgültiger Maßnahmen als Grundlage dient, gelten für die Bildung von NKV in der Vorbetrachtung zur Umsetzung von Maßnahmenpaketen folgende Bedingungen:

- Sofort- und endgültige Maßnahmen sind bei der Erstellung von Maßnahmenpaketen zusammenzufassen.
- Sofortmaßnahmen weisen bei der Berechnung des NKV keinen Nutzen auf. Der Nutzen eines Maßnahmenpakets resultiert aus der Wirkung der endgültigen Maßnahmen
- Die Kosten von Sofortmaßnahmen werden bei der Berechnung des NKV berücksichtigt.
- Liegen Wirkungsüberlagerungen vor, erfolgt die Bewertung des Nutzens unter gegebenen Randbedingungen nach den Festlegungen für globale und lokale Maßnahmen in Tabelle 17.

### Einschränkungen

Aus der Praxis ist bekannt, dass sich die Wirkung von Maßnahmen nicht immer eindeutig auf bestimmte Konfliktsituationen oder einen räumlichen Umfang festlegen lässt. So lassen sich manchen Maßnahmen bestimmte Eigenschaften nicht eindeutig zuordnen. Die programmseitige Umsetzung erfordert jedoch klare Fallunterscheidungen von Maßnahmeneigenschaften für die weitere Bewertung. Auf Basis der gewählten Routinen sind daher Festlegungen für betroffene Maßnahmen zu treffen. Als Beispiel sei die Maßnahme „Dauerbetrieb der Lichtsignalanlage“ genannt. Hier bestehen zwei Varianten der Klassifizierung. Mit der Festlegung eines lokalen Wirkungsumfangs (erste Variante) besteht die Möglichkeit, die Wirkung der Maßnahme exakt über die Eingabe der betroffenen Unfälle zu definieren. Lokal wirkende Maßnahmen sind aber in der Regel mehrfach an einer UH umsetzbar, was für diese Maßnahme nicht zutreffend wäre. Die Festlegung der Maßnahme als global wirkend (zweite Variante) hätte zur Folge, dass zwar die Klassifizierung bezüglich des räumlichen Wirkungsumfangs richtig erfolgt, sich aber eine Eingrenzung der Wirkung auf die Unfälle mit dem

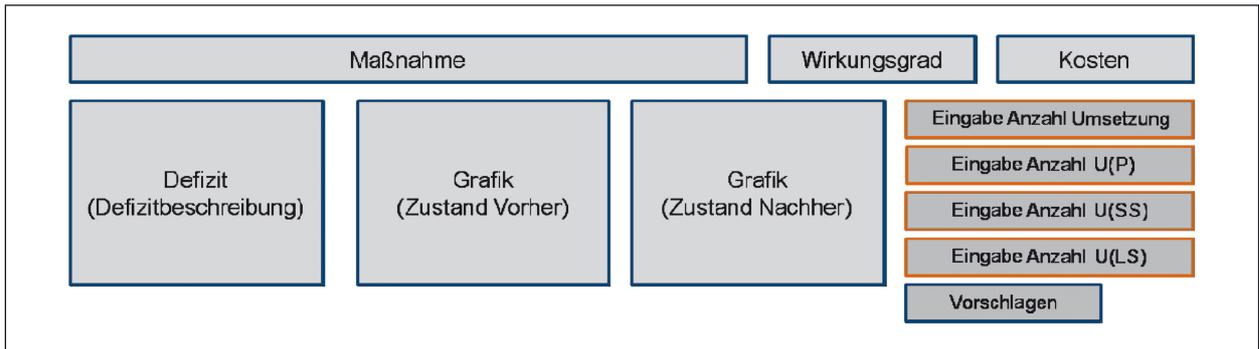
Merkmal – Lichtsignalanlage aus – nicht mehr herstellen lässt.

Beide Varianten zeigen Vor- und Nachteile. Mit dem Ziel einer exakten Wirkungsabschätzung von Maßnahmen, unter den Randbedingungen eines effektiven und effizienten Mitteleinsatzes, wird bei diesem Beispiel die Maßnahme „Dauerbetrieb der Lichtsignalanlage“ als räumlich lokal wirkende Maßnahme deklariert. Somit können alle betroffenen Unfälle konkret bestimmt werden. Aus sachlogischer Überlegung erschließt sich, dass die Umsetzung an einer UH nur einmal erfolgt.

Eine weitere Einschränkung liegt bei der Auswahl mehrerer lokaler als endgültig definierte Maßnahmen mit Wirkung auf eine TKS bei der Berechnung von NKV vor. Während die Berechnung des NKV einzelner Maßnahmen keiner Einschränkung unterliegt, ist bei der Überlagerung von Maßnahmenwirkungen eine Überbewertung der Maßnahmen zu vermeiden. In der praktischen Umsetzung solcher Maßnahmenpakete ist zu vermuten, dass der resultierende Wirkungsgrad im Mittel einer Kombination aus den gewählten Maßnahmen entspricht und sich dessen Größenordnung im Bereich der Maßnahme mit dem höchsten Wirkungsgrad – tendenziell höher – einstellt. In Annäherung an dieser Erwartung gilt bei der Abschätzung des NKV folgende Vorgehensweise: In einem ersten Schritt sind die NKV aller Einzelmaßnahmen zu bestimmen. Im zweiten Schritt erfolgt die Zusammenführung aller relevanten Maßnahmen in einem Paket. Dabei wird die Maßnahme mit dem höchsten Wirkungsgrad als endgültige, alle verbliebenen Maßnahmen als Sofortmaßnahmen deklariert. Demgemäß werden die Kosten aller umgesetzten Maßnahmen, für die Nutzenermittlung jedoch nur die bestwirkende Maßnahme im NKV berücksichtigt.

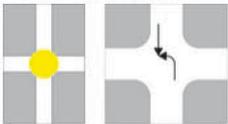
### Darstellung im Programm

Die verschiedenen Eigenschaften der Maßnahmen erfordern eine grafische Anpassung der Programmoberfläche. Bild 25 enthält die strukturelle und Bild 26 die grafisch umgesetzte Maßnahmendarstellung, wie sie für Nutzer im Arbeitsbereich sichtbar sind. Der Name einer Maßnahme in der linken oberen Ecke der Darstellung entspricht auch der Umsetzung vor Ort. Die konkrete Defizitbeschreibung, aus der die Maßnahme resultiert, befindet sich auf der linken Seite. Zentral ist die grafische Aufbereitung eines Beispiels im Vorher- (links) und Nachher-Zeitraum (rechts) angeordnet.



**Bild 25:** Strukturelle Darstellung Maßnahmen im Arbeitsbereich des Nutzers (gelb umrandete Flächen liegen bei lokalen Maßnahmen als Eingabefelder vor)

### Linksabbiegender mit Gegenverkehr



**Überprüfung:**

- Sicht auf Gegenverkehr
- Geschwindigkeit
- Verkehrsstärke (Linksabbieger und Gegenverkehr)
- Unfallschwere

---

Aufbau einer Wegweisung

niedrig

3.000 €

**Defizit(e)**

schlechte Erkennbarkeit des Knotenpunktes, ungünstige Linienführung


→


→ Vorschlagen

---

Durchsetzen der zulässigen Höchstgeschwindigkeit durch ortsfeste Geschwindigkeitsüberwachung

hoch

70.000 €

**Defizit(e)**

zulässige Geschwindigkeit wird von mehr als der Hälfte der Kraftfahrer überschritten


→


Anzahl der Umsetzungen:

Anzahl 3JK U(P):

Anzahl 1JK U(SS):

Anzahl 1JK U(LS):

→ Vorschlagen

---

Kreisverkehr

hoch

350.000 €

**Defizit(e)**

hohe Geschwindigkeiten und/oder hohe Verkehrsstärke, fehlende Linksabbiegefahrstreifen, Missachtung der Vorfahrt


→


→ Vorschlagen

**Bild 26:** Grafische Darstellung der Maßnahmenvorschläge zu einer TKS

Der Wirkungsgrad der Maßnahme ist über ein dreistufiges System beschrieben und visualisiert (Vergleiche Kapitel 3.5.5). Mithilfe eines Mouseover-Effekts werden der für die Berechnung erforderliche mittlere Wirkungsgrad und die Validität der Maßnahme aufgeführt (Vergleiche Kapitel 3.5.3). Dargestellt werden die Investitionskosten; Betriebskosten werden nicht explizit angegeben, sind aber Bestandteil des NKV.

Für räumlich lokal wirkende Maßnahme gibt es Eingabefelder für die Anzahl der Umsetzungen und der nach Kategorien getrennten Anzahl von Unfällen. Für global wirkende Maßnahmen werden diese Eingabefelder nicht benötigt und entfallen deshalb. Die Eingaben werden in den entsprechenden Feldern angezeigt und sind jederzeit editierbar. Über das Feld „Vorschlagen“ wird eine Maßnahme in den Pool möglicher Maßnahmen einer UH aufgenommen und steht für weitere Analyseschritte zur Verfügung.

#### 4.4 Maßnahmenfindung

Die Maßnahmenauswahl richtet sich nach den festgestellten Defiziten und den weiteren Randbedingungen in der Örtlichkeit einer UH und ist Bestandteil des Programmteils „Analyse“. In Abhängigkeit des Unfallgeschehens sind für eine oder mehrere TKS verschiedene (oder gleiche) Maßnahmen zu wählen. Die Auswahl in Frage kommender Maßnahmen liegt im Programmteil „Prüfung von Maßnahmen“ der UH-Analyse mit dem Wirkungsgrad bezüglich des gewählten TKS vor (Bild 27). An dieser Stelle können auch einzelne Maßnahmen wieder entfernt werden.

Häufig ist die Wirkung von Maßnahmen nicht nur auf eine Konfliktsituation bzw. einen Unfalltyp beschränkt. Bei der Auswahl mehrere Maßnahmen besteht die Möglichkeit, dass sich Maßnahmen in ihrer Wirkung überlagern bzw. dass Maßnahmen ebenfalls einen hohen Wirkungsgrad auf andere Unfalltypen aufweisen und eine Umsetzung weiterer Maßnahmen nicht erforderlich ist. Ein Detailfenster zeigt die mittlere zu erwartende Wirkung jeder gewählten Maßnahme bezüglich aller Unfalltypen. Demgemäß besteht die Option einer Verringerung notwendiger Maßnahmen.

An dieser Stelle der Bearbeitung besteht für den Nutzer die Option, eigene Maßnahmen vorzuschlagen. Dies ist z. B. dann der Fall, wenn in dem

Maßnahmenkatalog keine geeigneten Maßnahmen zur Situation der UH vorliegen. Folgende Angaben können für eigene Maßnahmen festgelegt werden:

- Titel – Name (Kurzbeschreibung) der Maßnahme,
- Beschreibung der Konfliktsituation – nähere Beschreibung der Konfliktsituation,
- Beschreibung der Maßnahme – nähere Beschreibung der geplanten Maßnahme,
- erwartete Kosten – Angabe zu den erwarteten Investitionskosten in Euro,
- erwartete jährliche Kosten – Angaben über mittlere jährlich erwartete Kosten in Euro.

Die Wirkung dieser Maßnahme ist nicht bekannt. Sie wird bei Vorliegen von Erkenntnissen durch den Administrator im Vergleich mit ähnlichen Fällen evaluiert.

Eigene Maßnahmen können ebenfalls im NKV implementiert werden. Da die Wirkung eigener Maßnahmen bisher unbekannt ist, wird identisch zu den Sofortmaßnahmen nur die Kostenkomponente in das NKV einbezogen. Durch Drag & Drop können die Maßnahmen zu verschiedenen Maßnahmenpaketen zusammengefasst werden. Es besteht jederzeit die Möglichkeit, Maßnahmen aus Paketen zu entfernen. Der Name des Pakets ist gleichwohl wie die Art der Umsetzbarkeit einer Maßnahme – S entspricht Sofortmaßnahme, E entspricht endgültiger Maßnahme – editierbar (Bild 28).

Die Ermittlung des NKV (Prognose) in der Maßnahmenprüfung umfasst alle darin enthaltenen Maßnahmen unter Berücksichtigung der in den Kapiteln 3.5.5 und 4.3.3 beschriebenen Wirkungszusammenhänge. Es wird der Quotient aus der Summe der mittleren jährlich vermiedenen Unfallkosten (Nutzen) und der Summe der mittels Annuitäten ermittelten jährlichen Maßnahmenkosten bestimmt (Vergleiche Gleichung 4). Der Untersuchungszeitraum der Analyse –  $3\text{-JK}_{U(P)}$  und  $1\text{-JK}$  – wird mit abgebildet und stellt i. d. R. auch den Bewertungszeitraum dar. Dabei steht es dem Nutzer frei, für verschiedene Maßnahmenkombinationen jeweils das NKV aufzustellen, um daraus eine aus seiner Sicht optimale Wahl zu treffen. Jedoch gilt: Das NKV ist kein Qualitätskriterium für die Auswahl eines geeigneten Maßnahmenpakets! Mit Abschluss eines Maßnahmenpaketes wird dies in

**Nähe C-Stadt (Köngsweg / Bettlerstraße)**  
UHS schwer · Außerorts (einbahnig) · Knotenpunkt ohne LSA

Unfälle | Analyse | **Prüfung von Maßnahmen** | Maßnahmenpakete

### Prüfung von Maßnahmen

Alle vorgeschlagenen Maßnahmen Details

Erneuerung der Wartelinie (Z 341 "Wartelinie")	1x	20%	●	0%	0%	20%	0%	0%	0%	0%	0%
Kreisverkehr	1x	75%	●	0%	75%	75%	0%	0%	0%	0%	0%
Lichtsignalanlage	1x	70%	●	0%	70%	70%	0%	0%	0%	70%	0%
Zulässige Höchstgeschwindigkeit herabsetzen (Z 274 "Zulässige Höchstgeschwindigkeit"), beidseitig übergroß	2x	25%	●	25%	25%	25%	0%	0%	0%	0%	0%

+ Eigene Maßnahme vorschlagen

Bild 27: Darstellung möglicher Maßnahmen für UH mit Detailangabe der Wirkung

Alle vorgeschlagenen Maßnahmen Details

Erneuerung der Wartelinie (Z 341 "Wartelinie")	1x	20%	●
Kreisverkehr	1x	75%	●
Lichtsignalanlage	1x	70%	●
Zulässige Höchstgeschwindigkeit herabsetzen (Z 274 "Zulässige Höchstgeschwindigkeit"), beidseitig übergroß	1x	25%	●

+ Eigene Maßnahme vorschlagen

### Neues Maßnahmenpaket

+ Bewegen Sie eine Maßnahme mittels Drag and Drop in diese Box, um ein neues Maßnahmenpaket zu erstellen.

#### Paket Richtig und gut

Kreisverkehr S E ✕

Zulässige Höchstgeschwindigkeit herabsetzen (Z 274 "Zulässige Höchstgeschwindigkeit"), beidseitig übergroß S E ✕

**NKV 22.299** Beschließen

#### Paket Quick and Dirty

Erneuerung der Wartelinie (Z 341 "Wartelinie") S E ✕

Zulässige Höchstgeschwindigkeit herabsetzen (Z 274 "Zulässige Höchstgeschwindigkeit"), beidseitig übergroß S E ✕

**NKV 303.922** Beschließen

Bild 28: Darstellung Zusammenführung möglicher Maßnahmen in Pakete für eine UH

den Programmteil „Umsetzungskontrolle“ der Maßnahmenhistorie überführt und steht dort weiteren Anwendungen zur Verfügung. Nicht verwendete Maßnahmen(-pakete) sind im Regelfall durch den

Nutzer zu löschen. Der Begriff „Maßnahmenpaket“ stellt eine allgemeine Beschreibung dar. Maßnahmenpakete können auch nur eine Maßnahme enthalten.

