

Herausforderung Infrastrukturerhaltung

Hon.-Prof. Dr.-Ing. Ulf Zander

Bundesanstalt für Straßenwesen
Brüderstraße 53, 51427 Bergisch Gladbach
Tel.: 02204 / 43-7000, Fax: 02204 / 43-677
E-Mail: Zander@bast.de

Der Erhaltungsstau der deutschen Verkehrsinfrastruktur hat mittlerweile ein Maß erreicht, das zu spürbaren Problemen im Reise- und Güterverkehr führt. Insbesondere der Zustand der Brücken und der der Straßen im nachgeordneten Netz ist offensichtlich nicht mehr als gut zu bezeichnen.

Die Politik hat nach vielen Jahren, in denen die Schwerpunkte des Handelns und Investierens in anderen Bereichen gesehen wurden, nunmehr reagiert und stellt deutlich mehr Finanzen zur Verbesserung der Verkehrsinfrastruktur zur Verfügung. Dies zum Anlass zu nehmen, schlicht die baulichen Aktivitäten erheblich zu intensivieren, führt jedoch zu weiteren gravierenden Beeinträchtigungen der Verfügbarkeit des Verkehrsnetzes. Gefragt sind Anstrengungen, die zu einer Verbesserung der Qualitäten im Straßenbau und damit zu einer Verlängerung der Nutzungsdauern von Schichten und ganzen Befestigungen beitragen, um langfristig eine Reduktion der Beeinträchtigungen für den Verkehr zu erwirken.

1 Heilt mehr Geld den Straßenbau?

Als vor nunmehr 25 Jahren die erste Zustandserfassung und -bewertung (ZEB) durchgeführt wurde, verkehrten auf den Bundesautobahnen täglich im Schnitt rund 42.000 Fahrzeuge, von denen mehr als 6.100 Fahrzeuge des Schwerverkehrs waren. Hinsichtlich der Verkehrsbelastung lag Deutschland damit hinter Großbritannien, Belgien und den Niederlanden im Mittelfeld der westeuropäischen Autobahnnetze. Seither sind die Beanspruchungen, die die bundesdeutschen Straßen zu ertragen haben, beinahe kontinuierlich gestiegen: Heute wird auf ihnen eine Gütertransportleistung von mehr als 330 Mrd. tkm abgeleistet – weit mehr als in jedem anderen europäischen Land und rund 65 % mehr als zum Zeitpunkt der ersten Zustandserfassung und -bewertung (BMVI, 2014).

Die Ergebnisse der ersten Zustandserfassung auf den Bundesautobahnen zeigten deutlich, dass das sichtbare Schadensbild auf den Asphaltbefestigungen stark von Spurrinnen geprägt wurde. Während die Längsebenheit und auch die Risse auf der Fahrbahnoberfläche nur bei sehr wenigen Streckenabschnitten Anlass für ein Eingreifen gaben, bereiteten Spurrinnen und auch die Griffigkeit deutlich mehr Sorgen (Abbildung 1). Mehr als 22 % der Autobahnen erhielten für die Griffigkeit und mehr als 15 % aufgrund der Spurrinnentiefe eine Zustandsnote von 3,5 oder schlechter und standen somit im Fokus der Erhaltungsplanung.

25 Jahre später haben sich die Verhältnisse sichtbar verändert. Hinsichtlich der Griffigkeiten hat sich der qualitative Zustand deutlich verbessert, und auch bei dem Zustandswert Spur-

rinnentiefe hat sich eine starke Verschiebung der Zustandsnoten in den guten Bereich vollzogen. Dafür hat sich jedoch die Anzahl der Abschnitte, auf denen erhebliche Rissbildung gefunden wurde (Zustandswert $\geq 3,5$), mehr als verdoppelt.

