

Erhaltungsmanagement der Bundesfernstraßen Bedeutung und Perspektiven der ZfPBau-Verfahren

J. Krieger, Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach

1 Einleitung

Ein gut ausgebautes und jederzeit funktionsfähiges Straßennetz ist in den Industrieländern eine der wesentlichen Voraussetzungen für die Entwicklung der Wirtschaft und damit auch für die Aufrechterhaltung der Wettbewerbsfähigkeit im internationalen Vergleich. Um eine hohe Verfügbarkeit der Verkehrsinfrastruktur zu gewährleisten, ist eine nachhaltige und systematische Erhaltung der Bundesfernstraßen von entscheidender Bedeutung. Innerhalb dieses Rahmens haben der Bauwerkseigentümer bzw. der Betreiber dafür Sorge zu tragen, die Kosten für Neubau, Erweiterung und Erhaltung in wirtschaftlichen Grenzen zu halten.

Die Bundesfernstraßen als großräumige Verkehrsverbindungen und Teil des trans-europäischen Netzes tragen mit einem Anteil von ca. 50 % des gesamten Kraftfahrzeugverkehrs die Hauptlast des Verkehrsaufkommens. Aktuelle Prognosen [1] zur Entwicklung des Straßengüterverkehrs gehen von einer Steigerung der Transportleistung um ca. 64 %, bezogen auf das Jahr 1997, aus. In diesem Zusammenhang sind auch die über die letzten Jahre zu verzeichnenden Zunahmen der Gesamtgewichte sowie die starken Zunahmen bei den Schwer- und Sondertransporten zu nennen.

Die Länge der Bundesfernstraßen betrug zum Ende des Jahres 2002 ca. 53.000 km (41.000 km BStr, 12.000 km BAB). In diesem Netz befinden sich insgesamt ca. 37.000 Brückenbauwerke mit einer Brückenfläche von ca. 29 Mio. m², 202 Tunnel mit einer Gesamtlänge von ca. 191 km und eine große Anzahl weiterer Ingenieurbauwerke, wie z. B. Stützwände, Lärmschutzeinrichtungen und Verkehrszeichenbrücken.

Eine nachhaltige und systematische Erhaltung der Bundesfernstraßen ist eine wichtige Aufgabe für den Baulastträger Bund und die Auftragsverwaltungen der Länder. Hierbei ist die Sicherstellung des aktuellen Substanz- und Gebrauchswertes sowie die Berücksichtigung derzeitiger und künftiger Anforderungen an die Verkehrssicherheit bei gleichzeitiger Beachtung von Umweltgesichtspunkten eine wesentliche Randbedingung.

2 Erhaltungsmanagement

Für die Erhaltung der Brücken und anderen Ingenieurbauwerke der Bundesfernstraßen wurde im Jahre 2004 ein Betrag von ca. 268 Mio. € aufgewendet. Verglichen mit den Ergebnissen der im Rahmen der Aufstellung des Bundesverkehrswegeplanes 2003 durchgeführten Erhaltungsprognosen liegen die Ausgaben jedoch deutlich unterhalb der Prognosewerte von ca. 500 Mio. € pro Jahr.

Aufgrund des begrenzten Budgets für die Erhaltung können nicht alle erforderlichen Maßnahmen umgehend realisiert werden. Die Aufgabe der für die Bauwerkserhaltung Verantwortlichen liegt darin, die Erhaltungsplanung unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Mittel und Ressourcen unter volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten zu optimieren. Voraussetzung für die komplexen Prozesse des Erhaltungsmanagements sind bestmögliche netz- und objektbezogene Informationen.

In diesem Zusammenhang befasst sich die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) mit der Entwicklung von Management-Systemen für die Erhaltung. Für die Straßebefestigungen wurde ein Pavement-Management-System (PMS) entwickelt, das sich derzeit im Einsatz bei Straßenbauverwaltungen der Länder befindet. Für den Bereich der Brücken und anderen Ingenieurbauwerke wurde die BASt durch das Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung (BMVBS) mit der Entwicklung eines Bauwerks-Management-Systems (BMS) beauftragt, welches den Bund in die Lage versetzen soll, neben einem Überblick über den Zustand der Bauwerke auch Aussagen zum Finanzbedarf zu erlangen und Strategien, Ziele sowie Rahmenbedingungen in der Erhaltungspraxis zu verwirklichen. Darüber hinaus sollen den Straßenbauverwaltungen der Länder Empfehlungen zur Durchführung von Maßnahmen auf Objektebene geliefert werden.

