

## Sicherheitsanalyse nach ESN mittels Modul Sicherheitsanalyse (ESN) in der Straßeninformationsbank TT-SIB

### Einleitung

Das nachfolgend beschriebene Verfahren dient zur Bewertung der Verkehrssicherheit im betrachteten Straßennetz. Die Grundlage der Analyse bildet der Vergleich zwischen dem tatsächlichen Unfallgeschehen und einem akzeptiertem Sicherheitsniveau. Das Sicherheitspotential ist die Differenz daraus und beschreibt die auf die Straßenlänge bezogenen Unfallkosten [1].

Das Land Baden-Württemberg hat im Jahr 2008 die Firma NOVASIB mit der Entwicklung eines rechnergestützten Verfahrens beauftragt. Dieses Verfahren wurde als Modul innerhalb der Straßeninformationsbank TT-SIB realisiert.

### Kenngößen

Die Ergebnisse einer Sicherheitsanalyse beziehen sich auf ein konkretes Straßennetz (Abschnitte), vordefinierten Parametern, vorliegenden Unfallmeldungen und Verkehrsstärken. Die Anzahl und Schwere der Verkehrsunfälle auf einem Straßenabschnitt hängen im wesentlichen von der Verkehrsstärke, Verkehrszusammensetzung, den Entwurfsmerkmalen, der Straßenausstattung, dem Straßenzustand und dem seitlichen Straßenraum ab. Wichtige Kenngrößen sind die Unfallrate und die Unfalldichte.

### Abschnittsbildung

Das wesentliche Element zur Durchführung einer Sicherheitsanalyse ist die Abschnittsbildung innerhalb des zu untersuchenden Straßennetzes. Die ESN bietet hierzu zwei Methoden an:

1. Die Abschnittsbildung auf Basis der Netzstruktur
2. Die Abschnittsbildung auf Basis des Unfallgeschehens

Die Unterschiede in beiden Varianten beziehen sich auf Aufwand, Verfahrenstechnik und Zielstellungen. Ein Vergleich beider Methoden findet sich in der Publikation „Praktische Anwendung der Empfehlungen von Straßennetzen (ESN) - Erfahrungen mit den Verfahren zur Abschnittsbildung“ [2].

Die Schlussfolgerungen der Untersuchung sind:

Die beiden Methoden liefern unterschiedliche Ergebnisse bei der Analyse desselben Netzes. Jede Methode weist systemimmanente Schwächen auf. Bei Analyse mit der ersten Methode nur auf der Basis der Netzstruktur, können sich bei kurzen Netzknotenabständen Bezugslängen von deutlich unter einem Kilometer ergeben, die für eine Ergebnisbeurteilung nicht mehr sinnvoll sind.

Bei der zweiten Methode ist nicht geregelt wie räumlich nah beieinander liegende Unfallhäufungen zu Abschnitten zusammengefasst werden sollen. Die Abschnittsbildung erfolgt individuell durch den Bearbeiter anhand der „optischen Dichte“.

Aufgrund der Defizite der beiden Methoden musste ein neues Verfahren zur Abschnittsbildung entwickelt werden, das die dargestellten Probleme nicht aufweist.

Als neuer Lösungsansatz wurde die **Integrale Methode** erarbeitet. Die mathematischen Grundlagen dieser neuen Methode wurden von der Firma NOVASIB aus der technischen Kybernetik abgeleitet und dem Lehrstuhl für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik von Prof. Dr. Bronnolte von der Bauhaus-Universität Weimar zur Begutachtung vorgelegt. Das Verfahren analysiert einen kontinuierlichen Streckenzug, der in der Regel aus mehreren einzelnen Streckenabschnitten besteht. Die Länge jedes einzelnen Abschnittes kann variieren. Die auszuwertenden Unfallereignisse können sich auf dem Streckenzug an verschiedenen Stellen ereignet haben oder an einzelnen Stellen gehäuft aufgetreten sein.