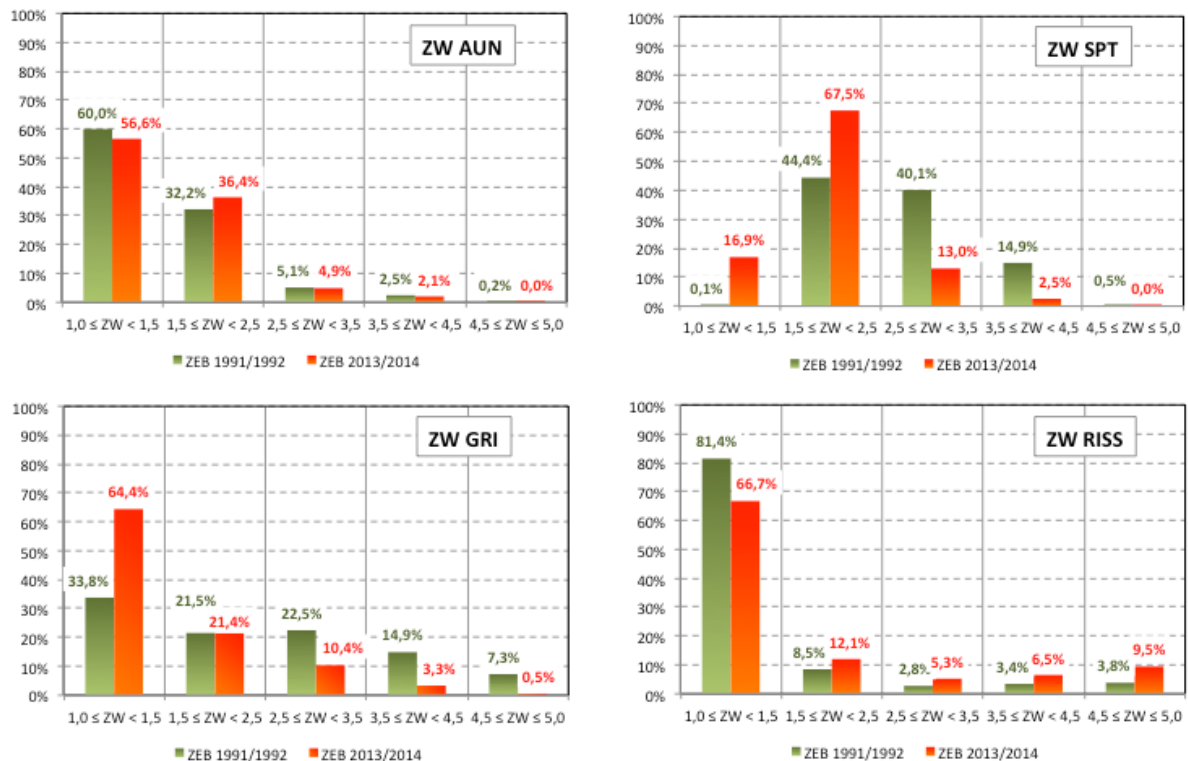


Abbildung 1: Ergebnisse der Zustandserfassung und -bewertung aus den Jahren 1991/1992 sowie 2014/2015 auf dem rechten Fahrstreifen aller Bundesautobahnen in Asphaltbauweise (Wertesynthese 2015)

Die Einführung der Zustandserfassung und -bewertung hatte neben der reinen Zustandsanalyse des Straßennetzes das Ziel, Eingangsgrößen für das Pavement Management System (PMS) zu liefern, das wiederum der Politik die Auswirkungen unterschiedlicher Finanzmitteleinsätze verdeutlichen sollte. Dieses Verfahren aus Erfassung und Bewertung des Zustands und Ableitung eines überschlägigen Erhaltungsaufwands dient somit seither der Festlegung von Haushaltsansätzen sowie der Verteilung der Finanzmittel auf die Bundesländer. Eine konkrete Erhaltungsplanung wird dadurch nicht vorgegeben, hierfür werden die Auswertungen der Zustandserfassung an die Länder übergeben, die diese unter Berücksichtigung wichtiger Randbedingungen und bestehender Prioritäten für das weitere Vorgehen nutzen.

Für die Erhaltungsbedarfsprognose 2001 bis 2015 hat der Bundesrechnungshof anhand eigener Analysen (Bundesrechnungshof, 2015) aufzeigen können, dass für die Erhaltung der Bundesfernstraßen lediglich in den Jahren 2009 und 2013 ausreichende Finanzmittel zur Verfügung standen. In den restlichen Jahren war die Straßenerhaltung deutlich unterfinanziert. Somit wurde mit Recht und Nachdruck in den letzten Jahrzehnten gegenüber der Politik proklamiert, dass der Zustand der Straßen und Brücken aufgrund nicht ausreichender finanzieller Ausstattung für den Bau, die Baubegleitung, die Erhaltung und den Betrieb zusehends in Mitleidenschaft gezogen wird. Die Zustandserfassung und -bewertung sowie das Pavement Management System zeigten hier die Missstände deutlich auf und verdeutlichten die Auswirkungen fortwährender Unterfinanzierung der Verkehrsinfrastruktur. Es ist hinläng-

lich bekannt, dass auch die seit 2005 eingeführte Lkw-Maut die Verhältnisse für den Straßenbau nicht verbessert hat: Die hierdurch erhaltenen Einnahmen gingen vollständig zulasten des Haushaltsansatzes, so dass die Ausgaben für den Straßenbau seither wie vorher praktisch unverändert bei in etwa 5 Mrd. € verharren (Ausnahme: 2009/2010 Zusatzfinanzierung durch Konjunkturpaket +0,9 Mrd. €) (Abbildung 2).

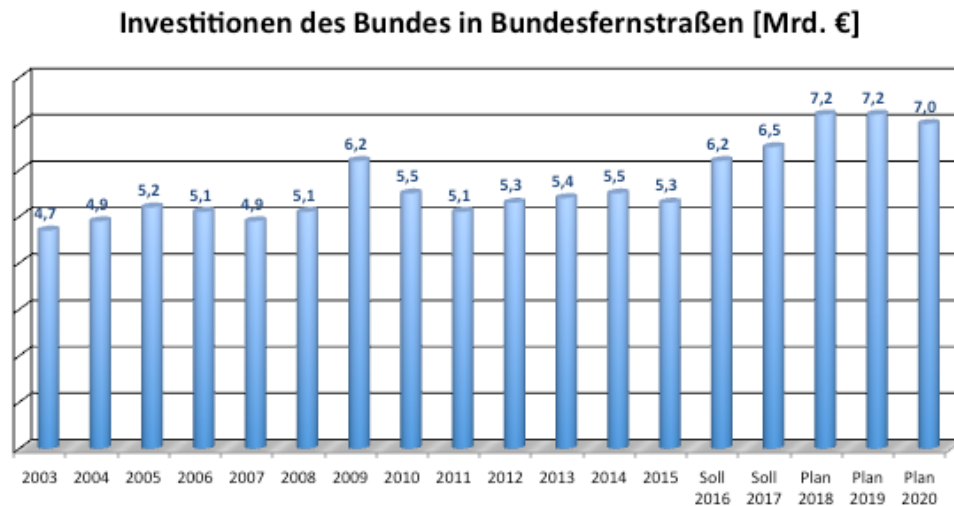


Abbildung 2: Investitionen des Bundes in Bundesfernstraßen im Zeitraum von 2003 bis 2020 [BMVI, Deutscher Bundestag, HDB, Pro Mobilität]

Doch bei allem durchaus berechtigten Klagen über die finanziellen Rahmenbedingungen sollte über den Zustand des Bundesfernstraßennetzes differenziert geurteilt werden. Der Eindruck schlechter Straßen in Deutschland wird maßgeblich durch die in der Tat mancherorts als desolat zu bezeichnenden Brückenbauwerke, die vielfach nicht ausreichenden Zustände im ländlichen und kommunalen Straßennetz sowie durch große Staulängen auf Bundesautobahnen geprägt. Der Zustand der Bundesautobahnen an sich ist aber nach den Ergebnissen der aktuellen und auch der zurückliegenden Zustandserfassungen und -bewertungen als durchaus gut anzusehen. Es liegt der Schluss nahe, dass wir bei den Bundesautobahnen weniger dessen Zustand beanstanden als vielmehr den Umstand, dass zur Beibehaltung des relativ guten Qualitätsniveaus zu viele und zu lang andauernde Baustellen benötigt werden, die die Verfügbarkeit des Netzes erheblich beeinträchtigen. Größere Finanzetats für die Bewältigung von mehr Erhaltungsmaßnahmen auf Bundesautobahnen wären hier demzufolge wenig hilfreich.

