

## Verbesserung der praxisnahen Bewertung des Straßenzustandes

FA 9.132

Forschungsstellen: Dipl.-Ing. Stefan Oertelt, Dießen / Ingenieurbüro SEP Maerschalk, München

Bearbeiter: Krause, G. / Maerschalk, G. / Oertelt, S.

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

Abschluss: Februar 2006

### 1. Aufgabenstellung und Ziele

Die systematische Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Straßenbefestigungen hat die Erhaltung der Leistungsfähigkeit, Verkehrssicherheit und Substanz von Fahrbahnen unter Beachtung der Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit zum Ziel. Ein wesentlicher Bestandteil des Management-Systems der Straßenerhaltung ist die objektive Bewertung der Qualität des zu erhaltenden Straßennetzes oder von Netzobjekten und die Bewertung der voraussichtlichen Zustandsentwicklung bis zum Realisierungszeitraum von Erhaltungsmaßnahmen. Die Qualitätsbewertung umfasst den Oberflächenzustand, den Befestigungszustand und die Qualität sonstiger Netz- und Anlagenelemente.

Zur Beurteilung des Oberflächenzustands stehen nach Erfassung und Bewertung für die Auswerteabschnitte Zustandsgrößen, Zustandswerte, Teilwerte für Gebrauch und Substanz sowie der Gesamtwert zur Verfügung. Das derzeit im Rahmen der Zustandserfassung und -bewertung ZEB angewendete Verfahren für die Zustandsbewertung ist in den entsprechenden Arbeitspapieren der FGSV dokumentiert. Das ursprünglich auf die visuelle Zustandserfassung ausgerichtete Verfahren wurde zunächst ohne gravierende Änderungen für die Bewertung messtechnisch erfasster Zustandsdaten angewendet. Anhand der erstmals in größerem Umfang vorliegenden Zustandsdaten aus der Teilerfassung der Bundesautobahnen wurden im Rahmen einer Untersuchung Variantenrechnungen zur Normierung und Wertsynthese durchgeführt, deren Ergebnisse 1992 zu einer ersten Anpassung des Bewertungsverfahrens an die Anforderungen der messtechnischen Zustandserfassung führten. Die meisten der seinerzeit vorgeschlagenen Algorithmen bilden im Wesentlichen noch immer die Grundlage der derzeitigen Zustandsbewertung. Weitere Vorschläge zur Beseitigung der in der Praxis der ZEB erkannten Schwachstellen wurden im Rahmen der Untersuchungen zur Erstellung eines Leitfadens für die Erfassung und Bewertung des Straßenzustands formuliert. Diese Vorschläge wurden im FGSV-Arbeitskreis 9.15.7 "Zustandserfassung und -bewertung" ausführlich und kontrovers diskutiert, teilweise weiterentwickelt, aber mangels des Brauchbarkeitsnachweises nicht in die Praxis umgesetzt.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit besteht in der Verbesserung des Praxisbezugs des Bewertungsverfahrens. Hierfür waren die erkannten Schwachstellen des bestehenden Bewertungsverfahrens sowie bereits vorliegende Änderungsvorschläge aufzugreifen und zu analysieren. Hieraus und auf der Grundlage einer durchzuführenden breiter angelegten inhaltlichen Analyse des derzeitigen Bewertungsverfahrens waren Vorschläge für eine Verbesserung des Bewertungsverfahrens zu formulieren und deren Auswirkungen anhand von Zustandsdaten der Bundesfernstraßen darzustellen. Da ein objektiv wissenschaftlicher Nachweis der Validität von Bewertungsalgorithmen prinzipiell nicht möglich ist, war die Plausibilität der vorgeschlagenen

Änderungen in enger Abstimmung von und mit den Hauptanwendern der Bewertungsergebnisse, den Straßenbauverwaltungen der Länder, zu beurteilen.

