

Pilotanwendung der Empfehlungen für die Sicherheitsanalyse von Straßennetzen (ESN)

FA 1.165

Forschungsstelle: Brilon Bondzio Weiser Ingenieurgesellschaft für Verkehrswesen mbH, Bochum

Bearbeiter: Weinert, R. / Vengels, S.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn

Abschluss: Oktober 2007

klassischen Unfallkenngrößen als auch mit der örtlichen Unfalluntersuchung durchgeführt werden, um die Unterschiede und Gemeinsamkeiten zu analysieren. Dabei wurde für 10 Strecken eine detaillierte Analyse der Unfälle anhand der verfügbaren Unfallanzeigen durchgeführt.

Mit dem im Auftrag des Landes Rheinland-Pfalz entwickelten Computer-Programm UNFAS steht ein EDV-Werkzeug zur Verfügung, das die Auswahl und Analyse von umfangreichen Falldaten ermöglicht. Über die Verknüpfung mit dem geografischen Informationssystem (GIS) MapInfo ermöglicht UNFAS die kartografische Darstellung des Unfallgeschehens auf der Basis digitaler Karten. Zusätzlich wurden im Auftrag des Landesbetriebs Mobilität Rheinland-Pfalz ergänzende Bausteine entwickelt, die eine Anwendung der ESN-Verfahren mit UNFAS ermöglichen.

Aus dieser praktischen Anwendung des ESN-Verfahrens auch mit dem Programm UNFAS sollten Vorschläge für Verbesserungen oder Weiterentwicklungen des Verfahrens und von UNFAS abgeleitet werden.

1 Aufgabenstellung

Die Erkennung von Sicherheitsdefiziten im Straßennetz erfolgt zurzeit im Wesentlichen im Rahmen der örtlichen Unfalluntersuchungen. Dabei werden überwiegend punktuelle Unfallhäufungen identifiziert und analysiert.

Für die Analyse von Straßennetzen wurden mit den "Empfehlungen für die Sicherheitsanalyse von Straßennetzen (ESN)" Verfahren vorgestellt, die für eine netzweite Analyse von Straßen geeignet sind und die Identifikation von Sicherheitsdefiziten in einem größeren Maßstab ermöglichen.

Im Rahmen des vorliegenden Projekts wurde eine pilothafte Anwendung der Verfahren nach ESN für das Straßennetz des überörtlichen Verkehrs in Rheinland-Pfalz vorgenommen.

Im ersten Schritt sollte eine Sicherheitsanalyse nach den ESN für alle Straßen mit überwiegender Verbindungsfunktion in Rheinland-Pfalz durchgeführt werden.

In einem zweiten Schritt sollten die auf diese Weise ermittelten Sicherheitsdefizite für einen Netzausschnitt (Zuständigkeitsbereich einer Regionaldienststelle) näher analysiert werden. In diesem Zusammenhang sollte auch ein Abgleich sowohl mit

2 Untersuchungsmethodik

Als Datengrundlage standen zunächst die Falldaten auf Bundes-, Landes- und Kreisstraßen in Rheinland-Pfalz für die Jahre 2001 bis 2004 in der Form des Erweiterten Falldatensatzes EUDAS zur Verfügung. Der Datenumfang umfasste alle Unfallkategorien von den Unfällen mit schwerem Personenschaden bis zu den sonstigen Unfällen mit Sachschaden. Entsprechend dem Zeitraum der 3-Jahreskarte wurden die Jahre 2002 bis 2004 ausgewertet. Für vertiefte Untersuchungen im Bereich der Regionaldienststelle Diez wurden zusätzlich die Falldaten der Jahre 1999 und 2000 bereitgestellt, sodass

zwei Zeiträume mit 3-Jahreskarten und ein 6-Jahreszeitraum untersucht werden konnten.