So wünschenswert und willkommen die vom Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur im Rahmen des so genannten Investitionshochlaufs zugesagten zusätzlichen Finanzmittel von jährlich mehr als 2 Mrd. € sind, diese rund 40%-ige Steigerung stellt die Straßenbauverwaltung wie die Bauindustrie vor große Herausforderungen und verpflichtet sie zu erheblichen Anstrengungen. Dabei sollte nicht aus den Augen verloren werden, dass das Ziel dieser Bemühungen nicht nur die Maximierung der Umsätze bzw. der abgewickelten Bauinvestitionen sein sollte, sondern dass der verstärkte Finanzmitteleinsatz zu einer spürbaren Entlastung der Straßennutzer beitragen muss. Nur so wird sich auf politischer Ebene erschließen lassen, dass die neue Ausrichtung des Infrastrukturmanagements ein für die Gemeinschaft gewinnbringendes Investment darstellt.

Im Fokus des Verkehrsteilnehmers steht neben der Erfüllung der Sicherheit der Wunsch, das Reiseziel möglichst ohne Stau zu erreichen, somit also die Verfügbarkeit der Bundesfernstraßen. Diese hat jedoch in den zurückliegenden Jahren deutlich gelitten: Innerhalb von knapp 15 Jahren stieg die jährliche Staulänge auf deutschen Autobahnen von 321.00 km auf 1.378.000 km und damit auf mehr als den vierfachen Wert.

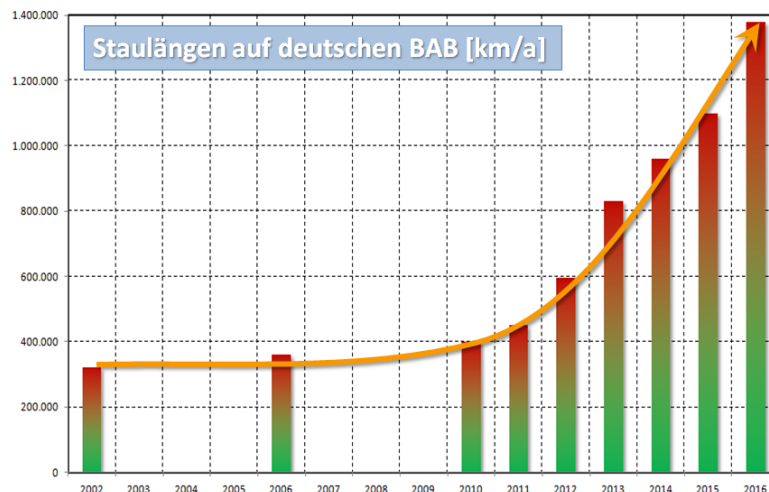


Abbildung 3: Entwicklung der jährlichen Staukilometer auf deutschen Autobahnen [destatis]

Es wäre vorschnell, als Ursache für diese stark zunehmende Verkehrsbeeinträchtigung die gestiegene Verkehrsbelastung auf den Bundesautobahnen anzuführen. Auf der Basis des jährlichen Durchschnittswerts für alle Autobahnen (DTV) ergibt sich über den Zeitraum der vergangenen 25 Jahre ein Zuwachs von in Summe etwas weniger als 15% (BMVI, 2014). Wenn also fortwährend von gestiegenen Verkehrsbelastungen gesprochen wird, dann bezieht sich dies auf die Gütertransportleistung, die selbstverständlich relevant für die Schädigung der Fahrbahnoberflächen und der Straßenbefestigungen ist, nicht jedoch auf eine global stark anwachsende Anzahl von Fahrzeugen, die zu einer Überfüllung der Fahrstreifen und damit zur Staubildung führt. Unbestritten ist allerdings, dass auf hochbelasteten Strecken, vor allem auf der Verbindung Köln – Frankfurt – Karlsruhe – Stuttgart insbesondere zu den typischen Stoßzeiten häufig überlastungsbedingte Staus entstehen.

Ein wesentlicher Beitrag wird aber offensichtlich durch die zunehmende Anzahl von Baustellen erbracht. In den zurückliegenden 10 Jahren sind Anstiege bei der Anzahl von dem Bund mitgeteilten Baustellen um 30% und bei der Anzahl der Baustellentage um 100% zu verzeichnen. Es liegt somit der Schluss nahe, dass bei über die vergangenen 25 Jahre insgesamt gleich gebliebenem Zustand der Bundesautobahnen (s.o.) immer mehr Eingriffe in den Verkehr benötigt werden, um dies auch in der Zukunft zu gewährleisten.

Für die Optimierung der Leistungsfähigkeit der Infrastruktur wird zunehmend die Einführung von sogenannten Key Performance Indicators (KPI) bzw. Kennzahlen als Steuerungsinstrument diskutiert. Zu derartigen Kennzahlen zählen der Netzzustand, die Verkehrssicherheit, die Kosteneffizienz, die Zuverlässigkeit u.a.m. Die Kennzahl Zuverlässigkeit (Ausfallsicherheit) befasst sich u.a. mit der Netzverfügbarkeit. Hier spielen Aspekte wie das Baustellenmanagement und die Analyse von Verkehrsströmen eine entscheidende Rolle. Die ASFINAG arbeitet in Österreich bereits mit derartigen Kennzahlen und hat Zielvorgaben, die z.B. eine Baustellenfreiheit von über 95% im Gesamtnetz formuliert (Krmek).

