

Verfahren zur Zusammenführung von Informationen unterschiedlicher Netzanalysesysteme

FA 9.186

Forschungsstellen: Heller Ingenieurgesellschaft mbH, Darmstadt

PTV Transport Consult GmbH, Stuttgart

Bearbeiter: Balck, H. / Schüller, H. / Balmberger, M. / Rossol, C.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bonn

Abschluss: Dezember 2014

1 Aufgabenstellung

Die Straßenbauverwaltungen des Bundes und der Länder verfolgen bei der Erstellung ihrer Erhaltungs- und Ausbauprogramme zwei wesentliche Ziele:

- Die bauliche, gestalterische und verkehrsbedingte Qualität der Straßennetze soll dem Verkehrsteilnehmer eine möglichst hochwertige Nutzung und einen sicheren Gebrauch der Infrastruktur gewährleisten.
- Die Unfallkosten sollen für die Verkehrsteilnehmer auf einem möglichst niedrigen und, unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Mittel, für die Volkswirtschaft vertretbarem Niveau gehalten werden.

Um den vorgenannten Zielen beziehungsweise Ansprüchen gerecht zu werden, sind unter anderem zwei unabhängige Prozesse (Verfahren) definiert worden, bei denen standardisierte Analysen zur Qualität des Straßennetzes durchgeführt werden.

Die Zustandserfassung und -bewertung (ZEB) ist ein turnusmäßig durchgeführtes Verfahren zur Analyse der Qualität des Straßenzustands. Die Bewertung erfolgt auf Basis detailgenau erfasster Messgrößen zur Beschaffenheit der Fahrbahnoberfläche. Die ZEB-Ergebnisse werden als Grundlage für die Erhaltungsplanung genutzt. Unbefriedigend ist die Tatsache, dass einzelnen Zustandsgrößen der Fahrbahnoberfläche, wie zum Beispiel Griffbarkeit, fiktive Wassertiefe und Längsunebenheit, eine Sicherheitsrelevanz attestiert wird, diese aber bisher in Deutschland nicht ausreichend statistisch nachgewiesen und quantifiziert wurde.

Die "Empfehlungen für die Sicherheitsanalyse von Straßennetzen" (ESN) beschreiben einen Prozess zur Analyse der Qualität der Infrastruktursicherheit. Die Bewertung erfolgt auf Basis von Unfalldaten. Im Ergebnis steht das Sicherheitsverbesserungspotenzial, welches zum Beispiel für die Priorisierung von Aus- und Umbaumaßnahmen verwendet werden kann. Das Verfahren wird im Gegensatz zur ZEB nur bedingt flächendeckend und selten regelmäßig in der Praxis angewendet. Neben methodischen Problemen bei der Abschnittsbildung stellt vor allem der bisher nicht ausreichend beschriebene Weg zur Maßnahmenplanung ein Problem für die Praxis dar.

Das übergeordnete Ziel dieser Forschung ist die Optimierung bestehender Verfahren, um die Verkehrssicherheit der Infrastruktur von Außerortsstraßen weiter zu verbessern. Die Verkehrssicherheit wird aus Sicht des potenziellen Einflussbereichs

des Zustands der Fahrbahnoberfläche beurteilt. Es bedarf der Analyse und gegebenenfalls der Quantifizierung des Zusammenhangs zwischen Zustandsgrößen und dem Unfallgeschehen auf Basis einer umfassenden Datengrundlage und unter Verwendung robuster statistischer Verfahren. Weitere Merkmale der Straßeninfrastruktur werden dabei berücksichtigt, um Abhängigkeit zwischen den sicherheitsrelevanten Einflüssen zu kontrollieren.

Aus der Analyse werden mögliche Nutzenpotenziale von Zustandsveränderungen (als Prognoseverfahren) für die Verkehrssicherheit abgeleitet. Die ZEB erhält auf diese Weise eine objektive Basis für die Bewertung von Erhaltungsmaßnahmen (Verbesserung Zustand Fahrbahnoberfläche). Das ESN-Verfahren wird auf diese Weise stärker hinsichtlich einer Konkretisierung der Ergebnisse und damit potenziellen Maßnahmenansätzen erweitert. Möglichkeiten zur Zusammenführung der Informationen aus beiden Netzanalysesystemen sowie der Ergebnisse des Prognoseverfahrens werden geprüft und zielführende Ansätze in einer beispielhaften Anwendung aufgezeigt.

