

Konzeption eines Managementsystems zur Erhaltung von Brücken- und Ingenieurbauwerken

von

Peter Haardt

Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen

Brücken- und Ingenieurbau Heft B 25

bast

Die Bundesanstalt für Straßenwesen veröffentlicht ihre Arbeits- und Forschungsergebnisse in der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen**. Die Reihe besteht aus folgenden Unterreihen:

A - Allgemeines
B - Brücken- und Ingenieurbau
F - Fahrzeugtechnik
M- Mensch und Sicherheit
S - Straßenbau
V - Verkehrstechnik

Es wird darauf hingewiesen, daß die unter dem Namen der Verfasser veröffentlichten Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des Herausgebers wiedergeben.

Nachdruck und photomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Bundesanstalt für Straßenwesen, Referat Öffentlichkeitsarbeit.

Die Hefte der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen** können direkt beim Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bgm.-Smidt-Str. 74-76, D-27568 Bremerhaven, Telefon (04 71) 9 45 44 - 0, bezogen werden.

Über die Forschungsergebnisse und ihre Veröffentlichungen wird in Kurzform im Informationsdienst **BASt-Info** berichtet. Dieser Dienst wird kostenlos abgegeben; Interessenten wenden sich bitte an die Bundesanstalt für Straßenwesen, Referat Öffentlichkeitsarbeit.

Impressum

Bericht zum Forschungsprojekt 97244:
Konzeption eines Managementsystems zur Erhaltung von Brücken- und Ingenieurbauwerken

Herausgeber:
Bundesanstalt für Straßenwesen
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach
Telefon (0 22 04) 43 - 0
Telefax (0 22 04) 43 - 674

Redaktion:
Referat Öffentlichkeitsarbeit

Druck und Verlag:
Wirtschaftsverlag NW
Verlag für neue Wissenschaft GmbH
Postfach 10 11 10, D-27511 Bremerhaven
Telefon (04 71) 9 45 44 - 0
Telefax (04 71) 9 45 44 77

ISSN 0943-9293
ISBN 3-89701-317-7

Bergisch Gladbach, März 1999

Kurzfassung · Abstract

Konzeption eines Managementsystems zur Erhaltung von Brücken- und Ingenieurbauwerken

Die Bundesanstalt für Straßenwesen wurde vom Bundesministerium für Verkehr mit der Konzeption eines Managementsystems der Erhaltungsplanung für Brücken- und Ingenieurbauwerke des deutschen Fernstraßennetzes beauftragt. Dabei sollte ein System konzipiert werden, welches zum einen den Bund in die Lage versetzt, neben einem Überblick über den aktuellen Zustand der Bauwerke auf Netzebene auch Aussagen zum Finanzbedarf zu erlangen und Strategien, langfristige Ziele sowie Rahmenbedingungen in der Erhaltungspraxis zu verwirklichen. Zum anderen sollten Ländern und Behörden Empfehlungen zur Durchführung von Verbesserungen auf Objektebene geliefert werden, die mit den Strategien, langfristigen Zielen, Rahmenbedingungen und Haushaltszwängen vereinbar sind.

In einem ersten Schritt wurden bestehende Bauwerks-Managementsysteme analysiert sowie aktuelle Entwicklungstendenzen aufgezeigt. Das aktuelle Vorgehen von Bund und Ländern bei der Erhaltungsplanung wurde im Rahmen einer Länderbefragung im Detail bestimmt. Dabei wurden auch die Zielvorstellungen der Betreiber eines zukünftigen Managementsystems der Bauwerkserhaltung identifiziert. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen sowie einer bereits entwickelten Grobkonzeption des BMS wurden die Strukturen des Managementsystems erarbeitet, einzelne Module festgelegt und die Abläufe der Erhaltungsplanung unter Berücksichtigung von Randbedingungen und Zielkriterien erarbeitet.

Ein wesentliches Ergebnis neben der Konzeption ist die Erarbeitung eines Stufenplans mit Zeitachse für die Entwicklung des Managementsystems sowie die Formulierung von Teilprojekten zur Fertigstellung des Systems mit Zeitplan. Aufbauend auf diesen Planungen ist die Realisierung eines kompletten BMS für Bund und Länder bis zum Jahr 2005 möglich.

- Stufe 0: Ausgangsbasis, Grundlagen für einen Verteilungsschlüssel für Finanzmittel des Bundes, sofort möglich.
- Stufe 1: Grundlage für netzweite Bewertungen und Analysen auf Länder- und Bundesebene, ab 2000

- Stufe 2: Grundlage für die Dringlichkeitsreihung und die Bewertung von Maßnahmevarianten, ab 2001
- Stufe 3: Grundlage für die Bedarfsermittlung und die Finanzplanung, ab 2003
- Stufe 4: Programmplanung mit Restriktionen, Verknüpfung von Managementsystemen, ab 2005.

Voraussetzung ist jedoch die Bereitstellung ausreichender Finanzmittel beim BMVBW oder der BAST sowie die Bereitstellung aller erforderlicher Daten (ASB, Teilsystem Bauwerksdaten, Verkehrsdaten, Unfalldaten, Netzdaten usw.) durch die Länder. Hierbei wäre die Unterstützung des Bundes hilfreich.

Concept of a management system for the preservation of bridges and civil-engineering structures

The Federal Highway Research Institute was appointed by the Federal Ministry of Transport to conceive a management system for planning the maintenance of bridges and engineering structures forming part of the federal road network in Germany. Firstly, the conceived system is to provide the federal government with an overview of the current situation of the structures at the network level, and allow it to formulate statements concerning financial requirements as well as strategies for realizing long-term objectives and fulfilling basic conditions for maintenance routines. Secondly, the states and authorities are to be supplied with recommendations for performing improvements at the object level in compliance with strategies, long-term objectives, basic conditions and budgetary restrictions.

In a first step, existing management systems were analyzed and current development trends were ascertained. Procedures implemented by the federal and state governments for maintenance planning were determined in detail as part of state surveys. In this process, the goals of the operators of a future management system for structural maintenance were also determined. Based on these findings as well as a rough BMS concept developed previously, the structures of the management system were prepared, individual

modules were specified and the procedures of maintenance planning were defined, taking into consideration boundary conditions and target criteria.

An essential result, in addition to conception, is the preparation of a phase plan for the development of the management system, as well as a formulation of sub-projects for completing the system in accordance with the time schedule. Based on these plans, the realization of a complete BMS on the federal and state levels will be possible by the year 2005.

- Phase 0: Starting point, basis for a distribution key for financial resources of the federal government, possible immediately.
- Phase 1: Basis for network-wide evaluations and analyses on the state and federal levels, from the year 2000 onwards.
- Phase 2: Basis for prioritization and evaluation of variants of measures, from the year 2001 onwards.
- Phase 3: Basis for the determination of required resources and financial planning, from the year 2003 onwards.
- Phase 4: Program planning with restrictions, linkage of management systems, from the year 2005 onwards.

However, a prerequisite for this is the availability of sufficient financial resources at the BMVBW and the Federal Highway Research Institute, as well as the supply of all required data (ASB, sub-system structural data, traffic data, accident data, network data etc.) by the states. Support from the federal government would prove advantageous here.

Inhalt

1	Einleitung	7	3.2	Aufgaben des Bundes bei der Erhaltung von Brücken- und Ingenieurbauwerken im Zuge von Bundesfernstraßen	33
1.1	Problemstellung und Zielsetzung	7			
1.2	Durchführung des Projekts	7			
2	Grundlagen	7	4	Konzeption eines umfassenden Managementsystems der Bauwerkserhaltung für das bundesdeutsche Fernstraßennetz	35
2.1	Begriffliche Grundlagen	7	4.1	Methodische Grundlagen	35
2.2	Bestehende Regelwerke und Vorschriften	10	4.2	Planungsprozess	39
2.2.1	Allgemeines	10	4.3	Realisierungsprozess	40
2.2.2	DIN 1076, Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen; Überwachung und Prüfung	10	4.4	Controllingprozess	41
2.2.3	RI-EBW-PRÜF, Richtlinie zur einheitlichen Erfassung, Bewertung, Aufzeichnung und Auswertung von Ergebnissen der Bauwerksprüfungen nach DIN 1076... ..	11	5	Realisierungsstufen eines Managementsystems der Bauwerkserhaltung	42
2.2.4	SIB-Bauwerke, Erfassungsprogramm	11	5.1	Definition der Realisierungsstufen	42
2.2.5	Weitere Regelwerke	11	5.2	Zeitplan für die Entwicklung eines BMS	43
2.3	Bestehende Managementsysteme der Bauwerkserhaltung	12	5.3	Forschungs- und Entwicklungsbedarf	43
2.3.1	Vorgehen in den USA	12	6	Zusammenfassung	48
2.3.2	Das dänische Brücken-Managementsystem	14	7	Literatur	49
2.3.3	Weitere Managementsysteme des Auslands	15			
2.3.4	Managementsystem Brückenerhaltung der TH Darmstadt	17			
2.4	Zur Entwicklung von Managementsystemen	17			
2.4.1	Das OECD-Brückenmanagementsystem ..	17			
2.4.2	Erstellung von Bauwerks-Managementsystemen in den USA	18			
2.4.3	EU-Kooperationsprojekt BRIME (Bridge Management in Europe)	20			
2.4.4	Grobkonzeption der Bundesanstalt für Straßenwesen zur Entwicklung eines Managementsystems zur Erhaltung von Brücken und Ingenieurbauten	20			
3	Aktuelles Vorgehen von Bund und Ländern bei der Erhaltungsplanung	22			
3.1	Vorstudie der BAST zur Erhaltungsplanung in den Bundesländern	22			
3.1.1	Landschaftsverband Rheinland	22			
3.1.2	Landschaftsverband Westfalen-Lippe	24			
3.1.3	Hessen	26			
3.1.4	Baden-Württemberg	27			
3.1.5	Hamburg	28			
3.1.6	Brandenburg	29			
3.1.7	Thüringen	31			
3.1.8	Zusammenfassung der Ergebnisse	32			



1 Einleitung

1.1 Problemstellung und Zielsetzung

In der Baulast des Bundes befinden sich insgesamt 34.824 Brückenbauwerke mit einer Brückenfläche von 24,35 Mio. m² (Stand 31.12.1997), 142 Tunnelbauwerke mit einer Gesamtröhrenlänge von 93,8 km sowie eine große Anzahl von Trögen, Stützbauwerken, Lärmschutzbauwerken, Verkehrszeichenbrücken und sonstige Bauwerken. Die dafür aufzustellenden Erhaltungsprogramme binden hohe Haushaltsbeträge und beeinflussen die Verkehrsinfrastruktur und somit die Wirtschaft und die Gesellschaft insgesamt. Die Aufgabe der Verantwortlichen für die Bauwerkserhaltung liegt darin, den komplexen Entscheidungsprozeß auf der Grundlage bestmöglicher Informationen durchzuführen. Hierzu kann ein Managementsystem der Bauwerkserhaltung einen entscheidenden Beitrag liefern.

International werden große Anstrengungen zur Entwicklung von Managementsystemen der Bauwerkserhaltung unternommen. Auch in der Bundesrepublik Deutschland ist die Anwendung eines Systems wünschenswert, welches die Teilaspekte baulicher Unterhaltung, Instandsetzung, Erweiterung und Ersatz von Bauwerken integriert behandelt und Entscheidungsgrundlagen für den Einsatz von Erhaltungsmitteln liefern kann. Da der Einsatz eines solchen Systems insbesondere in den Bundesländern erfolgen würde, sind die zugrunde liegenden Module flexibel zu gestalten, so daß die länderspezifischen Besonderheiten der Bauwerkserhaltung berücksichtigt werden können.

Zur Zeit werden Entscheidungen bei der Erhaltungsplanung vorwiegend aufgrund subjektiver Einschätzungen getroffen. Ein wirtschaftlicher Mitteleinsatz verlangt hingegen nach Transparenz, Objektivierung der Entscheidungsprozesse, integrativen Strukturen und Controllinginstrumentarien. Um eine Optimierung der Planung des Einsatzes von Finanzmitteln zu ermöglichen und Controllinginstrumentarien bereitzustellen, strebt das Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW) ein umfassendes Managementsystem der Bauwerkserhaltung an.

Die Bundesanstalt für Straßenwesen wurde vom BMVBW mit der Konzeption dieses Managementsystems beauftragt. Dabei soll ein System konzipiert werden, welches zum einen den Bund in die Lage versetzt, neben einem Überblick über den aktuellen Zustand der Bauwerke auf Netzebene auch Aussagen zum Finanzbedarf zu erlangen und Strategien, langfristige Ziele sowie Rahmenbedin-

gungen in der Erhaltungspraxis zu verwirklichen. Zum anderen sollen Ländern und Behörden Empfehlungen zur Durchführung von Maßnahmen auf Objektebene geliefert werden, die mit den Strategien, langfristigen Zielen, Rahmenbedingungen und Haushaltszwängen vereinbar sind.

1.2 Durchführung des Projekts

Voraussetzung für die Entwicklung eines Managementsystems der Bauwerkserhaltung ist die Durchführung einer Studie, in der die Konzeption des Systems unter Berücksichtigung der o.g. Hauptziele und Beteiligung der zukünftigen Betreiber erarbeitet wird.

In einem ersten Schritt wird das aktuelle Vorgehen von Bund und Ländern bei der Erhaltungsplanung im Rahmen einer Länderbefragung im Detail bestimmt. Dabei sollen auch die Zielvorstellungen der Betreiber eines zukünftigen Managementsystems der Bauwerkserhaltung identifiziert werden.

Darauf aufbauend werden die Strukturen des Managementsystems entwickelt, einzelne Module festgelegt und das Ablaufschema der Erhaltungsplanung erarbeitet. Darüber hinaus wird überprüft, inwieweit bereits bestehende Module übernommen werden können bzw. angepaßt werden müssen.

Ein wesentliches Ergebnis neben der Konzeption ist die Festlegung eines Zeitplans für die Entwicklung des Managementsystems sowie die Formulierung von Teilprojekten zur Fertigstellung des Systems.

Die Arbeitsschritte sind mit dem Referat S 25 sowie der Arbeitsgruppe Erhaltungsstrategie im BMVBW und der Bund/Länder-Arbeitsgruppe Erhaltung abgestimmt.

2 Grundlagen

2.1 Begriffliche Grundlagen

Als Ergebnis der Untersuchungen soll die Konzeption eines Managementsystems der Erhaltung von Bauwerken (BMS) erarbeitet werden. Die Beschreibung und Abgrenzung der Aufgabenstellung erfordert einige begriffliche Definitionen aus dem Gebiet der Erhaltung von Ingenieurbauwerken.

Die Erhaltung von Bauwerken beinhaltet alle Maßnahmen, die die Sicherheit und Funktionalität gewährleisten sollen und damit alle baulichen und verwaltungsmäßigen Aufwendungen für:

- die bauliche Unterhaltung (bauliche Maßnah-

men kleineren Umfangs, die den Gebrauchswert nicht anheben),

- die Instandsetzung (bauliche Maßnahme größeren Umfangs, die eine deutliche Anhebung des Gebrauchswertes bewirken),
- die Erneuerung (Ersatz von Bauwerksteilen, durch die der volle Gebrauchswert wieder hergestellt wird) und
- Umbau-/Ausbaumaßnahmen ohne kapazitive Wirkung.

In Abgrenzung dazu bestehen auf der einen Seite die Maßnahmen der "betrieblichen Unterhaltung" (u.a. Betriebskosten, Pflege, Winterdienst, Vorhaltung von Immobilien und Gerät) und auf der anderen Seite die "Erweiterungsmaßnahmen" (Umbau-/Ausbaumaßnahmen mit kapazitiver Wirkung auf das Straßennetz und Neubau-Ersatzanlagen).

Das Leitziel einer systematischen Straßenerhaltung wird von Schmuck [1] definiert:

"Erhaltung eines optimalen Straßenzustandes, d.h. eines Zustandes, der dem potentiellen Nutzer einen höchstmöglichen Gebrauchswert bei gleichzeitig minimalen gesamtwirtschaftlichen Kosten und höchstmöglicher Umweltverträglichkeit gewährleistet."

Dem Leitziel werden die Oberziele:

- höchstmöglicher Gebrauchswert
- minimale gesamtwirtschaftliche Kosten
- höchstmögliche Umweltverträglichkeit

zugeordnet, wobei für jedes dieser Oberziele eine Reihe von Unterzielen festgelegt sind (siehe Bild 1).

Das Zielkriterium **Gebrauchswert** stellt einen nutzerrelevanten Ausdruck für "Komfort", "Sicherheit" und "Dispositionsfreiheit" dar. Dagegen umfaßt das **Kostenkriterium** sowohl nutzer- als auch baulastträgerrelevante Anteile. Die nutzerrelevanten Anteile werden von den "Zeitkosten", den "Fahrzeug- und Betriebskosten" sowie den "Unfall- und Unfallfolgekosten" gebildet. Baulastträgerrelevante Kostenkriterien können in "Baukosten", "Erhaltungskosten", "Betriebskosten" und "Verwaltungskosten" aufgeteilt werden. Als **Umweltkriterium** sind die Belastung des Menschen und seiner Umwelt, der Ressourcenverbrauch und die Identifikationsmöglichkeit zwischen Mensch und Umwelt (z. B. der optisch-ästhetische Eindruck) aufzuführen [1]. Die einzelnen Ziele können durch konkurrierende oder

komplementäre Relationen miteinander verbunden sein.

Innerhalb der Arbeitsgruppe Erhaltungsstrategie des BMVBW wurden die Unterziele zum Leitziel einer Erhaltungsstrategie für Brücken und Straßen folgendermaßen formuliert:

- Festlegen, Erreichen und Einhalten eines akzeptablen Zustandsniveaus der Bundesfernstraßen bei minimalen gesamtwirtschaftlichen Kosten.
- Festlegen, Erreichen und Einhalten eines akzeptablen Leistungsniveaus des Verkehrs auf Gesamtnetz-, Teilnetz- und Korridorebene bei minimalen gesamtwirtschaftlichen Kosten.
- Festlegen, Erreichen und Einhalten eines akzeptablen Sicherheitsniveaus für das Bundesfernstraßennetz bei minimalen gesamtwirtschaftlichen Kosten.
- Festlegen, Erreichen und Einhalten eines akzeptablen Umweltschutzniveaus für das Bundesfernstraßennetz bei minimalen gesamtwirtschaftlichen Kosten.

Ein Managementsystem der Bauwerkserhaltung ist dann ein Instrument, das die technischen und operativen Funktionen umfaßt, die für den effizienten Betrieb und die Auswahl der optimalen Erhaltungsmaßnahmen erforderlich sind. Es liefert Empfehlungen zur Durchführung von Verbesserungen, die mit den oben aufgeführten Zielsetzungen und Haushaltszwängen vereinbar sind.

Für ein solches Managementsystem ist festzulegen, welche Anlagenanteile der Straßeninfrastruktur in weitergehende Überlegungen einzubeziehen sind. Die Anlagenanteile der Straßeninfrastruktur bestehen aus Straßenverkehrs- und Nebenanlagen. Die Straßenverkehrsanlagen umfassen dabei den Straßenoberbau, sonstige Anlagenanteile von Straßen wie Unterbau, Bepflanzung, Zubehör und Ingenieurbauwerke. Die Nebenanlagen werden durch Betriebsflächen, Nebenbetriebe und sonstige Hochbauten wie z.B. Gebäude von Meistereien gebildet. Zu den zu berücksichtigenden Ingenieurbauwerken gehören Brücken, Verkehrszeichenbrücken, Tunnel- und Trogbauwerke, Lärmschutzbauwerke, Stützbauwerke und sonstige Bauwerke. Abgrenzungen und Definitionen dieser Bauwerke werden z. B. in der Anweisung Straßeninformationsbank (ASB), Teilsystem Bauwerksdaten, gegeben [2].

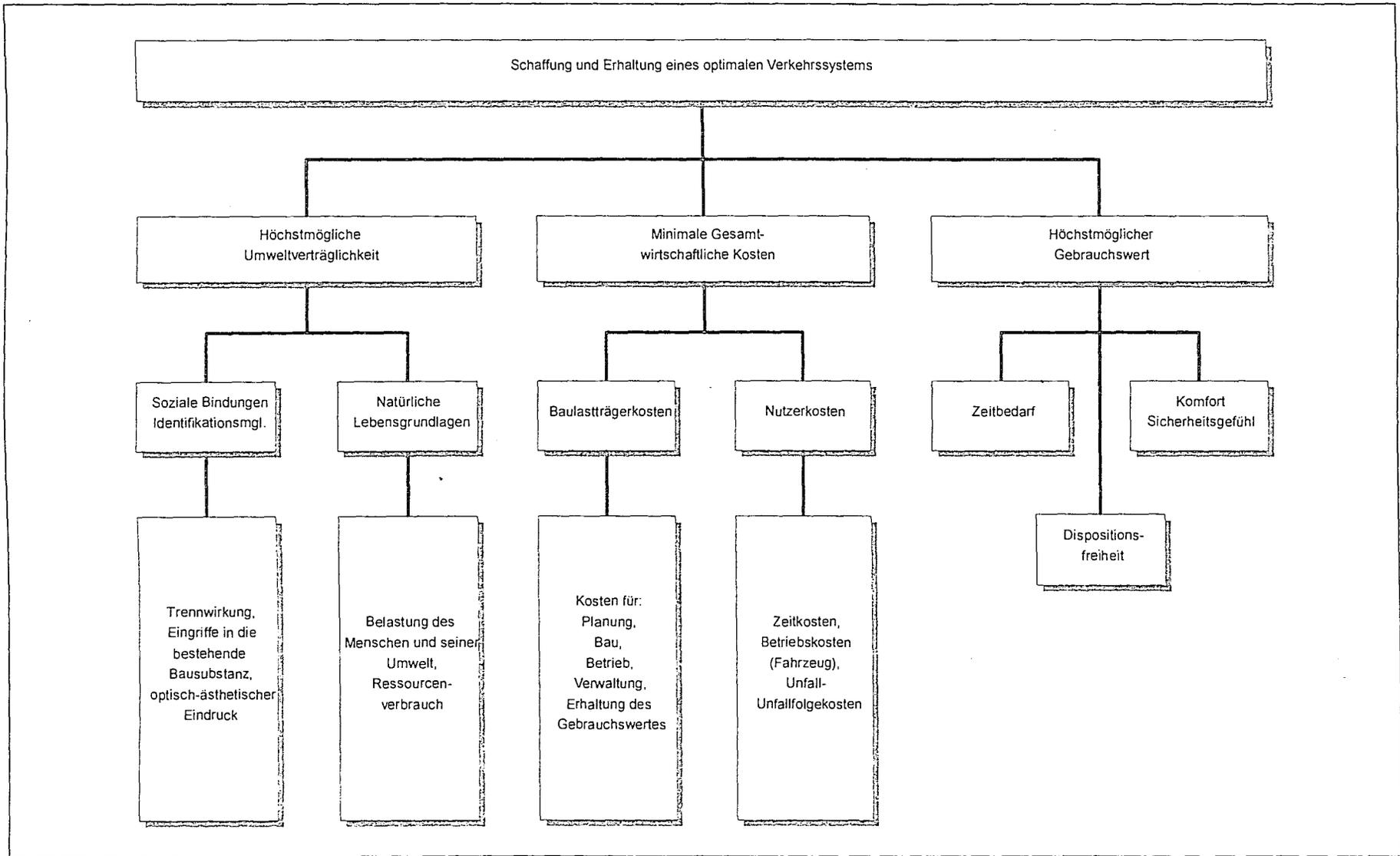


Bild 1: Zielkriterien der Bauwerkserhaltung (in Anlehnung an [1])

2.2 Bestehende Regelwerke und Vorschriften

2.2.1 Allgemeines

Das Fernstraßengesetz definiert die Aufgaben der Straßenbaulast als die Gesamtheit der notwendigen Maßnahmen, die erforderlich sind, um die Straße für die Öffentlichkeit in einem tauglichen Zustand zur Verfügung zu stellen. Weiterhin ist der Straßenbaulastträger dafür verantwortlich, daß seine Bauten allen Anforderungen der Sicherheit (Standssicherheit, Verkehrssicherheit) und Ordnung (Dauerhaftigkeit, Nutzbarkeit) genügen. Eine wichtige Aufgabe der Straßenbauverwaltung ist damit die Überwachung und Prüfung des Bauwerksbestandes [3].

Informationen über Bauwerke im Zuge von Fernstraßen werden in der Straßenbauverwaltung als Grundlage für haushalts-, bau- und verkehrstechnische Entscheidungen benötigt. Um stets konkrete Daten über die vorhandenen Bauwerke verfügbar zu haben, werden die Bauwerksdaten bei den Straßenbauverwaltungen der Länder mit Hilfe der EDV aufgenommen, gespeichert und ausgewertet.

Bislang erfolgte die Erfassung und Speicherung der Daten auf Grundlage der Anweisung Straßendatenbank ASB 79. Wegen aktueller technischer Entwicklungen ergab sich die Notwendigkeit der Überarbeitung dieser Anweisung. Gleichzeitig zur Weiterentwicklung der ASB erfolgte die Konzeption und Realisierung des Programmsystems SIB-Bauwerke, das zur Erfassung, Speicherung und Auswertung der Bauwerksdaten dient und in Zukunft in den Verwaltungen der Länder eingeführt wird. Die die Datenaufnahme regelnde überarbeitete Anweisung Straßeninformationsbank (ASB), Teilsystem Bauwerksdaten, wurde bereits mit ARS 2/98 eingeführt.

Eine Datenbank mit einem einheitlichen und eindeutigen Ordnungssystem wurde schon als Voraussetzung für die angestrebte rechnergestützte Anwendung eines Managementsystems der Straßenerhaltung (PMS) erkannt. Als zweckmäßig hat sich dabei das Netzknoten- und Stationierungssystem entsprechend ASB, Netzdaten, erwiesen [3].

