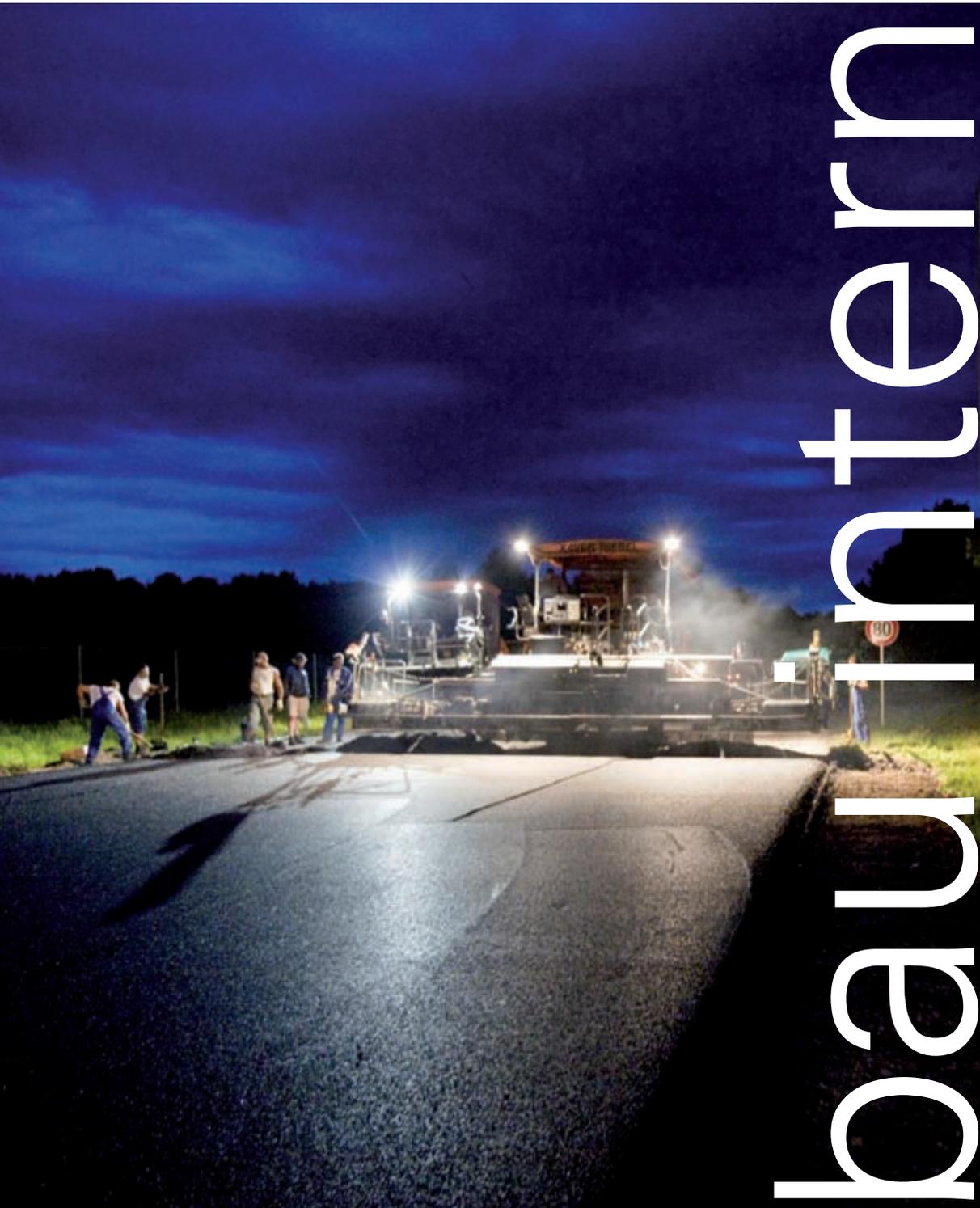


Zeitschrift der Bayerischen
Staatsbauverwaltung für Hochbau, Städtebau,
Wohnungsbau, Straßen- und Brückenbau



B 20 769 E

Erhaltungsmanagement an Straßen in Bayern



baulintern

Sonderheft August 2011
zweite, aktualisierte Auflage

Inhalt

Seite 1	Vorwort
Seite 2	Roland Degelmann Erhaltungsmanagement - Warum es wichtig ist, nicht nur oberflächlich zu denken
Seite 6	Dr. Olaf Weller Ergebnisse der aktuellen Zustands- erfassung und -bewertung auf den Autobahnen, Bundes- und Staats- straßen in Bayern
Seite 15	Wolfgang Zettl Koordiniertes Erhaltungs- und Bau- programm (KEB) auf Bundes- und Staatsstraßen
Seite 22	Rupert Schmerbeck Das Pavement Management Sys- tem (PMS) auf Autobahnen
Seite 24	Georg Ertl BAYSIS als Instrument für das Er- haltungsmanagement
Seite 28	Christian Müller Synergieeffekte bei der Einführung der Doppik für den Aufbau eines Erhaltungsmanagementsystems in Erlangen
Seite 30	Roland Degelmann Prognosen zur Zustandsentwick- lung von Fahrbahnen
Seite 33	Dr. Slawomir Heller Zukünftige Entwicklungen im Be- reich des Erhaltungsmanagements und der Zustandserfassung und -bewertung
Seite 38	Dr. Olaf Weller Zustandsbezogene Mittelvergabe bei der Bestandserhaltung
Seite 41	Karl Goj, Reinhard Wagner, Roland Naturski, Bernhard Ettelt Erhaltung von Ingenieurbauwerken

Vorwort

Die Bayerische Straßenbauverwaltung hat maßgebliche Instrumente des Erhaltungsmanagements initiiert und ist bundesweit führend bei der Weiterentwicklung von Erhaltungsstrategien.

Mit dem im November 2009 erschienenen Sonderheft „Erhaltungsmanagement an Straßen in Bayern“ haben wir Fachleuten sowie interessierten Bürgerinnen und Bürgern einen Einblick in diese Arbeit ermöglicht und die Entwicklungen in Bayern aufgezeigt.

Die erste Auflage unseres Sonderheftes ist inzwischen vollständig vergriffen. Insgesamt haben wir über 3.300 Exemplare, unter anderem an fachlich Interessierte, Abgeordnete, Kommunen, Behörden, Hochschulen, Verbände, Baufirmen und Ingenieurbüros verteilt.

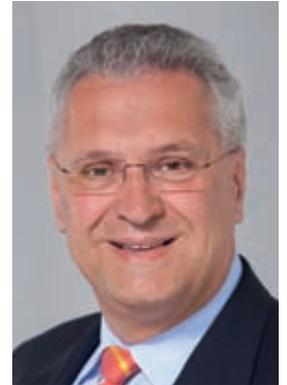
Die Resonanz auf diese Veröffentlichung war überaus positiv, weshalb wir uns entschlossen haben, eine zweite, überarbeitete Auflage zu erstellen. Das Konzept und den Aufbau der ersten Auflage haben wir beibehalten. Aktuelle Trends und Zahlen zum weiterentwickelten Erhaltungsmanagement in Bayern und neue Erkenntnisse sind eingearbeitet: Zum Beispiel, wie man Erhaltungsplanung besser visualisieren kann. Aufgenommen sind auch die aktuellsten Ergebnisse der Zustandserfassung und -bewertung auf Bundesautobahnen aus dem Jahr 2009.

Die Bayerische Straßenbauverwaltung hat moderne Werkzeuge des Erhaltungsmanagements entwickelt. Wir müssen aber auch dafür Sorge tragen, dass insgesamt ausreichende Mittel zur Erhaltung des Straßennetzes eingesetzt werden, gerade vor dem Hintergrund immer weiter zunehmender Verkehrsbelastungen. Die Straße ist nach wie vor Nummer eins unter den Verkehrsträgern.

Um den hohen infrastrukturellen Standard auf Bayerns Straßen zu sichern, hat die Bayerische Straßenbauverwaltung im Schnitt der letzten 10 Jahre bayernweit rund 260 Millionen Euro pro Jahr in die Erhaltung des Straßennetzes investiert. Trotz aufgestockter Mittel in den vergangenen Jahren müssten wir eigentlich noch mehr in den Erhalt stecken, doch die finanziellen Spielräume sind eng. Es gilt deshalb, die verfügbaren Haushaltsmittel möglichst effektiv einzusetzen. Dafür brauchen wir die Werkzeuge des Erhaltungsmanagements. Nur so können wir den sicheren Zustand unserer Straßen und Brücken über einen langen Zeitraum gewährleisten, ein optimales Nutzen-Kosten-Verhältnis erzielen und die Mobilität in unserem Lande nachhaltig sichern.

Wir danken allen, die bei der neuen Auflage dieses Sonderheftes mitgewirkt haben. Unser besonderer Dank gilt der Heller Ingenieurgesellschaft mbH für den Blick über den „bayerischen Tellerrand“ hinaus sowie dem Tiefbauamt der Stadt Erlangen für die Darstellung der strukturierten Erhaltungsplanung aus kommunaler Sicht.

Die erste Auflage ist auch über die deutschen Grenzen hinaus auf großes Interesse gestoßen. Deshalb werden wir voraussichtlich noch im Jahr 2011 auch eine englische Ausgabe des vorliegenden Sonderheftes auflegen.



Joachim Herrmann, MdL
Bayerischer Staatsminister
des Innern



Gerhard Eck, MdL
Staatssekretär im Bayerischen
Staatsministerium des Innern

**Aufbruch
Bayern** 
Zukunft Bauen

Erhaltungsmanagement – Warum es wichtig ist, nicht nur oberflächlich zu denken

Dipl.-Ing. Roland Degelmann

Das Straßennetz – nicht nur im Freistaat Bayern – ist historisch gewachsen. Es weist allein von daher unterschiedliche Ausbaustandards hinsichtlich der Trassierung, Breite, Frostsicherheit, Tragfähigkeit der Fahrbahnbefestigungen sowie Konstruktion und Tragfähigkeit der Bauwerke auf. Entsprechend der wirtschaftlichen Entwicklung Deutschlands stammt ein erheblicher Anteil des Bestandes in den alten Bundesländern aus den 60er und 70er Jahren. Besonders für diesen Netzanteil stehen in den nächsten Jahren Erhaltungsmaßnahmen der Fahrbahnbefestigungen und der Ingenieurbauwerke an, damit diese auch künftig den Verkehrsanforderungen genügen.

Erhaltung als Aufgabe

Die Erhaltung der Straßenverkehrsanlagen (Straßen, Ingenieurbauwerke, sonstige Anlagenteile) ist eine vorrangige Aufgabe, um die Sicherheit und Leistungsfähigkeit der Straßeninfrastruktur langfristig zu gewährleisten. Die wachsende Straßenbeanspruchung, v. a. durch den Schwer-

verkehr, sowie die ungünstiger werdende Altersstruktur und der wirtschaftliche Einsatz der Haushaltsmittel zwingen den Straßenbaulastträger zunehmend, die Erhaltung netzweit zu systematisieren, um einen technisch und wirtschaftlich optimierten und bedarfsorientierten Mitteleinsatz zu erreichen.

Die Ergebnisse der aktuellsten Zustandserfassung und -bewertung in Bayern zeigen – neben einem insgesamt besseren Straßenzustand der Bundesstraßen gegenüber dem der Staatsstraßen – sowohl bei den Bundes- als auch bei den Staatsstraßen innerhalb des vergangenen Jahrzehnts eine geringfügige Verbesserung des für die Befahrbarkeit und Verkehrssicherheit relevanten Gebrauchswertes. Allerdings wird auch eine signifikante Verschlechterung des Substanzwertes, der als Indikator für die Entwicklung des Anlagevermögens der Straßen herangezogen werden kann, deutlich. Generell lässt sich somit feststellen, dass es der Bayerischen Straßenbauverwaltung mit dem verfügbaren Finanzrahmen

in den vergangenen Jahren noch gelungen ist, den Verkehrsteilnehmern eine Infrastruktur mit tendenziell leicht verbesserter Oberflächenqualität zur Verfügung zu stellen. Gleichwohl ist die Erhaltung des Gesamtnetzes in dieser Weise langfristig nicht ausreichend, weil die kontinuierliche Verschlechterung der Substanz immer häufiger zu Erhaltungsmaßnahmen mit deutlich steigenden Kostenansätzen pro Straßenkilometer führen wird.

Um trotz dieser ungünstigen Randbedingungen auch in Zukunft eine ausreichende Infrastruktur anbieten zu können, ist ein möglichst umfassendes Wissen über den aktuellen Zustand aller Anlagenbestandteile und die für diese zu erwartende Zustandsentwicklung zwingend. Dieses Wissen muss sich einbinden in einen geschlossenen Prozesskreislauf der Erhaltung.

Wesentliche Aufgaben eines in genanntem Sinn betriebenen Erhaltungsmanagements für den Bereich der Straßen sind

- die Bewertung der Netzqualität (Situationsanalyse),
- die Bewertung der Zustandsentwicklung,
- die Planung von Erhaltungsmaßnahmen auf Netzebene,
- die Erstellung eines mittelfristigen Erhaltungsprogramms sowie
- die Umsetzung des Erhaltungsprogramms auf Ausführungsebene.

Auf Grundlage dieser Bausteine wurde zur Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Straßen in Bayern die Beschreibung eines geschlossenen Prozesskreislaufes für die wesentlichen verwaltungstechnischen Aufgaben eines effizienten Erhaltungs-Management-Systems (EMS) erstellt (Abb. 2). Dieser berücksichtigt neben den Fahrbahnbefestigungen auch die Brücken- und Ingenieurbauwerke.

Die Arbeiten, die im Rahmen des Prozesskreislaufs zu erledigen sind, werden heute über eine Vielzahl auch informationstechnisch unterstützter Werkzeuge bearbeitet, die vom strategischen Bereich der Pavement-



Abb. 1: Straßenschäden auf einer Staatsstraße



Abb. 2: Prozesskreislauf Erhaltungsmanagement

Management-Systeme bis zur Bearbeitung der operativen Bau- und Haushaltsprogramme reichen.

Werkzeuge im Erhaltungsmanagement

Der Begriff **Pavement-Management-System (PMS)** steht grundsätzlich für die systematische Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Fahrbahnen anhand nachvollziehbarer Kriterien. Im engeren Sinne wird darunter häufig die rechnergestützte Erhaltungsplanung verstanden. Es handelt sich dabei um eine Software, die die Straßenbauverwaltung bei der Erhaltungsplanung unterstützt. Ein PMS dient somit als Werkzeug für den planenden Ingenieur - es kann die fachliche Arbeit eines kompetenten Straßenbauingenieurs jedoch nicht ersetzen.

Das PMS berücksichtigt für die Ermittlung der effizientesten Maßnahmen eine Reihe von Eingangsdaten:

- Straßenzustand (Quer- und Längsebenheit, Griffigkeit, Substanzmerkmale), sowohl Ist-Zustand als auch Prognose
- Straßenaufbau (Schichtarten, -stärken und -baujahr)
- Verkehrsdaten
- finanzielle Mittel
- Unfalldaten
- Maßnahmenlisten.

Die notwendigen Voraussetzungen für

die operative Erhaltungsplanung mit einer Pavement-Management-Software sind für die Bundes- und Staatsstraßen in Bayern derzeit nicht ausreichend erfüllt. Daher kommt der Einsatz von Pavement-Management-Software in der Bayerischen Straßenbauverwaltung derzeit flächendeckend ausschließlich für den Bereich der Autobahnen zum Einsatz. Bei den Staatlichen Bauämtern mit Straßenbauaufgaben war er bislang auf wenige Pilotämter beschränkt.¹

Deutlich wurde beim Einsatz des PMS in den Pilotämtern, dass sich ein umfassendes Erhaltungsmanagement-System nach dem Verfügungsstand der Daten richten muss. Die durchgängige Nacherhebung des vorhandenen Straßenaufbaus ist nach wie vor nur mit einem enorm hohen technischen Aufwand und entsprechenden Kosten realisierbar. Wegen der fehlenden Kenntnis über den tatsächlich vorhandenen Straßenaufbau muss heute noch bei vielen durchzuführenden Erhaltungsmaßnahmen allein aus den Ergebnissen der Zustandserfassung und -bewertung (z.B. Rissbildung, größere Längsunebenheiten, etc.) und einzelnen Probenahmen ein Rückschluss auf die Erfordernis einer Deckenver-

¹ Weitergehende Informationen zu den genannten Verfahren (PMS, VEP, KEB) finden Sie auch in jeweils eigenen Artikeln dieses Sonderheftes.

stärkung oder andere Maßnahmen zur Sicherung des Fahrhahnoberbaus getroffen werden. Um dieses Defizit in den Planungsgrundlagen zu beseitigen wurden alternative Lösungen für das Erhaltungsmanagement erarbeitet, die an die jeweilige verfügbare Datengrundlage angepasst sind. Zu solchen Verfahren zählt in erster Linie das System der **„Verbesserten Erhaltungsplanung“ (VEP)**. Die VEP berücksichtigt für die Dringlichkeitsreihung von Erhaltungsmaßnahmen neben den Daten der ZEB auch die im jeweiligen Straßenabschnitt gegebene Gesamt- bzw. Schwerverkehrsbelastung. Das System der VEP wurde von der Bayerischen Straßenbauverwaltung in Zusammenarbeit mit der Heller Ingenieurgesellschaft, Darmstadt, entwickelt und in den Jahren 1999 und 2000 flächendeckend eingeführt.

Den erhöhten Anforderungen an ein effizientes Erhaltungsmanagement kann jedoch mit den bereits sehr differenzierten Verfahren der VEP nur unvollständig Rechnung getragen werden. Daher hat die Bayerische Straßenbauverwaltung die Verfahren konsequent weiterentwickelt und das so genannte **„Koordinierte Erhaltungs- und Bauprogramm“ (KEB)** erarbeitet, welches zusätzliche Grundlagen nutzt und damit die bisher vorhandene Datenbasis wesentlich erweitert. Die entsprechenden Grund-



Abb. 6: Erhaltungsmaßnahme (Oberflächenbehandlung)

bauverwaltung hat das Curviometro-Verfahren bereits in einzelnen Strecken zum Einsatz gebracht und wird bei ausreichend guter Datenlieferung diese Methoden weiter verbreitet zum Einsatz bringen.

Bauprogramme und Controlling

Die aktuellen Analysen des gesamten verfügbaren Datenmaterials zeigen regionale Unterschiede im Zustandsniveau der Straße. Vor allem aus diesem Grund wurde der bisherige Verteilungsschlüssel für die Bestandserhaltung der Bundes- und Staatsstraßen mit dem Ziel weiterentwickelt, die zur Verfügung stehenden Haushaltsmittel auf Grundlage objektiver Maßstäbe noch effektiver und bedarfsgerechter einzusetzen. Die so ermittelten Verteilungsschlüssel für die Bestandserhaltungsmittel wurden erstmals im Jahr 2009 angewendet und sollen bis zum Vorliegen der Ergebnisse der derzeit laufenden Zustandserfassung und -bewertung beibehalten werden. Anhand der dann vorliegenden Ergebnisse werden die Verteilungsschlüssel einer Erfolgskontrolle unterzogen und an die neuen Rahmenbedingungen

angepasst werden.

Die bayernweite Einführung des KEB für Bundes- und Staatsstraßen ermöglicht eine Analyse und ein **Controlling** der Erhaltungsprogramme der Staatlichen Bauämter. Das Controlling beschränkt sich dabei in erster Linie auf die strategischen Ziele (Werden die richtigen Dinge gemacht?). Eine detaillierte Einzelbetrachtung der Projektplanung (Werden die Dinge richtig gemacht?) zur Unterstützung der operativen Arbeit an den Bauämtern erfolgt von Seiten der Obersten Baubehörde bisher nur in ausgewählten Einzelfällen.

Bereits heute zeigt sich, dass mit Hilfe des KEB eine zielorientierte Abwicklung der Straßenerhaltung für Fahrbahnen und Bauwerke auch dann geleistet werden kann, wenn sich die Randbedingungen kurzfristig verändern – z. B. durch die Bereitstellung zusätzlicher Finanzmittel im Rahmen von Konjunkturprogrammen.

Fazit

Der Verkehrsteilnehmer benötigt für die sichere Fahrt ausschließlich eine ausreichende Qualität der Fahrbahn-

oberfläche. Der Baulastträger kann ein entsprechendes Angebot dauerhaft und wirtschaftlich nur bereit stellen, wenn er nicht nur nach den Gebrauchseigenschaften der Oberfläche schaut, sondern den Zustand und die Entwicklung der Substanz des Gesamtstraßenaufbaus, der Ingenieurbauwerke und der sonstigen Anlagenteile im Auge hat, die alleine langfristig gute Oberflächeneigenschaften gewährleisten kann. Dazu werden die Werkzeuge des Erhaltungsmanagements weiter verbessert werden müssen. Ein oberflächliches Denken – also ein Denken, das nur die Oberfläche betrachtet – wird für ein nachhaltiges Handeln nicht ausreichend sein.

Autor

Ministerialrat Dipl.-Ing.
Roland Degelmann
Oberste Baubehörde im Bayerischen
Staatsministerium des Innern
roland.degelmann@stmi.bayern.de

Ergebnisse der Zustandserfassung und -bewertung auf den Autobahnen, Bundes- und Staatsstraßen in Bayern

Dr.-Ing. Olaf Weller

Systematik der Zustandserfassung und -bewertung von Fahrzeugen

Bei der „Zustandserfassung und -bewertung“ (ZEB) handelt es sich um ein standardisiertes, gemeinsam von Bund und Ländern eingerichtetes Verfahren, das seit Beginn der 1990er Jahre zur Anwendung kommt und kontinuierlich weiterentwickelt wird. Es verfolgt die Zielstellung, die Fahrbahnoberflächen der Bundesfern- und Staatsstraßen messtechnisch mit schnellfahrenden Fahrzeugen im fließenden Verkehr netzweit zu erfassen



Abb. 1: Fahrzeug zur Messung der Längs- und Querebenheit sowie der Substanzmerkmale



Abb. 2: Fahrzeug zur Messung der Griffigkeit

und anschließend zu bewerten.

Für das überörtliche Straßennetz in Bayern liegen heute die Ergebnisse aus mehreren Messkampagnen vor (Abb. 3). Diese bilden die Grundlage für die Darstellung der Zustandsentwicklung und die Prognose von Tendenzen für die Zukunft. Die ZEB ist damit wesentlicher Bestandteil des Erhaltungsmanagements. Sie ermöglicht es, die Erhaltungsstrategie an konkreten und damit überprüfbar

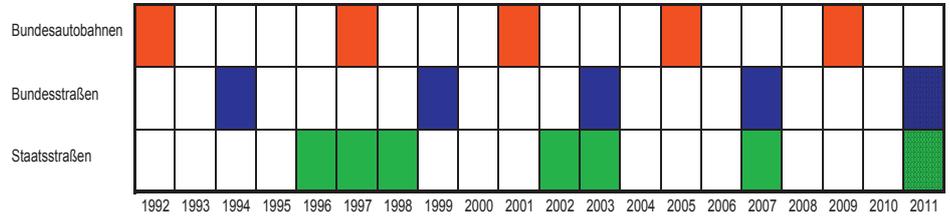


Abb. 3: Durchgeführte und laufende ZEB-Kampagnen in Bayern

Zielen auszurichten und stellt ein effektives Controlling sicher.

Die Durchführung einer ZEB-Kampagne erfolgt in mehreren Teilprojekten (TP). Nach der Bereitstellung der Grunddaten durch die Straßenbauverwaltung werden diese vom Auftragnehmer aufbereitet und kontrolliert (TP 0). Im Anschluss daran können die Längs- und Querebenheit (TP 1), die Griffigkeit (TP 2) und die substanzrelevanten Oberflächenmerkmale (TP 3) wie Risse und Flickstellen bei Asphaltstraßen messtechnisch erfasst werden. Nach Vorliegen sämtlicher Rohdaten werden diese bewertet und ausgewertet (TP 4). Der gesamte Prozess unterliegt einem strengen Qualitätsmanagement.

Zur Betrachtung des Straßenzu-

stands werden zwei Gruppen von Merkmalen gebildet: gebrauchsb- und substanzorientierte Merkmale. Diesen beiden Gruppen sind derzeit folgende messtechnisch erfasste Zustandsgrößen zugeordnet:

Gebrauchsrelevante Merkmale:

- Allgemeine Unebenheit
- Spurrinntiefe
- Fiktive Wassertiefe
- Griffigkeit.

Substanzrelevante Merkmale (für Asphaltbefestigungen):

- Allgemeine Unebenheit
- Spurrinntiefe
- Risse
- Flickstellen.

Substanzrelevante Merkmale (für

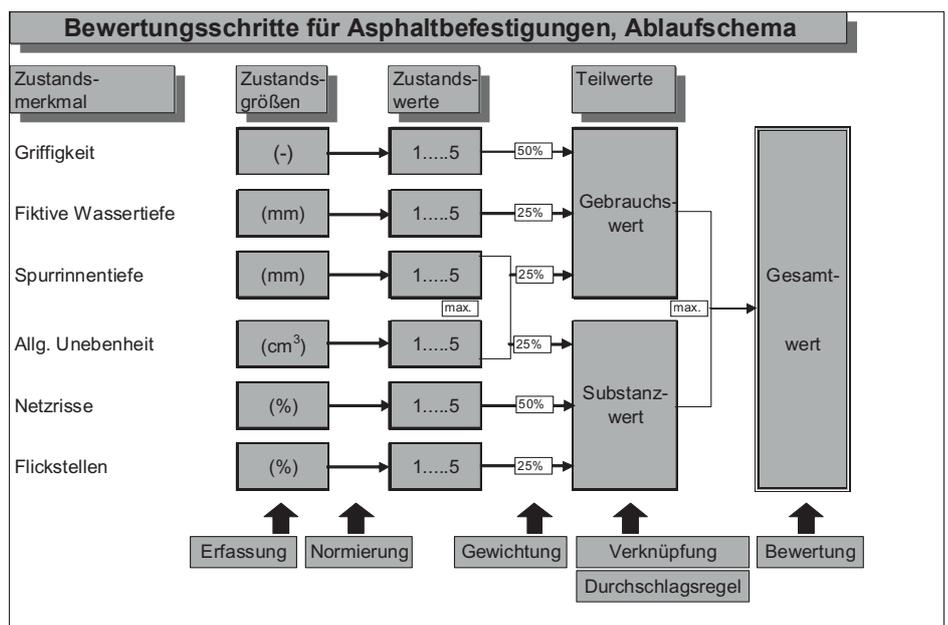


Abb. 4: Ablaufschema für die derzeitige Ermittlung des Gesamtwertes (für Streckenbereiche in Asphaltbauweise auf freien Strecken)

Betonbefestigungen):

- Allgemeine Unebenheit
- Spurrinntiefe
- Längs-/Querrisse
- Eckabbrüche
- Kantenschäden.

Aus den Messdaten (Rohdaten) werden nach Abschluss der Erfassung Zustandsgrößen berechnet, die über Normierungsfunktionen in dimensionslose und damit vergleichbare Zustandswerte mit Zustandsnoten von 1 für „sehr gut“ bis 5 für „sehr schlecht“ umgerechnet werden. Die Notenwerte charakterisieren den Zustand der Straße im Hinblick auf verschiedene Zustandsmerkmale und können nach festgelegter Gewichtung und Verknüpfungsvorschriften zu einem Gebrauchswert und Substanzwert zusammengefasst werden (Abb. 4). Der **Gebrauchswert** berücksichtigt die Sicherheit und den Komfort der Straßenbenutzer. Der **Substanzwert** beschreibt den oberflächlichen Straßenzustand aus Sicht des Bausträgers und liefert damit eine wichtige Information für die Straßenerhaltung. Da der Substanzwert ausschließlich anhand oberflächlicher Zustandsmerkmale ermittelt wird, wird er gleichermaßen auch als „Substanzwert (Oberfläche)“ bezeichnet. Aus dem Gebrauchswert und dem Substanzwert wird der **Gesamtwert** gebildet.

Für die Beschreibung des Straßenzustands und die Beurteilung erforderlicher Sanierungsmaßnahmen werden 1,5-, Warn- und Schwellenwerte herangezogen.

- Der 1,5-Wert (Note 1,5) entspricht i. d. R. dem Abnahmewert nach Durchführung einer Baumaßnahme.
- Der Warnwert (Note 3,5) beschreibt einen Zustand, dessen Erreichen bzw. Überschreiten Anlass zu intensiver Beobachtung und Analyse der Ursachen gibt. Die Überschreitung führt ggf. zur Planung geeigneter Erhaltungsmaßnahmen.
- Der Schwellenwert (Note 4,5) beschreibt einen Zustand, bei dessen Erreichen bzw. Überschreiten die Einleitung von baulichen oder bis dahin verkehrsbeschränkenden Maßnahmen geprüft werden muss.

Wesentlicher Bestandteil der ZEB sind



Abb. 5: Ausschnitt aus einer Zustandskarte für Autobahnen (Gesamtwert)

neben statistischen Auswertungen umfangreiche Visualisierungen von Zustandsdaten auf Karten und Zustandsprofilen. Sie dienen als Grundlage für die systematische Erhaltungsplanung auf Netz- und Objektebene, sind intuitiv verständlich und finden beim Nutzer der Daten daher

eine hohe Akzeptanz (Abb. 5 und Abb. 6).

Ergebnisse der ZEB 2009 auf Autobahnen

Die derzeit aktuellsten vollständig vorliegenden Auswertungen von ZEB-Messkampagnen in Bayern sind dieje-

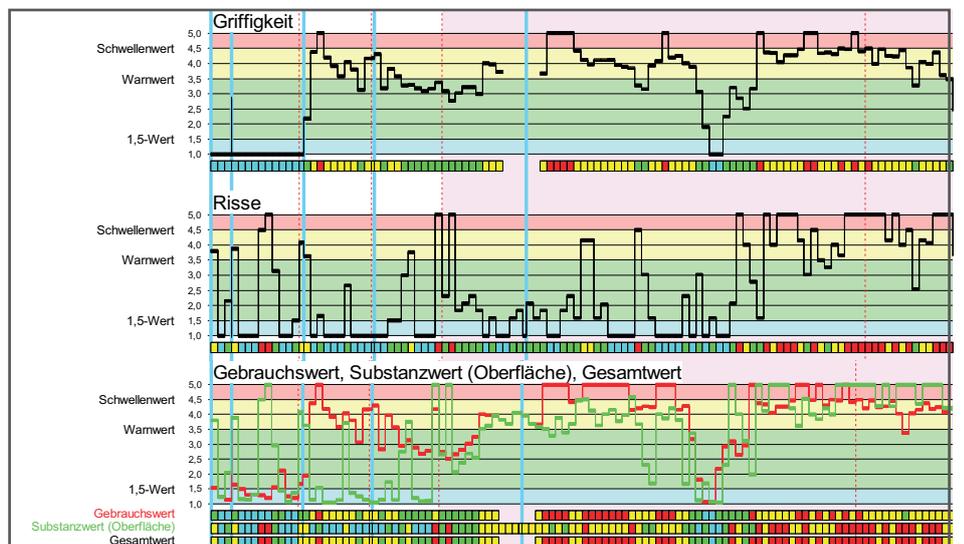


Abb. 6: Ausschnitt aus einem Zustandsprofil



Abb. 7: Karte der 29 verkehrlichen Einheiten der ZEB auf Bundesautobahnen 2009

nigen der ZEB 2009 auf Autobahnen. Im Gegensatz zu den Messkampagnen auf den zweistreifigen Bundes- und Staatsstraßen, bei denen jeweils nur eine Fahrtrichtung erfasst wird, werden bei den Autobahnen alle Fahrstreifen beider Richtungen gesondert befahren und ausgewertet. Diese fahrstreifenbezogene Befahrung wird den unterschiedlich starken Verkehrsbelastungen auf den einzelnen Fahrstreifen und der daraus resultierenden,

über den Fahrbahnquerschnitt uneinheitlichen Zustandsentwicklung gerecht und ist Basis für die fahrstreifenbezogene Erhaltungsplanung. Bei der statistischen Auswertung der ZEB 2009 wurden erstmals auch kleinere Netzanteile, so genannte verkehrliche Einheiten, betrachtet, mit denen eine differenziertere Analyse des Zustandes und der Zustandsentwicklung einzelner, verkehrlich zusammenhängender Streckenabschnitte im Rahmen des

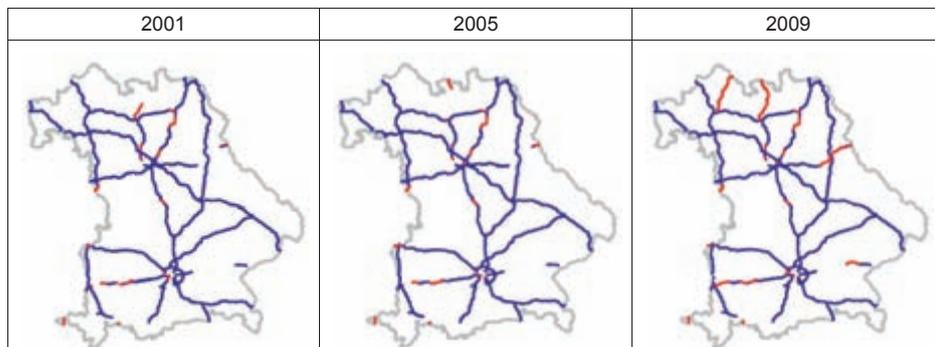


Abb. 8: Autobahnnetze der ZEB 2001, 2005, 2009. Die roten Bereiche zeigen Abschnitte außerhalb des für die Auswertung von Zustandsentwicklungen zugrundeliegenden Vergleichsnetzes. Blaue Bereiche = Schnittmenge

Erhaltungsmanagements ermöglicht wird (Abb. 7).

Neben der Zusammenstellung der aktuellen Ergebnisse wurden alle Daten der letzten drei Erfassungskampagnen auf dem bayerischen Autobahnnetz in den Jahren 2001, 2005 und 2009 aufbereitet und zusammengeführt. Damit wurde die Voraussetzung geschaffen, über den aktuellen Zustand hinaus auch die Zustandsentwicklung der letzten 8 Jahre zu beschreiben und diese für die Zukunft in Abhängigkeit von entsprechenden Haushaltsszenarien abzuschätzen.