### 2. Untersuchungsmethodik und Ergebnisse

Hierzu wurde zunächst das derzeitige Bewertungsverfahren mit seinen Algorithmen zur Normierung und Wertsynthese detailliert beschrieben. Zur Dokumentation des Status quo wurden die Ergebnisse der Zustandserfassung und -bewertung von Bundesautobahnen der ZEB 2001/2002 und von Bundesstraßen der ZEB 1999/2000 sowie der ZEB 2003/2004 herangezogen. Für diese Kollektive wurden die statistischen Kenngrößen und Häufigkeitsverteilungen der Zustandsgrößen und der Zustandswerte, Teilwerte und Gesamtwerte ermittelt und verglichen.

Anhand der netzweiten und abschnittsbezogenen Bewertungsergebnisse wurde eine Schwachstellenanalyse des derzeitigen Bewertungsverfahrens durchgeführt. Im Einzelnen wurden hierbei folgende Punkte näher untersucht:

- der Konflikt zwischen der Prognose von Zustandsgrößen und Zustandswerten,
- die zweidimensionale Bewertung der Substanzmerkmale (Oberfläche) von Betondecken,
- die Durchschlagregel bei der Teilwertbildung,
- das numerische Verknüpfungsverfahren bei der Wertsynthese.

Aufbauend auf die Schwachstellenanalyse wurde eine inhaltliche Analyse des derzeitigen Bewertungsverfahrens vorgenommen. Hierbei wurden im Einzelnen folgende Punkte untersucht:

- die Relevanz der einzelnen Zustandsmerkmale und ihrer Indikatoren für die Zustandsbewertung,
- die Methodik der Nutzwertanalyse in der Zustandsbewertung,
- die derzeitigen Festpunkte der Normierungsfunktionen,
- die Gewichtung der Merkmale bei der Wertsynthese,
- die funktionale Relativierung,
- die derzeitigen Möglichkeiten und Grenzen einer monetären Zustandsbewertung.

Anhand der Erkenntnisse aus den durchgeführten Analysen wurde ein mehrstufiger Vorschlag für die Änderung des Bewertungsverfahrens mit dem Ziel der verbesserten Praxisnähe abgeleitet. Für jede der 4 vorgeschlagenen Varianten wurden die netz- und einzelabschnittsbezogenen Auswirkungen untersucht, dargestellt und mit Vertretern der Straßenbauverwaltungen der Länder in der Betreuungsgruppe abgestimmt.

Die Vorschlagsvariante 1 für ein verbessertes Bewertungsverfahren beinhaltet eine lineare Normierung aller Zustandsgrößen ohne Sprungstellen weitestgehend auf der Basis der derzeitigen 4,5-Werte (Schwellenwerte) bei unveränderter funktionaler Relativierung. Die Teilwertbildung erfolgt über logische und additive Verknüpfungen der teilzielrelevanten Zustandswerte. Bei der Bildung des Substanzwerts (Oberfläche) wird zunächst der bauweisenspezifische kombinierte Zustandswert für die Oberflächenschäden (ZWRIO) und der nicht bauweisenspezifische kombinierte Zustandswert für die Ebenheit im Längs- und Quer-

profil (ZWELQ) gebildet, die dann für beide Bauweisen gleichermaßen zum Substanzwert (Oberfläche) verknüpft werden.

Die vorgeschlagene Variante 2 baut auf die Variante 1 auf und unterscheidet sich lediglich im Bereich der Substanzmerkmale (Oberfläche). Hier wird für die Bauweise Asphalt die Ermittlung der Vereinigungsmenge der Schadensflächen (SFA) von Rissen, Flickstellen und Ausbrüchen und die zusätzliche und separate Ermittlung der Flächen mit Rissen (RISS) vorgeschlagen. Hieraus wird die nicht von Rissen betroffene Restschadensfläche (RSFA) ermittelt, die zusammen mit den Rissen den kombinierten Zustandswert für Oberflächenschäden (ZWRIO) bilden. Für die Bauweise Beton wird die Ermittlung der Vereinigungsmenge der geschädigten Platten (SFB) mit Längs- und Querrissen, Eckabbrüchen, Kantenschäden, Abplatzungen/Nestern und bituminösem Teilersatz und die zusätzliche und separate Ermittlung der Längs-/Querrisse (LQR) vorgeschlagen. Hieraus wird die nicht von Längs-/Querrissen betroffene Restschadensfläche (RSFB) ermittelt, die zusammen mit den Längs-/Querrissen den kombinierten Zustandswert für Oberflächenschäden (ZWRIO) bilden. Die Teilwertbildung erfolgt in gleicher Weise wie bei Vorschlagsvariante 1.