Zusätzlich zum Bauwerksbestand werden nach ASB auch Daten zu Prüfungsergebnissen und Schäden, Erhaltungsmaßnahmen und Kosten der Erhaltung erhoben. Dies erfolgt künftig mittels des Programmsystems SIB-Bauwerke. Hiermit wird eine der Grundlagen für ein angestrebtes Managementsystem der Bauwerkserhaltung gelegt.

Zur Verbesserung der Informationssituation auf Bundesebene wird zur Zeit im BMVBW eine neue Datenbank (Bundesinformationssystem Straße (BISStra)) entwickelt. Diese besteht aus einem Leitungsinformationssystem für Belange des Bundes sowie einem Fachinformationssystem, in dem Bund und Länder verbindende Fachaufgaben berücksichtigt werden. Länderdaten nach ASB können in Analysen innerhalb von BISStra einbezogen werden. Somit wird eine Datenbereitstellung für den Bund ermöglicht.

2.2.2 DIN 1076, Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen; Überwachung und Prüfung

DIN 1076 regelt die technische Überwachung und Prüfung der Standssicherheit und Verkehrssicherheit von Brücken, Tunneln, Durchlässen und sonstigen Ingenieurbauwerken im Zuge von Straßen und Wegen [4].

Die Bauwerksüberwachung nach DIN 1076 setzt sich zusammen aus der in der Regel vierteljährlich stattfindenden laufenden Beobachtung zur Feststellung offensichtlicher Mängel und der einmal jährlich stattfindenden Besichtigung.

Die Bauwerksprüfungen nach DIN 1076 sind aufgeteilt in:

- Einfache Prüfungen in der Regel in Zeitabständen von 3 Jahren,
- Hauptprüfungen in zeitlichem Abstand von 6 Jahren,
- Prüfungen aus besonderen Anlaß bei den Bestand der Bauwerke beeinflussenden Ereignissen, wenn es nach der Bauwerksüberwachung erforderlich erscheint und
- Prüfungen und Überwachungen maschineller und elektrischer Anlagen nach besonderen Vorschriften.

Die Dokumentation der Ergebnisse von Überwachungen und Prüfungen erfolgt im Prüfbericht. Dieser ist Bestandteil des Bauwerksbuches, welches für jedes einzelne Bauwerk angelegt werden muß. Es wird empfohlen, im Rahmen eines Bauwerksverzeichnisses eine Übersicht über alle für die Verkehrssicherheit wichtigen Bauwerke im Zuge einer Straße anzulegen. Bereits während der Bauausführung werden Bauwerksakten angelegt, in denen alle für die Unterhaltung und laufende Bearbeitung wichtigen Angaben zum Bauwerk enthalten sind.

Die Ergebnisse der Bauwerksprüfungen bilden die Grundlage für die Erhaltungsplanung. Eine Neu-

fassung der DIN 1076 liegt derzeit als überarbeiteter Entwurf vor und wird voraussichtlich in 1999 eingeführt.

2.2.3 RI-EBW-PRÜF, Richtlinie zur einheitlichen Erfassung, Bewertung, Aufzeichnung und Auswertung von Ergebnissen der Bauwerksprüfungen nach DIN 1076

Der Umfang an festgestellten Mängeln und Schäden sowie die unterschiedliche Erfassung und Auswertung in den einzelnen Bundesländern waren seinerzeit Anlaß für die Erstellung der RI-EBW-PRÜF, Ausgabe 1988, die in weiten Teilen überarbeitet in die RI-EBW-PRÜF, Ausgabe 1994, mündete. Die RI-EBW-PRÜF, Ausgabe 1994 [5] enthält Regeln für eine einfache und einheitliche Protokollierung der Prüfbefunde. Hauptbestandteil sind Kataloge für die Verschlüsselung von Bauteilen, Schäden, Schadensmengen sowie die Bewertung der Schäden nach Schweregraden. Zustandsnoten für Brückenbauwerke sind bei jeder Hauptprüfung zu vergeben und jährlich an das Bundesministerium für Verkehr abzugeben.

Durch die einheitliche Erfassung, Bewertung, Aufzeichnung und Auswertung der Prüfergebnisse ist eine Beurteilung des Bauwerksbestandes nach verschiedenen Kriterien und eine Verknüpfung der Prüfbefunde mit den Konstruktionsdaten nach ASB möglich. Zur Zeit findet eine Fortschreibung der RI-EBW-PRÜF unter anderem hinsichtlich der Neufassung der ASB, Teilsystem Bauwerksdaten, statt [6]. Grundlage ist wiederum eine detaillierte Erfassung und Aufzeichnung von Einzelschäden.

Das bisherige Verfahren der Zustandsbewertung im Rahmen der Bauwerksprüfung ist gekennzeichnet durch eine mehr oder weniger subjektive Vergabe von Zustandsnoten. In Zukunft wird dieser Teil ersetzt durch ein Verfahren zur detaillierten Schadens- und Zustandsbewertung nach einheitlichen Kriterien. Im Rahmen der Bauwerksprüfung bewertet dann der Prüfer jeden Schaden getrennt hinsichtlich seiner Auswirkung auf die Standsicherheit, Verkehrssicherheit und Dauerhaftigkeit des Bauwerks. Aus dieser Schadensbewertung werden automatisch Zustandsnoten für Bauteilgruppen wie Überbau, Unterbau, Lager, Fahrbahnübergangskonstruktionen usw. sowie für das Gesamtbauwerk errechnet. Dabei werden auch der Schadensumfang sowie die Anzahl der Einzelschäden berücksichtigt [7]. Für eine einheitliche Vorgehensweise bei der Schadensbewertung werden in der RI-EBW-PRÜF, Ausgabe 1998, umfassende Beispielkataloge bereitgestellt werden.

2.2.4 SIB-Bauwerke, Erfassungsprogramm

Voraussetzung für die Durchführung der Bauwerksprüfung ist bislang der Einsatz des Programmsystems BW-PRUF-II, mit dem die Erfassung von Schadensbeschreibungen gemäß RI-EBW-PRÜF, Ausgabe 1994, möglich ist. Neben den Schadensdaten werden die allgemeinen Daten der Bauwerksprüfung erfaßt; unter anderem muß jeder Schaden nach seinem Ausmaß bewertet werden, und es muß angegeben und begründet werden, ob eine Minderung der Tragfähigkeit, Dauerhaftigkeit und/oder Verkehrssicherheit gegeben ist.

Im Rahmen der Überarbeitung der ASB und der RI-EBW-PRÜF wird auch das Prüfprogramm neu gefaßt. In Zukunft wird es Teil der Straßeninformationbank (SIB) sein (Windows-Version) oder als Übergangslösung als BW-PRUF III (DOS-Version) zum Einsatz kommen.

2.2.5 Weitere Regelwerke

Zur Durchführung der Aufgaben nach DIN 1076 sind Brücken baulich so auszubilden und so auszustatten, daß Prüfungen und Erhaltungsmaßnahmen sicher, einfach und wirtschaftlich durchgeführt werden können. Einheitliche Regelungen dafür gibt die Richtlinie für die bauliche Durchbildung und Ausstattung von Brücken zur Überwachung, Prüfung und Erhaltung (RBA-BRÜ 97). Weiterhin erarbeitet der Bund/Länder-Fachausschuß Brücken- und Ingenieurbau Richtzeichnungen für erprobte und bewährte Konstruktionseinzelteile.

Abschließend ist auf eine Reihe von Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen (ZTV) des BMVBW hinzuweisen, die als Ergänzung der Allgemeinen Technischen Vorschriften (ATV) des Teiles C der Vertragsbedingungen für Bauleistungen (VOB) anzusehen sind. Festgelegt sind darin für den Bereich des BMVBW Vertragsbedingungen für die Ausführung von Brücken- und sonstigen Ingenieurbauwerken, für Schutz- und Instandsetzung und die Ausführung spezieller Bauarten. Diese Vorschriften zielen darauf ab, die Qualität der Bauwerke zu verbessern. Aufzuführen sind hierbei:

- Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen für Kunstbauten (ZTV-K),
- Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Schutz- und Instandsetzung von Betonbauteilen (ZTV-SIB),
- Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für das Füllen von Rissen in Betonbauteilen (ZTV-Riss),

- Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Herstellung von Brückenbelägen auf Beton (ZTV-BEL-B),
- Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Herstellung von Brückenbelägen auf Stahl (ZTV-BEL-ST),
- Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Korrosionsschutz (ZTV-Kor),
- Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Straßentunneln (ZTV-Tunnel),
- Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Verkehrszeichenbrücken (ZTV-VZB).

2.3 Bestehende Managementsysteme der Bauwerkserhaltung

2.3.1 Vorgehen in den USA

Im Straßennetz der USA befinden sich derzeit ungefähr 577.000 Brückenbauwerke. Viele Brücken wurden während der 30iger Jahre und der Aufbaujahre des Interstate-Highway-Netzes zwischen 1956 und 1975 erstellt. Ein großer Teil der Bauwerke der ersten Hauptbauphase erreicht das Ende seiner Nutzungsdauer und muß ersetzt werden. Die Bauwerke der zweiten Hauptbauphase befinden sich im mittleren Bereich ihrer Nutzungsdauer. Für die meisten dieser Bauwerke sind umfangreiche Erhaltungsmaßnahmen erforderlich (Belags- und Abdichtungsarbeiten, Betonersatz, Korrosionsschutz) [8].

Die Mittelbereitstellung des Bundes an die einzelnen Bundesstaaten reicht in vielen Fällen nicht aus, die erforderlichen Maßnahmen vollständig durchzuführen. Um die beschränkten Mittel optimal einzusetzen, werden Managementsysteme angewandt.

Eigentümer der Straßen und Brücken des Highway-Netzes der USA sind die Bundesstaaten. Die Federal Highway Administration (FHWA) stellt die Mittel des Straßen- und Brückenprogramms den einzelnen Bundesstaaten zur Verfügung. Der Umfang der Mittelbereitstellung wird mit Hilfe von Zuteilungsfunktionen ermittelt, die eine Reihe von Faktoren wie Bevölkerungsdichte, Netzgröße und -einstufung und Infrastrukturbedarf berücksichtigen [9].

In den einzelnen Bundesstaaten ist die Straßenverwaltung zentral organisiert. Für die Bauwerkserhaltung bedeutet dies, daß die untere Be-

hörde eine Vorauswahl von Bauwerken trifft, für die Maßnahmen erforderlich sind. In der Regel führt die übergeordnete staatliche Brückenbauverwaltung die Prioritätenreihung durch und übergibt diese Auswertung an die staatliche Planungs- und Koordinationsstelle zur Ausschreibung der Maßnahmen [9].

Nur auf den Gebieten der Bauwerksprüfung und der Aufzeichnung von Daten liegen eindeutige Bundesvorschriften vor. Das FHWA unterstützt die Staaten auf technischer und administrativer Ebene bei der Bauwerksprüfung und sorgt dafür, daß die National Bridge Inspection Standards (NBIS) umgesetzt werden [10]. NBIS beschreibt die Qualifikation der Brückenprüfer und Anforderungen an die Prüfung. Bei der Bauwerksprüfung werden darüber hinaus das von der American Association of State and Highway Transportation Officials (AASHTO) entwickelte "Manual for Bridge Maintenance" und das "Manual for Condition Assessment of Bridges" umgesetzt. Die Aufzeichnung von Daten der Brückenbauwerke erfolgt nach Anweisung des US Departments of Transportation [11].

Dagegen bestimmt jeder einzelne Staat selbst, welches Bauwerk ersetzt oder instandgesetzt werden soll und reiht die Maßnahmen nach unterschiedlichen Verfahren, die in den jeweiligen Staaten entwickelt und von der FHWA genehmigt wurden. Zur Entwicklung eigenständiger Bridge Management Systeme bestehen Regelungen, in denen Mindestanforderungen festgehalten sind (siehe hierzu Kapitel 2.4.2) [8].

Die FHWA hat mit einer Gruppe von Bundesstaaten ein für die Anwendung in sämtlichen Staaten ausgerichtetes Managementsystem entwickelt. Das 1992 mit dem Namen PONTIS bereitgestellte System besteht aus einer Reihe verknüpfter Module für die systematische Datensammlung und -auswertung, die Schadensvorhersage, die Kostenberechnung und den Entscheidungsprozeß. Bei diesen Analysen werden unterschiedliche Optimierungsmodele eingesetzt, die die benötigten Daten zum einen aus einer Datenbank und zum anderen aus Vorhersage-, Kosten- und Aktionsmodellen beziehen. Daneben fließen technische und unternehmerische Gesichtspunkte ein [12]. Ergebnisse sind:

- Eine optimierte Erhaltungspolitik für Bauteile und Zustände. Langfristprognosen über den Zustand des Netzes und die Ermittlung des künftigen Bedarfs.
- Instandsetzungspläne auf Objektebene.
- Zusammenstellungen von Bauwerken für die Instandsetzung.

- Kosten-Nutzen-Analysen für Erweiterungsmaßnahmen und eine Reihung der zu erweiternden Bauwerke.

Ausgegeben werden Aktionspläne für Erhaltungs- und Erweiterungsmaßnahmen. Sooft neue Daten vorliegen, werden Beziehungen für Schadenswahrscheinlichkeiten angepaßt. PONTIS beruht in dieser Hinsicht zunächst auf technischen Aussagen, es "lernt" aber ständig aus neuen Daten [13].

Jedes Brückenbauwerk wird in wesentliche Elemente eingeteilt. Für jedes dieser Elemente sind bis zu 5 spezifische Zustände definiert. Für jeden dieser Zustände wiederum sind ein bis maximal drei Erhaltungsmaßnahmen alternativ vorgesehen. Umgebungseinflüsse werden dadurch berücksichtigt, daß jedes Element in Umgebungskategorien eingestuft wird (gutartig, gering, mittel, stark).

Bei der Bauwerksprüfung wird die Bezugsgröße eines jeden Brückenelements auf die oben angesprochenen Zustände aufgeteilt, z.B.: 20 % **1**, 35 % **2**, 30 % **3**, 15 % **4**. Der kontinuierliche Schädigungsprozeß wird damit in diskrete Einzelschritte aufgeteilt. Im weiteren Verlauf der Zeit und der Schädigung wird der prozentuale Anteilzustand **1** kleiner und der Anteilzustand **4** größer. Erhaltungsmaßnahmen machen dies rückgängig.

PONTIS ist im Besitz der AASHTO und steht derzeit 40 Bundesstaaten zur Verfügung. Die meisten dieser Staaten verwenden PONTIS oder planen den Einsatz. Einige Staaten setzen jedoch weiterhin selbst entwickelte Systeme ein, die ihre Bedürfnisse besser erfüllen [9].

Unabhängig von PONTIS wurde in den USA ab 1992 im Rahmen eines NCHRP (National Cooperative Highway Research Program)-Projektes ein ähnlich aufgebautes Managementsystem mit der Bezeichnung BRIDGIT entwickelt. Wie bei PONTIS sind für Bauwerkselemente, aber auch für Schutzsysteme bis zu 5 diskrete Zustände in Abhängigkeit vom Ausmaß physikalischer Schädigungen und funktionaler Defizite definiert [14].

Die Bauwerksprüfer müssen auch in diesem System für jedes Element den prozentualen Anteil der einzelnen Zustände erfassen. Jeder Zustand ist verbunden mit spezifischen Erhaltungsmaßnahmen und Kosten. BRIDGIT berücksichtigt darüber hinaus automatisch die Alternativen "Ersatz" und "Keine Maßnahmen".

Für die Bauwerkselemente verwenden BRIDGIT und PONTIS vorgegebene Schädigungsfunktionen, die herangezogen werden, um den Anteil eines Elementes zu bestimmen, der im Laufe eines Jah-

res von einem Zustand in den nächst schlechteren übergeht. Dies erfolgt unter Annahme eines autoregressiven Prozesses: Die Werte einer Zustandsfunktion ergeben sich durch eine lineare Überlagerung früher beobachteter Werte. Die Lösung dieser Prozesse erfolgt unter Berücksichtigung der Wahrscheinlichkeit des Zustandsüberganges mit Hilfe Markov'scher Ketten. Unterschiede beider Systeme ergeben sich u.a. in der Wahl der Schädigungsfunktionen.

Die bestehenden Managementsysteme werden im Rahmen der Forschung des FHWA weiterentwickelt. Schwerpunkte liegen dabei auf dem Gebiet der Bauwerksprüfung, der zerstörungsfreien Prüfverfahren, der Entscheidungsfindungs- und Optimierungsmethoden sowie der Methoden zur Ermittlung von Nutzungsdauer und Kosten.

Die Struktur von PONTIS und BRIDGIT ist durch die US-amerikanischen Verhältnisse gekennzeichnet. Die Schwerpunkte von Schadensmodellen wurden auf spezielle, strukturelle Probleme ausgerichtet. Darüber hinaus wurden in den USA häufig gleichartige, bewährte Bauwerkstypen eingesetzt [15]. Dies ermöglichte bei den beiden o.a. Managementsystemen, Bauteilgruppen, Schadenstypen und Schadensentwicklungen sowie erforderliche Maßnahmen in einer begrenzten Variationsbreite zu berücksichtigen.

Das deutsche Fernstraßennetz weist davon abweichende Verhältnisse auf. Zum einen ist das mittlere Alter der deutschen Bauwerke gegenüber dem der US-amerikanischen geringer. Zum anderen wurde in der Vergangenheit der Erhaltung der Bauwerke zumindest in den alten Bundesländern eine höhere Bedeutung zugemessen als in den USA. Mängel und Schäden sind dadurch an deutschen Brücken weniger struktureller Natur. Vielmehr treten Verkehrssicherheits- oder Dauerhaftigkeitsprobleme auf. Darüber hinaus stellt nahezu jede der 34.824 Brücken des deutschen Fernstraßennetzes ein Unikat dar.

Ein BMS für das deutsche Fernstraßennetz kann deshalb nur in Grundzügen den US-amerikanischen Systemen entsprechen. Eine Anwendung von PONTIS oder BRIDGIT ist aufgrund der grundsätzlichen Vereinfachungen und Verallgemeinerungen [16] aber auch aufgrund der für ein geplantes deutsches Managementsystem unterschiedlichen Aufgabenstellung nicht zielführend (siehe hierzu Kapitel 4).

2.3.2 Das dänische Brücken-Management-system

Die staatliche Straßenverwaltung Dänemarks verwendet seit 1988 ein Managementsystem mit dem Namen DANBRO, das auf der Grundlage einer früheren Bauwerksdatenbank entwickelt wurde. Das System besteht derzeit aus den folgenden Modulen:

- Datenbank
- Hauptprüfung
- Unterhaltungsmaßnahmen
- Sonderprüfung
- Optimierung von Erhaltungsmaßnahmen
- Budgetbildung
- Langzeitprognose
- Kostenkatalog
- Schwertransporte

Das System DANBRO wird ständig weiterentwickelt. Zur Zeit im Entwicklungsstadium befindet sich die Erstellung einer Windows-Benutzeroberfläche, ein Programmteil für die Vertragsverwaltung sowie die Schaffung von Möglichkeiten einer gemeinsamen Datennutzung unterschiedlicher Verwaltungseinheiten [17, 18].

Die Datenbank enthält nur diejenigen Angaben, die für die Durchführung des Managementsystems erforderlich sind. Dies sind administrative und technische Daten aus Gegenwart und Vergangenheit. Mit Hilfe von angekoppelten Auswertungsprogrammen können Statistiken erstellt und Bauwerke ausgewählt werden.

Ziel der systematischen, visuellen Inspektion im Rahmen der Hauptprüfung ist, einen Überblick über den Zustand des gesamten Bauwerksbestandes zu erhalten sowie bedeutende Schäden rechtzeitig festzustellen. Für 15 festgelegte Standardelemente werden die einzelnen Schäden erfaßt und beschrieben sowie der Schweregrad der Schäden in einem Raster von 0 bis 5 klassifiziert. Darüber hinaus wird untersucht, ob zusätzliche Sonderprüfungen, Unterhaltungsmaßnahmen oder Instandsetzungsmaßnahmen erforderlich sind. Ferner wird der Zeitpunkt für die nächste Hauptprüfung (1 bis 6 Jahre) festgelegt.

Die Auswertung der Prüfungsdaten ergibt folgende Ergebnisse:

- Aussagen zum Allgemeinzustand des Bauwerksbestandes,

- Kostenzusammenstellungen für Instandsetzungsmaßnahmen der nächsten fünf Jahre,
- Terminplanungen für Haupt- und Sonderprüfungen und
- Statistiken über die Durchführung von Unterhaltungsmaßnahmen.

Planungsgrundlage für die Durchführung der Unterhaltungsmaßnahmen ist ein detailliertes Verzeichnis der 15 Standardelemente mit Angabe der Hauptmengen, Unterhaltungsarbeiten mit zugehörigen Einheitspreisen und ggf. der anzuwendenden Baustoffe. Daraus wird für jedes Bauwerk eine Liste möglicher Unterhaltungsmaßnahmen erstellt. Die Notwendigkeit der Ausführung der einzelnen Maßnahmen wird im Frühjahr jedes Jahres am Bauwerk ermittelt. Arbeitsaufträge werden generiert und die Durchführung wird dokumentiert. Leistungsverzeichnisse und Arbeitsaufträge werden automatisch erstellt.

Sonderprüfungen dienen zur detaillierten Inspektion einzelner Konstruktionselemente. Eingesetzt werden auch aufwendige Untersuchungsmethoden wie Verfahren der zerstörungsfreien Prüfung. Zusätzlich können Proben für Laboruntersuchungen entnommen werden. Auf dieser Stufe findet die Einbeziehung von Schadensentwicklungsmodellen statt. Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen beleuchten unterschiedliche Instandsetzungsstrategien. Dabei werden neben den eigentlichen Instandsetzungskosten auch volkswirtschaftliche Folgekosten berücksichtigt. Ergebnis ist die optimale Instandsetzungsmethode für das Bauwerk sowie eine Schätzung der benötigten Mittel für die kommenden Jahre. Diese Angaben bilden die Grundlage für die netzweite Priorisierung von Maßnahmen.

Bei der Dringlichkeitsreihung von Maßnahmen, die auf der Grundlage der objektbezogenen Optimierung durchgeführt wird, werden auch nur begrenzt zur Verfügung stehende Mittel berücksichtigt.

Mit Hilfe des Moduls zur Budgetbildung, das auf den Ergebnissen der Optimierungsmodule basiert, können auch die tatsächlichen Ausgaben verfolgt werden. Es werden Budgets über einen Zeitraum von 5 Jahren erstellt.

Im Rahmen der Langzeitprognose werden auf der Grundlage von Durchschnittswerten für Erhaltungsintervalle, Nutzungsdauer und Reparaturkosten sowie Erneuerungskosten für die 15 Standardelemente Hochrechnungen der künftigen Budgets ermittelt.

Grundlage des Kostenkatalogs ist ein Standard-Leistungsverzeichnis mit den gebräuchlichsten Maßnahmen. Dieser Programmteil wird zur Vorbe-

reitung der Vergabe für die einzelnen Maßnahmen benutzt und ständig auf dem neuesten Stand gehalten.

Das Dänische Managementsystem DANBRO ist ausschließlich für Brückenbauwerke ausgelegt. Einer Anwendung als Fertigsystem in Deutschland widerspricht die Konzeption des Systems, in der sich die dänische Struktur widerspiegelt. Das betrifft sowohl den Aufbau der Straßenbauverwaltungen und ihre Verknüpfungen untereinander als auch die Bauwerksanzahl und -dichte sowie die verkehrlichen Gegebenheiten. Aufbau und Zielsetzungen eines deutschen BMS weichen in weiten Teilen vom System DANBRO ab (siehe hierzu Kapitel 4).

2.3.3 Weitere Managementsysteme des Auslands

In einzelnen Ländern wurde auf die bestehenden Systeme PONTIS und DANBRO zurückgegriffen, da sich diese Systeme zum einen mit den jeweiligen Verwaltungsstrukturen, aber auch in technischer Hinsicht als kompatibel erwiesen und da zum anderen eine Neuentwicklung als zu aufwendig, zu zeitintensiv oder im Einzelfall als nicht realisierbar abgeschätzt wurde. Das System PONTIS bildet die Grundlage sowohl für das finnische als auch das ungarische Managementsystem der Bauwerkserhaltung. Bei diesen Anwendungen wurden gewisse Modifikationen der Brückenbauteile, der Schadensfunktionen und der Erhaltungsmaßnahmen umgesetzt. Das dänische System DANBRO bildet die Basis für Managementsysteme der staatlichen Straßenbehörden in Saudi Arabien, Mexico, Kolumbien, Honduras, Kroatien und Malaysia. Daneben fanden bzw. finden derzeit in einzelnen Ländern eigenständige Entwicklungen statt.

Japan

Das japanische Bauministerium hat im Jahre 1990 begonnen, ein eigenständiges Managementsystem der Bauwerkserhaltung zu entwickeln. Eine erste Version wurde im Jahre 1995 fertiggestellt [19]. Ziel des Systems ist die Ermittlung des effektivsten Erhaltungsplans unter gegebenen finanziellen Rahmenbedingungen. Verwendet werden Brückenstruktur und Inspektionsdaten des "Ministry of Construction Highway Information System (MICHI)".