## 4.5 Umsetzungskontrolle

Der Programmbestandteil „Umsetzungskontrolle“ umfasst die weitere Begleitung und Arbeitsschritte für eine UH nach Auswahl und Beschluss geeigneter Maßnahmen. Er versteht sich als Historie in der Bearbeitung der UH, indem an die Maßnahmenfindung anschließenden Arbeitsschritte dokumentiert werden. In der Bearbeitungsstruktur des Webkatalogs entspricht dieser Punkt der Kontrolle. Wesentlicher Bestandteil stellt dabei die Analyse des NKV in der Nachbetrachtung im Zuge der Wirksamkeitsprüfung dar. Der Programmteil erfährt eine an die weiteren Arbeitsschritte geknüpfte chronologische Erweiterung, welche nachfolgend als Leitlinie der Beschreibung dient. Eine grafische Aufbereitung verschiedener Arbeitsstände einer UH in der Umsetzungskontrolle enthalten Bild 29 bis Bild 31.

Der Kopf in der Darstellung eines Maßnahmenpakets enthält allgemeine zeitbezogene Informationen:

- Der Zeitpunkt des Beschlusses eines Maßnahmenpaketes (Beschlussdatum) bildet eine wesentliche Information des Maßnahmenpaketes. Demgemäß wird der Status der UH in „Maßnahmenpaket beschlossen“ geändert.
- Der Analysezeitraum grenzt den Zeitraum der Analyse auf Basis der Art der UH ein.
- Das in der Vorbetrachtung abgeschätzte NKV des Maßnahmenpaketes wird mit übernommen.
- Weiterhin festgehalten wird die Anzahl realisierter Maßnahmen. Ein Maßnahmenpaket gilt als realisiert, wenn die Maßnahmen in der Örtlichkeit fertig umgesetzt wurden. Im Regelfall soll diese Information von den umsetzenden Stellen mit entsprechendem Datum an die Mitglieder der UKo übermittelt werden. Das Realisierungsdatum wird je Maßnahme eingegeben. Je nach Art der realisierten Maßnahme erfolgt eine programmseitige Änderung des UH-Status – „Sofortmaßnahme umgesetzt“ oder „endgültige Maßnahme umgesetzt“.

Mit Realisierung der letzten Maßnahme gilt der Beschluss der UKo zur Bekämpfung einer UH als vollständig umgesetzt. Dieser wesentliche Abschluss der verschiedenen Arbeitsschritte wird durch eine farbliche Veränderung des Maßnahmenpakets verdeutlicht.

Das Ziel zu prüfen, ob mit den umgesetzten Maßnahmen tatsächlich eine Wirkung erzielt werden konnte, wird über das NKV im Nachherzeitraum ermittelt (Vergleiche Kapitel 3.5.6 Gl. 5). Randbedingungen dieses Vergleichs sind (FGSV 2012):

- identische Bereiche,
- ein gleicher Berechnungsstand für Unfallkosten,
- zeitlich gleich lange Betrachtungszeiträume und ein
- ausreichender Eingewöhnungszeitraum für die Verkehrsteilnehmer nach Umsetzung der letzten Maßnahme.

Die beiden ersten Punkte werden über den Nutzer bzw. die Randbedingungen des Programms gewährleistet. Als Eingewöhnungszeitraum wird eine Zeitspanne von drei Monaten festgelegt. An diese schließt sich der Betrachtungszeitraum für die Wirksamkeitsprüfung an, der in der Regel dem Zeitraum der Analyse entspricht. Häufig besteht der Wunsch, relativ zeitnah eine Wirksamkeits-einschätzung vorzunehmen. Dieser Aspekt wird wie folgt im Programm berücksichtigt: Eine Wirksamkeitsprüfung ist frühestens 15 Monate nach Umsetzung der letzten Maßnahme – entspricht einem Jahr nach Eingewöhnung – möglich. Für innerörtliche UHS der Art „leicht“ entspricht diese Zeitspanne der Forderung nach gleichen Betrachtungszeiträumen. Im Falle aller anderen UH wird darauf verwiesen, dass lediglich eine eingeschränkte Wirksamkeitsprüfung erfolgen kann. Erst nach Ablauf der entsprechenden Zeitspanne – in der Regel drei Jahre – kann eine vollständige Analyse erfolgen.

Die Wirksamkeitsprüfung geschieht durch die Berechnung eines NKV (nach Umsetzung). In diesem fließt das gesamte Unfallgeschehen der abgegrenzten Vorher- und Nachherzeiträume ein (Vergleiche Kapitel 3.5.6, Gl. 5). Je nach Arbeitsfortschritt ändert sich der Status der UH auf „Wirksamkeitsprüfung möglich“ bzw. „Wirksamkeitsprüfung abgeschlossen“. Der zu analysierende Nachher-Zeitraum kann durch den Nutzer mittels Datumsangabe manuell abgegrenzt werden. Das Ende der Eingewöhnungszeit markiert den frühesten Termin für den Start des Nachher-Zeitraums – ein Missbrauch ist vonseiten des Programms abgesichert.

Neben dem Nutzen, der sich aus der Differenz der Unfallkosten aus Vorher- und Nachherzeitraum

**Maßnahmenpaket 1**

beschlossen am: 27.02.2015

Analysezeitraum: 01.01.2004 - 31.12.2006

Wirksamkeitsprüfung: -

**Maßnahmen realisiert** 0 von 2

NKV Prognose: **11,715**

NKV nach Umsetzung: -

[Dokumentation der Beschlüsse >](#)

Neubau Linksabbiegerstreifen mit Errichten Lichtsignalanlage	●	K 115.000 €	E ✓
1 Umsetzung		endgültige Maßnahme	
Sicht durch Entfernung Sichthindernisse verbessern	●	K 1.600 €	S ✓
2 Umsetzungen		Sofort-Maßnahme	

Bild 29: Darstellung Maßnahmenpaket nach Beschluss ohne Realisierung von Maßnahmen

**Maßnahmenpaket 1**

beschlossen am: 27.02.2015

Analysezeitraum: 01.01.2004 - 31.12.2006

Wirksamkeitsprüfung: -

**Maßnahmen realisiert** 1 von 2

NKV Prognose: **11,715**

NKV nach Umsetzung: -

[Dokumentation der Beschlüsse >](#)

Neubau Linksabbiegerstreifen mit Errichten Lichtsignalanlage	●	K 115.000 €	E ✓	
1 Umsetzung		endgültige Maßnahme		
Sicht durch Entfernung Sichthindernisse verbessern	●	K 1.600 €	RK 1.700 €	S ✓
2 Umsetzungen		Fertigstellung: 17.05.2007 Sofort-Maßnahme		

Bild 30: Darstellung Maßnahmenpaket nach Beschluss und Realisierung einer von mehreren Maßnahmen

**Maßnahmenpaket 1**

beschlossen am: 27.02.2015

Analysezeitraum: 01.01.2004 - 31.12.2006

Wirksamkeitsprüfung: 01.01.2012 - 31.12.2014

Wirksamkeit prüfen

**Maßnahmen realisiert** 2 von 2

NKV Prognose: **11,715**

NKV nach Umsetzung: **6,758**

[Dokumentation der Beschlüsse >](#)

Neubau Linksabbiegerstreifen mit Errichten Lichtsignalanlage	●	K 115.000 €	RK 120.000 €	E ✓
1 Umsetzung		Fertigstellung: 02.06.2010		endgültige Maßnahme
Sicht durch Entfernung Sichthindernisse verbessern	●	K 1.600 €	RK 1.700 €	S ✓
2 Umsetzungen		Fertigstellung: 17.05.2007		Sofort-Maßnahme

Bild 31: Darstellung Maßnahmenpaket nach absolvierter Wirksamkeitsprüfung

ergibt, bestehen zwei Möglichkeiten, die Kosten zu berücksichtigen:

- Stehen dem Nutzer die fallbezogenen Kosten der Maßnahme zur Verfügung, können diese im Programm zur Berechnung angegeben werden. Dann fließt die Annuität der einmaligen Investitionsaufwände zuzüglich der jährlichen Betriebskosten in die Ermittlung der mittleren jährlichen Kosten ein. In dieser Form erhält der Nutzer im Resultat ein exaktes auf die UH bezogenes NKV, welches als Beleg einer Wirksamkeitsprüfung des umgesetzten Maßnahmenpaketes im Sinne des M UKo (FGSV 2012) dient. Darüber hinaus erlaubt die Angabe der fallbezogenen Kosten eine Evaluation der Maßnahmen hinsichtlich des Wirkungsgrads und der mittleren Kosten für eine spätere Aktualisierung der Kennwerte (siehe Kapitel 5.3).
- Liegen keine fallbezogenen Kosten vor, kann auf die im Programm enthaltenen Mittelwerte von Maßnahmenkosten zurückgegriffen werden. Dann stellt das ermittelte NKV der Nachbetrachtung eine Schätzung dar, die aber im Sinne der Wirksamkeitsprüfung als Bewertungsgrundlage dienen kann.

Das NKV der Nachbetrachtung wird ebenfalls im Maßnahmenpaket aufgeführt (siehe Bild 31).

Mit dem Beschluss von Maßnahmen steht dem Nutzer ein Freitextfeld mit dem Titel „Dokumentation der Beschlüsse“ zur Verfügung. Dieses dient zur Dokumentation von Randbedingungen oder Einschränkungen, die im Zuge der Bearbeitung der UH entstehen, welche im fortlaufenden Prozess als Orientierungshilfe zur Verfügung stehen.

Die Bekämpfung von Unfallhäufungen stellt eine Abhandlung von Arbeitsschritten über einen mehrjährigen Zeitraum dar. Mitunter unterliegen die UH einen Wandel von strukturellen und verkehrlichen Randbedingungen, die nicht allein auf die Umsetzung von Maßnahmen zurückzuführen sind. Dazu zählt bspw. die Verkehrsbelastung aufgrund von Verkehrsverlagerungen im Netz. Vereinzelt führt auch die Umsetzung von Sofortmaßnahmen (bspw. Reduzierung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit) zu einer deutlichen Verbesserung der Verkehrssicherheit. Weiterhin ist aus der Praxis bekannt, dass auch aus anderen Gründen, die Umsetzung von Teilen eines bereits beschlossenen Maßnahmenpaketes nicht mehr notwendig ist. Um diesem Aspekt Rechnung zu tragen, enthält das

Programm die Möglichkeit, einzelne Maßnahmen aus dem Paket zu entfernen und den Status von verbliebenen Sofortmaßnahmen auf endgültige Maßnahmen zu ändern.<sup>1</sup> Darüber besteht der Absicherung von fehlerhaften Eingaben die Option, komplette Pakete zu eliminieren.

Optional kann sich der Nutzer einen Ausdruck zu den getätigten Verfahrensschritten als Kurzbericht erstellen lassen.

Die im Programm implementierte Umsetzungskontrolle erlaubt eine zielführende sowie stringente Begleitung und Abhandlung der Aufgaben von UKo nach dem Maßnahmenbeschluss. Die Überprüfung der Wirksamkeit von Maßnahmen wird mit einer lückenlosen Übertragung von Unfalldaten ohne großen Aufwand ermöglicht und stellt einen wesentlichen Schritt zur Kontrolle der absolvierten Tätigkeiten dar.

## 5 Administrative Aufgaben

### 5.1 Allgemein

Die Möglichkeit zur Fortschreibung und Aktualisierung des Maßnahmenkatalogs bezüglich neuer Maßnahmen, deren Wirkungen und Kosten stellt einen elementaren Vorteil und Baustein des Programms dar. Dies soll periodisch vonseiten der globalen Administration erfolgen. Folgende Aufgaben werden dabei sowohl strukturell (EDV) als auch fachlich als relevant angesehen:

- Rechtevergabe (strukturell) – die Verwaltung der Nutzerstruktur und die Vergabe von gesonderten Rechten an Dritte,
- Aktualisierung und Pflege – Aktualisierung der Datenbanken (fachlich) und allgemeine Wartung (strukturell),
- Hilfe und Information – die Administration soll als Ansprechpartner für mögliche Fragen der Nutzer bezüglich der Anwendung des Verfahrens (fachlich) und der Programmroutinen (strukturell) zur Verfügung stehen.

<sup>1</sup> Die Funktion soll in Absprache mit den Unfallkommissionen angepasst und dann aktiv geschaltet werden

## 5.2 Rechtevergabe

Die Nutzerstruktur umfasst verschiedene Ebenen. An der Spitze steht die globale Administration mit unbeschränkten Rechten und Zugriffsmöglichkeiten auf alle Teile des Systems. Auf dieser Ebene werden weitere Nutzer – lokale Administrationen und ggf. Unfallkommissionen als Nutzer – angelegt und ihr Status bestimmt.

Das Recht des Einrichtens weiterer Nutzer (UKo) innerhalb des entsprechenden Zuständigkeitsbereichs ist die primäre Aufgabe der lokalen Administration.

Die prinzipielle Anmeldung/Registrierung erfolgt über eine Anfrage per Email aus dem Log-in-Bereich des Programms an die Administration. Vonseiten der Administration wird die Zulässigkeit geprüft und der Nutzer entsprechend freigeschaltet. Die erforderlichen Zugangsdaten werden dem Nutzer per Email übermittelt.

## 5.3 Aktualisierung und Pflege

Die Aktualisierung von Maßnahmen bezüglich ihrer verschiedenen Merkmale stellt eine weitere wesentliche Aufgabe der globalen Administration dar. Die Aktualität der Angaben zu Maßnahmen erlaubt den UKo eine zielführende und effiziente Arbeit bei der Bekämpfung von UH.

Vonseiten der Administration ist zu prüfen, inwiefern neue Maßnahmen – die vonseiten der Nutzer vorgeschlagen werden oder anhand neuer Forschungsergebnisse vorliegen – in den Maßnahmenkatalog aufgenommen werden können. Dazu zählt insbesondere die Prüfung der Wirkungskontrolle (Validität) bei neuen Maßnahmen. Weiterhin ist der Wirkungsgrad bereits existierender Maßnahmen zu prüfen und ggf. anzupassen. Dies gilt für die monetäre Bewertung, insbesondere aber für die Wirkung auf das Unfallgeschehen. Dementsprechend sind Maßnahmen in ihrer Wirkung neu zu bewerten oder müssen aus dem Maßnahmenkatalog entfernt werden. Dazu zählen die Anpassungen der zugrunde liegenden Daten, wie der Verriegelungsmatrix.

Es obliegt der globalen Administration unter den Erfahrungen der praktischen Anwendungen, ggf. Maßnahmenpakete bei ausreichender Datengrundlage zu differenzieren oder aber Maßnahmen in sinnvolle Pakete zusammenzufassen.

Darüber hinaus besteht jederzeit die Möglichkeit, den Maßnahmenkatalog hinsichtlich neu auftretender TKS – dazu zählt auch die fortführende Differenzierung der Straßencharakteristik und die detaillierte Bild von Konfliktsituationen – zu erweitern und mit geeigneten Maßnahmen aufzufüllen.

Optional kann vonseiten der Administration auch eine (anonymisierte) Statistik bezüglich der gewählten Maßnahmen in Abhängigkeit der Ortslage oder Ähnliches in Verbindung mit weiteren Informationen ausgegeben werden.

## 5.4 Hilfe und Information

Neben der lokalen stellt die globale Administration eine Anlaufstelle für Auskünfte und Hilfestellung seitens der Anfragen durch Nutzer dar.

Die globale Administration soll als allgemeiner Ansprechpartner zur Verfügung stehen, um auftretende Probleme bei der Programmnutzung zu klären und Auskünfte zu erteilen.

Die zentrale Position der globalen Administration ist geeignet, Informationen über neue Veröffentlichungen und Anpassungen des Programms aktuell an die Nutzer zu übermitteln. Dazu zählen sowohl die o. g. periodisierten Aktualisierungen und Anpassung von TKS, Maßnahmen und deren Kennziffern als auch allgemeine Hilfestellung bei häufig auftretenden Problemstellungen – als möglicher Newsletter.