Dieses Wunschs der Verkehrsteilnehmer sollte man sich zukünftig auch in Deutschland mehr noch als in der Vergangenheit bewusst sein und die Bestrebungen deshalb auf alle Maßnahmen konzentrieren, die die Häufigkeit und die Dauer von Eingriffen in den Verkehr minimieren. Aus diesem Grundgedanken leiten sich für die Bundesanstalt für Straßenwesen Ziele und Handlungsfelder ab, die in den vor uns liegenden Jahren angegangen werden.

2 Vertiefung des Wissens

Die Notwendigkeit von Erhaltungsmaßnahmen ergibt sich aus der Schädigung der Fahrbahnoberfläche, der Schichten des Aufbaus oder der gesamten Straßenbefestigung. Um die Anzahl der erforderlichen Maßnahmen zu deren Beseitigung zu reduzieren, sollten somit Kenntnisse über die Schadensarten, Schadensursachen und die Schadensverläufe sowie die maßgeblichen Einflussfaktoren bekannt sein. Selbstverständlich fallen einem Straßenbauingenieur hierzu viele Fakten ein, so beispielsweise:

- Asphaltstraßen leiden unter Spurrinnenbildung und Rissen, die sich beide in Abhängigkeit von der Achslast und -anzahl, der Materialzusammensetzung und den Witterungsbedingungen schneller oder langsamer ausprägen;
- bei den Betonstraßen dominieren die Risse, deren Entwicklung noch mehr als beim Asphalt von den Temperaturverläufen, aber auch von den Auflagerungsbedingungen und natürlich dem Verkehr beeinflusst wird;
- und schließlich verlieren beide Bauweisen unter den Einwirkungen des Verkehrs allmählich auf der Fahrbahnoberfläche an Griffigkeit.

So banal sich diese Zusammenhänge für einen Fachmann anhören, so schwierig ist es leider auch, hieraus Modelle für die Schadensentwicklung an Straßenbefestigungen zu entwickeln. Über die Spurrinnenbildung und somit über das Verformungsverhalten von Asphalt bei Wärme wurde über Jahrzehnte hinweg geforscht, und trotzdem ist es bis heute nicht gelungen, auch nur einen adäquaten Laborversuch zur Bestimmung der auf dieses Kriterium optimierten Materialzusammensetzung oder auch zur Prognose des Materialverhaltens zu entwickeln. Selbst für dieses auf den ersten Blick vergleichsweise einfache Kriterium ist über den Zeitraum der vergangenen 30 Jahre praktisch kein Fortschritt zu verzeichnen.

Das Pavement Management bedient sich deshalb stattdessen standardisierter Verhaltenskurven (Abbildung 4) und Verhaltensklassen, mit denen das in der Zustandserfassung und -bewertung vorgefundene Schadensbild und dessen Ausprägung in die Zukunft prognostiziert und Eingreifzeitpunkte für erforderliche Erhaltungsmaßnahmen abgeschätzt werden können. Es zeigt sich jedoch nicht ganz unerwartet, dass die auf diese Weise ermittelten Nutzungsdauern hohe Unsicherheiten aufweisen, schließlich bleiben wesentliche Einflussgrößen wie die Verkehrsbelastung, die eingesetzten Baumaterialien sowie das Klima gänzlich unberücksichtigt. Auswertungen, die die Verkehrsbelastung mit in Ansatz bringen, offenbarten für durchgeführte Messkampagnen sogar einen gegenüber den Standardfunktionen qualitativ abweichenden Verlauf der Entwicklung (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

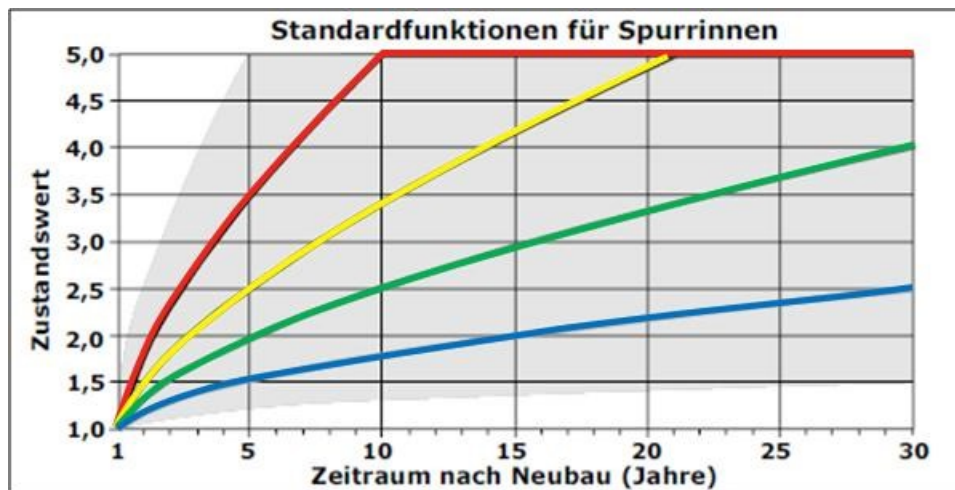


Abbildung 4: Standardfunktionen für die Spurrinnen zur Prognose des Verhaltens (FGSV, 2001)