Da die Bedeutung der Betonfahrbahnen mit einem Anteil von gut 15% am bayerischen Autobahnnetz relativ groß ist, wurden die Ergebnisse der ZEB 2009 zusätzlich so aufbereitet, dass eine Differenzierung nach den beiden Bauweisen Beton und Asphalt ermöglicht wird. Dies ist aufgrund der unterschiedlichen Schadensentwicklungen und Lebensdauern sowie den daraus resultierenden unterschiedlichen Erhaltungsstrategien bei den beiden Bauweisen vorteilhaft.

Zustandsentwicklung Gesamtbayern

Bei Betrachtung der Ergebnisse der Netzanteile, die in allen drei Messkampagnen der Jahre 2001, 2005 und 2009 befahren wurden (Schnittmenge), wird deutlich, dass sich der für die Befahrbarkeit und Verkehrssicherheit relevante Gebrauchswert deutlich von 1,96 (2001) auf 1,71 (2005) bzw. aktuell auf 1,56 (2009) verbessert hat.

Gegenläufig entwickelte sich der Substanzwert, der als Indikator für die Entwicklung des Anlagevermögens der Straßen herangezogen werden kann. Dieser wies bei der Messkampagne 2001 einen Mittelwert von 1,58 auf. Er verschlechterte sich bis 2005 auf 1,78 und bis 2009 auf 2,09. Damit hat sich auch der Gesamtwert im Betrachtungszeitraum von 2,26 (2001) über 2,22 (2005) auf aktuell 2,35 (2009) insgesamt geringfügig verschlechtert (Abb. 9).

Etwas günstiger stellt sich die Zustandsentwicklung bei Betrachtung der Ergebnisse des jeweils gesamten befahrenen Netzes dar. Hier macht sich bemerkbar, dass im letzten Jahrzehnt verhältnismäßig viele Autobahnstrecken neu gebaut wurden, die sich in einem noch guten Zustand befinden und die bei

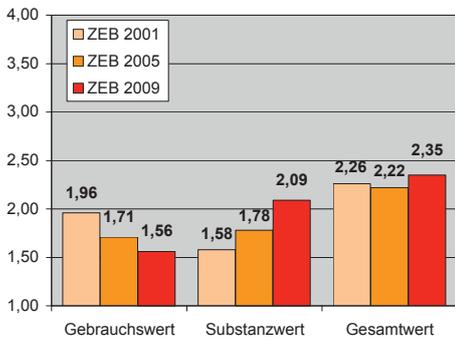


Abb. 9: Kampagnenvergleich ZEB 2001 - 2005 - 2009, Mittelwerte beziehen sich auf die Schnittmenge der in den Kampagnen befahrenen Streckenanteile

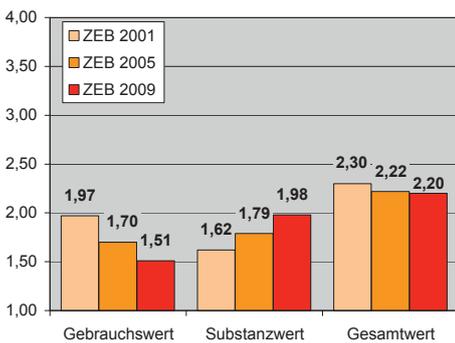


Abb. 10: Kampagnenvergleich ZEB 2001 - 2005 - 2009, Mittelwerte beziehen sich auf das gesamte in den jeweiligen Kampagnen befahrene Streckennetz (Gesamtnetz)

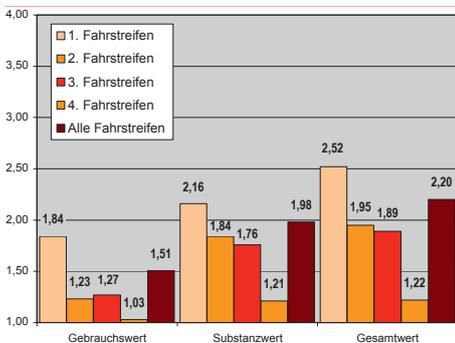


Abb. 11: ZEB 2009, fahrstreifenbezogene Mittelwerte (Gesamtnetz)

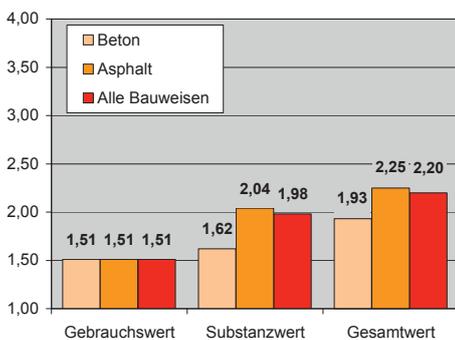


Abb. 12: ZEB 2009, Mittelwerte der Bauweisen Asphalt und Beton (Gesamtnetz)

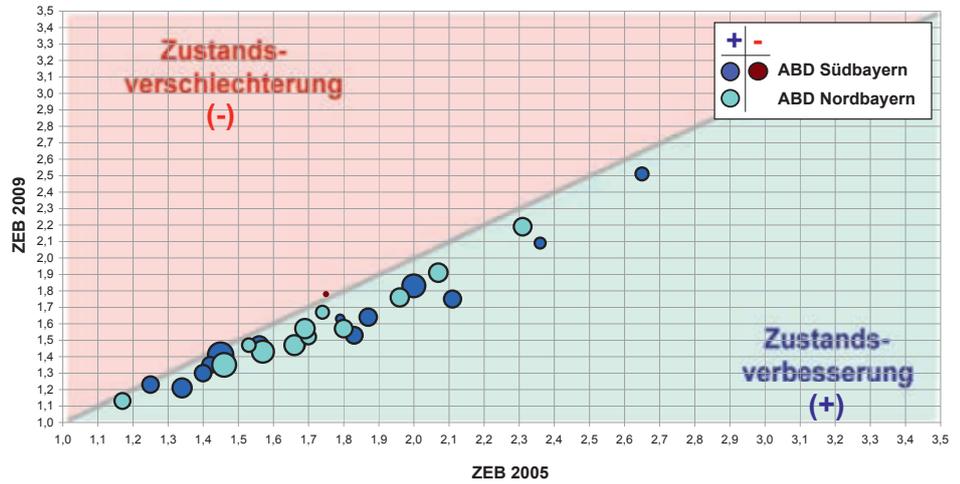


Abb. 13: Mittelwerte der Gebrauchswerte der verkehrlichen Einheiten 2005 - 2009

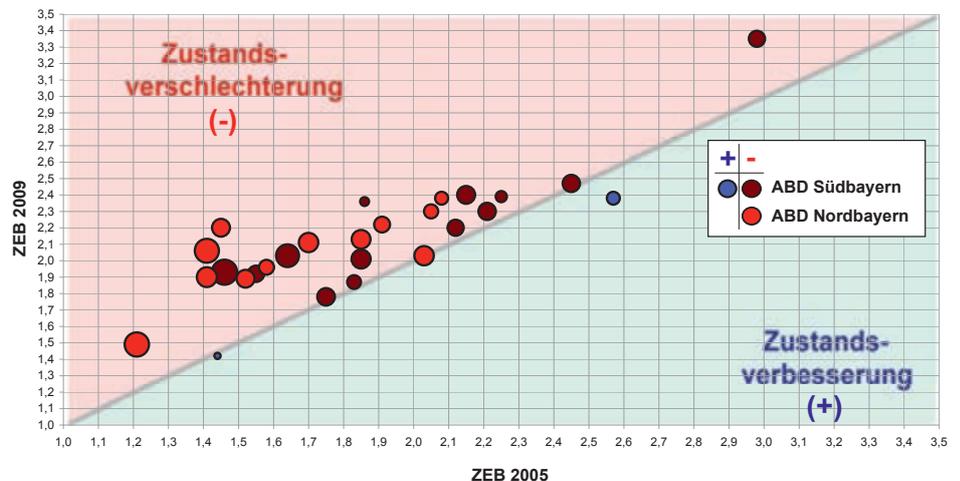


Abb. 14: Mittelwerte der Substanzwerte der verkehrlichen Einheiten 2005 - 2009

der Schnittmengenbetrachtung nicht berücksichtigt werden. Dennoch ist auch bei der Gesamtnetz betrachtung die kontinuierliche Verschlechterung der Substanz unserer Autobahnen festzustellen (Abb. 10).

ZEB-Ergebnisse nach Fahrstreifen und Bauweisen

Bei der bayernweiten fahrstreifenbezogenen Auswertung der aktuellen ZEB-Ergebnisse weist erwartungsgemäß der von den Lkw am stärksten beanspruchte rechte Fahrstreifen (1. Fahrstreifen) den schlechtesten Zustand auf (Abb. 11).

Die Auswertung der beiden Bauweisen Asphalt und Beton zeigt, dass die Betondecken beim Substanz- und Gesamtwert besser abschneiden als die Fahrbahnen in Asphaltbauweise. Der Mittelwert des Gebrauchswertes ist aktuell bei beiden Bauweisen auf gleich gutem Niveau (Abb. 12). Erwähnt sei, dass das Durchschnittsalter der Betonfahrbahnen in Bayern

zum Zeitpunkt der Befahrung rd. 24 Jahre betrug, das der Fahrbahnen in Asphaltbauweise etwa 17 Jahre.

Zustandsentwicklung der verkehrlichen Einheiten

Anhand von so genannten Blasendiagrammen können die Veränderungen der Mittelwerte ausgewählter Indikatoren zwischen zwei ZEB-Kampagnen für mehrere Teilnetze gleichzeitig visualisiert werden, wobei die Größe der Blase proportional zu der jeweiligen Netzlänge ist. Die dargestellten Blasendiagramme zeigen in fast allen verkehrlichen Einheiten beim Gebrauchswert eine Verbesserung, wenn auch auf unterschiedlichsten Niveaus (Abb. 13). Auch beim Substanzwert ist die Zustandsentwicklung relativ einheitlich. Allerdings ist hier – abgesehen von wenigen Ausnahmen – eine unbefriedigende Substanzverschlechterung zwischen den Messkampagnen 2005 und 2009 zu verzeichnen. Insbesondere im Bereich der ABD Nordbayern ist

die Dynamik der Verschlechterung des Substanzwertes, ausgehend von einem relativ guten Niveau, bedenklich (Abb. 14).

Ergebnisse der ZEB 2007 auf Bundesstraßen

Analog der ZEB 2009 auf den Autobahnen wurden auch bei den Bundes- und Staatsstraßen im Rahmen der ZEB 2007 zur Darstellung der Zustandsentwicklung erstmals die Ergebnisse der beiden vorangegangenen Messkampagnen aufbereitet und zusammengeführt. Des Weiteren wurden im Rahmen der ZEB 2007 statistische Auswertungen für sämtliche Landkreise, Staatliche Bauämter, Regierungsbezirke und ganz Bayern durchgeführt.

Die Ergebnisse der drei letzten Messkampagnen auf dem bayerischen Bundesstraßennetz in den Jahren 1999, 2003 und 2007 zeigen insgesamt eine geringfügige Verbesserung des Gebrauchswertes von 2,28 (1999) und 2,33 (2003) auf 2,23 (2007). Der Substanzwert wies bei der Messkampagne 1999 einen Mittelwert von 2,31 auf. Er verbesserte sich bis 2003 unwesentlich auf 2,28 und verschlechterte sich signifikant auf 2,61 bei der letzten Messkampagne im Jahr 2007. Damit hat sich auch der Gesamtwert im Betrachtungszeitraum kontinuierlich von 2,83 (1999) über 2,85 (2003) auf 2,98 (2007) verschlechtert (Abb. 15).

Bei der vergleichenden Betrachtung aller Staatlichen Bauämter anhand der Blasendiagramme ist erkennbar, dass der Gebrauchswert bei rund zwei Drittel aller Bauämter seit 1999 bis heute verbessert werden konnte (Abb. 16). Dagegen hat sich im gleichen Zeitraum der Substanzwert nur bei rund einem Viertel der Bauämter positiv entwickelt (Abb. 17). Besonders bedenklich ist die bei allen Bauämtern eingetretene Verschlechterung des Substanzwertes zwischen den Messkampagnen 2003 und 2007 (Abb. 18).

Neben den Mittelwerten für den Gebrauchs-, Substanz- und Gesamtwert stellen die Häufigkeitsverteilungen zu den einzelnen Indikatoren eine wichtige Grundlage für die Zustandsanalysen dar. Anhand der Häufigkeitsverteilung des Substanzwertes können Aussagen zum regional erforderlichen Nachholbedarf bei der Erhaltung abgeleitet werden. Am ungünstigsten stellt sich die Häu-

Abb. 15: Kampagnenvergleich ZEB 1999 – 2003 – 2007 auf Bundesstraßen, Mittelwerte beziehen sich auf die Schnittmenge der in allen Kampagnen befahrenen Streckenanteile

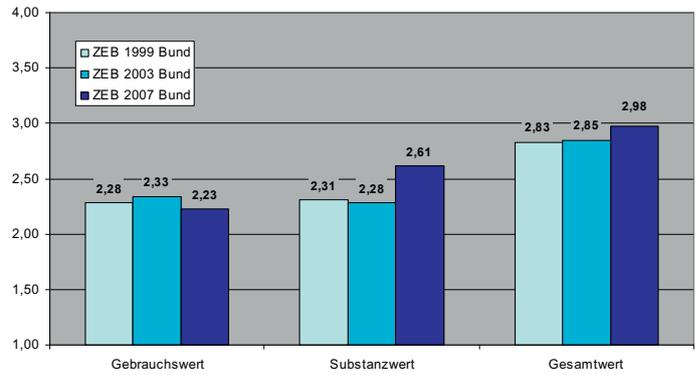


Abb. 16: Mittelwerte der Gebrauchswerte der Staatlichen Bauämter 1999 – 2007 auf Bundesstraßen

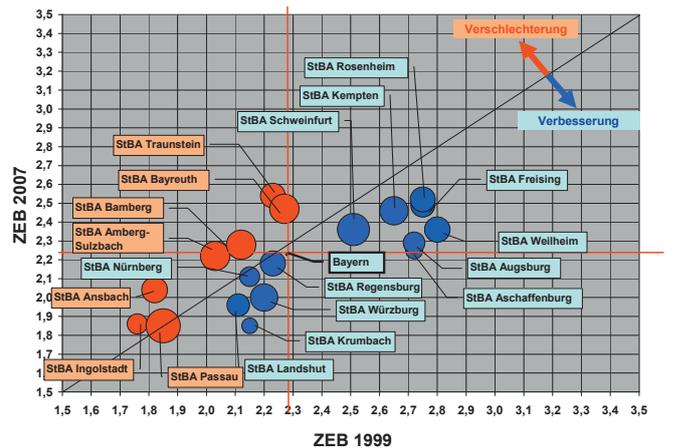


Abb. 17: Mittelwerte der Substanzwerte der Staatlichen Bauämter 1999 – 2007 auf Bundesstraßen

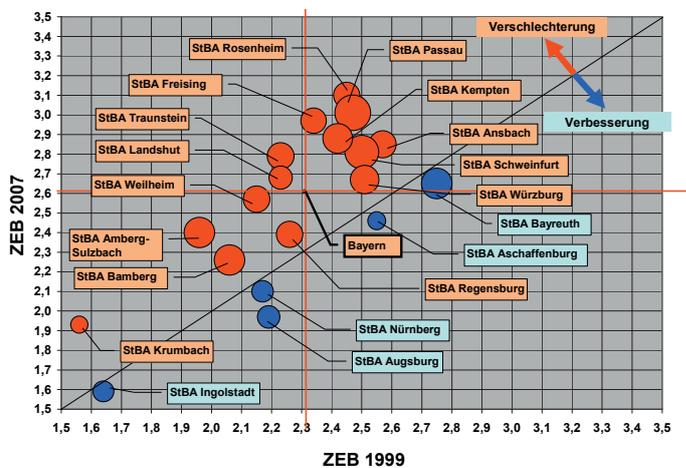
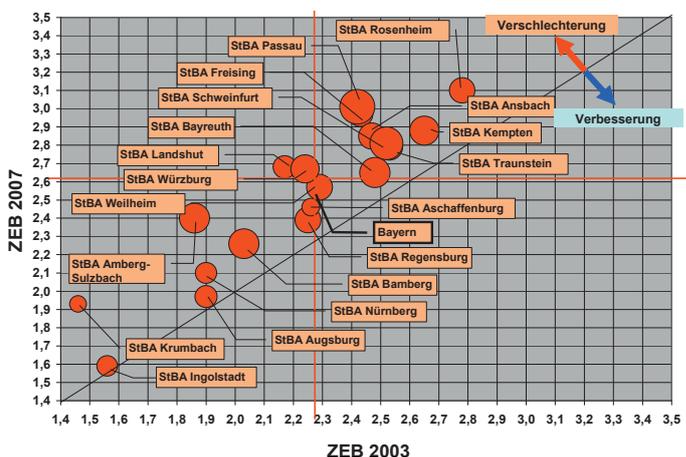


Abb. 18: Mittelwerte der Substanzwerte der Staatlichen Bauämter 2003 – 2007 auf Bundesstraßen



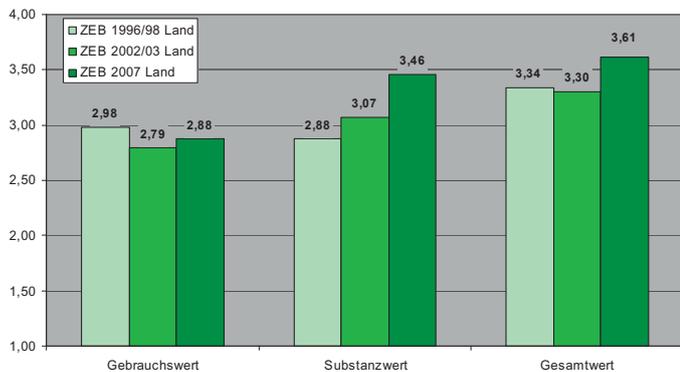


Abb. 19: Kampagnenvergleich ZEB 1996/98 – 2002/03 – 2007 auf Staatsstraßen, Mittelwerte beziehen sich auf die Schnittmenge der in allen Kampagnen befahrenen Streckenanteile

figkeitsverteilung im Regierungsbezirk Niederbayern dar, am günstigsten in Schwaben, Oberfranken und der Oberpfalz (Abb. 23).

Ergebnisse der ZEB 2007 auf Staatsstraßen

Die Ergebnisse der drei Messkampagnen zur Zustandserfassung in den Jahren 1996/1998, 2002/03 und 2007 auf dem bayerischen Staatsstraßen-netz stellen sich wie folgt dar:

Der Gebrauchswert wies bei der ersten Messkampagne 1996/98 einen Mittelwert von 2,98 auf. Im Zeitraum bis zur zweiten Messkampagne 2002/2003 verbesserte sich dieser auf 2,79. Bei der letzten Messkampagne im Jahr 2007 wurde ein mittlerer Gebrauchswert von 2,88 ermittelt. Er liegt damit heute geringfügig besser als bei der Zustandserfassung in den Jahren 1996/1998.

Der Substanzwert hingegen verschlechterte sich kontinuierlich von 2,88 (1996/1998) auf 3,07 (2002/2003) und schließlich 3,46 (2007).

Damit hat sich auch der Gesamtwert im Betrachtungszeitraum von 3,34 (1996/98) nach einer geringfügigen Verbesserung auf 3,30 (2002/03) aktuell auf 3,61 (2007) verschlechtert (Abb. 19).

Beim Vergleich der Staatlichen Bauämter sind erhebliche Unterschiede der Mittelwerte festzustellen. Den Gebrauchswert konnten rund zwei Drittel aller Bauämter zwischen 1999 und 2007 verbessern, wobei diese Verbesserungen in einzelnen Regionen, wie beispielsweise im Bauamtsbereich Freising, sehr deutlich ausfielen (Abb. 20). Der Substanzwert allerdings hat sich sowohl im Zeitraum 1996/98 bis 2007 als auch im Zeitraum 2002/03 bis 2007 bei allen Bauämtern verschlechtert. Diese Verschlechterungen sind in ihrer Breite und Ausprägung besorgniserregend (Abb. 21 und Abb. 22).

Bei Betrachtung der Häufigkeitsverteilung des Substanzwertes wird deutlich, dass bayernweit bereits auf über einem Drittel der Staatsstraßen der Schwellenwert überschritten ist. Am schlimmsten betroffen ist Niederbayern, wo dies auf rund der Hälfte des Streckennetzes der Fall ist. Am günstigsten stellt sich die Situation in Schwaben mit einem Anteil von etwa einem Viertel über dem Schwellenwert dar (Abb. 24).

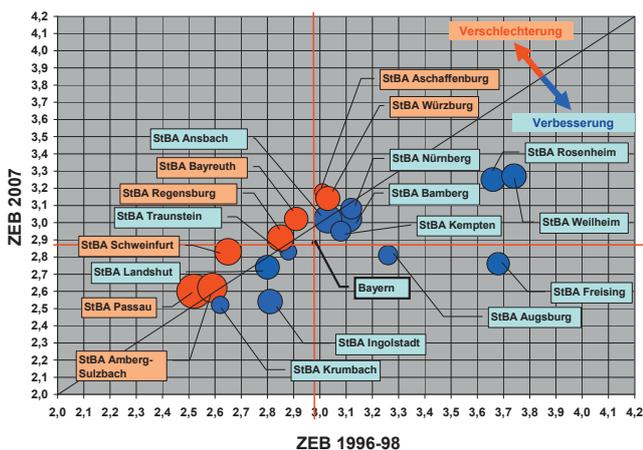


Abb. 20: Mittelwerte der Gebrauchswerte der Staatlichen Bauämter 1996/98 – 2007 auf Staatsstraßen

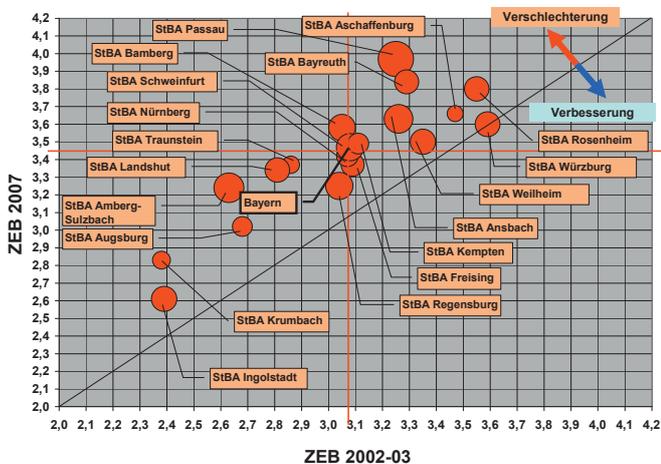


Abb. 21: Mittelwerte der Substanzwerte der Staatlichen Bauämter 2002/03 – 2007 auf Staatsstraßen

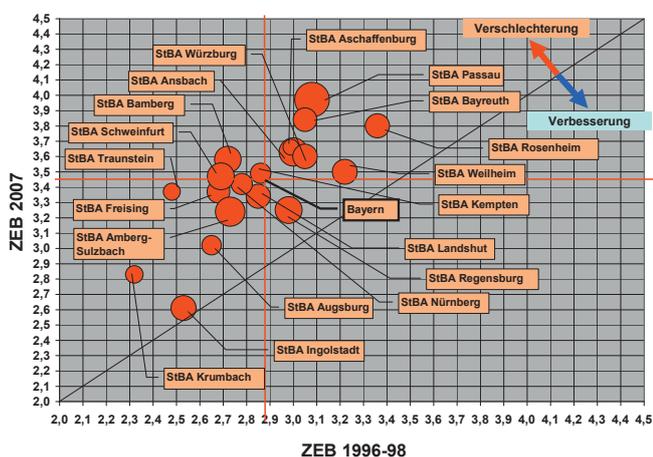


Abb. 22: Mittelwerte der Substanzwerte der Staatlichen Bauämter 1996/98 – 2007 auf Staatsstraßen

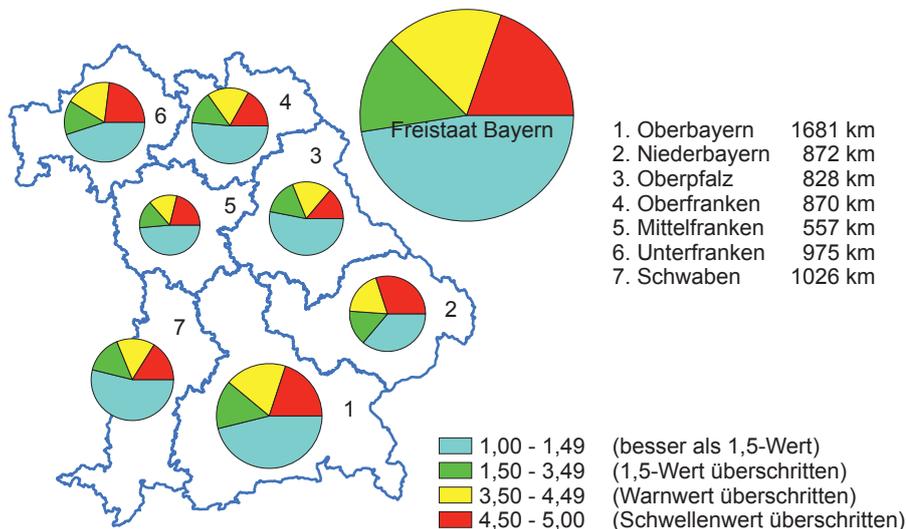


Abb. 23: Häufigkeitsverteilung des Substanzwertes in den Regierungsbezirken auf Bundesstraßen bei der ZEB 2007

Vergleich der ZEB-Ergebnisse auf Autobahnen, Bundes- und Staatsstraßen in Bayern

Da bei der Auswertung der ZEB-Messungen auf Autobahnen, Bundesstraßen und Staatsstraßen der gleiche Bewertungsmaßstab, d. h. dieselben Normierungsfunktionen bei der Umwandlung von gemessenen Zustandsgrößen in Zustandswerte, zugrunde gelegt wurde, können Straßenzustand und Zustandsentwicklung in allen drei Straßenklassen einfach miteinander verglichen werden.

Aus dem Vergleich wird offensichtlich, dass das Niveau der Mittelwerte mit zunehmender Wertigkeit der Straßenklasse steigt (Abb. 25). Das bedeutet, dass der Straßenzustand der Autobahnen in Bayern wesentlich besser ist als der der Bundesstraßen. Dies ist aufgrund des höheren Geschwindigkeitsniveaus und der höheren Ansprüche an die Versicherheit auf den Autobahnen durchaus gerechtfertigt. Der Zustand der Bundesstraßen wiederum ist deutlich besser als der Staatsstraßenzustand. Dieses signifikant schlechtere Niveau der Staatsstraßen ist aufgrund der vergleichbaren Geschwindigkeits- und Verkehrssicherheitsniveaus der beiden Straßenklassen unbefriedigend.

Interpretation der ZEB-Ergebnisse

Zu geringer Mitteleinsatz

Die dargestellten Entwicklungen machen deutlich, welche Konsequenzen der Mitteleinsatz in den vergangenen Jahren für den Zustand der Straßen hatte. Auf den Autobahnen wurden seit 2001 bis einschließlich 2010 Erhaltungsmittel von durchschnittlich 119 Mio. € pro Jahr eingesetzt. Das ist deutlich weniger als nach allgemeinen Erkenntnissen für die laufende Erhaltung notwendig ist. So wurden in der vom damaligen Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnen beauftragten und im Jahr 2002 abgeschlossenen „Standardprognose des Erhaltungsbedarfs der Fernstraßeninfrastruktur bis 2015“ (Projekt Nr. 28.004/1999, Forschungsnehmer: ARGE SEP Maerschalk/RS-Consult Rübensam) für unterschiedliche Szenarien Aussagen zum Erhaltungsbedarf getroffen. Demnach beträgt der Erhaltungsbedarf für die Bauwerke, Fahrbahnen und sonstigen Anlagen Teile des bayerischen Autobahnnetzes

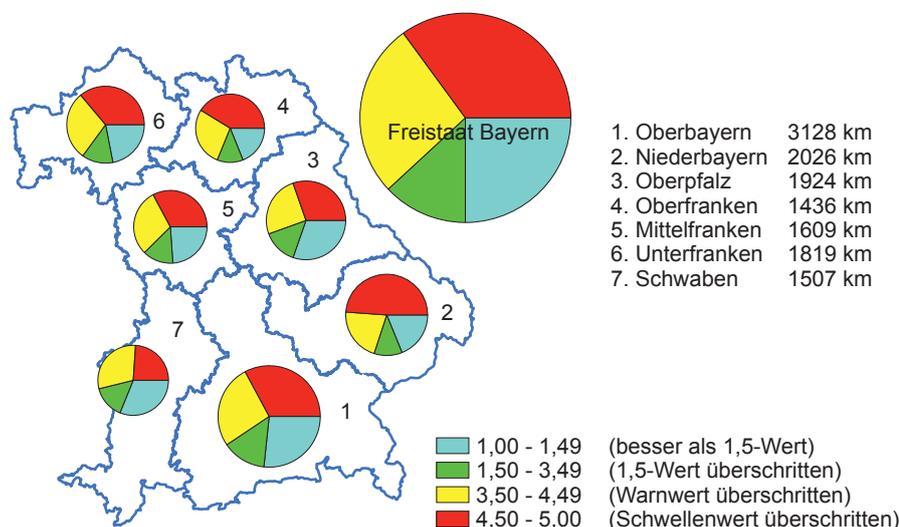


Abb. 24: Häufigkeitsverteilung des Substanzwertes in den Regierungsbezirken auf Staatsstraßen bei der ZEB 2007

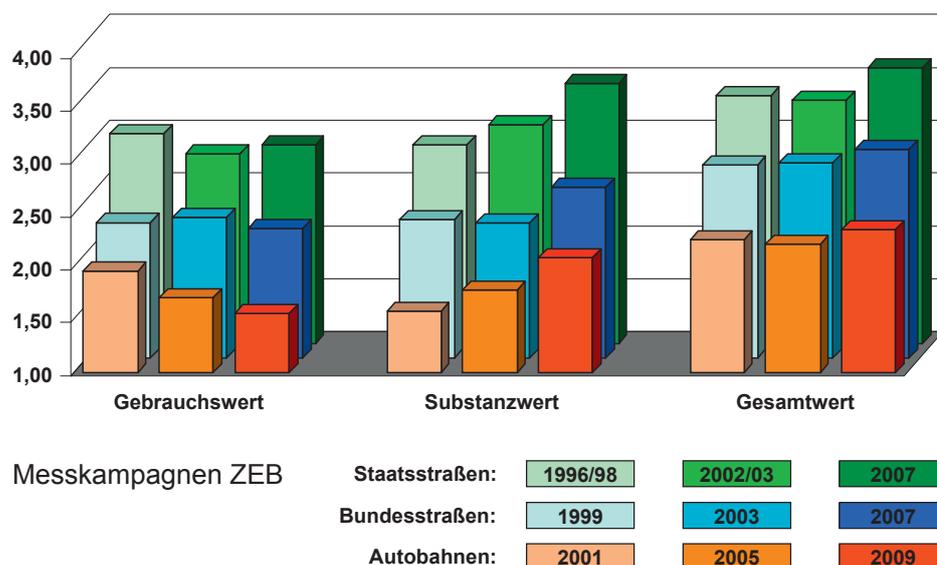


Abb. 25: Zustandsentwicklung auf den Autobahnen, Bundesstraßen und Staatsstraßen in Bayern

allein zum Halten des bei der ZEB 1997 ermittelten Zustandes für die Jahre 2001-2015 jährlich durchschnittlich 187 Mio. €. Eingerechnet sind bei dieser Ermittlung weder Baupreissteigerungen noch die zwischenzeitlich eingetretene Mehrwertsteuererhöhung.

Nach dieser Prognose wären für die Bundesstraßen in Bayern zum Halten

Jahr bzw. 1,17 €/m² (1995: 85 Mio. € pro Jahr).

Die nicht bedarfsgerechte Bereitstellung der Bestandserhaltungsmittel im vergangenen Jahrzehnt zwang die Autobahndirektionen in gleicher Weise wie die Staatlichen Bauämter, fällige Erhaltungsmaßnahmen zurückzustellen bzw. mit oberflächlichen Instandsetzungsmaßnahmen

Verkehrsbeanspruchung, werden bei dieser Erhaltungspraxis auf den vorgeschädigten Strecken künftig immer häufiger massive Schädigungen der Straßenkonstruktion (z.B. Schlaglöcher) nach sich ziehen, die nur mit unverhältnismäßig großen finanziellem Aufwand behoben werden können.

Hoher und steigender Nachholbedarf bei der Erhaltung

Aufgrund der permanenten Unterfinanzierung wird der Nachholbedarf bei der Bestandserhaltung, d.h. der Anteil des Streckennetzes, für den bauliche Maßnahmen überfällig sind, immer größer. So lag der Gesamtwert bei der ZEB 2001 auf Autobahnen noch auf 9,3 % der befahrenen Streckenabschnitte über dem Schwellenwert (Note $\geq 4,5$). Bei der ZEB 2005 waren es bereits 11,6 %. Nach aktueller ZEB 2009 hat sich dieser Anteil auf 13,0 % des Autobahnnetzes erhöht (Abb. 26). Das bedeutet, dass sich heute etwa 1.450 der insgesamt rund 11.200 Fahrstreifenkilometer der Autobahnen in Bayern in einem Zustand befinden, für den grundlegende Sanierungen mit entsprechendem finanziellen Mehrbedarf oder hilfsweise verkehrsbeschränkende Maßnahmen erforderlich sind. Für die Sanierung dieser Streckenabschnitte ist überschlägig ein Investitionsvolumen von über 300 Mio. € erforderlich. Neben diesen sanierungsbedürftigen Netzanteilen ist für weitere 12,1 % der Strecken bzw. auf über 1.350 Fahrstreifenkilometern eine intensive Beobachtung erforderlich. Das bedeutet, dass auch hier mittelfristig Erhaltungsinvestitionen anfallen. Nicht eingerechnet in den genannten Sanierungsbedarf sind die Bauwerke, deren Zustand sich in den letzten Jahren aufgrund der schwierigen finanziellen Randbedingungen ebenfalls kontinuierlich verschlechtert hat. Infolge des hohen Brückenflächenanteils auf den Autobahnen und der insgesamt sehr ungünstigen Altersstruktur der Autobahnbrücken übersteigt der aktuell anstehende Nachholbedarf der Brückensanierungen den der Fahrbahnen deutlich.