## 6 Praktische Prüfung

Zur Gewährleistung der Funktionalität und Einsatzfähigkeit wurde die Prüfung des Webtools auf Basis verschiedener Datensätze (Import-Datenbanken) mit insgesamt 120 UH vorgenommen. Als Datensätze standen UH des "Programms zur Beseitigung von Unfallhäufungen in den Landkreisen des Freistaates Sachsen 10x10" sowie Daten aus dem Sicherheitskonzept der Stadt Dresden zur Verfügung (MAIER et al. 2010; MAIER et al. 2014). Für 14 UH mit verschiedenen Merkmalen erfolgte eine detaillierte Analyse. Die Auswahl geeigneter UH orientierte sich u. a. an spezifischen Eigenschaften, wie ungewöhnliche Konstellationen von Beteiligungsarten, differenzierte örtliche Gegebenheiten u. w. Im Rahmen der praktischen Prüfung erfolgten Tests hinsichtlich:

- Einlesen Datenbanken (über verschiedene Zeiträume),
- Deklaration von Merkmalen der UH,
- Rangfolgebildung,
- Bearbeitung von UH – dazu zählen:
  - Analyse Unfallgeschehen,
  - Auswahl von Maßnahmen anhand maßgebender Unfalltypen,
  - Zusammenstellen von Maßnahmenpaketen und Prüfung des NKV,
  - Wirksamkeitsüberprüfung.

UH unterliegen häufig einer Vielzahl an Einflüssen aus der Örtlichkeit. Daher lassen sich trotz ähnlicher Charakteristik Maßnahmen einer UH nicht beliebig auf andere übertragen. Die Auswahl geeigneter, angemessener und durchsetzbarer Maßnahmen erfordert immer eine Einzelfallprüfung unter Berücksichtigung der Analyseschritte nach M UKo (FGSV 2012). Da sich das Repertoire der TKS und Maßnahmen auf den bisherigen dokumentierten Erkenntnisstand stützt, liegen folglich noch nicht für alle Fälle von UH geeignete Maßnahmen vor. Die Unverwechselbarkeit und Komplexität von UH erfordert durchaus individuelle, an die Örtlichkeit angepasste Lösungen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit. Das Webtool liefert entscheidende Hilfestellung bei der Auswahl geeigneter Maßnahmen. In der Detailanalyse werden u. a. die nach dem Katalog empfohlenen denen von den UKo realisierten Maßnahmen gegenübergestellt. Aus den aufgeführten Randbedingungen wird deutlich, dass eine vollständige Übereinstimmung praktisch nicht immer erreicht werden kann und muss. Der Vergleich dient daher zur Überprüfung von prinzipieller Handhabbarkeit und Plausibilität des Webtools im Umgang mit UH.

Tabelle 19 gibt eine Auskunft über die Besonderheiten der zur Detailanalyse herangezogenen UH, für die eine vollständige Dokumentation der Unfallanalyse (mit Diagramm) und umgesetzten Maßnahmen vorliegt. Weitere Informationen zu Unfallzahlen, maßgebenden Unfalltypen und gewählten Maßnahmen sind Anhang 9 zu entnehmen. Es erfolgte eine Bewertung der Datensätze sowohl mit einstelligen als auch mit dreistelligem Unfalltyp.

Nach Bestimmung der allgemeinen Angaben – Festlegung Örtlichkeit, UH-Art, Straßencharakteristik – ist eine automatisierte Analyse des Unfallgeschehens gewährleistet, auf dessen Basis – wenn vorhanden – maßgebende Unfalltypen vorgeschlagen werden.

Erwartungsgemäß entspricht die Sortierung der in Frage kommenden TKS eines Unfalltyps bei Vorliegen des dreistelligen Unfalltyps näher dem realen Unfallgeschehen, da eine eindeutige Zuordnung der Konfliktsituationen wesentlich zielgerichteter möglich ist.

Bei fehlender Angabe zum dreistelligen Unfalltyp prüft das Programm die Häufigkeiten der Beteiligungskonstellationen ab, um dementsprechend eine Rangfolge zu erstellen. Es ist naheliegend, dass bei Konstellationen, bei denen unabhängig der participationsnummer (Ordnungsnummer) alle Beteiligungsarten in Frage kommen, eine eindeutige Rangfolgebildung nicht gelingt. In diesen Fällen ist eine manuelle Prüfung und Auswahl – diese wird unabhängig davon immer als notwendig angesehen – durchzuführen. Liegen spezifische Beteiligungskonstellationen vor (bspw. motorisiert vs. Radfahrende), ist die Rangfolgebildung und programmseitige Zuordnung des Unfallgeschehens plausibel. Einschränkungen liegen lediglich bezüglich der möglichen Doppelnennung von Unfällen bei der Auswahl von TKS aufgrund fehlender Bewegungsrichtung (vgl. Kapitel 4.2.5) vor. Unter Zuhilfenahme von Unfalldiagrammen

Nr.	UH-Art	Ortslage	Streckencharakt.	Besonderheit
1	UHS-schwer	IO	KP ohne LSA	-
2	UHS-schwer	IO	KP ohne LSA	Abkn. Vorfahrt
3	UHS-schwer	IO	KP ohne LSA	-
4	UHS-schwer	IO	KP mit LSA	Radverkehr
5	UHS-schwer	IO	KP ohne LSA	Hohe Abb.-ant.
6	UHS-schwer	IO	KP mit LSA	Z 720/Radv.
7	UHS-schwer	AO	KP ohne LSA	-
8	UHS-schwer	AO	Motorradstrecke	Mot. Zweirad
9	UHS-schwer	AO	KP ohne LSA	Radweg
10	UHL	AO	UHL	Aufprall Baum
11	UHS-schwer	AO	KP mit LSA	Hoher DTV
12	UHS-schwer	AO	KP ohne LSA	Grundform
13	UHS-leicht	IO	KP mit rvl-Reg.	
14	UHS-schwer	IO	KP mit LSA	Rotläufer

**Tab. 19:** Übersicht der UH zur Detailprüfung Programmpraktikabilität

gelingt die Zuordnung zutreffender TKS jedoch problemlos.

Für die 14 UH liegen in Summe 33 maßgebende Unfalltypen in der Analyse vor, wobei für fünf keine geeigneten TKS zugeordnet werden können. Dazu zählen Unfälle des Typs „Überschreiten“ und „Fahr-unfall“ an lichtsignalgeregelten Knotenpunkten sowie „Sonstige“. Demgemäß existiert für diese maßgebenden Unfalltypen kein Maßnahmenangebot.

Anhand der vorliegenden Defizite erfolgte eine Zuordnung von Maßnahmen. Für lediglich eine TKS konnte aus dem Maßnahmenangebot kein geeigneter Maßnahmenvorschlag identifiziert werden. Für die verbliebenen 27 TKS wurden Maßnahmen anhand des Katalogs vorgeschlagen. Die Gegenüberstellung mit den durch die UKo realisierten Maßnahmen zeigt in 21 Fällen eine inhaltliche Übereinstimmung, auch wenn diese keinem eindeutigen Qualitätskriterium entspricht. In vier Fällen entsprach die von den UKo gewählte Maßnahme einer im Katalog angebotenen Alternative des zugehörigen TKS. Nur in einem Fall – außerörtlicher Knotenpunkt mit LSA – stehen die von der UKo realisierten Maßnahmen nicht unmittelbar mit dem Maßnahmenangebot des Katalogs in Zusammenhang.

Unter Berücksichtigung der bereits erwähnten teilweise individuellen Eigenschaften (Örtlichkeit u. w.) einer UH und der damit spezifischen Maßnahmenauswahl wird deutlich, dass der webbasierte Maßnahmenkatalog gegen Unfallhäufungen ein zielführendes und hilfreiches Werkzeug zur Maßnahmenfindung bei der Bekämpfung von UH in der Arbeit der UKo darstellen kann.

Neben der Detailanalyse zum Auffinden geeigneter Maßnahmen an UH erfolgte final für ca. 20 ausgewählte – in der Praxis behandelte und abgeschlossene – UH eine durchgängige Bearbeitung aller im Programm enthaltenen Arbeitsschritte. Diese umfassten neben den bereits oben aufgeführten Punkten insbesondere die Aspekte der Wirksamkeitsprüfung eines Paketes anhand des Unfallgeschehens des Nachher-Zeitraums. Die Berechnung des NKV in der Nachbetrachtung gestaltet sich bei vorliegendem Unfallgeschehen problemlos. Allgemein kann den Programmteilen eine einfache Handhabbarkeit unterstellt werden.

Mögliche Probleme oder notwendige Anpassungen wurden identifiziert und flossen in Form von Gestal-

tungs- und Funktionalitätsanpassungen in das Programm ein.

Vereinzelt erfordert die programmseitige Bearbeitung und Abhandlung von Arbeitsschritten vielschichtige Kontrollen verschiedener Ebenen von Verknüpfungen. Dahingehend sind über die Programmierung Fälle abzufangen, die u. a. praktisch nicht sinnvoll aber theoretisch möglich sind, um eine fehlerhafte Bedienung zu minimieren.

Während in vielen Bereichen diese Kontrollen vorliegen – bspw. Verriegelungsmatrix zum Ausschluss nicht kompatibler Maßnahmen – existieren jedoch vereinzelt Fälle, in denen ein programmseitiger Schutz nicht vollständig vorliegt. Die Ursache liegt z. T. in einem gegenüber dem praktischen Nutzen unverhältnismäßig hohen Programmieraufwand begründet. Als Beispiel sei die Wirksamkeitsabschätzung mehrerer lokaler, sich in ihrer Wirkung in Teilen überlagernder Maßnahmen genannt. An diesen Stellen existieren mitunter vereinfachte, vor dem Hintergrund einer effektiveren und zielführenden Bekämpfung von UH, aber genügende Programmerroutinen.

## 7 Zusammenfassung

In den zurückliegenden Jahren erschienen neben dem Merkblatt zur „Auswertung von Straßenverkehrsunfällen, Teil 2“ (FGSV 2002) weitere Quellen, die Maßnahmen gegen Unfallhäufungen nennen und beschreiben (GERLACH et al. 2009; SPAHN 2012; HLAFSUV 2012 u. w.). Ziel des Forschungsprojektes war es, die verschiedenen Quellen bezüglich ihrer Anwendbarkeit zu prüfen und das Merkblatt zur „Auswertung von Straßenverkehrsunfällen, Teil 2“ (FGSV 2002) zu aktualisieren. Dabei sollte ein webbasiertes Verfahren zur Verfügung gestellt werden.

Mit dem erstellen webbasierten Maßnahmenkatalog gegen Unfallhäufungen liegt ein aktuelles Verfahren zur Auswahl und Bewertung von Verkehrssicherheitsmaßnahmen vor, welches die Arbeit von Unfallkommissionen maßgebend unterstützt. Die Struktur des Verfahrens erlaubt eine stetige Aktualisierung der beinhalteten Maßnahmen bezüglich Anwendbarkeit, Wirksamkeit und zu erwartender Kosten.

Die Entwicklung des Verfahrens ruht auf mehreren Arbeitsschritten. Auf inhaltlicher Ebene erfolgte

eine Literaturrecherche zur Thematik Maßnahmen gegen Unfallhäufungen. Insgesamt konnten über 400 Maßnahmen zusammengetragen und aufbereitet werden. Zur Aufbereitung zählten die:

- Zuordnung zu einer typisierten Konfliktsituation,
- Beschreibung von Ursache und Wirkung,
- Ableitung von Wirkungsgraden,
- Beschreibung von Kosten und bisheriger Umsetzungshäufigkeit.

Nach einer vergleichenden Analyse stehen für den Katalog ca. 300 zur Verfügung. In Anlehnung des Merkblatts zur „Auswertung von Straßenverkehrsunfällen, Teil 2“ (FGSV 2002) wurden 80 typisierte Konfliktsituationen erstellt, die eine Differenzierung der Unfallhäufungen nach Örtlichkeit und weiteren Merkmalen erlauben und dementsprechend eine geeignete Auswahl in Frage kommender Maßnahmen ermöglichen. Inhaltlich wurden typisierte Konfliktsituationen und Maßnahmen miteinander verknüpft, sodass dem Nutzer ein aktueller Katalog von Maßnahmen gegen Unfallhäufungen mit Angaben zu Wirkungsgrad, Validität und Kosten zur Verfügung steht.

Auf technischer Ebene erfolgte die Umsetzung des Verfahrens in aktives Web-Tool. Dieses nimmt die inhaltliche Datengrundlage und Vorgehenseise auf und enthält weitere Optionen. Mit dem Verfahren besteht für die Nutzer die Möglichkeit, im Rahmen der Arbeit nach M UKo (FGSV 2012), für die im Vorfeld identifizierten UH:

- Rangfolgen zu erstellen,
- Unfallanalysen vorzunehmen,
- anhand maßgebender Unfalltypen entsprechende Konfliktsituation zuzuordnen,
- Maßnahmen auf Basis des vorliegenden Unfallgeschehens auszuwählen,
- Maßnahmenpakete unter Berücksichtigung ihrer zu erwartenden Wirkung zu bewerten und zu beschließen und
- eine Umsetzungskontrolle selbiger durchzuführen.

Das zugrunde gelegte Verfahren unterstützt die UKo in ihrem persönlichen Arbeitsbereich bei der Auswahl geeigneter, angemessener und durchsetzbarer Maßnahmen, welche zu einer

effizienten und effektiven Bekämpfung von UH beitragen.

Dazu trägt die Möglichkeit einer auf der Homogenität des Unfallgeschehens beruhenden Rangfolgebildung ebenso bei, wie die Verknüpfung der Maßnahmen mit Kriterien der Verkehrssicherheit und Wirtschaftlichkeit. Auf verschiedenen Ebenen stehen dem Nutzer Möglichkeiten und Optionen zur Verfügung, die Maßnahmenauswahl, deren erwartete Wirkung und Kosten, für bearbeitete UH zu individualisieren. Darüber hinaus erlaubt das Verfahren im Rahmen der Umsetzungskontrolle eine Überprüfung des Maßnahmenpaketes am vorliegenden Unfallgeschehen und eine Dokumentation aller wesentlichen Arbeitsschritte.

Die Aktualisierung, Anpassung, und Erweiterung von Maßnahmen, deren Wirkungen und Kosten, ergeben sich dann durch eine breite Anwendung des Programms in der Arbeit der Unfallkommissionen.

Das Verfahren stellt eine wesentliche Weiterentwicklung und webbasierte Umsetzung des Merkblatts zur „Auswertung von Straßenverkehrsunfällen, Teil 2“ (FGSV 2002) und seiner Maßnahmen, ergänzt um aktuelle Erkenntnisse, dar.

Zur erfolgreichen Einführung und Verbreitung des Verfahrens, wird eine begleitende Einführung – Vor- und Hilfestellung – ebenso wie ein technischer Support – programmseitige Anpassung – als erforderlich angesehen.

Die Bearbeitung zeigte, dass zwar eine Vielzahl an Maßnahmen vorliegen, häufig aber deren genauer Wirkungsgrad auf das Unfallgeschehen noch unbekannt ist. Auch bei der Kombination sich ergänzender Maßnahmen liegen bisher nur wenige Erkenntnisse zu ihrer Wirkung vor. Ebenso lassen sich die Kosten für Maßnahmen stellenweise nur schätzen bzw. variieren diese Kosten erheblich in Abhängigkeit der Örtlichkeit. Diesbezüglich besteht weiterer Forschungsbedarf.