Diese Management-Systeme beinhalten alle Funktionen zur Durchführung des Erhaltungsmanagements. Grundlage ist die Erhebung und Bereitstellung von objektbezogenen Informationen, z. B. zu Schäden und zum Zustand der Ingenieurbauwerke. In Verbindung mit netzbezogenen Daten, Rahmenbedingungen und Restriktionen wird damit die Basis für Analyseprozesse, z. B. Wirtschaftlichkeitsberechnungen, Priorisierungen und Bedarfsermittlungen bereitgestellt. Als Ergebnisse werden Maßnahmevorschläge, optimierte Programmplanungen und Angaben zum Finanzbedarf entwickelt. Ein wichtiger Gesichtspunkt ist dabei die Bereitstellung einheitlicher und kompatibler Verfahren für alle beteiligten Stellen.

3 ZfPBau-Verfahren im Rahmen des Erhaltungsmanagements

Für den erfolgreichen Betrieb eines BMS sind zuverlässige und aktuelle Informationen zu den Bauwerken und zu deren Zustand unabdingbar. Die zu erfassenden und zu speichernden Daten sind für den Bereich der Brücken und anderen Ingenieurbauwerke in der ASB, Teilsystem Bauwerksdaten (ASB-ING) [2] festgelegt. Alle Informationen werden durch die Straßenbauverwaltungen der Länder IT-gestützt aufgenommen, gespeichert und ausgewertet. Angaben zum Bauwerkszustand und zu Schäden an Brücken und anderen Ingenieurbauwerken sind dabei durch die "Richtlinie zur einheitlichen Erfassung und Auswertung von Ergebnissen der Bauwerksprüfungen nach DIN 1076" (RI-EBW-PRÜF) [3] geregelt.

Wesentliche Grundlagen der Erhaltungsplanung sind die Ergebnisse der regelmäßigen Bauwerksprüfungen nach DIN 1076 [4], die alle 6 Jahre als Hauptprüfungen erfolgen. Ziel dieser Prüfungen ist es, Schäden und Mängel rechtzeitig zu erkennen, um den Bauwerkseigentümer in die Lage zu versetzen, Erhaltungsmaßnahmen rechtzeitig einzuleiten. Die Bauwerksprüfung erfolgt durch speziell geschulte Prüfingenieure, die die vorhandenen Schäden in der Regel direkt am Bauwerk aufnehmen. Die Ermittlung der Zustandsnote erfolgt automatisch durch das Prüfprogramm, wobei die Bewertungen der Einzelschäden hinsichtlich der Aspekte Standsicherheit, Verkehrssicherheit und Dauerhaftigkeit nach einem festgelegten Verfahren einfließen. Im nachfolgenden Managementprozess wird aus den Ergebnissen der Bauwerksprüfung mit Hilfe von Auswerteverfahren objektbezogen auf mögliche Erhaltungsmaßnahmen geschlossen. Die Ergebnisse münden in die Maßnahmebewertung und -auswahl.

Dieses Vorgehen führt jedoch nicht in allen Fällen zu einer abschließenden Beurteilung von Schäden. Bei schwerwiegenden, komplexen oder unklaren Schadensbildern sind über die Bauwerksprüfung hinausgehend detaillierte objektbezogene Schadensanalysen erforderlich, um zu einer genaueren Beurteilung von Schäden

und zur Festlegung der Erhaltungsmaßnahmen zu gelangen. Im Rahmen dieser Untersuchungen werden Art, Ursache und Umfang von Schäden, die bei der Bauwerksprüfung nach DIN 1076 nicht eindeutig festgestellt werden können, untersucht. Zur Vereinheitlichung der Durchführung dieser Untersuchungen hat die BAST den „Leitfaden Objektbezogene Schadensanalyse“ [5] erarbeitet.