## Funktionsweise

Die ASB-Abschnitte einer Straße werden zu einem einzigen Abschnitt zusammengefasst und somit als Strecke interpretiert. Die Berechnung der Unfallkenngrößen aus denen das Sicherheitspotential abgeleitet wird erfolgt über ein Integral.

$$U(x) = \int_{x-\frac{G}{2}}^{x+\frac{G}{2}} U_x$$

Abbildung 1 Formel des Integrals [3]

„Ein Integral hat die Wirkung einer Aggregationsfunktion (Summenbildung), welche über den Abschnitt geschoben wird. In ihrem Zentrum bildet sich der ermittelte, diskrete Wert ab. Dies kann z.B. in einem Diagramm dargestellt werden.“ [3]

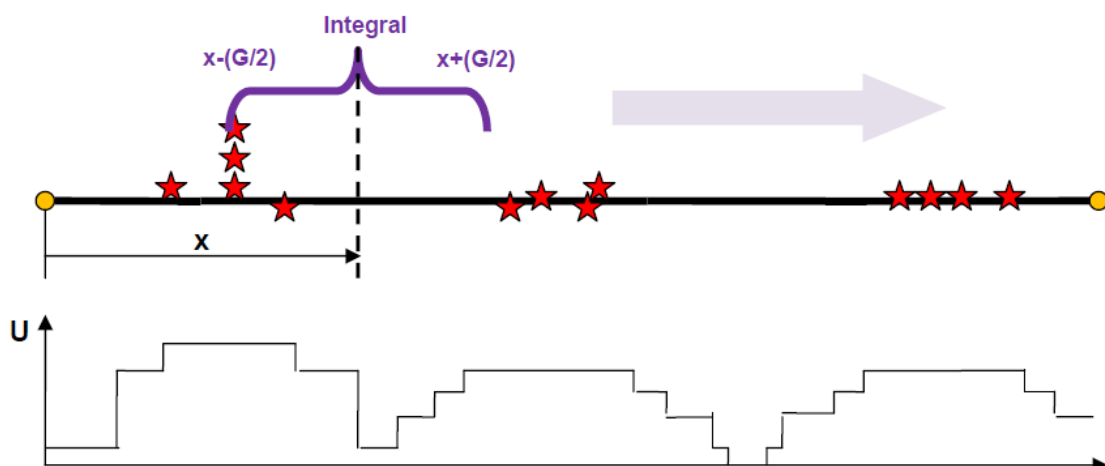


Abbildung 2 Arbeitsweise des Integrals [3]

## Ergebnis

1. Es gibt eine einheitliche Grundlage für die Bewertung der Daten.
2. Das Verfahren ist unabhängig von ASB-Abschnittswechseln.
3. Die vom Verfahren ermittelten unfallauffälligen Bereiche werden ausschließlich formelbasiert berechnet und sind nicht durch subjektive Kriterien des Auswerter beeinflusst.
4. Da das Verfahren normierte Ergebnisse liefert, können für einen Streckenzug unterschiedliche Auswertezeiträume direkt miteinander verglichen werden.
5. Das Softwaremodul speichert die Ergebnisse eines Untersuchungslaufes in einer Objektklasse der TT-SIB und ermöglicht damit eine spätere Trendanalyse.

## Durchführung der Sicherheitsanalyse

### 1. Berechnungslauf

The screenshot shows the 'Berechnungslauf' (Calculation Run) window. It contains a table with columns: 'bereits berechnet', 'Berechnungslauf Nr.', 'Beschreibung', 'Anlagendatum', 'von Jahr', 'bis Jahr', 'Unfallkategorie 5 unbekannt', 'publizieren in INFOSYS', 'Äste beachten', 'Tiefe der Astanalyse', and 'Bearbeiter'. The table lists several calculation runs, with the first five rows highlighted in yellow. Below the table, there are tabs for 'Unfallkostensätze', 'Integralgrenzen', and 'Grundunfallkostensätze'. The 'Unfallkostensätze' tab is active, showing a table with columns: 'Unfallkategorie', 'BAE', 'B-, L-, S-, K-Straßen außerorts', and 'B-, L-, S-, K-Straßen innerorts'. The table lists five categories of accidents with their corresponding costs. On the right side of the window, there are buttons for 'Berechnungslauf starten', 'aktueller Ausführungsstatus', 'Hinweis', 'Verkehsstärken hochrechnen', 'nach Zeitraum', 'nach Steigerung', 'hochgerechnete Verkehsstärken löschen', 'Analyse d. Unfalldaten', 'Unfälle ohne Unfalldatum', 'Füllungsgrad Datenbank', 'Unfälle nach Kategorie', 'Reporte', 'Anteil an Gesamtunfallkosten', and 'Rang SIPO'.