Bei den Bundesstraßen hat sich der Anteil des Streckennetzes, für den bauliche Maßnahmen überfällig sind, in der jüngsten Vergangenheit ebenfalls spürbar von 18,9% bei der Messkampagne 2003 auf nunmehr 22,1% bei der ZEB 2007 erhöht. Zusätzlich ist auf

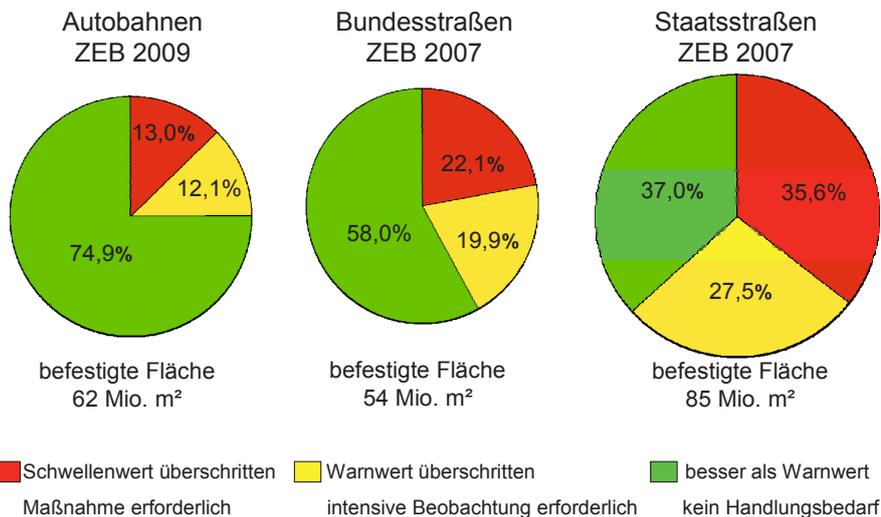


Abb. 26: Häufigkeitsverteilung des Gesamtwertes auf den Autobahnen (ZEB 2009), Bundesstraßen (ZEB 2007) und Staatsstraßen (ZEB 2007) in Bayern. Die Größe der Kreise ist proportional zur befestigten Fläche

des damaligen Zustandes jährlich 123 Mio. € bzw. 2,09 €/m² ⁽¹⁾ einzusetzen. Tatsächlich wurden für die Bestandserhaltung der Bundesstraßen im vergangenen Jahrzehnt (2001-2010) jedoch nur durchschnittlich 75 Mio. € pro Jahr ausgegeben. Das entspricht nach derzeitiger Netzlänge jährlich knapp 12.000 € pro Kilometer bzw. rd. 1,40 €/m² ⁽¹⁾.

Auf den Staatsstraßen wurden in den Jahren 2001 bis 2010 im Durchschnitt jährlich lediglich knapp 5.000 € pro Kilometer bzw. 0,80 €/m² ⁽¹⁾ und damit bayernweit 67 Mio. €/Jahr investiert. Zwischen den Messkampagnen 1996/98 und 2007 waren es durchschnittlich sogar nur rd. 50 Mio. € pro Jahr. Der erforderliche Erhaltungsbedarf beträgt auf Grundlage von Ermittlungen des Bayerischen Obersten Rechnungshofes aus dem Jahr 1995 und unter Berücksichtigung der Baupreisentwicklung allein für die Fahrbahnen heute rund 100 Mio. € pro

überfällige grundhafte Erneuerungen hinauszuzögern.

Damit ist es der Bayerischen Straßenbauverwaltung zwar gelungen, die für die Verkehrssicherheit und Befahrbarkeit wichtigen Oberflächeneigenschaften auf konstantem Niveau zu halten bzw. in Teilen sogar zu verbessern. Die Substanz der Straßen konnte jedoch nicht gehalten werden. Auf Grundlage dieser Kenntnis ist zu erwarten, dass sich die Straßensubstanz bei gleich bleibendem Mitteleinsatz auch in Zukunft weiter verschlechtern wird. Die Erhaltung des Gesamtnetzes ist in dieser Weise langfristig nicht ausreichend, weil die kontinuierliche Verschlechterung der Substanz durch die steigende Beanspruchung der Straßen, vor allem durch den Schwerverkehr, bei einer solchen Entwicklung immer häufiger zu Erhaltungsmaßnahmen mit deutlich höheren Kostenansätzen pro Kilometer führen wird. Dies ist unwirtschaftlich. Auch „kleinere“ Anlässe, wie häufige Frost-Tauwechsel im Winter in Verbindung mit normaler

¹ Die Kostenangaben beinhalten den Bedarf bzw. die Ausgaben für Fahrbahnen, Bauwerke und die sonstigen Anlagenteile

19,9% des Bundesstraßennetzes der Warnwert überschritten, was mittelfristig entsprechende Erhaltungsmaßnahmen erforderlich macht (Abb. 26).

Erheblich ist der Nachholbedarf bei der Staatsstraßenerhaltung. Nach aktueller ZEB 2007 überschreitet der Gesamtwert auf 35,6 % des ca. 13.500 km langen Staatsstraßennetzes in der Baulast des Freistaates Bayern den Schwellenwert (Abb. 26). Der entsprechende Netzanteil lag in den Jahren 2002/2003 noch bei 27,5 %. Auf Basis der ZEB 2007 befinden sich demnach rund 4.800 km der bayerischen Staatsstraßen in einem sanierungsbedürftigen Zustand. Allein für die Sanierung dieser Streckenabschnitte wären bei einem durchschnittlichen Kostenaufwand von 150.000 €/km Erhaltungsmaßnahmen mit einem Investitionsvolumen von 720 Mio. € erforderlich. Insgesamt hat sich somit der auf Grundlage der Zahlenbasis der ZEB von 1996/98 ermittelte Nachholbedarf für die Fahrbahnerhaltung von 450 Mio. € deutlich erhöht. Um den aktuell anstehenden Nachholbedarf für die Erhaltung der Fahrbahnen von 720 Mio. € innerhalb von 10 Jahren abzarbeiten, wären zusätzlich Haushaltsmittel von mindestens 70 Mio. € pro Jahr erforderlich. Unter Berücksichtigung des o. g. laufenden Erhaltungsbedarfs für das Staatsstraßennetz in Höhe von 100 Mio. € pro Jahr ergibt sich für einen Zehnjahreszeitraum somit ein jährlicher Erhaltungsmittelbedarf von 170 Mio. €.

Neben den Netzanteilen, die bereits heute einer grundlegenden Sanierung bedürfen, ist für weitere 27,5 % der Staatsstraßenstrecken bzw. rund 3.700 km eine intensive Beobachtung erforderlich, bei denen mittelfristig Erhaltungsinvestitionen anfallen. Lediglich an 37,0 % der Staatsstraßen sind derzeit keine Erhaltungsmaßnahmen zu planen oder durchzuführen.

Mittelbereitstellung für die Erhaltung

Vor dem geschilderten Hintergrund wird offenkundig, dass die Mittelaufsätze für die Bestandserhaltung in allen genannten Straßenklassen dauerhaft erhöht werden müssen, um der kontinuierlichen Verschlechterung des Fahrbahn- und Brückenzustandes und somit der Schadensanfälligkeit (z.B. „Winterschäden“) des Straßennetzes entgegenzuwirken.

Aufgrund der Konjunkturprogramme konnten im Jahr 2009 gegenüber den Vorjahren die Bestandserhaltungsmittel (Autobahnen: 238 Mio. €, Bundesstraßen: 164 Mio. €, Staatsstraßen: 119 Mio. €) deutlich erhöht werden, doch bereits im Jahr 2010 fiel das Niveau der Ausgaben für die Bestandserhaltung (Autobahnen: 118 Mio. €, Bundesstraßen: 99 Mio. €, Staatsstraßen: 96 Mio. €) wieder erheblich zurück. Auch im Jahr 2011 werden die Erhaltungsausgaben bei den Bundesfernstraßen deutlich unter den oben genannten Bedarfswerten liegen. Mit diesen Mittelaufschlägen ist es auch künftig nicht möglich, den bestehenden Nachholbedarf bei der Bestandserhaltung zu reduzieren. Erfreulich ist, dass bei den Staatsstraßen die Haushaltsmittel für die Bestandserhaltung im Jahr 2011 deutlich aufgestockt wurden auf insgesamt rd. 125 Mio. €. Damit ist es zumindest teilweise möglich, über den laufenden Bedarf hinaus den Nachholbedarf bei der Bestandserhaltung etwas abzubauen.

Nutzung der vorliegenden Erkenntnisse

Um einer weiteren Verschlechterung des Straßenzustandes entgegenzuwirken und den bestehenden Nachholbedarf bei der Bestandserhaltung nachhaltig abzubauen, sind in den nächsten Jahren dauerhaft ausreichende Mittelaufschläge für die Bestandserhaltung notwendig. Gleichzeitig ist dafür Sorge zu tragen, dass die verfügbaren Mittel in optimaler Weise entsprechend dem erkennbaren örtlichen Bedarf investiert werden. Vor dem Hintergrund der regional unterschiedlichen Randbedingungen (Netzlänge, Verkehr, Straßenzustand) hat die Bayerische Straßenbauverwaltung daher ihr Managementkonzept für die Straßenerhaltung weiter optimiert. Hierzu wurde für den Bereich der Bundes- und Staatsstraßen erstmals 2008 ein so genanntes Koordiniertes Erhaltungs- und Bauprogramm eingeführt, das die Staatlichen Bauämter bei der mittelfristigen Planung von Erhaltungsmaßnahmen auf Grundlage objektiver Maßstäbe wie Straßen- und Bauwerkszustand unterstützt sowie die Basis für ein Controlling darstellt. Außerdem wurde der Verteilungsschlüssel für die Bestandserhaltung der Bundes- und Staatsstraßen mit

dem Ziel weiterentwickelt, die zur Verfügung stehenden Haushaltsmittel auf Grundlage objektiver Maßstäbe noch effektiver einzusetzen (s. Artikel „Koordiniertes Erhaltungs- und Bauprogramm (KEB) auf Bundes- und Staatsstraßen“ sowie „Zustandsbezogene Mittelvergabe bei der Bestandserhaltung“ in diesem Sonderheft). Im Bereich der Autobahnen finden die Ergebnisse der ZEB Eingang in die rechnergestützte Erhaltungsplanung im Rahmen des Pavement Management Systems (s. Artikel „Das Pavement Management System (PMS) auf Autobahnen“ in diesem Sonderheft). Die Bayerische Straßenbauverwaltung wird mit Hilfe dieser Werkzeuge die Erhaltung von Fahrbahnen und Bauwerken abwickeln und die sich dabei einstellenden Entwicklungen im Rahmen der künftigen Zustandserfassungen und -bewertungen verifizieren.

Autor

Baudirektor Dr.-Ing. Olaf Weller
Oberste Baubehörde im Bayerischen
Staatsministerium des Innern
olaf.weller@stmi.bayern.de

Koordiniertes Erhaltungs- und Bauprogramm (KEB) auf Bundes- und Staatsstraßen

Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Zettl

Allgemeines

Die wachsende Straßenbeanspruchung, v. a. durch den Schwerverkehr, die ungünstiger werdende Altersstruktur und die knappen Haushaltsmittel zwingen den Straßenbaulastträger zunehmend, die Erhaltung netzweit zu systematisieren. Daher wurden in den vergangenen Jahren verschiedene rechnergestützte Instrumente entwickelt, mit denen umfangreiche Informationen zur Straßenerhaltung verknüpft werden können und die im Ergebnis automatisierte Maßnahmevorschläge für die Straßenerhaltung erzeugen. Welche Instrumente möglich und geeignet sind, richtet sich v. a. danach, wie hoch der Verfügungsstand der Daten im jeweiligen Straßennetz ist. Die notwendigen Voraussetzungen für die Bildung automatisierter Maßnahmevorschläge an Fahrbahnen mit einem Pavement-Management-System (PMS) sind für die Bundes- und Staatsstraßen in Bayern derzeit nicht uneingeschränkt gegeben. Daher kommt der Einsatz von PMS in der Bayerischen Straßenbauverwaltung derzeit flächendeckend ausschließlich für den Bereich der Bundesautobahnen zum Einsatz. Bei den Staatlichen Bauämtern mit Straßenbauaufgaben war er bislang auf wenige Pilotämter beschränkt. Die Bildung automatisierter Vorschläge zur Straßenerhaltung als Grundlage für den Aufbau eines Erhaltung-Management-Systems (EMS) erfolgte in Bayern bei den Staatlichen Bauämtern daher vor allem auf Basis des Systems der Verbesserten Erhaltungsplanung (VEP). Das System der VEP wurde von der Bayerischen Straßenbauverwaltung in Zusammenarbeit mit der Heller Ingenieurgesellschaft mbH, Darmstadt, entwickelt und in den Jahren 1999 und 2000 flächendeckend eingeführt. Die Bayerische Straßenbauverwaltung hat das Verfahren der VEP konsequent weiterentwickelt und darauf aufbauend das so genannte „Koordinierte Erhaltungs- und Bauprogramm“ (KEB) erarbeitet. Darin werden die wesentlichen Informati-

onen zur Erhaltungsplanung gebündelt und dokumentiert. Das KEB ist bislang auf den Bereich der Bundes- und Staatsstraßen beschränkt und wird seit dem Jahr 2008 durch die zuständigen Staatlichen Bauämter umgesetzt.

Das Verfahren der VEP als wesentliche Grundlage für das KEB, die einzelnen Verfahrensschritte und die Analyse des KEB sind im Folgenden näher beschrieben.

Abschnittsbildung der VEP

Die VEP baut auf den Ergebnissen der ZEB auf. Im Rahmen der VEP werden Erhaltungabschnitte gebildet, die sich aus mehreren, hintereinander liegenden Auswerteabschnitten zusammensetzen. Der Begriff „Auswerteabschnitte“ bezeichnet dabei 100m- bzw. im Ortsdurchfahrtsbereich 20m lange Abschnitte, deren Zustandsgrößen, Zustandswerte sowie Teil- und Gesamtwerte aus der ZEB bekannt sind.

Im ersten Schritt wird für alle Auswerteabschnitte die Dringlichkeitsklasse (DK) über eine zweidimensionale Dringlichkeitsmatrix ermittelt (Abb. 1). Eingangsgröße für die Matrix sind angepasste Gebrauchs- und Substanzwerte ($GEB_{mod.}$ und $SUB_{mod.}$), die jeweils über Gewichtungsvorschriften aus den Zustandsmerkmalen gebildet werden.

Da die 100m bzw. 20m langen Auswerteabschnitte aufgrund ihrer Länge nicht für eine direkte Baulosbildung geeignet sind, werden sie im zweiten Schritt nach definierten Kriterien zu

längeren homogenen Erhaltungabschnitten zusammengefasst. Die Bildung der Erhaltungabschnitte erfolgt automatisch unter Berücksichtigung folgender praxiserprobter Parameter:

- Die Länge eines Erhaltungabschnitts muss mindestens 500m betragen.
- Es werden nur Auswerteabschnitte mit einer Dringlichkeitsklasse zwischen 1 und 5 berücksichtigt.
- Ein Erhaltungabschnitt darf 100m-Auswerteabschnitte (bzw. 20m-Abschnitte im Bereich der Ortsdurchfahrten) im besseren Zustand beinhalten, wenn deren Gesamtlänge 20% der Länge des gesamten Erhaltungabschnitts nicht übersteigt. Die Mindestlänge der zusammenhängenden Auswerteabschnitte mit schlechterem Zustand muss dabei mindestens 200m betragen. Die Länge der zusammenhängenden Auswerteabschnitte mit besserem Zustand darf 200m nicht überschreiten.
- Bis zu drei Auswerteabschnitte werden durch Interpolation überbrückt, wenn keine Messdaten vorliegen.

Für die resultierenden Erhaltungabschnitte wird anschließend die Dringlichkeitsklasse ($DK_{Erh.}$) ermittelt. Hierfür werden der durchschnittliche modifizierte Gebrauchswert und der durchschnittliche modifizierte Substanzwert berechnet. Anschließend werden die beiden Durchschnittswerte dann erneut – analog zur Ermittlung der Dringlichkeitsklasse für die Auswer-

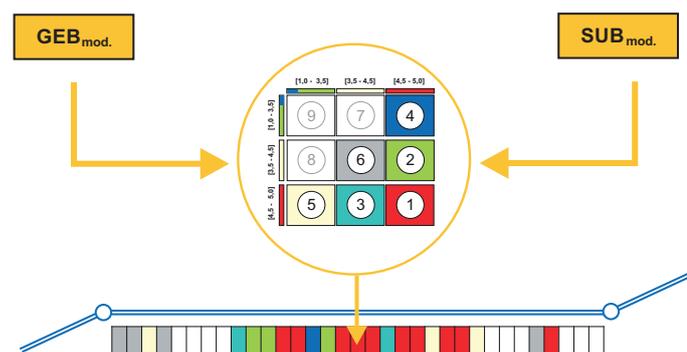


Abb. 1: Ermittlung der Dringlichkeitsklasse je Auswerteabschnitt

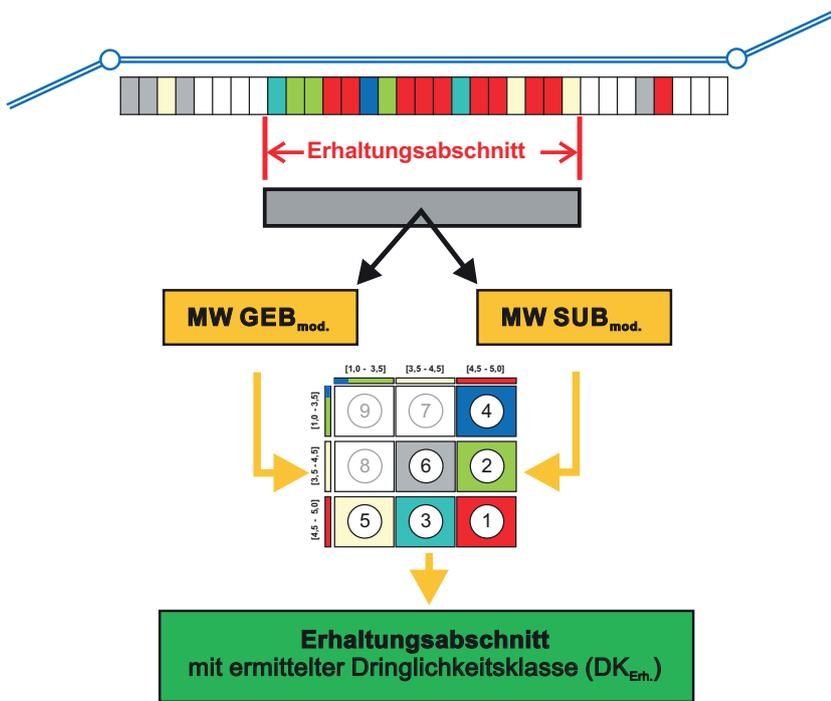


Abb. 2: Bildung der Erhaltungsabschnitte und Ermittlung der Dringlichkeitsklasse

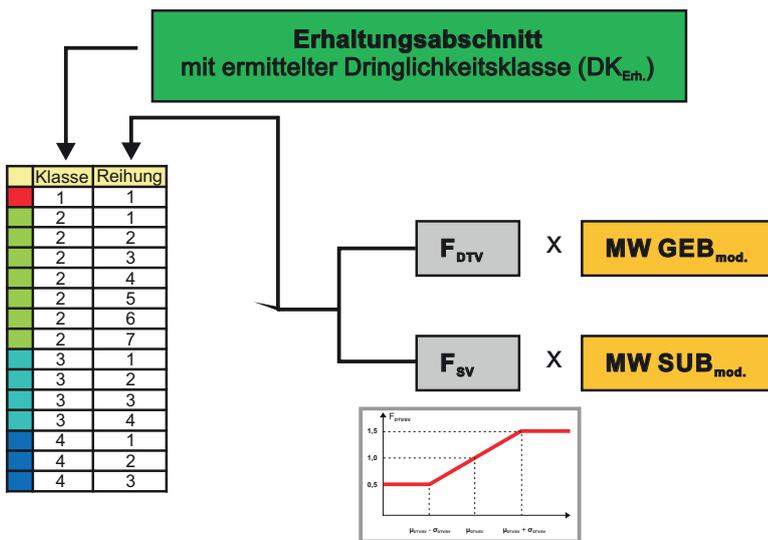


Abb. 3: Dringlichkeitsreihung unter Berücksichtigung der Verkehrsbelastung

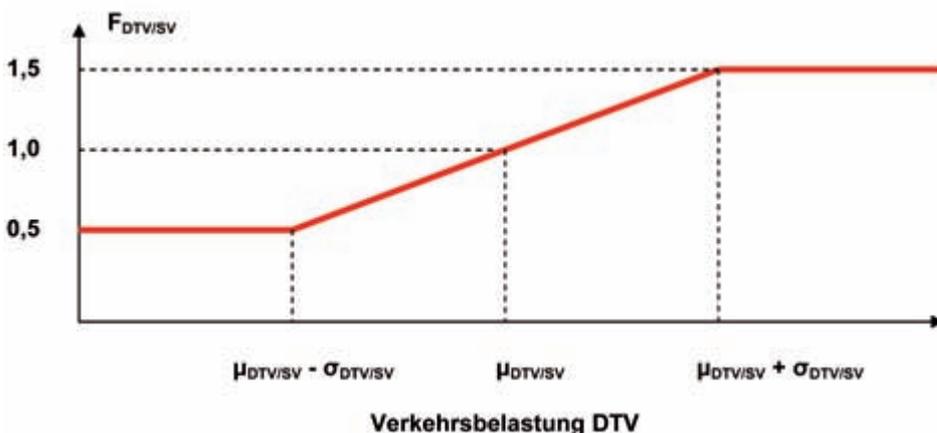


Abb. 4: Funktion zur Berechnung der Gewichtungsfaktoren F_{DTV} bzw. F_{SV}

teabschnitte – über die zweidimensionale Dringlichkeitsmatrix in Beziehung gesetzt (Abb. 2).

Wie erwähnt, kann ein Erhaltungsabschnitt bis zu 20% bessere Strecken als Dringlichkeitsklasse 5 enthalten. Als Dringlichkeitsklasse eines Erhaltungsabschnitts ($DK_{Erh.}$) kann daher aufgrund der Mittelwertbildung und/oder bei stark heterogener Zustandsverteilung eine Dringlichkeitsklasse 6, 7 oder gar 8 ermittelt werden.

Dringlichkeitsreihung der VEP

Die Dringlichkeitsreihung der ermittelten Erhaltungsabschnitte innerhalb der gleichen Dringlichkeitsklasse erfolgt unter Berücksichtigung der Verkehrsbedeutung sowie der Beanspruchung durch Schwerverkehr. Dabei werden die durchschnittlichen modifizierten Teilwerte jedes Erhaltungsabschnitts, d.h. der durchschnittliche modifizierte Gebrauchs- und der durchschnittliche modifizierte Substanzwert, mit einem Faktor F_{DTV} , welcher die verkehrliche Bedeutung der Strecke wiedergeben soll, bzw. F_{SV} zur Berücksichtigung der Beanspruchung durch Schwerverkehr, multipliziert und anschließend zu einem gewichteten Gesamtwert addiert. Anhand dieses gewichteten Gesamtwerts erfolgt die klasseninterne Reihung. Je höher der gewichtete Gesamtwert ist, desto dringlicher wird der Erhaltungsabschnitt eingestuft (Abb. 3).

Die Faktoren F_{DTV} und F_{SV} werden anhand der Verkehrsbelastung und ihrer Standardabweichungen errechnet. Ist die durchschnittliche Verkehrsbelastung innerhalb des Erhaltungsabschnitts durch Kfz bzw. durch den Schwerverkehr gleich dem Landesdurchschnitt (μ_{DTV} bzw. μ_{SV}), werden die Faktoren F_{DTV} bzw. F_{SV} gleich 1,0 gesetzt. Für Strecken mit einer Verkehrsbelastung größer/gleich dem Landesdurchschnitt zuzüglich der ermittelten Standardabweichung beträgt der Faktor $F = 1,5$. Für Strecken mit einer Verkehrsbelastung kleiner/gleich dem Landesdurchschnitt abzüglich Standardabweichung wird $F = 0,5$ gesetzt. Zwischen diesen Werten wird linear interpoliert (Abb. 4).

Systematik der Koordinierten Erhaltungs- und Bauprogramme (KEB)

Das System der Koordinierten Erhaltungs- und Bauprogramme (KEB) be-

rücksichtigt die Erfahrungen auf sämtlichen Ebenen der Verwaltung – sowohl in strategischer als auch in operativer Hinsicht. Dazu werden die mit erheblichem Aufwand erstellten Grundlagen, wie die ZEB und die Bauwerksprüfungen sowie Hilfsmittel, wie die bereits erwähnte VEP, herangezogen. Zielsetzung ist es, die Erhaltung der Fahrbahnbefestigungen und der Bauwerke unter Einsatz eines koordinierten Erhaltungs- und Bauprogramms zu optimieren und transparent zu machen. Damit sind folgende wesentliche Erwartungen bzw. Forderungen verbunden:

- Konsequente Nutzung der vorhandenen Grundlagen, Hilfsmittel und Daten
- Systematische Abarbeitung der automatisiert vorgeschlagenen Maßnahmen
- Berücksichtigung der Perspektiven Dritter (z.B. Gemeinde)
- Dokumentation der getroffenen Entscheidungen
- Nachvollziehbare Dringlichkeitsreihung (u.a. für die Öffentlichkeitsarbeit)
- Controlling
- Systematische Beobachtung der Zustandsentwicklung

Die zentrale Arbeitsgrundlage des KEB bildet eine Excel-Liste. In dieser Excel-Liste werden übersichtlich strukturiert alle relevanten Informationen der Erhaltungsplanung eines Staatlichen Bauamtes eingetragen. Für den Aufbau der KEB-Liste werden als Grundlage automatisch erzeugte Vorschläge für sanierungswürdige Streckenabschnitte und Bauwerke vorgegeben. Die Excel-Listen des KEB

werden an jedem Staatlichen Bauamt für die Bundes- und Staatsstraßen getrennt geführt, wobei die Struktur der Excel-Listen für die Bundesstraßen und Staatsstraßen gleich ist. Der Eintrag der automatisch gebildeten Maßnahmenvorschläge in die Excel-Grundlisten des KEB wurde bei der Verteilung der Excel-Grundlisten an die Staatlichen Bauämter zentral von Seiten der Obersten Baubehörde vorgenommen, um den Eingabeaufwand für die Staatlichen Bauämter zu reduzieren. Die Maßnahmenvorschläge entsprechen für den Bereich der Fahrbahnen den Erhaltungsabschnitten, die mit Hilfe der VEP auf Basis der Ergebnisse der ZEB 2007 gebildet worden sind. Sobald die Maßnahmenvorschläge vorliegen, die aus der derzeit laufenden ZEB 2011 resultieren, werden diese bei der nächstmöglichen Fortschreibung des KEB entsprechend berücksichtigt. Bei den Bauwerken sind diejenigen als Maßnahmenvorschläge in den Grundtabellen des KEB enthalten, bei denen die Bauwerksprüfung eine Gesamtzustandsnote $\geq 2,8$ ergeben hat. Das Auswahlkriterium wurde bei den Bauwerken auf die Gesamtzustandsnote beschränkt, da in der Gesamtzustandsnote bereits eine Gewichtung für die verschiedenen Bauteilgruppen enthalten ist und nur Schäden, die einen wesentlichen Einfluss auf den Zustand des Gesamtbauwerks besitzen, mit einer Gesamtzustandsnote $\geq 2,8$ bewertet sein sollten. Jede dieser potenziellen Maßnahmen an Fahrbahnen bzw. Bauwerken wird in der Grundliste des KEB in einer eigenen Zeile als Maßnahmenvorschlag dargestellt.

Die Reihung der Maßnahmenvorschläge entspricht bei den Fahrbahnen der Dringlichkeitsreihung nach dem Verfahren der VEP. Die Dringlichkeitsreihung bei den Bauwerken erfolgt nach der Gesamtzustandsnote. Andere entscheidungsrelevante Kriterien, wie z. B. der Straßenaufbau bzw. die letzte durchgeführte Maßnahme sowie Perspektiven Dritter (z. B. Gemeinde), werden bei der automatischen Generierung der Maßnahmenvorschläge außer Acht gelassen. Ebenso werden den Maßnahmenvorschlägen noch keine konkreten Maßnahmenarten oder Kosten zugewiesen. Diese Zuweisung wird erst bei der Aufstellung des Bauprogramms durch die Staatlichen Bauämter vorgenommen. Dabei stehen ingenieurmäßige Kriterien im Vordergrund.

Bei der Aufstellung des Bauprogramms durch die Staatlichen Bauämter müssen in einem ersten Schritt die automatisch erstellten Maßnahmenvorschläge in den Grundlisten auf Plausibilität geprüft werden. Die Maßnahmenvorschläge können dann gegebenenfalls ergänzt bzw. unter Angabe von Gründen in ihrer Dringlichkeit verändert werden. Zudem können die Grenzen der Erhaltungsabschnitte an die lokalen Gegebenheiten angepasst und die Maßnahmenarten nach ingenieurmäßigen Kriterien den Abschnitten zugeordnet werden. Darüber hinaus werden die Maßnahmenkosten bestimmt sowie die Realisierungsjahre anhand der vorgegebenen Budgets festgelegt. Die Umsetzung führt schließlich zu einem konkreten Bauprogramm für Fahrbahnen und Bauwerke mit amtsinterner Dringlichkeitsreihung auf Basis der automatisch gebildeten Maßnahmenvorschläge. Große Bedeutung hat dabei die Dokumentation der getroffenen Entscheidungen. Den Rahmen für das KEB bilden die strategischen Zielvorgaben wie z. B. Budgetrahmen der Erhaltungsmittel oder angestrebter Straßenzustand.