Das Managementsystem besteht aus zwei Hauptmodulen, dem "Zustandsmodul" und dem "Planungsmodul". Im "Zustandsmodul" wird aus dem Zustand einzelner Hauptbauteile auf den Zustand der Gesamtbrücke geschlossen. Diese Größe wird

zur Ermittlung der Zustandsentwicklung herangezogen. Bei der Bauwerksüberwachung werden Zustandsnoten von 1 bis 5 vergeben. Hierbei wird ein Bauwerk in die drei Teile Haupttragwerk, Fahrbahnplatte und Unterbau zerlegt. Diese drei Hauptteile werden jeweils einzeln bewertet. Im "Planungsmodul" erfolgt die Optimierung der Planung. Angegeben wird, welche Brücke instandgesetzt werden soll und wie dringlich die Brücke bei gegebenen finanziellen Rahmenbedingungen instandgesetzt werden muß.

Das System beinhaltet Kostentabellen, die eine vergleichende Gegenüberstellung verschiedener Instandsetzungsalternativen ermöglichen. Es ist bislang auf eine Einjahresplanung ausgerichtet. Auch für dieses BMS gilt, daß aktuelle Prüfdaten zu einer Weiterentwicklung der verwendeten Modelle führen. In einer Versuchsphase werden Studien durchgeführt, um die Präzision der einzelnen Module zu bestimmen.

Polen

Seit 1989 wird in Polen ein Managementsystem der Erhaltungsplanung entwickelt, das Entscheidungsfindungs-Prozeduren für unterschiedliche Organisationsebenen beinhaltet [20, 21]. Die Grundfunktion besteht aus einem Planungsprozeß mit einem Einjahreshorizont unter Berücksichtigung von Bestands-, Konstruktions- und Zustandsdaten. Das System beinhaltet eine eigenständige Datenbank mit begrenztem Inhalt und wird darüber hinaus von einer externen zentralen Datenbank großer Brücken unterstützt.

Für die Optimierung der Zuteilung von Mitteln wird die lineare Programmierung unter Berücksichtigung des Ersatzwertes aller Brücken einer Region, des Zustandes der Brücken und weiterer statistischer Daten (Anzahl Brücken, Fläche usw.) verwendet. Anhand dieser Ergebnisse werden unter Zugrundelegung von Kostentabellen die jährlichen Erhaltungskosten ermittelt.

Diese Mittel werden im Rahmen des Optimierungsprozesses auf einzelne Brückenbauwerke aufgeteilt. Dabei werden eine Reihe von Parametern berücksichtigt:

- Betreiber- und Nutzerkosten
- Vergleich der Lebensdauerkosten mit den Kosten für einen evtl. Neubau
- Technische Kriterien
- Dauerhaftigkeit
- Einflüsse des Verkehrs
- Dringlichkeit, Zwänge usw.

Derzeit erfolgt ein Testlauf des Systems unter Berücksichtigung von 100 großen Brückenbauwerken.

Schweden

Wesentliche Bestandteile des schwedischen Managementsystems sind übergreifende Strategien für Planungs- und Kontrollmaßnahmen sowie für die operative Planung und Durchführung von Maßnahmen. Vom Zentralamt für Straßenwesen (Swedish National Route Administration (SNRA)) wurden für diese Tätigkeiten neue Konzepte eingeführt [22].

Das dabei verwendete Executive Information System (EIS) ist ein Werkzeug, das im übergreifenden strategischen Brückenmanagement der Straßenverwaltung verwendet wird. "Mangelnde Tragfähigkeit" und "Mangelhafter Kapitalwert" sind die beiden Parameter, die benutzt werden, um die Leistungsfähigkeit und den wirtschaftlichen Zustand von Brücken bei den Planungs- und Nachkontrollmaßnahmen zu beschreiben. Für die operative Planung und die Beschaffung liegen zwei Modelle vor.

Das eine Modell wird zur routinemäßigen Instandhaltung verwendet, d.h. zur vorbeugenden Instandhaltung und für kleinere Maßnahmen. Ein Generalunternehmer kontrolliert während der Vertragsdauer regelmäßig den Zustand der Elemente und erstattet Bericht über die durchgeführten Instandhaltungsmaßnahmen. Dabei ist der Auftragnehmer für den gesamten Ablauf der Prüfung, Planung, Durchführung der Maßnahme und Nachweisprüfung zuständig. Ein Vertrag erstreckt sich normalerweise auf 50 bis 70 Brücken während eines Zeitraums von 3 bis 5 Jahren.

Das zweite Modell wird für größere Erhaltungsmaßnahmen verwendet. Hierbei führt die Straßenverwaltung die Inspektions- und Planungsmaßnahmen selbständig durch. Das dabei verwendete Managementsystem SAFEBRO besteht aus den Komponenten:

- Übergreifendes Management
- Brückenmanagement-Tätigkeiten
- Brückendatenbanken
- Wissensdatenbanken
- Verarbeitungsmodule

SAFEBRO wird auf allen Ebenen der Swedish National Route Administration (SNRA) und dabei von Entscheidungsträgern auf strategischer und opera-

tiver Ebene eingesetzt, d.h. von Planern, Kontrolleuren, Konstrukteuren und Aufsichtsführenden.

Das System liefert Daten auf Brücken- und Netzebene und schafft die Voraussetzung für optimale Entscheidungen und Maßnahmen gemäß den Zielen der SNRA. Zugrunde liegen die Brückendatenbanken bzw. die Informationssysteme PRODATA (Brückendaten) und PRODOCK (Brückendokumentation).

Zur Sicherstellung der Qualität von in den Datenbanken abgelegten Informationen werden Wissensdatenbanken eingesetzt. Die Datenbank für technische Lösungen unterstützt den Planungsvorgang durch Bereitstellung von geeigneten, technischen Alternativlösungen. Die Datenbank der Preise je Einheit ist eine Preisliste für diese technischen Lösungen.

Neben diesen bestehenden Systemen werden in einer Reihe von Ländern derzeit weitere Managementsysteme der Bauwerkserhaltung entwickelt.

In der **Schweiz** wird als Prototyp eines BMS das System KUBA-MS entwickelt. Aufbauend auf einer Substanz-, Zustands- und Unterhaltsdaten umfassenden bereits bestehenden Datenbank (KUBA-DB) sollen mit diesem System die folgenden Ziele erfüllt werden [23]:

- Aufzeigen der wirtschaftlich optimalen Erhaltungspolitik mit und ohne Budgetrestriktionen.
- Aufzeigen der Auswirkungen, wenn von dieser Strategie abgewichen wird.
- Berücksichtigung von Betreiber- und Nutzerkosten.
- Auflisten der optimalen Maßnahme für beliebige Planungshorizonte.
- Ermittlung des kurzfristigen und mittelfristigen Finanzbedarfs.
- Aufzeigen der Entwicklung des mittleren Bauwerkszustandes für verschiedene Budgetrestriktionen.

Im **Österreich** hat die Entwicklung eines BMS gerade erst begonnen. Die geplanten Verfahren beinhalten die Weiterentwicklung der Bauwerksdatenbank im Hinblick auf Benutzerfreundlichkeit, Erweiterung von Kostendaten und Ermöglichung von Standardauswertungen. Für das eigentliche Management werden einheitliche Bewertungssysteme entwickelt. Es werden Strategie- und Prognosemodelle unter Berücksichtigung von Life-Cycle-Kosten sowie Verfahren der Prioritätsreihung erstellt werden. Einen weiteren Schwerpunkt werden Verfahren des Qualitätsmanagements bezüglich Planung

und Ausführung, Standards, Richtlinien, Kontrollverfahren und Schulungsmaßnahmen bilden [24].

In **Großbritannien** wird derzeit von der Highway Agency ein umfassendes Managementsystem für den eigenen Bedarf neu entwickelt. Dabei werden auch frühere Erkenntnisse mit den USA (PONTIS und BRIDGIT), aus Dänemark (DANBRO) sowie aus Finnland berücksichtigt. Diese Systeme werden jedoch nicht übernommen [25].

2.3.4 Managementsystem Brückenerhaltung der TH Darmstadt

Innerhalb eines umfangreichen Forschungsprogramms der TH Darmstadt wurde ein einfaches Managementsystem der Erhaltungsplanung für Brückenbauwerke entwickelt. Darin werden den Entscheidungsträgern der Erhaltungsplanung zusammen mit den Prüfberichten der Hauptprüfungen eine Prioritätsbewertung für Erhaltungsmaßnahmen sowie eine Kostenschätzung auf der Grundlage einer objektbezogenen Bedarfsermittlung zur Verfügung gestellt [26].

Bei der Prioritätsbewertung handelt es sich um ein mathematisches Bewertungssystem für die Ermittlung der relativen Dringlichkeit von Maßnahmen an Brücken, das als Unterstützung für eine strukturierte und transparente Erhaltungsplanung dienen soll. Die Bewertungen werden nicht in das bisherige Notensystem der RI-EBW-PRÜF (von 0 bis 4) eingeordnet. Durch Auswertung der Prüfberichte der Bauwerkshauptprüfungen wird vielmehr eine Prioritätszahl ermittelt.

Basis des Verfahrens sind die Schadensbewertungen nach RI-EBW-PRÜF, verbunden mit Angaben zur Bedeutung des geschädigten Bauteils im Rahmen des Gesamtbauwerks. Über ein spezielles Normierungsverfahren werden in jeder Erhaltungskategorie der Bedarfsleiste des Landschaftsverbandes Rheinland Prioritätspunkte vergeben, gewichtet und aufsummiert¹. Unter Berücksichtigung der Verkehrsbedeutung des Bauwerks wird schließlich die Prioritätszahl ermittelt, die zur Dringlichkeitsreihung herangezogen wird.

In Kombination mit dem Verfahren der Kostenprognose auf der Grundlage der Auswertung der Bedarfsleiste des Landschaftsverbandes Rheinland wird ein Managementsystem der Brückenerhaltung bereitgestellt, das die Zielsetzung von Länderverwaltungen hinsichtlich der Steuerung von Instandsetzungsaktivitäten anvisiert.

Vorteil des Systems ist die Umsetzbarkeit im Rahmen des Konzeptes der RI-EBW-PRÜF, Ausgabe 1994, bei Erweiterung des Programmsystems BW-

PRUF. Die bewährten Komponenten "Schadensbewertung nach RI-EBW-PRÜF" und "Bedarfsleiste des Landschaftsverbandes Rheinland" kommen als Basismodule zum Einsatz.

Festzustellen ist, daß es sich bei diesem Managementsystem um einen vergleichsweise einfachen Ansatz handelt, der weitergehende Entwicklungen auf diesem Gebiet nicht berücksichtigt (siehe Kapitel 2.3.1 bis 2.3.3).

Eine Dringlichkeitsreihung findet ausschließlich auf der Grundlage der Bewertung von Schäden nach der aktuellen RI-EBW-PRÜF, einer Bewertung von Bauteilen und der Verkehrsbedeutung der betrachteten Bauwerke statt. Unberücksichtigt bleibt eine Bewertung der Zustands- oder Schadensentwicklung. Die Auswirkung der Schäden auf andere Bauteile findet nur indirekt über die Bewertung der Bauteile Eingang in die Analyse.

Darüber hinaus wird keine ökonomische Bewertung der Maßnahmen durchgeführt. Weder Lebensdauer-Kostenmodelle auf Objektebene noch Optimierungsmodelle auf Netzebene oder Mehrjahresanalysen sind beinhaltet. Ebenso wenig werden Nutzerkosten, die auch ein mögliches Unfallgeschehen berücksichtigen könnten, als Kriterium herangezogen.

Wegen der fehlenden Betrachtung der Gesamtkosten ist eine Entscheidung zwischen Erhaltung und Ersatz von Bauwerken nicht möglich.

Zwar findet die Verkehrsbedeutung der Bauwerke Eingang in die Analyse, die Kriterien Staugefahr und Umleitungsmöglichkeiten sowie Baustellenmanagement sind jedoch nicht beinhaltet. Eine Verknüpfung mit Pavement-Management-Systemen ist nicht vorgesehen.

2.4 Zur Entwicklung von Managementsystemen

2.4.1 Das OECD-Brückenmanagementsystem

Im Rahmen des Straßenforschungsprogramms der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) wurde in den Jahren 1989 bis 1992 eine Studie erstellt, die sich mit der Situation des Brückenmanagements in den OECD-Staaten befaßt.

¹ Seit 1987 werden beim Landschaftsverband Rheinland die Prüfberichte der Hauptprüfungen nach DIN 1076 mit einer Bedarfsleiste versehen, in der zu jeder Erhaltungskategorie (z.B. Betoninstandsetzungen, Lager, Beläge und Abdichtungen usw.) der erforderliche Erhaltungsbedarf in [%] eingetragen wird.

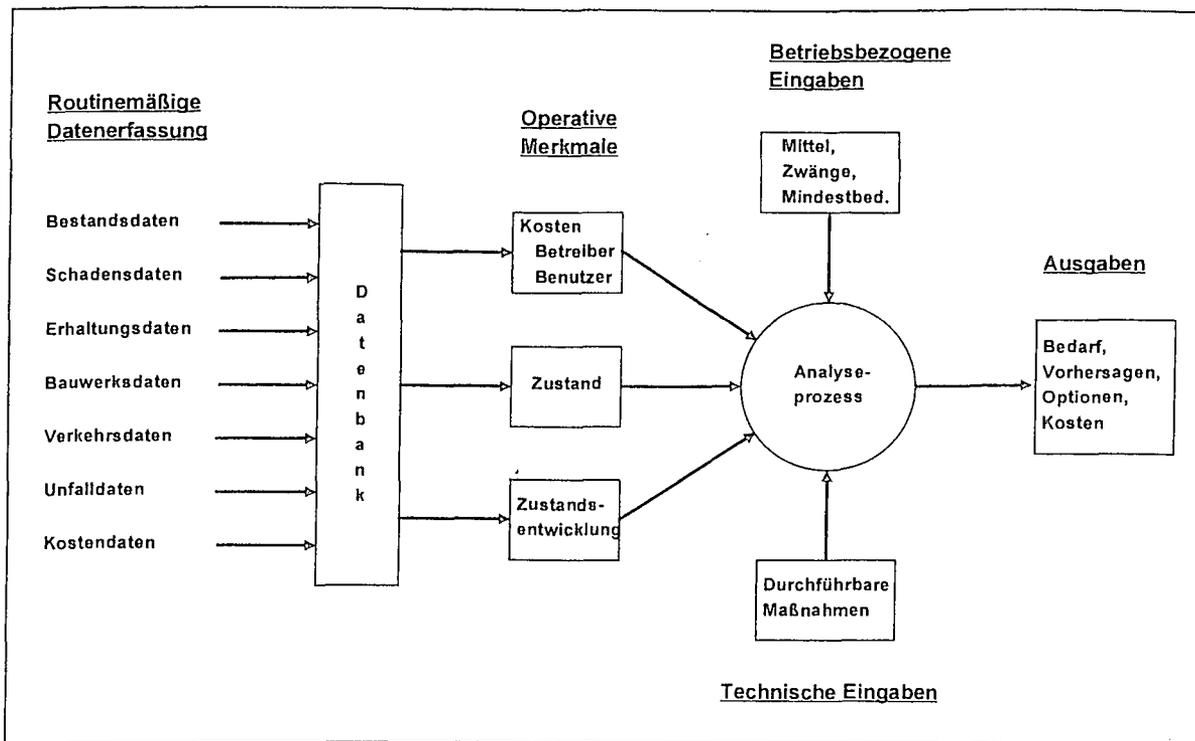


Bild 2: Aufbau des Managementsystems der OECD

Innerhalb dieser Studie wird ein allgemein gültiges System zum Management der Brückenerhaltung vorgestellt. Weiterhin werden Empfehlungen für die Entwicklung von Bridge Management Systemen (BMS) gegeben [27].

Ein BMS im Sinne der OECD beinhaltet alle Funktionen zur Durchführung des Erhaltungsmanagements, d.h. formalisierte Verfahren und analytische Instrumentarien. Grundlage des Systems ist die Datenerfassung und -bereitstellung von Bestands-, Bauwerks-, Schadens-, Erhaltungs-, Verkehrs-, Unfall- und Kostendaten. Aus diesen Daten werden Informationen generiert:

- Kosten für den Betreiber und den Nutzer,
- relevante Zustandsdaten,
- Vorhersagen von zukünftigen Entwicklungen.

Als Randbedingungen gehen sowohl technische als auch verkehrsbezogene Präferenzen und Ziele der Baulastträger und/oder politischer Seite ein. Technische Eingaben werden von Regelwerken gebildet, die die möglichen Maßnahmen beinhalten. Diese Daten fließen im Kern des Systems zusammen, in dem Analyseprozesse stattfinden. Im einzelnen werden Wirtschaftlichkeitsberechnungen, Dringlichkeitsreihungen und Bedarfsermittlungen durchgeführt. Dieser Kern ist nicht eindeutig definiert, sondern ist auf einzelne Anwender ausgerichtet. Resultate der Analysen sind Bedarfsmeldun-

gen, Vorhersagen und Optionen. Diese dienen als Hilfsmittel zur Entscheidungsfindung. Bild 2 zeigt den grundsätzlichen Aufbau dieses Managementsystems.

Unberücksichtigt bleiben in diesem System die Aufgabenstellungen unterschiedlicher Verwaltungsebenen; ebenso finden föderative staatliche Strukturen keinen Eingang in das System. Es wird nur die übergeordnete grundsätzliche Vorgehensweise beleuchtet.

2.4.2 Erstellung von Bauwerks-Managementsystemen in den USA

In den USA wurden in der Vergangenheit eine Reihe unterschiedlicher Managementsysteme der Bauwerkserhaltung für den Einsatz in den einzelnen Bundesstaaten entwickelt. Zur Vereinheitlichung der Vorgehensweise bei der Erhaltungsplanung sowie zur Sicherstellung eines möglichst einheitlichen Aufbaus der eingesetzten Managementsysteme wurden von der AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) im Rahmen eines Forschungsprojektes des NCHRP (National Cooperative Highway Research Program) Richtlinien zur Erstellung von Managementsystemen der Bauwerkserhaltung aufgestellt. Darin werden die Mindestbedingungen für ein BMS zusammengestellt sowie Hinweise für deren Entwicklung gegeben [8].

Ein BMS dient im Sinne dieser Regelungen dazu, die unterschiedlichen Informationen aus Management-, Ingenieurs- und ökonomischer Sicht zusammenzuführen, um die besten Maßnahmen für Bauwerke im Straßennetz zu definieren. Das BMS hilft dabei dem Entscheidungsträger festzulegen, zu welcher Zeit und an welchem Ort Geldmittel für die Erhaltung einzusetzen sind, um die Verkehrssicherheit zu gewährleisten, die Infrastruktur zu bewahren und der Wirtschaft und den Verkehrsteilnehmern bestmögliche Verkehrsbedingungen zur Verfügung zu stellen.

Um diese Ziele zu erreichen, ist es nötig, den aktuellen und zukünftigen Zustand und Finanzbedarf abzuschätzen, begrenzte Geldmittel unter konkurrierenden Projekten zu verteilen, begründete und vertretbare Programme und Budgets zu erstellen und die Auswirkungen von Verkehrs- und Gewichtsbegrenzungen auf den Verkehrsfluß zu untersuchen. Diese Zielsetzungen werden erreicht durch eine Kombination von formalen Prozessen und analytischen Hilfsmitteln, die die Entscheidungsfindung in der Verwaltung unterstützen.

Ein solchermaßen konzipiertes BMS beinhaltet grundsätzlich netzweite Analysen, obwohl es dazu dient, Entscheidungen auf Objektebene zu unterstützen. Maßnahmen, die für ein Brückenbauwerk gefordert werden, haben immer Auswirkungen auf die anderen Bauwerke des Netzes. Objekt- und netzbezogene Analysen werden im Rahmen eines BMS aufeinander abgestimmt. Mindestanforderungen beschreiben die essentiellen Aufgaben des BMS:

- Beschreibung des aktuellen Zustandes der Bauwerke in einem Straßennetz, basierend auf Bauwerksprüfungen.
- Ermittlung der wahrscheinlichen Zustandsentwicklung als Funktion der zur Verfügung stehenden Erhaltungsmittel.
- Ermittlung der erforderlichen Erhaltungsmittel, um Bauwerke von ihrem aktuellen Zustand zu einer festgelegten, höheren Stufe zu führen.
- Ermittlung von Nutzerkosten.
- Bestimmung der optimalen Verteilung von Erhaltungs- und Ersatzmaßnahmen in Abhängigkeit von der Zeit bei gegebenen Budgetzwängen.
- Ermittlung der Minimalkosten für erforderliche Erhaltungsmaßnahmen, der Kosten bei verzögerter Durchführung von Maßnahmen und der gesparten Mittel durch Präventionsmaßnahmen.

- Ermittlung von Prioritätslisten für Erhaltung, Ersatz und Erweiterungsprojekte.
- Ermittlung von spezifischen Erhaltungsprogrammen für Einzel- oder Mehrjahresplanungshorizonte.
- Simulation von alternativen Szenarios.
- Sicherstellung effektiver Kommunikation über Erhaltungspolitik, Programme und Budgets zwischen unterschiedlichen Verwaltungseinheiten, in den Medien und für interessierte Gruppen.

Wichtig ist die Abstimmung des BMS mit anderen Management-Systemen, z.B. dem Pavement-Management-System (PMS) und dem Baustellen-Management-System.

2.4.3 EU-Kooperationsprojekt BRIME (Bridge Management in Europe)

Neben den unterschiedlichen nationalen Bestrebungen werden auf europäischer Ebene erste Anstrengungen unternommen, zu einer einheitlichen Rahmenstruktur von Management-Systemen der Bauwerkserhaltung zu gelangen.

Innerhalb eines Kooperationsprojektes der Europäischen Kommission/DG VII entwickeln Forschungsinstitute aus Großbritannien (TRL), Spanien (CEDEX), Frankreich (LCPC), Norwegen (NPRA), Slovenien (ZAG) und Deutschland (BAST) derzeit grundlegende Modelle für ein BMS. Dabei werden eine Vielzahl von Faktoren einschließlich der Auswirkungen auf den Verkehr, die Dauerhaftigkeit von Erhaltungsmaßnahmen und die verbleibende Nutzungsdauer berücksichtigt.

Das Projekt beinhaltet die folgenden Aufgabengebiete [28]:

- Klassifizierung des Zustands von Bauwerken. Es werden Methoden entwickelt und Richtlinien für eine numerische Evaluierung von Schäden in Betonstrukturen erstellt. Es wird eine Forschungs-Software zur Kategorisierung von geschädigten Strukturen entwickelt. Dabei werden neuronale Netze eingesetzt.
- Bewertung der Tragfähigkeit vorhandener Brücken. Es werden allgemeine Richtlinien für die Bewertung der Tragfähigkeit von Brücken entwickelt. Bereiche, in denen Verbesserungen gegenüber der bisherigen Vorgehensweise erforderlich sind, werden festgestellt, und es werden Untersuchungen durchgeführt, um verbesserte Modelle für Einwirkungen aus Verkehr und die Widerstandsseite zu entwickeln.

- Modellierung von geschädigten Strukturen und der Auswirkung der Schädigung auf die Tragfähigkeit. Es werden Empfehlungen erstellt, um die Schädigung für die Bewertung der Tragfähigkeit modellhaft darzustellen. Die Empfehlungen werden zusammen mit den o.a. Bewertungsregeln eingesetzt, um die Bewertung der Tragfähigkeit von geschädigten Brückenbauwerken zu verbessern.
- Erstellung von Modellen zur Schadensentwicklung. Das Ziel ist, das vorhandene Wissen über die Modellerstellung und die Überwachung des Eindringens von Chloriden in den Beton zu konsolidieren und zu verbessern.
- Entscheidungsfindung. Es wird eine Studie über Vorgehensweisen durchgeführt, mit denen festgestellt wird, ob eine Struktur instandgesetzt, verstärkt oder ersetzt werden soll.
- Priorisierung. Es wird eine Untersuchung von Methoden durchgeführt, mit denen Erhaltungsmaßnahmen priorisiert werden können, und es werden Richtlinien für die Priorisierung von Maßnahmen erstellt.
- Brücken-Managementsysteme. Die Ergebnisse aus den o.g. Aufgabengebieten werden zusammengetragen. Ziel ist die Bildung eines Rahmenwerkes für ein BMS.

Der Abschluß des Projektes ist für Ende 1999 geplant.

2.4.4 Grobkonzeption der Bundesanstalt für Straßenwesen zur Entwicklung eines Managementsystems zur Erhaltung von Brücken und Ingenieurbauten

Aufbauend auf den Erkenntnissen des In- und Auslandes wurde von der Bundesanstalt für Straßenwesen eine Grobkonzeption für ein Managementsystems der Bauwerkserhaltung für Bund und Länder erarbeitet [29, 30]. Dabei wurde erkannt, daß die besonderen Randbedingungen durch die gesetzlich vorgegebenen Verwaltungsstrukturen zu berücksichtigen sind. Die Organisation der Straßenbauverwaltung ist dadurch charakterisiert, daß der Bund Baulastträger für die Bundesfernstraßen ist. Die finanziellen Mittel für Bau und Erhaltung werden vom Bund den Ländern zur Verfügung gestellt. Die Bundesländer hingegen planen, bauen, betreiben und erhalten die Bundesfernstraßen im Auftrag des Bundes. Daraus ergeben sich Anforderungen an ein künftiges BMS:

- Der Bund ist in die Lage zu versetzen, einen Überblick über den aktuellen Zustand der Bau-

werke auf Netzebene zu erlangen sowie steuernd im Rahmen eines Controllings in die Erhaltungspraxis eingreifen zu können.

- Länder und Verwaltungen sind hingegen bei der Planung und Durchführung der Maßnahmen auf Teilnetz- und Objektebene zu unterstützen, damit vorgegebene Ziele erreicht, Strategien umgesetzt und Rahmenbedingungen sowie Haushaltszwänge berücksichtigt werden können.

Das Grobkonzept beinhaltet sieben Themengruppen, die bereits zum Teil verwirklicht sind. Weitere Teilmodule werden zur Zeit erarbeitet. Ein Großteil der Schwerpunkte ist jedoch noch im Planungsstadium (siehe Bild 3).