Bei der Berechnung der Sicherheitspotenziale für Straßennetze mit überwiegender Verbindungsfunktion sind die Parameter Netzknoten, Ortslage, bauliche Mittelrennung und Verkehrsstärke bei der Abschnittsbildung zu berücksichtigen, da sie Einfluss auf eine sinnvolle Abschnittsbildung und die Auswahl der Grundunfallkostenrate haben. Diese Parameter sind in den ebenfalls digital zur Verfügung gestellten Straßennetzdaten enthalten. Da für Kreisstraßen ebenso wie Innerortsabschnitte nur unvollständige Angaben über die Verkehrsstärken vorlagen, wurden diese im weiteren Verlauf des Projekts nicht mehr behandelt.

Im Rahmen dieser Pilotanwendung lag der Fokus auf der Frage, ob und in welchem Umfang mit einer weitestgehend automatisierten Vorgehensweise sowie unter Verwendung der digital verfügbaren Daten eine sinnvolle Anwendung der ESN möglich ist.

Dabei wurde zunächst versucht, die zum Zeitpunkt der Untersuchung in UNFAS integrierte ESN-Funktion zu verwenden. Es war jedoch mit der vorliegenden UNFAS-Version nur möglich, die Berechnungen für die unverändert aus den Straßendatenbanken übernommenen Abschnitte durchzuführen, welche sich für die Zielsetzung der ESN als zu feingliedrig erwiesen.

Daher wurden weitere Auswertungen mithilfe einer Tabellenkalkulation durchgeführt. UNFAS wurde zur Abfrage der Unfalldaten und die MapInfo-Routinen zur visuellen Darstellung der Unfalltypenkarten verwendet.

Um dem Grundgedanken des ESN-Verfahrens einer netzweiten Sicherheitsanalyse zu entsprechen, die sich von der kleinteiligen örtlichen Unfallanalyse abgrenzen soll, wurden mehrere Varianten der Aggregation von Teilabschnitten zu ESN-Abschnitten durchgeführt.

Die wesentlichen Kriterien für die Bildung von Abschnitten ergeben sich aus der ESN anhand der verfügbaren Grundunfallkostenraten gUKR. Dementsprechend wird unterschieden nach innerorts/außerorts und einbahnig/zweibahnig. Zweibahnige Abschnitte außerorts wurden erst ab einer zusammenhängenden Länge von mehr als 1 km als autobahnähnlich betrachtet, sodass in diesem Fall die entsprechende gUKR Anwendung fand. Die Ortsdurchfahrten selbst bleiben im Rahmen des Projekts – auch wegen vielfach fehlender Verkehrsstärken – unberücksichtigt.

Daraus ergeben sich die fünf nachfolgenden Stufen der Abschnittsbildung:

- Verwendung der Original-Netzdaten,
- Abschnittsbildung zwischen OD-Grenzen und anhand des DTV (Abweichung < 50 %),
- Abschnittsbildung über OD-Grenzen hinweg (OD \geq 500 m) und anhand des DTV (Abweichung < 50 %),
- Abschnittsbildung über OD-Grenzen hinweg (OD \geq 1 000 m) und
- Abschnittsbildung nach Klassifizierung (zwischen Netzknoten mit gleich- oder übergeordneten klassifizierten Straßen).

Dabei erfolgte die Abschnittsbildung am PC zunächst ohne Kenntnis der realen Verhältnisse im Straßennetz, ausschließlich auf der Grundlage der digital verfügbaren Daten.

Anschließend wurde im Rahmen von umfangreichen Ortsbesichtigungen die aufgrund der digitalen Daten durchgeführte Abschnittsbildung überprüft. Dieser Schritt wurde durchgeführt, um die rein theoretische Abschnittsbildung im Hinblick auf die erforderliche Übertragung auf das reale Straßennetz zu verifizieren. Gleichzeitig sollte auf diesem Wege überprüft werden, ob die gewählten Kriterien bezüglich der Länge der Ortsdurchfahrt sinnvoll sind. Besonderes Augenmerk wurde auf die verbliebenen sehr kurzen Abschnitte gelegt. Im Einzelfall wurden aufgrund der Ortsbesichtigung Anpassungen der Abschnittsbildung vorgenommen.