Aufbau der KEB Excel-Liste

Die vertikale Gliederung der KEB-Liste ist in unterschiedlichen Blöcken aufgebaut (Abb. 6). Die ersten beiden Blöcke der KEB-Excel-Liste enthalten in der vertikalen Gliederung die vorgeschlagenen sanierungswürdigen VEP-Streckenabschnitte sowie die Bauwerke, für die Erhaltungsmaßnahmen auf-

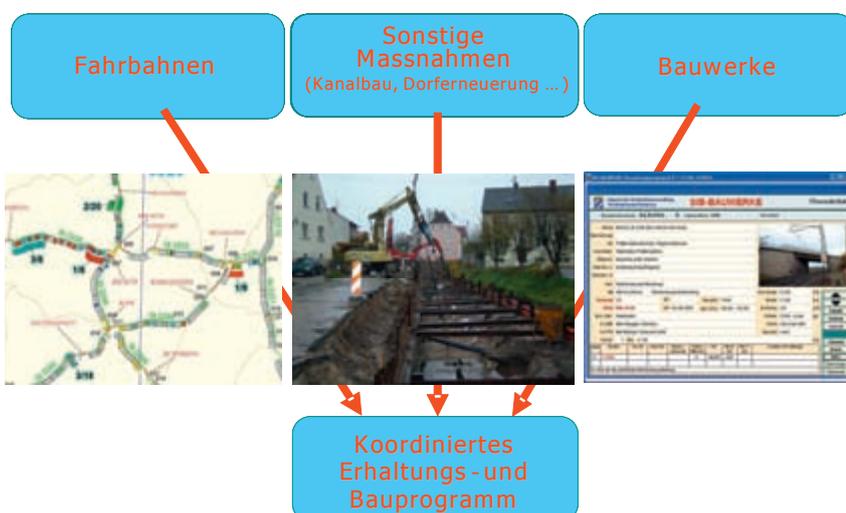


Abb. 5: Bündelung der Informationen im Koordinierten Erhaltungs- und Bauprogramm (KEB)

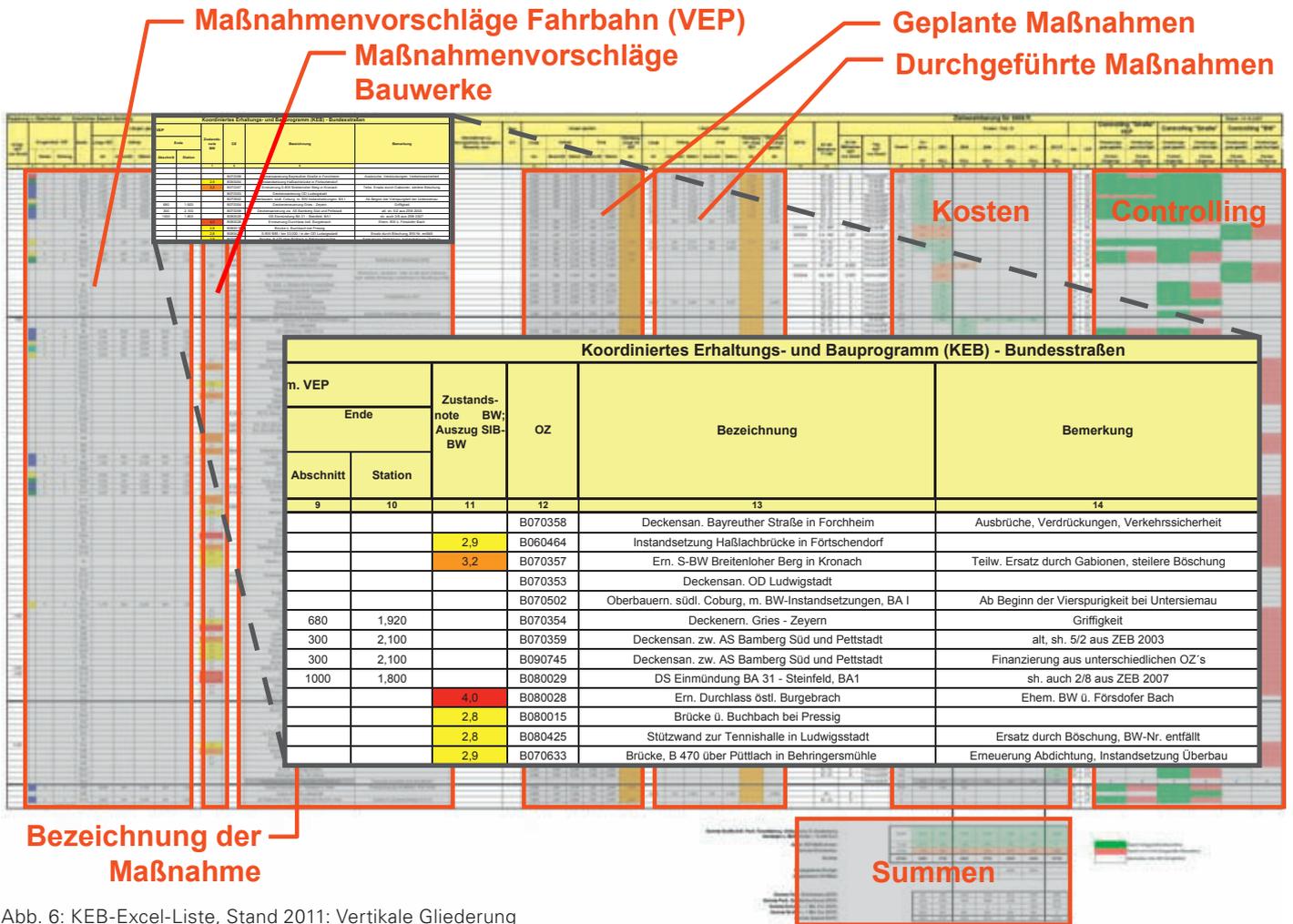


Abb. 6: KEB-Excel-Liste, Stand 2011: Vertikale Gliederung

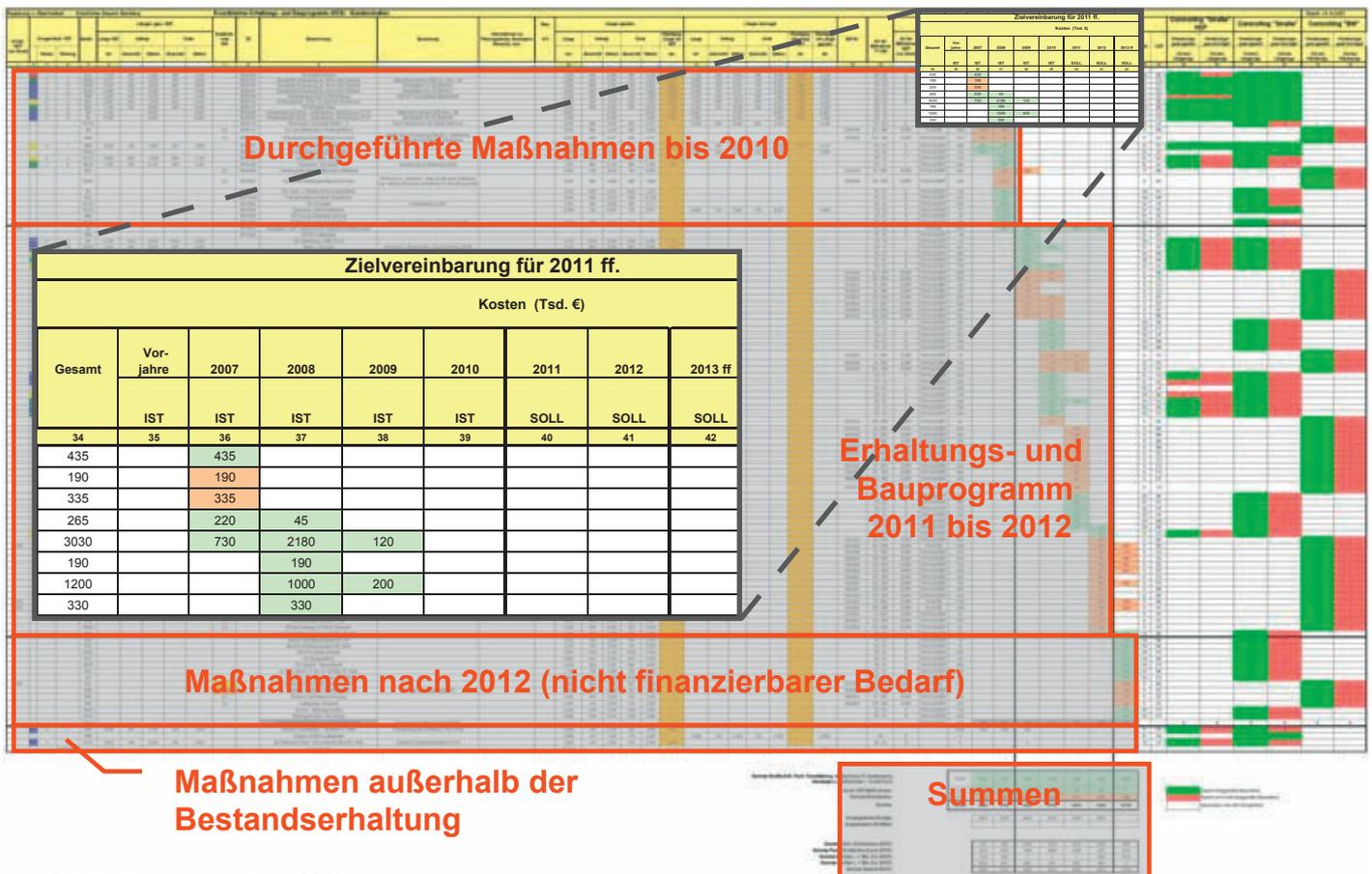


Abb. 7: KEB-Excel-Liste, Stand 2011: Horizontale Gliederung

grund der Gesamtzustandsnote erforderlich erscheinen. In den weiteren Blöcken werden die geplanten und die durchgeführten Maßnahmen dargestellt. Über die Kostenspalten ergibt sich eine erste Reihung für die Abarbeitung der Maßnahmen, wobei im Controlling-Bereich über die farbliche Darstellung angezeigt wird, zu welchem Prozentsatz die Abarbeitung erfolgt ist. Der Summenblock unterhalb der Kosten der Einzelmaßnahmen dient zur Übersicht, ob das verfügbare Budget eingehalten wurde.

Für die individuelle optische Aufbereitung der KEB-Excel-Listen wurden zwischenzeitlich verschiedene verkürzte Ansichten programmiert. Diese verkürzten Ansichten ermöglichen eine schnelle Reduzierung des Spaltenumfanges der KEB-Excel-Listen nach den Bedürfnissen des jeweiligen Anwenders.

Die horizontale Gliederung (Abb. 7) unterteilt das KEB in

- Maßnahmen, die bereits in vergangenen Jahren begonnen oder durchgeführt wurden,
- Maßnahmen, die mittelfristig vorgesehen sind,
- Maßnahmen, die trotz Bedarf mittelfristig nicht finanzierbar sind. Diese Maßnahmen werden im KEB dargestellt, um den aus technischer Sicht geforderten Erhaltungsbedarf zu dokumentieren,
- evtl. Maßnahmenvorschläge, die nicht als vordringlich erachtet und daher zurückgestellt werden,
- Maßnahmen, durch die Maßnahmenvorschläge zwar abgedeckt werden, die jedoch nicht aus den Haushaltsmitteln der Bestandserhaltung finanziert werden (Maß-

nahmen des Um- und Ausbaus). Die horizontale Gliederung ermöglicht somit einen guten zeitlichen Überblick über die Erhaltungsplanung in den Staatlichen Bauämtern.

Koordination des KEB

Die Excel-Listen des KEB werden turnusmäßig aktualisiert und in der Regel jeweils zum Stichtag 15. Februar eines jeden Jahres fortgeschrieben. Die Excel-Listen werden dabei von den Staatlichen Bauämtern in einem Distributed File System (DFS) abgelegt.

Die Zugriffsregelung ist im DFS wie folgt festgelegt:

Staatliche Bauämter

- Der/die Behördenleiter(-in), der/die Fachbereichsleiter(-in) Straßenbau und die Abteilungsleiter(-innen) erhalten lesenden Zugriff.
- Der/die Sachgebietsleiter(in) für das Erhaltungsmanagement bzw. der/die für das Erhaltungsmanagement zuständige Mitarbeiter(-in) erhält lesenden und schreibenden Zugriff.

Regierungen

- Der/die mit dem Erhaltungsmanagement befasste Mitarbeiter(in) erhält lesenden Zugriff.
- Im Rahmen eines effizienten Erhaltungsmanagements übernehmen die Regierungen die fachliche und organisatorische Koordination des KEB. Nach Erstellung und Fortschreibung der KEB-Listen durch die Staatlichen Bauämter haben die Regierungen die Aufgabe, die Programme der Bauämter gemäß den getroffenen Abstimmungen zu analysieren und damit die Grundlage für weitere zielgerechte Entscheidungen vorzubereiten. Die Regierungen übermitteln der

Obersten Baubehörde zeitnah die wesentlichen Ergebnisse des Controllings.

Sofern Anpassungen und Ergänzungen an den KEB-Excel-Listen notwendig sind, werden diese aus Gründen der Einheitlichkeit in der Regel zentral durch die Oberste Baubehörde vorgenommen. Um eine größtmögliche Kontinuität bei der Führung der KEB-Excel-Listen zu ermöglichen, beschränken sich diese auf den zwingend notwendigen Umfang.

Analyse des KEB

Die bayernweite Einführung des KEB für Bundes- und Staatsstraßen ermöglicht eine Analyse bzw. ein Controlling der Erhaltungsprogramme der Staatlichen Bauämter. Das Controlling beschränkt sich dabei in erster Linie auf die strategischen Ziele („werden die richtigen Dinge getan?“). Eine detaillierte Einzelbetrachtung der Projektplanung (z.B. gewählte Maßnahmenart) erfolgt von Seiten der Obersten Baubehörde bisher nur in ausgewählten Einzelfällen.

Wichtigste Grundvoraussetzung für ein aussagekräftiges Controlling ist eine einheitliche Datenbasis. Vordringlich ist beim KEB zu analysieren, ob ausreichend begründet und dokumentiert ist,

- weshalb vorgeschlagene Maßnahmen zurückgestellt werden,
- warum Maßnahmen in Ihrer vorgeschlagenen Dringlichkeit verändert werden oder
- warum außerhalb der Maßnahmenvorschläge neue Projekte vorgezogen werden.

Für darüber hinausgehende Analysen der KEB-Listen wachsen die Anforderungen an die Datenbasis mit den Anforderungen an die Qualität und den Umfang der Auswertungen.

Die Analyse der KEB-Listen wird bislang durch Datenblätter zum KEB zusammengefasst und dokumentiert. Für jede KEB-Liste wird dabei ein eigenes Datenblatt erstellt (Abb. 9). Die Datenblätter sind wie folgt strukturiert:

Allgemeines (Datengrundlage)

Hier ist der Verbesserungsbedarf im Hinblick auf die Datenbasis zusammengefasst. Je besser die Datenbasis, desto besser und belastbarer sind die Aussagen zur Erhaltung.

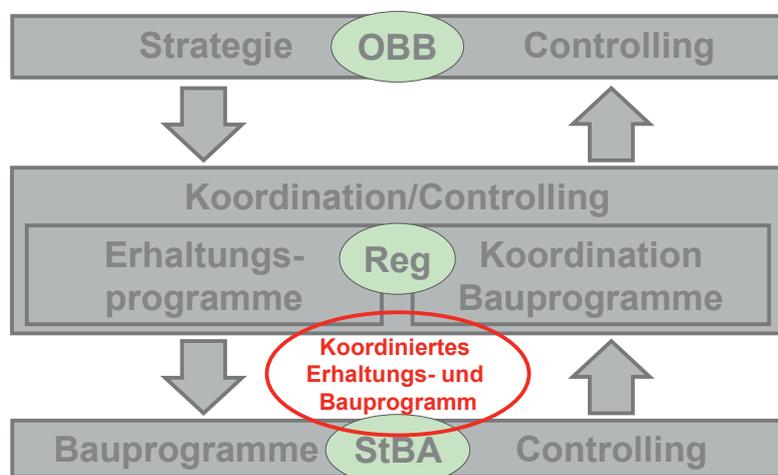


Abb. 8: Abwicklung des Koordinierten Erhaltungs- und Bauprogramms (KEB)

Datenblatt zum Koordinierten Erhaltungs- und Bauprogramm Bund – Termin 15.02.2011							
Staatliches Bauamt A-Stadt Fachbereich Straßenbau							
Allgemeines (Datengrundlage)							
Die Datenbasis, wie auch die Gliederung wurden mit dem Bauamt gemeinsam optimiert.							
Kernaussagen							
<ul style="list-style-type: none"> • Alle plausiblen VEP- Maßnahmen wurden im Programm berücksichtigt und hinsichtlich der Dringlichkeit sorgfältig bewertet • Die zusätzlichen Maßnahmen sind ausreichend begründet • Leider ist es aufgrund des Kostenrahmens notwendig, im nicht finanzierbaren Bereich auch Brückenbaumaßnahmen mit Zustandsnoten $\geq 3,0$ zu belassen • Oberbauerneuerung südlich A-Stadt ist keine VEP-Maßnahme und bindet in erheblichem Umfang Mittel der Bestandserhaltung • 75% des nicht finanzierbaren Bedarfes sind Bauwerke (Bauwerke werden geschoben) • Gegenüber urspr. Planung 2010 wurde die Sanierung der Brücke über den Oberbach in B-Stadt auf 2011 verschoben. Stattdessen wurden zwei zusätzliche Maßnahmen außerhalb der VEP realisiert. 							
Einzelbetrachtung (Kennzahlen)							
	2009 Ist	2010 Soll	2010 davon realisiert	2010 abwei- chend realisiert	2011	2012	Orientierungswert (Anteil in den zugewiesenen HH- Mitteln des Amtes)
1. VEP-Maßnahmen							
Anzahl Projekte	7	5	5	0	5	3	
HH-Mittel (Tsd. €)	2305	675	700	0	1000	700	
Anteil am Budget (%)	30	13	14	0	20	14	18
2. Fahrbahn außerhalb VEP							
Anzahl Projekte	13	8	8	2	10	12	
HH-Mittel (Tsd. €)	2428	1580	1600	500	2000	2500	
Anteil am Budget (%)	32	31	32	10	40	50	
3. Bauwerke							
Anzahl Projekte	4	5	4	0	5	3	
HH-Mittel (Tsd. €)	1750	1950	1400	0	1500	1400	
Anteil am Budget (%)	23	39	28	0	30	28	35
Σ (Anteil 1.-3. am Budget in %)	85	83	74	10	90	92	
Ausgaben / Budgetrahmen (Tsd. €)	7640	5060	5000	5000	5000		
<ul style="list-style-type: none"> • Nicht finanzierbarer Bedarf für geplante Maßnahmen 2013ff 							rd. 30 Mio. €

Abb. 9: Beispiel für ein Datenblatt (gekürzt)

Kernaussagen

Hier sind jeweils die Kernaussagen zur Erhaltungsplanung des jeweiligen Staatlichen Bauamtes dargestellt. Das sind u.a. Aussagen dazu, ob die Dringlichkeitsreihung der Projekte ausreichend dokumentiert ist oder wo Kostenschwerpunkte bei der Erhaltungsplanung liegen.

Kennzahlen

Kennzahlen ermöglichen eine schnelle Aussage, in welche Bereiche Geld investiert wurde bzw. investiert werden soll. Die Auswertung von Kennzahlen wurde auf wenige relevante Schlüsselkennzahlen beschränkt, mit denen ein Ämtervergleich möglich ist (Benchmarking). Aufgrund der Veränderungen bei der Mittelverteilung orientieren sich die Erhaltungsmittel in etwa zur Hälfte am Umfang der Maßnahmenvorschläge und somit am Umfang der Grundlisten beim KEB. Daraus lässt sich im Rahmen des Controllings u.a. die Zielvorgabe ableiten, in den jeweiligen Haushaltsjahren auch möglichst viele Maßnahmenvorschläge durchzuführen. Deshalb werden als maßge-

bende Kennzahlen bisher in erster Linie die Kostenanteile der Maßnahmenvorschläge am Gesamtbudget ermittelt. Seit 15. Februar 2011

wird auch ein Soll/Ist-Vergleich für das jeweils zurückliegende Jahr durchgeführt (Abb. 9).

Darüber hinaus ermöglichen die KEB-Excel-Listen auch weitere Datenauswertungen. Beispielsweise können für die Bundes- und Staatsstraßen durchschnittliche Maßnahmenkosten für die Bestandserhaltung getrennt nach Maßnahmenart ermittelt werden. Ein rascher Überblick über die Erhaltungsplanung der Staatlichen Bauämter ist zudem sehr hilfreich, wenn Anfragen zur Bestandserhaltung zu beantworten sind.

Nach unseren bisherigen Erfahrungen zeigt sich, dass mit Hilfe des KEB eine zielorientierte Abwicklung der Straßenerhaltung für Fahrbahnen und Bauwerke geleistet werden kann, auch wenn sich die Randbedingungen kurzfristig verändern – z.B. durch die Bereitstellung zusätzlicher Finanzmittel.

Visualisierung der KEB-Listen

Mit Hilfe einer für das BAYSIS-Intranet bereitgestellten Anwendung ist es seit Oktober 2010 möglich, aus den KEB-Excel-Listen der Staatlichen Bauämter Map-Info-Relationen online zu erzeugen (Abb. 10). Die Online-Plattform wird jährlich fortgeschrieben, da sich der Zeitraum des Bauprogrammes ebenfalls jährlich verändert. Die von den Staatlichen Bauämtern zu verschiedenen Stichtagen erstellten Visu-

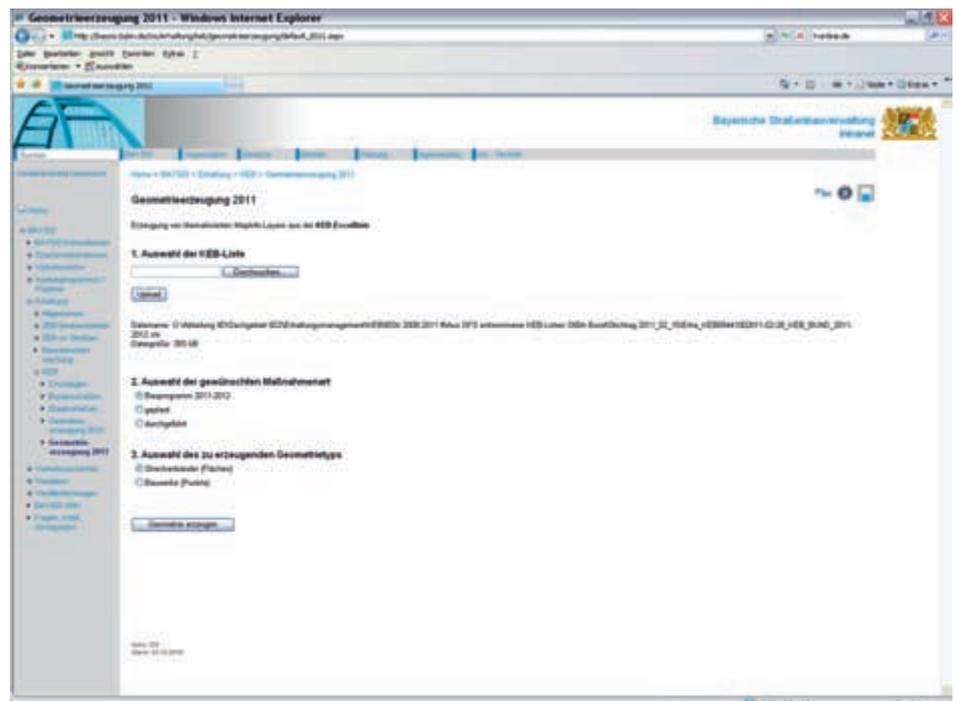


Abb. 10: Online-Plattform zur Visualisierung

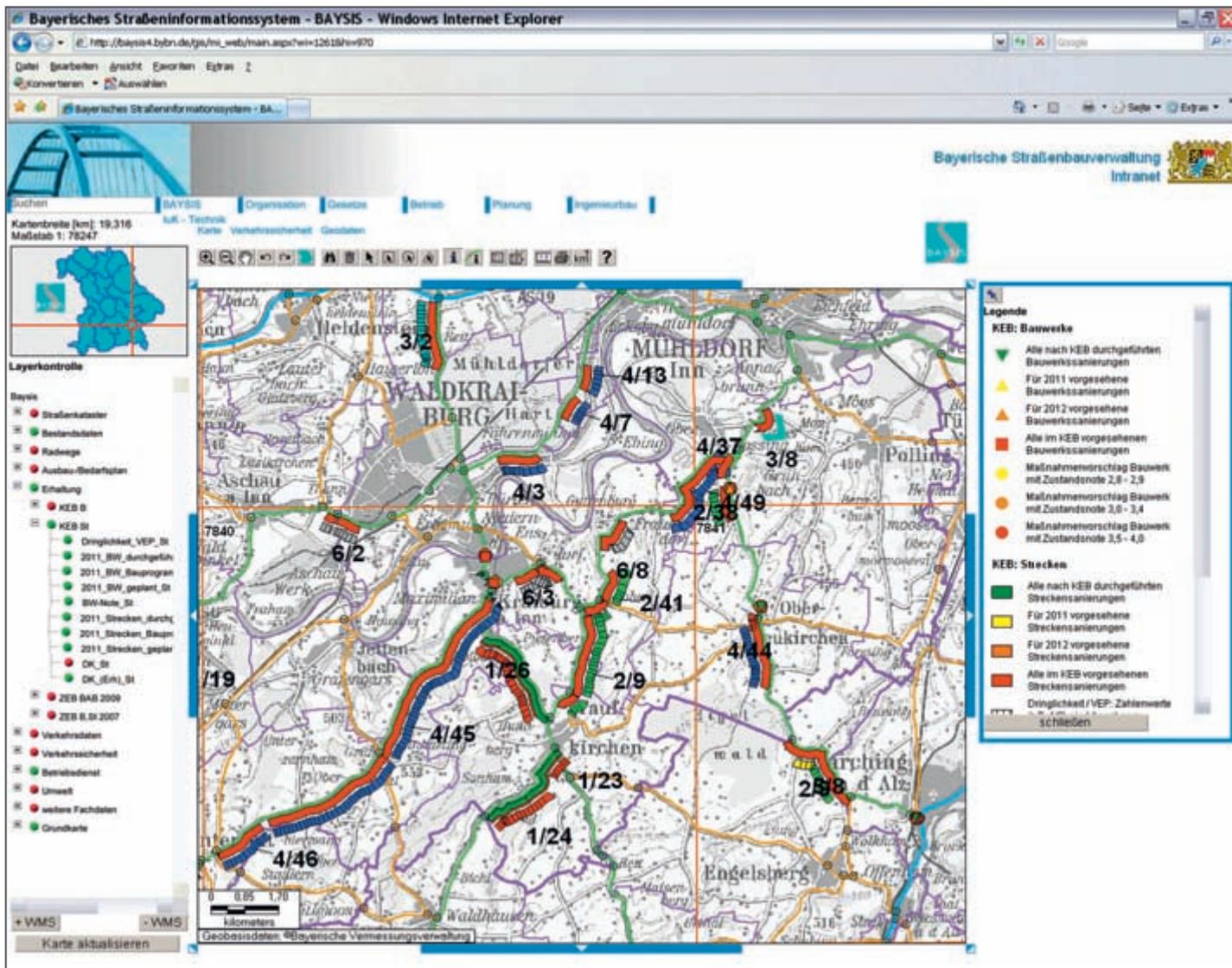


Abb. 11: KEB im BAYISIS-Kartenfenster

alisierung der geplanten und durchgeführten Maßnahmen werden auch regelmäßig, in der Regel nach den Fortschreibungsterminen, in das BAYISIS-Kartenfenster integriert (Abb. 11).

Darüber hinaus kann dieses Werkzeug von den Ämtern auch für die Erstellung von thematischen Karten genutzt werden. Dazu steht den Ämtern im Intranet ein entsprechendes Handbuch sowie eine Musterkarte zur Verfügung.

KEB in MaViS

MaViS ist ein zentrales Projektmanagement- und Controllingwerkzeug zur Steuerung von Infrastrukturprojekten. Künftig sollen die Daten zur Erhaltungsplanung ebenso wie die Daten anderer Fachprogramme über das Projektinformationssystem MaViS erfasst werden. Es ist jedoch weiterhin möglich, die bisher gewohnte

Form der KEB-Listen mit MaViS zu erstellen. Dies erfolgt in MaViS über einen sogenannten Report-Generator.

Zusammenfassung

Die systematische Zustandsaufnahme der Fahrbahnbefestigungen im Rahmen der ZEB und der Bauwerke durch die kontinuierlichen Bauwerksprüfungen sind die Grundvoraussetzung für eine systematische Erhaltungsplanung und das von der Bayerischen Straßenbauverwaltung entwickelte „Koordinierte Erhaltungs- und Bauprogramm“. Damit können die Staatlichen Bauämter ihr Erhaltungsmanagement auf eine begründete und nachvollziehbare Basis stellen. In einem weiteren Schritt lassen die erstellten Erhaltungs- und Bauprogramme eine konsequentere Analyse im Hinblick auf die geplante Abarbeitung der Programme und damit ein Controlling zu. Daraus können auch Konsequenzen aus nicht

ausreichend bereitgestellten Erhaltungsmitteln aufgezeigt werden.

Autor

Technischer Amtsrat Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Zettl
 Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern
 wolfgang.zettl@stmi.bayern.de

Das Pavement Management System (PMS) auf Autobahnen

Dipl.-Ing. Rupert Schmerbeck

Die Autobahndirektion Südbayern verwaltet etwa 33 Mio. m² Decken auf ihren Autobahnen einschließlich der Anschlussstellen, Parkplätze und anderer Nebenflächen. Das Durchschnittsalter der Decken liegt im Augenblick bei etwa 17,3 Jahren. Unsere ältesten, noch vorhandenen Deckschichten stammen aus den 60er Jahren.

Eine Asphaltdecke hält im Mittel 15 bis 20 Jahre und eine Betondecke 25 bis 30 Jahre. Im Schnitt ergibt das eine potentielle Lebensdauer von etwa 20 Jahren. Als vereinfachter Ansatz müssten pro Jahr etwa 5 % der Decken, also etwa 1,5 Mio. m² erneuert werden und das durchschnittliche Alter der Deckschichten bei 10 Jahren liegen. Tatsächlich wurden aber in den letzten 10 Jahren im Schnitt nur eine knappe Million Quadratmeter pro Jahr saniert.

Grund dafür sind die knappen Finanzmittel im Bereich der Erhaltung. Der Zusammenhang zwischen Haushaltsmittelunterdeckung und Deckenalter ist in der Abbildung 1 deutlich erkennbar. Nur im Jahr 2009 ist es bisher gelungen die fortschrei-

tende Alterung des Deckenbestandes umzukehren. Das vom Bund aufgelegte Konjunkturprogramm mit den sehr hohen Mitteln im Bereich der Erhaltung hat damit seine Wirksamkeit erwiesen. Verstärkt wurde der Effekt noch durch die Fertigstellung des Ausbaues der A 8 zwischen Augsburg und München im Bereich des Betreibermodells. Auch dadurch wurde das Durchschnittsalter etwas gesenkt.

Ziel bei der Erstellung des Deckenerhaltungsprogrammes ist es, unter Berücksichtigung der vorgegebenen Haushaltsmittel, die Deckenerhaltung für das Gesamtnetz der Autobahndirektion Südbayern zu optimieren. Ein wichtiges Hilfsmittel dafür ist das Pavement Management System (PMS). Es wurde 1999 versuchsweise im Rahmen eines Forschungsauftrages erstmals bei den beiden Autobahndirektionen und als Pilotamt beim damaligen Straßenbauamt Weilheim eingesetzt.

Ab 2001 waren die PMS-Ergebnisse Grundlage des Deckenbauprogramms der Autobahndirektion Südbayern.

Obwohl das Schlagwort PMS in aller Munde ist, wissen viele nicht, was

sich dahinter verbirgt. PMS wird dabei in zweierlei Bedeutungen verwendet. Zunächst ist PMS der gesamte Kreislauf der Straßenerhaltung. In engerem Sinn wird darunter inzwischen die rechnergestützte Erhaltungsplanung verstanden.

Der Kreislauf der Straßenerhaltung besteht aus mehreren Schritten, die Jahr für Jahr durchlaufen werden (Abb. 2).

Der erste Schritt ist die Zustandserfassung und -bewertung (ZEB). Dabei werden die durchgehenden Fahrstreifen von Messfahrzeugen mit Lasersonden und Videokameras aufgenommen und anschließend bewertet – die Autobahn erhält Noten. Diese ZEB wird in Bayern auch für Bundes- und Staatsstraßen turnusmäßig durchgeführt (s. a. Artikel „Ergebnisse der Zustandserfassung und -bewertung auf den Autobahnen, Bundes- und Staatsstraßen in Bayern“ in diesem Sonderheft).

Die Zustandsdaten werden mit dem Aufbau der Fahrbahn (Art, Dicke und Alter) und der erforderlichen Bauklasse, die sich aus der Verkehrsmenge nach den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen (RStO 01) ergibt, verknüpft. Aus den verknüpften Daten errechnet das PMS-Programm einen Vorschlag, wie der Gesamtzustand im Netz unter Berücksichtigung des vorgegebenen Budgets möglichst gut gehalten oder sogar verbessert werden kann. Die Vorgehensweise ist dabei folgende:

- Die in der ZEB ermittelten Straßenzustandswerte werden in die Zukunft prognostiziert.
- Aus den prognostizierten Schäden werden die jeweiligen Abschnitte in Schadensklassen eingeteilt.
- Aufgrund der Schadensklassen ergeben sich mögliche Maßnahmen für jeden einzelnen Abschnitt, untergliedert nach Jahr der Maßnahme, Art der Maßnahme, Kosten der Maßnahme und der potentiellen Zustandsverbesserung.
- Aus all den möglichen Maßnahmen

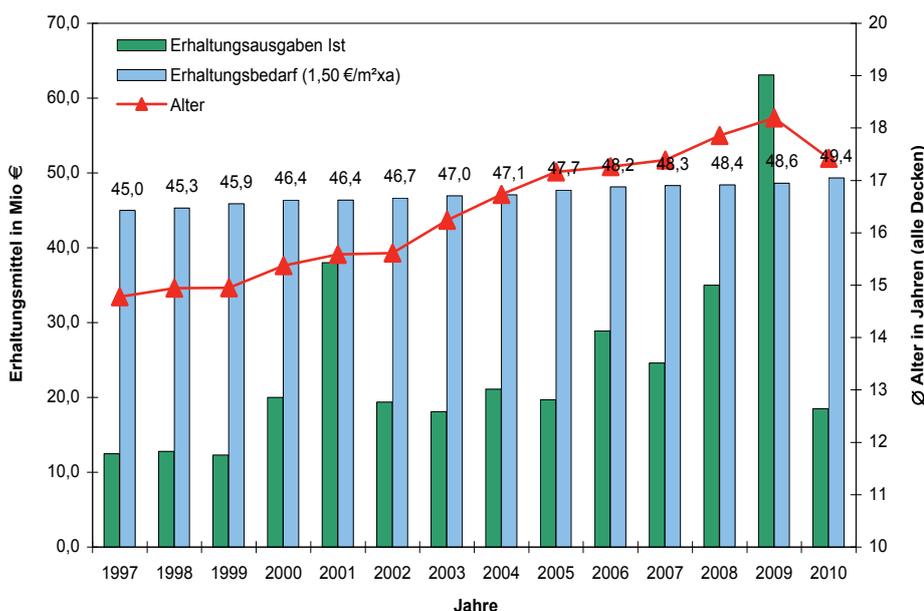


Abb. 1: Deckenalter und Erhaltungsmittel für den Fahrbahnoberbau im Bereich der Autobahndirektion Südbayern (jeweils zum 01.01. des Jahres)

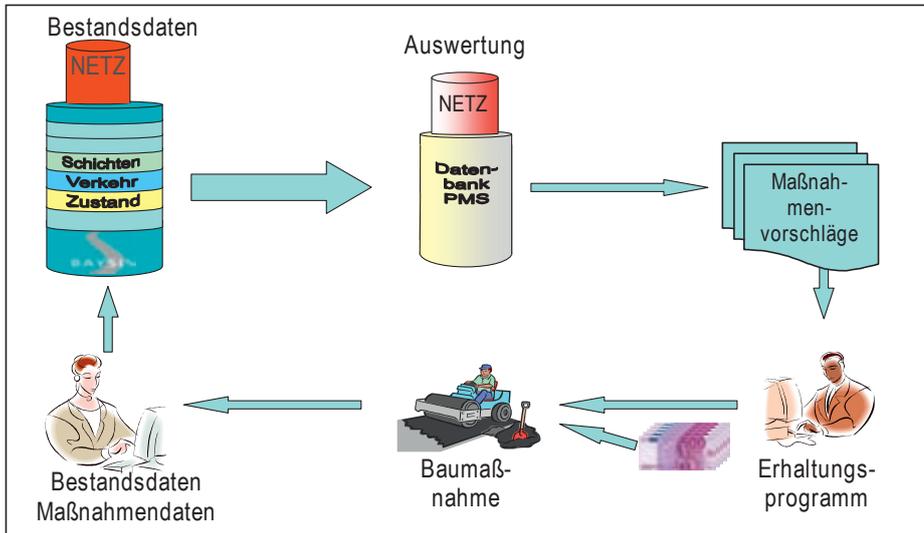


Abb. 2: Kreislauf der Straßenerhaltung

wird mit Hilfe einer mathematischen Optimierungsfunktion unter Berücksichtigung eines Budgets errechnet, welche dieser Maßnahmen am besten für die Erhaltung des Gesamtnetzes dienlich sind.

Die im Rahmen der Optimierung vom PMS ausgewählten Maßnahmen (s. Abb. 3) sind nur dann deckungsgleich mit den technisch optimalen Maßnahmen für die Einzelabschnitte, wenn ausreichend Geld zur Verfügung steht. Die vom PMS errechnete Maßnahmenliste dient dann als Grundlage für die Erstellung des Koordinierten Erhaltungsprogramms (KEP) für die folgenden 4 Jahre. Dabei werden noch

folgende Dinge berücksichtigt:

- Überprüfung der Plausibilität der Vorschläge,
- Unfallschwerpunkte,
- Abstimmung mit dem Brückenbau und
- geplante Ausbaumaßnahmen.

Dieses Programm wird dann jährlich fortgeschrieben.