2 Untersuchungsmethodik

Ausgangspunkt der Forschungsarbeit ist eine Standortbestimmung: Zum einen wird die internationale Literatur nach Ansätzen und Ergebnissen der Analyse des Sicherheitseinflusses des Fahrbahnzustands analysiert. Zum anderen werden die Verfahren ESN und ZEB hinsichtlich ihrer aktuellen Defizite in der praktischen Anwendung beziehungsweise der methodischen Grundlagen ausgewertet.

Basis der Analyse bilden die kompletten außerörtlichen Autobahn-, Bundes- und Landesstraßennetze aus mehreren Bundesländern. Der Fokus der Analysen richtet sich auf die freie Strecke, auf der sich ein Großteil des Unfallgeschehens außerorts ereignet. Die Straßennetze werden mit Daten zum Zustand der Fahrbahnoberfläche, Einzelunfällen, Verkehrsaufkommen und vereinzelt Infrastrukturdaten ergänzt und als Analysenetze aufbereitet.

Aus den Rohdaten werden zahlreiche Kenngrößen beziehungsweise Zustandsindikatoren für die Analyse abgeleitet, um deren Einsatz für die Beschreibung des Sicherheitseinflusses des Fahrbahnzustands zu prüfen. Hierzu gehören Minimal- und Maximalwert, gleitende Mittelwerte aber auch Kenngrößen bezogen auf kleinere und größere Abschnittslängen als in der ZEB standardmäßig üblich.

Parallel werden für das Unfallgeschehen und den Fahrbahnzustand deskriptive Analysen durchgeführt, um eine Einordnung des Forschungsgegenstands sowie erste Ansätze für die Analyse abzuleiten. Anhand von Pilotanalysen werden verschiedene statistische Analysemethoden geprüft sowie unterschiedliche Netzeinteilungen untersucht. Bei der Netzeinteilung gilt es einen Kompromiss zwischen der Genauigkeit der Zustandsgrößen (tendenziell kurze Abschnitte) und der Aussagefähigkeit von Unfallkenngrößen (tendenziell längere Abschnitte) zu finden.

Auf Basis komplexerer statistischer Verfahren werden für die Analysebundesländer multikriterielle Unfallmodelle entwickelt. Für verschiedene Teilkollektive des Unfallgeschehens werden auf Basis von Variablen zu Verkehr, Infrastruktur und Fahrbahnoberfläche Modellzusammenhänge beschrieben und hinsichtlich ihrer Aussagefähigkeit für die Praxis interpretiert. Aus den Modellen werden allgemeingültige und verallgemeinerbare Zusammenhänge in einem einfachen Modell aufbereitet, welches die Grundlage für ein neues Verfahren zur Abschätzung des Zustandspotenzials (Nutzen aus Zustandsverbesserungen) darstellt. Die Ergebnisse dieses Verfahrens werden mit den Ergebnissen aus ESN und ZEB beispielhaft für ein Analyseland überlagert und interpretiert. Hinweise zur Visualisierung und praktischen Anwendung sollen die Ergebnisse für die Praxis verwertbar machen.