bereits berechnet	Berechnungslauf Nr.	Beschreibung	Anlagendatum	von Jahr	bis Jahr	Unfallkategorie 5 unbekannt	publizieren in INFOSYS	Äste beachten	Tiefe der Astanalyse	Bearbeiter
<input checked="" type="checkbox"/>	6	B- Straßen 1999/2001	21.10.2010	1999	2001	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		TT/S/B
<input checked="" type="checkbox"/>	5	B- Straßen 1996/1998	21.10.2010	1996	1998	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		TT/S/B
<input checked="" type="checkbox"/>	4	BAE 2005/2007	21.10.2010	2005	2007	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		TT/S/B
<input checked="" type="checkbox"/>	3	BAE 2002/2004	21.10.2010	2002	2004	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		TT/S/B
<input checked="" type="checkbox"/>	2	BAE 1999/2001	21.10.2010	1999	2001	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		TT/S/B
<input checked="" type="checkbox"/>	1	BAE 1996/1998	21.10.2010	1996	1998	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		TT/S/B

Unfallkategorie	BAE	B-, L-, S-, K-Straßen außerorts	B-, L-, S-, K-Straßen innerorts
1+2 Unfälle mit schweren Personenschäden (SP)	335.000	250.000	135.000
3 Unfall mit leichtem Personenschaden (LV)	31.000	18.000	12.500
4+6 schwerwiegender Unfall mit Sachschaden (SS)	18.500	13.000	12.000
5 Sonstiger Unfall mit Sachschaden (LS)	8.000	6.000	6.000

Abbildung 3 Berechnungslauf Einstellung der Parameter

## 2. Speicherung der Ergebnisse in einer Objektklasse

VST	BST	Von km	Bis km	Richtung	Unfallrate [U/(1.000.000 Kfz * km)]	Unfallkostenrate [K/(1000 Kfz * a)]	Unfallrisiko [U/(km * a)]	Unfallkostenrisiko [K/(km * a)]	Sicherheitspotenzial [1/1000 K/(km * a)]	Grundunfallkostenrisiko [1/1000 K/(km * a)]	DTV Kfz	Bemerkung
0	37	121,905	122,011	5	0,003	0,024	0,083	0,667	409,894	410,56	74988	Keine Unfälle vorhanden
37	257	122,011	122,211	5	0,003	0,024	0,083	0,667	410,329	410,596	75067	Keine Unfälle vorhanden
257	437	122,211	122,411	5	0,003	0,024	0,083	0,667	410,764	411,431	75147	Keine Unfälle vorhanden
437	637	122,411	122,609	5	0,003	0,024	0,083	0,667	411,199	411,666	75226	Keine Unfälle vorhanden
637	837	122,609	122,809	5	0,003	0,024	0,083	0,667	411,575	411,575	75246	
837	1037	122,809	123,007	5	0,008	0,074	0,208	15,708	395,119	410,827	75036	
1037	1057	123,007	123,065	5	0,012	0,612	0,333	16,708	392,969	409,678	74826	
1057	1068	123,065	123,095	5	0,014	0,669	0,375	18	391,678	409,678	74826	

Abbildung 4 Speicherung der Ergebnisse

## 3. Publikationsmöglichkeiten

Die Ergebnisse der Analyse können in MapInfo Professional (GIS-Komponente der TT-SIB) und INFOSYS sofort visualisiert werden. Die Daten der Objektklasse können per ESS und VARIMIX exportiert und damit für individuelle Auswertungen zur Verfügung gestellt werden.