Definitionsgemäß wird eine objektbezogene Schadensanalyse bei einem Schaden durchgeführt, der zusätzliche, über die Bauwerksprüfung nach DIN 1076 hinausgehende Untersuchungen erfordert. Die Schadenskriterien für die Entscheidung zur Durchführung einer objektbezogenen Schadensanalyse können sein:

- Schäden, deren Ursachen unbekannt oder mit den Methoden der Bauwerksprüfung nach DIN 1076 nicht ausreichend erfassbar sind, z.B.:
 - Rissbilder oder Durchbiegungen des Überbaus, die nicht direkt geklärt werden können.
 - Rissbildungen, die durch Korrosion, durch fehlende Bewehrung oder durch Treiberscheinungen verursacht worden sind.
- Vermutete Schäden, z.B.:
 - Korrosion der Querspannglieder der Fahrbahnplatte, die erst nach Beseitigung des Fahrbahnbelags festgestellt würden.
- Schäden größeren oder nicht ausreichend bekannten Ausmaßes z.B.:
 - starke Durchfeuchtungen, bei denen nicht bekannt ist, ob z.B. die (Spann-)Bewehrung bereits korrodiert ist.
- Schäden, deren Umfang nicht ausreichend bekannt ist, z.B.:
 - Abplatzungen, Chloridbelastungen, Karbonatisierungsgrad, feuchte Stellen, Bewehrungskorrosion.
- Schädigungsverläufe, die nicht den Erfahrungswerten der Schädigungsmodelle entsprechen, z.B.:
 - die Chloridbelastung nimmt über die Jahre unerwartet stark zu und weicht von den Prognosen der Schädigungsmodelle ab.

Der Ablauf der objektbezogenen Schadensanalyse gliedert sich in Ermittlung und Festlegung von Zielgrößen, die Auswahl geeigneter Untersuchungsmethoden und deren Durchführung sowie die Auswertung der Untersuchungsergebnisse mit dem Ziel der Bereitstellung erforderlicher Informationen für die Aktualisierung der Bauwerksdaten und für die Unterstützung der Erhaltungs- und Ausführungsplanung (Bild 1).

Als Ergebnis der objektbezogenen Schadensanalyse ist ein Vorschlag einer erneuten Schadensbewertung nach den Kriterien Standsicherheit, Verkehrssicherheit und Dauerhaftigkeit gemäß RI-EBW-PRÜF anzugeben, in dem ggf. Informationen vereinfachter Verhaltensmodelle des BMS einfließen. Die Auswahl geeigneter Maßnahmevarianten mit Kostenermittlungen zur Instandsetzung erfolgt auf der Basis geltender Normen, der zusätzlichen technischen Vertragsbedingungen (ZTV-ING) und weiterer technischer Regelwerke. Die Maßnahmen sind Bestandteil eines Maßnahmenkataloges, der vom BMS-Baustein „Katalog Erhaltungsmaßnahmen“ bereit gestellt wird und in der ASB-ING sowie im Programmsystem SIB-Bauwerke abgebildet ist.