Für das jeweilige Folgejahr wird diese Liste anschließend noch verfeinert. Dazu sind insbesondere Besichtigung vor Ort, Bohrkerne, Georadar-messungen, Tragfähigkeitsmessungen und ähnliches nützlich. Das Programm wird dann mit den örtlich zuständigen Dienststellen besprochen. Dabei wird auch eine Reihung der Dringlichkeit

festgelegt. Diese ergibt sich aus der mit PMS errechneten technischen Effizienz der Maßnahme unter Berücksichtigung der örtlichen Kenntnisse der Dienststellen und einer eventuell erforderlichen Priorisierung einzelner Maßnahmen wegen erhöhter Unfallzahlen. Diese Liste ist dann Grundlage für die Mittelanforderung für die Erhaltung im Folgejahr. Da in der Liste in der Regel mehr Maßnahmen aufgenommen werden als üblicherweise finanziert werden können, ist auch eine schnelle Reaktion möglich, wenn zusätzliche Mittel zugewiesen werden.

Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass eine Mittelzuweisung im Herbst sinnlos ist, da die Maßnahmen auch noch ausgeschrieben und vergeben werden müssen, also üblicherweise etwa 3 Monate Vorlauf brauchen und somit erst im Folgejahr gebaut werden könnten.

Und dann muss „nur noch“ ausgeschrieben, vergeben und gebaut werden. Nach Abschluss der Maßnahme werden die neuen Aufbaudaten in die Straßendatenbank eingepflegt und dienen als Grundlage für die zukünftige Erhaltungsplanung.

Das System wird jetzt seit immerhin 8 Jahren mit Erfolg eingesetzt und hat die Arbeit einer netzweit optimierten Deckenerhaltung erheblich vereinfacht. Insbesondere die Anknüpfung an die Straßendatenbank Bayern (BAYSIS) wird sich in Zukunft durch neue Programme vereinfachen (s. a. Artikel „BAYSIS als Instrument für das Erhaltungsmanagement“ in diesem Sonderheft). Es geht aber auch weiterhin nicht ohne qualifizierte Ingenieure, die für die Oberbau- und Erhaltungstechnik das nötige Fachwissen haben, um die Vorschläge des „Rechenknechtes = Computer“ vor Ort in die Praxis umzusetzen.

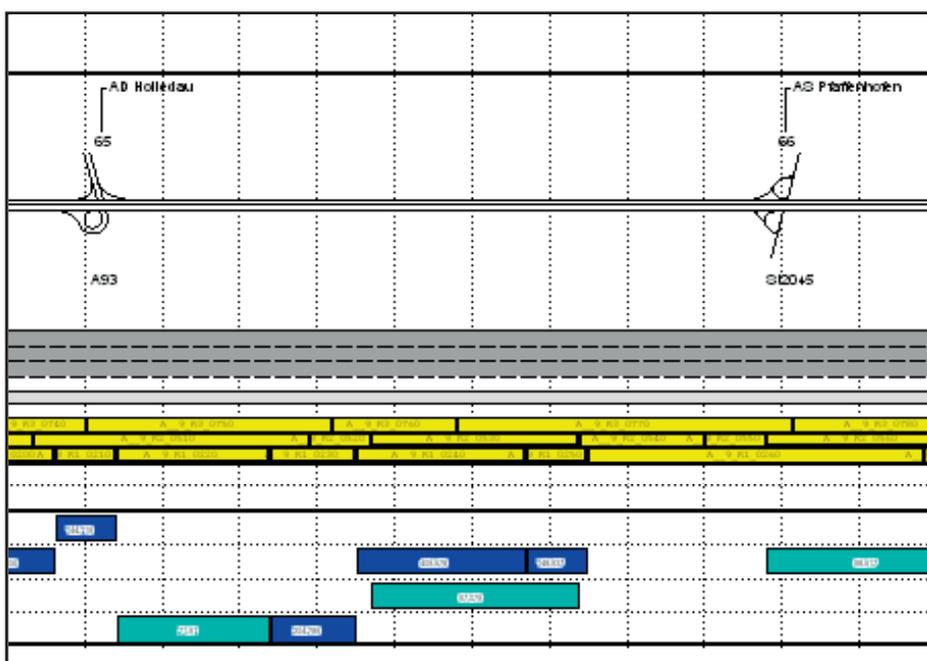


Abb. 3: Beispiel Maßnahmenvorschläge PMS-Programm

Autor

Baudirektor Dipl.-Ing.
Rupert Schmerbeck
Autobahndirektion Südbayern
rupert.schmerbeck@abdsb.bayern.de

BAYSIS als Instrument für das Erhaltungsmanagement

Dipl.-Math. Georg Ertl



BAYSIS

Das Bayerische Straßeninformationssystem BAYSIS bildet die zentrale Informationsplattform für die Straßenbauverwaltung. Dadurch werden drei Ziele erreicht:

- Inhalte aus verschiedenen Fachbereichen sind miteinander verknüpft.
- Die Sachdaten können kartografisch dargestellt werden.
- Alle Informationen stehen anwenderfreundlich zur allgemeinen Verfügung.

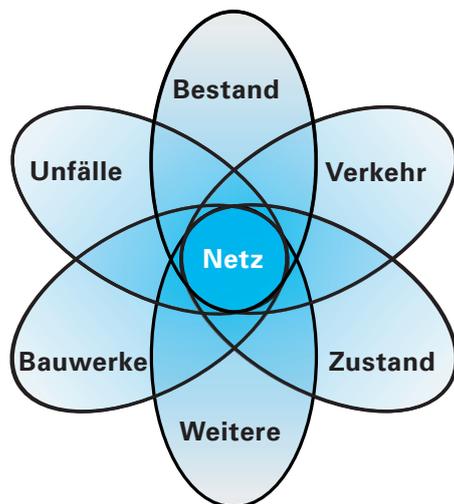


Abb. 1: Rosette der Fachbereiche von BAYSIS

Die Abbildung des Straßennetzes stellt das Kernstück des Systems dar. Die Autobahnen, Bundes-, Staats- und Kreisstraßen sind in ihrem präzisen geometrischen Verlauf mit den exakten Längen dargestellt und werden laufend aktuell gehalten. An dieses Straßennetz sind nun alle weiteren

Fachinformationen angebunden, wobei die richtige Lokalisierung si-



Abb. 2: Stationszeichen vor Ort

chergestellt sein muss. Dazu dienen die Stationszeichen, mit deren drei Angaben „Straße“, „Abschnitt“ und „Station“ jede Örtlichkeit auf einer Straße eindeutig beschrieben werden kann.

Die Fachinformationen umfassen die Bereiche Straßenbestand (z. B. Dienststelle, Querschnitt, Aufbau), Erhaltung (z. B. Zustandswerte, -größen, ZEB-Bestandbilder), Verkehrsdaten (z. B. Zählraten, Jahresauswertungen), Verkehrssicherheit (z. B. Unfalltypensteckkarte), Ausbau- und Bedarfsplanung (z. B. Übersichtskarten).

BAYSIS wird von der Zentralstelle für Informationssysteme (ZIS) bei der Autobahndirektion Südbayern bereitgestellt, koordiniert und weiterentwickelt. Die Autobahndirektionen und Staatlichen Bauämter pflegen die Fachdaten in ihrem jeweiligen Zuständigkeitsbereich. Dort greifen die BAYSIS-Betreuer über eine Webanwendung auf die zentrale Datenhaltung zu. Veränderungen am Straßennetz melden die BAYSIS-Betreuer an die ZIS, wo das Straßennetz landesweit gepflegt wird.

Das Straßeninformationssystem berücksichtigt die einschlägigen bundesweiten und europäischen Standards: Die Erfassung erfolgt nach den fachlichen Vorgaben der Anweisung Straßeninformationsbank (ASB), die Modellierung der Daten entspricht

dem Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen (OKSTRA) sowie der Geodateninfrastruktur INSPIRE.

Die Zustandserfassung und -bewertung (ZEB) erfolgt im engen Zusammenspiel mit BAYSIS. Die Grundlage bildet das Straßennetz aus BAYSIS. Im ersten Schritt wird im Rahmen von Teilprojekt 0 (TP 0) daraus die anfangs leere Ergebnisdatei erzeugt. Nach der Befahrung werden die Ergebnisse in BAYSIS eingespielt.

- ▣ BAYSIS
 - BAYSIS-Kartenfenster
 - ▣ Straßeninformationen
 - ▣ Verkehrsdaten
 - ▣ Ausbauprogramme / Projekte
 - ▣ Erhaltung
 - ▣ Allgemeines
 - ▣ Begriffsdefinitionen
 - Zuständigkeiten
 - Veröffentlichungen
 - Aufgaben
 - ▣ Seminare
 - ▣ Tagungen
 - Ministerratsvorlage
 - ▣ ZEB-Bestandbilder
 - ▣ ZEB an Straßen
 - Grundlagen
 - ▣ Autobahnen
 - ▣ Bundesstraßen
 - ▣ Staatsstraßen
 - Bauwerksüberwachung
 - ▣ KEB
 - Grundlagen
 - Bundesstraßen
 - Staatsstraßen
 - Geometrieerzeugung 2011
 - ▣ Verkehrssicherheit
 - ▣ Betriebsdienst
 - ▣ Geodaten
 - ▣ Veröffentlichungen
 - BAYSIS-Wiki
 - Fragen, Kritik, Anregungen

Abb. 3: Inhaltsverzeichnis im BAYSIS-Intranet

Dazu gehören die Zustandsgrößen und -werte, die ZEB-Bestandsbilder sowie die Streckenbänder und Zustandskarten.

Erhaltung im BAYSIS-Intranet

BAYSIS-Intranet stellt Informationen ohne Installationsaufwand oder Lizenzkosten zur Verfügung. Unter der Adresse <http://baysis.bybn.de> ist das

Workshops.

Von besonderer Bedeutung für die Erhaltung sind die „ZEB-Bestandsbilder“, die im Rahmen der Zustandserfassung flächendeckend alle 20 Meter für die Autobahnen, Bundes- und Staatsstraßen erstellt wurden. Wählt man über ein Menü die gewünschte Stelle auf einer Straße aus, so erhält man ein Frontbild, zwei

Profildarstellungen aufgerufen werden. Die ZEB-Bestandsbilder sind auch über das Kartenfenster erreichbar (siehe unten).

Unter dem Menüpunkt „ZEB an Straßen“ werden die Ergebnisse der Zustandserfassung und -bewertung dargestellt. Für ganz Bayern oder getrennt für jedes einzelne Bauamt können Karten zu den verschiedenen Zustandsmerkmalen aufgerufen werden. Die Zustandsprofile mit ihren „Fieberkurven“ sind für jede einzelne Straße verfügbar. Im Unterpunkt „Entwicklung“ finden sich Häufigkeitsverteilungen der aktuellen Kampagne sowie Vergleiche mit früheren Kampagnen.

Für das Koordinierte Erhaltungs- und Bauprogramm („KEB“) gibt es eine Funktionalität, die aus den KEB-Listen die Erhaltungsabschnitte in geometrischer Form erstellt. Die fertigen Karten können für jedes Bauamt ausgewählt werden. Darüber hinaus liegt für jede Straße ein KEB-Streckenband vor. Ein fachlich verringertes Angebot steht unter www.baysis.bayern.de im Internet für jedermann zur Verfügung.

Kartenfenster im BAYSIS-Intranet

Mit dem Kartenfenster im BAYSIS-Intranet steht den Nutzern ein geographisches Informationssystem (GIS) zur Verfügung. Dank neuester Technologien werden umfangreiche Funktionalitäten angeboten. Für ganz Bayern können in beliebigen Ausschnitten diverse Grundkarten aufgerufen werden (z. B. Topographische Karten, Digitale Flurkarten, Luftbilder). In der Karte kann von Hand navigiert werden oder z. B. nach einem Bauamt, einer Gemeinde oder einer Straße gesucht werden.

Wie die Folien bei einem Overheadprojektor können eine Vielzahl von Fachlayern über die Grundkarte gelegt werden. Dazu zählen Bestandsdaten (z. B. Deckschichtalter), Verkehrsdaten (z. B. Straßenverkehrszählung) oder Verkehrssicherheit (z. B. Unfalltypensteckkarte). Durch Anklicken eines Fachobjekts erhält man die dazugehörigen Fachinformationen (z. B. ausführliche Verkehrszahlen). Aufgrund einer Verknüpfung mit der Datenbank SIB-Bauwerke sind auch die Bauwerke visualisierbar. Mittels WMS-Technik können auch externe Fachlayer eingebunden werden. So sind etwa die FFH-Gebiete des

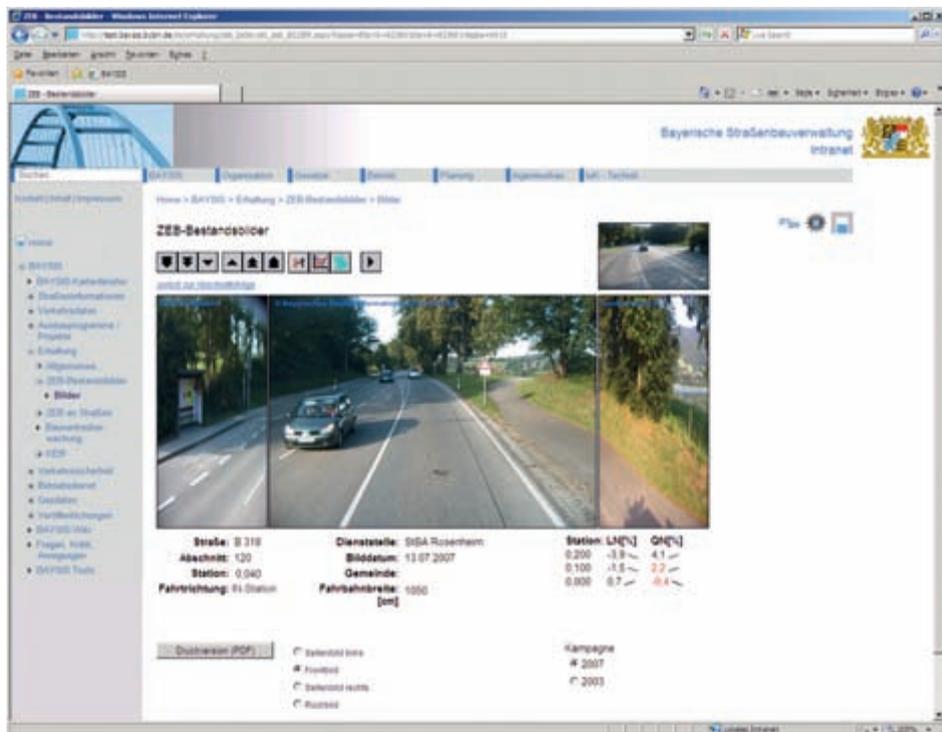


Abb. 4: ZEB - Bestandsbilder

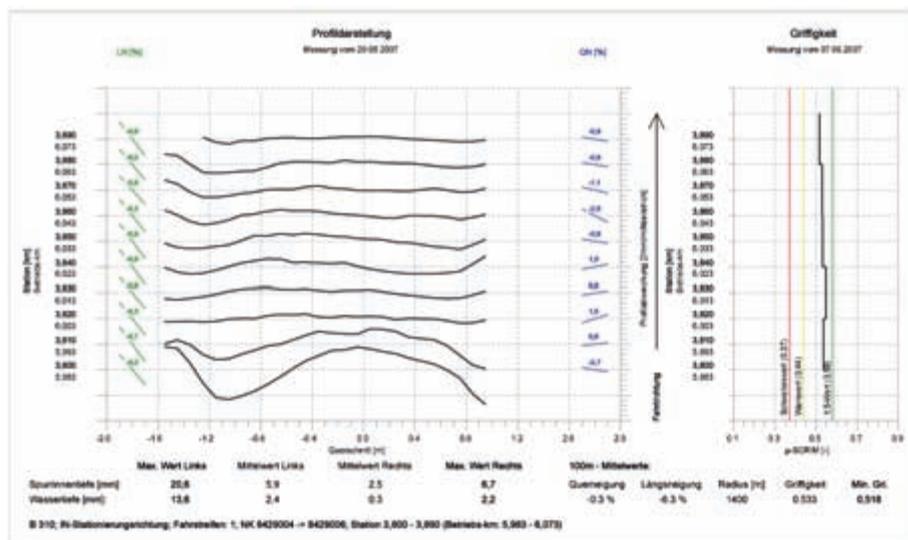


Abb. 5: Profildarstellung und Griffigkeit

komplette Angebot für alle Mitarbeiter der Straßenbauverwaltung erreichbar.

Im Folgenden werden die Inhalte des Fachbereichs „Erhaltung“ vorgestellt. Unter „Allgemeines“ finden sich hier u.a. Begriffsdefinitionen sowie Seminarunterlagen der jährlichen

Seitenbilder und ein Rückbild. Durch Anklicken können die Bilder vergrößert dargestellt und ausgedruckt werden. Mit Navigationsknöpfen kann man vor und zurück fahren oder sich die aktuelle Position auf einer Karte anzeigen lassen. Zusätzlich können detaillierte



Abb. 6: KEB - Streckenband

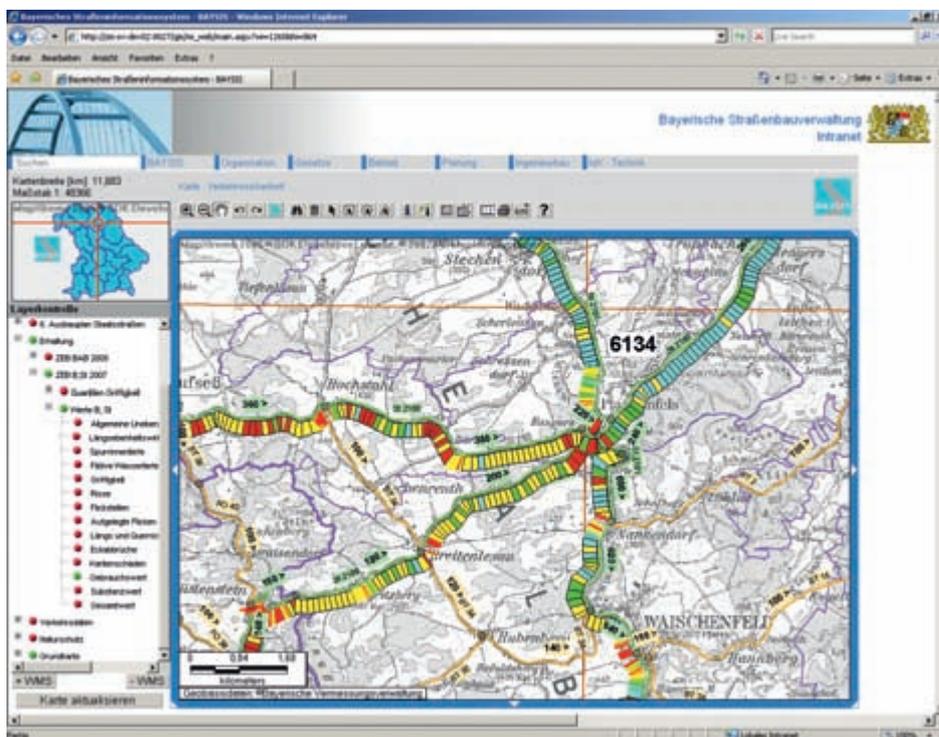


Abb. 7: Kartenfenster mit Gebrauchswert

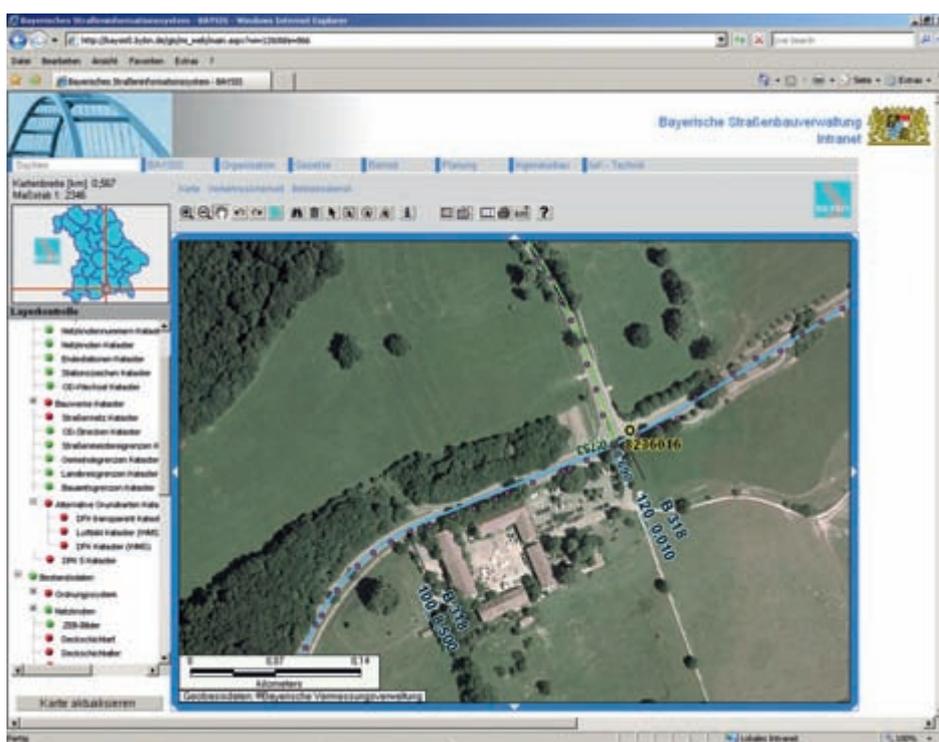


Abb. 8: Kartenfenster mit Luftbild und Punktsymbolen der Bildstandorte

Bayerischen Landesamtes für Umwelt unmittelbar verfügbar.

Aus dem Bereich Erhaltung können alle einzelnen Zustandsmerkmale sowie die Quantilen der Griffigkeit, der Spurrinnentiefe und der Allgemeinen Unebenheiten eingeblendet werden. Auch auf die oben beschriebenen ZEB-Bestandsbilder kann von hier aus zugegriffen werden. Die dargestellten

Punktsymbole stehen jeweils für einen Bildstandort. Durch Anklicken des Symbols werden die an dieser Stelle zugehörigen ZEB-Bilder geöffnet.

Weiterverarbeitung

Ein Verfahren, das auf BAYSIS aufbaut, ist das Pavement-Management-System (PMS). Alle erforderlichen Daten werden von BAYSIS zur Verfügung

gestellt: Das Straßennetz wird hier originär gepflegt, die Zustandsdaten liegen aus der Befahrung vor, die Verkehrsdaten stammen aus der Straßenverkehrs-zählung und die Aufbaudaten werden von den zuständigen Dienststellen eingepflegt. Die Qualität der PMS-Auswertung hängt dabei entscheidend von der Qualität der Aufbaudaten ab.

Die besondere Stärke von BAYSIS ist die Verknüpfbarkeit der enthaltenen Informationen. Wie es die Rosette deutlich macht, können über das gemeinsame Straßennetz die Angaben aus unterschiedlichen Fachbereichen miteinander verschnitten werden. So ist es mit entsprechenden Werkzeugen z. B. möglich, Aufbau, Verkehr und Zustand gemeinsam auszuwerten und etwa gezielt nach Strecken mit hohem Deckschichtalter, hoher Verkehrsbelastung und schlechten Zustandsmerkmalen zu suchen. Als weiterer Schritt können auch Unfalldaten in die Betrachtung mit einbezogen werden. Sämtliche Auswertungen können schließlich in Kartenform dargestellt werden.

Zusammenfassend ist BAYSIS ein Informationssystem, das insbesondere auf dem Gebiet der Erhaltung eine breite Palette von Informationen bereitstellt. In den Auswertemöglichkeiten steckt großes Potential, um fachliche Entscheidungen zu unterstützen und beizutragen, die verfügbaren Mittel effizient und wirtschaftlich einzusetzen.

Autor

Dipl.-Math. Georg Ertl
Zentralstelle für Informationssysteme
an der Autobahndirektion Südbayern
georg.ertl@abdsb.bayern.de

Synergieeffekte bei der Einführung der Doppik für den Aufbau eines Erhaltungsmanagementsystems in Erlangen

Dipl.-Ing. (FH) Christian Müller

Ausgangslage

Auf Grund des Beschlusses der Innenministerkonferenz (IMK) zur Reform des Gemeindehaushaltsrechts vom 21.11.2003, künftig einen detaillierten Vermögensnachweis mit Wertangaben sowie die Abbildung des Werteverzehrs (kalkulatorische Kosten) für alle Bereiche der Kommune rechtsverbindlich zu machen, entschloss sich die Stadt Erlangen ihr kamerales Rechnungswesen auf ein doppisches umzustellen. Ausschlaggebend dafür war auch der auslaufende Vertrag der damals eingesetzten Finanzsoftware.

Im Zuge dieser Einführung des Neuen Kommunalen Finanzmanagements Erlangen (NKFE) hat das Tiefbauamt der Stadt Erlangen zur Erfassung und Bewertung des Straßeninfrastrukturvermögens im Sommer 2007 eine messtechnische und visuelle Bewertung des Straßenzustandes durchgeführt.

Dabei wurden sämtliche in städtischer Baulast befindliche Straßen- und Gehwegflächen untersucht. Diese Zustandsbewertung basierte und erfolgte nach den Arbeitspapieren der

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) und deren Empfehlungen für das Erhaltungsmanagement von Innerortsstraßen E EMI (2003).

Nach der damals anzuwendenden Bewertungsrichtlinie Bayern - Entwurf- (BewertRBayern - E -) war für die erstmalige Bewertung und Bilanzierung eine Straßenzustandserfassung erforderlich, da gegebenenfalls für gravierende Baumängel und Bauschäden an den Verkehrsflächen eine außerplanmäßige Abschreibung durchzuführen ist. In Absprache mit der verantwortlichen Projektleitung der Kämmerei wurde für die Stadt Erlangen vereinbart, dass als gravierend nur Schäden der Zustandsklassen 4 und 5 (s. u.) in Frage kommen, für die dann eine außerplanmäßige Abschreibung in Höhe von 80% bzw. 100% durchgeführt wird.

Zustandserfassung und -bewertung

Das zu erfassende und zu bewertende qualifizierte Straßennetz der Stadt Erlangen umfasst einschließlich der

nicht selbständigen Geh- und Radwege sowie ca. 100 km der selbständigen Wege (z. B. beschränkt öffentliche Wege oder Feld- und Waldwege) insgesamt ca. 430 km. Für die Zustandserfassung wurde es mit einem Knoten-Kanten-Modell in Bewertungs- und zugleich in spätere Erhaltungsabschnitte unterteilt.

Von einem zertifizierten Unternehmen wurden die verkehrswichtigen Straßen, insgesamt 82 Straßenkilometer (150 Fahrstreifenkilometer), messtechnisch befahren und bewertet. Die Auswertung, Verarbeitung und Implementierung der Ergebnisdateien der Befahrung in die bei der Stadt Erlangen vorhandene GIS-Smallworld Software erfolgte durch ein externes Ingenieurbüro.

Auf dem untergeordneten ausgebauten Straßennetz wurde mit eigenem Personal des Tiefbauamtes – geschult durch ein diesbezüglich fachkundiges Ingenieurbüro – eine visuelle Zustandserfassung nach dem aufgestellten Schadenskatalog der Stadt Erlangen durchgeführt. Jeweils zwei Personen bildeten dabei ein Erfassungsteam. Mit mobilen Erfassungsgeräten (PDA's) wurden die nach dem Knoten-Kanten-Modell aufgeteilten einzelnen Straßenerfassungsabschnitte durch Begehung vor Ort bewertet. Die visuelle Datenaufnahme erfolgte in einem 2-stufigen Modell. In einem ersten Schritt wurde dem jeweiligen Querschnittselement eine Zustandsklasse (ZSK) von 1 bis 5 zugeordnet (Tab. 1).

Darauf aufbauend wurden in Stufe 2, sofern die Zustandsklasse schlechter als 3 war, detaillierte Zustandsgrößen der einzelnen Merkmalsgruppen – Risse und offene Fugen (in %), eingelegte und aufgelegte Flickstellen (in %), Oberflächenschäden (in %), Spurrinntentiefe (in mm) und Allgemeine Unebenheiten (Ausprägung) - aufgenommen. So entspricht z. B. eine Spurrinne kleiner gleich 4 mm Tiefe der ZSK 1, ca. 10 mm der ZSK 2, ca. 15 mm der ZSK 3, ca. 20 – 30 mm der ZSK 4 und größer gleich 35 mm der ZSK 5.

Zustandsklasse	Schadensausprägung
Zustandsklasse 1	sehr schwach ausgeprägtes Schadensbild, Fahrbahnfläche neu oder neuwertig
Zustandsklasse 2	schwach ausgeprägtes Schadensbild, z.B. vereinzelt geringe Schäden
Zustandsklasse 3	deutlich ausgeprägtes Schadensbild, Erhaltungsmaßnahmen in ca. 8 – 10 Jahren
Zustandsklasse 4	stark ausgeprägtes Schadensbild, Erhaltungsmaßnahmen in ca. 4 – 5 Jahren
Zustandsklasse 5	stark ausgeprägtes Schadensbild, kurzfristige Erhaltungsmaßnahmen

Tabelle 1: Stufe 1, Zustandsklasse und Schadensausprägung

Zustandsklasse	Ausprägung (betroffener Anteil an der Gesamtfläche, in %)	Oberflächenzustand
1	≤ 10	sehr schwach ausgeprägt
2	10 bis ≤ 20	schwach ausgeprägt
3	20 bis ≤ 30	deutlich ausgeprägt
4	30 bis ≤ 40	stark ausgeprägt
5	> 40	sehr stark ausgeprägt

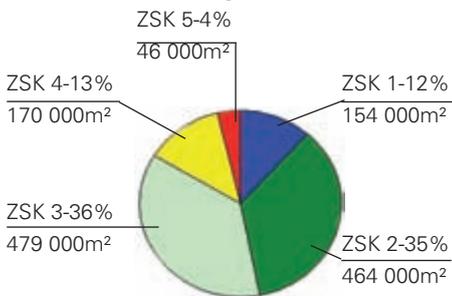
Tabelle 2: Zuordnung Zustandsklassen und Schadensausprägungen

Nebenflächen, Geh- und Radwege, Busbuchten, Bushaltestellen, öffentliche Plätze sowie die Gehwegflächen entlang der messtechnisch erhobenen Straßen wurden ausschließlich nach Stufe 1, d. h. pauschal nach der Ausprägung des Schadens (Anteil der betroffenen Fläche), erfasst und bewertet. Als bewertungsrelevante Parameter dienten auch hier die substanzbeschreibenden Merkmale wie Risse, offene Pflasterfugen, Flickstellen und Oberflächenschäden.

Die Zuordnung der Schadensausprägung bei Nebenflächen zu einzelnen Zustandsklassen ist in Tabelle 2 dargestellt.

Sowohl die messtechnisch als auch die visuell durchgeführte Zustandserfassung unterlag der Qualitätssicherung durch das begleitende fachkundige Ingenieurbüro.

Geh- und Radwege



Fahrbahnen untergeordneter Straßen

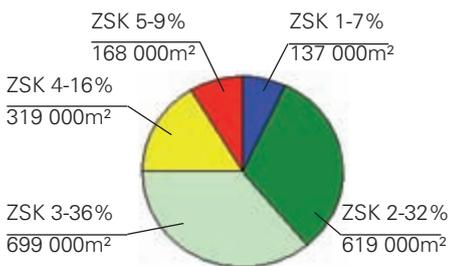


Abb. 1: Auswertung der visuellen Zustandserfassung

Erhaltungsmanagement

Die gewonnenen Zustandsklassen und Zustandsgrößen bilden die grundlegenden und richtungsweisenden Basisdaten für den Ausbau- und Erneuerungsbedarf des Erlanger Straßennetzes. Bereits im Jahr 2008 sind diese Werte in groben Zügen bei der Beurteilung und Festsetzung von Unterhalts- und Instandsetzungsmaßnahmen angewandt worden. Auch bil-



Abb. 2: Sanierungsbedürftiger Straßenabschnitt in Erlangen

den sie ein effektives Instrument bei der Bearbeitung von Sanierungsanträgen und -anfragen von Bürgern oder Stadtratsgremien.

Darüber hinaus hat das Tiefbauamt Erlangen das Ansinnen und Bestreben nicht nur die täglichen Arbeitsprozesse mit diesem bisher einmaligen, qualitativ hochwertigen Datenbestand vom kompletten Straßenverkehrsnetz zu optimieren, sondern auch Nachhaltigkeit damit zu erzielen. Dieser hochwertige Datenbestand war für das Tiefbauamt ein ausschlaggebender Faktor sich auch mit dem Aufbau einer systematischen Erhaltungsplanung im Rahmen eines Pavement-Management-Systems (PMS) auseinander zu setzen.

Folgende weitere Beweggründe gab es außerdem noch für die Stadt Erlangen, die Ein- und Durchführung eines PMS in die Wege zu leiten:

Die Einführung eines systematischen Straßenerhaltungsmanagements soll der Stadt Erlangen zur technischen, betriebswirtschaftlichen und organisatorischen Koordination und Optimierung ihrer Werterhaltungsmaßnahmen dienen.

Das Tiefbauamt verspricht sich von dem PMS die nutzwertanalytisch definierten Wirkungen gewählter Erhaltungsmaßnahmen abschätzen, die mittelfristigen Erhaltungsmaßnahmen besser bewerten und den langfristigen Mitteleinsatz optimieren zu können.

Neben einer Reduzierung des Erhaltungsaufwandes durch gezielten bedarfsorientierten Mitteleinsatz ohne Qualitätseinbußen und einer Vermeidung von Fehlinvestitionen durch verbesserte, rechnergestützte Maßnahmenplanung soll des Weiteren die stadtinterne ämterübergreifende Zusammenarbeit bei Straßenbaumaßnahmen sowie eine Maßnahmenkoor-

dination mit den Erlanger Stadtwerken und anderen Versorgungsunternehmen verbessert werden.

Um eine hohe Effektivität und Aussagekraft des PMS zu erreichen, bedarf es nun als nächsten Schritt der Erhebung bzw. Aufbereitung und Verarbeitung weiterer prägnanter Daten. So liegen z. B. Straßenaufbau- und Straßenschichtdaten und die daraus resultierenden Bauklassen bisher nur für Baumaßnahmen der letzten 25 Jahre vor. Der Großteil des Erlanger Straßennetzes (ca. 70 %) ist jedoch älteren Baujahres und bedarf noch einer konkreten Straßenaufbauanalyse. Vorwiegend wird dies durch die Auswertung vorliegender sowie zukünftiger Aufgrabungsinformationen erfolgen.