Ein tieferes Verständnis des Materialverhaltens wird bei der rechnerischen Dimensionierung der Straßenbefestigungen unterstellt. Hier wird der Versagensmechanismus in Form einer allmählichen Ermüdung des Materials unter einer Beanspruchung, die sich aus dem Verkehr, dem Wetter, dem Straßenaufbau, dem Schichtenverbund und der Schichtsteifigkeiten ergibt, nachvollzogen. Straßen mit niedrigen Verkehrsbelastungen in nordischen Wetterbedingungen versagen entsprechend anders als Streckenabschnitte mit starkem Verkehr, die beispielsweise durch den Rheingraben in Richtung Basel führen. Was am Einzelobjekt mit zerstörenden Prüfungen für eine Bewertung der strukturellen Substanz damit möglich ist, wird jedoch erst dann seine vollständige Bedeutung entfalten, wenn dieses Verfahren zumindest in vereinfachter Form auch für die Netzebene anwendbar wird. Es besteht die Hoffnung, dass hier mit den schnellfahrenden Tragfähigkeitsmessverfahren, die derzeit seitens der Bundesanstalt für Straßenwesen (MESAS) und der BU Wuppertal beschafft werden, erste Fortschritte erzielt werden können. Zwar liefert dieses sehr kostspielige Verfahren nur Tragfähigkeiten und damit keinen direkten Kennwert für die (Rest-)Nutzungsdauer von Straßenbefestigungen, hierüber können aber voraussichtlich zumindest aktuell kritische und unkritische Abschnitte sowie über mehrere Messkampagnen hinweg negative Entwicklungen detektiert werden (Zander, 2016).

Ähnliche Modelle wie für die Dimensionierung wären für die Spurrinnenbildung und die Rissentwicklung an der Fahrbahnoberfläche wünschenswert, um die Vorhersage von Schäden und somit von notwendigen Erhaltungsmaßnahmen zu verbessern. Darüber hinaus sollte sich aber ein zeitgemäßes und wirtschaftliches Erhaltungsmanagement nicht auf die Erhaltung selbst beschränken, sondern sich einem beständigen Fortschritt des Straßenbaus stellen. Hierzu sind die Ursachen für hohe und niedrige Nutzungsdauern ermittelbar zu machen, wozu solche Materialverhaltensmodelle von elementarer Bedeutung sind. Anhand dieser können dann Rückschlüsse auf Materialkennwerte gezogen und darauf aufbauend das Ziel der Verwirklichung längerer Nutzungsdauern angegangen werden.



Abbildung 5: Traffic Speed Deflectometer (TSD) des Road and Bridge Research Institute in Warschau

3 Steigerung der Nutzungsdauern

Da längere Nutzungsdauern direkt zu selteneren Erhaltungsmaßnahmen führen, nimmt die Verbesserung der Qualität von Baustoffen und deren Zusammensetzungen sowie des Einbaus einen hohen Stellenwert im Management der Straßeninfrastruktur ein. Modelle, die das Versagen der eingesetzten Baustoffe und Bauweisen nachempfinden, liefern die Werkzeuge, um anwendungsspezifische Konstruktionen zu entwerfen und verbesserte Materialien zu entwickeln.

Eine vergleichsweise einfache und mittelfristig wirkungsvolle Möglichkeit zur Reduzierung von Baustellen besteht in der gezielten Dimensionierung von Fahrbahnbefestigungen für eine längere Nutzungsdauer. Durch die Verfügbarkeit der entsprechenden Rechenmodelle ist eine direkte Anwendung möglich und so können unmittelbar bisher grundsätzlich gewählte Nutzungsdauern von 30 Jahren auf wesentlich größere Werte angehoben werden. Durch einfache Berechnungen erhält man unter Ansatz einer durchschnittlichen Verkehrsbelastung für eine angestrebte Nutzungsdauer von 50 Jahren eine dimensionierungsrelevante Beanspruchung B in Höhe von rund 300 Mio. und für eine von 100 Jahren von etwa 800 Mio. 10-t-Achsübergänge, wobei hier die maximale Auslastung des Hauptfahrstreifens klar erreicht wird und sich der Schwerverkehr bereits zu einem erheblichen Anteil auch auf den zweiten Fahrstreifen verlagert. Hierfür sind dann aber auch Dickenzuschläge auf die auszuführenden Asphaltüberbauten von 5 bzw. 10 cm zu berücksichtigen. Die Größenordnung der Gesamtdicken erscheint einem Straßenbauer zunächst erheblich, in Anbetracht des damit verbunde-

nen Nutzens, der sich maßgeblich in der zukünftigen Einsparung von ein bzw. zwei grundhaften Erneuerungen mit entsprechenden Eingriffen in den Verkehr ausdrückt, sollte dieser Gedanke zumindest auf den Hauptachsen des Autobahnnetzes nicht vorschnell verworfen werden. Intelligente Konzepte zur Rezeptierung des Asphalttragschichtmaterials lassen zudem erwarten, dass ein erheblicher Anteil des Dickenzuschlags durch Einsatz von mehr oder geeigneterem Bindemittel eingespart werden kann. In verschiedenen Forschungsberichten und Untersuchungen (Wellner, Lipke, Werkmeister, Kayser, & Patzak, 2010) (Hase, Oelkers, Schindler, Schröter, & Zumsande, 2013) (De Jonghe, 2000) wurde ermittelt, dass bei Einsatz von polymermodifiziertem Bitumen Dickeneinsparungen von 5 bis 10 cm umgesetzt werden können. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass es große Spannweiten bei den polymermodifizierten Bindemitteln gibt und dass einige sogar zu negativen Effekten hinsichtlich der Dimensionierung führen. Eine genaue Prüfung der Wirksamkeit und des später zum Einsatz kommenden Bindemittels ist also unumgänglich. Insgesamt scheint dieser Ansatz aber vielversprechend, denn der finanzielle Mehraufwand für eine Verdoppelung oder gar Verdreifachung der zu erwartenden Nutzungsdauer wurde auf insgesamt etwa 5 % abgeschätzt. Zudem haben verschiedene Länder wie beispielsweise Österreich und Polen den Einsatz von PmB in Asphalttragschichten aufgrund positiver Erfahrungen längst umgesetzt.