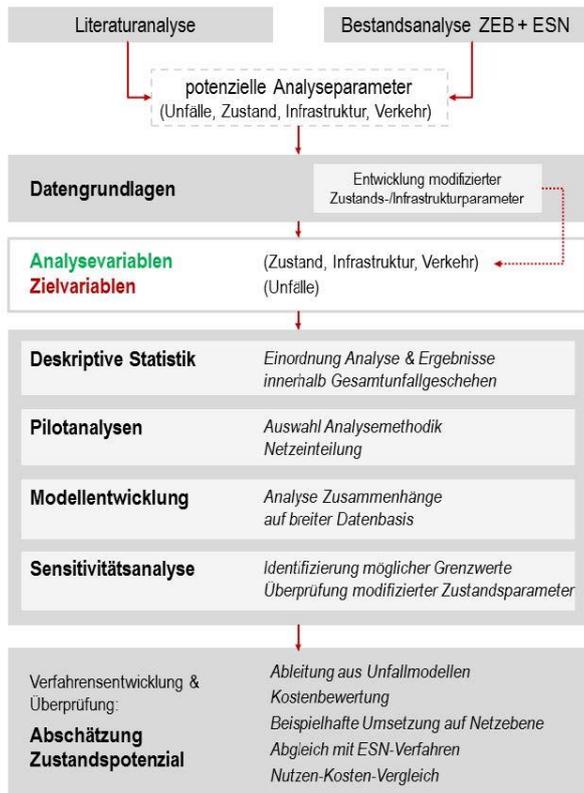


Bild 1: Übersicht Vorgehensweise/Projektschritte

3 Untersuchungsergebnisse

Im internationalen Umfeld wurde durch eine Vielzahl von Untersuchungen der Zusammenhang zwischen Griffigkeit und dem Unfallgeschehen nachgewiesen, auch wenn sich bisher noch kein allgemeingültiger Zusammenhang ableiten ließ. In Deutschland konnte mit wenigen Ausnahmen bisher weder ein eindeutiger Zusammenhang nachgewiesen noch quantifiziert werden.

Weiteren Parametern des Zustands der Fahrbahnoberfläche vor allem zu Längs- und Querebenheit werden in der Literatur vereinzelt Einflüsse auf das Unfallgeschehen attestiert. Es lassen sich aber keine eindeutigen Ergebnisse beziehungsweise Tendenzen ableiten.

Auf Basis von rund 16 000 km Strecke und mehr als 140 000 Unfällen konnten folgende Erkenntnisse aus den Analysen der vorliegenden Forschungsarbeit gewonnen werden:

- Ein nasser Straßenzustand, welcher häufig mit einer unzureichenden Griffigkeit assoziiert wird, wirkt sich überdurchschnittlich stark auf Fahrnfälle, Unfälle in Kurven sowie auf Unfälle mit Pkw-Beteiligung aus.
- Das Unfallgeschehen bei Nässe zeichnet sich durch eine geringere Schwere im Vergleich zu den restlichen Unfällen aus.
- Aus modelltechnischer Sicht bieten 400-m- beziehungsweise 500-m-Abschnitte die beste Grundlage für die Analyse des Einflusses von Zustandsparametern auf das Unfallgeschehen.
- Auf Autobahnen konnte vereinzelt der Einfluss von entwässerungsschwachen Zonen beziehungsweise kritischen Querneigungswechseln bei Nässeunfällen nachgewiesen werden. Für die anderen Zustandsparameter ergaben sich keine eindeutigen Ergebnisse. Eine höhere Längsneigung steht ebenfalls mit einer erhöhten Unfallhäufigkeit auf Autobahnen im Zusammenhang (vorrangig auf Gefällestrrecken).
- Auf Bundes- und Landesstraßen zeigt sich ein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Griffigkeit und den Fahr- sowie Längsverkehrsunfällen bei Nässe. Eine niedrige Griffigkeit weist tendenziell höhere Unfallhäufigkeiten auf. Gleichzeitig treten diese Nässeunfälle auch häufiger bei einer erhöhten Kurvigkeit (Kurvigkeitsäquivalent) auf. Vereinzelt trifft dies auch auf eine erhöhte Längsneigung zu. Niedrigere Unfallhäufigkeiten konnten in Einzelfällen mit einer erhöhten Spurrinentiefe in Zusammenhang gebracht werden.
- Die Ergebnisse stehen größtenteils im Einklang mit der Erkenntnissen aus der nationalen und internationalen Literatur.
- Alternative Beschreibungen der Griffigkeit führen meist zu einer schlechteren Anpassung der Unfallmodelle (Aussagefähigkeit) und wurden daher nicht weiter verwendet.