## 8 Literatur

AASHTO: Highway Safety Manual, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington D.C. 2014

ADAC: Sichere Landstraßen in Deutschland, Allgemeiner Deutscher Automobilclub e. V., Ressort Verkehr, München 2012

- AUSTROADS: Methods für Reducing Speeds on Rural Roads, Austroads Ltd., Sydney 2014
- ALRUTZ, D.; BOHLE, W.; MÜLLER, H.; PRAHLOW, H.; HACKE, U.; LOHMANN, G.: Unfallrisiko und Regelakzeptanz von Fahrradfahrern, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Verkehrstechnik, Heft V 184, Bergisch Gladbach 2009
- ANHÄUSER, G.: Verkehrssicherheitsgrün, Beitrag zum Kolloquium Verkehrssicherheit von Straßen, Institut für Straßen- und Eisenbahnwesen der Universität Karlsruhe, Karlsruhe 2004
- BAUM, H.; KRANZ, T.; & WESTERKAMP, U.: Volkswirtschaftliche Kosten durch Straßenverkehrsunfälle in Deutschland, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Mensch und Sicherheit, Heft M 208, Bergisch Gladbach 2010
- bfu: Straßenraumgestaltung, bfu Fachdokumentation 2.048, Beratungsstelle für Unfallverhütung, Bern 2013
- BÖHM, L.; SPAHN, V.: Die Definition von „Unfallhäufungen“ als Basis für sicherheitsverbessernde Maßnahmen im Straßennetz. In: Straßenverkehrstechnik 11/2008, Bonn 2008
- BSMdl: Unfallhäufungen auf Landstraßen – Sicherheitsmaßnahmen – Wirksamkeit, Bayrisches Staatsministerium des Inneren, München 2011
- CEDR: Best Practice for Cost-Effective Road Safety Infrastructure Investments, Conference of European Directors of Roads, Paris 2008
- CEDR: Tools for Infrastructure Safety Management, Conference of European Directors of Roads, Paris 2008B
- CEDR: PRACT Predicting Road Accidents – a Transferable methodology across Europe, Conference of European Directors of Roads, Paris 2014, (unveröffentlicht)
- DESTATIS: Verkehr – Verkehrsunfälle 2012, Fachserie 8, Reihe 7, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2013
- DFT: COBA – Costs Benefits Analysis, Department for Transport, London 2014
- FGSV: Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen, Teil 1: Führen und Auswerten von Unfalltypen-Steckkarten. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln 2003
- FGSV: Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen, Teil 2: Maßnahmen gegen Unfallhäufungen. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln 2002
- FGSV: Empfehlungen für die Sicherheitsanalyse von Straßennetzen ESN. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln 2003
- FGSV: Empfehlungen zum Schutz vor Unfällen mit Aufprall auf Bäume (ESAB), Entwurf veröffentlicht in: EID, V.; ELLINGHAUS, D.; FUNCK, P.; KOCH, H.; MANSSEN, G.; MEEWES, V.; NEUMANN, K.; PETERS, J.: Schutz von Mensch und Baum, Köln und Berlin, 2005
- FGSV: Merkblatt zur Verbesserung der Verkehrssicherheit auf Motorradstrecken (MVMot 2007). Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln 2007
- FGSV: Merkblatt zur Örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen M UKo. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln 2012
- FGSV: Richtlinien für die Anlage von Landstraßen RAL. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln 2012
- FROST, U.; SCHULZE, W.: Nutzen und Kosten nicht vollständiger Signalisierungen unter besonderer Beachtung der Verkehrssicherheit, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Verkehrstechnik, Heft V 168, Bergisch Gladbach 2008
- GDV: Leitfaden zur Bestimmung des Unfalltyps, Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V., Informationen des Instituts für Straßenverkehr, Köln, 1998
- GDV: Sicherheitspreis „Die Unfallkommission 2013“, Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V., Unfallforschung der Versicherer, Berlin, 2013
- GERLACH, J.; ODENWALD, K.: Schutzeinrichtungen am Fahrbahnrand kritischer Streckenabschnitte für Motorradfahrer, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Verkehrstechnik, Heft V 152, Bergisch Gladbach 2007

- GERLACH, J.; KESTING, T.; THIEMEYER, E.-M.: Möglichkeiten zur schnelleren Umsetzung und Priorisierung straßenbaulicher Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Verkehrstechnik, Heft V 185, Bergisch Gladbach 2009
- HAUER, E.: *Observational Before-After Studies in Road Safety: Estimating the Effect of Highway and Traffic Engineering Measures on Road Safety*, Emerald Group Publishing Limited 1997
- HAUTZINGER, H.: Genauigkeit der amtlichen Straßenverkehrsunfallstatistik, Institut für angewandte Verkehrs- und Tourismusforschung, Heilbronn, 1983
- HAUTZINGER, H.; DÜRHOFT, H.; HÖRNSTEIN, E.; BECKER-TASSAUX, B.: Dunkelziffer bei Unfällen mit Personenschaden, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Mensch und Sicherheit, Heft M 13, Bergisch Gladbach 1993
- HEILMANN, W.: Baumunfälle in Mecklenburg-Vorpommern. In: *Straßenverkehrstechnik* 1/2008, Bonn 2008
- HLAFSUV: Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit auf Motorradstrecken, Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen, Wiesbaden 2012
- HRRR: *Manual for Selecting Safety Improvements on High Risk Rural Roads*, U.S: Department of Transportation Federal Highway Administration, Washington D.C. 2014
- HLAFSUV: Leitfaden Qualitätssicherung an Lichtsignalanlagen, Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen, Wiesbaden 2002
- HSVV: *Handbuch für Verkehrssicherheit und Verkehrstechnik*. Hessische Straßen- und Verkehrsverwaltung (HSVV 2006), HSVV-Schriftenreihe Heft 53, Wiesbaden 2006
- HUK: *10 Jahre im Dienste der Schadenverhütung*, Beratungsstelle HUK, Verkehrsblatt-Verlag Dortmund 1961
- KESTING, T.: *Priorisierung straßenbaulicher Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit*, Dissertation an der Bergische Universität Wuppertal, Abteilung Bauingenieurwesen, Wuppertal 2009
- LIPK, T.: *Retroperspektive Bewertung des Sicherheitspotenzials verkehrsplanerischer Maßnahmen anhand des sächsischen Unfallgeschehens*, Diplomarbeit am Lehrstuhl Straßenverkehrstechnik Fachbereich Theorie der Verkehrsplanung, Dresden 2014 (unveröffentlicht)
- LIPPOLD, C.; WEISE, G.; JÄHRIG, T.: *Verbesserung der Verkehrssicherheit auf einbahnig zweistreifigen Außerortsstraßen (AOSI)*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Verkehrstechnik, Heft V 216, Bergisch Gladbach 2012
- MAIER, R.; KÖRNER, M.; SCHÜLLER, H.: *Überprüfung und Verbesserung der Grenzwerte zum Erkennen von Unfallhäufungen im Straßennetz*. Schlussbericht zum FE 03.423/2007/FGB im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen, Dresden 2008 (unveröffentlicht)
- MAIER, R.; AURICH, A.; SCHÜLLER, H.: *Sicherheitskonzept Dresden*, Schlussbericht, Dresden 2010 (unveröffentlicht)
- MAIER, R.; HANTSCH, S.; NEUMANN, V.: *Erarbeitung eines Sicherheitskonzeptes und Ableitung von Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit in der Stadt Chemnitz*, Entwurf Schlussbericht, Dresden 2011 (unveröffentlicht)
- MAIER, R.; AURICH, A.; DAHNERT, T.; HANTSCH, S.; KLINGHAMMER, S.; KOLLMUS, B.; SCHÜLLER, H.: *Städtische Sicherheitsprognose – Übergreifende Wirkungszusammenhänge und zeitnahe Prognose des Unfallgeschehens in städtischen Straßennetzen*, Entwurf des Schlussberichts zum Forschungsvorhaben im Auftrag des BMWi, Berlin/Dresden 2012
- MAIER, R., LIPPOLD, C.; BERGER, R.; KOLLMUS, B.; HANTSCH, S.; KOTSCH, S.: *Programm zur Beseitigung von Unfallhäufungen in den Landkreisen des Freistaates Sachsen – 10x10*, Bericht, Dresden 2014 (unveröffentlicht)
- MATENA, S.: *Sicherheitsaspekte innenliegender Einfädungsstreifen an plangleichen Knotenpunkten innerorts*. In: *Straßenverkehrstechnik* 6/2007, Bonn 2007
- PELTOLA, H.; RAJAMÄKI, R.; LUOMA, J.: *A tool for safety evaluations of road improvements*, Accident Analyses and Prevention No. 60, Elmont N.Y. 2013

- PETERMANN, I.; WELLER, G.; SCHLAG, B.: Beitrag des visuellen Eindrucks zur Erklärung des Unfallgeschehens in Landstraßenkurven. In: Straßenverkehrstechnik 8/2007, Bonn 2007
- PFUNDT, K.: Studienkurse für Verkehrssachbearbeiter, Beratungsstelle HUK (3. Aufl.), Köln 1972
- PFUNDT, K.: Handbuch der verkehrssicheren Straßengestaltung, Verkehrsblatt-Verlag, Dortmund 1991
- PRAXENTHALER, H.: Alleinrausch und Baumaufprall. In: Straßenverkehrstechnik 1/2006, Bonn 2006
- SCHLAG, B.; FISCHER, T.; RÖßGER, L.; SCHULZE, C.: Evaluation eines dynamischen Rückmeldesystems an einem Fußgängerüberweg, in: Straßenverkehrstechnik 12/2005, Bonn 2005
- SIEGENER, W.; LENHART, W.: Analyse von Unfalldunkelziffern, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bereich Unfallforschung, Heft 134, Bergisch Gladbach 1986
- SPAHN, V.: Sicherheit von Kreisverkehrsplätzen und Lichtsignalanlagen in Bayern. In: Straßenverkehrstechnik 7/2007, Bonn 2007
- SPAHN, V.: Standardisierte Wirksamkeitsanalyse von sicherheitsverbessernden Maßnahmen an Unfallhäufungen auf Außerortsstraßen, Dissertation an der Universität der Bundeswehr München, Fakultät für Bauingenieurwesen und Umweltwissenschaften, München 2012
- UKM: Zahl der Fahrradunfälle in Münster liegt dreimal höher als bislang vermutet, Internetzugriff: [http://www.klinikum.uni-muenster.de/index.php?id=vollstaendiger\\_artikel&tx\\_ttnews%5btt\\_news%5d=1005&cHash=f522f2063199ef74bc3ca4bcaf3dd5d6](http://www.klinikum.uni-muenster.de/index.php?id=vollstaendiger_artikel&tx_ttnews%5btt_news%5d=1005&cHash=f522f2063199ef74bc3ca4bcaf3dd5d6), (30.06.2014), Universitätsklinikum Münster, Münster 2010
- VOß, H.: Unfallhäufungen mit Wildunfällen – Modellversuch im Oberbergischen Kreis, Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V., Forschungsbericht 01/07, Berlin 2007
- WEBER, R.; LÖHE, U.: Verkehrssicherheit und Verkehrsablauf auf b2+1-Strecken mit allgemeinem Verkehr, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Verkehrstechnik, Heft V 109, Bergisch Gladbach 2003
- WEINERT, R.: Entschärfung innerörtlicher Unfallstellen mit einem fallbasierten Expertensystem, Dissertation an der Ruhr-Universität Bochum, Schriftenreihe Lehrstuhl für Verkehrswesen, Heft 21, Bochum 1999

## Anhänge

## 1. Unfalltypen Definition

Der *Unfalltyp* beschreibt den Verkehrsvorgang bzw. die Konfliktsituation, aus welcher der Unfall hervorgegangen ist:

Unfalltyp		Farbe	Erläuterung
1	Fahrerunfall (F)		Der Fahrer hat die Kontrolle über das Fahrzeug verloren, weil er die Geschwindigkeit nicht entsprechend dem Verlauf, dem Querschnitt, der Neigung oder dem Zustand der Straße gewählt hat, oder weil er deren Verlauf oder eine Querschnittsänderung zu spät erkannt hat. Im weiteren Verlauf kann es dann zum Zusammenstoß mit anderen Verkehrsteilnehmern gekommen sein.
2	Abbiegeunfall (AB)		Der Unfall wurde durch einen Konflikt zwischen einem Abbieger und einem aus gleicher oder entgegengesetzter Richtung kommenden Verkehrsteilnehmer ausgelöst. Das gilt an Einmündungen und Kreuzungen von Straßen, Feld- oder Radwegen sowie an Zufahrten, z. B. zu einem Grundstück oder einem Parkplatz.
3	Einbiegen/Kreuzen -Unfall (EK)		Der Unfall wurde durch einen Konflikt zwischen einbiegenden oder kreuzenden Wartepflichtigen und einem Vorfahrtsberechtigtem ausgelöst. Das gilt an Einmündungen und Kreuzungen von Straßen, Feld- oder Radwegen, an Bahnübergängen sowie an Zufahrten z. B. von einem Grundstück oder einem Parkplatz.
4	Überschreiten-Unfall (ÜS)		Der Unfall wurde durch einen Konflikt zwischen einem die Fahrbahn überschreitenden Fußgänger und einem Fahrzeug ausgelöst – sofern das Fahrzeug nicht gerade abgebogen ist. Diese Grundsätze gelten unabhängig davon, ob der Unfall an einer Stelle ohne besondere Einrichtungen für den Fußgängerquerverkehr geschehen ist oder an einem Zebrastreifen, einer lichtsignalgeregelten Furt o. Ä.
5	Unfall durch ruhenden Verkehr (RV)		Der Unfall wurde durch einen Konflikt zwischen einem Fahrzeug des fließenden Verkehrs und einem auf der Fahrbahn „ruhenden“, d. h. einem haltenden/parkenden Fahrzeug ausgelöst. Hierzu zählen auch Unfälle, bei denen der fließende Verkehr einen Konflikt mit einem ein- oder ausparkenden Fahrzeug hatte. Es spielt keine Rolle, ob das Halten/Parken erlaubt war oder nicht.
6	Unfall im Längsverkehr (LV)		Der Unfall wurde durch einen Konflikt zwischen Verkehrsteilnehmern ausgelöst, die sich in gleicher oder entgegengesetzter Richtung bewegten – sofern dieser Konflikt nicht die Folge eines Verkehrsvorganges ist, der einem anderen Unfalltyp entspricht.
7	Sonstiger Unfall (SO)		Hierunter fallen alle Unfälle, die keinem anderen Unfalltyp zuzuordnen sind.

**Bild 32:** Definition der Unfalltypen (FGSV 2003)

## 2. Legende Unfalltypenkarte und Unfallkategorien

Legende EUSka - Einjahreskarte		
Unfalltyp	Sondermerkmale	Einjahreskarte
1 Fahr Unfall F	Fussgänger	Unfall mit Getöteten
2 Abbiege-Unfall AB	Radfahrer	Unfall mit Schwerverletzten
3 Einbiegen/Kreuzen-Unfall EK	Baum	Unfall mit Leichtverletzten
4 Überschreiten-Unfall ÜS	Alkohol	Unfall mit schwerwiegendem Sachschaden
5 Ruhender Verkehr RV	Überholen	Unfall mit sonstigem Sachschaden
6 Unfall im Längsverkehr LV	Wild	
7 Sonstiger Unfall SO		
8 Unfalltyp unbekannt		

Bild 33: Legende Unfalltypenkarte (FGSV 2012)

Schwerste Unfallfolge	Unfall-Kategorie	Beschreibung*
Unfall mit Getöteten	U(Get) Kat. 1	Mindestens <b>ein</b> getöteter Verkehrsteilnehmer
Unfall mit Schwerverletzten	U(SV) Kat. 2	Mindestens <b>ein</b> schwerverletzter Verkehrsteilnehmer, aber <b>keine</b> Getöteten
Unfall mit Leichtverletzten	U(LV) Kat. 3	Mindestens <b>ein</b> leichtverletzter Verkehrsteilnehmer, aber <b>keine</b> Getöteten und <b>keine</b> Schwerverletzten
schwerwiegender Unfall mit Sachschaden	U(SS) Kat. 4	Unfälle mit Sachschaden und Straftatbestand oder Ordnungswidrigkeits-Anzeige (unfallursächlich), bei denen mindestens ein Kraftfahrzeug <b>nicht mehr fahrbereit</b> ist (abschleppen)
	Kat. 6	Alle übrigen Sachschadensunfälle unter Einfluß berauschender Mittel
sonstiger Unfall mit Sachschaden	U(LS) Kat. 5	Sachschadensunfälle - mit Straftatbestand oder Owi-Anzeige ohne Einfluß berauschender Mittel, bei denen alle Kraftfahrzeuge <b>fahrbereit</b> sind, - mit lediglich geringfügiger Ordnungswidrigkeit (Verwarnung), unabhängig, ob Kfz fahrbereit oder nicht fahrbereit

\* Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2008

Bild 34: Deklaration der Unfallkategorien nach Schwere (FGSV 2012)