Eine Schwierigkeit stellt hierbei jedoch die Verwendung von Asphaltgranulat dar. Der volle Effekt der polymermodifizierten Bindemittel kann sich nur bei einer ausschließlichen Verwendung von Frischbitumen ergeben. Eine Reduzierung der Wiederverwendung von Asphalt kann jedoch nicht gerade unter aktuellen Bedingungen nicht hingenommen werden. Denkbar ist es aber, dass die beiden Asphalttragschichtlagen mit unterschiedlichen Granulatanteilen rezeptiert werden. Aufgrund der Spannungsverteilung (Abbildung 6) in den beiden Lagen erscheint es machbar, in der oberen Tragschichtlage so hohe Granulatzuschläge einzusetzen, dass in der unteren gänzlich auf Zuschläge verzichtet werden kann.

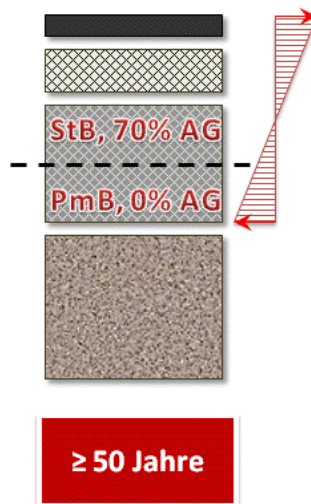


Abbildung 6: Verlauf der horizontalen Spannungen innerhalb der Lastachse im Asphaltoberbau

Rein rechnerisch sind im Bundesautobahnnetz bei einer Nutzungsdauer von 30 Jahren für die Straßenbefestigungen jährlich rund 850 km Baustellen für grundhafte Erneuerungen erforderlich. Der Effekt einer deutlichen Anhebung der Nutzungsdauer schlägt sich also in einer Reduzierung der jährlichen Baustellenlängen um rund 500 km und darüber hinaus in entsprechend geringeren Staulängen über die lang andauernden Erneuerungsmaßnahmen hinweg nieder.

Um die Anwendung von fortentwickelten Baustoffen und Bauweisen zu unterstützen, wird derzeit auf einer Fläche von ca. 25.000 m² im Autobahnkreuz Köln-Ost ein neues Untersuchungsgelände geschaffen (Abbildung 7). Auf diesem Demonstrations-, Untersuchungs- und Referenzareal der BAST (duraBAST) sind größere Bereiche für die Testung von neuen Schichten und Aufbauten unter realen Wetterbedingungen und unter zeittraffender Belastung mit dem Längsbelaster MLS30 vorgesehen. Durch eine entsprechende Instrumentierung können zudem Messwerte im Aufbau – beispielsweise Dehnungen, Druckspannungen und Temperaturen – erfasst und vor Ort gespeichert werden.

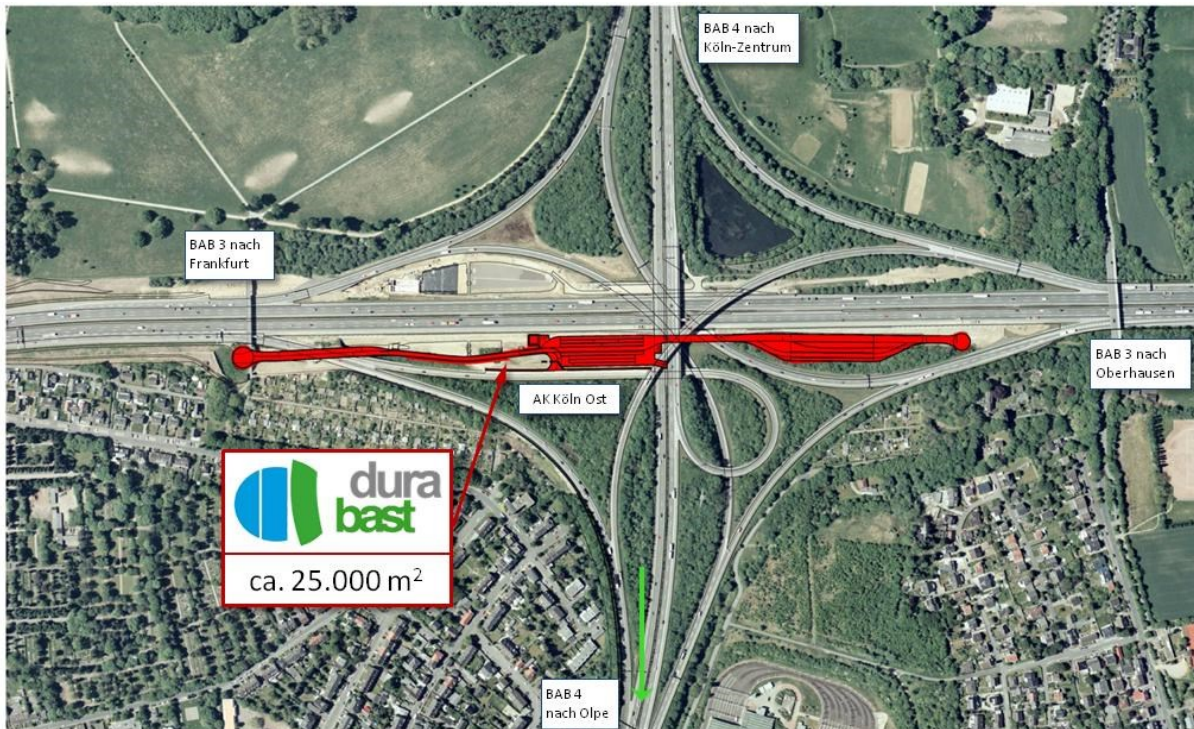


Abbildung 7: Luftbild des neuen Versuchsgeländes duraBAST der Bundesanstalt für Straßenwesen

Das duraBAST repräsentiert damit eine Möglichkeit, Entwicklungen, die sich aufgrund von theoretischen Überlegungen und labortechnischen Untersuchungen als aussichtsreiche Neuerung darstellen, in eine erste praxisnahe Anwendung zu überführen. Vorteile gegenüber der Einrichtung einer Untersuchungsstrecke direkt im Straßennetz bestehen insbesondere in der direkten und unabhängigen Datenerfassung, der Vermeidung eines Eingriffs in den Verkehr und nicht zuletzt in der örtlichen Nähe zur Bundesanstalt für Straßenwesen. Direkt nach der Fertigstellung des Geländes im Laufe des Jahres 2017 werden hier verschiedene Aufbaukonstruktionen für die Temperierung von Asphaltstraßen, eine Betondecke und unterschiedliche Asphaltdeckschichten mit offenerporiger Struktur zur Lärmreduzierung, eine Befestigung, die durch induktive Ladung zur Selbstheilung angeregt werden soll, sowie Schichten unter Verwendung von Rejuvenatoren verwirklicht. Die sich anschließenden Untersuchungen müssen zügig angegangen werden, da zusätzlich zum bestehenden Projektplan bereits mehrere Anfragen von außen für weitere interessante Entwicklungen bestehen.