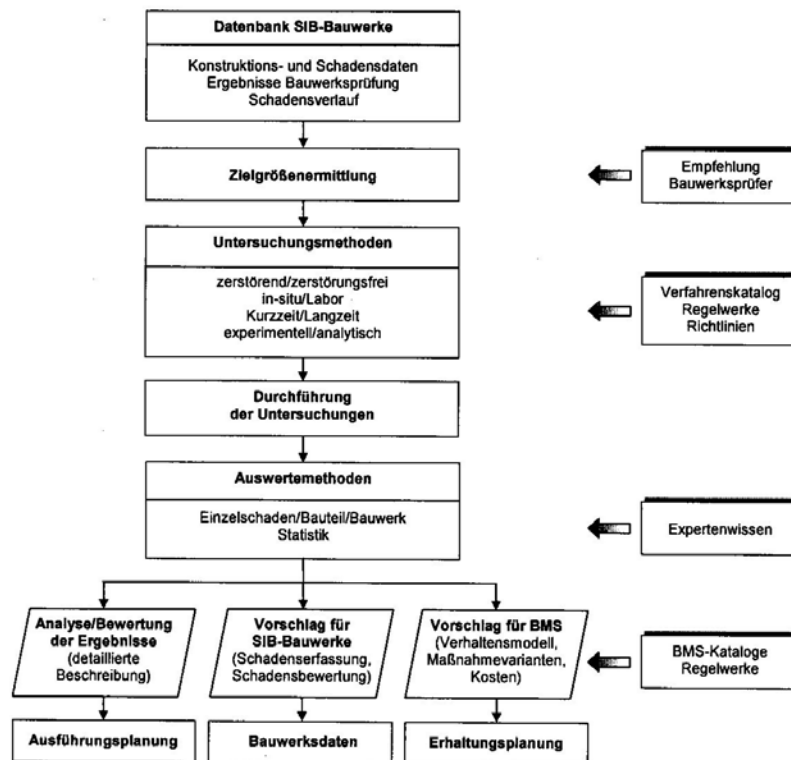


Bild 1: Ablauf der objektbezogenen Schadensanalyse, aus [5]

Bei der Durchführung dieser Untersuchungen kommen verschiedene Verfahren zum Einsatz, wobei aus Sicht des Bauwerkseigentümers der Einsatz zerstörungsfreier bzw. zerstörungsarmer Prüfverfahren anzustreben ist. Deshalb befasst sich die BAST seit einiger Zeit mit der Anwendung zerstörungsfreier Prüfverfahren zur Zustandsuntersuchung von Brücken und anderer Ingenieurbauwerke. Aufbauend auf dem durch die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung erarbeiteten ZfPBau-Kompendium [6] wurde eine Verknüpfung zwischen den bei der Bauwerksprüfung festgestellten Schäden und möglichen Untersuchungsmethoden entwickelt [7]. Dieser Katalog liegt als CDROM vor.

Dem Bauwerksprüfingenieur wird mit dem Verfahrenskatalog ein Instrument zur Verfügung gestellt, mit dem er auf der Grundlage der im Anhang der RI-EBW-PRÜF aufgelisteten Schadensbilder, eine Auswahl möglicher zerstörungsfreier und zerstörungsarmer Prüfverfahren treffen kann. Die Konzeption des dem Verfahrenskatalogs zugrunde liegenden ZfPBau-Kompendiums erlaubt dem Bauwerksprüfingenieur die Bewertung und Auswahl von Prüfverfahren unter Berücksichtigung der Randbedingungen am Bauwerk bzw. Bauteil.

Das Ergebnis der objektbezogenen Schadensanalyse ist ein Gutachten mit einer textlichen Bewertung nach den Erfordernissen der Erhaltungsplanung und einem Vorschlag für eine abschließende Schadensbewertung nach RI-EBW-PRÜF. Um die im Rahmen des Erhaltungsmanagements erforderliche Datenkonsistenz zu gewährleisten ist neben dem eigentlichen Prüfbericht, für den in [5] eine einheitliche Gliederung vorgegeben wird, auch die Fortführung der Bestands- und/oder Zustandsdaten von besonderer Bedeutung (Bild 2).

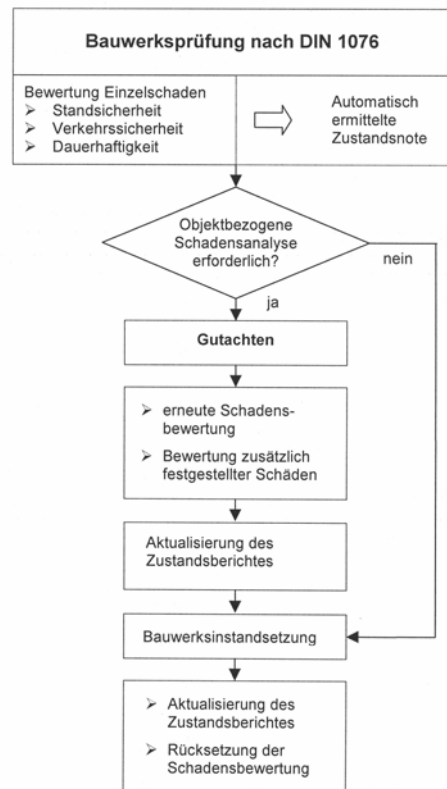


Bild 2: Schadens- und Zustandsbewertung mit/ohne objektbezogene Schadensanalyse, aus [5]