Anschließend wurden die Sicherheitspotenziale nach ESN für die verschiedenen Stufen der Abschnittsbildung im Bereich der Regionaldienststelle Diez berechnet und im Hinblick auf die Zielsetzung der ESN bewertet. Es wurden jeweils Listen der 20 auffälligsten Bundes- und Landesstraßen und kartografische Darstellungen der Ergebnisse erstellt.

Zur Beurteilung der Ergebnisse der favorisierten Abschnittsbildung wurde die Stabilität der Rangfolgen über zwei aufeinander folgende 3-Jahreszeiträume untersucht. Im Hinblick auf die Forderung der ESN, Abschnitte mit bis zu 3 Unfällen mit schwerem Personenschaden U(SP) mit benachbarten Abschnitten zusammenzufassen, wurde die Verteilung der U(SP) über zwei 3-Jahreszeiträume verglichen. Weiter wurde versucht, diese Forderung zu den U(SP) auf das größere Kollektiv der Unfälle mit Personenschaden U(P) zu beziehen und diese mit einem einheitlichen Kostensatz zu belegen. Als letzte Alternative wurde die Verlängerung des Untersuchungszeitraums auf 6 Jahre analysiert.

Für die Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen wurde für die favorisierte Lösung das Unfallgeschehen auf jeweils 5 Abschnitten auf Bundes- und Landesstraßen außerorts mit hohem Sicherheitspotenzial anhand der in der Datenbank vorliegenden Unfalldaten detailliert ausgewertet. Zusätzlich standen die Verkehrsunfallanzeigen der Jahre 2002 bis 2004 von der Polizei des Landes Rheinland-Pfalz zur Verfügung.

Für jeden der untersuchten Abschnitte wurde ein Auszug aus der Unfalltypensteckkarte sowie ein kurzer Steckbrief mit den wichtigsten Detailinformationen zur Streckencharakteristik, zum Unfallgeschehen (einschließlich Verteilung auf die Unfalltypen) und ein Maßnahmenvorschlag erarbeitet.

Im Rahmen der Entwicklung von Verbesserungsmaßnahmen wurden keine detaillierten Maßnahmenvorschläge erarbeitet. Vielmehr wurde mindestens ein Handlungsbereich aus einer der folgenden vier Kategorien identifiziert:

- Verkehrsrechtlich (z. B. Geschwindigkeitbeschränkungen),
- Straßenzustand (z. B. Erneuerung der Fahrbahnoberfläche),
- Ausbau hinsichtlich Trassierung (z. B. Radienrelation, Übergangsbögen) oder Querschnitt, passive Schutz-einrichtungen sowie
- Netzplanung, Neubau (z. B. Entlastungsstrecke).

3 Untersuchungsergebnisse

Bei den vorgenommenen Variationen der Abschnittsbildung zeigte sich, dass plausible Streckenabschnitte für die Berechnung von Sicherheitspotenzialen gebildet werden, wenn:

- Ortsdurchfahrten mit einer Länge größer als 500 m,
- Wechsel einbahnig/zweibahnig, wenn Abschnitt länger als 1 000 m, und
- DTV-Veränderung um mehr als 50 %

als Abschnittsgrenzen verwendet werden.

Bei den durchgeführten Ortsbesichtigungen für die so gebildeten Abschnitte zeigte sich, dass in einzelnen Fällen eine Anpassung der automatisiert erzeugten Abschnitte sinnvoll erschien. Als problematisch erwies sich vor allem die auch nach der Aggregation immer noch recht hohe Anzahl kurzer Abschnitte mit wenigen schweren Unfällen.