### 3. Ausschnitt aus Unfalltypenkarte

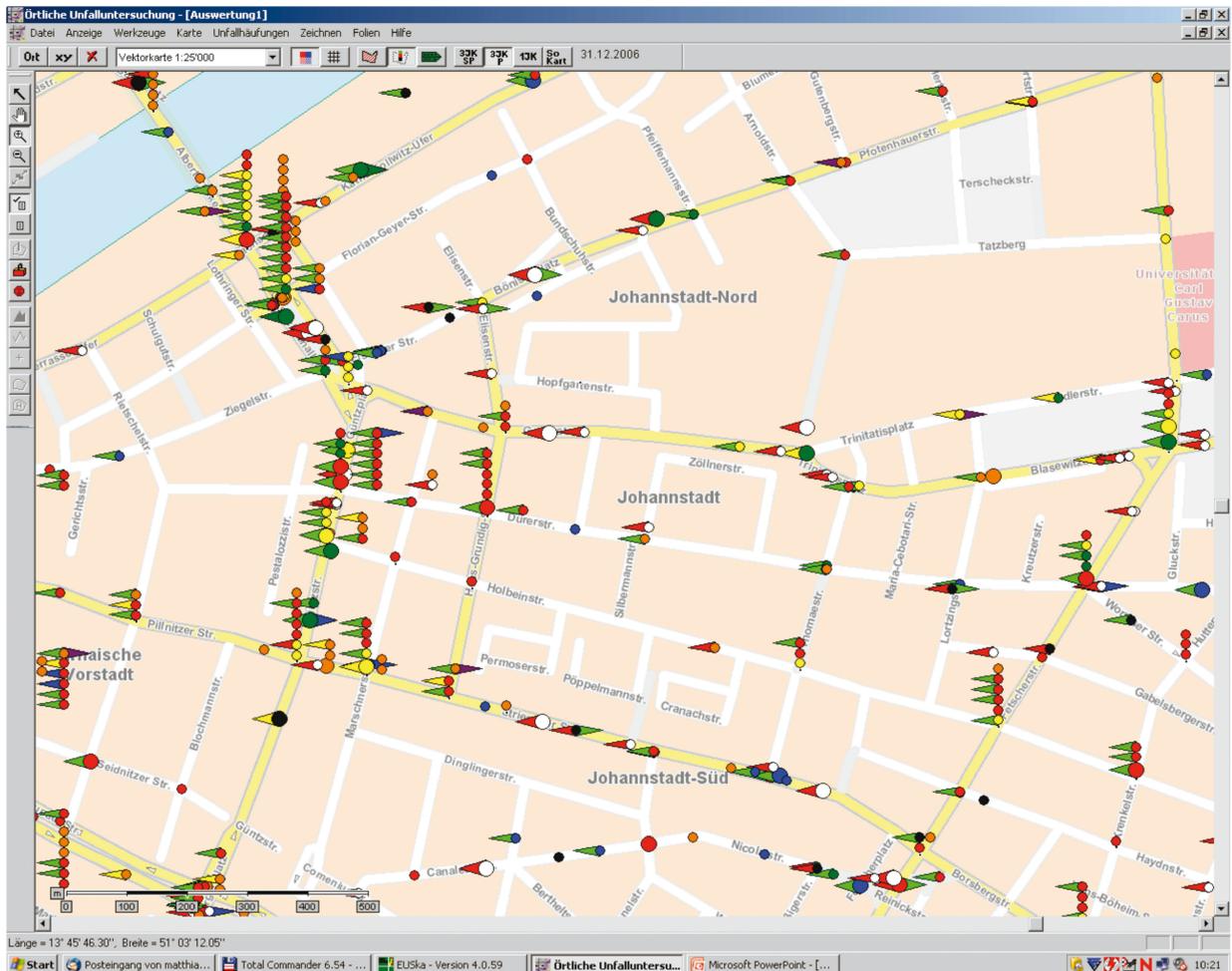


Bild 35: Beispielhafte Darstellung Elektronische Unfalltypenkarte (EUSka Version 6.7)

#### 4. Beispiel Unfallliste

Nummer	1	2	3	5	6	4	7	8	9
Jahr	2005	2005	2007	2008	2008	2008	2008	2010	2011
Monat	5	9	8	2	4	9	10	10	7
Wochentag	di	mo	sa	fr	mo	di	di	mo	fr
Uhrzeit	19:55	15:45	9:15	16:45	19:00	1:00	17:00	11:07	22:45
Lichtverhältnisse	dä	he	he	he	he	du	he	he	du
Straßenzustand	tr	na	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Anzahl Getötete	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Schwerverletzte	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Leichtverletzte	1	0	0	1	1	1	1	0	0
Beteiligte 01	PKW	RF	RF	PKW	PKW	PKW	PKW	RF	RF
Beteiligte 02	RF	STRAB	PKW	RF	RF	RF	RF	STRAB	-
Anzahl Beteiligte	2	2	2	2	2	2	2	2	1
Unfall-Kategorie	3	2	5	3	3	3	3	1	2
Unfall-Typ	EK	EK	LV	EK	EK	AB	EK	EK	F
Unfall-Art	5	5	1	5	5	3	5	5	8
Unfall-Ursache	28	31	49	28	28	35	28	28	28

Bild 36: Beispiel Unfallliste (FGSV 2012)

Ausprägung Unfallumstände (Durchschnittswerte Deutschland (2007-2009))				
	Innerorts	Landstraße	BAB	
Winter	30 %	35 %	35 %	Dezember - März
Wochenende	25 %	30 %	30 %	Sa/So
Spitzenzeiten	45 %	45 %	45 %	6-9/16-19
Nacht	30 %	35 %	40 %	dä/du
Nässe/Glätte	30 %	40 %	45 %	na/wgl

Bild 37: Erwartungswerte Unfallumstände (FGSV 2012)

## 5. Beispiel Unfalldiagramm und Erläuterung Signaturen

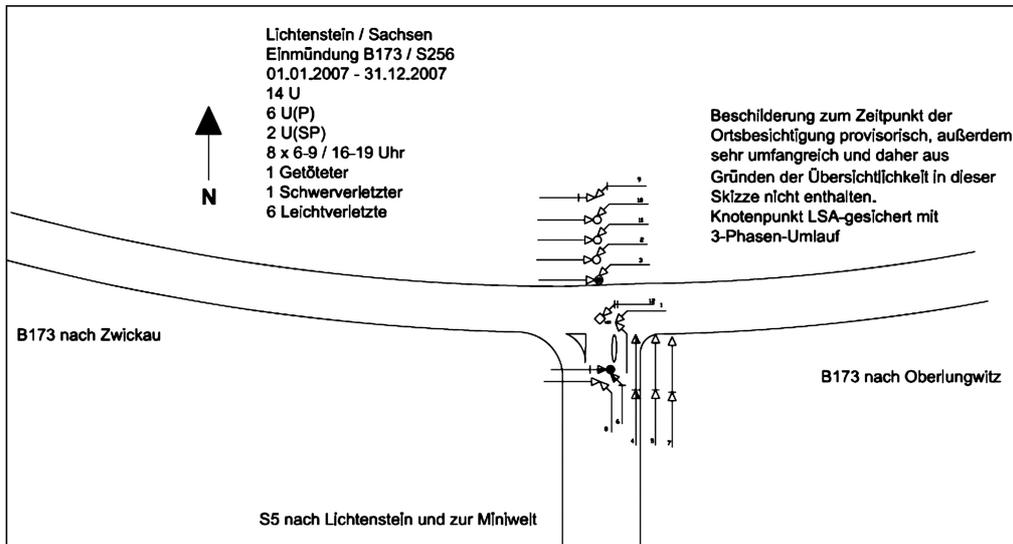


Bild 38: Beispielhafte Darstellung Unfalldiagramm

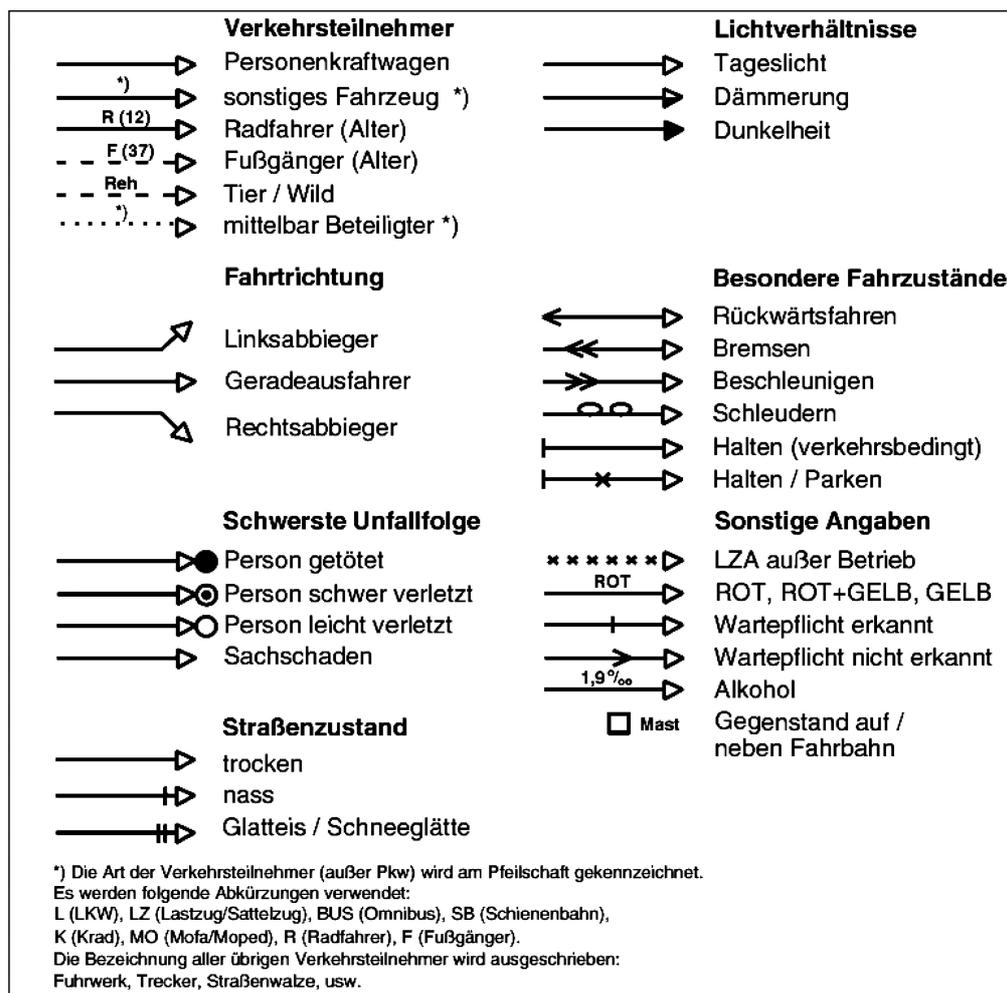


Bild 39: Erläuterung Signaturen Unfalldiagramm (FGSV 2012)

## 6. Kosten von Maßnahmen

Tab. 20: Festlegung zur räumlichen Ausdehnung von UH zur Kostenberechnung von Maßnahmen

	Ort	Element	Länge Zufahrt [m]	Gesamtlänge [m]	Fläche [qm]	Kennung
UHS	IO	Knoten	50	150	1.450	UHS-IO-Knoten
	IO	Strecke		50	600	UHS-IO-Strecke
	AO	Knoten	50	150	1.200	UHS-AO-Knoten
	AO	Strecke		300	2.250	UHS-AO-Strecke
	BAB	Knoten		1100	13.200	UHS-BAB-Knoten
	BAB	Strecke		750	8.250	UHS-BAB-Strecke
UHL	IO	Strecke		300	3.600	UHL-IO-Strecke
	AO	Strecke		600	4.500	UHL-AO-Strecke

Tab. 21: Kosten und Annuitäten für Maßnahmengruppen

Maßnahmen- gruppe	Kürzel	Ort	Maßnahmenbezeichnung	Investitions- kosten [€] Netto	einmalige zusätzliche Kosten [€] Netto	jährliche Betriebs- kosten [€] Netto	Bezug	Zeitraum Abschreib. [Jahre]	Annui- täten- faktor
Signalisierung	SIG	BAB	Schaltung Verkehrsbeeinflussungsanlage optimieren	2.450,00			Stück	5	0,218
	SIG	BAB	Detektion Verkehrsbeeinflussungsanlage verbessern	2.500,00			Stück	10	0,11723
	SIG	BAB	Verkehrsbeeinflussungsanlage errichten	200,00			m	20	0,0672
	SIG	IO	Lichtsignalanlage errichten	115.000,00		5.000	Maßn.	20	0,0672
	SIG	AO	Lichtsignalanlage errichten	200.000,00		5.000	Maßn.	20	0,0672
	SIG	IO/AO	Lichtsignalanlage entfernen	3.500,00		-5.000	Maßn.	100	0,03165
	SIG	IO	Errichten Signalanlage mit ÖPNV-Bevorrechtigung	125.000,00		5.000	Maßn.	20	0,0672
	SIG	IO	Sicherung Haltestelle durch Zeitinsel	25.000,00		2.500	Stück	20	0,0672
	SIG	IO/AO	Änderungen Signalgeber (LED, zusätzlicher Signalgeber)	2.000,00			Stück	10	0,11723
	SIG	IO/AO	Zusätzlicher Signalmast	6.000,00		1.000	Stück	10	0,11723
	SIG	IO/AO	provisorische Lichtsignalanlage	5.000,00		36.500	Stück	5	0,218
	SIG	IO/AO	Signalisierung für Rechtsabbieger (Grünpfeil) entfernen	2.000,00			Stück	10	0,11723
	SIG	IO/AO	Vorankündigung der Lichtsignalanlage mit gelben Blinklicht	3.000,00		100	Zufahrt	10	0,11723
	SIG	IO/AO	Komplette Überarbeitung Programm und angepasster Umbau (Verkehrsbabhängig)	80.000,00			Maßn.	10	0,11723
	SIG	IO	Programmseitige Änderung der Lichtsignalanlage (Vorlauf Fußgänger, Grünzeitdehnung)	3.000,00			Maßn.	10	0,11723
	SIG	IO/AO	Betriebszeiten der Lichtsignalanlage verlängern (24h - Betrieb)	3.000,00		500	Maßn.	10	0,11723
	SIG	IO	Z 720 "Grünpfeil" in Zufahrt ... entfernen	100,00			Stück	100	0,03165
	SIG	IO/AO	Lichtsignalanlage mit größeren Signalgebern ausstatten	1.000,00			Stück	10	0,11723
	SIG	IO/AO	Lichtsignalanlage mit separater Linksabbiegerphase ausstatten (ohne bauliche Änderung)	5.000,00			Stück	10	0,11723
	SIG	IO/AO	Lichtsignalanlage mit separater Linksabbiegerphase ausstatten (mit bauliche Änderung)	20.000,00			Stück	10	0,11723
SIG	IO	Fußgängersignalanlage aufstellen	25.000,00		2.500	Stück	20	0,0672	
SIG	AO	Fußgängersignalanlage aufstellen	60.000,00		2.500	Stück	20	0,0672	
Seitenraum	SR	IO	Radfahrstreifen anlegen	140,00			m	25	0,05743
	SR	IO	Gehweg neu bauen	150,00			m	25	0,05743
	SR	überall	Baum entfernen	2.000,00			Maßn.	25	0,05743
	SR	IO/AO	Geländer anlegen	70,00			m	25	0,05743
Straßen- ausstattung	SAS	überall	Errichten passiver Schutzeinrichtungen (Stahl)	60,00			m	25	0,05743
	SAS	überall	Errichten passiver Schutzeinrichtungen (Beton)	120,00			m	25	0,05743
	SAS	überall	Passive Schutzeinrichtung mit Unterfahrschutz ausrüsten	40,00			m	20	0,0672
	SAS	überall	Schutzeinrichtung umbauen	3.000,00			Maßn.	20	0,0672
	SAS	überall	Schutzeinrichtung entfernen	2.000,00			Maßn.	100	0,03165
	SAS	überall	Schutzwall bauen	60,00			m	50	0,03887
	SAS	überall	Leiteinrichtung / Leitpfosten aufstellen	1,00			m	20	0,0672
	SAS	überall	Schneefangzaun aufstellen	5,00			m	10	0,11723
	SAS	IO/AO	Leitschwellen aufbringen	7,00			m	10	0,11723
	SAS	IO/AO	Bischofsmützen aufbringen	3,00			m	5	0,218
	SAS	AO	Parkplatz schließen	10.000,00			Maßn.	100	0,03165
	SAS	AO	Anordnung von Rüttelstreifen	600,00		400	Stück	5	0,218
	SAS	AO	Bankett standfest ausbilden	25,00			m	10	0,11723