Weiterhin sollen als gewichtiger Faktor die Verkehrsbelastungs- und Straßenfunktionsdaten (Nutzung durch ÖPNV, Industrie- und Schwerkraftverkehr usw.) berücksichtigt werden. Hierfür werden weitere flächendeckende Verkehrsbelastungszählungen an strategisch prägnanten Punkten angestrebt.

Da der bauliche Zustand sich in einem fortlaufend ändernden Prozess befindet, sind zur Kontrolle und Optimierung des Eingreifzeitpunktes für Erhaltungsmaßnahmen, abhängig von der Verkehrsbedeutung der Straße und sofern Haushaltsmittel zur Verfügung stehen, auch Wiederholungen der gesamten Zustandserfassung in einem periodischen Abstand von 3-5 Jahren vorgesehen.

Das Gesamtziel bei diesem Erhaltungsmanagement ist es, alle straßenbezogenen Faktoren aussagekräftig zu verknüpfen, ein 5-Jahres-Erhaltungsprogramm zu erarbeiten, optimierte Erhaltungsstrategien dafür aufzustellen und die monetäre Budgetierung und ihre Auswirkungen im Sinne des Erhaltes des kommunalen Erlanger Infrastrukturvermögens aufzuzeigen.

Autor

Dipl.-Ing. (FH) Christian Müller
Stadt Erlangen - Tiefbauamt
christian.mueller@stadt.erlangen.de

Prognosen zur Zustandsentwicklung von Fahrbahnen

Dipl.-Ing. Roland Degelmann

Prognosen sind eine schwierige Sache. Vor allem, wenn sie die Zukunft betreffen. Mark Twain (1835 - 1910)

Die Kenntnis über die zukünftige Zustandsentwicklung ist eine wesentliche Voraussetzung für ein optimales Erhaltungsmanagement. Nur wenn die Zustandsentwicklung eindeutig beschrieben werden kann, kann auch der optimale Zeitpunkt bestimmt werden, zu dem mit einer bestimmten Maßnahme die wirtschaftlichste Investition für das Gesamtsystem erzielt wird.

Zustandsprognosen heute

Bei der Beschreibung der Zustandsentwicklung mit Hilfe von Verhaltensfunktionen – wie sie heute regelmäßig zum Einsatz kommt – wird davon ausgegangen,

- dass sich in den aktuell gemessenen Zustandsdaten alle Einflüsse aus Baustoffeigenschaften, Einbaubedingungen, Verkehr, Klima, baulicher Unterhaltung, Störungen (z. B. durch Aufgrabungen) u. ä. widerspiegeln,
- dass neben dem Zeitpunkt der aktuellen Zustandserfassung auch der Zeitpunkt bekannt ist, zu dem der Zustand optimal war und
- zudem der Typ der jeweiligen Verhaltensfunktion – also die Art der Zustandsentwicklung – selbst feststeht.

Für die Beschreibung der Zustandsentwicklung werden für die einzelnen Zustandsmerkmale Verhaltensfunktionen definiert, die sich dadurch unterscheiden, dass sich der Zustand nach durchgeführter Maßnahme langsam, mittel, schnell oder sehr schnell verschlechtert. Die konkrete Ermittlung der Funktionsparameter erfolgt u. a. auf Grundlage stochastischer Verfahren, wobei ein qualitativer Verlauf der Funktion vorab bereits festgelegt sein muss (Abb. 1).

Auch wenn die geschilderten Verfahren und der Verlauf der Verhaltensfunktionen vielfach als gesichert angesehen werden, so unterliegen sie gewissen systematischen

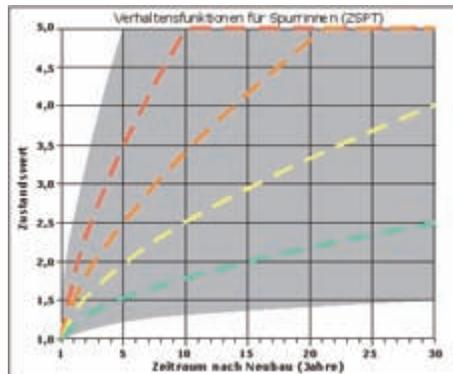


Abb. 1: Verhaltensfunktionen für Spurrinnen

Beschränkungen. Unabhängig von diesen ermöglichen Prognosen auf Grundlage entsprechender Funktionen keine unmittelbare Verknüpfung

unterschiedlicher Zustandsmerkmale. So lässt sich beispielsweise kein Zusammenhang beschreiben, wie die Unebenheit einer Fahrbahn sich entwickelt, wenn die Oberfläche einen hohen Anteil von Netzrissen aufweist, oder gar, wenn der Anteil der Netzrisse schnell oder langsam zunimmt. Hier gilt es in Zukunft die Entwicklung der Prognosegrundlagen deutlich zu verbessern.

Ansätze für eine Weiterentwicklung

Seit 1992 werden in Bayern in regelmäßigem Turnus Zustandserfassungen und -bewertungen des qualifizierten Straßennetzes durchgeführt. Diese bilden die Grundlage für die

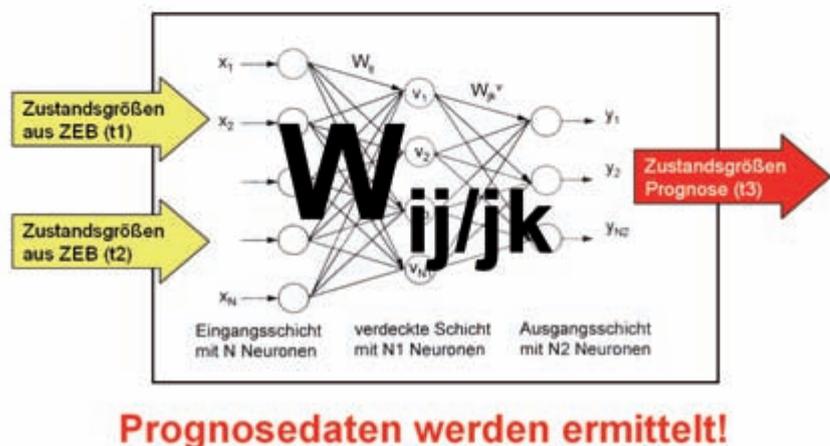
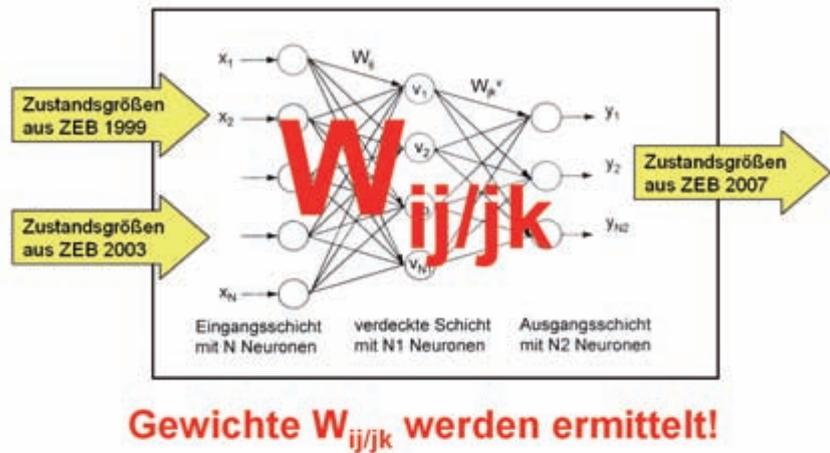


Abb. 2: Training von Neuronalen Netzen und Prognose

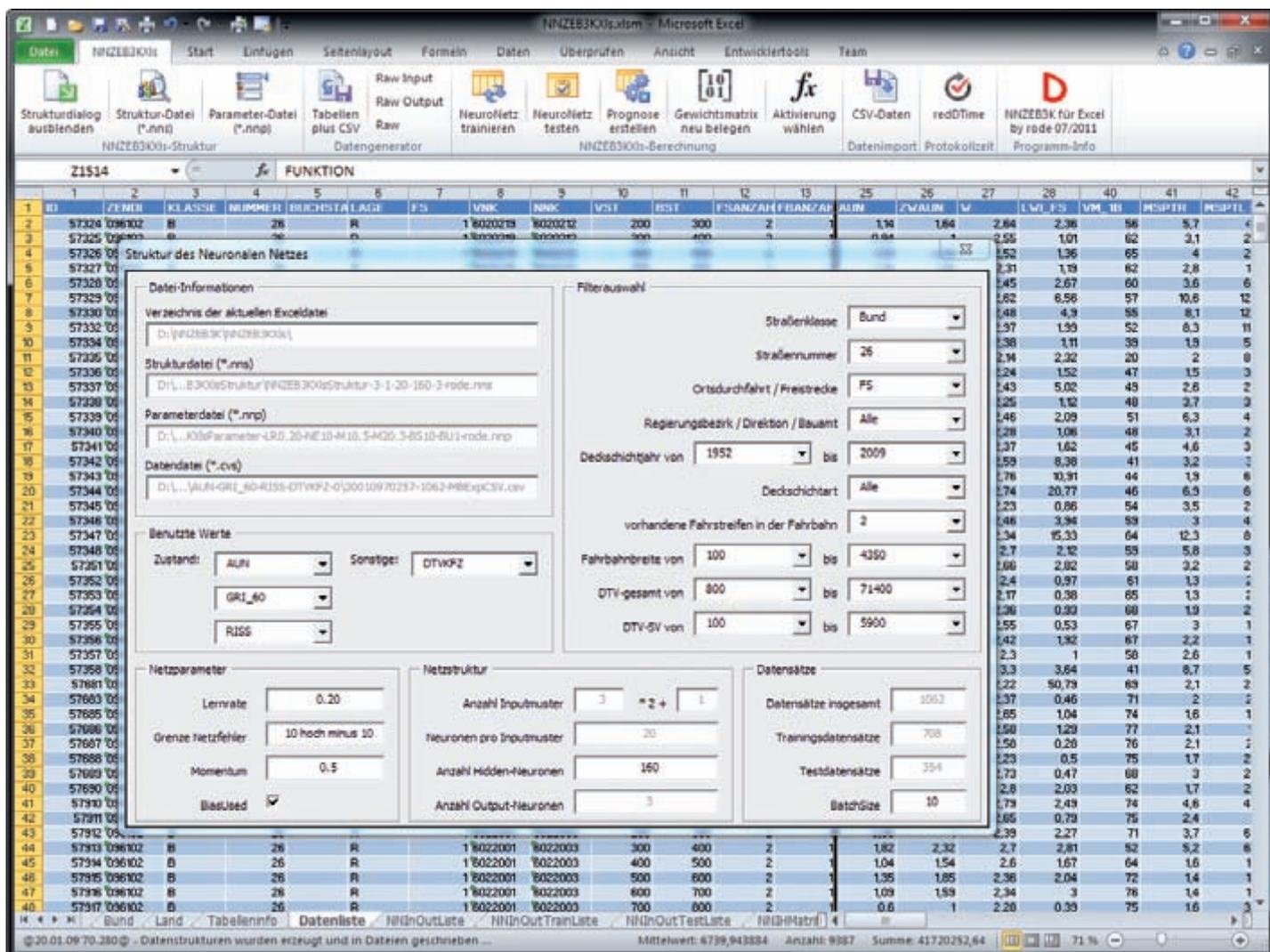


Abb. 3: Berechnung Neuronaler Netze mit Excel

Darstellung der Zustandsentwicklung und die Prognose von Tendenzen für die Zukunft. Erstmals nach der Zustandserfassung 2007 wurden neben der Zusammenstellung der aktuellen Ergebnisse sowohl für die Bundeswie die Staatsstraßen alle Daten der letzten drei Erfassungskampagnen aufbereitet und zusammengeführt. Damit war es erstmals möglich über den aktuellen Zustand hinaus auch die Dynamik der Zustandsentwicklung der einzelnen Straßenabschnitte (jeweils 100 m-Abschnitte) der jeweils letzten acht Jahre zu beschreiben. In gleicher Weise liegt zwischenzeitlich auch ein Dreikampagnenvergleich für die Autobahnen bereit, der die Erfassungen 2001, 2005 und 2009 enthält.

Die vorliegenden Daten ermöglichen zum einen eine Überprüfung der vorhandenen Verhaltensfunktionen, weil über die Kenntnis von jeweils dreier Messgrößen an einer Vielzahl von Erfassungsabschnitten eine Prü-

fung der Funktionsverläufe möglich wurde. Darüber hinaus werden auch Verschneidungen unterschiedlicher Zustandsmerkmale im Rahmen weitergehender Auswertungen möglich. Neben den allgemein üblichen Ansätzen öffnete sich hier auch der Weg, komplexere Zustandsprognosen mit Hilfe Neuronaler Netze zu erstellen.

Zustandsprognosen mit Hilfe Neuronaler Netze

Die Methodik Neuronaler Netze lehnt sich an biologische Informationsverarbeitungsprozesse im Gehirn an – daher auch der Name. Neuronale Netze sind in der Lage, selbständig aus beliebigen Messdaten (z. B. aus Zustandsdaten, aber auch aus Finanzdaten, Verkaufsdaten usw.) Strukturzusammenhänge zu erkennen und Entwicklungen aufzuzeigen. Sie stellen so ein flexibel handhabbares Werkzeug der Prognose-technik dar.

Innerhalb eines Neuronalen

Netzes werden künstliche Neuronen (Nervenzellen) als Grundelemente der Informationsverarbeitung in Schichten organisiert, wobei jedes Neuron mit anderen Neuronen – in der Regel denen der nachgelagerten Schicht – verbunden ist. Dadurch lassen sich auch hochgradig nicht-lineare und komplexe Zusammenhänge ohne spezifisches Vorwissen über die etwaige Richtung und das Ausmaß der Wirkungsbeziehungen zwischen einer Vielzahl von Variablen modellieren. Zum Erlernen von Strukturen wird das Neuronale Netz zunächst in einer sogenannten Trainingsphase mit beobachteten Daten „gefüttert“. Nach der Trainingsphase ist das Netz konfiguriert und kann für die Analyse neuer Daten eingesetzt werden (Abb. 2).

Für die untersuchten Lernverfahren im Bereich der Zustandserhaltung kommen Backpropagation-Netze zum Einsatz, bei denen die einzelnen Musterdaten auf das Netz gelegt, die

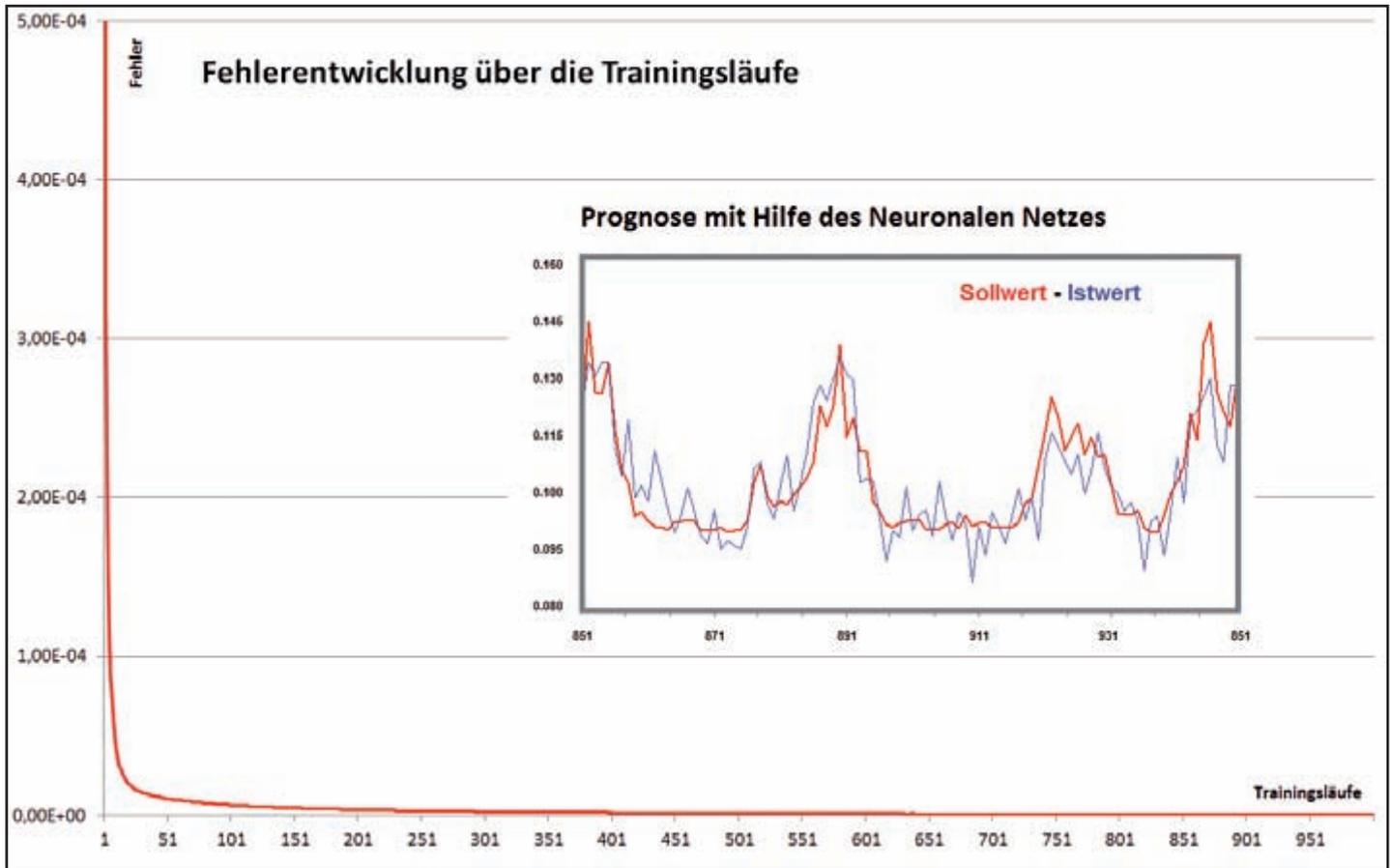


Abb. 4: Rechenergebnisse einer Zustandsprognose (Soll-Ist-Vergleich)

Soll- mit den Ist-Ausgaben verglichen und über den ermittelten „Fehler“ Korrekturen an den Gewichten der einzelnen Neuronen vorgenommen werden.

Die Umsetzung entsprechender Rechenläufe kann heute über Standardwerkzeuge wie Excel geleistet werden, wobei diese um die Rechenkomponenten für Neuronale Netze ergänzt werden müssen. Für die durchgeführten Untersuchungen im Rahmen der Zustandsprognose kommen dabei eigenentwickelte Funktionsbibliotheken zum Einsatz (Abb. 3).

Die seit 2008 aus den drei letzten Erfassungskampagnen an Bundes- und Staatsstraßen zur Verfügung stehenden Daten können ebenso wie die entsprechenden Daten aus der Erfassung auf den Autobahnen genutzt werden, um mit Hilfe Neuronaler Netze Prognosen zur Zustandsentwicklung treffen zu können. Die Abbildung 4 zeigt das Ergebnis eines solchen Rechenlaufs, bei dem die normierten Soll- und Istwerte einer Zustandsgröße entlang eines Straßenabschnitts gegenüber gestellt werden.

Besonders hilfreich ist bei der Anwendung Neuronaler Netze vor allem, dass für die Prognose auch mehrere Zustandsgrößen miteinander verbunden werden können und so gegenseitige Abhängigkeiten unterschiedlicher Parameter in die Prognose mit einfließen.

Aus den zwischenzeitlich vorliegenden Untersuchungsergebnissen wird deutlich, dass die gewählten Ansätze in der Lage sind, Zustandsentwicklungen realitätsnah zu prognostizieren.

Autor

Ministerialrat Dipl.-Ing.
Roland Degelmann
Oberste Baubehörde im Bayerischen
Staatsministerium des Innern
roland.degelmann@stmi.bayern.de

Zukünftige Entwicklung im Bereich des Erhaltungsmanagements und der Zustandserfassung und -bewertung

Dr.-Ing. Slawomir Heller

Einführung

Die rationelle Erhaltung und Bilanzierung der vorhandenen Straßeninfrastruktur gehören zu den wichtigsten Herausforderungen jeder modernen Volkswirtschaft. Aufgrund des enormen in der Straßenbefestigung gebundenen Kapitals sind die Entscheidungen im Erhaltungsmanagement von erheblicher volkswirtschaftlicher Relevanz. Das moderne Erhaltungsmanagement hilft, diese Infrastruktur rationell und entsprechend den gesamtwirtschaftlichen Anforderungen zu erhalten. Die im Rahmen der Zustandserfassung und -bewertung, kurz ZEB, erhobenen Zustandsdaten stellen dazu die wichtigste Datenquelle dar. Die Qualität, Aktualität und Vollständigkeit der Zustandsdaten beeinflussen somit direkt die Qualität der darauf aufbauend erstellten Erhaltungsstrategien und -programme.

Die ZEB ist eine Fachdisziplin, die gemeinsam durch den Bund und die Länder realisiert und durch die Gremien der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) unterstützt wird. Zwar bezeichnet man mit ZEB im umgangssprachlichen Sinne jegliche Aktivitäten zur Erfassung und Bewertung des Zustands der Fahrbahnbefestigung, man hat sich jedoch unter den Fachleuten soweit verständigt, mit diesem Begriff eine besondere Herangehensweise bei der systematischen Planung und Durchführung messtechnischer Zustandserfassung, Qualitätskontrolle sowie aufgabenbezogener Bewertung und Auswertung der Zustandsdaten zu verbinden. Dabei umfasst die ZEB auch zahlreiche begleitende, kontinuierliche Prozesse, die zur Absicherung der Kontinuität, Stabilität und hohen Qualität aller Prozesse beitragen.

Wo erwartet man Fortschritte in der ZEB?

Die ZEB hat sich zu einer technischen Disziplin entwickelt, deren Zielsetzung es ist, die Daten über den Zustand der Fahrbahnbefestigung für das breite

Spektrum möglicher Anwendungen bereitzustellen. Ursprünglich, Anfang der 90er Jahre, war das Erhaltungsmanagement im engeren Sinne der einzige „Adressat“ der ZEB-Daten. Durch konsequente, gezielte Maßnahmen ist es mittlerweile gelungen, das Verfahren zur Zustandserfassung weitestgehend aufgabenneutral und universell zu etablieren. Diese stark ausgeprägte **Aufgabenneutralität** der deutschen ZEB stellt eine Besonderheit dar und unterscheidet sie von den entsprechenden Systemen im Ausland. Eine weitere, besondere Eigenschaft der ZEB ist, dass nahezu alle relevanten Komponenten standardisiert sind. Die **Standardisierung** garantiert, dass die durch den Bund und die Länder realisierten ZEB-Jahresmessungen routinemäßig abgewickelt werden können und sie sichert darüberhinaus die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse. Weiterhin wird durch die erzielte **Transparenz** aller Elemente des ZEB-Verfahrens zur Verbesserung der Qualität beigetragen. Primär konnte dies durch die starke Einbindung der Länder bei der Verifizierung und Validierung der Daten erreicht werden, wobei als positiver Nebeneffekt auch eine Erhöhung der Akzeptanz sowie die stetig zunehmende Verwendung der Daten in der Routinearbeit zu verzeichnen sind. Die bayerische Straßenbauverwaltung hat bereits Mitte der 90er Jahre entsprechende innovative Verfahren initiiert und trägt dauernd zu deren kontinuierlicher Weiterentwicklung bei. Die insbesondere bei der ZEB auf bayerischen Staatsstraßen angewendeten Techniken zur Visualisierung und Plausibilisierung der Daten befinden sich mittlerweile in fast allen Bundesländern routinemäßig im Einsatz.

Die weitere Entwicklung der ZEB-Verfahren in Hinblick auf Aufgabenneutralität, Standardisierung und Transparenz wird auch in Zukunft die Richtung der Forschungstätigkeiten in dieser Disziplin bestimmen. Man kann somit behaupten, ohne einen groben Prognosefehler zu riskieren, dass in

den nächsten Jahren Fortschritte auf diesen drei Gebieten erzielt werden:

- Erhöhung der Aufgabenneutralität der ZEB und Erweiterung der Anwendungsmöglichkeiten auch außerhalb des Erhaltungsmanagements der Fahrbahnbefestigung.
- Vervollständigung der Standardisierung aller ZEB-Leistungen und somit eine weitere Erhöhung der Stabilität des Verfahrens sowie eine Verbreitung des Einsatzes im Ausland.
- Erhöhung der Transparenz durch aktive Einbindung der ZEB-Anwender in alle relevanten Prozesse und durch gezielte Bereitstellung der Daten bzw. Ergebnisse.

Diese drei wichtigen Eigenschaften sind gleichzeitig Ziele der ZEB und können nur in gegenseitiger Interaktion betrachtet werden (Abb. 1).

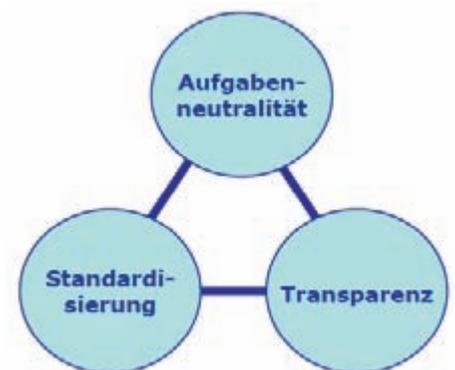


Abb. 1: Interaktion der wichtigen Eigenschaften der ZEB

Es ist selbstverständlich auch damit zu rechnen, dass der allgemeine technische Fortschritt in der Messtechnik, in der IT sowie in sonstigen Fachdisziplinen ebenso die ZEB prägen wird. Diese Annahme wird durch die Tatsache gestützt, dass zur Steuerung der ZEB bereits eine Reihe von institutionellen Maßnahmen etabliert sind, die es erlauben, die neuen, innovativen Techniken und Verfahren in die ZEB zu integrieren, ohne dadurch Störungen des Ablaufs der ZEB-Jahresmessungen oder eine Senkung der Leistungsfähigkeit und

der Qualität zu riskieren. So erwartet man zum Beispiel im Teilprojekt 3 (TP 3) der ZEB (Videoerfassung und sensitive Auswertung der Substanzmerkmale Oberfläche) den seit langem erwarteten Durchbruch bei der automatischen Schadenserkenkung. Die vor kurzem vorgenommene Standardisierung auch dieses Teilprojektes konnte den entscheidenden Beitrag dazu leisten.

In Bezug auf die Erfassung der Ebenheit erhofft man, dass an Stelle einer getrennten Betrachtung der Längs- und Querebenheit in Zukunft die Gesamtfahrhahnoberfläche abgebildet wird, damit eine Grundlage für diverse, multidisziplinäre Auswertungen, darunter z. B. die Analyse des Wasser-rückhaltes auf der Fahrbahn, geschaffen wird. Ein erster Schritt in dieser Richtung, der wahrscheinlich kurzfristig gegangen wird, besteht in der Einführung des zweiten Balkens zur Erfassung der Längsebenheit sowie in der Verdichtung der Aufnahme der Querprofile von 1 Meter auf 10 cm. Daneben werden zunehmend die Möglichkeiten erörtert, die strukturellen Eigenschaften der Fahrbahnbe-festigung wie etwa Aufbaudaten oder Tragfähigkeit vor allem in untergeordneten Netzen regulär zu erheben. Leistungsfähige Messverfahren, z. B. Georadar oder Messfahrzeuge zur dynamischen Tragfähigkeitsmessung,

werden mittlerweile intensiv genutzt. Es gibt pragmatische Argumente für die Erfassung dieser Merkmale innerhalb der gut ausgebauten organisato-rischen und infrastrukturellen Rahmen der ZEB.

Aufgabenneutralität

Die ZEB wurde Anfang der 90er Jahre mit der Zielsetzung aufgebaut, die Zustandsdaten für die Planung der Erhaltungsprogramme mit mittel- und langfristigen Planungshorizont nach einem einheitlichen Standard zu beschaffen. Mit dem allgemeinen Rundschreiben des damaligen Bundesministeriums für Verkehr (BMV) ARS-Nr. 27/1996 vom 09.08.1996 wurde die ZEB als dauerhaftes Vorhaben etabliert.

Ende der 90er Jahre wurden die ursprünglich primär als Beleg für die erbrachten Erfassungsleistungen ausgelieferten, sogenannten Rohdaten¹, standardisiert und zur Grundlage für alle Auswertungen erklärt. Die hoch aufgelösten Rohdaten wurden zur Schnittstelle zwischen der **aufgabenneutralen Erfassung** und der **aufgabenorientierten Auswertung** der Daten, wobei die Auswertung folgende Hauptschritte berücksichtigt:

¹ Längsebenheitsprofile mit 10 cm Stützpunkt-abstand, Querprofile alle 1 m mit 10 cm Stützpunkt-abstand, Seitenkraftmessverfahren (SKM)-Größen je 1 m, Oberflächeneigenschaften je 1 m x 1/3 Fahrstreifenbreite.

- Bildung der Auswerteabschnitte,
- Ermittlung der Zustandsgrößen,
- Zustandsbewertung,
- Visualisierung der Zustandsdaten,
- Statistische Auswertung der Zustandsdaten und der Bewertungsergebnisse.

In Abb. 2 wurde das Prinzip dieser grundlegenden Modifikation der ZEB schematisch dargestellt.

Die Anforderung an die Aufgabenneutralität der Erfassung setzt voraus, dass sich die Auflösung und Präzision der Rohdaten sowie die Erfassungshäufigkeit an allen zu unterstützenden Aufgaben bzw. Anwendungen orientieren.

Ursprünglich endete die Erfassung mit der Auslieferung der Zustandsgrößen für die Auswerteabschnitte gleicher Länge (im Regelfall 100 m). Die Ermittlung neuer bzw. alternativer Zustandsgrößen war nicht möglich, ohne auf die internen Datenbestände des Erfassers zurückzugreifen. Erst nach der Standardisierung der Rohdaten haben sich Möglichkeiten eröffnet, die Auswertungen nach individuellen, vielfältigen Kriterien zu realisieren. Die bis Ende der 90er Jahre stark konservative Haltung hinsichtlich der Implementierung neuer, an bestimmte Sachverhalte besser angepasster Zustandsindikatoren, war dadurch begründet, dass direkte

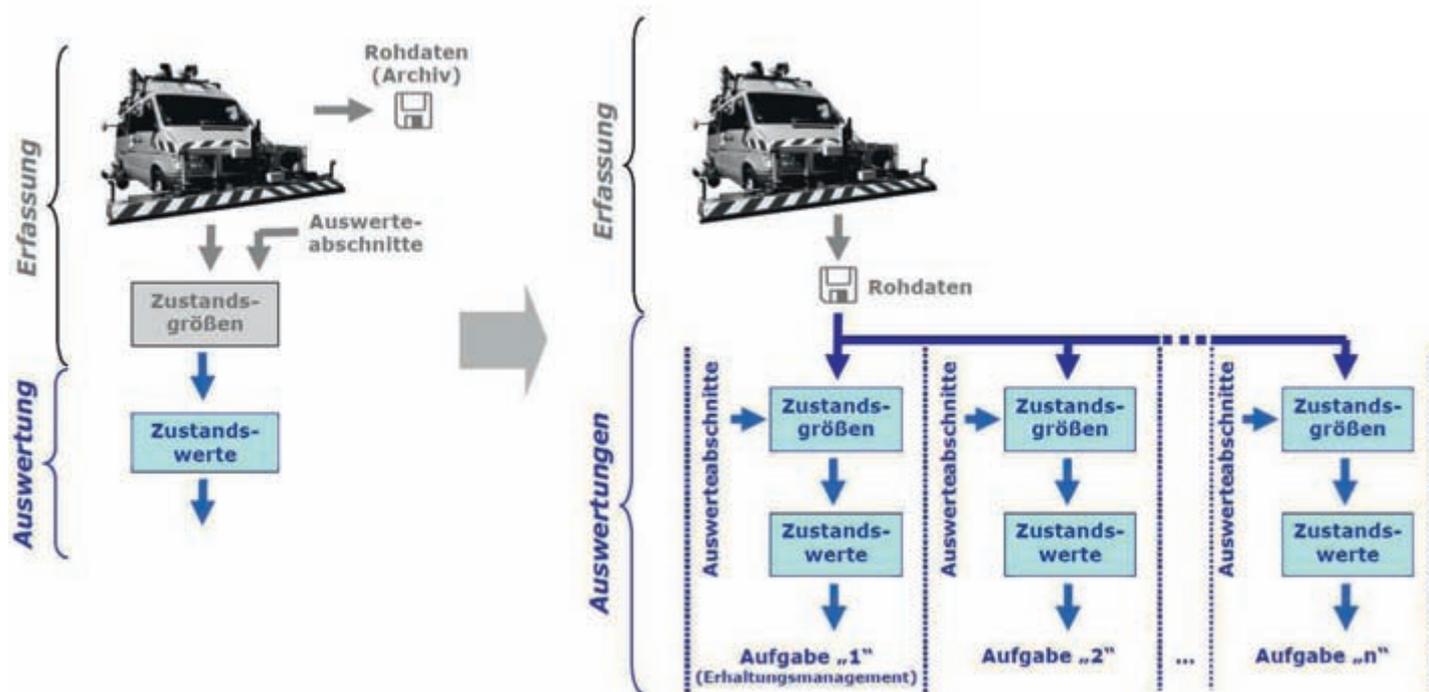


Abb. 2: Übergang zur aufgabenneutralen Zustandserfassung

Vergleiche zu den vorangegangenen ZEB-Kampagnen nicht möglich waren. Nach Standardisierung der Rohdaten stand dem allerdings nichts mehr im Wege und es ist mittlerweile fast an der Tagesordnung, neue Indikatoren, wie etwa den Längsebenenwirkindex (LWI) oder das bewertete Längsprofil (BLP) einzuführen und entsprechende Größen für alle vorangegangenen ZEB-Jahresmessungen rückwirkend zu ermitteln.