Insofern empfehlen die Autoren, eine automatisierte Anwendung der Abschnittsbildung in weiteren Arbeitsschritten anzupassen. Dies ist jedoch nicht zwingend erforderlich, da das ESN-Verfahren lediglich eine erste Auswahl von Abschnitten liefern soll, die in weiteren Schritten einer detaillierten Analyse unterzogen werden müssen. Erst anschließend können Verbesserungsmaßnahmen abgeleitet werden.

Außerdem zeigte sich, dass ein gegenüber der Empfehlung der ESN verlängerter Auswertungszeitraum von 6 Jahren (zwei 3-Jahreskarten) im Vergleich der Auswertungszeiträume stabilere Ergebnisse liefert. Dies stellt jedoch erhöhte Anforderungen an die Ermittlung der benötigten Verkehrsstärken.

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass das ESN-Verfahren in vielen Fällen Bereiche identifiziert, die auch bei einer Betrachtung der etablierten Unfallkenngrößen insbesondere der Unfallkostenrate auffallen. Im Unterschied zur Unfallkostenrate zielt das Sicherheitspotenzial jedoch mehr auf die absolute Höhe der reduzierbaren Unfallkosten als auf relative Kennziffern, um den Vergleich mit den späteren Kosten von Verbesserungsmaßnahmen anzustreben. Es werden jedoch auch weitere Bereiche auffällig.

Ebenso enthalten die als Ergebnisse der ESN-Auswertung identifizierten Abschnitte auch Bereiche, die im Rahmen der Unfallhäufungsstellenanalyse auffallen. Da der Blickwinkel auf größere Netzabschnitte gerichtet ist, werden jedoch auch benachbarte Abschnitte identifiziert, die den Unfallhäufungen vergleichbar sind und einheitliche Maßnahmen erfordern.

Schließlich wurden die summierten Sicherheitspotenziale differenziert nach Bundes- und Landesstraßen in Relation zur jeweiligen Netzlänge dargestellt. Dabei wurden jeweils 50 % des gesamten Sicherheitspotenzials auf 12 % der Netzlänge der Bundesstraßen bzw. auf 20 % der Netzlänge der Landesstraßen identifiziert.

Im Hinblick auf die Maßnahmenfindung wurde versucht, eher großräumige oder linienhafte Lösungen vorzuschlagen, als sie bei der Bearbeitung der Unfallhäufungsstellen in Betracht kommen. Für die ausgewählten 10 Abschnitte mit hohem Sicherheitspotenzial auf Bundes- und Landesstraßen wurden entsprechende Maßnahmen vorgeschlagen.

Abschließend ist festzuhalten, dass die ESN-Verfahren lediglich eine Vorauswahl von auffälligen Streckenabschnitten liefern, deren Verbesserung zu einer deutlichen Steigerung der Verkehrssicherheit führen könnte. Inwiefern die ermittelten Sicherheitspotenziale tatsächlich durch geeignete Verbesserungsmaßnahmen ausgeschöpft werden können, muss in jedem Fall mit Sachverstand und Ortskenntnis durch eine Detailanalyse geprüft werden.

Über die Betrachtung von Unfallkostenraten hinausgehend und in Ergänzung zu den Erkenntnissen der örtlichen Unfalluntersuchung ermöglicht das ESN-Verfahren die Identifizierung von

Gleichartigkeiten des Unfallgeschehens im Verlauf eines Straßenzugs, bei denen durch netzbezogene Maßnahmen eine Erhöhung der Verkehrssicherheit erreicht werden kann.

4 Folgerungen für die Praxis

Die Grundlage für die EDV-gestützte Durchführung einer Sicherheitsbewertung nach ESN ist ein digitales Straßennetz. Die aus der Straßeninformationsbank (SIB) verfügbaren digitalen Daten liegen in Form von Datensätzen und grafischen Elementen für eine kartografische Darstellung vor.

Da diese Daten jedoch in aller Regel aus betrieblichen Erfordernissen entstanden sind, ist die Abschnittsbildung innerhalb dieses Netzes zu feingliedrig für eine sinnvolle Anwendung des ESN-Verfahrens.