Tab. 21: Fortsetzung

Maßnahmen- gruppe	Kürzel	Ort	Maßnahmenbezeichnung	Investitions- kosten [€] Netto	einmalige zusätzliche Kosten [€] Netto	jährliche Betriebs- kosten [€] Netto	Bezug	Zeitraum Abschreib. [Jahre]	Annu- itäten- faktor
Beschilderung	BES	überall	Verkehrszeichen aufstellen / versetzen (allgemein)	500,00			Stück	20	0,0672
	BES	IO	Verkehrszeichen Geschwindigkeitsbeschränkung aufstellen / versetzen (allgemein)	500,00			Stück	20	0,0672
	BES	AO	Verkehrszeichen Geschwindigkeitsbeschränkung aufstellen / versetzen (allgemein)	500,00			Stück	20	0,0672
	BES	BAB	Verkehrszeichen Geschwindigkeitsbeschränkung aufstellen / versetzen (allgemein)	500,00			Stück	20	0,0672
	BES	IO/AO	Vorankündigung der Fahrstreifenaufteilung durch Verkehrszeichen am Knotenpunkt	1.500,00			Maßn.	20	0,0672
	BES	überall	Beschilderung in Stand setzen (Reflexionstyp erneuern)	2.300,00			Stück	20	0,0672
	BES	überall	Beschilderung in Übergröße / auf Trägertafeln aufstellen	2.000,00			Stück	20	0,0672
	BES	überall	Wegweisung aufstellen	3.000,00			Maßn.	20	0,0672
	BES	überall	Wegweisung verbessern	1.700,00			Maßn.	20	0,0672
	BES	überall	Z 625 aufstellen / verdichten	300,00			Stück	20	0,0672
	BES	IO	Verkehrszeichen über Kopf aufstellen / versetzen (allgemein)	650,00			Stück	20	0,0672
Überwachung	ÜW	überall	Intensive Überwachung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit	10.000,00			Maßn.		1
	ÜW	IO/AO	Intensive Überwachung des Überholverbots	10.000,00			Maßn.		1
	ÜW	BAB	Intensive Überwachung des Abstandverhaltens	10.000,00			Maßn.		1
	ÜW	überall	Intensive Alkoholkontrolle	10.000,00			Maßn.		1
	ÜW	IO/AO	Intensive Überwachung von Rotüberfahren an Knotenpunkten	10.000,00			Maßn.		1
	ÜW	überall	Ortsfeste Geschwindigkeitsüberwachung einrichten	70.000,00	10,00		Stück	10	0,11723
	ÜW	IO/AO	Ortsfeste Rotüberwachung einrichten	40.000,00	10,00		Stück	10	0,11723
Knotenpunkt	KP	AO	Sichthindernisse entfernen	1.000,00			Stück	10	0,11723
	KP	IO	Sichthindernisse entfernen	800,00			Stück	10	0,11723
	KP	AO	Sichereinschränkende Maßnahme durchführen	1.500,00			Stück	10	0,11723
	KP	IO/AO	Grünschnitt	0,40	400		m	10	0,11723
	KP	IO	Sichtspiegel am Knotenpunkt anbringen	1.000,00			Stück	10	0,11723
	KP	AO	Knotenpunkt planfrei umbauen	980.000,00			Maßn.	50	0,03887
	KP	AO	Knotenpunkt teilplanfrei umbauen	1.250.000,00			Maßn.	50	0,03887
	KP	IO	Knotenpunkt zum Kreisverkehr umbauen	200.000,00			Maßn.	25	0,05743
	KP	AO	Knotenpunkt zum Kreisverkehr umbauen	350.000,00			Maßn.	25	0,05743
	KP	IO	Knotenpunkt zum Minikreisverkehr umbauen	60.000,00			Maßn.	25	0,05743
	KP	AO	Knotenpunkt in zwei getrennte Einmündungen umbauen	400.000,00			Maßn.	25	0,05743
	KP	IO/AO	Zufahrt am Knotenpunkt umbauen	12.800,00			Stück	25	0,05743
	KP	AO	Rückbau der Dreiecksinsel (Ausfahrkeil Rechtsabbieger)	14.000,00			Stück	25	0,05743
	KP	IO/AO	Aufpflasterung einbauen	2.700,00			Stück	25	0,05743
	KP	AO	Linksabbiegerfahrstreifen einrichten	82.000,00		100	Stück	25	0,05743
	KP	IO	Linksabbiegerfahrstreifen einrichten	20.000,00		100	Stück	25	0,05743
	KP	AO	Rechtsabbiegerfahrstreifen / Ausfahrkeil einrichten	57.000,00		100	Stück	25	0,05743
	KP	AO/BAB	Ein- /Ausfahrbereich an planfreien Anschluss einrichten	75.000,00		100	Stück	25	0,05743
	KP	AO/BAB	Ein- /Ausfahrbereich an planfreien Anschluss verbessern	40.000,00			Stück	10	0,11723
	KP	IO/AO	Bauliche Eineingung in Zufahrt zur Verhinderung parallele Aufstellung einrichten	2.500,00			Stück	10	0,11723
	KP	IO/AO	Fahrbahnleiter (Tropfen) in untergeordneter Zufahrt einrichten	25.000,00			Stück	25	0,05743
	KP	IO/AO	Querungshilfe einbauen	21.000,00			Stück	25	0,05743
	KP	IO/AO	Querungshilfe umbauen	2.000,00			Stück	10	0,11723
	KP	AO	Akkustische Bremse herstellen	1.000,00			Stück	5	0,218
	KP	IO	Anderung rechts-vor-links Regelung in durch VZ geregelten Knotenpunkt	5.000,00			Maßn.	10	0,11723
	KP	IO	Verdeutlichung Vorfahrtregelung (Z 206 und zusätzliche Markierung)	5.000,00			Maßn.	10	0,11723
	KP	IO	Verdeutlichung der Führung des Radverkehrs (Markierung und Beschilderung)	3.000,00			Maßn.	10	0,11723
	KP	IO	Hinweis auf linksseitig Radfahrende	3.000,00			Maßn.	10	0,11723
	KP	IO	Anlegen von Radweg /Radfahrstreifen am VZ geregelten Knotenpunkt (Sichtbeziehung und Markierung)	8.000,00			Maßn.	5	0,218
	KP	IO/AO	Verbot einer Abbiegebeziehung (VZ geregelter Knotenpunkt)	6.000,00			Zufahrt	100	0,03165
	KP	IO/AO	Verbot einer Abbiegebeziehung (LSA geregelter Knotenpunkt)	2.000,00			Zufahrt	100	0,03165
	KP	IO	Beleuchtung verbessern	10.000,00			Maßn.	25	0,05743
KP	IO	Sichtfelder für / auf Radfahrer freiräumen / verbessern	3.000,00			Maßn.	10	0,11723	
KP	IO	Unterbinden Parken im Knotenpunktbereich	4.500,00			Maßn.	25	0,05743	
Linien- führung	LF	IO/AO	Richtliniengemäßer Aus-/Neubau des Abschnitts	1.500,00			m	50	0,03887
	LF	IO/AO	Bestandsorientierter Aus-/Neubau des Abschnitts	1.000,00			m	50	0,03887
	LF	IO/AO	Unstetigkeit im Straßenverlauf/Kurvenverlauf beseitigen	1.500,00			m	50	0,03887
	LF	IO/AO	Unstetigkeit im Lageplan beseitigen	1.350,00			m	25	0,05743
	LF	IO/AO	Unstetigkeit im Höhenplan beseitigen	600,00			m	25	0,05743
	LF	IO/AO	Fahrdynamisch ungünstige Querneigung beseitigen	200,00			m	25	0,05743
	LF	IO/AO	Haltesicht herstellen	10,00			m	5	0,218
LF	IO/AO	Überholstrecke herstellen	5,00			m	5	0,218	

Tab. 21: Fortsetzung

Maßnahmen- gruppe	Kürzel	Ort	Maßnahmenbezeichnung	Investitions- kosten [€] Netto	einmalige zusätzliche Kosten [€] Netto	jährliche Betriebs- kosten [€] Netto	Bezug	Zeitraum Abschreib. [Jahre]	Annui- täten- faktor
Fahrbahn- oberfläche	FOF	überall	Griffigkeitsprüfung	700,00			Stück		1
	FOF	überall	Spurrinnenverfüllung	50,00	1.000		m	10	0,11723
	FOF	überall	Griffigkeitsverbesserung durch Aufrauung	12,00	1.000		m	5	0,218
	FOF	überall	Erneuerung Fahrbahnoberfläche - OB einfach	130,00	1.000		m	10	0,11723
	FOF	überall	Erneuerung Fahrbahnoberfläche(Dünnschicht; Heißeinbau)	250,00	1.000		m	15	0,08376
	FOF	überall	Erneuerung Fahrbahnoberfläche(Deckschicht; Fräsen+Einbau)	300,00	1.000		m	15	0,08376
	FOF	überall	Deckschicht in Teilbereichen in Stand setzen	20,00	1.000		m	10	0,11723
FOF	überall	Erneuerung Fahrbahnoberfläche - Deckschicht und Binder	150,00	1.000		m	15	0,08376	
Querschnitt	QS	AO	Fahrstreifenbreite verändern	115,00		20	m	25	0,05743
	QS	AO	Rückbau Fahrstreifen	40,00			m	50	0,03887
	QS	AO	zusätzlicher Fahrstreifen (auch allg. dreistreifiger Ausbau)	600,00		20	m	50	0,03887
	QS	AO	4-streifiger Ausbau (einbahnig)	2.000,00		50	m	50	0,03887
	QS	BAB	6-streifiger Ausbau	3.000,00		25	m	50	0,03887
	QS	BAB	Seitenstreifen bauen	500,00		1	m	20	0,0672
	QS	AO	Zusätzliche Fahrbahn (2-bahniger Ausbau)	2.000,00		50	m	50	0,03887
	QS	AO	Bankett standfest ausbilden / verbessern	10,00			m	10	0,11723
	QS	überall	Reinigung der Entwässerungseinrichtung	150,00			Stück	5	0,218
	QS	AO	Verbesserung der Entwässerung Nebenbereiche	10,00			m	10	0,11723
	QS	AO	Geh- und Radweg bauen	115,00			m	25	0,05743
	QS	AO	Parallelen Weg bauen	220,00			m	25	0,05743
	QS	IO	Querunginsel bauen	10.000,00			Stück	25	0,05743
Markierung	MA	überall	Markierung aufbringen (Richtungspfeile; Thermoplastik)	90,00	400		Stück	5	0,218
	MA	überall	Markierung aufbringen (Fahrstreifenbegrenzung, Parkstreifen; Agglomerat Typ II)	5,00	400		m	5	0,218
	MA	IO/AO	Markierung aufbringen (Tropfen)	100,00	400		Stück	5	0,218
	MA	überall	Profilierte Markierung (Kaltplastik)	25,00	400		m	10	0,11723
	MA	IO/AO	Markierungsnägel	12,00	400		m	10	0,11723
	MA	überall	Markierung in besserer Nachtsichtbarkeit erneuern	7,00	400		m	5	0,218
	MA	überall	Markierung als akustische Markierung erneuern	7,00	400		m	5	0,218
	MA	überall	Halt-/Wartelinien aufmarkieren	800,00	400		Maßn.	5	0,218
	MA	IO/AO	Rot-Markierung Radfurt	13,00	400		m	5	0,218
	MA	IO/AO	Erneuerung komplett Markierung Knotenpunkt (mittlere Größe)	5.000,00	400		Maßn.	5	0,218

## 7. Felddeklaration der Unfallliste in der Analyse

Gruppe	Name	Aggregation
Unfallumstände	Monat	Dezember – März (Anzahl)
	Wochentag	Sa/So (Anzahl)
	Uhrzeit	6-9/16-19 (Anzahl)
	Lichtverhältnisse	dä/du (Anzahl)
	Straßenzustand	na/wgl (Anzahl)
Kenngrößen	Unfallkategorie	Häufigste
	Unfalltyp	Häufigster
	Ursache	Häufigste
Struktur	Beteiligter 01	Häufigster
	Beteiligter 02	
	Radfahrer Bet. 01	Anzahl
	Radfahrer Bet. 02	
	Fußgänger Bet. 01	
	Fußgänger Bet. 02	
	Unfall mit mot. Zweirad	
	Unfall mit Schwerverkehr	
	Alleinunfall	
	Unfall bei LSA aus	
	Getötete	
	Schwerverletzte	
	Leichtverletzte	

**Bild 40:** Felddeklaration der Unfallliste in der Analyse

## 8. Formate und Zugriff Importdatenbank

Spaltenname	Beispiel	Bedeutung
UHS_NAME	Müglerstr.	Name der Unfallhäufungsstelle
UN_KEY	CX-200/15022007	eindeutiger Schlüssel des Unfalls
BET_NR	1	Beteiligungsnummer: 0 – Unfalldaten 1 – Hauptbeteiligter 2 – 1. Nebenbeteiligter
KO_UDATUM	20070215	Datum des Unfalls
KO_UMONAT	02	Monat des Unfalls
KO_UZEIT	1800	Uhrzeit des Unfalls
KO_USTDE	18	Stunde des Unfalls
KO_WOTAG	5	Wochentag des Unfalls
US_GDE	Musterstadt	Gemeinde
US_OTEIL	Beispielbrücke	Ortsteil
US_STRA1	Müglerstraße	Straße
US_KLAS1	5	Straßenkategorie (bildet zusammen mit US_INAUS die Ortslage): 1 – Autobahn 2 – Bundesstraße 3 – Landstraße 4 – Kreisstraße 5 – Gemeindestraße
US_HAUS1	2	Straßennummer.
US_INAUS	1	Lokalisierung Innerorts/Außerorts (bildet zusammen mit US_KLAS1 die vorläufige Ortslage)
SS_TOT	0	Anzahl getöteter Personen
SS_SVERL	0	Anzahl schwer verletzter Personen
SS_LVERL	1	Anzahl leichtverletzter Personen
SS_SCHADEN	6000	Sachschaden in EUR ( <b>kein Pflichtfeld!!</b> )
US_GEO_X	8,4454554	Geografische Länge (lon)
US_GEO_Y	50,12323	Geografische Breite (lat)
BT_BETEIL	21	Unfall-Beteiligter (z. B. Krad, Pkw, Fußgänger, etc.), Codierung nach VUA
UN_ART	2	Art des Unfalls (z. B. Abkommen von der Fahrbahn nach links), Codierung nach VUA
UN_STR	1	Straßenzustand (z. B. nass/winterglatt), Codierung nach VUA
UN_LICHT	1	Lichtverhältnisse (z. B. Dämmerung, dunkel), Codierung nach VUA
UN_KAT	3	Unfall-Kategorie (z. B. Unfall mit mind. einem Schwerverletzten aber keinem Getöteten), Codierung nach VUA: ➔ <i>Schlussfolgerung U(P), oder U(S), etc.</i>
UN_TYP	2	Unfalltyp (einstellig oder dreistellig), Codierung nach VUA
UN_CHAR1	1	Charakterisierung der Unfallstelle (z. B. Kreuzung, Gefälle, Kurve, usw.), Codierung nach VUA
UN_CHAR2		
UN_CHAR3		
UN_BESO1		Besonderheiten an der Unfallstelle (z. B. Abknickende Vorfahrt, Querungsanlage Fußgänger usw.), Codierung nach VUA
UN_BESO2		
UN_BESO3		
UN_LSA	0	Status der Licht-Signal-Anlage (wenn vorhanden), Codierung nach VUA
UN_AUFPRALL	0	Aufprall auf Hindernis (wenn vorhanden, z. B. Baum, Mast, Schutzplanke, etc.), Codierung nach VUA
URSACHE	35	Unfall-Ursache (z. B. Alkoholeinfluss, Übermüdung, ungenügender Sicherheitsabstand, usw.), Codierung nach VUA

**Bild 41:** Felddeklaration Import-Datenbank

Die Felddeklaration beruht auf dem Exportformat des Programms EUSka Version 6.7 mit dem Titel „Unfälle in Unfallhäufungsstellen (CSV)“. Dieses Format enthält 158 Spalten mit verschiedenen Informationen, von denen 32 Spalten zur Aufbereitung der Daten im webbasierten Programm benötigt werden. Generell dient die Struktur des EUSka-Exports als Grundlage für den Datenimport. Dies bedeutet, dass alle Spalten übernommen aber nur die in Bild 41 aufgeführten Spalten relevant sind. Durch die Verwendung des allgemeingültigen Formats „comma-separated-value (CSV)“ werden alle Informationen in den Einzelfeldern vorerst als Textfelder behandelt. Das vollständige Design der Import-/Exportdatenbank ist den Nutzern durch die Administration zur Verfügung zu stellen.