Die Rohdaten stellen modellhaft die „wahre“ und aufgabenunabhängige Abbildung der Fahrbahnoberfläche dar. Sie dienen damit als einheitliche, standardisierte Basis für alle weitergehenden Auswertungen und werden je nach Aufgabenstellung diversen Transformationen unterzogen. Für „klassische“ ZEB-Auswertungen wird z. B. eine Unterteilung in ein festes 100 m- bzw. im Bereich von Ortsdurchfahrten in ein 20 m-Raster vorgenommen. Im Zuge der Infrastrukturbewertung nach dem Prinzip der doppelten Buchführung in Konten (Doppik) aggregiert man die ZEB-Rohdaten hingegen mit variabler Länge, mit dem Ziel, Abschnitte mit möglichst homogenem Zustand zu erhalten. Bei den Analysen einer potentiellen Sicherheitsgefährdung infolge mangelhaften Zustands verwendet man Auswerteabschnitte konstanter Länge aber variabler Lage, indem man sie je 1 Meter entlang des zu analysierenden Fahrstreifens „bewegt“. Damit eliminiert man die für die meisten Anwendungen durchaus akzeptierte, für Sicherheitsanalysen allerdings nicht vertretbare Mittelung der Zustandsdaten. Die im Rahmen der ZEB auf Bundes- und Landesstraßen im Bereich der Ortsdurchfahrten erhobenen Rohdaten können direkt im Erhaltungsmanagement der Innerortsstraßen verwendet werden, obwohl gemäß E EMI² ein 10 m-Auswertemaster verlangt wird. Entsprechende Transformation der Rohdaten und die Ermittlung der auf Innerortsstraßen geforderten Zustandsindikatoren, wie Planographsimulation oder International Roughness Index (IRI) werden mittlerweile regulär praktiziert und reduzieren den Erfassungsaufwand. Es ist zu erwarten, dass die ZEB in den

nächsten Jahren zunehmend Aufgaben im Straßenwesen sowie in anderen Bereichen unterstützen wird. Neben den bisherigen Aufgaben der ZEB:

- Lang- und mittelfristige Erhaltungsplanung auf Netzebene,
- Maßnahmenplanung und Schadensanalyse auf Objektebene,
- Controlling der Erhaltungsziele,
- Straßeninfrastrukturbilanzierung,
- Bauweisenbewährung und Materialeignungsprüfung

werden zunehmend auch die folgenden Bereiche von den aufgabenneutralen Zustandsdaten profitieren:

- Bestimmung und Steuerung der Angebotsqualität und des Sicherheitsprofils, Unterstützung des Sicherheitsaudits.
- Bestimmung der Unebenheits- und Griffigkeitscharakteristika für den Bedarf der Transport- und Automobilindustrie.
- Inventarisierung der Bestands- und Geometriedaten für diverse Anwendungen (z. B. Aufnahme von Daten zu den Lärmschutzeinrichtungen³ bzw. die Erfassung von PMS-Inputgrößen, wie Fahrbahnbreite, Anzahl der Fahrstreifen, Lage der Nebenanlagen beim Fehlen oder bei mangelnder Aktualität dieser Daten in der Straßeninformationsbank).

Das ZEB-Verfahren konnte im Jahr 2010, nach lediglich geringfügigen Anpassungen für die Erfassung und Auswertung der Zustandsdaten auf Radwegen im Verlauf der Landesstraßen in Niedersachsen eingesetzt werden. Das ist eine weitere Bestätigung erheblicher Synergievorteile aus der erzielten Aufgabenneutralität der ZEB.

Standardisierung

Die Standardisierung der ZEB umfasst die Prozesse, Verfahren sowie Datenformate und trägt zur dauerhaften, nachhaltigen Stabilisierung der ZEB als Fachdisziplin bei.

Die Standardisierung der **ZEB-Prozesse** bestimmt die Regeln zur Vorbereitung, Ausschreibung, Vergabe, Abwicklung, Qualitätssicherung sowie Abrechnung aller ZEB-Leistungen.

Die meisten der relevanten **ZEB-Ver-**

fahren wurden mittlerweile ebenso standardisiert. Zu den wichtigsten in den letzten Jahren standardisierten ZEB-Verfahren gehören:

- Zuordnung der ZEB-Daten zum Netz anhand der GPS-Koordinaten (sog. Standardisierte Netzzuordnung),
- Ermittlung der Zustandsgrößen aus Rohdaten,
- Prüfung der ZEB-Grunddaten sowie -Ergebnisse.

Für die Unterstützung der ZEB stellt die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) den beteiligten Firmen die sog. ZEB-Standardprogramme kostenfrei zur Verfügung, damit die ZEB-Verfahren einheitlich angewendet werden und somit die Reproduzierbarkeit und Vergleichbarkeit der ZEB-Ergebnisse sichergestellt wird. Auch die **ZEB-Datenformate** (darunter auch die der Rohdaten), **-Ergebnisse** und sonstige ZEB-Dokumente wurden standardisiert und sind dadurch für die weitergehenden Auswertungen und multidisziplinären Anwendungen auch außerhalb der ZEB geeignet.

Zu den Standarddokumenten der ZEB zählen vor allem die „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Zustandserfassung und -bewertung von Straßen“ (ZTV ZEB-StB) und die Handbücher der jeweiligen Jahresmessungen. Diese Dokumente legen alle relevanten Einzelheiten zu den Prozessen, Verfahren und Dateninhalten offen und werden nicht nur im Bereich der Bundesfernstraßen, sondern auch für die ZEBs auf Landesstraßen, Kreisstraßen und vielen kommunalen Straßen verwendet. Die Standardisierung der ZEB ist weltweit einzigartig. Das führt dazu, dass auch im Ausland die deutschen Regelwerke, vor allem ZTV ZEB-StB als verbindliche Bestandteile der Ausschreibung integriert werden. Eine besondere Bedeutung spielt dabei die oben angesprochene Aufgabenneutralität der Erfassung nach dem ZEB-Standard, die es ermöglicht, die erfassten ZEB-Daten nach den Vorgaben der jeweiligen Verwaltung auszuwerten.

Trotz der weit fortgeschrittenen Standardisierung der ZEB gibt es noch

² E EMI 2003 „Empfehlungen für das Erhaltungsmanagement von Innerortsstraßen“

³ Für die Zwecke der Umsetzung der EG-Richtlinie über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm, (2002/49/EG) wurden anhand der Auswertungen von ZEB-Streckenbildern zuerst in Bayern und anschließend in Baden-Württemberg, Hessen und Niedersachsen die Lage und Höhe der Lärmschutzeinrichtungen sowie die Verkehrszeichen mit Geschwindigkeitsbeschränkungen photogrammetrisch bestimmt und ausgewertet. Damit konnte eine zeit- und kostenaufwendige Vermessung vor Ort vermieden werden.

Handlungsbedarf, der in der nächsten Zukunft die Aktivitäten bestimmen wird. Im Teilprojekt 3 (TP 3) der ZEB (Videoerfassung und sensitive Auswertung der Substanzmerkmale Oberfläche) wird zum Großteil noch immer nach dem „alten“ Prinzip verfahren. Sowohl die Erfassung, d. h. die Aufnahme der Bilder der Fahrbahnoberfläche (sog. „Makrobilder“), als auch die Auswertung der Bilder nach den festgelegten Regeln, wird bisher durch den Erfasser, d.h. durch den Betreiber des Messfahrzeuges, realisiert. Es wird erwartet, dass künftig auch im TP 3 eine konsequente Trennung zwischen der Erfassung, in diesem Fall Erstellung der Bilder der Fahrbahnoberfläche und der Auswertung, d.h. ingenieurmäßigen Analyse der Bilder und Registrierung der Oberflächenschäden, als separate Prozesse etabliert werden. Dadurch werden die Voraussetzungen für die Qualitätssicherung auch in diesem Teilprojekt der ZEB geschaffen.

Transparenz

Eine der wichtigsten Voraussetzungen für die hohe Akzeptanz der ZEB-Daten im Erhaltungsmanagement sowie für deren Anwendung in anderen Aufgabengebieten ist eine hohe Transparenz aller relevanten Verfahren und Daten. Nur wenn die Zustandsdaten verifizierbar und validierbar sind, werden sie in den Entscheidungsprozessen bedenkenlos verwendet.

Vor vier Jahren wurde ein Verfahren implementiert, mit dem die Rohdaten, die Streckenbilder sowie die Auswertergebnisse den Anwendern bereits während der ZEB-Kampagne online bereitgestellt werden. Die Möglichkeit, auf die Zustandsdaten in vollem Umfang und aus diversen Perspektiven zurückzugreifen, ist mittlerweile bundesweit routinemäßig im Einsatz. Mit diesem Verfahren wurde nicht nur die Möglichkeit geschaffen, eine fundierte Datenkontrolle durch die Ortskundigen vorzunehmen (Verifizierung), sondern sich ebenso zur Richtigkeit der ZEB-Indikatoren sowie der Auswertverfahren zu äußern (Validierung). Der ZEB-Anwender wird dadurch bereits frühzeitig, noch im „Entstehungsprozess“, und nicht erst nach Auslieferung der gedruckten Ergebnisse in das ZEB-Verfahren eingebunden. Zahlreiche Anwender

haben bereits von der Möglichkeit Gebrauch gemacht, auf bestimmte Unplausibilitäten hinzuweisen und Vorschläge zur Verbesserung der Auswertemodalitäten zu formulieren. Diese Hinweise werden sukzessiv dokumentiert und nach der Abstimmung in den zuständigen Gremien, vor allem in der Koordinierungsgruppe ZEB (KoG ZEB), in das ZEB-Verfahren integriert.

Durch die zu erwartende Verbreitung solcher Techniken und die Beteiligung der Nutznießer der ZEB im kontinuierlichen Verbesserungsprozess wird die ZEB allmählich zu einer „selbst lernenden“ Disziplin mit starker Beteiligung aller dort engagierten Personen.

Erhaltungsplanung

Die Planung von Erhaltungsmaßnahmen erfolgt mit Hilfe von Pavement Management Systemen (PMS) auf strategischer und auf operativer Ebene. Während auf strategischer Ebene primär der Bedarf für die Erhaltungsmittel zur Erreichung vordefinierter Qualitätsziele mit langfristigem Planungshorizont bestimmt wird, werden die Erhaltungsprogramme für kurz- und mittelfristige Planungshorizonte auf operativer Ebene erstellt. Für die strategische Ebene ist somit neben stark aggregierten Daten die Prognose des Zustands von Bedeutung, für die operative Ebene dagegen der effektive und flexible Zugriff auf die aktuellen Zustandsdaten, einschließlich Streckenbilder und Rohdaten sowie auf die Makrobilder aus dem Teilprojekt 3.

Die Entwicklung und Implementierung der grundlegenden PMS-Modelle auf strategischer Ebene sowie die Realisierung notwendiger Forschung wird auch weiterhin im Rahmen von Bundesprojekten erfolgen. Bereits jetzt zeichnet sich allerdings die deutliche Tendenz ab, über die Standardberechnungen hinaus auch weitergehende Auswertungen zu realisieren, die auf die länderspezifischen Belange zugeschnitten sind. Es ist offensichtlich, dass dieser Trend auch in Zukunft die PMS-Entwicklung prägen wird. Ebenso ist zu erwarten, dass sich an Stelle einer umfassenden, starren PMS-Applikation modular aufgebaute und flexible Web-Dienste durchsetzen werden.

Auf der operativen Ebene wird sich dagegen die bereits jetzt ein-

deutig sichtbare Tendenz verstärken, Auswertungen nach pragmatischen, transparenten und überschaubaren Kriterien zu realisieren. Die bereits Mitte der 90er Jahre in Bayern eingeführte, sog. Verbesserte Erhaltungsplanung (VEP) wurde in den letzten Jahren weiterentwickelt und bildet die Basis für das von der Bayerischen Straßenbauverwaltung erarbeitete Koordinierte Erhaltungs- und Bauprogramm (KEB). Mittlerweile setzen zahlreiche Bundesländer das bayerische „KEB-Verfahren“ erfolgreich in der Praxis ein, wenn auch mit länderspezifischen Modifikationen.

Zusammenfassung

Der Verfasser beobachtet und gestaltet die Entwicklung der ZEB bereits seit ihren Anfängen. Die in dem vorliegenden Beitrag formulierten Prognosen zur Entwicklung der ZEB basieren auf einer Projektion der sich heute eindeutig abzeichnenden Trends. Die ZEB hat sich in den letzten Jahren zu einem Verfahren entwickelt, das durch starke Standardisierung, Transparenz und vor allem durch die Erreichung einer weitgehenden Aufgabenneutralität geprägt ist. Insbesondere die letztgenannte Eigenschaft führt zwangsläufig dazu, dass das Interesse anderer Fachgebiete und Disziplinen an den ZEB-Daten, darunter auch an den ZEB-Geometriedaten, Streckenbilder oder ZEB-Netzen, den Fortschritt und die Weiterentwicklung praktisch erzwingen wird.

Autor

Dr.-Ing. Slawomir Heller
Heller Ingenieurgesellschaft mbH
Darmstadt
info@heller-ig.com



Asphaltierungsarbeiten auf einer Autobahn

Zustandsbezogene Mittelvergabe bei der Bestandserhaltung

Dr.-Ing. Olaf Weller

Ausgangssituation

Die Ergebnisse der aktuellen Zustandserfassung und -bewertung (ZEB) auf Bundes- und Staatsstraßen zeigen, dass der Zustand der Fahrbahnen in Bayern regional deutliche Unterschiede aufweist. Die Ursachen hierfür sind vielschichtig. Sie liegen u. a. begründet in den regional unterschiedlichen Bautätigkeiten der vergangenen Jahre. Auch äußere zustandsbeeinflussende Beanspruchungen, denen eine Straße durch Klima und Verkehrsbelastung ausgesetzt ist, unterliegen bayernweit großen Schwankungen. Außerdem wirken sich verschiedene Erhaltungsstrategien sowie bautechnische Einflüsse, wie beispielsweise die gewählte Bauweise oder die eingebauten Zuschlagsstoffe auf die langfristige Entwicklung des Straßenzustandes aus. Hinzu kommt, dass in der Vergangenheit die Bestandserhaltungsmittel zugunsten notwendiger Aus- und Neubaumaßnahmen sowie zugunsten nicht vorhersehbarer Winterdienstausgaben in einzelnen Regionen mehr oder weniger stark geschwächt werden mussten. Auch erforderliche, kostenintensive Bauwerkssanierungen reduzierten bei einzelnen Staatlichen Bauämtern den Spielraum für zusätzliche Erhaltungsmaßnahmen erheblich.

Vor dem Hintergrund dieser regional unterschiedlichen Straßenzustände und Randbedingungen hat die Bayerische Straßenbauverwaltung ihr Managementkonzept für die Straßenerhaltung weiter optimiert. Hierzu wurde erstmals im Jahr 2008 ein sogenanntes Koordiniertes Erhaltungs- und Bauprogramm eingeführt, das die Staatlichen Bauämter bei der mittelfristigen Planung von Erhaltungsmaßnahmen auf Grundlage objektiver Maßstäbe wie Straßen- und Bauwerkszustand unterstützt sowie die Basis für ein Controlling darstellt (s. a. Artikel „Koordiniertes Erhaltungs- und Bauprogramm (KEB) auf Bundes- und Staatsstraßen“ in diesem Sonderheft). Außerdem wurde der bisherige Verteilungsschlüssel für die Bestandserhal-

tung der Staats- und Bundesstraßen mit dem Ziel weiterentwickelt, die zur Verfügung stehenden Haushaltsmittel auf Grundlage objektiver Maßstäbe noch effektiver und bedarfsgerechter einzusetzen.

Bisheriger Verteilungsschlüssel der Bestandserhaltungsmittel

Die Verteilung der Bestandserhaltungsmittel bei den Staatsstraßen erfolgte bis einschließlich 2008 nach der Netzlänge. Zusätzlich fand seit einigen Jahren auch der Straßenzustand Berücksichtigung. Hierzu wurden die Netzanteile mit den Mittelwerten der ZEB 2002/2003 gewichtet. Die Gewichtungsfaktoren waren allerdings abgeschwächt, um gravierende Unterschiede gegenüber einer reinen Mittelverteilung nach Netzlänge auf Regierungsbezirksebene zu vermeiden.

Bei den Bundesstraßen lagen der Verteilung der Bestandserhaltungsmittel ausschließlich die so genannten Bewertungslängen zugrunde, die sich aus der Netzlänge und der Streifigkeit ableiten lassen.

Anforderungen an den weiterentwickelten Verteilungsschlüssel bei der Bestandserhaltung

Die Anforderungen, die vor Erarbeitung des neuen Verteilungsschlüssels der Bestandserhaltungsmittel definiert wurden, waren hoch. Insbesondere galt es, die Gebiete mit einem schlechten Fahrbahn- und Bauwerkszustand spürbar stärker als bisher zu berücksichtigen. Gleichzeitig jedoch sollten die Mittel auch weiterhin dorthin fließen, wo viel Streckenlänge und Bauwerksfläche zu erhalten ist, um den Staatlichen Bauämtern eine weitgehend nachhaltige Erhaltungsstrategie ihres Netzes zu ermöglichen. Ein weiteres Ziel war, dass möglichst viele Straßenbenutzer von der neuen Verteilung profitieren, ohne dass dabei der ländliche Raum außer Acht gelassen wird. Im Hinblick auf die personelle Ausstattung der Staatlichen Bauämter bestand die Vorgabe, Stärkungen bzw.

Schwächungen des bisherigen Erhaltungsbudgets in einem umsetzbaren Rahmen zu halten. Trotz dieser zahlreichen Einflussfaktoren und zu beachtenden Randbedingungen sollte der Verteilungsschlüssel letztlich noch einfach vermittelbar und transparent sein.

Aufgrund der vielen, sich teilweise widersprechenden Anforderungen mussten Kompromisse geschlossen werden. So fanden nicht alle der ursprünglich diskutierten Einflussfaktoren, wie beispielsweise das Unfallgeschehen oder der Ausbaustandard, ihre Berücksichtigung im überarbeiteten Schlüssel.

Neuer Verteilungsschlüssel der Bestandserhaltungsmittel bei den Staatsstraßen

Im Ergebnis weicht der weiterentwickelte Verteilungsschlüssel bei der Staatsstraßenerhaltung vom bisherigen dadurch ab, dass er neben einer stärkeren Gewichtung des Straßenzustandes auch die Verkehrsbelastung, differenziert nach Kraftfahrzeug- und Schwerverkehr, sowie den Bestand und den Zustand der Ingenieurbauwerke angemessen berücksichtigt. Konkret erfolgt die Verteilung der Staatsstraßenbestandserhaltungsmittel auf die Staatlichen Bauämter zukünftig nach folgendem Schlüssel (Abb. 1):

- **40 %** werden nach der Bewertungslänge (Streckenlänge und Streifigkeit) und der jeweiligen Verkehrsleistung (Netzlänge multipliziert mit der Verkehrsbelastung) verteilt. Dabei wird die Bewertungslänge zur Hälfte sowie die Verkehrsbelastung durch Kraftfahrzeuge und die Verkehrsbelastung durch Schwerverkehr jeweils zu einem Viertel berücksichtigt.
- **40 %** werden nach dem Fahrbahnzustand verteilt. Verteilungsmaßstab sind dabei die auf Basis der Ergebnisse der ZEB 2007 mit dem Verfahren der Verbesserten Erhaltungsplanung (VEP) errechneten Erhaltungsabschnitte. Bei diesem

Verfahren werden aus der ungeheuren Fülle der ZEB-Daten Streckenabschnitte mit einer Mindestlänge von 500 m herausgefiltert, die sich in einem sanierungsbedürftigen Zustand befinden. Diese zentral errechneten Erhaltungsabschnitte finden auch Eingang in das Koordinierte Erhaltungs- und Bauprogramm. Somit werden die von den Staatlichen Bauämtern abzuarbeitenden Erhaltungsvorschläge zumindest mit einem Sockelbetrag entsprechend ihrer bayernweiten Anteile finanziell dotiert.

Zusätzlich wird auf Grundlage der beiden vergangenen Zustandserfassungen und -bewertungen in den Jahren 2002/2003 und 2007 ein Faktor für die Zustandsentwicklung berücksichtigt. Dadurch werden die Staatlichen Bauämter bei der Mittelvergabe stärker bedacht, in deren Zuständigkeitsbereich sich der Zustand in diesem Zeitraum besonders schnell verschlechtert hat.

Eine zusätzliche Gewichtung der VEP-Erhaltungsabschnitte entsprechend ihrer Verkehrsbelastung erfolgt nicht, da diese bereits im o. g.

Grundbedarf mit eingerechnet ist. Außerdem haben Vergleichsrechnungen ergeben, dass die Einbeziehung der Verkehrsbelastung auf den VEP-Erhaltungsabschnitten keine wesentliche Veränderung der Ergebnisse bewirkt hätte.

- **10 %** werden nach der Bauwerksfläche verteilt, wodurch der gegenüber der Fahrbahn höhere Erhaltungsbedarf der Bauwerke Berücksichtigung findet.
- **10 %** werden nach dem Bauwerkszustand anhand der Ergebnisse der turnusmäßigen Bauwerksprüfungen verteilt. Verteilungsmaßstab hierbei ist die Fläche der Brücken, deren Gesamtzustandsnote 2,8 oder schlechter ist. Dies entspricht nach dem technischen Regelwerk gerade noch der Kategorie „ausreichender Bauwerkszustand“ (Note 2,5 - 2,9) bzw. schon den Kategorien „nicht ausreichender“ (Note 3,0 - 3,4) oder „ungenügender Bauwerkszustand“ (Note 3,5 - 4,0). Mit diesem Ansatz soll den kurzfristig anstehenden aufwendigen Bauwerkssanierungen finanziell Rechnung getragen werden. Auch diese sanierungsbedürftigen Bauwerke werden ins o. a. Koordinierte Erhaltungs- und Bauprogramm übernommen und müssen bei der Aufstellung der Erhaltungsprogramme von den Staatlichen Bauämtern berücksichtigt werden.

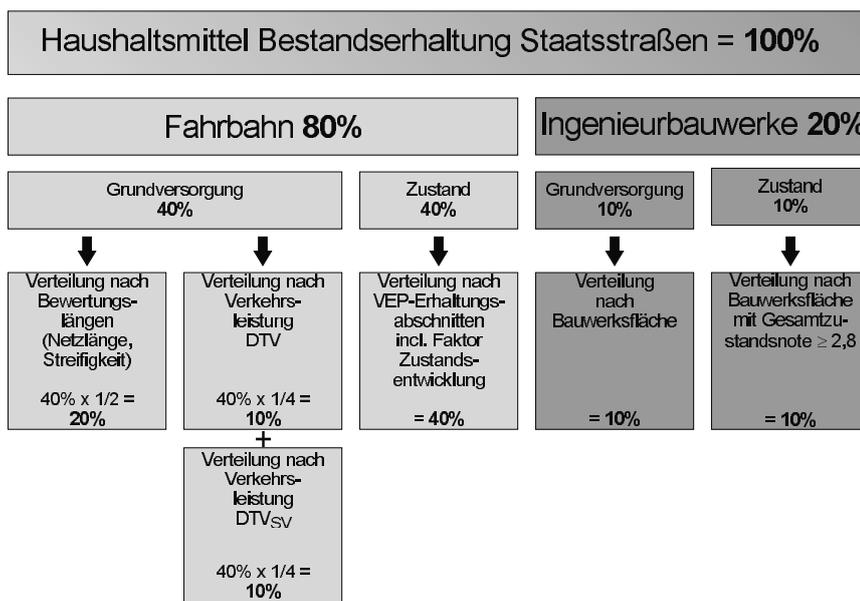


Abb. 1: Zusammenfassende Darstellung der Verteilung der Bestandserhaltungsmittel bei den Staatsstraßen

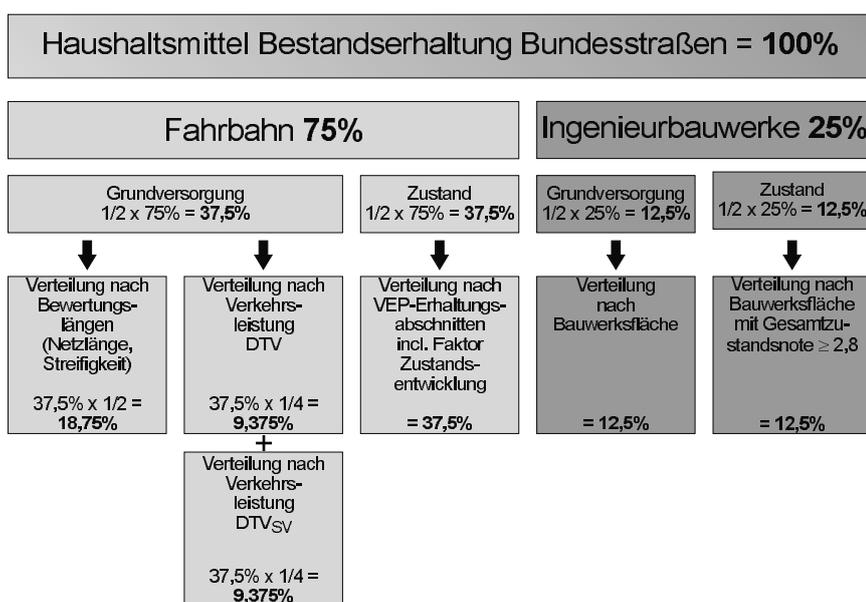


Abb. 2: Zusammenfassende Darstellung der Verteilung der Bestandserhaltungsmittel bei den Bundesstraßen

Insgesamt werden damit die Mittel für die Erhaltung der Fahrbahnen und Ingenieurbauwerke künftig jeweils zur Hälfte bestandsorientiert und zustandsbezogen verteilt. Die Aufteilung der Anteile zwischen Fahrbahnen und Ingenieurbauwerken im Verhältnis 80 % zu 20 % orientiert sich an den Erfahrungswerten bei der Staatsstraßenerhaltung der vergangenen Jahre.

Neuer Verteilungsschlüssel der Bestandserhaltungsmittel bei den Bundesstraßen

Der weiterentwickelte Verteilungsschlüssel bei den Bundesstraßen entspricht im Wesentlichen dem der Staatsstraßen. Entscheidender Unterschied ist die Aufteilung der Anteile zwischen Fahrbahnen und Ingenieurbauwerken. Diese erfolgt im Verhältnis 75 % zu 25 %. Damit wird dem höheren Brückenflächenanteil und -erhal-

tungsbedarf auf Bundesstraßen gegenüber dem auf Staatsstraßen Rechnung getragen. Somit verschieben sich die Anteile des Verteilungsschlüssels wie in Abbildung 2 dargestellt.

Auswirkungen der neuen Mittelverteilung

Mit den neuen Verteilungsschlüsseln werden die Staatlichen Bauämter mit einem schlechten Straßennetz, hohen Verkehrsbelastungen und vielen (sanierungsbedürftigen) Bauwerken bei der Mittelzuweisung stärker als bisher bedacht. Im Extremfall stehen solchen Bauämtern somit bei gleichbleibenden bayernweiten Mittelansätzen künftig bis zu etwa 60 % mehr Erhaltungsmittel als bisher zur Verfügung. Dies geht allerdings zu Lasten von Bauämtern mit einem vergleichsweise guten Straßennetz, geringen Verkehrsbelastungen und wenigen (sanierungsbedürftigen) Bauwerken. Solche Bauämter müssen ihrerseits wiederum mit Einschnitten bei der Mittelzuweisung um bis zur Hälfte gegenüber den bisherigen Ansätzen rechnen (Abb. 3). Bei der Neuverteilung der Mittel wird unterstellt, dass alle Bauämter bisher in gleicher Weise wirtschaftlich gearbeitet haben und unterschiedliche Straßen- und Bauwerkszustände allein aus den eingangs erwähnten äußeren Einflüssen und Zwängen resultieren. Nur so ist eine Solidarisierung der „abgebenden“ Bauämter gewährleistet.

Bei der Umsetzung des neuen Verteilungsschlüssels können im Haushaltsvollzug in begründeten Ausnahmefällen die Erhaltungsmittel in geringem Maße zugunsten solcher Bauämter umgeschichtet werden, die durch teure Einzelmaßnahmen, wie beispielsweise der Sanierung einer Großbrücke, extrem belastet sind. Diese Umschichtungen erfolgen auf Regierungsbezirksebene in Abstimmung mit der Obersten Baubehörde. Dabei ist ein Ausgleich der Mittel im Verlauf der Folgejahre entsprechend dem Verteilungsschlüssel zwingend.

Ausblick

Die aktuell ermittelten Verteilungsschlüssel für die Bestandserhaltungsmittel wurden erstmals im Jahr 2009 angewendet und sollen bis zum Vorliegen der Ergebnisse der nächsten Zustandserfassung und -bewertung 2011

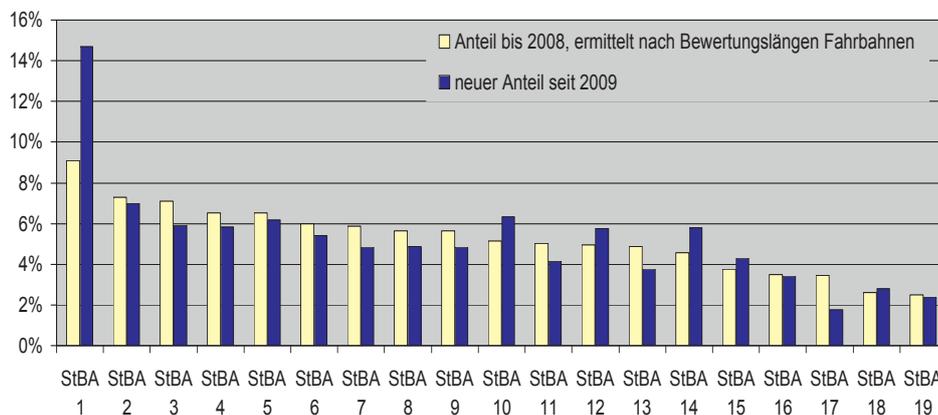


Abb. 3: Verteilungsschlüssel der Bestandserhaltungsmittel bei Bundesstraßen. Vergleich der bayernweiten Anteile der 19 Staatlichen Bauämter bis 2008 und seit 2009

auf Bundes- und Staatsstraßen beibehalten werden. Anhand der dann vorliegenden Ergebnisse werden die Verteilungsschlüssel einer Erfolgskontrolle unterzogen und an die neuen Rahmenbedingungen angepasst werden. Diese Erfolgskontrolle wird auch eine genauere Untersuchung hinsichtlich Art und Umfang der durchgeführten Maßnahmen der Bestandserhaltung beinhalten.

Schon heute kann jedoch vorausgesagt werden, dass sich eine bayernweite Harmonisierung des Straßen- und Brückenzustandes umso schneller vollziehen wird, je mehr Erhaltungsmittel zur Verfügung stehen werden. Eine breitflächige Zustandsverbesserung wird sich allerdings nur dann einstellen, wenn die Mittelansätze für die Bestandserhaltung ausreichend dotiert und somit insbesondere im Staatsstraßenbereich gegenüber den Ansätzen der vergangenen Jahre deutlich erhöht werden.

Die Notwendigkeit, die zur Verfügung stehenden Haushaltsmittel auf Grundlage objektiver Maßstäbe effektiv und bedarfsgerecht einzusetzen, wird auch künftig eine Daueraufgabe sein. Dabei kann ein Wechsel in der Betrachtung neue Erkenntnisse ermöglichen und somit die Basis für künftige Weiterentwicklungen bilden. In diesem Zusammenhang sind laufende Untersuchungen zur Visualisierung kombinierter Zustands- und Verkehrsdaten zu nennen. Mit der gemeinsamen Darstellung solcher Verkehrszustandsdaten für Bundes- und Staatsstraßen soll schnell erkennbar sein, wo hohe Verkehrsbelastungen auftreten und gleichzeitig ein schlechter Straßenzustand vorhanden ist.

Mit Abschluss der Untersuchungen wird der Bayerischen Straßenbauverwaltung ein weiteres Hilfsmittel für die strategische und operative Erhaltungsplanung zur schnellen Lokalisierung von Straßenabschnitten mit dem größten Handlungsbedarf zur Verfügung stehen.

Autor

Baudirektor Dr.-Ing. Olaf Weller
Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern
olaf.weller@stmi.bayern.de

Erhaltung von Ingenieurbauwerken

Dipl.-Ing. Karl Goj
Dipl.-Ing. Reinhard Wagner
Dipl.-Ing. (FH) Roland Naturski
Dipl.-Ing. Bernhard Ettelt

Bestand und Zustand

Zum Anlagevermögen unserer Straßen gehören neben der Fahrbahnbefestigung vor allem auch Brücken und Ingenieurbauwerke, wobei den Brücken eine besondere Bedeutung zukommt. Sie sind die kritischen Punkte im Straßennetz. Bei notwendigen Sperrungen oder Einschränkungen z.B. wegen Bauarbeiten oder Bauwerksschäden, sind meist großräumige Umleitungsstrecken bis zum nächsten Brückenübergang erforderlich. Auch dauern die komplexen Instandsetzungsarbeiten an Brückenbauwerken meist erheblich länger als vergleichbare Arbeiten im übrigen Straßennetz.

Der Bestand an Brücken und Ingenieurbauwerken im Zuge der Bundesfernstraßen und Staatsstraßen in Bayern umfasst über 14.000 Brückenbauwerke mit über 16.000 Teilbauwerken und einer Fläche von 6,1 Mio. m², 58 Tunnelbauwerke mit einer Gesamtröhrenlänge von rund 37 km sowie eine Vielzahl von Stützwänden, Lärmschutzwänden, Verkehrszeichenbrücken und sonstigen Bauwerken. Im Weiteren werden noch fast 1.000 Brücken der mitverwalteten Kreisstraßen betreut. Das Anlagevermögen der Brückenbauwerke beträgt rd. 10,0 Mrd. €, das der Tunnelbauwerke 1,3 Mrd. €. Beton- und Spannbetonbrücken haben bezogen auf die Brückenflächen den weitaus größten Anteil am Bestand.

Entsprechend der wirtschaftlichen Entwicklung Deutschlands nach dem 2. Weltkrieg stammt ein erheblicher Anteil dieser Bauwerke aus den 60er und 70er Jahren. Dies bedeutet jedoch gleichzeitig, dass dieser Teil des Bestandes nach den bisherigen Erfahrungswerten in den nächsten Jahren für eine Grunderneuerung ansteht, um den heutigen Verkehrsanforderungen weiter zu genügen. Aber nicht nur infolge des Alters stehen Grundinstandsetzungen an. Auch neuere technische Erkenntnisse und die Fortschreibung der technischen Regelwerke im Zusammenhang mit Problemen wie Koppelfugen, Span-

nungsrisikokorrosion am Spannstahl, Nichtberücksichtigung des Lastfalls ΔT und zu geringer Schubbewehrung, machen Maßnahmen an den Brücken erforderlich.