Aus diesem Grund ist für die ESN ein separates digitales Netz herzustellen, das an folgenden Kriterien ausgerichtet sein sollte:

- Bei der Abschnittsbildung sollten Innerorts- und Außerorts-Abschnitte getrennt werden.
- Abschnitte außerorts sollten eine Länge von mindestens 1 000 m haben. Extrem kurze Abschnitte bedürfen einer gesonderten Kennzeichnung.
- Bei Ortsdurchfahrten, die kürzer als 500 m sind, sollten der Abschnitt davor und danach zusammengefasst werden.
- Abschnitte sollten am Netzknoten getrennt werden, wenn sich die Verkehrsstärke um mehr als 50 % ändert.
- Eine Anpassung der Abschnittsbildung durch einem orts- und sachkundigen Anwender kann im Einzelfall sinnvoll sein.
- Im Bereich von planfreien und teilplanfreien Knotenpunkten können Sonderfälle entstehen, die separat zu bewerten sind.

Diese Aspekte sind bei der Bildung von Abschnitten aufgrund der Netzstruktur zu berücksichtigen.

Hinsichtlich der Bewertung der Ergebnisse sind zur Berücksichtigung unterschiedlicher Netzfunktionen Straßen nach Klassen getrennt zu behandeln. Die Ortsbesichtigungen im Rahmen des Projekts haben gezeigt, dass beide Straßenklassen sich systematisch in den Querschnittsbreiten und somit auch in der Höhe des Sicherheitsniveaus unterscheiden. Aus diesem Grund wird empfohlen, einerseits die Grundunfallkosten insgesamt zu überprüfen und gegebenenfalls zu aktualisieren und zumindest eine Differenzierung zwischen Bundes- und Landesstraßen anzubieten.

Zur Gewährleistung eines ausreichend großen Unfallkollektivs und einer ausreichenden Stabilität der Ergebnisse über mehrere Bewertungszeiträume sollte der Bewertungszeitraum gegenüber den in ESN vorgesehenen 3 Jahren verlängert werden. Aus pragmatischen Gründen wird empfohlen, den Bewertungszeitraum auf zwei 3-Jahreskarten auszudehnen. Dies bedeutet bei einer EDV-gestützten Durchführung keinen nennenswerten Mehraufwand. Allerdings ist in diesem Fall die Ermittlung der Verkehrsstärken etwas aufwendiger. Aufeinander folgende Bewertungszeiträume sollten einander um 3 Jahre überschneiden.

Bei einer EDV-gestützten Auswertung sollten die Ergebnisse sowohl tabellarisch als auch grafisch ausgegeben werden. Bei der tabellarischen Ausgabe sollten alle wesentlichen Merkmale des Abschnitts, die berechneten Unfallkenngrößen sowie auch ergänzende Kommentare ausgegeben werden. Hilfreich sind

Kennzeichnungen von sehr kurzen Abschnitten, Abschnitten mit weniger als 4 U(SP) sowie Hinweise auf Unfallhäufungen. Dies setzt voraus, dass eine Verknüpfung mit entsprechenden Programmmodulen zur Bestimmung von Unfallhäufungen (nach FGSV, 2003) möglich ist. In der kartografischen Ergebnisdarstellung sollte in analoger Weise eine gemeinsame Darstellung mit Unfallhäufungsstellen/-linien und/oder Unfallsteckkarten angeboten werden.

Für die Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen ist eine effektive Verzahnung mit der Arbeit der Unfallkommission er-

forderlich, um eine optimale Maßnahmenfindung und -umsetzung sowohl für die Unfallhäufungen als auch für die nach ESN identifizierten Abschnitte zu gewährleisten. Für die konkrete Umsetzung dieser Schritte sollten entsprechende Leitfäden entwickelt werden.

Mit diesen Vorgaben kann das ESN-Verfahren bei einer EDV-gestützten Umsetzung Hinweise auf Sicherheitsdefizite liefern.