Das duraBAST liefert darüber hinaus aber auch einen Beitrag zur Verbesserung der Messqualität im Rahmen der Zustandserfassung und -bewertung. Verschiedene auf dem Gelände angesiedelte Strecken stellen an die schnellfahrenden Messfahrzeuge hohe Anforderungen

bei der Erfassung der Längs- und Querebenheit, der Griffigkeit sowie der Rissdetektion auf der Fahrbahnoberfläche.

Wesentliche Beiträge zur Verbesserung der Qualität von Straßen und damit zur Verlängerung der Nutzungsdauern können voraussichtlich im Bereich der Baukoordination erreicht werden. Projekte wie „Prozesssicherer Automatisierter Straßenbau“ (PAST) (Lipke, et al., 2013) oder „Prozesssichere Herstellung von Straßen in Betonbauweise“ liefern einen Einstieg in diesen Forschungsbereich. Als direkte Umsetzungen von Ergebnissen aus dem PAST-Projekt sind die Thermomulde und der Beschicker eingeführt worden und mittlerweile auf den Baustellen angekommen. Dies kann aber nur ein erster Schritt auf einem langen Weg zur Verbesserung der Einbauqualität und deren Homogenität darstellen. Was hier in Zukunft möglich ist, zeigte jüngst eine Pilotbaustelle als Schlusspunkt des Forschungsprojekts „smartSite“ (Seizer, Groß, & Enghardt, 2016): Alle Projektdaten werden – soweit möglich BIM-kompatibel – in einer Datencloud abgelegt, Material- und Maschinendaten werden kontinuierlich aktualisiert und nehmen direkt Einfluss auf den Bauablauf, um zu keinem Zeitpunkt Stillstandszeiten zu verursachen oder andere qualitätsbeeinträchtigende Faktoren zur Wirkung gelangen zu lassen. So werden auch die Walzen in Abhängigkeit von der Fertigergeschwindigkeit, der Asphalttemperatur, der bisher geleisteten Verdichtung sowie dem vorab geplanten Walzenschema gesteuert.

Solche Zukunftsvisionen bergen neben den großen Chancen aber auch erhebliche Aufwendungen, denn obgleich wir uns tagtäglich an die Verfügbarkeit von Informationen in fast allen Bereichen längst gewöhnt haben, greifen wir im Straßenbau viel zu häufig ins Leere. Netzdaten, Aufbaudaten, Materialdaten, Verkehrsdaten, Zustandsdaten usw. – sofern sie überhaupt vorliegen, so sind sie häufig nicht hinreichend plausibilisiert und zumeist nicht ausreichend miteinander verknüpft, um damit Bauprozesse steuern und Planungen durchführen zu können. Der Stufenplan Digitales Planen und Bauen (BMVI, 2015) gibt hier eine klare Richtung vor, wie IT-gestützte Prozesse und Technologien bei Planung, Bau und Betrieb von Straßen und Ingenieurbauwerken eingeführt werden sollen. Dabei steht das Building Information Modelling (BIM) im Zentrum und wird damit auch in der Forschung zunehmend seinen Stellenwert erhalten.

Mit der Digitalisierung des Straßenbaus wird der Wunsch erfüllbar, Regelkreise zur Verbesserung der Qualitäten zu schließen. Allein eine Ermittlung der Nutzungsdauern von Fahrbahndecken, für die wir aktuell umfangreiche Erhebungen und Auswertungen veranlassen müssen, wird damit zu einer vergleichsweise einfachen Aufgabenstellung, und auch die Frage nach den Ursachen von gehäuft auftretenden Schäden könnte bei Verfügbarkeit der maßgebenden Daten deutlich leichter beantwortet werden. Denkbar ist aber auch, dass mit Hilfe solcher Daten Prognosen für das Erfordernis von Erhaltungsmaßnahmen gegeben werden. Befinden sich hier die Daten der Zustandserfassung und -bewertung im direkten Zugriff und werden beispielsweise durch die Messergebnisse zur Tragfähigkeit ergänzt, könnten mit entsprechend aufgearbeiteten Modellen Zustandsentwicklungen auf Netzebene abrufbar gemacht werden.

Ansätze im Bereich von SmartData gehen hierbei noch einen Schritt weiter. Verschiedene Forschungsprojekte beschäftigen sich aktuell mit der Erfassung nutzbringender Sensordaten direkt aus den im Verkehr fließenden Fahrzeugen. Auf diese Weise kann es beispielsweise möglich werden, aus Bewegungen der Stoßdämpfer Erkenntnisse zur Ebenheit der Fahrbahnoberfläche zu erhalten oder aus dem Schlupf die aktuelle Griffigkeit der Straße zu ermitteln. Mit solchen Ansätzen stärkt man aber auch die Schnittstelle zwischen dem Straßenbau und der Automobiltechnik und öffnet damit ein weites weiteres Feld, das auch für die Forschung im Bereich der Straßenplanung, der Verkehrstechnik und der Umwelttechnik interessant ist.