Voraussetzung auch für dieses BMS ist die möglichst umfassende Bereitstellung relevanter Daten.

Modul 1 "Netzbezogene Grunddaten" beinhaltet zum einen die Sammlung und Vorhaltung von Grund- und Zustandsdaten, die zum Teil bereits in umfassenden Datenbanken gespeichert sind. Weiterhin ist die Verknüpfung mit anderen Daten wie zum Beispiel Verkehrs- und Unfalldaten vorgesehen. Eine Verknüpfung mit Daten anderer Managementsysteme (z.B. Pavement-Management, Baustellen-Management) wird sichergestellt.

Grundlage des Systems werden die Straßeninformationsbanken der Länder und das Informationssystem BISStra des Bundes sein. Während die Straßeninformationsbank SIB derzeit an einen einheitlichen Standard angepaßt und in Kürze anwendungsreif sein wird, ist das System BISStra in der Konzeptions- und Aufbauphase.

Modul 2 "Netzweite Zustandsdaten und Bewertung" beinhaltet die Bewertung von Zustandsdaten, die sich aus den Bauwerksprüfungen nach DIN 1076 ergeben. Als Ergebnis werden netzweite Zustandsreihungen und Finanzbedarfsermittlungen zur Verfügung gestellt. Die Sammlung und Bereitstellung von Zustandsdaten, derzeit durch das Programmsystem BW-PRUF gewährleistet, wird in Zukunft mit Hilfe des Systems SIB-Bauwerke erfolgen. Damit ist die Verknüpfung zwischen Bauwerksdaten und Zustandsdaten gewährleistet.

Überarbeitete Bauteil- und Schadenskataloge, bislang verankert in RI-EBW-PRUF, und Basis des Prüfprogramms BW-PRUF, sind nunmehr Bestandteil der ASB, Teilsystem Bauwerksdaten, und in Zukunft Basis des in SIB-Bauwerke beheimateten Prüfprogramms.

Das Verfahren der Zustandsbewertung (siehe Kapitel 2.2.3) wird ergänzt werden durch ein System der Kostenermittlung, mit dem auch Prognosen für

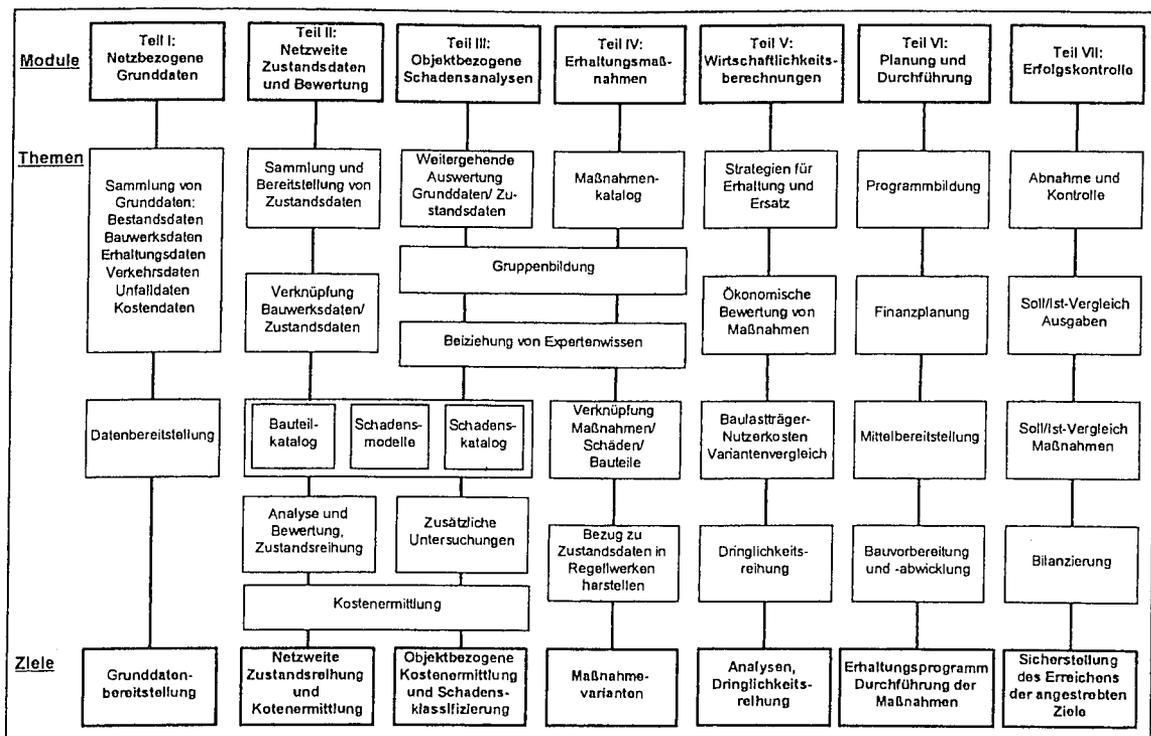


Bild 3: Managementsystem der Bauwerkserhaltung, Stand der Entwicklung

den Erhaltungsbedarf des Gesamtbestandes der Bauwerke (oder ausgewählter Untergruppen) erstellt werden können. Darüber hinaus werden Modelle zur Schadens- und Zustandsentwicklung bereitgestellt. Zur Bearbeitung dieser Teilmodule sind derzeit Forschungsprojekte geplant.

Die im Modul 2 zur Verfügung gestellten Daten bilden eine wesentliche Grundlage für die Durchführung der ökonomischen Analysen im Modul 5.

Zur Planung von Erhaltungsmaßnahmen reichen die Ergebnisse der Bauwerksprüfungen nach DIN 1076 in vielen Fällen jedoch nicht aus. In der Regel sind zusätzliche Untersuchungen erforderlich, die evtl. unter Beiziehung von Expertenwissen durchgeführt werden. Der Einsatz zerstörungsfreier Prüfmethode hat auf dieser Stufe besondere Bedeutung. Diese Aktivitäten sind ebenso Bestandteil von **Modul 3 "Objektbezogene Schadensanalysen"** wie auch die weitergehende Auswertung von Grund- bzw. Zustandsdaten, z.B. im Hinblick auf die Schwachstellenanalysen, die Ergänzung von Bauteil- und Schadenskatalogen sowie von Modellen, die das zeitliche Verhalten widerspiegeln sowie Verfahren zur detaillierten objektbezogenen Kostenermittlung.

Im **Modul 4 "Erhaltungsmaßnahmen"** wird ein detaillierter Katalog von Maßnahmen vorgehalten, die zum Teil bereits in bestehenden Regelwerken kommentiert sind. Die Verknüpfung zwischen

Maßnahmen und Schäden sowie geschädigten Bauteilen ermöglicht eine Auswahl von Maßnahmevarianten in jedem Einzelfall. Im Rahmen der Fortschreitung der zusätzlichen technischen Vorschriften wird bereits in einzelnen Fällen ein Bezug zwischen Schadens- bzw. Zustandsbewertung und erforderlichen Maßnahmen hergestellt.

Der bislang nur in Ansätzen vorhandene **Modul 5 "Wirtschaftlichkeitsberechnung"** stellt den eigentlichen Kern des BMS dar, in dem die ermittelten Daten auf Netz- und Objektebene zusammengeführt und analysiert werden. Im Rahmen von Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen werden Erhaltungsmaßnahmen nach ökonomischen Kriterien bewertet. Lebensdauer-Kostenmodelle und Variantenvergleiche sowie Berücksichtigung von Baulastträger- und Nutzerkosten werden beinhaltet sein. Darüber hinaus werden mittels Simulationsrechnungen die Auswirkungen von unterschiedlichen Erhaltungsstrategien analysiert werden können. Solche Analysen werden bislang nur in Einzelfällen durchgeführt und sind zur Zeit keine regelmäßige Grundlage der Erhaltungsplanung.

Schließlich wird im Rahmen einer Gesamtanalyse die Dringlichkeitsreihung von Maßnahmen durchgeführt. Diese Reihung wird die Grundlage für die Finanzbedarfsermittlung unter Berücksichtigung von politischen, wirtschaftlichen und technischen Randbedingungen bilden. Dieser Modul ist darüber hinaus die Schnittstelle zwischen den Auf-

tragsverwaltungen und dem Baulastträger Bund. Die Ergebnisse der Berechnungen werden einem übergeordneten System zur Verfügung gestellt, in dem Analysen auf Bundesebene stattfinden werden².

Modul 6 "Planung und Durchführung" beinhaltet die Aufstellung und Umsetzung der eigentlichen Maßnahmeplanung, die auf der Grundlage der Finanzplanung und Mittelbereitstellung erfolgt. Beinhaltet ist die Aufstellung der Erhaltungsprogramme, aber auch die Bauvorbereitung, d.h. die Aufstellung des Bauvertrages, die Veröffentlichung und Submission sowie die Wertung der Angebote und Vergabe. Ebenso beinhaltet ist die Abwicklung der Baumaßnahme.

Modul 7 "Erfolgskontrolle" beinhaltet schließlich Controllinginstrumentarien. Unter anderem kommt hierbei einem Maßnahmeverfolgungsprogramm, das bereits in einigen Bundesländern installiert ist, besondere Bedeutung zu. Der Stand konkreter Maßnahmen kann hiermit zeitnah von übergeordneten Stellen nachvollzogen werden. Ebenso gehören zu diesem Modul Verfahren, mit denen netzweite Zustandsentwicklungen beobachtet und die Umsetzung der Programme überwacht werden können. Auf dieser Grundlage können dann Steuerungsmaßnahmen ergriffen werden.

Die Bundesanstalt für Straßenwesen wurde beauftragt, aufbauend auf dieser Grobkonzeption die einzelnen Module des BMS näher zu spezifizieren und in den Kontext der Erhaltungsplanung einzu beziehen. Dafür wurde es erforderlich, zunächst im Rahmen einer Vorstudie die Vorgehensweise von Bund und Ländern bei der Erhaltungsplanung im Detail zu untersuchen.

3 Aktuelles Vorgehen von Bund und Ländern bei der Erhaltungsplanung

3.1 Vorstudie der BAST zur Erhaltungsplanung in den Bundesländern

Das Projekt zur Erarbeitung einer Konzeption eines umfassenden Managementsystems zur Erhaltung

² Hinweis: Bei der zu erarbeitenden Konzeption in Kapitel 4.1 wird gegenüber dieser Definition unter "Dringlichkeitsreihung" die Erfordernis der Durchführung von Maßnahmen verstanden. Die Reihung von Maßnahmen erfolgt dagegen im Rahmen der Gesamtbewertung und der Programmerstellung (siehe Seite 35 ff).

von Brücken- und Ingenieurbauwerken beinhaltet u.a. eine Vorstudie, in der die aktuelle Praxis und Erfahrung bei den Ländern erhoben werden soll. Für diese Studie wurden von der Bundesanstalt für Straßenwesen Informationsgespräche mit Vertretern einiger ausgewählter Bundesländer durchgeführt. Dabei wurden Informationen zu folgenden Themen erhoben:

- Ziele der aktuellen Erhaltungsstrategie der Länderverwaltungen.
- Verfahren zur Erstellung, Abstimmung und Steuerung des Erhaltungsprogramms.
- Verfahren zur Feststellung des Mittelbedarfs und der Bereitstellung der Haushaltsmittel.
- Grundlagen der derzeitigen Planung von Erhaltungsmaßnahmen und dabei berücksichtigte Kriterien für die Dringlichkeitsreihung.
- Maßnahmen der Qualitätssicherung und Erfolgskontrolle.
- Identifikation der Aufgaben eines künftigen BMS aus Ländersicht.
- Anforderungen der mittleren und unteren Straßenbaubehörden an ein künftiges BMS.

In die Informationsgespräche einbezogen wurden eine Reihe von Dienststellen. Dabei erfolgte eine Auswahl anhand der Größe (Stadtstaat, Flächenstaat) sowie der Lage (Ost, West):

- Landschaftsverband Rheinland,
- Landschaftsverband Westfalen-Lippe,
- Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen,
- Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg,
- Freie und Hansestadt Hamburg, Baubehörde Tiefbauamt,
- Brandenburgisches Landesamt für Verkehr und Straßenbau und
- Thüringer Landesamt für Straßenbau.

Im folgenden sind die Ergebnisse der Informationsgespräche zusammengestellt.

3.1.1 Landschaftsverband Rheinland

Erhaltungsplanung

Die Durchführung von Hauptprüfungen ist beim Landschaftsverband Rheinland (LVR) zentral organisiert, wobei die Prüftruppe auf verschiedene

Standorte verteilt sind (sechs Prüfrupps an drei Standorten). Die einfache Prüfung und die erste Hauptprüfung wird vom zuständigen Amt, die laufende Beobachtung von den Meistereien wahrgenommen.

Die durchzuführenden Instandsetzungsmaßnahmen werden in den Ämtern auf der Grundlage der Prüfbefunde abgeleitet. Die Zusammenstellung ergibt eine Projektliste mit Instandsetzungsmaßnahmen; manche beinhalten Sammelausschreibungen (z. B. kleinere Betoninstandsetzungsarbeiten, Fugenverguß, Geländer). Hierbei handelt es sich nicht um Jahresausschreibungen, sondern um eine Zusammenfassung von kleineren Instandsetzungsarbeiten für mehrere Bauwerke.

Die Reihung der Projektliste wird - je nach eingegangenen neuen Ergebnissen von Hauptprüfungen - ständig modifiziert. Bei schwerwiegenden, kurzfristig zu beseitigenden Schäden geht der Prüfbefund direkt an das Amt. Von dort erfolgt dann eine genauere Schadensanalyse (Gutachten, Instandsetzungsentwurf) incl. Kostenschätzung. Für die Haushaltsanmeldung werden die dringlichsten Maßnahmen herausgesucht und gemeldet.

Die Schätzung von Instandsetzungskosten erfolgt in den Ämtern anhand von konkreten Instandsetzungsentwürfen. Eine Auswertung der durch die Prüfer ausgefüllten Kostenleiste ist derzeit nicht sinnvoll, da die Kostenkurven nicht auf dem aktuellen Stand sind. Darüber hinaus ermöglicht die Auswertung der Kostenleiste grundsätzlich nur eine mittelfristige Finanzprognose des Instandsetzungsaufwandes auf Teilnetzebene; objektspezifisch ist eine Kostenermittlung in dieser Weise nicht sinnvoll.

Zur Erstellung des Jahresprogrammes melden die Ämter des LVR den diesbezüglichen Bedarf an die Zentralverwaltung. Hierzu wurden früher die Listen A, B, C (Stufung nach Dringlichkeit) verwendet. Derzeit erfolgen die Meldungen direkt in Form der Formulare des Bundes. Diese Vorgehensweise ist aus der Sicht der Zentralverwaltung nicht befriedigend, da ein Controlling, d. h. eine Steuerung über die geplanten Maßnahmen bei dieser Art der Vorgehensweise nicht bzw. nur eingeschränkt möglich ist.

Die Prüfung der Meldungen der Ämter wäre mit einem sehr hohen Aufwand verbunden und wird deshalb im Regelfall durch die Zentralverwaltung nicht durchgeführt.

Auch die Aufteilung von Mitteln zwischen Straße und Brücke erfolgt durch die Ämter, wobei eine Reihung nach amtsspezifischen Kriterien (Ingenieurverstand) erfolgt. Die Ämter stellen der Zen-

tralverwaltung Informationen über zukünftige Bau- und Erhaltungsmaßnahmen zur Verfügung.

Umsetzung der Erhaltungsprogramme

Nach Bereitstellung der Bundesmittel erfolgt die Zuweisung an die Ämter auf der Grundlage einer Haushaltsbesprechung im LVR. Dabei wird auch abgestimmt, welche Maßnahmen durch die jeweiligen Ämter bewältigt werden können, wobei eine sinnvolle Kombination aus umfangreichen Maßnahmen und Sammelausschreibungen erfolgt.

Darüber hinaus wird mit den Ämtern eine Abstimmung bezüglich der Koordination Brücke/Straße vorgenommen (Maßnahmebündelung, Baustellenbetrieb). In dieser Phase kann durch die im LVR installierten "Bauamtskommissionen" auch eine politische Einflußnahme erfolgen, was dazu führen kann, daß eine modifizierte Reihung der Projektliste erfolgt. Ab Mitte des jeweiligen Haushaltsjahres werden mehrere Mittelausgleiche zwischen den Ämtern durchgeführt.

Die Einflußnahme der Hauptverwaltung des Landschaftsverbands Rheinland bei der Instandsetzungsplanung erfolgt über die Genehmigung der Instandsetzungspläne, wobei Entwürfe ab 1,5 Mio. DM in der Zentralverwaltung genehmigt und Maßnahmen ab 500 TDM zur Information vorgelegt werden müssen. Die Vorlagegrenze von 1,5 Mio. DM gilt auch für die Vergabe von Maßnahmen nach erfolgter Ausschreibung.

Alle durchgeführten Maßnahmen werden durch die Ämter pro Jahr einmal an die Zentralverwaltung gemeldet zusammen mit einer Liste der erledigten Bauwerksschäden mit einer Bewertungsstufe ≥ 3 . Diese Vorgehensweise stellt jedoch nach Auffassung der Zentralverwaltung kein geeignetes Controllinginstrument dar.

Schwerpunkte für die Entwicklung eines BMS

- Die Daten aus den Bauwerksprüfungen (z.B. alle 3er Schäden) sollten in einem BMS für Auswertungen zur Verfügung stehen.
- Die Zustandsnote sollte künftig automatisiert ermittelt werden.
- Die Erstellung von Dringlichkeitsreihungen stellt aus Sicht des Landschaftsverbandes ein besonders wichtiges Modul innerhalb eines BMS dar. Das Modul sollte nicht in Form einer "Black-Box" Reihungen ermitteln, sondern dem Anwender einen nachvollziehbaren Entscheidungsvorschlag liefern. Die Dringlichkeitsreihung sollte auf Bauamts- und Zentralverwaltungsebene erstellt werden können.
- Das BMS sollte im Landschaftsverband Rhein-

land ein Controllinginstrument für die Ämter darstellen.

- Ein BMS sollte Auswertungen in graphischer Form ermöglichen.
- Einige wesentliche Angaben zum Stand von Entwurfsbearbeitungen sollen innerhalb eines BMS zur Verfügung stehen (Strecke, Bauwerk, Art der Arbeiten, Haushaltsansatz, Abrechnungssumme).
- Nach Auffassung des LVR stellt erst eine umfassende Schulung der Bauwerksprüfer die Qualität eines BMS sicher.
- Ein BMS sollte über eine Schnittstelle zu den Haushaltsprogrammen verfügen, damit Projekte auch nach der Vergabe begleitet werden können.
- Ein BMS sollte für durchzuführende Instandsetzungsarbeiten günstige Termine bzw. zeitliche Ablaufpläne liefern.

3.1.2 Landschaftsverband Westfalen-Lippe

Erhaltungsplanung

Grundlage der Erhaltungsplanung sind die Ergebnisse der Überwachungen und Prüfungen der Bauwerke nach DIN 1076. Dabei führen die Prüftropps der Hauptverwaltung des Landschaftsverbandes Westfalen-Lippe (LWL) die Haupt- und Sonderprüfungen an Brücken und Verkehrszeichenbrücken durch. Einfache Prüfungen und vermessungstechnische Kontrollen sowie die Hauptprüfungen an den anderen Bauwerken erfolgen durch die Bauämter. Laufende Beobachtungen und Besichtigungen werden von den Meistereien durchgeführt.

Der Bauwerksprüfingenieur empfiehlt in einem Anschreiben zum Prüfbefund die erforderlichen Maßnahmen. Dieses Anschreiben wird vom zuständigen Brückenreferenten der Hauptverwaltung unterschrieben (der Prüfbefund wird vom Bauwerksprüfingenieur eigenverantwortlich unterschrieben).

Von den Ämtern werden im Zusammenwirken mit den Meistereien die erforderlichen Maßnahmen festgelegt sowie dafür Kostenschätzungen erarbeitet. Objektbezogene Listen mit dem Finanzbedarf werden jährlich an die Hauptverwaltung des LWL abgegeben. Innerhalb der Listen sind die Maßnahmen geordnet:

Liste A: Liste der noch nicht abgeschlossenen Maßnahmen aus vergangenen Haushaltsjahren

und der erforderlichen Maßnahmen, deren Beauftragung im lfd. Haushaltsjahr sichergestellt ist.

Liste B: Liste der zusätzlich erforderlichen Maßnahmen, deren Beauftragung im lfd. Haushaltsjahr z. Zt. nicht sichergestellt ist.

Liste C: Liste aller weiterer nach dem lfd. Haushaltsjahr erforderlichen Maßnahmen.

Diese Listen dienen der Ermittlung des Finanzbedarfs innerhalb des LWL. Die voraussichtlichen Kostensummen für Bauwerke in den Bundesfernstraßen werden dem BMVBW jährlich gemäß ARS Nr. 35 vom 29.10.1993 als Bedarfsprognose mitgeteilt.

Bis einschließlich 1996 erfolgte eine Angabe des Bedarfs unter Berücksichtigung von Vorgaben infolge der Personal- und Finanzkapazität. Ab 1997 werden sämtliche erforderlichen Maßnahmen berücksichtigt, unabhängig vom vorhandenen Personal und der zur Verfügung stehenden Finanzmitteln. Dabei wird festgestellt, daß zwischen Bedarf und tatsächlichen Erhaltungsausgaben nunmehr eine deutliche Differenz besteht.

Die an das BMVBW abzugebende Programmplanung spiegelt nur indirekt die tatsächliche Erhaltungsplanung wieder. Zum einen sind nur die Haushaltstitel 741 13 und 741 23 beinhaltet, zum anderen verlangt das BMVBW zusätzlich ähnliche Meldungen über Erhaltungsmaßnahmen an Straßen, in denen Maßnahmen an Brücken mit angegeben werden müssen. Hierin kommen unterschiedliche Kostenansätze zum Ausdruck.

Das tatsächliche Maßnahmenprogramm wird im Amt unter Berücksichtigung der Notwendigkeit der Maßnahmen, dem verfügbaren Zeitrahmen (Beteiligung Dritter, Planung, Entwurfsbearbeitung), Finanzierbarkeit und Personalkapazität erstellt. In Zukunft ist eine Dringlichkeitsreihung zur Priorisierung erneuerungsbedürftiger Brückenbauwerke vorgesehen, wobei die folgenden Kriterien berücksichtigt werden:

- Ergebnis der letzten Hauptprüfung mit der hierbei vergebenen Zustandsnote.
- Baulicher Zustand und deswegen erforderliche besondere Kontrollen.
- Vorhandene Verkehrsbeschränkungen, wie z. B. Einengungen, Belastungsbegrenzungen.
- Verkehrsbelastungen: DTV-Wert und Schwerverkehrsanteil.
- Gegebenenfalls Lage im Zuge einer BAB-Umleitungsstrecke oder besonderer Anliegerverkehr.

Zur Zeit erfolgt die Dringlichkeitsreihung (Priorisierung) der erforderlichen Maßnahmen in den einzelnen Ämtern nach ingenieur- und verwaltungsmäßigen Gesichtspunkten, ohne einen für alle Ämter gleichermaßen verbindlichen Kriterienkatalog. Dies betrifft auch Maßnahmebündelungen und den Baustellenbetrieb.

Im Rahmen einer Erhaltungsstrategie werden derzeit die folgenden Zielvorstellungen berücksichtigt, die auch in Zukunft beibehalten werden sollen:

- Gewährleistung der Stand- und Verkehrssicherheit.
- Größtmögliche Leichtigkeit des Verkehrs (auch bei Baustellen).
- Möglichst lange Nutzungsdauer der Brücken als Bestandteile des Straßennetzes.
- Minimum an Erhaltungsaufwand (wirtschaftlicher Einsatz der Finanzmittel, zielführende Gestaltung: leichte Zugänglichkeit, leichte Austauschbarkeit einzelner Bauteile).
- Umweltverträgliche und gesundheitlich unbedenkliche Baustoffe und Bauverfahren.

Dazu werden die folgenden Randbedingungen und Informationen berücksichtigt:

- Jederzeitige Kenntnis über den Zustand der Brücken, ihrer Vorgeschichte und Beanspruchung (alle Instanzen verfügen über den kompletten Satz der Bauwerksbücher ihres Bereiches).
- Richtige Einschätzung der Tragfähigkeit.
- Zusammenarbeit zwischen Brückenplanung und Brückenerhaltung, "Instandsetzungsfreundlichkeit" der Brücken (RBA-Brü 97).
- Nutzbare Bauverfahren und Baustoffe.
- Verkehrlicher Nutzen der Brücke in dem einzelnen Straßenzug, Bedeutung der Straße im Gesamtstraßennetz.
- Zeitliche, personelle und finanzielle Rahmenbedingungen.
- Aus- und Weiterbildung der Beteiligten.
- Erhaltungsprogramm mit Dringlichkeiten (Soll-Ist-Vergleich).

Umsetzung der Erhaltungsprogramme

In den Ämtern findet das operative Geschäft der Bauwerkserhaltung statt. Dabei führen die Ämter in Verbindung mit den Meistereien die Vertragsabwicklung und Bauüberwachung durch. Neben der Bedarfsermittlung erfolgt hier auch die Ausga-

benüberwachung und die Erstellung laufender Übersichten, die an die Hauptverwaltung des LWL abgegeben werden. Die Ämter entscheiden bei Maßnahmen < 0,5 Mio. DM selbständig. Nur bei größeren Ausgabesummen erfolgt die Geldmittelfreigabe durch die Hauptverwaltung.