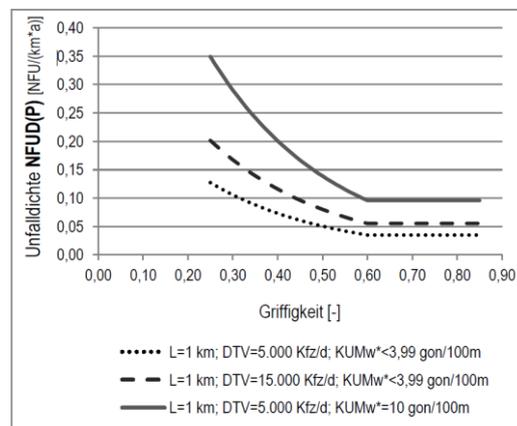


Bild 2: Darstellung Teilmodell der NFUD(P) in Abhängigkeit der Griffigkeit für verschiedene Randbedingungen

Aus den Ergebnissen wurde ein einheitliches Modell zur Abschätzung der Veränderungen der Anzahl an Fahr- und Längsverkehrsunfällen bei Nässe auf Basis der Griffigkeit, des DTV, des Kurvigkeitsäquivalents und der Längsneigung entwickelt. Durch Ergänzung mit Unfallkostensätzen können damit volkswirtschaftliche Nutzenpotenziale durch Verbesserung der Griffigkeit unter verschiedenen Randbedingungen abgeschätzt werden.

Für das gesamte außerörtliche Bundesstraßennetz eines Bundeslands wurde das Verfahren pilothaft angewendet und netzweit Griffigkeits- beziehungsweise Zustandspotenziale ermittelt. Diese wurden in unterschiedliche Prioritätskategorien eingeteilt und auf Netzkarten visualisiert.

Für einfache griffigkeitsverbessernde Maßnahmen wurden die Kosten den Nutzenpotenzialen gegenübergestellt. Im Vergleich mit den bestehenden grenz- und schwellwertbasierten Verfahren werden Optimierungsmöglichkeiten für die Beurteilung der Griffigkeit des Straßenzustands im Netz aufgezeigt.

Parallel zur Ermittlung der Griffigkeitspotenziale wurde im Rahmen einer ESN-Analyse auch das Sicherheitsverbesserungspotenzial auf Basis des gesamten Unfallgeschehens berechnet. Aus dem Vergleich der Ergebnisse wird deutlich, dass:

- rund 20 % des gesamten Sicherheitsverbesserungspotenzials aus einem unzureichenden Zustand der Fahrbahnoberfläche (nur Griffigkeit) resultiert, aber
- Abschnitte mit einem hohen Sicherheitsverbesserungspotenzial nicht notwendigerweise auch ein hohes Griffigkeitspotenzial aufweisen.

Verschiedene Ansätze zur Visualisierung der Ergebnisse inklusive der Überlagerung mit anderen Datensätzen komplettieren den Bericht.

4 Folgerungen für die Praxis

Auf Basis einer umfangreichen Stichprobe wurden erstmals Zusammenhänge zwischen Griffigkeit, Verkehrsmenge, Unfällen und einzelnen Infrastrukturmerkmalen quantifiziert und in verallgemeinerbaren Modellen beschrieben.

Anhand dieser Modelle können Verbesserungen der Griffigkeit im Netz zielgerichteter bewertet und priorisiert werden. Es lassen sich netzweite und lokale Nutzenpotenziale von zustandsverbessernden Erhaltungsmaßnahmen abschätzen und visualisieren. Im Gegensatz zum bisherigen grenzwertbasierten Verfahren können nun Abschnitte mit einem erhöhten Risiko aufgrund unzureichender Griffigkeit besser unter Berücksichtigung der örtlichen Bedingungen bewertet werden. Gleichzeitig werden noch stärker auch diejenigen Abschnitte priorisiert, welche ein hohes Potenzial vermeidbarer Unfallkosten aufweisen. Bei Bedarf kann das Verfahren durch das historische Unfallgeschehen kalibriert und damit noch stärker an die örtliche Situation angepasst werden.

Im Rahmen des ESN-Verfahrens kann das Zustandspotenzial zur Konkretisierung der Ergebnisse beitragen. Durch Überlagerung der Daten aus der Zustandserhebung und einer ESN-Anwendung lassen sich direkt Maßnahmenansätze für einen

Teil des Sicherheitsverbesserungspotenzials im Straßennetz ableiten.