4 ZfPBau-Verfahren im Rahmen der Qualitätssicherung

Neben der Zustandsuntersuchung bestehender Bauwerke stellt auch die Qualitätssicherung neu erstellter Bauwerke ein wichtiges Anwendungsgebiet der ZfPBau-Verfahren dar. Auch hierbei handelt es sich im weiteren Sinne um eine Aufgabe des Erhaltungsmanagements, da nur durch eine ordnungsgemäße Herstellung der Bauwerke eine Minimierung der Erhaltungsaufwendungen über die geplante Nutzungsdauer sichergestellt werden kann. Die Anwendung von ZfPBau-Verfahren soll exemplarisch für den Bereich des Tunnelbaus erläutert werden.

Bei mehreren Tunnelbauwerken in geschlossener Bauweise wurden nach der Fertigstellung Undichtigkeiten an der Abdichtung festgestellt, die nicht, wie zunächst vermutet, in einer fehlerhaften Nahtverbindung der Abdichtung, sondern in einer mechanischen Zerstörung der Abdichtung durch unplanmäßige Minderdicken im Innenschalenbeton und damit teilweiser freiliegender Bewehrung begründet lagen.

Die Einhaltung der Sollstärke der Innenschale ist deshalb für alle neu erstellten Straßentunnel in geschlossener Bauweise künftig unter Verwendung von ZfPBau-Verfahren zu überprüfen. Um die Einheitlichkeit dieser Prüfungen zu gewährleisten, wurde durch das BMVBS die durch die BAST erstellte „Richtlinie für die Anwendung der zerstörungsfreien Prüfung von Tunnelinnenschalen“ (RI-ZFP-TU) mit Allgemeinem Rundschreiben Straßenbau eingeführt [8, 9]. Diese Richtlinie dient der Vereinheitlichung der Anwendung zerstörungsfreier Prüfverfahren zur Dickenüberprüfung von Tunnelinnenschalen. Sie enthält Hinweise zu geeigneten Messverfahren, zur Durchführung der Messungen sowie zur Auswertung und Darstellung der Messergebnisse.

Im Rahmen der Anwendung der Richtlinie RI-ZFP-TU hat sich gezeigt, dass durch die obligatorische Anwendung von ZfPBau-Verfahren eine regelwerkskonforme Erstellung von Tunnelinnenschalen erreicht werden kann und somit Qualität und Dauerhaftigkeit der Bauwerke erhöht werden. Hierdurch lässt sich über die Nutzungsdauer der Tunnel eine Verringerung der Erhaltungsaufwendungen und damit eine höhere Wirtschaftlichkeit erzielen.

5 Zusammenfassung

Eine nachhaltige und systematische Erhaltung der Bundesfernstraßen ist eine wichtige Aufgabe für den Bauwerkseigentümer bzw. für den Betreiber. Um künftig Erhaltungsprogramme auf einer einheitlichen Grundlage unter Berücksichtigung von Nutzen-Kosten-Gesichtspunkten aufstellen zu können, werden künftig Management-Systeme eingesetzt.

Für die Straßenbefestigungen wurde ein Pavement-Management-System (PMS) entwickelt, das sich derzeit im Einsatz bei Straßenbauverwaltungen der Länder befindet. Für den Bereich Brücken und andere Ingenieurbauwerke wird derzeit durch die Bundesanstalt für Straßenwesen im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung ein umfassendes Bauwerks-Management-System, welches den Anforderungen des Bundes und der Länder gerecht wird, realisiert.