Die Vorschlagsvariante 3 entspricht algorithmisch vollkommen der Variante 1, wobei eine geänderte funktionale Relativierung zur Anwendung kommt. Es wird vorgeschlagen, in Abhängigkeit von der für die jeweilige Straßenkategorie typischen zulässigen Höchstgeschwindigkeit für die Bundesautobahnen unverändert die Normierungseckwerte der Funktionsklasse 1, für die freien Strecken der Bundesstraßen jedoch die Eckwerte der Funktionsklasse 2 und für die Ortsdurchfahrten die Eckwerte der Funktionsklasse 3 anzuwenden.

Die Vorschlagsvariante 4 entspricht algorithmisch vollkommen der Variante 2 mit der geänderten funktionalen Relativierung von Variante 3.

Zur Fragestellung der Beurteilung der Qualität der Gesamtbefestigung als Teil des Anlagevermögens wurde die Bewertung der Substanz auf der Basis von Zustands- und Bestandsdaten untersucht. Hierzu wurde aus den verfügbaren Informationen zum Aufbau (Art, Dicke und Alter der Schichten), Querschnitt (Anzahl und Breite der Fahrstreifen), Längsneigung und Verkehrsbelastung abschnittsweise der Bemessungsindex BI bzw. der Substanzwert (Bestand) SWB ermittelt und dem Substanz-

wert (Oberfläche) TWSUB gegenübergestellt. Es wurden mögliche Verknüpfungsmethoden der beiden Substanzwerte untersucht und eine kombinierte Verknüpfungsmethode zur Anwendung vorgeschlagen.

### 3. Schlussfolgerungen

Aus den Ergebnissen dieser Arbeit lassen sich folgende Empfehlungen und Vorschläge für die Umsetzung ableiten:

- Die vorgeschlagene Bewertungsvariante 1 sollte als erste und wesentliche Stufe einer verbesserten praxisnahen Bewertung möglichst schnell in das ZEB-Verfahren aufgenommen werden und bei den aktuellen und künftigen Zustandserfassungen von Bundesfernstraßen zur Anwendung kommen. Im Anhang A 1 des vollständigen Abschlussberichtes ist eine diesbezügliche Ergänzung der ZTV ZEB-StB formuliert.
- Die Umsetzung der weiteren Stufen (Varianten 2 bis 4) sollte parallel zur Umsetzung der ersten Stufe vorbereitet werden, indem insbesondere die diesbezüglich betroffenen Abschnitte (mit Mehrfachregistrierungen bei den Substanzmerkmalen) und Kollektive (freie Strecken und Ortsdurchfahrten der Bundesstraßen) parallel zur der Standard-Zustandsbewertung ausgewertet werden.

Forschungsbedarf besteht im Zusammenhang mit dieser Arbeit auf folgenden Gebieten:

- Die Umsetzung der Bewertungsvorschläge dieser Arbeit auf den Straßen des den Bundesfernstraßen nachgeordneten Netzes sollte durch entsprechende Sensitivitätsuntersuchungen anhand von Zustandsdaten dieser Netze vorbereitet und begleitet werden.
- Die derzeit im ZEB-Verfahren etablierten Zustandsindikatoren aller Zustandsmerkmale sollten dringend hinsichtlich einer aussagekräftigeren Beschreibung des Fahrbahnzustandes im Sinne von typischen Schadensbildern und deren Ursachen hinterfragt und verfeinert werden.
- Für eine künftige Zustandsbewertung auf monetärer Basis bedarf es dringend grundlegender Untersuchungen der quantitativen Wirkungszusammenhänge zwischen dem Zustand bzw. den Zustandsänderungen und den Fahrzeugbetriebskosten, Zeitkosten und Unfallkosten.