Um im Rahmen des Erhaltungsmanagements die notwendige Bilanzierung vornehmen zu können, besteht in den Ämtern ein Maßnahmen Erfassungsprogramm, das die Erfassung, Auswertung und Überwachung der erforderlichen Erhaltungsmaßnahmen an Bauwerken ermöglicht. Nach Eingang des Prüfbefundes erfolgt hierin die Angabe von erforderlichen Maßnahmen und Schätzkosten sowie die Einstufung in die o. g. Listen A, B und C. Die Daten der einzelnen Maßnahmen werden laufend vervollständigt bzw. aktualisiert und erst mit der Zahlung der Schlußrechnung aus der Datei gelöscht. Mit Hilfe des Programms erfolgen die o.g. Jahresmeldungen und ein Jahresabschluß, der ebenfalls an die Hauptverwaltung geleitet wird. Dieses Verfahren läuft wegen der beim LWL laufenden DV-Umstellung aus; hier besteht Entwicklungsbedarf (inzwischen wurde ein Arbeitskreis gebildet, der ein neues DV-Programm zur Bauwerkserhaltung erarbeitet).

Die Hauptverwaltung des Landschaftsverbandes Westfalen-Lippe führt darüber hinaus in besonderen bzw. kritischen Fällen Controllingmaßnahmen durch. Dabei bestehen zwei Möglichkeiten der Einflußnahme:

- Über die Brückenprüftruppe erhält die Hauptverwaltung Informationen über den Zustand der Bauwerke. Die Prüfer können den Erfordernissen im einzelnen nachgehen. Bei besonderen Bauwerksschäden wird die Instandsetzung durch den Bauwerksprüfingenieur vor Ort beobachtet und nachgehalten.
- Bei der einfachen Prüfung muß eine Meldung erfolgen, welche Maßnahme seit der letzten Hauptprüfung bereits erledigt wurde.

Ein Controlling des Landes Nordrhein-Westfalen erfolgt nur in Ausnahmefällen. Finanzmittel werden vom Landesministerium auf die beiden Landschaftsverbände über einen Schlüssel aufgeteilt, der u. a. die Streckenlänge und die Anzahl der Fahrstreifen berücksichtigt.

Schwerpunkte für die Entwicklung eines BMS

- Entwicklung eines Maßnahmenverwaltungsprogrammes. Wichtig ist hierbei, daß weniger Statistiken für übergeordnete Stellen erzeugt werden, sondern daß die zu erfassenden Daten direkt von den Ämtern verwertet werden können.

- Schulung und Fortbildung der Mitarbeiter, gegenseitige Information der am Bau Beteiligten, Öffentlichkeitsarbeit.
- Standardleistungskataloge und ZtV'en sind in Übereinstimmung zu bringen.
- Erhaltungsmanagement für Straße und Brücke zusammenfassen.
- Einführung eines DV-gestützten Verfahrens der Dringlichkeitsreihung. Dabei Verwendung offener, einfacher Systeme; keine "Black-Box".
- Eher Verwaltungsabläufe verbessern als Teilmodule eines BMS vernetzen.
- Eher Einzellösungen anstreben als kombinierte Verfahren entwickeln.

3.1.3 Hessen

Erhaltungsplanung

In Hessen sind die Brückenprüftrupps den 12 Ämtern zugeordnet (in der Regel 1 Prüftrupp pro Amt). Die Ämter sind grundsätzlich zuständig für Kreis-, Landes- und Bundesstraßen. Auf die Ämter Frankfurt und Kassel (jeweils 3 Prüftrupps) sind darüber hinaus die Bundesautobahnen und Großbrücken mit einer lichten Weite größer 100 m sowie Stahl- und Stahlverbundbrücken aufgeteilt. Die Vergabe von Bauwerksprüfungen an Dritte erfolgt lediglich bei großen Stahl- und zum Teil auch bei großen Betonbrücken.

Die Prüfdaten werden per Diskette durch die Ämter an das Landesamt zu Controllingzwecken und landesweiten Auswertungen (z.B. für Abfragen des BMVBW) weitergegeben. Die vollständige Vernetzung aller Dienststellen wird noch in 1998 abgeschlossen. Damit ist künftig ein Austausch von Daten auf Diskette nicht mehr erforderlich.

Im Rahmen der an den Bund abgegebenen jährlichen Programmplanung werden grundsätzlich alle erforderlichen Maßnahmen gemeldet. Für den Brückenbau erfolgt dazu eine Dringlichkeitsreihung in den Ämtern anhand der Zustandsnoten der Bauwerke. Hier wird ein 11-Jahres-Programm aufgestellt. Der Bedarf wird drei bzw. vier Stufen (Ia, Ib, II, III) zugeordnet. Stufe I bildet die Planung für das nächste Jahr, Stufe II die Planung für die Jahre 2 - 5 und Stufe III die Planung bis zum 11. Jahr.

Der Dringlichkeitsstufe I sind alle Bauwerke mit den Zustandsnoten 3,0 bis 4,0 zuzuordnen. In Stufe II werden alle Bauwerke mit den Zustandsnoten 2,0 bis 2,9 erfaßt. In Stufe III sind alle Bauwerke eingeteilt, die mit Zustandsnoten besser als 2,0 bewertet sind.

Die für die Erhaltung zur Verfügung stehenden Finanzmittel machten eine Unterteilung der Dringlichkeitsstufe I in die Bereiche Ia und Ib erforderlich. Die unter Ia einzutragenden Maßnahmen sollten sämtlich hinsichtlich Bau- und Gebrauchszustand sowie Gebrauchsdauer und Verkehrssicherheitsfragen als vordringlich in den nächsten Haushalt eingestellt werden und im Folgejahr zur Ausführung kommen. Die unter Ib aufgeführten Maßnahmen sollten - wenn möglich - ebenfalls im kommenden Haushaltsjahr abgearbeitet werden.

Die Kosten für die Erhaltungsmaßnahmen werden für die einzelnen Dringlichkeitsstufen, bezogen auf das gesamte Bauwerk, pauschal abgeschätzt.

Die Aufstellung des Bau/Erhaltungsprogramms erfolgt in Hessen über die Strecke, wobei alle Maßnahmen (Straße plus Brücke) nach einem für das Land Hessen festgelegten Verfahren bewertet werden. Die Brücken gehen in dieses Bewertungsverfahren als Einzelobjekte ein. Neubauprojekte und größere Erhaltungsmaßnahmen werden einer gemeinsamen Bewertung unterzogen. Einbezogen werden Erhaltungsmaßnahmen mit einer Auftragssumme > 100.000 DM. Sofortmaßnahmen zur Aufrechterhaltung der Verkehrssicherheit werden von der Bewertung ausgeschlossen. Als Ergebnis erfolgt nicht eine Bewertung der Maßnahmebedürftigkeit, sondern es wird die Wichtigkeit einer Maßnahme gegenüber einer anderen herausgestellt.

Eine Reihe unterschiedlicher Kriterien werden mit Hilfe einer Skala von 1 bis 5 bewertet. Diese Angaben werden mit Hilfe eines umfangreichen Bewertungsschlüssels verknüpft. Als Ergebnis wird eine Prioritätszahl ermittelt. Folgende Kriterien sind berücksichtigt:

- Verkehrssicherheit (Bauwerke, Fahrbahnbefestigung, Unfallanalyse, Gefährdung des nicht-motorisierten Verkehrs, geometrische Eigenschaften),
- Verkehrsbedeutung (Netzfunktion, Infrastruktur, ÖPNV-Träger),
- Umfeldbeeinflussung (Lärmimission, Abgasimission, Wasserschutzgebiete),
- Wirtschaftlichkeit (Nutzerkosten, Betreiberkosten, Programmplanung / rechtliche und technische Abhängigkeiten).

Zu jedem dieser Kriterien bestehen noch eine Reihe von Unterzielen.

Umsetzung der Erhaltungsprogramme

Nach Klärung des Haushaltsansatzes wird in einer Gesprächsrunde festgelegt, welche Maßnahmen im jeweiligen Haushaltsjahr durchgeführt bzw. be-

gonnen werden können. Bei kleineren Maßnahmen (< 100.000 DM) entscheiden die Ämter über die Reihenfolge. Sie werden haushaltsmäßig als Pauschalansätze geführt. Größere Maßnahmen werden entsprechend ihrer Dringlichkeit in den Haushalt eingestellt.

Die Ämter werden durch das Landesamt im Sinne des "Contract-Managements" mit der Durchführung der Erhaltungsmaßnahmen beauftragt, wobei durch Anwendung geeigneter DV-Systeme (PROCON) ein ständiges Controlling durch das Landesamt ermöglicht wird (Projektverfolgungssystem, Projektinformationen, Bauprogramm/Finanzsteuerung, Leistungsbericht). Dieses System umfaßt den Gesamtbereich des Straßenbaus. Ein Abgleich Soll-Ist und ein steuerndes Eingreifen des Landesamtes ist somit ständig und auf der Grundlage von aktuellen Daten (nach Vernetzung) möglich.

Allgemein betrachtet nehmen die Ämter die operativen Aufgaben, das Landesamt hingegen die strategischen Aufgaben wahr.

In Hessen wird den Ämtern empfohlen, vor Ausschreibung von Erhaltungsmaßnahmen Art und Umfang von Schäden durch Anwendung von Verfahren der ZfP zu präzisieren. Dazu liegt eine landesinterne Richtlinie vor.

Schwerpunkte für die Entwicklung eines BMS

- In Hessen wird die Notwendigkeit gesehen, im Bereich Brückenbau eine systematische Erhaltung zu betreiben.
- Dringlichkeiten bei der Brückenerhaltungsplanung werden immer im Zusammenhang mit der Straßenerhaltung betrachtet. Eine getrennte Betrachtungsweise ist hier nicht ausreichend. Deshalb sollte ein aufzubauendes BMS als Teil von oder in Kombination mit einem PMS entwickelt werden.
- Zustandsentwicklungen, Verhaltensmodelle, Schadensentwicklungen, Prognose sowohl zur Steuerung im Rahmen einer Dringlichkeitsreihung im Land als auch zur Untersetzung von Bedarfsmeldungen.
- Meldungen der Länder an den Bund sollen koordiniert erfolgen.
- Dringlichkeitsreihung nach vielfältigen Kriterien.
- Objektbezogene Schadensanalyse, Anwendung ZfP.

3.1.4 Baden-Württemberg

Erhaltungsplanung

Die Erhaltungsplanung und Umsetzung der Programme wird in Baden-Württemberg durch insgesamt 5 Dienststellen durchgeführt. Dabei sind 4 Regierungspräsidien verantwortlich für Bundes-, Landes- und Kreisstraßen sowie ein Landesamt für Bundesautobahnen. Innerhalb dieser Dienststellen sind insgesamt 8 Prüfrupps zur Durchführung der Bauwerksprüfungen nach DIN 1076 installiert. Die Haushaltsmittel werden diesen Dienststellen vom Ministerium nach einem festen Schlüssel zugeteilt, wobei Verschiebungen für besondere Probleme/Maßnahmen möglich sind.

Die durchzuführenden Instandsetzungsmaßnahmen werden in den Regierungspräsidien bzw. im Landesamt auf der Grundlage der Ergebnisse der Bauwerksprüfungen durch erfahrene Ingenieure festgelegt, wobei kleinere Maßnahmen durch die Straßenbauämter bzw. Autobahnbetriebsämter, größere Maßnahmen durch die Regierungspräsidien bzw. das Landesamt betreut werden. Zusammen mit der Planung von Instandsetzungsmaßnahmen wird hier auch eine Kostenschätzung durchgeführt.

Die Reihung der durchzuführenden Erhaltungsmaßnahmen erfolgt derzeit über die bei den Prüfungen ermittelten Befunde und insbesondere der Zustandsnoten in den Regierungspräsidien bzw. im Landesamt sowie Erfahrungen und Ingenieurverstand zur Berücksichtigung besonderer Gegebenheiten (z.B. Maßnahmenbündelung, Baustellenbetrieb). Diese Reihung stellt aus der Sicht von Baden-Württemberg kein Problem dar.

Als hilfreich hat sich dabei erwiesen, daß die Prüfrupps gebietsweise (nach Bauämtern) vorgehen. Es wird als sinnvoll erachtet, künftig bei der Dringlichkeitsreihung zusätzliche Kriterien wie Altersstruktur, Verkehr, verkehrliche Bedeutung usw. zu berücksichtigen.

Die Meldungen des Erhaltungsbedarfs von Baden-Württemberg an den Bund orientieren sich nicht nur am Bedarf zur Beseitigung aller Schäden, sondern auch an den Maßnahmen, die durch die Regierungspräsidien bzw. das Landesamt umgesetzt werden können. Hier wird die Notwendigkeit gesehen, genaue Definitionen einzuführen.

Die Bedarfsmeldungen werden in Baden-Württemberg durch das Ministerium zusammengefaßt und plausibilitätsgeprüft an den Bund weitergegeben. Mittelfristig wird ein Ausgleich der eingegangenen Mittel unter den Regierungspräsidien bzw. dem Landesamt angestrebt. Der Schlüssel für

die Verteilung der Mittel ist fest. Der Ausgleich Neubau- gegenüber Erhaltungsmaßnahmen erfolgt in den Regierungspräsidien bzw. im Landesamt.

Umsetzung der Erhaltungsprogramme

Das Controlling bezüglich der durchgeführten Erhaltungsmaßnahmen erfolgt durch das Ministerium über die bei den einzelnen Verwaltungseinheiten ausgegebenen Haushaltsmittel. Die Maßnahmen selbst werden durch die einzelnen Bauämter bzw. durch das Landesamt betreut und durch die Regierungspräsidien bzw. das Landesamt kontrolliert.

Kleinere Maßnahmen (<5 Mio. DM) werden den Bauämtern von den Regierungspräsidien bzw. dem Landesamt direkt zur Ausschreibung zugeleitet. Große Maßnahmen (>5 Mio. DM) werden zunächst dem Ministerium zur Abstimmung zugeleitet.

Die Brückenerhaltung ist gegenüber der Straßenerhaltung benachteiligt wegen komplexerer erforderlicher Maßnahmen, deren Planung einen größeren Zeitbedarf erfordert. Kurzfristig einzusetzende Haushaltsmittel für Erhaltungsmaßnahmen können im Straßenbau mit weniger Aufwand umgesetzt werden.

Ausschreibungen erfolgen oft gesammelt. Dabei werden gleiche Werke an mehreren Bauwerken in einer Ausschreibung berücksichtigt. Es erfolgen jedoch keine pauschalen Jahresausschreibungen.

Bei der Realisierung der Erhaltung ergeben sich aus Sicht von Baden-Württemberg zum Teil Verzögerungen, wenn Sichtvermerke des Bundes erforderlich sind.

Schwerpunkte für die Entwicklung eines BMS

- Unterstützung bei der Ermittlung des Erhaltungsbedarfs.
- Durchrechnung von Szenarien, zur Begründung des Mittelbedarfs nach außen.
- Bessere / präzisere, haushaltsmäßige Zuordnung der Erhaltung zur korrekten Erfassung der Ist-Ausgaben.
- Automatisierte Auswertung von Prüfbefunden mit dem Ziel, Maßnahmen zu gruppieren (Sammelausschreibung) incl. der Erstellung von Leistungsverzeichnissen (Stlk, ZTV'en).

Ein Projektverfolgungssystem/Maßnahmeverfolgungssystem (DV-System) incl. der Ableitung von Maßnahmen aus Schäden wird als zu aufwendig angesehen. Kontrollaufgaben des Controllings sollten über die Ergebnisse von Haupt- und Zwischenprüfungen sowie die ausgegebenen Haushaltsmittel erfolgen.

Im Rahmen der Erhaltungsplanung sind aus Sicht des Landes weniger Defizite in bezug auf das Management als der Zugriff von politischer Ebene auf die Erhaltungsmittel sowie die derzeit nicht vorhandene Einschränkung der Deckungsfähigkeit der Haupterhaltungstitel 741 13 und 741 23 problematisch.

In Baden-Württemberg wurde für die Landesstraßen versucht, durch eine flächendeckende Zustandserfassung und -bewertung ausreichend Erhaltungsmittel im Haushalt zu verankern. Dies ist jedoch nicht gelungen, da der ermittelte Erhaltungsbedarf um ein Vielfaches über den möglichen Mittelzuweisungen lag.

3.1.5 Hamburg

Erhaltungsplanung

Zuständig für Grundlagen der Planung und Technik, für das Verdingungs- und Vertragswesen sowie die Globalsteuerung der Bezirke ist beim Tiefbauamt Hamburg insbesondere die Unterabteilung TM 1 der Abteilung TM "Landesbauverwaltung". Hier werden auch die Aufgaben der Bauwerksprüfung und der Erhaltungsplanung wahrgenommen.

Der erste Schritt zur Programmbildung erfolgt in Hamburg über die Auswertung der Bauwerksprüfungen. Bereits ab 1975 werden in Hamburg hierbei "Schadenszahlen" durch die Prüfer vergeben, die ab 1994 durch die Zustandsnoten nach RI-EBW-PRÜF ergänzt werden. Ebenso wie das Verfahren nach RI-EBW-PRÜF handelt es sich bei dem Hamburger Verfahren um eine Bewertung des Gesamtbauwerks mit diskreten Zahlen, die sich aber aus einer getrennten Bewertung von Einzelbauteilen ergibt.

In der Abteilung TM sind für die Durchführung der Bauwerksprüfungen nach DIN 1076 und dabei sowohl der Landes-/Stadtbauberke als auch der Bauberke im Zuge von Bundesstraßen zwei Prüfrupps eingerichtet. Aus Kapazitätsgründen werden ca. 50 % der Prüfungen an Dritte vergeben. Die Besichtigung und laufende Beobachtung wird durch ebenfalls beim Tiefbauamt angeordnete Techniker durchgeführt.

Nach Durchführung der Hauptprüfung wird im nächsten Schritt anhand der Zustandsnote bzw. der Schadenszahlen eine erste Reihung der Bauberke veranlaßt. Diejenigen Bauberke mit einer Zustandsnote $\geq 3,0$ oder einem 3er Schaden werden dann im Rahmen einer objektbezogenen Schadensanalyse näher begutachtet. Aufgrund des Schadensbildes wird abgeklärt, ob Erhaltungsmaßnahmen bei diesen Bauberken a) sofort oder

b) im nächsten Haushaltsjahr durchgeführt werden sollten, oder c) ob die erforderlichen Maßnahmen auf die folgenden Jahre verschoben werden können. Auch werden für die selektierten Bauwerke die durchzuführenden Instandsetzungsmaßnahmen sowie Schätzkosten ermittelt.

Eine weitere Reihung der instandzusetzenden Bauwerke wird unter Beachtung von zusätzlichen Randbedingungen wie erforderliche Umleitungen, Abstimmung mit den Straßenbaumaßnahmen, Maßnahmenbündelung, Bedeutung des Bauwerks usw. aufgestellt. Anhand der gereihten Instandsetzungsmaßnahmen wird der Bedarf für Erhaltungsmaßnahmen nach Haushaltsjahren ermittelt und als Jahresprogramm an das BMVBW abgegeben.

Kleinere Maßnahmen (< 100.000 DM), z. B. kleinere Betoninstandsetzungen, Behebung von Geländerschäden und Schäden an Abdichtungen, werden im Rahmen eines Jahresvertrages behoben und gehen nicht in die Reihung ein. Für jede größere Maßnahme wird ein Instandsetzungskonzept schriftlich fixiert.

Umsetzung der Erhaltungsprogramme

Grundsätzlich werden Landes-/Stadtstraßen und Bundesstraßen nach dem gleichen Verfahren abgehandelt. Für Landes-/Stadtstraßen ist zusätzlich zwischen Grundinstandsetzung eines Bauwerkes (investiver Sektor) und Instandsetzung/Unterhaltung (betrieblicher Sektor) zu unterscheiden. Probleme bei der Finanzierung von Maßnahmen können sich ergeben, weil diese beiden Haushaltsposten nicht gegenseitig deckungsfähig sind.

Die Abwicklung der Instandsetzungsprojekte obliegt der Abteilung TI "Projekte Ingenieurbau", die durch die Abteilung TM "Landesbauverwaltung" ähnlich wie ein Ingenieurbüro mit der Durchführung der Maßnahmen beauftragt wird. Hier erfolgen dann die Aufstellungen des Instandsetzungsentwurfs, die Ausschreibung, die Vergabe und die Betreuung der Bauausführung.

Die Steuerung der Arbeiten im Zusammenhang mit der Durchführung von Erhaltungsmaßnahmen erfolgt durch die Abteilung TI und die Controllingstelle TC. Hier werden Zeit, Kosten und Finanzplanungen aufgestellt und fortgeschrieben.

Die Abteilung TM wird erst wieder bei der Prüfung zur Abnahme eines Bauwerks beteiligt. Sie übernimmt zu diesem Zeitpunkt das neu erstellte Brückenbuch. Auch die Prüfung zum Ende der Gewährleistung wird durch die Abteilung TM durchgeführt. Nach Ende der Gewährleistung und Klärung der Gewährleistungsfragen geht das instandgesetzte Bauwerk dann wieder in den Verantwortungsbe-

reich der Abteilung TM über.

Schwerpunkte für die Entwicklung eines BMS

- Das in Hamburg praktizierte zweistufige Verfahren zur Aufstellung von Dringlichkeitsreihungen (1. Stufe Bauwerksprüfung, 2. Stufe weitere Untersuchungen an Bauwerken mit $Z \geq 3,0$ oder 3er Schaden) sollte auch beim künftigen Einsatz eines BMS beibehalten werden können.
- Die Erfahrungen der Ingenieure bei der Instandsetzungsplanung sollten auch weiterhin einbezogen werden.
- Ein BMS muß in Hamburg auch für die Landesstraßen anwendbar sein, da diese in gleicher Weise wie die Bauwerke des Bundes behandelt werden.
- Eine Schnittstelle zu Projektsteuerungssystemen sollte vorgesehen werden.
- Ein Modul "Kostenermittlung" wird als bedeutsam angesehen. Dies sollte über Schnittstellen zu den Ausschreibungs-/Abrechnungsprogrammen mit Daten gefüllt werden. Diese Informationen ließen sich dann sowohl für die Abschätzung von Instandsetzungskosten als auch für die Vorbereitung der Ausschreibung verwenden (Kostenansätze für üblicherweise verwendete Positionen).
- Ein Modul zur Schadensentwicklung bzw. eine Analyse verschiedener Szenarien wird als sinnvoll erachtet, obwohl die Anwendung in Hamburg aufgrund des sehr inhomogenen Bestandes schwierig sein dürfte.

3.1.6 Brandenburg

Erhaltungsplanung für Bauwerke des Landes

Dem Ministerium für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr ist das Autobahnamt direkt zugeordnet. Darüber hinaus bestehen 6 Straßenbauämter sowie das Landesamt als obere Straßenbaubehörde.

Der Bauwerksbestand des Landes Brandenburg umfaßt ca. 1.800 Bauwerke (Land und Bund), wovon ca. 1.100 Bauwerke BAB und Bundesstraßen zugeordnet werden können.

Zu der in Brandenburg praktizierten Erhaltungsstrategie für Brücken im Zuge von Landesstraßen ist anzumerken, daß für die 700 betreffenden Bauwerke die Zustandsnoten und die statischen Nachrechnungen vorliegen. Hierbei hat sich gezeigt, daß ca. 250 Bauwerke nicht ausreichend tragfähig sind.

Auf der Grundlage der Nachrechnungen und der Ergebnisse der Bauwerksprüfungen wird eine "Bedarfsliste", die nach Dringlichkeiten gereiht ist, aufgestellt. Diese Reihung erfolgt anhand einer "Bewertungszahl", die sich aus den Kriterien Verkehrsbelastung, Tragfähigkeit, Zustandsnote und geplante Entlastungen ergibt. Zusätzlich wurden zur Abschätzung erforderlicher Investitionen Kostenschätzungen auf Objektebene durchgeführt, die einen Bedarf von ca. 860 Mio. DM für die Beseitigung aller Schäden (alle Bauwerke Zustandsnote 1,0) aufzeigen.

Im Rahmen eines Forschungsprojektes, das im Auftrag des Ministeriums vom Ingenieurbüro Leonhardt, André und Partner durchgeführt wurde, sollte die Bestandsentwicklung aufgrund unterschiedlicher Mittelzuweisung für Brücken im Zuge von Landesstraßen untersucht werden. Als Ergebnis der Simulationsrechnungen zeigte sich, daß ein Aufwand von ca. 24 Mio. DM pro Jahr einen akzeptablen Haushaltsansatz darstellen würde. Derzeit sind im Landeshaushalt nur ca. 12 Mio. DM pro Jahr für die Erhaltung von Brückenbauwerken vorgesehen, was dazu führt, daß sich der Zustand der Bauwerke mittelfristig verschlechtern wird [31]. Die Ergebnisse des Projekts wurden den politischen Entscheidungsträgern übergeben.

Im Landeshaushalt von Brandenburg ist ein spezieller Haushaltstitel für die Erhaltung von Brücken eingerichtet worden. Dies stellt sicher, daß ein bestimmter Haushaltsansatz für Brücken zur Verfügung steht. Dieser Titel ist mit dem entsprechenden Straßentitel deckungsfähig. Nach Auffassung des Landes Brandenburg stellt diese Vorgehensweise einen praktikablen Ansatz für ein Erhaltungsmanagement der Brücken dar.

Erhaltungsplanung für Bauwerke im Zuge von Bundesfernstraßen

Für Bundesstraßen und Bundesautobahnen ist die Situation deutlich anders. Für Bundesautobahnen werden Erhaltungsmaßnahmen derzeit nur in Einzelfällen durchgeführt, da bis zum Jahre 2010 ohnehin fast alle Bauwerke ersetzt werden. Erhaltungsmaßnahmen ergeben sich hier vor allem durch den Aufbau eines Schwerverkehrsnetzes im Bereich der Bundesautobahnen. Für Bundesstraßen ist derzeit Instandsetzungsbedarf gegeben, da die geplanten Ortsumgehungen aufgrund nicht ausreichender Haushaltsmittel und von Kapazitätsproblemen des Landes nicht - wie geplant - gebaut werden können.