## 4. Visualisierung der Ergebnisse

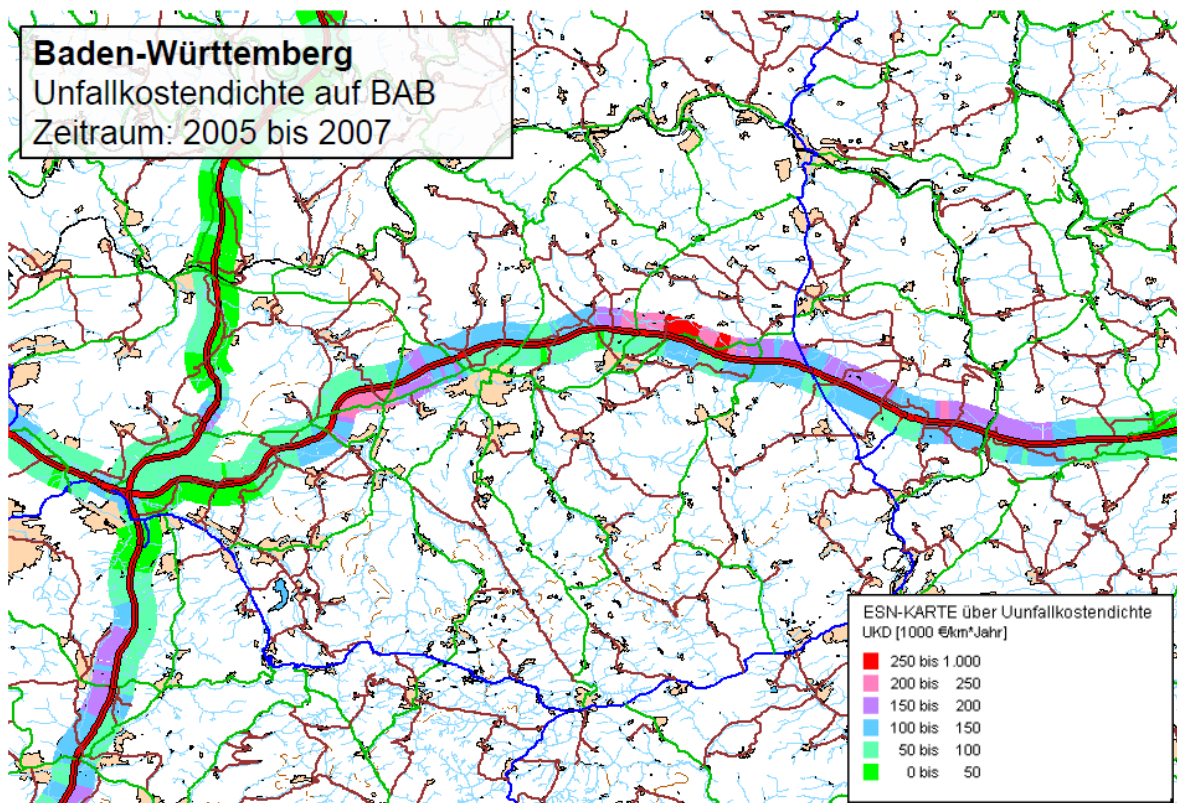


Abbildung 5 Unfallkostendichte BAB



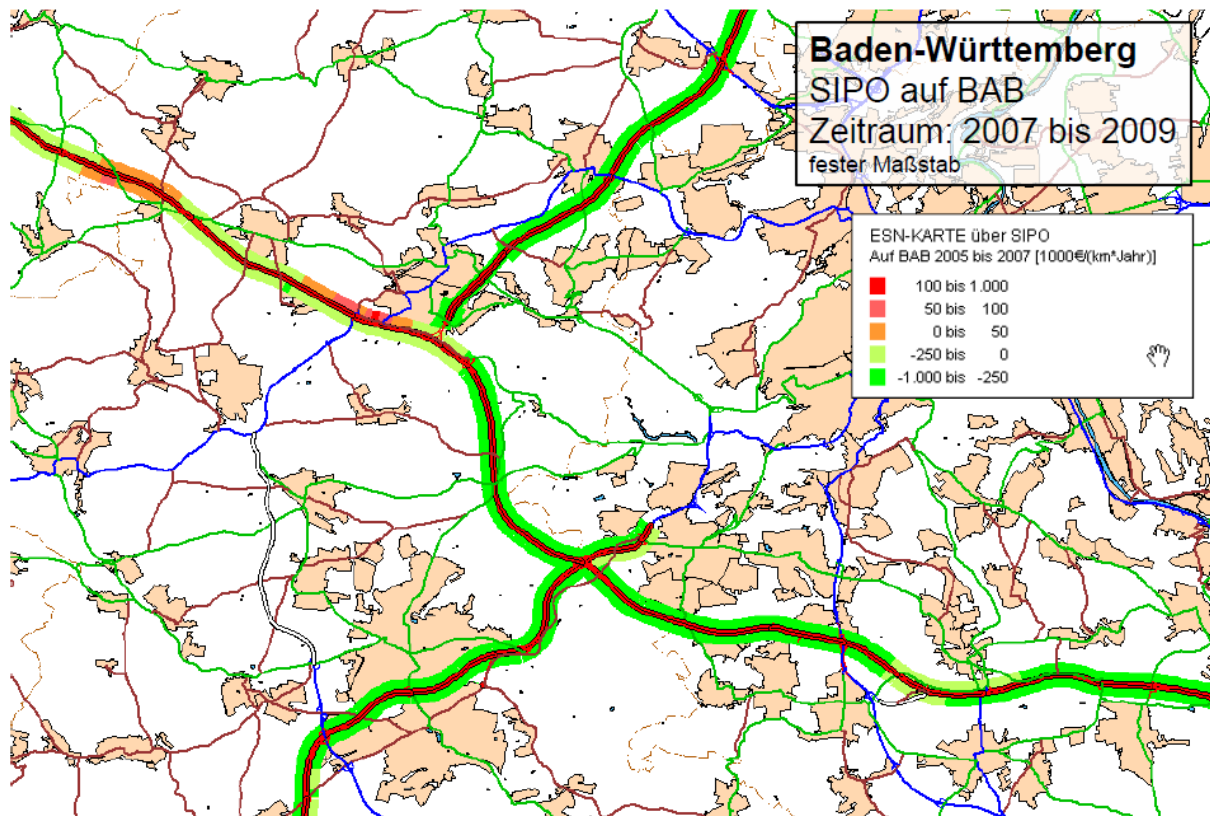


Abbildung 6 SIPO auf BAB

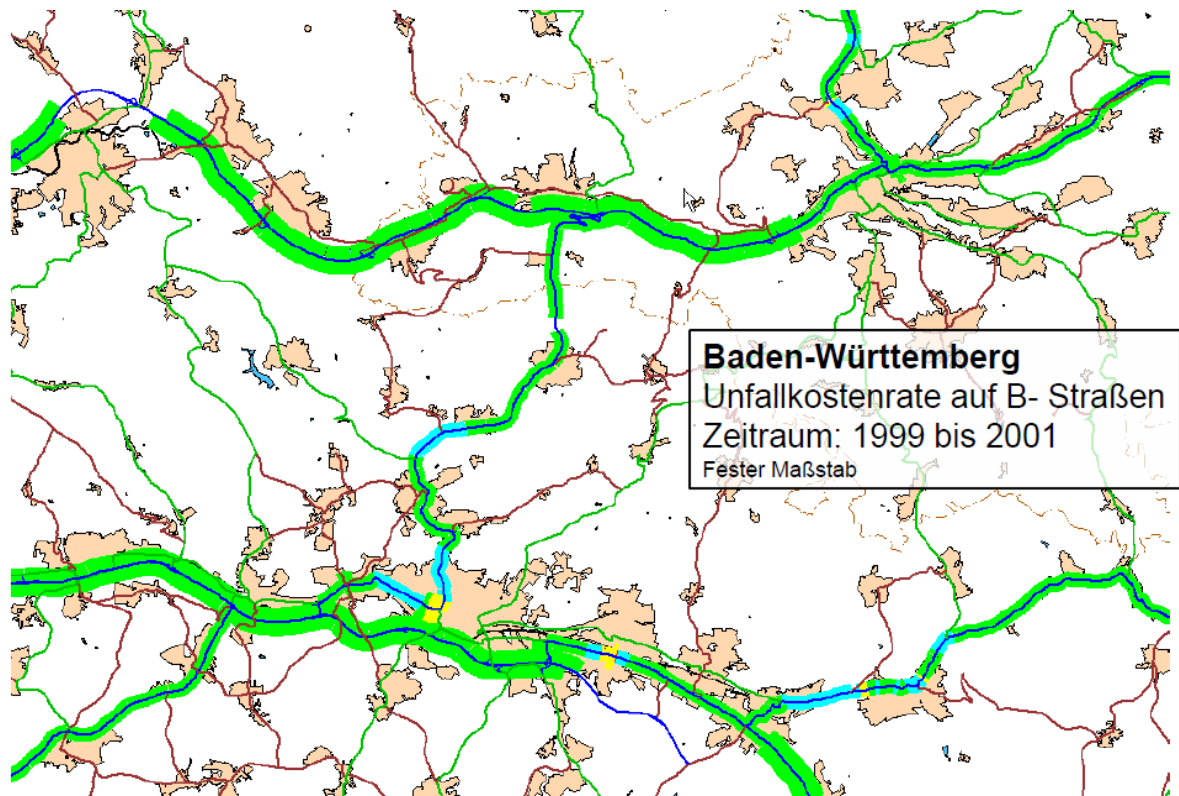