Managementsysteme (PMS, BMS) beinhalten alle Funktionen zur Planung und Durchführung der Erhaltung und werden künftig im Bereich der Bundesfernstraßen eingesetzt. Eine wesentliche Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz dieser Systeme ist die Bereitstellung zuverlässiger Bestands- und Zustandsinformationen. In Verbindung mit netzbezogenen Daten, Rahmenbedingungen und Restriktionen wird damit die Basis für Analyseprozesse, z. B. Wirtschaftlichkeitsberechnungen, Priorisierungen und Bedarfsermittlungen bereitgestellt. Als Ergebnisse können dann Maßnahmevorschläge, optimierte Programmplanungen und Angaben zum Finanzbedarf entwickelt werden. Verfahren der ZfP ermöglichen in vielen Fällen eine zuverlässige und wirtschaftliche Erhebung von Bestands- und Zustandsdaten.

Eine der wesentlichen Eingangsgrößen für Managementsysteme stellen Informationen über den Bestand und den Zustand dar. Bei der Gewinnung dieser Informationen kommt den ZfPBau-Verfahren eine besondere Bedeutung zu.

Für Brücken und andere Ingenieurbauwerke sind bei komplexen Schadensbildern zusätzlich zur Bauwerksprüfung detaillierte Informationen zu Art und Umfang von Schäden im Rahmen objektbezogener Schadensanalysen zu erheben. Hierbei sollen aus Sicht des Bauwerkseigentümers möglichst zerstörungsfreie oder zerstörungsarme Prüfverfahren zum Einsatz kommen.

Voraussetzung für eine künftige Anwendbarkeit von Verfahren der ZfP im Rahmen der objektbezogenen Schadensanalyse und des BMS ist jedoch, dass die Ergebnisse quantifiziert und in die Schadensbewertungen nach RI-EBW-PRÜF und die Verschlüsselungen der ASB, Teilsystem Bauwerksdaten, umgesetzt werden können.

Neben der Zustandsuntersuchung bestehender Bauwerke stellt auch die Qualitätssicherung neu erstellter Bauwerke ein wichtiges Anwendungsgebiet der ZfPBau-Verfahren dar. Im Rahmen der Anwendung der Richtlinie RI-ZFP-TU hat sich gezeigt, dass durch die obligatorische Anwendung von ZfPBau-Verfahren eine regelwerkskonforme Erstellung von Tunnelinnenschalen erreicht werden kann und somit die Qualität und die Dauerhaftigkeit der Bauwerke erhöht werden.

6 Literatur

- [1] Verkehrsbericht 2000, Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, November 2000.
- [2] Anweisung Straßeninformationsbank, Teilsystem Bauwerksdaten, ASB-ING, Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr, Ausgabe 3/2004, Download unter: www.sib-bauwerke.bast.de.
- [3] Richtlinie zur einheitlichen Erfassung, Bewertung, Aufzeichnung und Auswertung von Ergebnissen der Bauwerksprüfungen nach DIN 1076, Bundesministerium für Verkehr-, Bau und Wohnungswesen, Abteilung Straßenbau, Straßenverkehr, Ausgabe 2004, Download unter: www.sib-bauwerke.bast.de.
- [4] DIN 1076 – Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen; Überwachung und Prüfung, Ausgabe November 1999.
- [5] Leitfaden Objektbezogene Schadensanalyse, Bundesanstalt für Straßenwesen, 2004.
- [6] ZFPBau-Kompodium der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung; http://www.bam.de/service/publikationen/zfp_kompodium/welcome.html.
- [7] Forschungsvorhaben FE 15.372/2002/HRB im Auftrag des BMVBW: Erarbeitung eines RI-EBW-PRÜF-kompatiblen Verfahrenskatalogs zur Anwendung im Rahmen der objektbezogenen Schadensanalyse bei der Erhaltungsplanung von Brücken- und Ingenieurbauwerken, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Schlussbericht 2003.
- [8] Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 14/2001, Sachgebiet 05.7: Brücken- und Ingenieurbau; Überwachung und Prüfung, Verkehrsblatt-Dokument Nr. S 1050- Vers. 03/01, Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, 05. März 2001.
- [9] Richtlinie für die Anwendung der zerstörungsfreien Prüfung von Tunnelinnenschalen (RI-ZFP-TU), Verkehrsblatt-Dokument Nr. S 1050- Vers. 03/01, Bundesanstalt für Straßenwesen, Ausgabe 2001.