Die Hauptprüfungen werden in Brandenburg durch landeseigene Prüfrupps, die dem Landesamt bzw. dem Autobahnamt zugeordnet sind, durchgeführt.

Einfache Prüfungen und laufende Beobachtungen erfolgen durch die Ämter oder in Einzelfällen auch durch die Meistereien. Die Zustandsnoten werden bei der Durchführung der Hauptprüfung durch die Prüfer vergeben. Die Ergebnisse aller Bauwerksprüfungen werden zentral beim Landesamt gespeichert. Die Auswertung der Prüfungen incl. Umsetzung in Erhaltungsmaßnahmen und Kostenschätzungen erfolgt in den Ämtern. Die auf diese Weise ermittelte "Bedarfsliste" für Bundesstraßen wird zentral im Landesamt vorgehalten. Für Bundesautobahnen entspricht die "Bedarfsliste" bis auf wenige Ausnahmen aufgrund des Aufbaus eines Schwertransportnetzes der "Neubauliste".

Die Bedarfsmeldung an den Bund erfolgt auf der Grundlage von Bau- und Planungsprogrammen (mittelfristige Finanzplanung für 5 Jahre), wobei der Betrag sich an dem orientiert, was pro Jahr umgesetzt werden kann. Bei der Aufstellung der Bauprogramme werden auch die Aspekte Ortsdurchfahrten, Radwege, freie Strecke berücksichtigt.

Umsetzung der Erhaltungsprogramme

Die dem Land Brandenburg zugewiesenen Mittel werden entsprechend des Bauprogramms abgearbeitet, wobei pro Jahr zwei Gespräche mit den Ämtern (April: Abarbeitung des Bauprogramms aus dem Vorjahr; September: Aufstellung des Bauprogramms für das Folgejahr, Reihenfolge der Maßnahmen) geführt werden.

Das Controlling erfolgt in Form eines Soll/Ist-Vergleiches, wobei der Spielraum für die Ämter im Bereich Brücke nur sehr gering ist, d.h. eine Umordnung der Dringlichkeitsreihung in der Regel nicht stattfindet.

Die durch die Ämter erstellten Entwurfspläne, Ausschreibungen und Vergaben werden bei Überschreitung festgelegter Vorlagegrenzen durch das Ministerium bzw. das Landesamt genehmigt.

Schwerpunkte für die Entwicklung eines BMS

- Die in Brandenburg angewendete Systematik der Erhaltungsplanung für die Landesstraßen ist praktikabel und sollte auch vom Prinzip für ein bundesweites BMS übernommen werden.
- Die in Brandenburg anhand der Zustandsnoten durchgeführte Ermittlung von Kosten ist für Abschätzungen auf Netz- bzw. Teilnetzebene geeignet.
- Angestrebt werden sollte ein praktikables System, welches mit derzeit vorhandenen Daten kurzfristig realisiert werden kann.
- Die künftige Kopplung zwischen BMS und PMS wird als notwendig erachtet.

- In Brandenburg ist ein "Maßnahmeverfolgungssystem" angedacht. Eine testweise Anwendung in Form einer Ablauf- und Terminkontrolle ist für zwei Ämter vorgesehen. Ein solches System sollte über eine Schnittstelle an ein BMS anbindbar sein. Weiterhin sollten die entsprechenden Haushaltssysteme über eine Schnittstelle eingebunden werden können.
- Ein BMS sollte auch ein System zur Kontrolle der Abarbeitung von Schäden beinhalten.

3.1.7 Thüringen

Erhaltungsplanung

Nach der Wiedervereinigung Deutschlands stand in Thüringen zunächst die Erhaltung und Instandsetzung des Schwerlastnetzes im Vordergrund der Überlegungen. Derzeit liegt die Priorität in Thüringen auf dem Um- und Neubau von Ortsumgehungen, wobei auch die Erschließung neuer Industriestandorte von Belang ist.

Für Thüringen ist ein kompletter Prüfzyklus für die Bauwerke abgeschlossen, wobei zu berücksichtigen ist, daß Bauwerke im Zuge von Bundesautobahnen in Thüringen lediglich im Umfang einer einfachen Prüfung geprüft werden, da der Großteil des BAB-Netzes mittelfristig ohnehin sechsstreifig ausgebaut wird (DEGES-Projekte). Insofern fallen im Zuge von Bundesautobahnen in Thüringen - mit Ausnahme einiger weniger Abschnitte - keine Erhaltungsmaßnahmen an.

Die Bauwerksprüfung ist in Thüringen zentral organisiert (Landesamt). Ca. 60% der Prüfungen werden an Ingenieurbüros vergeben. Die Ergebnisse von durchgeführten Hauptprüfungen werden zunächst beim Landesamt gesichtet und ausgewertet, wobei auch bereits Erhaltungsmaßnahmen vorgeschlagen werden. Im Landesamt wird auch eine zentrale Datei der aktuellen Schäden, bezogen auf Einzelbauwerke, geführt.

Nach Prüfung und Auswertung der Hauptprüfungen gelangen die Ergebnisse an die Ämter (8 Straßenbauämter, 1 Autobahnamt), wo die durchzuführenden Maßnahmen nach den Kriterien Zustandsnote, Verkehrssicherheit, Standsicherheit, Tragfähigkeit, Straßenart gereiht werden. Bei Prüfungen zur Abnahme oder zum Ablauf der Gewährleistung werden alle Schäden bzw. Maßnahmen an die Ämter weitergegeben. Bei den übrigen Hauptprüfungen werden lediglich wesentliche Maßnahmen an die Ämter gegeben.

Die Instandsetzung kleinerer Schäden (Kappen, Geländer, Abdichtungen) wird durch die jeweiligen

Amtsleiter festgelegt. Dies sind Maßnahmen, die vorwiegend ohne baurechtliche Klärungen durchgeführt werden können. Bedarfsmeldungen zu diesen Erhaltungsmaßnahmen werden in aggregierter Form an den Bund gemeldet.

Für die übrigen Erhaltungsmaßnahmen (nahezu ausnahmslos Ersatzneubau oder Ersatz des Überbaus) wird eine "Objektliste" geführt, wobei die Reihung im Landesamt ebenfalls nach den obigen Kriterien erfolgt. Diese Objektliste wird sodann an die Ämter weitergegeben, wo eine Modifizierung der Reihung nach zusätzlichen Kriterien erfolgt (Auslastung des Amtes, Stand der Zahlungen, politische Randbedingungen, Abgleich mit "Straße", baurechtliche Aspekte). Hieraus resultiert dann eine neue Reihung der Erhaltungsmaßnahmen.

Da es sich bei den durchzuführenden Maßnahmen der Objektliste nahezu ausnahmslos um Ersatzneubau handelt, erfolgt die Ermittlung des Bedarfs, der an den Bund gemeldet wird, über eine Selektion der Bauwerke mit einer Zustandsnote $\geq 3,5$ und einer Brückenklasse ≤ 30 unter Berücksichtigung eines mittleren Preises von DM 5.000/m² Brückenfläche.

Aufgrund der geringen oder zum Teil nicht vorhandenen Personalkapazität bei den Ämtern wird die Erstellung von Instandsetzungsentwürfen, die Durchführung von Bauwerksprüfungen und die Bauüberwachung nahezu ausnahmslos an Ingenieurbüros vergeben. Hierzu stehen in Thüringen Planungsmittel in Höhe von ca. 100 Mio. DM pro Jahr zur Verfügung (Neubau + Erhaltung, Straße + Brücke).

Umsetzung der Erhaltungsprogramme

Die Entwurfserstellung wird durch die Ämter betreut, wobei eine Begleitung durch das Landesamt erfolgt. Je nach Schwierigkeitsgrad des Entwurfs sind die Entwürfe durch das Landesamt zu genehmigen. Die aktuell durchzuführenden Maßnahmen orientieren sich am Stand der jeweiligen Bearbeitung, wobei eine Abstimmung mit der "Straße" vorgenommen wird.

Für die Projektsteuerung wird in Thüringen künftig ein selbst entwickeltes DV-System eingesetzt, welches an die Straßendatenbank (TT-SIB) angebunden ist. Dieses System wird für den Neubau und die Erhaltung (Brücke + Straße) eingesetzt und orientiert sich an den einzelnen Phasen der HOAI. Die Meldungen an den Bund sollen künftig ebenfalls über dieses System erstellt werden. Das System befindet sich derzeit in der Testphase (probeweise Einführung).

Derzeit wird im Landesamt eine Liste mit aktuellen

Maßnahmen zum Zwecke der Koordinierung von Bauwerksprüfungen und für die Bearbeitung von Schwertransporten geführt.

Schwerpunkte für die Entwicklung eines BMS

- Für die Begleitung der Maßnahmen wird nach Einführung des o.g. DV-Systems kein zusätzlicher Bedarf gesehen (Projektinformationssystem).
- Ein Bauwerks-Management-System sollte die Ergebnisse der Brückenprüfung analysieren, möglichst Maßnahmen vorgeben und Kostenschätzungen liefern.
- Weiterhin sollte ein Bauwerks-Management-System eine Vorentscheidung, Instandsetzung oder Ersatzneubau unterstützen.
- Ein Bauwerks-Management-System sollte eine bidirektionale Schnittstelle zum Projekt-Informationssystem (Maßnahmeübergabe von BMS nach Projektinformationssystem; Kostenübergabe von Projektinformationssystem nach Bauwerks-Management-System) incl. einer automatischen Fortschreibung von Kostenfunktionen beinhalten.
- Das BMS sollte eine Prioritätenreihung nach verschiedenen Kriterien, z.B. Verkehrssicherheit, Tragfähigkeit, Standsicherheit, Zustandsnote, Verkehrsbeanspruchung, Schwerverkehr beinhalten. Dabei sollte auch die Strecken- bzw. Netzleistung Berücksichtigung finden.
- Eine Maßnahmebündelung als Vorbereitung von Sammelausschreibungen sollte vorgesehen werden.
- Eine Kopplung mit Baustellen-, Umleitungs- und Sperrungs-Management-Systemen sollte ermöglicht werden.
- Schadensentwicklungsmodelle zur Aufstellung von Szenarien haben für Thüringen derzeit keine hohe Priorität.

3.1.8 Zusammenfassung der Ergebnisse

Aufgrund der seit Jahrzehnten vorhandenen Kenntnisse und Erfahrungen sind die Straßenbauverwaltungen der Länder in der Lage, Handlungsanweisungen im Hinblick auf eine wirtschaftliche Erhaltung zu geben.

Grundlage aller Erhaltungstätigkeiten sind die Prüfbefunde nach DIN 1076. Die Durchführung der Bauwerksprüfungen ist dabei den Mittelbehörden oder den Straßenbauämtern zugeordnet. Insbesondere in den neuen Bundesländern, aber auch

vereinzelt in den alten Bundesländern werden externe Sachverständige zur Bauwerksprüfung eingesetzt. Zur Durchführung und Bedeutung der Bauwerksprüfungen siehe auch [32]. Die Erkenntnisse aus den Brückenprüfungen, aus weiteren objektbezogenen Schadensanalysen und vergleichenden Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen zur Feststellung der Notwendigkeit und des Umfangs von Erhaltungsmaßnahmen führen zur Erarbeitung der Erhaltungskonzepte in den Ämtern. Hier erfolgt ebenfalls die Erstellung der Leistungsbeschreibungen, die Ausschreibung und Vergabe sowie die Abwicklung und die Dokumentation von Projekten.

Maßnahmen geringen Umfangs werden von den Meistereien in der Regel im Regiebetrieb in eigener Zuständigkeit durchgeführt. Für alle anderen Maßnahmen werden in den Ämtern jährliche Bauprogramme erstellt und diese mit der zuständigen übergeordneten Verwaltung abgestimmt. Dringlichkeitsreihungen erfolgen auf der Grundlage der vorhandenen Schadensschwere, der baubetrieblichen und verkehrlichen Gegebenheiten sowie der zu Verfügung stehenden Finanzmittel.

Ebenso erfolgen in den Ämtern Kostenschätzungen (in der Regel auf Grundlage der Instandsetzungsentwürfe aber auch pauschaler Schätzungen). Aus diesen Kostenschätzungen resultieren in der Regel die Bedarfsmeldungen für das BMVBW. Die Aufstellung der Bedarfsmeldungen erfolgt jedoch nicht nach einheitlichen Kriterien. Einzelne Länder melden den Bedarf, der unter Berücksichtigung von finanziellen und personellen Randbedingungen auch umgesetzt werden kann. Andere Länder hingegen melden den Bedarf, der für die Durchführung sämtlicher notwendiger Maßnahmen erforderlich ist.

Die Mittelzuweisung an die Ämter erfolgt in der Regel auf der Grundlage von Haushaltsbesprechungen, in denen die Umsetzung der gereihten Maßnahmen erörtert wird. Vor der endgültigen Festlegung der Programme erfolgen Abstimmungen im Hinblick auf Maßnahmebündelungen, auf den Baustellenbetrieb usw.. Auch finden auf dieser Stufe Einflußnahmen von politischer Seite statt. Bei allen Entscheidungen werden jedoch grundsätzlich Zielvorstellungen im Sinne einer Strategie berücksichtigt, z. B.:

- Wiederherstellung des Zustandes hinsichtlich Stand- und Verkehrssicherheit.
- Größtmögliche Leichtigkeit des Verkehrs.
- Geringstmöglicher Kostenaufwand für eine dauerhafte Erhaltung.
- Minimierung des Verwaltungsaufwandes.

- Möglichst lange Nutzungsdauer.
- Umweltverträgliche und gesundheitlich unbedenkliche Baustoffe und Bauverfahren.

Für Maßnahmen oberhalb einer bestimmten Kostensumme erfolgt die Geldmittelfreigabe durch die übergeordnete Dienststelle. Der Grenzwert dafür ist nicht eindeutig und liegt zwischen 0,5 und 1,5 Mio. DM. Über kleinere Maßnahmen wird in der Regel informiert.

Zu Controllingzwecken erhalten die übergeordneten Dienststellen in der Regel Informationen über durchgeführte Maßnahmen, laufende Übersichten oder Jahresabschlussmeldungen. Vereinzelt wird angestrebt, die Maßnahmen mittels eines Erfassungsprogramms zu begleiten. Eine Vernetzung zwischen den Dienststellen unterstützt dabei die Controllingmechanismen (Soll/Ist-Vergleich, Steuerungsmöglichkeiten).

Der mögliche oder wünschenswerte Aufbau eines BMS, welches zum Einsatz in den Ländern kommen sollte, wird unterschiedlich angegeben. Als Schwerpunkte für die Entwicklung eines zukünftigen BMS werden die folgenden Bereiche genannt:

- Unterstützung der Erhaltungsplanung durch Maßnahmevorschläge auf der Grundlage der Prüfberichte in Verbindung mit Kostenschätzungen auf Objektebene. Auch Abwägung der Kosten bei unterschiedlichen Strategien z. B. Erhaltung - Ersatz.
- Automatisierte Erstellung von Leistungsverzeichnissen, Termin- und Ablaufplänen.
- Erstellung von für die Anwender nachvollziehbaren Dringlichkeitsreihungen sowohl auf Bauamtsebene als auch auf der Ebene der übergeordneten Dienststelle.
- Unterstützung bei der Ermittlung des Erhaltungsbedarfs nach einheitlichen Kriterien.
- Simulation von Szenarien unter Berücksichtigung der Schadensentwicklung zur Begründung des Mitteleinsatzes nach außen.
- Ermöglichung von Auswertungen u.a. der Bauwerks-, Bestands-, Zustands- und Kostendaten bzw. deren Entwicklungen in grafischer Form.
- Aufbau von Maßnahmeverwaltungsprogrammen. Zu erfassende Daten müssen jedoch direkt in den Ämtern Verwendung finden können. Diese Programme sollten jedoch auch zu Controllingzwecken von übergeordneten Dienststellen eingesetzt werden können, z.B. zur Ablauf- und Terminkontrolle oder zur Kontrolle der Abarbeitung von Schäden.

Als allgemeine Randbedingungen werden genannt:

- Sicherstellung von Schnittstellen zwischen einzelnen Programmen (Haushalt, Projektsteuerung usw.).
- Standardleistungskataloge und ZtV'en in Übereinstimmung bringen.
- Sicherstellung der Kompatibilität zwischen PMS und BMS.
- Anwendbarkeit für Landesstraßen ermöglichen.
- Erfahrungen der Ingenieure in den Ämtern bei der Instandsetzungsplanung sollten weiterhin einbezogen werden.
- Angestrebt werden sollte ein praktikables System, welches mit derzeit vorhandenen Daten kurzfristig realisiert werden kann.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß die Bundesländer als Träger der operativen Aufgaben Informationen und Empfehlungen zur Durchführung von Maßnahmen benötigen:

- Einheitliche und objektive Kriterien und Verfahren zur Schadenserfassung und Zustandsbewertung, zur Dringlichkeitsreihung von Maßnahmen und zur Kostenprognose.
- Empfehlungen zur Durchführung von Maßnahmen die mit den Zielen, Strategien und Randbedingungen des Bundes aber auch der finanziellen Restriktionen vereinbar sind.
- Informationen über die Maßnahmedurchführung und Ergebnisdarstellung (auch als Unterstützung für Meldungen an das BMVBW).

3.2 Aufgaben des Bundes bei der Erhaltung von Brücken- und Ingenieurbauwerken im Zuge von Bundesfernstraßen

Die Aufteilung der Kompetenzen für das Straßenbauwesen und die Aufteilung der Straßenbauaufgaben sind in der Verfassung der Bundesrepublik Deutschland vorgegeben. Nach Artikel 90 GG ist der Bund Eigentümer der Bundesfernstraßen. Die Länder verwalten die Bundesfernstraßen eigenverantwortlich im Auftrag des Bundes als sogenannte Bundesauftragsverwaltungen. Die Bundesauftragsverwaltung ist eine Landesverwaltung; zwischen BMVBW und Landesstraßenbaubehörde besteht kein Über- und Unterordnungsverhältnis. Dem Bund stehen jedoch gewisse Einwirkungsrechte zu:

- Erlaß von Allgemeinen Verwaltungsvorschriften, Weisungsbefugnis (Einflußnahme bei Planfeststellung und Sachverhaltsermittlung bzw. -beurteilung, Bundesaufsicht (Gesetzmäßigkeit und Zweckmäßigkeit der Ausführung) (Artikel 85 GG).
- Natürliche Bundeskompetenz zur zentralen Planung (Festlegung des Netzes durch Rahmenplanung, Aufstellung von Bedarfsplänen und Investitionsprogrammen, Formulierung von techn. Anforderungen usw.).
- Finanzverantwortung. Zu den vom Bund zu tragenden Sachausgaben gehören insbesondere die Kosten für den Bau, die Unterhaltung und Erhaltung des Straßennetzes.

Zur Wahrnehmung dieser Einwirkungsrechte werden vom BMVBW eine Reihe von Verfahren durchgeführt.

Das BMVBW erhält zu Controllingzwecken jährlich von den Ländern durchschnittliche Zustandsnoten der Bauwerke nach Bauart getrennt (eingeführt mit ARS Nr. 26/1994 vom 20. September 1994). Nachteile dieses Verfahrens liegen darin, daß zum einen derzeit noch keine einheitliche Bewertung der Bauwerke durchgeführt wird (siehe hierzu Kapitel 2.2.3). Zum anderen sind durchschnittliche Zustandsnoten für ein Managementsystem der Bauwerkserhaltung wenig aussagekräftig, da bei ausschließlich aggregierter Betrachtungsweise wichtige Informationen der Bauwerksprüfung verlorengehen.

Mit ARS Nr. 35/1993 vom 29. Oktober 1993 wurde die "Programmplanung und das Bedarfsprogramm für die Erhaltung von Bauwerken" für den Bereich der Bundesfernstraßen eingeführt. Danach sind von den Ländern dem BMVBW zu melden:

- Ein mittelfristiges Bedarfsprogramm für Erhaltung (Zeitraum 5 Jahre, Maßnahmen > 2 Mio. DM).
- Eine jährliche Programmplanung für das jeweils folgende Haushaltsjahr (Zeitraum 1 Jahr, Maßnahmen > 2 Mio. DM, pauschal alle Maßnahmen < 2 Mio. DM).

Die Meldungen sind getrennt nach BAB und Bundesstraße jeweils für die Titel 74113 und 74123 vorzunehmen. Erhaltungsmaßnahmen aus anderen Haushaltstiteln werden mit den Meldungen nicht erfaßt. Ähnliche Meldungen über Erhaltungsmaßnahmen an Straßen wurden mit ARS Nr. 10/1994 vom 18. Februar 1994 im Rahmen der verbesserten Erhaltungsstrategie eingeführt. Hierbei sind für die Streckenabschnitte, in denen Erhaltungsmaßnahmen vorgesehen sind, auch die

Maßnahmen für Brücken mitanzugeben.

Diese Meldungen sind für den Bund eine wichtige Information über anstehende, größere Instandsetzungsmaßnahmen und den zugehörigen Mittelbedarf. Ein Überblick über den Erhaltungszustand des Gesamtbestandes wird jedoch dabei nicht erreicht.

Ersichtlich wird jedoch, inwieweit die Vorgaben aus der Erhaltungsprognose von den Ländern durch konkrete Maßnahmen umgesetzt werden. Zusammen mit den Meldungen über den Vollzug des Programms und den Ist-Angaben der Ausgaben wird somit ein, wenn auch grober Überblick über die Durchführung von Erhaltungsmaßnahmen erzielt.

Bedarf besteht dahingehend, die Meldungen gemäß ARS Nr. 35/1993 und ARS Nr. 10/1994 zu einer Meldung zusammenzufassen. Derzeit findet die erforderliche Koordination auf Landesebene nur in wenigen Fällen statt, und es treten teilweise erhebliche Abweichungen zwischen den beiden Meldungen auf.

Mit ARS Nr. 8/1995 vom 12. April 1995 wurde die Vorlage von Entwurfsunterlagen für Erhaltungsmaßnahmen an Bauwerken (Instandsetzung, Verstärkung, Umbau, Erneuerung) an das BMVBW geregelt. Danach sind alle Entwurfsunterlagen für Erhaltungsmaßnahmen > 2 Mio. DM dem BMVBW zur Aufbringung eines Gesehenvermerkes vorzulegen. Ab 5 Mio. DM sind diese Maßnahmen als Einzelmaßnahmen im Haushalt zu nennen.

Derzeit werden Entscheidungen über Erhaltungsmaßnahmen in der Regel sehr kurzfristig getroffen. Dementsprechend werden auch die Entwurfsunterlagen zu einem relativ späten Zeitpunkt erst kurz vor der Ausschreibung erstellt. Haushaltsunterlagen werden jedoch bereits bis Anfang des vorausgehenden Haushaltsjahres benötigt, damit diese Maßnahmen im Entwurf des Haushaltsplanes berücksichtigt werden können. Spätere Vorlagen von Haushaltsunterlagen führen zur nachträglichen Einstellung in den Haushalt mit entsprechend größerem Verwaltungsaufwand.

In Bild 4 sind die unterschiedlichen Meldungen der Länder an den Bund sowie die Einwirkung über Möglichkeiten des Bundes in der Erhaltungsplanung der Länder dargestellt.

Der Bund als Träger der strategischen Aufgaben benötigt Verfahren, die es ihm gestatten, Vorgaben, d.h. Ziele, Strategien und Randbedingungen in den Planungsprozess einzubringen und die dafür nötigen Informationen zu erlangen. Dabei werden Informationen benötigt über den aktuellen Zustand, den Nutzen investierter Mittel und die aktuelle Er-

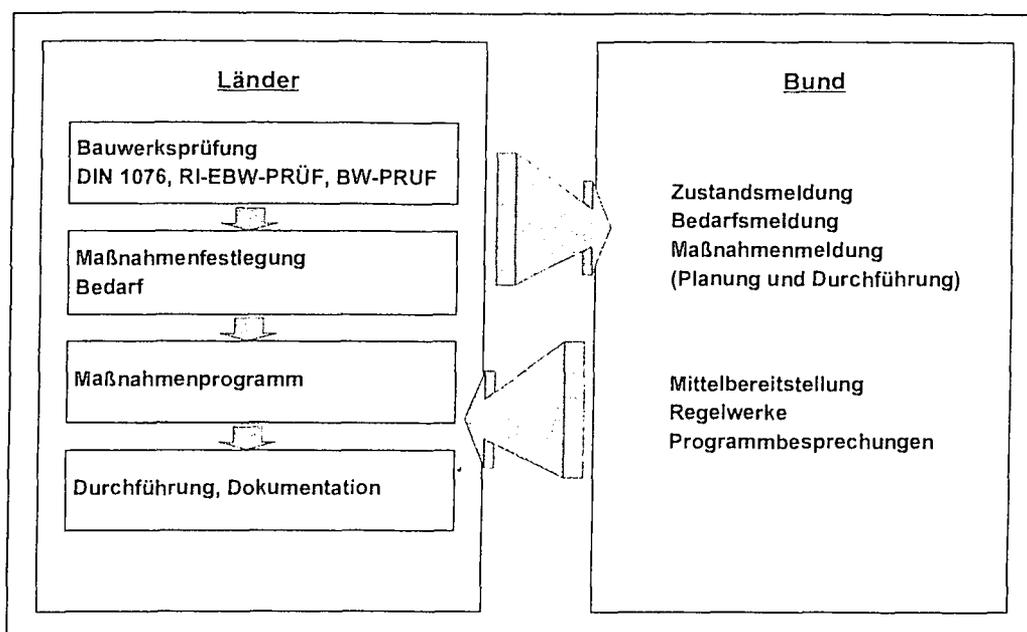


Bild 4: Aufgabenverteilung von Bund und Ländern bei der Erhaltungsplanung

haltungsstrategie, die in den einzelnen Bundesländern angestrebt wird. Weiterhin sind Informationen über Kosten erforderlich: Kosten bei bedarfsgerechter Erhaltung, Kosten bei alternativen Zielstrategien sowie bei veränderten Randbedingungen. Anforderungen des Bundes an ein Management der Bauwerkserhaltung bestehen auf den folgenden Gebieten:

Finanzbedarfsplanung und -zuweisung an die Länder

- Erstellen mittel- und langfristiger Finanzbedarfspläne für die Erhaltung von Brücken und anderen Ingenieurbauwerken an Bundesfernstraßen.
- Analyse und Bewertung verschiedener Strategien der Erhaltungsplanung (Szenarien) unter volkswirtschaftlichen und/oder politischen Gesichtspunkten.
- Zusammenführung und Bewertung von Erhaltungsmaßnahmen auf Netzebene.
- Budgetierung von Haushaltsansätzen der Länder.
- Schnittstellen zu bzw. Kopplung mit anderen Managementsystemen (Pavement-Management, Baustellenmanagement, Umleitungsmanagement u.s.w.) im Hinblick auf eine integrierte Finanzplanung.
- Bereitstellung von Eingangsinformationen für die Aufstellung von Langfristprognosen.