4 Weitere Potenziale

Es steht also eine Reihe von Ansätzen zur Verfügung, mit denen die Verfügbarkeit der Straße erhöht werden kann. Die bisher aufgeführten Varianten verfolgen gemeinsam den Gedanken, eine Reduzierung der Eingriffe in den Verkehr durch eine Verlängerung der Nutzungsdauern von Schichten des Straßenaufbaus oder der gesamten Befestigung zu erreichen. Ein weiterer Beitrag zur Vermeidung von Verkehrsbehinderungen kann durch eine Verkürzung der Bautätigkeiten geleistet werden. Die werkseitige Erstellung von Bauteilen aus Beton ist hierfür ein hervorragendes Beispiel (Abbildung 8). Auch eine verbesserte Analyse des erforderlichen Maßnahmenumfangs, eine Steigerung der Leistungsfähigkeit der einzusetzenden Baumaschinen oder der verstärkte Einsatz von Kompaktasphalt können hier zielführend sein.



Abbildung 8: Einbau eines Betonfertigteils auf einer Bundesautobahn (Photos: M. Wieland)

Zusammenfassend erscheint eine Verschiebung des Blicks der Straßenbauforschung im Bereich der Infrastrukturerhaltung mit einem Fokus auf die Schadensaufnahme und -analyse sowie die Ermittlung des Erhaltungsaufwands hin zu einem sich an der Verfügbarkeit der Straße orientierenden Erhaltungsmanagement angebracht. Es liegen umfangreiche Kenntnisse über die Ermittlung und Bewertung des Zustands sowie über den qualitativ hochwertigen Bau von Straßen vor, während die Erhaltungsplanung in den vergangenen Jahren nicht die Aufmerksamkeit erlangte, die man ihr zumessen sollte. Hierbei sollte neben der Verfügbarkeit selbstverständlich auch die Wirtschaftlichkeit betrachtet werden. Lebenszyklusbetrachtungen, wie sie berechtigterweise von vielen gefordert werden, nutzen die Ergebnisse eines gezielten Obsoleszenzmanagements, auf die hier eingegangen wurde:

- die üblichen Nutzungsdauern von Straßenbefestigungen und deren Schichten
- die auf die Nutzungsbedingungen angepasste Dimensionierung der Straßenbefestigung und die Potenzialermittlung von Aufbauschichten
- die Modelle zur Schadensentwicklung für die Prognose von Eingreif- und Ausfallzeitpunkten
- die Möglichkeiten zur Nutzungsdauerverlängerung beim Neubau und in der Phase der Erhaltung

und verknüpfen diese mit detaillierten Kostendaten. Sie liefern damit für verschiedene Szenarien eine Prognose der finanziellen Gesamtaufwendungen und ermöglichen eine Optimierung der Wirtschaftlichkeit (Wellner, Zander, Dragon, Birbaum, & Buch, 2013). Eine Berücksichtigung der Lebenszykluskosten schafft aber vor allem die Möglichkeit, neue Ansätze und

Entwicklungen, die beispielsweise im Rahmen von Nebenangeboten eingebracht werden, fair und im Sinn einer kostensparenden Abwicklung des Straßenbaus zu bewerten.

Der Beitrag wurde in großen Teilen in der Fachzeitschrift Straße und Autobahn, Ausgabe 9/17 veröffentlicht.

5 Literaturverzeichnis

- BMVI. (2014). *Verkehr in Zahlen 2014/2015*. Hamburg: DVV Media Group GmbH.
- BMVI. (2015). *Stufenplan Digitales Planen*. Berlin.
- Bundesrechnungshof. (2015). *Bericht an den Haushaltsausschuss des Deutschen Bundestages*. Bonn.
- De Jonghe, a. (2000). *The selection of the optimum modified binder for a heavy duty pavement*. Großbritannien.
- FGSV. (2001). *Richtlinien für die Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Straßenbefestigungen (RPE-Stra)*. Köln: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen.
- Hase, M., Oelkers, C., Schindler, K., Schröter, A., & Zumsande, K. (2013). *Einfluss von Qualitätsunterschieden polymermodifizierter bitumenhaltiger Bindemittel gleicher Sorte auf das mechanische Verhalten von Asphalten; Teil: Kälte-, Ermüdungs- und Steifigkeitsverhalten*. Pinneberg.
- Krmek, M. (kein Datum). *Kennzahlen in der Infrastrukturinvestitionsplanung der ASFINAG - neues Verfahren zur Substanzbewertung. Vortrag beim Erfahrungsaustausch „ZEB und Erhaltungsmanagement auf Landesstraßen“ der Firma Heller Ingenieurgesellschaft, Darmstadt September 2015*.
- Lipke, S., Dietrich, W., Utterodt, R., Berthold, R., Horn, A., Böhm, S., . . . Olfers, R. (2013). *Prozesssicherer automatisierter Straßenbau. Gesamtabschlussbericht*. Hannover.
- Maerschalk, G., & Socina, M. (2008). *Weiterentwicklung der Bewertung des Pavement Management Systems (PMS) um ein Verfahren für die Umsetzung von Qualitätszielen*. Bonn .
- Seizer, B., Groß, M., & Enghardt, L. (2016). SmartSite – Prozesssicherheit durch Vernetzung und Automatisierung. *Straße und Autobahn*, 50-53.
- Wellner, F., Lipke, S., Werkmeister, S., Kayser, S., & Patzak, J. (2010). *Ermittlung von dimensionierungsrelevanten Eingangsgrößen für Asphaltbefestigungen im Rahmen einer rechnerischen Dimensionierung - Ermüdungsuntersuchungen mit dem Spaltzug-Schwellversuch*. Dresden.

Wellner, F., Zander, U., Dragon, I., Birbaum, J., & Buch, M. (2013). *Grundlagen für die Beurteilung der dimensionierungsrelevanten Eigenschaften und der Wirtschaftlichkeit von Oberbaubefestigungen aus Asphalt*. Zwischenbericht zum Forschungsprojekt 07.0236/2010/AGB, Dresden.

Zander, U. (2016). *Integration der Substanzbewertung in die Erhaltungsplanung*. Straßen- und Verkehrskongress Bremen.