Abbildung 7 Unfallkostenrate auf Bundesstraßen

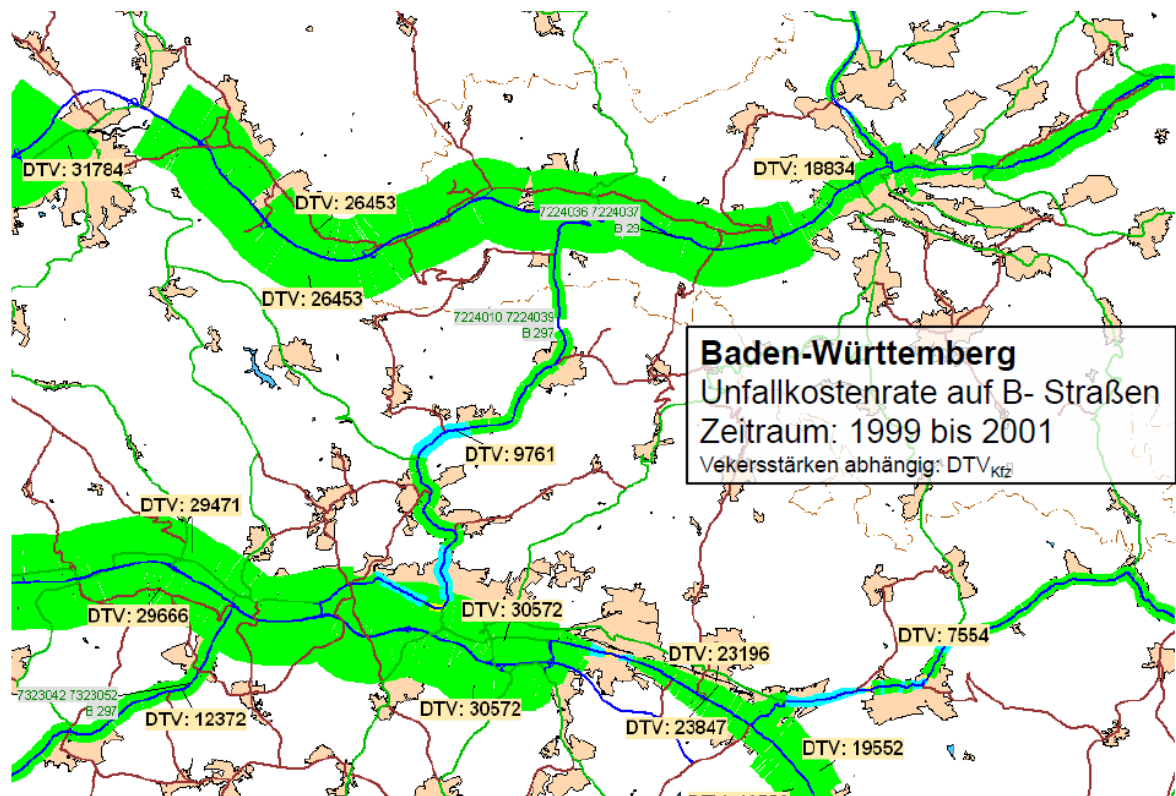


Abbildung 8 Unfallkostenrate Darstellung abhängig vom DTV

## Reporte

Zur genaueren Analyse der Ergebnisse wurden verschiedene Reporte implementiert

### 1. Anteil an Gesamtunfallkosten

- Allgemeine Unfallursachen
- Charakteristik der Unfallstelle
- Besonderheiten der Unfallstelle
- Art der Beteiligung
- Aufprall
- Lichtverhältnisse
- Lichtsignalanlagen
- Sondererhebungen
- Unfallart
- Unfalltyp