Kontrolle der Umsetzung von Erhaltungsmaßnahmen

- Feststellen, Bewerten und Analysieren des Zustandes bzw. der Zustandsentwicklung auf Netz- oder Teilnetzebene.
- Bilanzierung, Soll/Ist-Vergleiche.

Sonderauswertungen

- Erstellung von statistischen Auswertungen zu spezifischen Fragestellungen (z.B. über Schäden oder Kosten) im Hinblick auf die Fortschreibung technischer Regelwerke.

Darüber hinaus ist es für den Bund von ausschlaggebendem Interesse, daß in den Ländern einheitliche Verfahren der Dringlichkeitsreihung, Programmerstellung und Finanzbedarfsermittlung eingesetzt werden. Nur mit den auf einheitlicher Basis und mit einheitlichen Verfahren erhobenen Informationen der Länder lassen sich Strategien, Ziele und Randbedingungen des Bundes formulieren und umsetzen.

4 Konzeption eines umfassenden Managementsystems der Bauwerkserhaltung für das bundesdeutsche Fernstraßennetz

4.1 Methodische Grundlagen

Das Erhaltungsmanagement ist eine Planungs- und Controllingaufgabe, die Entscheidungen über Maßnahmen bzw. Strategien, die Vorbereitung der Maßnahmen und deren Realisierung umfaßt. Dabei

sind die Zielvorstellungen des Baulastträgers, der Nutzer und evtl. Dritter in den Prozess einzubeziehen. Bei Entscheidungskonflikten ist entweder Konsens herbeizuführen oder es sind zumindest die betreffenden Kriterien transparent zu machen. Das Erhaltungsmanagement dient als "Vorbereitung rationalen, d. h. bewußten, zielgerichteten Handelns" [1].

Die Planungsaufgabe, die auf Länderebene stattfindet, besteht in der Entwicklung und im Vergleich verschiedener Maßnahmealternativen, resultierend in einer sogenannten Variantenreihung, und in der Haushaltsplanung, d. h. dem Vergleich aller im Planungszeitraum anstehenden Projekte, resultierend im Programm für den Planungszeitraum. Diese Planungsaufgabe ist unter Berücksichtigung der o.g. Zielkriterien durchzuführen. Unter Berücksichtigung des Zusammenwirkens von Bund und Ländern ist die Planungsaufgabe als zweistufiger Prozess aufzufassen. Während der **Planungsprozess** als Ergebnis einen Entwurf des Programms für den

Planungszeitraum liefert, der jedoch noch im **Controllingprozeß** abgestimmt werden muß, ist es Aufgabe des **Realisierungsprozesses**, die endgültige Programmbildung und die Ausführung sicherzustellen.

Der **Controllingprozess** auf Bundesebene hingegen besteht in der Steuerung mit dem Ziel, die Qualität der Entscheidungsprozesse im Hinblick auf das Erreichen der Ziele positiv zu beeinflussen. Dabei wird die Steigerung von Effizienz (Tun wir das Richtige?) und Effektivität (Tun wir richtig was wir tun?) im Rahmen der Bauwerkserhaltung angestrebt.

Die Grundelemente des **Planungsprozesses** sind Bild 5 zu entnehmen. Ausgangspunkt der Erhaltungsplanung ist die Schadens- bzw. Zustandserfassung und -bewertung auf Objektebene. Dadurch wird die Notwendigkeit von Eingriffen, z. B. in Form von Erhaltungsmaßnahmen bestimmt. Anschließend erfolgt die Gesamtbewertung des Objektes auf der Grundlage der o.a. Zielkriterien.

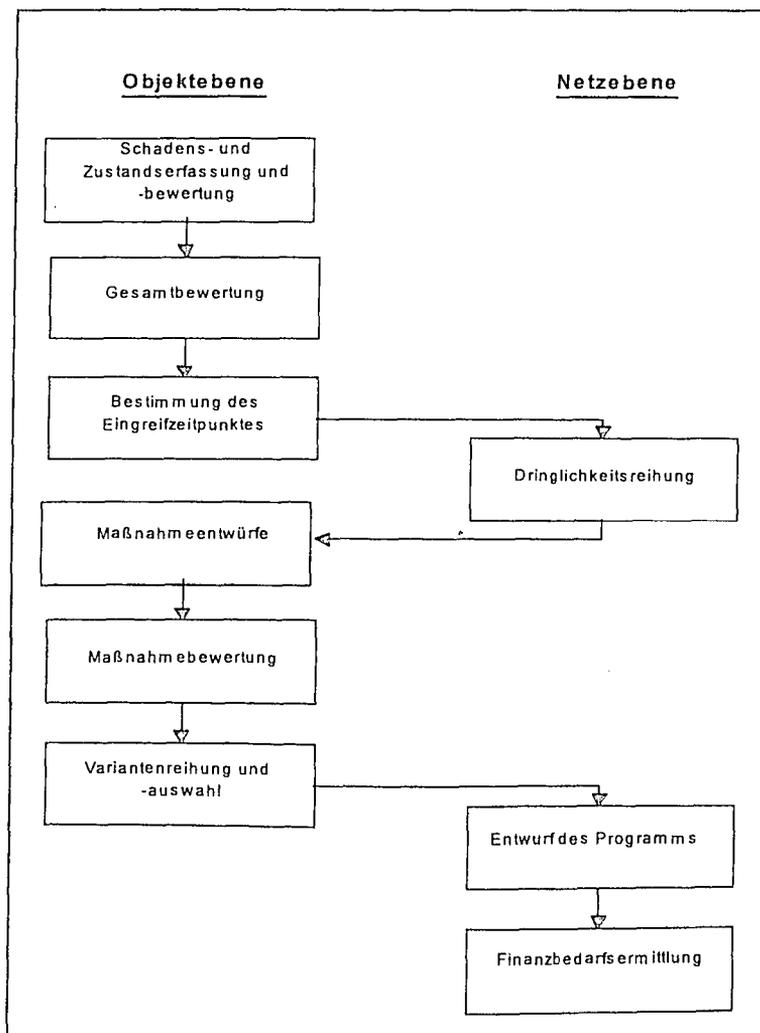


Bild 5: Grundelemente des Planungsprozesses auf Objekt- und Netzebene

Der optimale Eingreifzeitpunkt wird auf der Grundlage von Verhaltensprognosen ermittelt. Liegen mehrere konkurrierende Projekte vor, so wird eine Dringlichkeitsreihung auf Netzebene erforderlich, die Aufschluß über Prioritäten ergibt³.

Die Art der Maßnahme wird entworfen und eine Prognose über die damit zu erzielenden Zustandsänderungen abgeleitet. Handlungsalternativen sind zu entwickeln und zu bewerten. Mit Hilfe von Kostenanalysen wird eine Variantenreihung durchgeführt und eine Auswahlentscheidung auf Objektebene herbeigeführt. Mit den resultierenden Konzeptentwürfen wird auf Netzebene der Entwurf des Programms für den Planungszeitraum erstellt und der Finanzbedarf festgestellt.

Der **Controllingprozess** übergeordneter Verwaltungseinheiten basiert auf einer umfassenden Informationsgewinnung relevanter Daten, die aus der umfassenden Datenhaltung bereitgestellt werden müssen, sich auch aus dem vorgeschalteten Planungsprozess ergeben.

Im einzelnen finden auf Grundlage der bereitgestellten Daten Soll/Ist-Vergleiche in Form von Bilanzierungen, Bewertungen und Analysen der Zustandsmerkmale, Prognosen der Zustandsentwicklungen und zu erwartenden Kosten sowie stati-

sche Auswertungen zu speziellen Fragestellungen statt (siehe Bild 6).

Die Analysen und Bewertungen münden in die Besprechungen der Programmwürfe, in die Mittelbereitstellung, in Fortschreibungen technischer Regelwerke und in direkte Eingriffe in den Planungsprozess.

Die Bildung des endgültigen Programmes ist eine wesentliche Stufe im **Realisierungsprozess**. Neben den o. g. Eingangsparametern sind hier die Durchführbarkeit in den Ämtern, evtl. Maßnahmebündelungen, und ggf. andere Randbedingungen zu berücksichtigen. Weiterhin bestehen Schnittstellen zu anderen Managementsystemen (z. B. PMS, Baustellenmanagement). Ergebnis ist wiederum eine Reihung von Maßnahmen aber nun unter Berücksichtigung der vorgegebenen Restriktionen. Die Maßnahmen sind auszuschreiben, zu vergeben, durchzuführen und zu dokumentieren. Bilanzen sind zu erstellen. Die Ergebnisse sind dem Planungs- und dem Controllingprozess zuzuleiten (siehe Bild 7).

³ Hinweis: Gegenüber den Definitionen der Grobkonzeption im Kapitel 2.4.4 wird unter "Dringlichkeitsreihung" eine Reihung geschädigter/mangelhafter Bauwerke oder Elemente hinsichtlich der Erfordernis zur Durchführung von Maßnahmen ohne Spezifizierung der Maßnahmen verstanden.

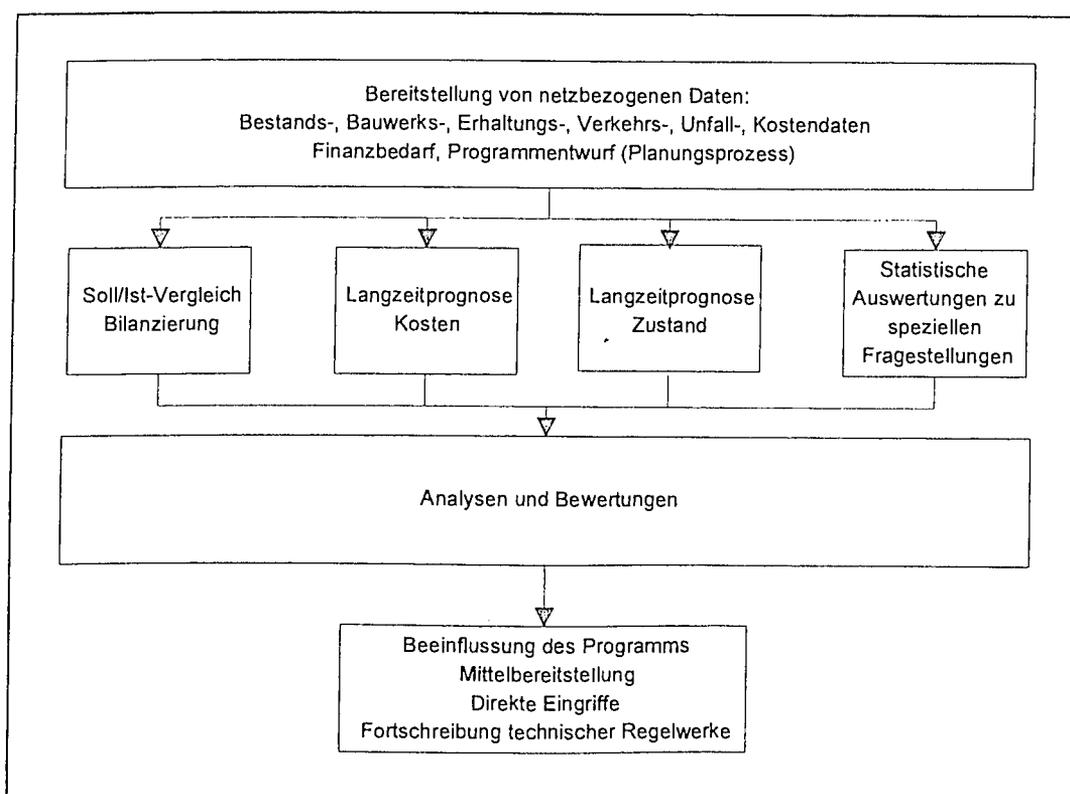


Bild 6: Grundelemente des netzweiten Controllingprozesses

Planungs- und Realisierungsprozess liefern damit grundsätzlich verschiedene Ergebnisse:

- Planungsprozess: Ermittlung des Bedarfs an Erhaltungsmitteln unter Berücksichtigung der Zielsetzungen.
- Realisierungsprozess: Ermittlung des Maßnahmenprogramms für ein vorgegebenes Budget auf

Netz-, Teilnetz- und Korridorebene unter Berücksichtigung der Zielsetzungen.

Für die Umsetzung einer Erhaltungsstrategie auf Bundesebene ist die Verknüpfung der Prozesse von Bedeutung, wobei die Optimierung der Erhaltungsplanung letztendlich in Iterationszyklen erreicht wird (Bild 8).

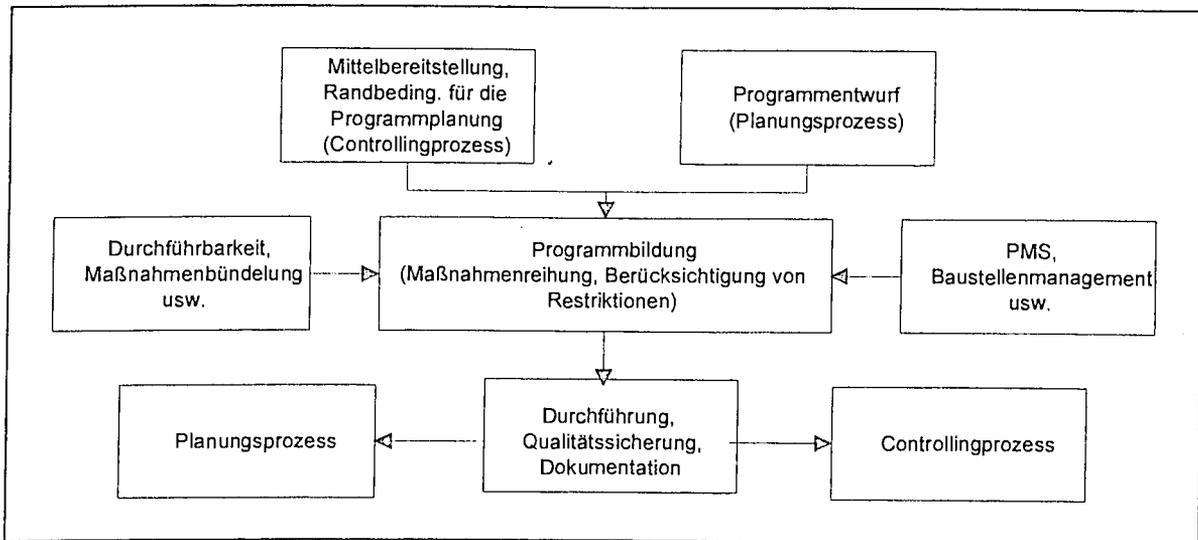


Bild 7: Grundelemente des Realisierungsprozesses auf Netzebene

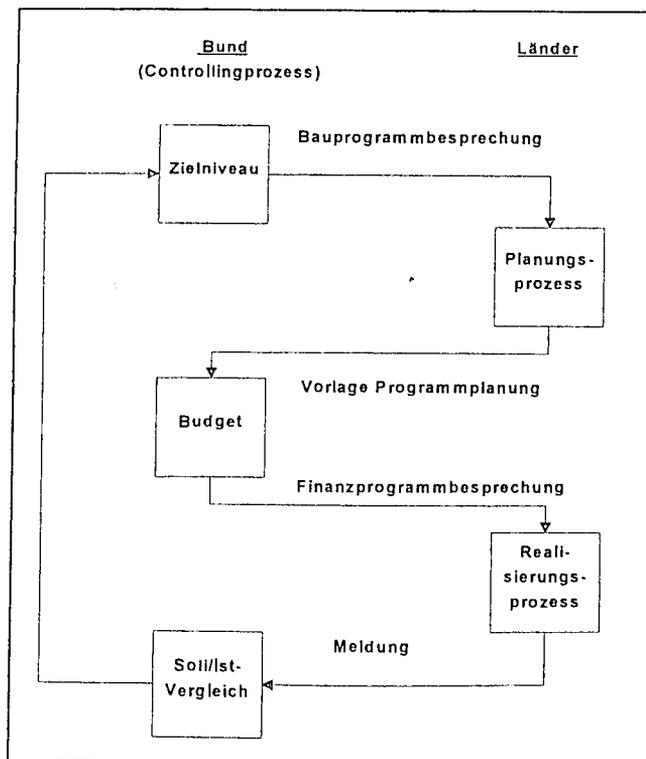


Bild 8: Verknüpfung von Planungs-, Controllings- und Realisierungsprozess

Ein umfassendes Managementsystem der Bauwerkserhaltung umfaßt demnach Planungs-, Realisierung- und Controllingaktivitäten von Bund und Ländern. Während dem Bund die strategischen Aufgaben obliegen, d. h. die Entwicklung von Zielvorstellungen, die Erstellung von Bedarfsprognosen und weiteren Analysen als Grundlage der Haushaltsplanung und der Mittelbereitstellung, direkte Eingriffe in den Planungsprozess usw., führen die Länder das operative Geschäft des Erhaltungsmanagements durch, welches auf Objekt- oder Teilnetzebene die Maßnahmenplanung, die Finanzbedarfsermittlung, die Programmerstellung und die Durchführung der Erhaltungsmaßnahmen beinhaltet.

Die Planungs- und Realisierungsaktivitäten der Länder sowie die Controllingaktivitäten des Bundes sollen mit Verfahren eines BMS unterstützt werden, die im folgenden näher erläutert werden. Angestrebt wird dabei kein für sich allein stehendes Computerprogramm in Form einer "Black Box", welches die notwendigen Informationen liefert, sondern die Verknüpfung mehrerer Teilsysteme, für die einheitliche Verfahren vorgegeben werden und deren Umsetzung im Rahmen von Einzelprogrammen erfolgen kann.

Schwerpunkt der folgenden Darstellungen wird auf den Planungs- und den Realisierungsprozess gelegt, die auf Länderebene stattfinden. Die Konzeption des Controllingprozesses auf Bundesebene wird federführend von der Arbeitsgruppe Erhaltungsstrategie im BMVBW gestaltet.

4.2 Planungsprozess

Der Planungsprozess von Erhaltungsmaßnahmen findet in den Ländern auf Objekt- und auf Netzebene statt. Dabei führt die untere Ebene (z. B. Bauämter) die Bewertung der Objekte sowie die Konzeption und Bewertung von Maßnahmen durch. Die obere Ebene (z. B. Landesämter) ist verantwortlich für Dringlichkeitsreihungen, Projektzusammenstellungen sowie für die Ermittlung des Finanzbedarfs. Für diese Aufgaben sind unterstützende Teilmodule erforderlich.

Grundlage des Planungsprozesses ist die Datenerfassung und -haltung von Bauwerks- und Netzdaten in einheitlicher Form in einer Straßeninformationsbank. Dies wird in Zukunft durch die Einführung der ASB, Teilsystem Bauwerksdaten und Teilsystem Netzdaten, in Verbindung mit SIB-Bauwerke und den Straßendatenbanken (z. B. TT-SIB) gewährleistet.

Die Schadens- bzw. Zustandserfassung und -bewertung erfolgt im Verlauf der Bauwerksprüfungen nach DIN 1076. Im Rahmen der Fortschreibung der RI-EBW-PRÜF wird ein Verfahren der detaillierten Zustandsbewertung nach einheitlichen Kriterien zur Verfügung gestellt. Dieses Verfahren wurde bereits im Hinblick auf ein zukünftiges BMS entwickelt [7]. Der Prüfer bewertet jeden einzelnen Schaden hinsichtlich seiner Auswirkungen auf die Standsicherheit, Verkehrssicherheit und Dauerhaftigkeit des Bauwerks, unter Berücksichtigung eines umfassenden Beispielkatalogs. Aus den einzelnen Schadensbewertungen werden automatisch Zustandsnoten für Bauteilgruppen und das Gesamtbauwerk ermittelt (siehe Kapitel 2.2.4). Diese Prüfdaten sind Bestandteil der zukünftigen Straßeninformationsbank SIB und stehen für einen Bewertungsprozess auf Netz- und Objektebene zur Verfügung.

Eine Auswertung der Ergebnisse der Bauwerksprüfung ergibt, ob Sofortmaßnahmen erforderlich sind, die z. B. im Rahmen der baulichen oder betrieblichen Unterhaltung durchgeführt werden müssen. Diese Maßnahmen sind nicht in die folgende Dringlichkeitsreihung einzubeziehen.

Im Nachgang der Bauwerksprüfung ist festzustellen, ob vor einer Gesamtbewertung ergänzende objektbezogene Schadensanalysen und daraus folgende erneute Zustandsbewertungen erforderlich sind. Regelungen für gewisse Schadensbilder werden derzeit ausgearbeitet (z. B. für den Korrosionsschutz von Stahlbauteilen im Rahmen der Fortschreibung der ZTV-Kor), hier besteht jedoch weiterer Entwicklungsbedarf. Verfahren der objektbezogenen Schadensanalyse sollten in Form einer Richtlinie zusammengestellt werden.

Eindeutige Entscheidungen im Hinblick auf eine Dringlichkeitsreihung sind alleine auf der Grundlage der Schadens- und Zustandsbewertung nicht möglich. Vielmehr ist eine Gesamtbewertung erforderlich, und zwar unter Berücksichtigung der Zielvorstellungen gesellschaftlicher, technischer und ökonomischer Art. Hierfür ist ein Bewertungsalgorithmus zu formulieren, der die Kriterien Zustandsbewertung, Verkehrssicherheit, Verkehrsbedeutung, Umfeldbeeinflussung und Wirtschaftlichkeit usw. gewichtet und für jedes Objekt eine Prioritätszahl ermittelt.

Einzubeziehen sind Erkenntnisse aus den Modellen der Schadens- und Zustandsentwicklung bezüglich der Bestimmung des Eingreifzeitpunktes. Zur Entwicklung von Modellen der Schadens- und Zustandsentwicklung ist derzeit ein Ressortforschungsprojekt des BMVBW in Bearbeitung.

Als Ergebnis der Gesamtbewertung und unter Berücksichtigung des Eingreifzeitpunktes erfolgt die Dringlichkeitsreihung, mit der festgestellt wird, in welcher Reihenfolge und an welchen Bauwerken Erhaltungsmaßnahmen erforderlich sind. Die zielführende Maßnahme ist dabei jedoch noch unbestimmt. Die Gesamtbewertung liefert zwar Hinweise für die Maßnahmenentwicklung, die endgültige Auswahl der zu realisierenden Maßnahme unterliegt jedoch weiteren Randbedingungen.

Die Gesamtbewertung unter Berücksichtigung der in Zukunft zu erwartenden Zustandsveränderungen liefert wichtige Grundlagen für die im Rahmen des Erhaltungsmanagements zu treffenden Entscheidungen. Als Entscheidung wird dabei die im Hinblick auf ein oder mehrere Ziele getroffene Auswahl unter mehreren Alternativen verstanden. Zielbewußtes entscheiden setzt voraus, daß die Alternativen in eine Präferenzreihung gebracht werden. Dabei ist zu untersuchen, inwieweit vorgegebene Ziele von den möglichen Alternativen erreicht werden.

In der Phase der Alternativenentwicklung werden die möglichen, sich gegenseitig ausschließenden Maßnahmen ermittelt (Erhaltungsvarianten, Ersatz, keine Maßnahmen). Weiterhin sind die Wirkungen, die aus den Maßnahmen resultieren, zu bestimmen. Dazu zählen in erster Linie die Baulastträgerkosten und die Nutzerkosten. Dabei ist auch eine zeitliche Bewertung der Investitionswirkungen zu berücksichtigen. Der Komplex Schäden - Maßnahmen - Kosten mit seinen Verknüpfungen ist zu definieren.

In der Bewertungsphase werden die Maßnahmewirkungen mit Hilfe von Bewertungsfunktionen vergleichbar gemacht. Als zum Einsatz kommende Verfahren mit monetärer Bewertung sind die Nutzen-Kosten-Analysen (Verhältnis von Nutzen zu Kosten maximal) oder, wenn sich der Planungsnullfall, d. h. Nichtrealisierung der Maßnahme nicht definieren läßt, die reine Kostenanalyse (Gesamtkosten minimal) aufzuführen. Verfahren mit nichtmonetärer Bewertung sind die Nutzwertanalyse und die Kosten-Wirksamkeitsanalyse. Ein zielführendes Verfahren für den Bewertungsschritt ist zu entwickeln. Ergebnis ist eine Variantenreihung der Maßnahmen.