Tabelle 22 veranschaulicht die Datenaufbereitung und Abfrage des Programms in der Importdatenbank. Zu jedem Unfall existiert eine allgemeine Zeile mit der BET\_NR 00 sowie in Abhängigkeit der Anzahl an Beteiligten (Ordnungsnummer) mindestens eine weitere Zeile. Zur Analyse relevant sind die allgemeine Zeile sowie die Beteiligten 01 und wenn vorhanden 02. Gemeingültige Daten werden über die Zeile Beteiligter 00 abgegriffen, Informationen zur Beteiligungsart über die jeweiligen Beteiligungsnummern. Die gewonnenen Informationen aus den verschiedenen Spalten sind in Tabelle 22 grafisch aufbereitet. Felder auf die zugegriffen wird, sind farblich unterlegt. Im Beispiel handelt es sich um eine Unfallhäufung „AB“ mit vier Unfällen, davon ein Alleinunfall des Typs 1, zwei Abbiege- und ein Einbiegen/Kreuzen-Unfall. Dementsprechend weisen drei von vier Unfällen zwei Beteiligte auf.

**Tab. 22:** Unfalldatenbank (sinnbildliche Darstellung Datenabfrage)

UHS_NAME	UN_KEY	BET_NR	UN_TYP	UN_KAT	KO_U DATUM	KO_U MONAT	BT_ BETEILI
AB	1	0	1	2	10.01.07	01	
		1	1	2	10.01.07	01	Krad
	2	0	3	2	13.02.07	02	
		1	3	2	13.02.07	02	Pkw
		2	3	2	13.02.07	02	Krad
	3	0	2	3	07.07.08	07	
		1	2	3	07.07.08	07	Pkw
		2	2	3	07.07.08	07	Pkw
	4	0	2	2	14.05.09	05	
		1	2	2	14.05.09	05	Pkw
		2	2	2	14.05.09	05	Krad

## 9. UH der Detailanalyse Programmpraktikabilität

Primäres Ziel der Detailanalyse ist die Prüfung, ob für identifizierte TKS geeignete Maßnahmen aus dem Katalog gewählt werden können. Ferner ist die Frage zu klären, ob die UKo in der praktischen Realisierung inhaltlich identische (grün), inhaltlich ähnliche (gelb) – entsprechen dem Maßnahmenangebot des betrachteten TKS – oder eigene (rot) Maßnahmen zur Bekämpfung der UH ergriffen haben. Fehlen geeignete Maßnahmen im Webtool werden entsprechende maßgebende Unfalltypen ebenfalls in Rot dargestellt.

Da jede UH eigene besondere Charakteristiken und Randbedingungen aufweist, erfordern Maßnahmen häufig individuellen Anpassungen. Daher dient der Vergleich der Maßnahmen einer prinzipiellen Praktikabilitätseinschätzung des Webtools und dient nicht zu einer quantitativen Benotung des Katalogs. Nachfolgend sind die 14 Fallbeispiele aufgeführt, für die ein solcher Vergleich durchgeführt wurde. Als wesentliche Anhaltspunkte dienen die Beschreibung der Problematik (Defizite) der UH sowie die als maßgebend identifizierten Unfalltypen nach dem Webtool. Anhand derer sind geeignete TKS zugeordnet. Die gewählte Maßnahme des Katalogs leitet sich aus dem Maßnahmenangebot des jeweiligen TKS ab. Weiterhin aufgeführt sind die von den UKo in der Praxis realisierten bzw. beschlossenen (geplanten) Maßnahmen. Dabei wird in Sofortmaßnahmen (S) und endgültige Maßnahmen (E) unterschieden.

Nr.	Name:	maßgebende U-Typen	zugeordnete TKS	gewählte Maßname(n) nach Katalog	Art
1	Bautzner Str./ Radeberger Str.				
	<b>Lage:</b> IO	Typ: AB	Linksabliegender mit Gegenverkehr	Lichtsignalanlage	E
	<b>UH-Art:</b> UHS-schwer	Typ: EK	Wartepf. mit Bevorrechtigten von links	Einbau Fahrbahnteiler	S
	<b>Straßen-Char.:</b> KP ohne LSA	Typ: ÜS	Kfz mit querendem Fußgänger	keine passende Maßnahme vorliegend	
	<b>Besonderheit:</b> keine	Typ: LV	Auffahren	Einbau Fahrbahnteiler	S
<b>Anzahl Unfälle</b>					
	3-JK (P): 9			<b>durch UKO umgesetzte Maßname(n)</b>	<b>Art</b>
	1-JK: 25			Ersetzen Z 205 durch Z 206 SVO, Einbau Fahrbahnteiler	S
				Errichten LSA (Planung)	E

**Bild 42: Details UH 1**

Nr.	Name:	maßgebende U-Typen	zugeordnete TKS	gewählte Maßname(n) nach Katalog	Art
2	Boxdorfer Str./ Volkersdorfer Str.				
	<b>Lage:</b> IO	Typ: EK	Wartepf. mit Bevorrechtigtem, abknickende Vorfahrt	Z 206 SVO, Kreisverkehr	S/E
	<b>UH-Art:</b> UHS-schwer	Typ: LV	Auffahren	Einbau Fahrbahnteiler	S
	<b>Straßen-Char.:</b> KP ohne LSA				
	<b>Besonderheit:</b> Abknickende Vorfahrt				
<b>Anzahl Unfälle</b>					
	3-JK (P): 6			<b>durch UKO umgesetzte Maßname(n)</b>	<b>Art</b>
	1-JK: 7			Abköpfen und Einengung der Zufahrt (Markierung)	S
				Kreisverkehr (Planung)	E

**Bild 43: Details UH 2**

Nr.	Name:	maßgebende U-Typen	zugeordnete TKS	gewählte Maßname(n) nach Katalog	Art
3	Hans-Grundig-Str./ Dürerstraße				
	<b>Lage:</b> IO	Typ: EK	Wartepf. mit Bevorrechtigtem von links oder rechts	Z 206 anstelle Z 205 SVO, Einbau Fahrbahnteiler, Kreisverk.	S/S/E
	<b>UH-Art:</b> UHS-schwer				
	<b>Straßen-Char.:</b> KP ohne LSA				
	<b>Besonderheit:</b> keine				
<b>Anzahl Unfälle</b>					
	3-JK (P): 7			<b>durch UKO umgesetzte Maßname(n)</b>	<b>Art</b>
	1-JK: 7			Einbau Fahrbahnteiler untergeordnete Zufahrten	S
				Kreisverkehr (Planung)	E

**Bild 44: Details UH 3**

Nr.	Name:	maßgebende U-Typen	zugeordnete TKS	gewählte Maßname(n) nach Katalog	Art
4	Karcherallee / Winterbergstraße				
	<b>Lage:</b> IO	Typ: F	kein passender TKS vorhanden	keine Maßnahme vorliegend	
	<b>UH-Art:</b> UHS-schwer	Typ: AB	Rechtsabliegender (Z 720) mit Nachfolgenden	Separate Rechtsabbiegephase Einrichten anstelle Z 720	S
	<b>Straßen-Char.:</b> KP mit LSA	Typ: EK	Rechtsabliegender (Z 720) mit kreuzendem Radfahrer	Separate Rechtsabbiegephase Einrichten anstelle Z 720	S
	<b>Besonderheit:</b> hoher Radverkehrsanteil	Typ: LV	Auffahren (falsche Deklaration Unfalltypen in Daten)		
<b>Anzahl Unfälle</b>					
	3-JK (P): 16			<b>durch UKO umgesetzte Maßname(n)</b>	<b>Art</b>
	1-JK: 22			Verlängerung Schutzstreifen Radfahrer in Einmündung	S
				Separate Rechtsabbiegephase Einrichten anstelle Z 720	E

**Bild 45: Details UH 4**

Nr.	Name:	Strehlener Str. / Frankfurterstraße	maßgebende U-Typen	zugeordnete TKS	gewählte Maßname(n) nach Katalog	Art
	Lage:	IO	Typ: AB	Linksabiegender mit Gegenverkehr	Errichten Lichtsignalanlage	E
	UH-Art:	UHS-schwer	Typ: EK	Wartepfl. mit Bevorrechtigtem von links oder rechts	Sichtbeziehung verbessern, Einbau Fahrbahnteiler	S/S
	Straßen-Char.:	KP ohne LSA	Typ: LV	Auffahren	Einbau Fahrbahnteiler	S
5	Besonderheit:					
	Anzahl Unfälle				durch UKo umgesetzte Maßname(n)	Art
	3-JK (P):	16			Günstigst zur Verbesserung der Sichtbeziehung	S
	1-JK :	18			Einzug Fahnteiler, (Fahrbahnteiler)	E

Bild 46: Details UH 5

Nr.	Name:	Antonstraße / Eisenbahnstraße	maßgebende U-Typen	zugeordnete TKS	gewählte Maßname(n) nach Katalog	Art
	Lage:	IO	Typ: AB	Rechtsabiegender mit Fußgänger oder Radfahrer	Programm der Lichtsignalanlage ändern (Zeitvorsprung)	E
	UH-Art:	UHS-schwer	Typ: EK	Rechtsabiegender (Z 720) mit kreuzendem Radfahrer	Separate Rechtsabbegephase Errichten anstelle Z 720	E
	Straßen-Char.:	KP mit LSA	Typ: LV	Auffahren	Wiederholungslicht einrichten	E
6	Besonderheit:	Unterführung	Typ: SO	kein passender TKS vorhanden	keine Maßnahme vorliegend	
	Anzahl Unfälle				durch UKo umgesetzte Maßname(n)	Art
	3-JK (P):	14			Separate Rechtsabbegephase Errichten anstelle Z 720	E
	1-JK :	18			Markierung Radfurt erneuern	S

Bild 47: Details UH 6

Nr.	Name:	BAB AS Stollberg West	maßgebende U-Typen	zugeordnete TKS	gewählte Maßname(n) nach Katalog	Art
	Lage:	AO	Typ: AB	Linksabiegender mit Gegenverkehr	Beschränkung vzu. Errichten Lichtsignalanlage	S/E
	UH-Art:	UHS-schwer	Typ: EK	Wartepfl. mit Bevorrechtigtem von links oder rechts	Errichten Lichtsignalanlage	E
	Straßen-Char.:	KP ohne LSA				
7	Besonderheit:					
	Anzahl Unfälle				durch UKo umgesetzte Maßname(n)	Art
	3-JK (P):	17			Beschränkung vzu. Errichten Lichtsignalanlage	S/E

Bild 48: Details UH 7

Nr.	Name:	S 135 Großschönau	maßgebende U-Typen	zugeordnete TKS	gewählte Maßname(n) nach Katalog	Art
	Lage:	AO	Typ: F	Verlust der Fahrzeugkontrolle (Krad)	Verdeutlichung der Linienführung, Erneuerung Fahrbahn	S/E
	UH-Art:	UHS-schwer				
	Straßen-Char.:	Motorradstrecke				
8	Besonderheit:					
	Anzahl Unfälle				durch UKo umgesetzte Maßname(n)	Art
	3-JK (P):	6			Aufstellen Z 625 (Verdeutlichung der Kurve)	S
					Erneuerung der Fahrbahn	E

Bild 49: Details UH 8

Nr.	Name:	B 2 / S 72	maßgebende U-Typen	zugeordnete TKS	gewählte Maßnahme(n) nach Katalog	Art
	Lage:	AO	Typ: AB	Linksabbiegender mit Gegenverkehr	Beschränkung vzu, Errichten Lichtsignalanlage	S/E
	UH-Art:	UHS-schwer	Typ: EK	Wartepflichtiger mit querenden Radfahrer von li. od. re	Rot Einfärben Radfur, Errichten Lichtsignalanlage	S/E
	Straßen-Char.:	KP ohne LSA				
	Besonderheit:	Radweg Seitenraum				
9	Anzahl Unfälle				durch UKo umgesetzte Maßnahme(n)	Art
	3-JK (P)	9			Errichten Lichtsignalanlage (Planung)	E

**Bild 50: Details UH 9**

Nr.	Name:	Heuweg - Schindlersweg	maßgebende U-Typen	zugeordnete TKS	gewählte Maßnahme(n) nach Katalog	Art
	Lage:	AO	Typ: F	Verlust der Fahrzeugkontrolle	Z 625 in Kurven anbringen, Bestandsorientierter Ausbau	S/E
	UH-Art:	UHL	Typ: LV	Auffahren (falsche Deklaration Unfälltypen in Daten)		
	Straßen-Char.:	UHL				
	Besonderheit:	UHL				
		- unstete Trassierung der Strecke				
		- Unterschreitung Mindestradien				
		- mangelhafter Fahrbahnbelag				
		- Folge: Fahruntfälle im Streckenabschnitt				
10	Anzahl Unfälle				durch UKo umgesetzte Maßnahme(n)	Art
	3-JK (P)	14			Bestandsorientierter Ausbau (geplant)	E

**Bild 51: Details UH 10**

Nr.	Name:	B 6 / Robert-Bosch-Straße	maßgebende U-Typen	zugeordnete TKS	gewählte Maßnahme(n) nach Katalog	Art
	Lage:	AO	Typ: LV	Auffahren auf Vorausfahrenden	Hinweis auf LSA mit Vorsignal, OGÜ	S/E
	UH-Art:	UHS-schwer				
	Straßen-Char.:	KP mit LSA				
	Besonderheit:	hoher DTV				
		- hohe Verkehrsaufkommen (Rückstau)				
		- erhöhte Geschwindigkeit in Annäherung				
		- separate Linksabbiegephase				
		- Folge: Längsverkehrsunfälle in Zufahrten				
11	Anzahl Unfälle				durch UKo umgesetzte Maßnahme(n)	Art
	3-JK (P)	13			Verbesserung Markierung und Fahrbahnoberfläche	S

**Bild 52: Details UH 11**

Nr.	Name:	B 6 / B 169	maßgebende U-Typen	zugeordnete TKS	gewählte Maßnahme(n) nach Katalog	Art
	Lage:	AO	Typ: AB	Linksabbiegender mit Nachfolgenden oder Überhol.	Errichten Aufsichtfläche Linksabbieger, Kreisverkehr	S/E
	UH-Art:	UHS-schwer	Typ: EK	Wartepf. mit Bevorrechtigtem von links oder rechts	Kreisverkehr	E
	Straßen-Char.:	KP ohne LSA				
	Besonderheit:	aufgelöster Knotenpunkt				
		- keine ausreichende Aufsichtfläche für Linksabbieger				
		- spitzwinklige Zufahrten				
		- Folge: Konflikte beim Einbiegen/Kreuzen				
		- Auffahrtsunfälle beim Abbiegen				
12	Anzahl Unfälle				durch UKo umgesetzte Maßnahme(n)	Art
	3-JK (P)	8			Markierung Linksabbieger Umbau (Abkröpfen)	S
						E

**Bild 53: Details UH 12**

Nr.	Name: Bayreuther Straße / Hohe Straße		maßgebende U-Typen		zugeordnete TKS		gewählte Maßname(n) nach Katalog		Art
	Lage: IO	Beschreibung Problematik		Typ: EK	Wartpflichtiger mit Bevorrechtigtem von rechts		Sichtbeziehung durch baul. Erweiterung Seitenräume verb.		
	UH-Art: UHS-leicht	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hoher Parkdruck</li> <li>- beidseitiges Parken unmittelbar an Knoten</li> <li>- Knotenpunkt schlecht wahrnehmbar</li> <li>- Folge: Konflikte beim Einbiegen/Kreuzen</li> </ul>							
	Straßen-Char.: nvl-Knoten			Besonderheit:					
13	Anzahl Unfälle						durch UKo umgesetzte Maßname(n)		Art
	1-JK: 8					Sichtbeziehung durch Anordnung Haltverbot verbessern		S	
						Sichtbeziehung durch baul. Erweiterung Seitenräume verb.		E	

Bild 54: Details UH 13

Nr.	Name:		maßgebende U-Typen		zugeordnete TKS		gewählte Maßname(n) nach Katalog		Art	
	Lage: IO	Beschreibung Problematik		Typ: EK	kein passender TKS vorhanden		keine Maßnahme vorliegend			
	UH-Art: UHS-schwer	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Signalisierte Furt (Haltestellenbereich)</li> <li>- hohes Fußgängeraufkommen</li> <li>- hohe Umlaufzeit der LSA</li> <li>- Folge: Rotläufer an LSA</li> </ul>		Typ: ÜS	kein passender TKS vorhanden		keine Maßnahme vorliegend			
	Straßen-Char.: KP mit LSA			Besonderheit:		Typ: LV	Auffahren auf Vorausfahrenden		Wiederholung Signalgeber	
14	Anzahl Unfälle				Typ: SO	kein passender TKS vorhanden		keine Maßnahme vorliegend		
	3-JK (P): 8					durch UKo umgesetzte Maßname(n)		Art		
						Wiederholung Signalgeber		E		
						Änderung der Signalisierung		E		

Bild 55: Details UH 14

## 10. Technische Umsetzung

Zur Implementierung des Maßnahmenkatalogs gegen Unfallhäufungen kommen sowohl serverseitige als auch clientseitige Open Source Technologien zum Einsatz.