Anteil an den Gesamtunfallkosten				
Zeitraum: 2007 - 2009				
Beschreibung: Analyse All gesamt				
Territorium: Teilsatz				
Stand: 20.10.2010				
Gesamtunfallkosten: 29.677,00				
Anteil an den Gesamtunfallkosten (%)	BAB	B-L-S-K-Straßen ausserorts	B-L-S-K-Straßen innerhalb Ortsdurchfahrten	B-L-S-K-Straßen innerhalb E-IV-Gebieten
Unfallursachen allgemeine Ursachen	0,00	0,00	0,00	0,00
glatteisbed. FB, Verunreinigung durch ausgef. Öl	0,00	0,00	0,00	0,00
glatteisbed. FB, Verunreinigung durch Straßennutzer	0,00	0,00	0,00	0,00
glatteisbed. FB, Schnee, Eis	4,84	0,00	0,00	0,00
glatteisbed. FB, Regen	0,00	0,00	0,00	0,00
glatteisbed. FB, and. Einflüsse (Laub, Lehm)	0,00	0,00	0,00	0,00
Sporstollen durch Regen, Schnee, Eis	0,00	0,00	0,00	0,00
Anderer Zustand der Straße	0,04	0,00	0,00	0,00
Kein ordnungsgem. Zustand d. VZ od. -Einrichtung	0,00	0,00	0,00	0,00
mangeln Beleuchtung d. Straße	0,00	0,00	0,00	0,00
mangeln Sicherung v. Bahnübergängen	0,00	0,00	0,00	0,00
Sichtbehinderung d. Nebel	0,00	0,00	0,00	0,00

gedruckt am: 20.10.2010

Anteil an den Gesamtunfallkosten

Seite 1 von 14

Abbildung 9 Report Gesamtunfallkosten

## 2. Rangfolge des Sicherheitspotentials mit Filtermöglichkeiten über Verwaltungsbezirk, Dienststelle und Ortsdurchfahrten/Freie Strecke

Zeitraum: 2007 - 2009		Filterparameter	Verwaltungsbezirk: Stadt = 00 und Land = 15		
Bewertung: Rang AB					
Stand: 20.10.2010					
Abschnitt vkm, km/h	Stärke	Knotennummer	Länge des Abschnitts	StPO	
4530710 4530712	A 30	010	5000	62,72	
4530706 4530711	A 30	005	8055	61,005	
4530404 4530403	A 30	004	4113	60,67	
1530501 1530506	A 38	003	10837	59,752	
4530712 4530706	A 30	012	11954	42,116	
4530706 4530712	A 140	004	2070	36,276	
4530710 4530702	A 30	010	6091	25,27	
4530706 4530706	A 140	006	3638	20,219	
1530506 1530504	A 38	008	2101	16,080	
2830506 2830506	A 30	006	3058	16,286	
4530702 4530701	A 30	010	3434	17,909	
4530712 4530702	A 140	012	3000	16,281	
4530706 4530706	A 30	006	2610	14,164	
4530701 4530705	A 38	001	2639	6,11	
4730706 4730702	A 38	008	6025	2,185	
4530706 4530706	A 30	005	7206	1,505	
4530711 4530710	A 30	011	3004	0	
4530716 4530710	A 30	016	4604	0	
4730702 4730702	A 38	042	5684	-6,414	
4730702 4730706	A 38	002	3846	-10,577	
3730706 3730706	A 2	006	13538	-26,104	
4640202 4640202	A 9	002	3425	-26,215	
4641006 4640202	A 9	006	6142	-28,993	
3630506 3630504	A 34	006	8604	-36,801	
3730706 3730706	A 14	006	788	-43,068	
4730701 3630506	A 14	041	12448	-46,940	
3630506 3730706	A 34	006	3108	-57,797	
4630707 4630706	A 9	007	10227	-61,389	
4230714 4230706	A 9	014	13150	-67,622	
4230704 4230702	A 14	014	8331	-67,707	
3630506 3630710	A 14	002	8134	-88,126	

geprüft am: 20.10.2010 Rangfolge des Sicherheitspotentials Seite 1 von 3

Abbildung 10 Sicherheitspotential - Rangfolge

## Quellenangaben

- [1] "Empfehlungen für die Sicherheitsanalyse von Straßennetzen (ESN)", Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Verkehrsführung und Verkehrssicherheit, Ausgabe 2003
- [2] „Praktische Anwendung der Empfehlungen für die Sicherheitsanalyse von Straßennetzen (ESN) – Erfahrungen mit den Verfahren der Abschnittsbildung“, Dirk Ebersbach und Hagen Schüller, Straßenverkehrstechnik 9.2008
- [3] TT-SIB® Pflichtenheft „ESN Implementierung in der TT-SIB“, NOVASIB, 10.12.2009