Einwirkungen auf die Ingenieurbauwerke

Lebensdauer und Erhaltungsaufwand der Brückenbauwerke werden maßgeblich durch die Schwerverkehrsbelastung bestimmt. Schon heute liegt der Anteil des Schwerverkehrs ($\geq 7,5$ t) auf Autobahnen bei ca. 19 % mit der Folge, dass auf hoch belasteten Strecken der rechte Fahrstreifen fast durchgängig von Lkw belegt ist. Auch für die

größeren Beanspruchungen.

Bereits heute bereiten Überladungen von Fahrzeugen bis zu 30 % vor allem in den grenznahen Bereichen große Sorgen. Dies hängt sicher auch mit den europaweit unterschiedlich zulässigen Gesamtgewichten zusammen, die z. B. in den Niederlanden 50 t betragen. Auch in Deutschland sind die zulässigen Achslasten und Gesamtgewichte in den letzten Jahrzehnten deutlich gestiegen, auf heute 40 t bzw. 44 t im sogenannten kombinierten Verkehr im Sinne der Richtlinie 92/106/EWG. Forderungen nach weiteren Erhöhungen auf 60 t Gesamtgewicht werden bereits laut,

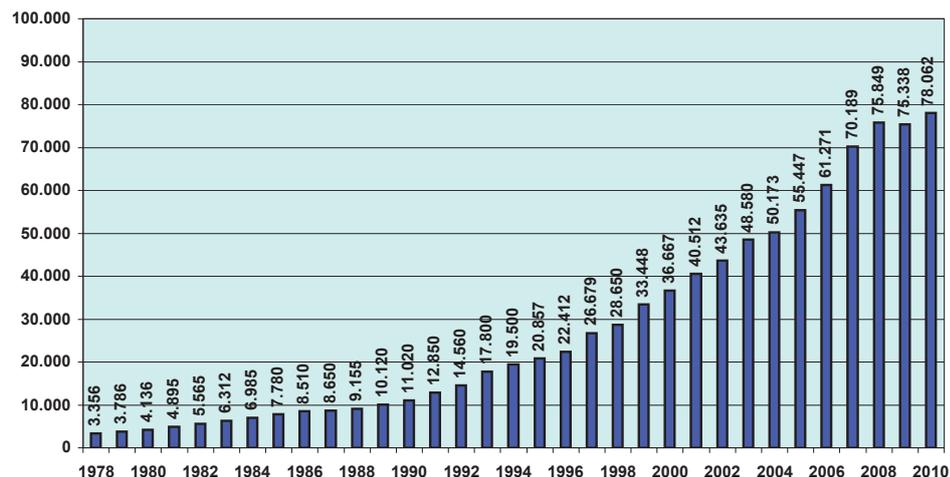


Abb. 1: Großraum- und Schwerverkehr, Anhörungen nach StVO §29 (3) bei der Autobahndirektion Nordbayern

Zukunft sind hohe Steigerungsraten zu erwarten. Prognosen sagen, ausgehend vom Basisjahr 2005, eine Zunahme des Güterverkehrs von 80 % bis zum Jahr 2025 voraus. Negativ wirken sich auch die zunehmenden Fahrzeuggewichte und Achslasten aus.

Mit der Einführung der streckenbezogenen Lkw-Maut ist zu erwarten, dass durch den verschärften Wettbewerb der Speditionen in Verbindung mit den heutigen Ortungs- und Kommunikationsmöglichkeiten die Auslastung der Lkw künftig deutlich höher sein wird. Dies ist zwar verkehrspolitisch erwünscht, führt bei den Bauwerken aber zu wesentlich

können jedoch aufgrund des vorhandenen Bestandes und Zustandes der Straßen und Bauwerke nicht akzeptiert werden. Auch der Anteil genehmigungspflichtiger Großraum- und Schwervertransporte nimmt ständig zu. Am Beispiel der Autobahndirektion Nordbayern (Abb. 1) erkennt man, dass es sich um eine exponentielle Zunahme handelt. In Bayern wurden im Jahr 2010 rund 300.000 Anhörungen für Schwervertransporte von den staatlichen Straßenbaubehörden bearbeitet.

Sollen die Brücken den Belastungen während ihrer geplanten Lebensdauer gewachsen sein, müssen deren Dimensionierung und die gesetzliche Be-



Abb. 2: Großraum- und Schwertransport

grenzung der Fahrzeuggewichte und Achslasten aufeinander abgestimmt sein. Dazu müssen auch Erkenntnisse darüber gewonnen werden, ob die heutigen, bestimmten Straßenklassen zugeordneten Lastkollektive stabil sind oder ob künftig mit geänderten Fahrzeugkollektiven zu rechnen ist.

Prüfung und Zustand

Um eine ständige Funktionsfähigkeit und Verkehrssicherheit der Ingenieur-

bauwerke zu gewährleisten, werden diese einer regelmäßigen, fachkundigen Überwachung und Prüfung unterzogen. Grundlage für die Bauwerksprüfung ist die Norm DIN 1076 „Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen; Überwachung und Prüfung“ (Ausgabe Nov. 1999). Danach wird bei der Überwachung und Prüfung aller Ingenieurbauwerke unterschieden zwischen Hauptprüfungen, Einfachen Prüfungen, Prü-

fungen aus besonderem Anlass (Sonderprüfungen), Besichtigungen und den laufenden Beobachtungen.

Die erste Hauptprüfung wird vor der Abnahme der Bauleistung, die zweite Hauptprüfung vor Ablauf der Verjährungsfrist der Gewährleistung durchgeführt. Danach wird jedes sechste Jahr eine Hauptprüfung durch speziell ausgebildete Bauwerksprüfingenieure durchgeführt. Bei jeder Hauptprüfung werden alle Bauwerksteile, auch die schwer zugänglichen, ggf. unter Zuhilfenahme von Besichtigungsgeräten und Prüfgeräten, handnah geprüft. Drei Jahre nach einer Hauptprüfung erfolgt jeweils eine Einfache Prüfung, die, soweit vertretbar, ohne Verwendung von Besichtigungsgeräten, als intensive, erweiterte Sichtprüfung durchgeführt wird. Eine Sonderprüfung ist nach größeren, den Zustand der Ingenieurbauwerke beeinflussenden Ereignissen durchzuführen, z. B. nach einem Hochwasser, Unfall, Erdbeben oder wenn es nach einer Besichtigung oder Beobachtung erforderlich scheint. Der Umfang der Prüfung ergibt sich jeweils aus dem Anlass.

Bei den regelmäßig, jährlich durchzuführenden Besichtigungen kontrollieren die zuständigen Straßen- und Autobahnmeistereien mit sachkundigem Personal die Bauwerke ohne größere Hilfsmittel wie z. B. Besichtigungsfahrzeugen. In Jahren, in denen eine Haupt- bzw. Einfache Prüfung durchgeführt wird entfällt die Besichtigung. Grundsätzlich werden alle Ingenieurbauwerke im Rahmen der allgemeinen Streckenkontrollen bezüglich der Verkehrssicherheit in Augenschein genommen. Darüber hinaus werden mindestens zweimal jährlich alle Bauteile eines Bauwerks im Hinblick auf erkennbare Schäden durch das Personal für Straßenkontrollen beobachtet.

Alle Ergebnisse aus den Prüfungen, Besichtigungen und Beobachtungen werden für jedes einzelne Ingenieurbauwerk nach festen Vorgaben dokumentiert. Die Aufnahme der Schäden und die daraus folgende Beurteilung des Zustandes erfolgt unter Nutzung moderner DV-Systeme auf Grundlage der „Richtlinien zur einheitlichen Erfassung, Bewertung, Aufzeichnung und Auswertung von Ergebnissen der Bauwerksprüfung nach DIN 1076 (RI-EBW-PRÜF)“. Hierbei werden die durch den Bauwerksprüfingeni-



Abb. 3: Brückenprüfung mit Unterflurgerät



Abb. 4: Staatsstraße 2103, Salzachbrücke Laufen, Brückenschäden

eur vergebenen Bewertungen der einzelnen Schäden, unterschieden nach den Kriterien Standsicherheit, Verkehrssicherheit und Dauerhaftigkeit, zu einer Gesamtzustandsnote von 1 (sehr guter Zustand) bis 4 (ungenügender Zustand) berechnet. Die Gesamtzustandsnoten werden dann den folgenden 6 Zustandsbereichen, analog dem Schulnotensystem, zugeordnet:

1,0 - 1,4 sehr guter Zustand (Zustandsbereich 1)

Die Standsicherheit, Verkehrssicherheit und Dauerhaftigkeit des Bauwerks sind gegeben. Laufende Unterhaltung erforderlich.

1,5 - 1,9 guter Zustand (Zustandsbereich 2)

Die Standsicherheit und Verkehrssi-

cherheit des Bauwerks sind gegeben. Die Dauerhaftigkeit mindestens einer Bauteilgruppe kann beeinträchtigt sein.

Die Dauerhaftigkeit des Bauwerks kann langfristig geringfügig beeinträchtigt werden.

Laufende Unterhaltung erforderlich.

2,0 - 2,4 befriedigender Zustand (Zustandsbereich 3)

Die Standsicherheit und Verkehrssicherheit des Bauwerks sind gegeben. Die Standsicherheit und/oder Dauerhaftigkeit mindestens einer Bauteilgruppe können beeinträchtigt sein.

Die Dauerhaftigkeit des Bauwerks kann langfristig beeinträchtigt werden. Laufende Unterhaltung erforderlich. Mittelfristig Instandsetzung erforderlich.

2,5 - 2,9 ausreichender Zustand (Zu-

standsbereich 4)

Die Standsicherheit des Bauwerks ist gegeben.

Die Verkehrssicherheit des Bauwerks kann beeinträchtigt sein.

Die Standsicherheit und/oder Dauerhaftigkeit mindestens einer Bauteilgruppe können beeinträchtigt sein.

Die Dauerhaftigkeit des Bauwerks kann beeinträchtigt sein.

Laufende Unterhaltung erforderlich. Kurzfristig Instandsetzung erforderlich.

3,0 - 3,4 nicht ausreichender Zustand (Zustandsbereich 5)

Die Standsicherheit und/oder Verkehrssicherheit des Bauwerks sind beeinträchtigt.

Die Dauerhaftigkeit des Bauwerks kann nicht mehr gegeben sein.

Laufende Unterhaltung erforderlich. Umgehende Instandsetzung erforderlich.

3,5 - 4,0 ungenügender Zustand (Zustandsbereich 6)

Die Standsicherheit und/oder Verkehrssicherheit des Bauwerks sind erheblich beeinträchtigt oder nicht mehr gegeben.

Die Dauerhaftigkeit des Bauwerks kann nicht mehr gegeben sein.

Laufende Unterhaltung erforderlich. Umgehende Instandsetzung bzw. Erneuerung erforderlich.

Aus der Zustandsnote kann keine direkte Aussage über den Umfang der Schäden oder die Kosten notwendiger Instandsetzungen abgelesen werden. Sie zeigt aber an, ob ein aktueller Instandsetzungsbedarf besteht. Die Gesamtheit der Zustandsnoten aller Bauwerke ergibt einen Überblick über den Erhaltungszustand des gesamten Bauwerksbestandes.

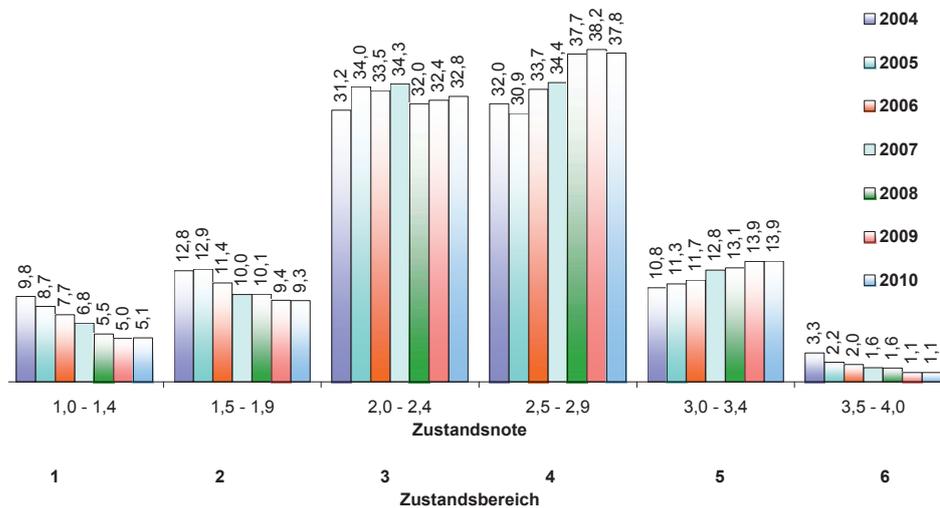


Abb. 5: Entwicklung der Zustandsnoten von Brücken der Bundesfernstraßen in Bayern
Zustandsnoten nach Brückenflächen der Teilbauwerke (%)

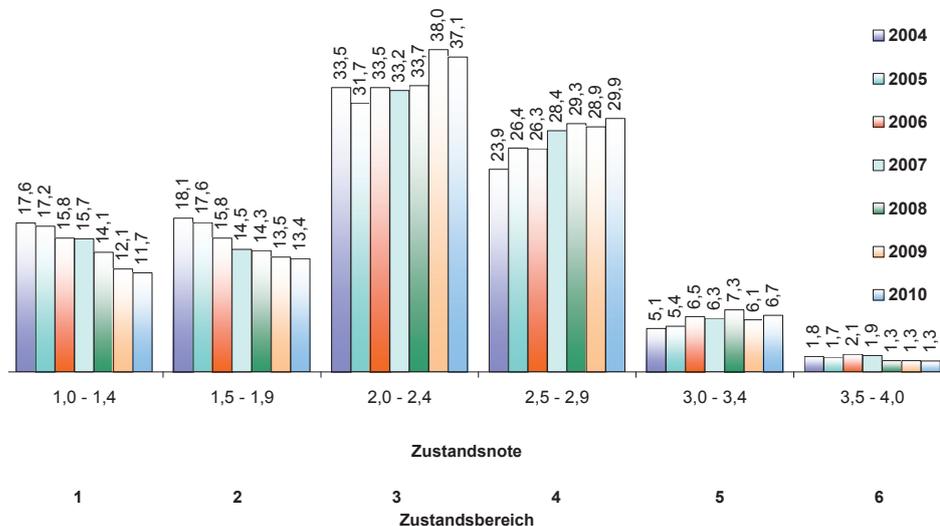


Abb. 6: Entwicklung der Zustandsnoten von Brücken der Staatsstraßen in Bayern
Zustandsnoten nach Brückenflächen der Teilbauwerke (%)

Betrieb und Unterhaltung von Tunneln

Eine gewisse Sonderstellung bei der Bauwerkserhaltung nehmen die Tunnelbauwerke ein. Hier ist zu unterscheiden nach der Erhaltung der baulichen Anlagen und der Erhaltung der Betriebstechnik. Die Erhaltung der baulichen Anlagen geht weit über das eigentliche Tunnelbauwerk hinaus, wenn man etwa an die aufwendigen Entwässerungsanlagen mit Rückhaltebecken für ca. 100 m³ oder an die Löschwasserbehälter denkt. Aber auch Zwischendecken und Lüftungskanäle, Treppenhäuser für die Flucht-



Abb. 7: BAB A99, Tunnel Aubing, Portal

wege und Rettungsstollen sind bei manchen Tunneln vorhanden und entsprechend zu untersuchen bzw. in verkehrssicherem, bzw. gebrauchstauglichem Zustand zu erhalten. Einschlägig ist auch hierfür die Prüfung nach DIN 1076. Durch regelmäßige Überprüfung der baulichen Anlagen des Tunnels ist die Standsicherheit und die verkehrssichere Nutzung sicherzustellen.

Die Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln (RABT), Ausgabe 2006, definieren indirekt das Sicherheitsniveau eines Tunnels über die Ausstattung. Folge dieses Sicherheitskonzepts ist, dass alle Sicherheitseinrichtungen immer funktionieren müssen. Dies setzt eine ständige Überwachung, zumindest aber eine ständige Rufbereitschaft voraus. Zusätzlich ist eine „schnelle Eingreiftruppe“ in Form eines sachkundigen Tunneltrupps oder einer Fachfirma erforderlich. Während dies bei Autobahntunneln relativ leicht zu organisieren ist, stellt es bei abgelegenen Tunneln im nachgeordneten Netz unter Umständen einen erheblichen Organisationsaufwand dar. Mit der geplanten Bündelung der Tunnelüberwachung in den Verkehrszentralen Freimann und Fischbach ist man der Erfüllung dieser Anforderungen ein gutes Stück näher gekommen. Insgesamt

werden aber in den Bereichen Tunnelbetrieb und -unterhaltung auch in den nächsten Jahren noch große Anstrengungen nötig sein, um einen sicheren und reibungslosen Betrieb in allen Tunneln sicherzustellen.

Erhaltungsplanung

Nach einer Betriebszeit von 20 bis 30 Jahren sind in der Regel die ersten großen Instandsetzungsarbeiten fällig, die sich an den Bauwerken auch durch entsprechende Schäden dokumentieren. Durch die regelmäßigen Bauwerksprüfungen nach DIN 1076 hat der Baulastträger jedoch eine gute Übersicht über die aktuellen Schadensbilder und deren Entwicklung. Die Zustandsnoten bilden die Grundlage für die weitere Erhaltungsplanung.

Während oder im Anschluss an die Bauwerksprüfung werden die kleineren Arbeiten zur betrieblichen und der baulichen Unterhaltung bauwerks- und streckenweise zusammengeschrieben und dem Brückentrupp zur Abarbeitung übergeben. Dadurch können kleinere Schäden schon im Anfangsstadium beseitigt und größere Folgeschäden vermieden werden. Die Umsetzung der Erkenntnisse aus der Bauwerksprüfung erfolgt so effizient und auf kürzestem Wege. Für die verbleibenden Schäden wird eine dezentrale Erhaltungsplanung in den

einzelnen Dienststellen durchgeführt. Dazu hat die Bayerische Straßenbauverwaltung für die Bundes- und Staatsstraßen das Koordinierte Erhaltungs- und Bauprogramm (KEB) entwickelt. Von der Obersten Baubehörde werden den Ämtern KEB-Listen auf der Grundlage von Excel ausgegeben, in denen neben Maßnahmenvorschlägen an Fahrbahnen auch alle Bauwerke mit einer Gesamtzustandsnote von $\geq 2,8$ (Zustandsbereich 4, ausreichend) als Maßnahmenvorschläge aufgelistet sind. Diese Bauwerke werden von den Bauwerkserhaltern an den Dienststellen daraufhin untersucht, ob in der mittelfristigen Erhaltungsplanung bzw. in den jährlichen Bauprogrammen Maßnahmen vorzusehen sind und ob diese evtl. mit Deckenbaumaßnahmen koordiniert durchgeführt werden können (s. Artikel „Koordiniertes Erhaltungs- und Bauprogramm (KEB) auf Bundes- und Staatsstraßen“ in diesem Sonderheft).

Für die Erhaltung der Bauwerke im Zuge der Bundesfernstraßen wurden im Jahr 2010 insgesamt 38,7 Mio. € ausgegeben (Abb. 8). Eine Ausgabenspitze von 85,08 Mio. € ergab sich im Jahr 2009 durch das Konjunkturprogramm. Für die Bauwerke im Zuge der Staatsstraßen fielen die Ausgaben nach einem Hochpunkt 2008 mit 19,02 Mio. € auf

14,8 Mio. € im Jahr 2010 zurück (Abb. 9). Im Gegensatz zu den Ausgaben bei den Bundesfernstraßen führte das Konjunkturprogramm bei den Staatsstraßen zu keiner Erhöhung der Ausgaben für die Erhaltung der Bauwerke. Insgesamt sind die eingesetzten Finanzmittel für die Erhaltung der Bauwerke nicht ausreichend.

In den Abbildungen (Abb. 8 und Abb. 9) sind die tatsächlichen Ausgabenverteilungen für die Erhaltung insgesamt und die Anteile für die Bauwerke der Jahre 1996 bis 2010 dargestellt. Der Anteil für die Bauwerke ist in Bezug auf die gestiegenen Gesamterhaltungsausgaben rückläufig.

Dies spiegelt sich auch in der Entwicklung der Zustandsnoten der bayerischen Bundesfern- und Staats-

straßenbrücken wieder, die sich in den letzten Jahren kontinuierlich verschlechtert haben (Abb. 5 und Abb. 6). Derzeit wären aufgrund der Zustandsnoten bei über der Hälfte der Bauwerke kurzfristige Instandsetzungen erforderlich.

Das Konjunkturprogramm brachte bei den Bundesfernstraßen durch zusätzliche Finanzmittel kurzfristig gewisse Verbesserungen. Künftig müssen aber dauerhaft mehr Mittel in die Bauwerkserhaltung fließen.

Bauwerksmanagementsystem (BMS)

Die schwierigen finanziellen Randbedingungen bei ständig wachsenden Verkehrsbeanspruchungen der Bauwerke und gleichzeitig immer ungün-

stiger werdender Altersstruktur zwingen dazu, die Erhaltung der Brücken noch weiter zu optimieren und zu systematisieren. Seit 1998 läuft deshalb die Entwicklung eines Bauwerksmanagementsystems (BMS) sehr intensiv.

Aus Sicht des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) geht es um die Bereitstellung von Informationen zur Schaffung eines Überblickes über den Zustand der Bauwerke und eine Kontrolle des Mitteleinsatzes. Bei den Ländern steht die konkrete Unterstützung der Planung und der Durchführung der Erhaltungsprogramme im Vordergrund.

Das BMS besteht dabei aus vier Hauptmodulen, die wiederum in eine Vielzahl von Untermodulen gegliedert sind.

Das Herzstück des BMS ist das Modul Maßnahmevarianten (BMS-MV). Dort werden mit Hilfe von Bauwerks-, Schadens- und Zustandsdaten Erhaltungsmaßnahmen entwickelt. Diese bauen auf der Bauwerksprüfung nach DIN 1076 auf; einem konkreten Schaden werden mehrere mögliche Maßnahmenvarianten mit Kosten einschließlich Baustelleneinrichtung, Gerüsten und Verkehrsführungen zugeordnet. Jeder Maßnahme wird in Abhängigkeit von ihrer Effektivität ein Rücksetzwert zugeordnet, d. h. eine Verbesserung der Zustandsbewertung nach durchgeführter Maßnahme.

Bei unklaren Schadensmechanismen muss zusätzlich eine objektbezogene Schadensanalyse (OSA) durchgeführt werden und der oben beschriebene Automatismus wird außer Kraft gesetzt.

Im Modul Maßnahmenbewertung (BMS-MB) findet die Bewertung der im BMS-MV gebildeten Maßnahmenvarianten auf Objektebene, d. h. am Bauwerk, statt. Dabei sind grundsätzlich zwei Bewertungen denkbar. Eine rein zustandsorientierte Bewertung oder eine rein nutzer- und umweltkostenorientierte Bewertung. Theoretisch ist auch ein Mischsystem denkbar, bei dem beide Bewertungen in einem beliebig wählbaren Verhältnis berücksichtigt werden. Der derzeitige Entwicklungsstand lässt alle drei Möglichkeiten zu.

Das BMVBS besteht seit Beginn der BMS-Entwicklung auf einer rein nutzer- und umweltkostenorientierten Bewertung. Dieses Modell ist sehr

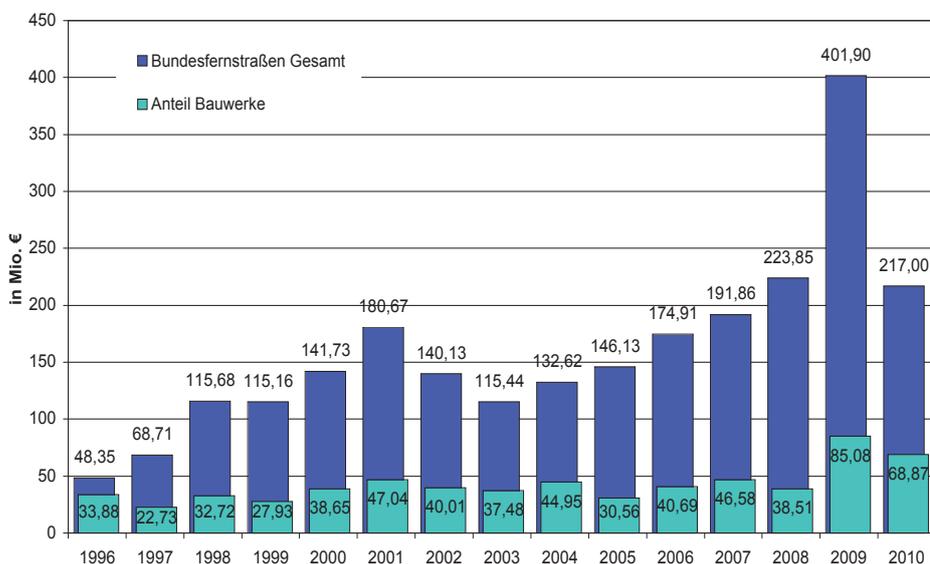


Abb. 8: Ausgaben für die Erhaltung an Bundesfernstraßen in Mio. €

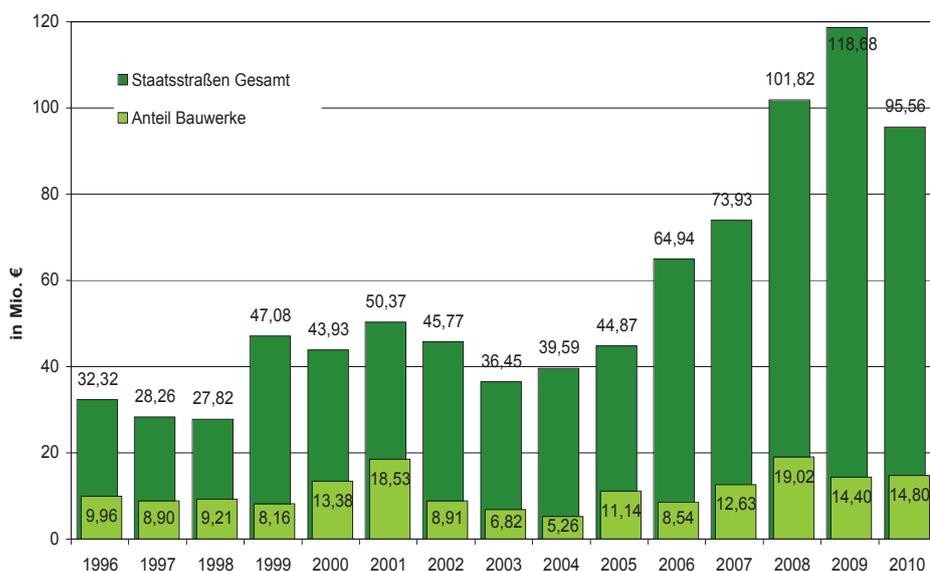


Abb. 9: Ausgaben für die Erhaltung an Staatsstraßen in Mio. €

komplex. Sogar bei der Entwicklung des wesentlich einfacheren Pavement Management Systems (PMS) wurde daher auf eine rein zustandsorientierte Bewertung umgeschwenkt. Im Ergebnis liefert dieses Modul eine bauwerksbezogene Reihung der Maßnahmenvarianten (Objektbewertung). Die Bewertung auf Objektebene findet ohne Budgetrestriktionen statt.

Anschließend wird die Objektbewertung an das Modul Erhaltungsplanung (BMS-EP) zur Bewertung auf Netzebene übergeben. Dabei gibt es zwei mögliche Zielfunktionen. Das „Qualitätsszenario“, bei dem für einen bestimmten Bauwerkszustand ein minimales Budget zu ermitteln ist, oder das „Finanzszenario“, bei dem mit vorgegebenem Budget im Netz ein optimaler Bauwerkszustand zu erreichen ist.

Im BMS-EP wird nun zunächst mit Hilfe des Qualitätsszenarios ausgerechnet, welches Budget notwendig ist, um keine Unterschreitung des Mindestzustands im Netz während des Maßnahmenzeitraums von sechs Jahren zu erreichen. Dies ist das Budget für das Pflichtprogramm. Liegt das vorhandene Budget nur geringfügig darüber, so ist kaum eine Optimierung möglich, d. h. es werden nur die zwingend notwendigen Maßnahmen im Erhaltungsprogramm vorgesehen. Damit beschränken sich die Empfehlungen auf das Pflichtprogramm. Stehen mehr Mittel zur Verfügung, kann im Rahmen des Finanzszenarios eine

Optimierung erfolgen. Dies kann sich entweder auf das konkrete Bauwerk (Bündelung von Einzelmaßnahmen am Objekt) oder Zusammenfassen auf die Strecke (Minimierung von Verkehrseintrüchtigungen) beziehen.

Das Ergebnis des Moduls BMS-EP ist ein Vorschlag für ein Erhaltungsprogramm.

Das letzte Modul BMS-SB ermöglicht es, Erhaltungsstrategien zu bewerten. Mit diesem Modul kann man bei geringer Rechenzeit für ein großes Kollektiv von Bauwerken über mehrere Jahrzehnte z. B. die Entwicklung der Zustandsnote in Abhängigkeit vom aufgewendeten Budget darstellen. So lassen sich langfristige Erhaltungsstrategien vergleichen.

Mit diesem Modul lassen sich Erhaltungsstrategien auf der Basis einer detaillierten Bauwerksdatenbank über lange Zeiträume vergleichen und Aussagen über die Effektivität und Folgen möglicher Strategien machen. Man kann damit ganz konkret Erkenntnisse über die Entwicklung eines Bauwerkskollektivs in den nächsten Jahrzehnten gewinnen.

Seit den Anfängen der BMS-Entwicklung halten sich hartnäckig verschiedene Vorurteile gegen das BMS. Dazu ist zu sagen, dass das BMS dem Ingenieur nur einen Vorschlag als ersten Ansatz für ein Erhaltungsprogramm geben kann. Es gibt aber noch eine Vielzahl von Randbedingungen, die man beim rechnergestützten BMS nicht berücksichtigen kann, weil dies

sonst den Rahmen sprengen würde. Darum wird die letzte Entscheidung immer beim zuständigen Ingenieur für die Erhaltung liegen.

Seit etwa einem Jahr steht uns ein erster Prototyp zur Verfügung, der in einer sehr intensiven Probephase genauestens durchgecheckt wird, bevor eine Anwendung in der Praxis folgt.

Zukünftiger Erhaltungsbedarf / Zukunftsperspektiven

Die Aufteilung der Mittel für Um- und Ausbau, sowie für Bestandserhaltung wird eine immer höhere politische Bedeutung erhalten. Eine Vernachlässigung der Bestandspflege würde zu erheblichen Problemen im bestehenden Straßennetz führen. Der Investitionsbedarf für die Erhaltung muss daher mehr Gewicht erhalten. Dies ist bei der Vielzahl anstehender Neubau- und Erweiterungsmaßnahmen oft schwer zu erfüllen. Es ist jedoch schon jetzt absehbar, dass ohne die stärkere Gewichtung der Bestandserhaltung bereits in wenigen Jahren ein erheblicher Nachholbedarf entstehen wird, der mit den verfügbaren finanziellen, personellen und baukapazitiven Ressourcen sowie den baubetrieblich notwendigen Eingriffen in den Verkehr auch langfristig nur noch schwer zu bewältigen sein wird.

Autoren

Ministerialrat Dipl.-Ing. Karl Goj
Baudirektor Dipl.-Ing. Reinhard Wagner

Baurat Dipl.-Ing. (FH) Roland Naturski
Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern
karl.goj@stmi.bayern.de
reinhard.wagner@stmi.bayern.de
roland.naturski@stmi.bayern.de

Baudirektor Dipl.-Ing. Bernhard Ettelt
Zentralstelle für Brücken- und Tunnelbau an der Autobahndirektion Südbayern
bernhard.ettelt@abdsb.bayern.de

BMS (Erhaltungsplanung)



Abb. 10: Darstellung der BMS-Module



Zeitschrift der Bayerischen Staatsbauverwaltung für Hochbau, Wohnungsbau, Straßen- und Brückenbau

Herausgeber

Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern

Für den redaktionellen Inhalt verantwortlich
Attila Karpati M.A., Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern,
Franz-Josef-Strauß-Ring 4, 80539 München,
Tel. 089/2192-3471, Fax 089/2192-13212
attila.karpati@stmi.bayern.de

Die mit dem Namen des Verfassers gezeichneten Artikel stellen nicht unbedingt die Meinung des Herausgebers oder der Schriftleitung dar.

Verlag

Edition Lipp Verlagsgesellschaft mbH,
Meglingerstraße 60, 81477 München, Tel.
089/785808-0, Fax 089/78580833

Verantwortlich für den Anzeigenteil
Roland Pfohl, Tel. 089/78580842

Erscheint 6-mal im Jahr beginnend mit
Jan./Febr. jeweils in der Mitte der Monate
Februar, April, Juni, August, Oktober und
Dezember.

Bezugspreis je Heft Euro 4,20,
Jahresabonnement Euro 22,50 zuzüglich
Versandkosten.

Bestellung durch die Buchhandlung oder direkt
beim Verlag erbeten.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte wird
keine Gewähr übernommen. Nachdruck – auch
auszugsweise – nur mit Genehmigung des
Verlages. Alle Rechte, auch das der Über-
setzung, vorbehalten.

Zurzeit ist die Anzeigenpreisliste ab 2005
gültig.

Druck

Lipp GmbH, Meglingerstraße 60,
81477 München.



Wollen Sie mehr über die Arbeit der Bayerischen Staatsregierung wissen?

BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Telefon 089 12 22 20 oder per E-Mail unter direkt@bayern.de erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.

Fotonachweis:

Titelbild:
Asphaltierungsarbeiten auf der
Bundesstraße 12 südlich Buchloe
Xaver Riebel Bauunternehmung/
Agentur denkrausch

Seite 6, Abb. 1:
Ing.-GmbH Schniering,
Essen

Seite 41, Abb. 7:
Stefan Müller-Naumann,
München