Aufgrund komplexer Attributverknüpfungen der durch EUSKA vorliegenden Unfalldaten, die relational abgebildet werden können, wurde das Projekt mit CakePHP umgesetzt. CakePHP ist ein serverseitiges MVC-Framework (Model-View-Controller), mit dem die Business Logic (Model) der Anwendung übersichtlich von dem Request-Handling (Controller) und dem Rendering des Frontends (View) getrennt werden kann. Zudem bietet CakePHP eine ausgereifte Plugin-Struktur, mit der die Anwendung auch konzeptionell in die verschiedenen Bereiche Katalog, Unfall- und Unfallhäufungs-Analyse, sowie ein administratives Backend unterteilt werden konnte.

Als relationales Datenbank Management System (DBMS) kommt MySQL zum Einsatz.

Bei der Entwicklung des Frontends wurde auf aktuelle Technologien, wie HTML5, CSS3, Ajax und State of the Art JavaScript Frameworks, wie zum Beispiel RequireJS, Backbone und jQuery gesetzt.

Vor Beginn der Implementierung wurde zunächst ein Grob-Konzept erstellt, das stetig iteriert und verfeinert wurde, bis schließlich ein Stand erreicht wurde, mit dem sich alle Anforderungen erfüllen ließen.

Durch hinreichende Normalisierung der Unfalldatensätze und Überführung des Konzeptes in ein erweitertes Entity-Relationship-Modell (EER-Modell) entstand so ein 62 Tabellen umfassendes Datenbank-Modell, das die Grundlage für eine effiziente Entwicklung bildet. Eine Übersicht der verwendeten Unfall-Attribute, die mit den EUSKA-Datensätzen bereitgestellt werden, liefert Anhang 8.

Zur Absicherung der eingelesenen und ausgewerteten Daten vor Dritten, wurde ein 2-stufiges Rechte-System konzipiert. Stufe 1 bildet eine Gruppierung der Nutzer in Benutzergruppen und erlaubt oder verbietet einer Gruppe das Durchführen einer Aktion bzw. das Aufrufen eines bestimmten Bereiches der Anwendung. So können Gäste zum Beispiel nur den Katalog und ausschließlich Administratoren das Backend der Anwendung bedienen. Stufe 2 bildet ein Ownership-Konzept mit dem sichergestellt wird, dass Nutzer einer Unfallkommission nicht die Daten einer anderen Unfallkommission einsehen und bearbeiten können.

Mithilfe des durch CakePHP bereitgestellten Object Relational Mapper (ORM) konnten komplexe Datenbankabfragen abstrahiert, zusammengefasst und die Geschwindigkeit der Operationen so weit optimiert werden, dass pro Seitenaufruf nur zwischen 4 und 20 Datenbankabfragen durchgeführt werden. Dazu wurde ein Großteil der Berechnungen in die Datenbankebene verlagert und die Ergebnisse zeitintensiver Datenbank-Abfragen mittels dynamischen Caching-Methoden vorgehalten.

Bei der Umsetzung der Benutzeroberfläche wurde ein starker Fokus auf die Übersichtlichkeit der Informationen und eine intuitive Bedienung gelegt. Alle Kerninformationen stehen im Vordergrund, während sekundäre Informationen, wie zum Beispiel Informationen zur Varianz von berechneten Ergebnissen über Tooltips bereitgestellt werden.

## Schriftenreihe

### Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

#### Unterreihe „Verkehrstechnik“

## 2013

- V 226: **Bewertungsmodell für die Verkehrssicherheit von Landstraßen**  
Maier, Berger, Schüller, Heine € 18,00
- V 227: **Radpotenziale im Stadtverkehr**  
Baier, Schuckließ, Jachtmann, Diegmann, Mahlau, Gässler € 17,00
- V 228: **Sicherheitskenngrößen für den Radverkehr**  
Baier, Göbbels, Klemps-Kohnen € 15,50
- V 229: **Straßenverkehrszählungen (SVZ) mit mobilen Mess-Systemen**  
Schmidt, Frenken, Hellebrandt, Regniet, Mahmoudi € 20,50
- V 230: **Verkehrsadaptive Netzsteuerungen**  
Hohmann, Giuliani, Wietholt € 16,50
- V 231: **Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2011**  
Fitschen, Nordmann € 28,50  
Dieser Bericht ist sowohl als gedrucktes Heft der Schriftenreihe als auch als CD erhältlich oder kann außerdem als kostenpflichtiger Download unter [www.nw-verlag.de](http://www.nw-verlag.de) heruntergeladen werden.
- V 232: **Reflexkörper und Griffigkeitsmittel in Nachstreumittelgemischen für Markierungssysteme**  
Recknagel, Eichler, Koch, Proske, Huth € 23,50
- V 233: **Straßenverkehrszählung 2010 – Ergebnisse**  
Lensing € 16,00
- V 234: **Straßenverkehrszählung 2010 – Methodik**  
Lensing € 17,50

## 2014

- V 235: **Dynamische Messung der Nachtsichtbarkeit von Fahrbahnmarkierungen bei Nässe**  
Drewes, Laumer, Sick, Auer, Zehntner € 16,00
- V 236: **Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2012**  
Fitschen, Nordmann € 28,50  
Die Ergebnisdateien sind auch als CD erhältlich oder können außerdem als kostenpflichtiger Download unter [www.nw-verlag.de](http://www.nw-verlag.de) heruntergeladen werden.
- V 237: **Monitoring von Grünbrücken – Arbeitshilfe für den Nachweis der Wirksamkeit von Grünbrücken für die Wiedervernetzung im Rahmen der KP II – Maßnahmen**  
Bund-Länder Arbeitskreis  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden. Der Anhang ist interaktiv. Das heißt er kann ausgefüllt und gespeichert werden.
- V 238: **Optimierung der Arbeitsprozesse im Straßenbetriebsdienst – Sommerdienst**  
Schmauder, Jung, Paritschkow € 19,00
- V 239: **Dynamische Messung der Griffigkeit von Fahrbahnmarkierungen**  
Steinauer, Oeser, Kemper, Schacht, Klein € 16,00

V 240: **Minikreisverkehre – Ableitung ihrer Einsatzbereiche und Einsatzgrenzen**  
Baier, Leu, Klemps-Kohnen, Reinartz, Maier, Schmotz € 23,50

V 241: **Rastanlagen an BAB – Verbesserung der Auslastung und Erhöhung der Kapazität durch Telematiksysteme**  
Kleine, Lehmann, Lohoff, Rittershaus € 16,50

V 242: **Bordsteinkanten mit einheitlicher Bordhöhe und Bodenindikatoren an Überquerungsstellen**  
Boenke, Grossmann, Piazzolla, Rebstock, Herrnsdorf, Pfeil € 20,00

V 243: **Nutzen und Kosten von Verkehrsbeeinflussungsanlagen über den gesamten Lebenszyklus**  
Balmberger, Maibach, Schüller, Dahl, Schäfer € 17,50

V 244: **Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2013**  
Fitschen, Nordmann € 28,50

V 245: **Überprüfung der Befahrbarkeit innerörtlicher Knotenpunkte mit Fahrzeugen des Schwerlastverkehrs**  
Friedrich, Hoffmann, Axer, Niemeier, Tengen, Adams, Santel  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 246: **Auswirkungen von Lang-Lkw auf die Verkehrssicherheit in Einfahrten auf Autobahnen**  
Kathmann, Roggendorf, Kemper, Baier  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 247: **Befahrbarkeit plangleicher Knotenpunkte mit Lang-Lkw**  
Lippold, Schemmel  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 248: **Verkehrsnachfragewirkungen von Lang-Lkw – Grundlagenermittlung**  
Burg, Röhling  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

## 2015

V 249: **Auswirkungen von Querschnittsgestaltung und längsgerichteten Markierungen auf das Fahrverhalten auf Landstraßen**  
Schlag, Voigt, Lippold, Enzfelder  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 250: **Befahrbarkeit spezieller Verkehrsanlagen auf Autobahnen mit Lang-Lkw**  
Lippold, Schemmel  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 251: **Einsatzbereiche und Einsatzgrenzen von Straßenumgestaltungen nach dem „Shared Space“-Gedanken**  
Baier, Engelen, Klemps-Kohnen, Reinartz € 18,50

V 252: **Standortkataster für Lärmschutzanlagen mit Ertragsprognose für potenzielle Photovoltaik-Anwendungen**  
Gündra, Barron, Henrichs, Jäger, Höfle, Marx, Peters, Reimer, Zipf € 15,00

V 253: **Auswirkungen von Lang-Lkw auf die Sicherheit und den Ablauf des Verkehrs in Arbeitsstellen**  
Baier, Kemper  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 254: Beanspruchung der Straßeninfrastruktur durch Lang-Lkw**

Wellner, Uhlig

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 255: Überholen und Räumen – Auswirkungen auf Verkehrssicherheit und Verkehrsablauf durch Lang-Lkw**

Zimmermann, Riffel, Roos

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 256: Grundlagen für die Einbeziehung der sonstigen Anlagenteile von Straßen in die systematische Straßenerhaltung als Voraussetzung eines umfassenden Asset Managements**

Zander, Birbaum, Schmidt

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 257: Führung des Radverkehrs im Mischverkehr auf innerörtlichen Hauptverkehrsstraßen**

Ohm, Fiedler, Zimmermann, Kraxenberger, Maier

Hantschel, Otto € 18,00

**V 258: Regionalisierte Erfassung von Straßenwetter-Daten**

Holldorb, Streich, Uhlig, Schäufele

€ 18,00

**V 259: Berücksichtigung des Schwerverkehrs bei der Modellierung des Verkehrsablaufs an planfreien Knotenpunkten**

Geistefeldt, Sievers

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 260: Berechnung der optimalen Streudichte im Straßenwinterdienst**

Hausmann

€ 15,50

**V 261: Nutzung von Radwegen**

in Gegenrichtung - Sicherheitsverbesserungen

Alrutz, Bohle, Busek

€ 16,50

**V 262: Verkehrstechnische Optimierung des Linksabbiegens vom nachgeordneten Straßennetz auf die Autobahn zur Vermeidung von Falschfahrten**

Maier, Pohle, Schmotz, Nirschl, Erbsmehl

€ 16,00

**V 263: Verkehrstechnische Bemessung von Landstraßen – Weiterentwicklung der Verfahren**

Weiser, Jäger, Riedl, Weiser, Lohoff

€ 16,50

**V 264: Qualitätsstufenkonzepte zur anlagenübergreifenden Bewertung des Verkehrsablaufs auf Außerortsstraßen**

Weiser, Jäger, Riedl, Weiser, Lohoff

€ 17,00

**V 265: Entwurfstechnische Empfehlungen für Autobahntunnelstrecken**

Bark, Kutschera, Resnikow, Baier, Schuckließ

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 266: Verfahren zur Bewertung der Verkehrs- und Angebotsqualität von Hauptverkehrsstraßen**

Baier, Hartkopf

€ 14,50

**V 267: Analyse der Einflüsse von zusätzlichen Textanzeigen im Bereich von Streckenbeeinflussungsanlagen**

Hartz, Saighani, Eng, Deml, Barby

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 268: Motorradunfälle – Einflussfaktoren der Verkehrsinfrastruktur**

Hegewald, Fürneisen, Tautz

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

## 2016

**V 269: Identifikation von unfallauffälligen Stellen motorisierter Zweiradfahrer innerhalb geschlossener Ortschaften**

Pohle, Maier

€ 16,50

**V 270: Analyse der Auswirkungen des Klimawandels auf den Straßenbetriebsdienst (KliBet)**

Holldorb, Rumpel, Biberach, Gerstengarbe,

Österle, Hoffmann

€ 17,50

**V 271: Verfahren zur Berücksichtigung von Nachhaltigkeitskriterien bei der Ausschreibung von Elementen der Straßeninfrastruktur**

Offergeld, Funke, Eschenbruch, Fandrey, Röwekamp

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 272: Einsatzkriterien für Baubetriebsformen**

Göttgens, Kemper, Volkenhoff, Oeser,

Geistefeldt, Hohmann

€ 16,00

**V 273: Autobahnverzeichnis 2016**

Kühnen

€ 25,50

**V 274: Liegedauer von Tausalzen auf Landstraßen**

Schulz, Zimmermann, Roos

€ 18,00

**V 275: Modellversuch für ein effizientes Störfallmanagement auf Bundesautobahnen**

Grahl, Skottke

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 276: Psychologische Wirkung von Arbeitsstellen auf die Verkehrsteilnehmer**

Petzoldt, Mair, Krems, Roßner, Bullinger

€ 30,50

**V 277: Verkehrssicherheit in Einfahrten auf Autobahnen**

Kathmann, Roggendorf, Scotti

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 278: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2014**

Fitschen, Nordmann

€ 30,50

**V 279: HBS-konforme Simulation des Verkehrsablaufs auf Autobahnen**

Geistefeldt, Giuliani, Busch, Schendzielorz, Haug,

Vortisch, Leyn, Trapp

€ 23,00

## 2017

**V 280: Demografischer Wandel im Straßenbetriebsdienst – Analyse der möglichen Auswirkungen und Entwicklung von Lösungsstrategien**

Pollack, Schulz-Ruckriegel

in Vorbereitung

**V 281: Entwicklung von Maßnahmen gegen Unfallhäufungsstellen – Weiterentwicklung der Verfahren**

Maier, Berger, Kollmus

€ 17,50

Fordern Sie auch unser kostenloses Gesamtverzeichnis aller lieferbaren Titel an! Dieses sowie alle Titel der Schriftenreihe können Sie unter der folgenden Adresse bestellen:

**Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH**

Zweite Schlachtpforte 7 · 28195 Bremen

Tel. + (0)421/3 69 03-53 · Fax + (0)421/3 69 03-63

Alternativ können Sie alle lieferbaren Titel auch auf unserer Website finden und bestellen.

[www.schuenemann-verlag.de](http://www.schuenemann-verlag.de)