Als Ergebnis des Planungsprozesses erfolgt auf Grundlage der Dringlichkeitsreihung und der Variantenreihung der Entwurf des Erhaltungsprogramms und die Finanzbedarfsermittlung auf Netzebene für festzulegende Zeiträume.

Zusammenfassend sind folgende Teilmodule zu entwickeln:

- Gesamtbewertung und Dringlichkeitsreihung
- Maßnahmebewertung und Maßnahmeauswahl
- Erstellung des Programmentwurfs
- Finanzbedarfsermittlung

Die Basis dafür bilden die folgenden Verfahren:

- Schadens- und Zustandsentwicklung (Ressortprojekt des BMVBW in Bearbeitung)
- objektbezogene Kostenermittlung (BAST-Projekt geplant)
- Verknüpfung von Schäden mit Erhaltungsmaßnahmen und Kosten

4.3 Realisierungsprozess

Wie der Planungsprozess findet auch der Realisierungsprozess auf Länderebene statt. Während ein wesentliches Ergebnis des Planungsprozesses die Ermittlung des Bedarfs unter Berücksichtigung von Zielsetzungen darstellt, wird im Realisierungsprozess das Erhaltungsprogramm für ein vorgegebenes Budget und andere Randbedingungen erstellt. Die Ermittlung des Erhaltungsprogramms umfaßt die Bewertung, Reihung und Auswahl der zur Erhaltung vorgesehenen Bauwerke eines Planungsgebietes.

Die Programmplanung unter Berücksichtigung von Finanzrestriktionen umfaßt einen Vergleich der verschiedenen zur Realisierung vorgesehenen Projekte aufgrund einer Bewertung der Projektwirkungen (siehe hierzu auch Kapitel 5.1). Als Ergebnis wird eine Projektreihung bereitgestellt, in die gegenüber der Projektzusammenstellung des Planungsprozesses auch gewisse Randbedingungen, wie z. B. die Durchführbarkeit von Projekten in den einzelnen Ämtern, eventuell mögliche Maßnahmebündelungen und Anforderungen aus anderen Managementsystemen, wie z. B. dem PMS und dem Baustellenmanagement einfließen. Ein diesbezügliches Verfahren ist zu entwickeln.

Empfohlen wird die Entwicklung eines Systems zur automatisierten Erstellung von Leistungsverzeichnissen, Termin- und Ablaufplänen, sowie die Entwicklung eines Maßnahmeverwaltungsprogrammsystems, mit dem die einzelnen Projekte von der Ausschreibung bis zum Projektende begleitet werden können. Hiermit können auch Jahresbilanzen zur Abgabe an das BMVBW erstellt werden. Diese Teilsysteme sind für ein funktionierendes Managementsystem der Erhaltungsplanung nicht unbedingt erforderlich, vervollständigen jedoch die Unterstützung der Länderverwaltungen auf diesem Gebiet.

Zusammenfassend sind die folgenden Teilmodule zu entwickeln:

- Programmerstellung unter Berücksichtigung von Restriktionen
- Projektvorbereitung
- Maßnahmeverwaltung
- Dokumentation und Bilanzierung, Erstellung von Statistiken

Grundlage dafür sind die Prozeduren des Planungsprozesses, die Steuerungsparameter des Controllingprozesses und die Informationen aus anderen Managementsystemen.

Ergebnis dieser Verfahren ist eine Folge ablauffähiger Algorithmen für ein BMS, d. h. ein Verfahren, welches alle Informationen der Teilmodule zusammenfaßt und die Ermittlung der erforderlichen Auswertungen, Reihungen usw. liefert.

4.4 Controllingprozess

Für eine effektive Steuerung und Kontrolle auf Bundesebene zur Erreichung der Erhaltungsziele ist ein Controllingprozess erforderlich, der die Teilgebiete "Steuerung", "Überwachung" und "Erfolgskontrolle" beinhaltet. Informationen hierzu soll unter anderem das Bundesinformationssystem Straße (BISStra) liefern.

Grundlagen für den Controllingprozess bilden zum einen Meldungen der Länder zum Finanzbedarf, zum Erhaltungsprogramm und zur Programmrealisierung. Darüber hinaus ist für Analysen eine Teilmenge der Bauwerksdaten vorzuhalten. Als Grundlage für Bedarfsprognosen sind zudem Erkenntnisse aus den Teilmodulen "Kostenermittlung" und "Zustandsentwicklungen" erforderlich. Diese werden jedoch einen geringeren Detaillierungsgrad aufweisen, als diejenigen Verfahren, die in den Länderverwaltungen eingesetzt werden.

Im Rahmen des Controllings werden Prognosen erstellt, analysiert und aktualisiert, Steuerungsgrößen ermittelt (Vorgaben, Randbedingungen), Entwürfe zu Erhaltungsprogrammen analysiert und bewertet (ex ante - Bilanz) sowie Jahresbilanzen analysiert (ex post - Bilanz). Die entsprechenden Verfahren werden im Rahmen der Aktivitäten der BMVBW-Arbeitsgruppe Erhaltungsstrategie und des B/L-Hauptausschusses "Bedarfsplanung, Erhaltungsbedarfsprognose Bundesfernstraßen" entwickelt.

An die Langfristprognosen wurden von der Arbeitsgruppe Erhaltungsstrategie eine Reihe von Anfor-

derungen formuliert:

- Ziele der Straßenerhaltung sollen in Szenarien umgesetzt werden, für die der jeweilige Finanzbedarf abgeschätzt wird.
- Diese Szenarien sollen nicht nur für das Gesamtnetz, sondern auch für einzelne Länder, Streckenzüge usw. analysiert werden können.
- Das Prognoseinstrumentarium soll veränderte Randbedingungen und geänderte Einzelziele verarbeiten können.
- Ergebnisse des Analyseprozesses müssen als Randbedingungen innerhalb anderer Managementsysteme (z. B. PMS) umsetzbar sein und umgekehrt.
- Solange die Managementsysteme in den Länderverwaltungen noch nicht installiert sind, soll die Prognose die Vorgaben zur Programmstruktur der Erhaltungsinvestitionen liefern.

Im Bund/Länder-Hauptausschuß "Bedarfsplanung, Erhaltungsbedarfsprognose Bundesfernstraßen" wurde durch anwesende Gutachter (SEP) vorgeschlagen, künftig die Prognose für Ingenieurbauwerke auf der Grundlage objektscharfer Informationen durchzuführen. Gegenüber der Vorgehensweise im Bereich "Straße", bei der das Verhalten "homogener Gruppen" verwendet wird, wird hier ein detaillierterer Ansatz angestrebt, der dann realisierbar ist, wenn Informationen über Schäden vorhanden und Kombinationen von Verhaltensfunktionen, Kostenmodellen und durchführbaren Maßnahmen bekannt sind. Mit diesen Informationen ließen sich dann auch Szenarien analysieren, welche mit den aktuellen Prognoseinstrumentarien noch nicht durchführbar sind.

Ein erster vereinfachender Ansatz für ein solchermaßen konzipiertes Prognoseverfahren wurde vom Ingenieurbüro Leonhardt, Andrä und Partner für das Landesstraßennetz in Brandenburg erstellt [32]. Ergebnis ist die Präsentation von Szenarien, in denen die Auswirkung des Einsatzes von Finanzmitteln unterschiedlicher Höhe und zeitlicher Verteilung auf das Zustandsniveau der Brückenbauwerke visualisiert wird.

In Zukunft werden bei den Bundesländern Bauwerksdatenbanken in einem einheitlichen Format auf der Grundlage der ASB, Teilsystem Bauwerksdaten, geführt. Hierbei kommt das derzeit in der Entwicklung befindliche Programmsystem SIB-Bauwerke zum Einsatz. Als Voraussetzung für die Controlling-Aufgaben des Bundes ist es erforderlich, eine Teilmenge der Bauwerksdaten zentral zu führen, um eine Datengrundlage für die o. g. Aktivitäten des Bundes sicherzustellen. Zusätzlich sind

neben den eigentlichen Bauwerksdaten weitere Datengruppen mit Netzbezug erforderlich (z. B. Netzdaten, Verkehrsdaten, Unfalldaten), die im Rahmen des Bundesinformationssystems Straße vorgehalten werden sollen.

Diese Daten sollen nach Auffassung des BMVBW bei der BAST vorgehalten werden. Zur Klärung des zu speichernden Datenumfanges, der erforderlichen Datengruppen und zur Spezifizierung der erforderlichen Auswertungen des Bundes und der BAST ist ein Konzeptionsprojekt geplant, welches noch in 1998 ausgeschrieben werden soll.

Steuerungsverfahren des Bundes zur Umsetzung der Analyseergebnisse bestehen in der Aufteilung der Finanzmittel an die Länder, in Programmbesprechungen und anderen Möglichkeiten der direkten Einflußnahme, der Festlegung von Zielsetzungen als Eingangsparameter der Länder-BMS sowie in der Fortschreibung von Regelwerken.

5 Realisierungsstufen eines Managementsystems der Bauwerkserhaltung

5.1 Definition der Realisierungsstufen

Stufe 0 (Ausgangsbasis)

Ziel:

Schaffung der Grundlagen für einen Verteilungsschlüssel für Finanzmittel des Bundes.

Erforderliche Module:

Zustandsreihung der Bauwerke.

Erforderliche Daten:

Bauwerksdaten nach ASB 79, Zustandsdaten nach RI-EBW-PRÜF, Ausgabe 1994.

Umsetzung:

Sofort möglich.

Bemerkungen:

Eine Zustandsreihung wird derzeit bereits durch einzelne Länder praktiziert. Die für die Umsetzung erforderlichen Daten (Bauwerksdaten nach ASB 79, Prüfungsdaten nach RI-EBW-PRÜF, Ausgabe 1994) liegen in einigen Ländern bereits vollständig vor. Eine Realisierung dieser Stufe ist über die Einführung eines bedarfsorientierten Verteilungsschlüssels vorgesehen.

Stufe 1

Ziel:

Schaffung der Grundlagen für netzweite Bewertungen und Analysen auf Länder- und Bundesebene.

Erforderliche Module:

Detaillierte Schadens- und Zustandsbewertung nach einheitlichen Kriterien (RI-EBW-PRÜF, Ausgabe 1998), Modelle für Schadens- und Zustandsentwicklungen (FE 15.297), objektbezogene Kostenermittlung (FE 15.296), Datenhaltung durch die Bundesanstalt für Straßenwesen und Anwendung von Analyseverfahren.

Erforderliche Daten:

Bauwerksdaten nach ASB 98 einschließlich Prüfungs-, Erhaltungs- und Kostendaten.

Umsetzung:

Ab 2000 (bzw. 2005).

Bemerkungen:

Die Umsetzung dieser Stufe setzt voraus, daß die erforderlichen Daten (nach ASB 98) flächendeckend bzw. in Form einer repräsentativen Stichprobe zur Verfügung stehen. Ohne zusätzliche finanzielle Unterstützung des Bundes werden diese Daten jedoch erst nach einem Prüfzyklus (6 Jahre, ab 1999) zur Verfügung stehen.

Ein Managementsystem dieser Ausbaustufe sollte bundesweit eingeführt und festgeschrieben werden, da sich hierdurch bereits wesentliche Ziele des Bundes bzw. der Länder verfolgen lassen.

Stufe 2

Ziel:

Schaffung der Grundlagen für die Dringlichkeitsreihung und die Bewertung von Maßnahmevarianten.

Erforderliche Module:

Detaillierte Schadens- und Zustandsbewertung nach einheitlichen Kriterien (RI-EBW-PRÜF, Ausgabe 1998), Modelle für Schadens- und Zustandsentwicklungen (FE 15.297), objektbezogene Kostenermittlung (FE 15.296), Verknüpfung von Maßnahmen mit Schäden und Kosten, Ermittlung des Eingreifzeitpunktes, Gesamtbewertung von Maßnahmen (FE-Projekte erforderlich).

Erforderliche Daten:

Bauwerksdaten nach ASB 98 einschließlich Prüfungs-, Erhaltungs- und Kostendaten.

Umsetzung:

Ab 2001 (bzw. 2005).

Bemerkungen:

Die Umsetzung dieser Stufe setzt voraus, daß die erforderlichen Daten (nach ASB 98, kompletter Datenumfang) flächendeckend bzw. in Form einer repräsentativen Stichprobe zur Verfügung stehen. Ohne zusätzliche finanzielle Unterstützung des Bundes werden diese Daten jedoch erst nach einem Prüfzyklus (6 Jahre, ab 1999) zur Verfügung stehen.

Ein Managementsystem dieser Ausbaustufe sollte bundesweit eingeführt und festgeschrieben werden.

Stufe 3

Ziel:

Schaffung der Grundlagen für die Bedarfsermittlung und Finanzplanung.

Erforderliche Module:

Detaillierte Schadens- und Zustandsbewertung nach einheitlichen Kriterien (Ri-EBW-PRÜF, Ausgabe 1998), Modelle für Schadens- und Zustandsentwicklungen (FE 15.297), objektbezogene Kostenermittlung (FE 15.296), ökonomische/volkswirtschaftliche Bewertung von Maßnahmen (FE-Projekt erforderlich), Finanzbedarfsermittlung (FE-Projekt erforderlich), Dringlichkeitsreihung (FE-Projekt erforderlich).

Erforderliche Daten:

Bauwerksdaten nach ASB 98 einschließlich Prüfungs-, Erhaltungs- und Kostendaten, durchgeführte Erhaltungsmaßnahmen, Baulastträger-/Nutzerkosten, Straßennetz, Verkehrsdaten, Unfalldaten.

Umsetzung:

ab 2003 (bzw. 2005).

Bemerkungen:

Ein Managementsystem dieser Ausbaustufe sollte bundesweit eingeführt und festgeschrieben werden.

Stufe 4 (Vorläufige Endstufe)

Ziel:

Programmplanung mit Restriktionen, Verknüpfung von Managementsystemen (BMS, PMS, Baustellenmanagement, Ausstattungsmanagement usw.).

Erforderliche Module:

BMS der Stufe 3, weitere Managementsysteme mit vergleichbaren Entwicklungsstufen (FE-Projekt erforderlich).

Erforderliche Daten:

Siehe erforderliche Module.

Umsetzung:

Ab 2005.

Bemerkungen:

Ein umfassendes Managementsystem sollte bundesweit eingeführt und festgeschrieben werden.

5.2 Zeitplan für die Entwicklung eines BMS

Die Tabellen 1 und 2 auf den folgenden Seiten stellen den möglichen Zeitplan für die Entwicklung

des BMS dar. Dabei wird im wesentlichen auf den Planungs- und Realisierungsprozess der Länder eingegangen. Der Controllingprozess des Bundes wird derzeit in den in der BMVBW-Arbeitsgruppe "Erhaltungsstrategie" sowie dem B/L-Hauptausschuß "Bedarfsplanung, Erhaltungsbedarfsprognose Bundesfernstraßen" geplant. Von Interesse ist darüber hinaus die Konzeption der Datenhaltung und von Analysen durch die Bundesanstalt für Straßenwesen.

Der kritische Pfad bei der Entwicklung des BMS wird von der Bereitstellung der Bauwerksdaten nach ASB 98 gebildet. Ohne Unterstützung des Bundes werden die für die Managementprozesse erforderlichen Daten erst ab 2005 vollständig zur Verfügung stehen. Die Module des Managementsystems (bis Stufe 3) könnten jedoch bereits 2 Jahre früher entwickelt sein.

5.3 Forschungs- und Entwicklungsbedarf

Für die Realisierung der Entwicklungsstufen 1 bis 4 des Managementsystems der Bauwerkserhaltung ist die Durchführung einer Reihe von F+E-Projekten erforderlich. Damit sollen zum einen die wissenschaftlichen Grundlagen für Wirtschaftlichkeitsberechnungen auf dem Gebiet der Bauwerkserhaltungsplanung gelegt und zum anderen für Teilmodule des Managementsystems fachtechnische und DV-technische Feinkonzepte erstellt sowie DV-Programme realisiert werden. Die Umsetzung dieser Projekte und die Einhaltung des oben aufgeführten Zeitplans setzt die Bereitstellung entsprechender Finanzmittel (Ressortmittel, Forschungsmittel der BAST) voraus.

Programmentwicklungen könnten durch den Bund alleine oder in Abstimmung mit den Ländern als Projekte des Bund/Länder-Hauptausschusses "IT-Koordinierung" durchgeführt werden. Eine Betreuung der Projekte durch die BAST und eine Begleitung durch die Arbeitsgruppe Erhaltung wird als notwendig erachtet. Im folgenden sind die für die Stufen 1 bis 4 des Managementsystems erforderlichen F+E-Projekte aufgeführt.

Darüber hinaus besteht die Notwendigkeit zur Erstellung einer Richtlinie, in der die Minimalanforderungen des Bundes für ein einheitliches Vorgehen der Länder bei der Erhaltungsplanung festgelegt wird.

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
<u>Stufe 0</u>								
Module: Zustandsreihung	█							
Daten: Bauwerksdaten, Zustandsdaten	█							
<u>Stufe 1</u>								
Module: Autom. Zustandsnote	█							
Schadensmodelle		█						
Kostenermittlung		█						
objektbezogene		█						
Datenhaltung BAST		█						
Daten: Bauwerksdaten (ASB 98)		█						
Bauteil-/Schadenskatalog		█						
Kostendaten			█					
<u>Stufe 2</u>								
Module: Stufe 1	█							
Bewertung des Erhaltungsbedarfs			█					
Bewertung von Maßnahmen		█						
Daten: Verknüpfung Maßnahmen-		█						
Bauwerksdaten (ASB 98)		█						
Bauteil-/Schadenskatalog		█						
Kostendaten			█					
Erhaltungsmaßnahme			█					

1: Zeitplan für die Erstellung der Stufen 0 bis 2 des geplanten BMS

	<u>1998</u>	<u>1999</u>	<u>2000</u>	<u>2001</u>	<u>2002</u>	<u>2003</u>	<u>2004</u>	<u>2005</u>	
<u>Stufe 3</u>									
Module: Stufe 2		[Bar chart: 1999-2000]							
Dringlichkeitsreihung DV			[Bar chart: 2000-2001]						
Bewertung von Maßnahmen DV			[Bar chart: 2000-2001]						
Erhaltungsprogramm (Planung) DV				[Bar chart: 2001-2002]					
Finanzbedarf DV				[Bar chart: 2001-2002]					
Daten: Bauwerksdaten (ASB 98)		[Bar chart: 1999-2005]							
Bauteil-/Schadenskatalog	[Bar chart: 1998]								
Kostendaten		[Bar chart: 1999-2000]							
Durchgef. Erhaltungsmaßnahmen		[Bar chart: 1999-2000]							
Kosten Bauasträger/Nutzer		[Bar chart: 1999-2001]							
<u>Stufe 4</u>									
Module: Erhaltungsprogramm (Realisierung)			[Bar chart: 2000-2005]						
Erhaltungsprogramm (Realisierung) DV						[Bar chart: 2003-2004]			
Daten: BMS (Stufe 3, PMS)	[Bar chart: 1998-2005]								
Straßennetz	[Bar chart: 1998-1999]								
Verkehrs-/Unfalldaten		[Bar chart: 1999-2000]							

Tab 2: Zeitplan für die Erstellung der Stufen 3 und 4 des geplanten BMS

Stufe 1Projekt 1.1:

Erarbeitung von Modellen zur Schadens- und Zustandsentwicklung für die Anwendung im Rahmen der Erhaltungsplanung von Brücken- und Ingenieurbauwerken

Ziel:

Entwicklung von Modellen für definierte Bauelemente, Schadens- und Zustandsbewertungen und Maßeinheiten als Grundlage für objekt- und netzbezogene Analysen im Rahmen des BMS

Grundlagen:

ASB, Teilsystem Bauwerksdaten, Ausgabe 1998, RI-EBW-PRÜF, Ausgabe 1994 und Ausgabe 1998, bisherige Forschungsergebnisse

Laufzeit:

10/1998 bis 12/1999 (FE 15.297, Vergabe des Projekts erfolgt in Kürze)

Projekt 1.2:

Überprüfung und Weiterentwicklung von Verfahren zur objektbezogenen Ermittlung des Erhaltungsbedarfs

Ziel:

Beurteilung von Verfahrensvarianten, Weiterentwicklung und Bereitstellung des zielführenden Verfahrens

Grundlagen:

ASB, Teilsystem Bauwerksdaten, Ergebnisse von Forschungsprojekten der TH Darmstadt

Laufzeit:

1/1999 bis 12/1999 (FE 15.296, geplant als AP-Projekt der BAST)

Projekt 1.3:

Verfahren der objektbezogenen Schadensanalyse

Ziel:

Sachstand und bisherige Vorgehensweise zusammenstellen, Entwicklung einer Verfahrenskonzeption, Aufbereitung in Form einer Richtlinie

Grundlagen:

Bisherige Forschungsergebnisse, Erkenntnisse und Vorgehensweisen der Bundesländer

Laufzeit:

1/1999 bis 12/1999

Projekt 1.4:

Konzeption zur Auswertung von Bauwerksdaten nach ASB in Verbindung mit anderen netzbezogenen Datengruppen

Ziel:

Als Voraussetzung der vom Bund geplanten Einführung eines BMS ist es erforderlich, eine Teilmenge der Bauwerksdaten zentral zu führen, um eine Datengrundlage für Auswertung des Bundes zu schaffen. Ziel ist die Klärung von Anforderungen im Hinblick auf die Datengrundlage und die Auswerteerfordernisse im Detail.

Grundlagen:

ASB, SIB, Konzeption des Controllingprozesses

Laufzeit:

1/1999 bis 12/1999

Projekt 1.5:

DV-Programm zur Auswertung von Bauwerksdaten

Ziel:

Für ein vom Bund geplantes BMS ist es erforderlich, eine Teilmenge der Bauwerksdaten zentral zu führen und zu analysieren. Ziel ist die Entwicklung eines DV-Programms auf Grundlage der Anforderungen im Hinblick auf die Datengrundlage und die Auswerteerfordernisse nach Projekt 1.4.

Grundlagen:

ASB, SIB, Konzeption des Controllingprozesses, Projekt 1.4

Laufzeit:

1/2000 bis 12/2000

Stufe 2Projekt 2.1:

Ermittlung des Eingreifzeitpunktes für Erhaltungsmaßnahmen an Brücken- und Ingenieurbauwerken

Ziel:

Entwicklung eines Verfahrens zur Bestimmung des Eingreifzeitpunktes als Grundlage für die Dringlichkeitsbewertung von Erhaltungsmaßnahmen

Grundlagen:

RI-EBW-PRÜF, ASB, Teilsystem Bauwerksdaten, bisherige Forschungsergebnisse insbesondere zur Entwicklung eines PMS, Projekt 1.1

Laufzeit:

11/1999 bis 10/2000

Projekt 2.2:

Entwicklung eines Kataloges von Erhaltungsmaßnahmen für Brücken- und Ingenieurbauwerke

Ziel:

Verknüpfung möglicher Erhaltungs- und Ersatzmaßnahmen mit vorgegebenen Schadensarten, -umfängen und -bewertungen und Bauteilen nach ASB als Grundlage für die Maßnahmebewertung im Rahmen eines BMS

Grundlagen:

Bisherige Forschungsergebnisse, vorliegende Erkenntnisse und Vorgehensweisen in den Bundesländern, bestehende Vorschriften, RI-EBW-PRÜF, Ausgabe 1998, ASB, Teilsystem Bauwerksdaten, Ausgabe 1998

Laufzeit:

1/1999 bis 12/1999

Projekt 2.3:

Gesamtbewertung des Erhaltungsbedarfs auf Objektenebene

Ziel:

Entwicklung eines Bewertungsalgorithmus, der die Kriterien "Zustand", "Gebrauchswert", "Verkehrsbedeutung", "Umfeldbeeinflussung" und "Wirtschaftlichkeit" gewichtet und für jedes Objekt eine Prioritätszahl ermittelt

Grundlagen:

RI-EBW-PRÜF, Ausgabe 1998, ASB, Teilsystem Bauwerksdaten, Ausgabe 1998, bisherige Forschungsergebnisse insbesondere auf dem Gebiet der Entwicklung eines PMS, Projekt 1.1

Laufzeit:

1/2000 bis 12/2000

Projekt 2.4:

Verfahren der Kostenanalyse für die Erhaltungsplanung von Brücken- und Ingenieurbauwerken

Ziel:

Bereitstellung von Verfahren zur Ermittlung von Baulastträger- und Nutzerkosten für Erhaltungs- und Ersatzmaßnahmen als Grundlage für die Maßnahmebewertung im Rahmen eines BMS

Grundlagen:

Bisherige Forschungsergebnisse

Laufzeit:

1/1999 bis 12/1999

Projekt 2.5:

Verfahren der Bewertung von Maßnahmen für die Erhaltungsplanung von Brücken- und Ingenieurbauwerken

Ziel:

Bereitstellung von Verfahren der monetären und nichtmonetären Bewertung von Maßnahmen im Rahmen eines BMS

Grundlagen:

Bisherige Forschungsergebnisse, Ergebnisse der Projekte 7 und 8; RI-EBW-PRÜF, Ausgabe 1998, ASB, Teilsystem Bauwerksdaten, Ausgabe 1998, Projekte 2.2, 2.3, 2.4

Laufzeit:

1/2000 bis 12/2000

Stufe 3Projekt 3.1:

Dringlichkeitsreihung von Erhaltungsmaßnahmen

Ziel:

Entwicklung eines DV-Programms zur Dringlichkeitsreihung von erhaltungswürdigen Objekten als eine Basis der Erstellung des Erhaltungsprogramms

Grundlagen:

RI-EBW-PRÜF, Ausgabe 1998, ASB, Teilsystem Bauwerksdaten, Ausgabe 1998, Programmsystem SIB, Version 1998, bisherige Forschungsergebnisse insbesondere auf dem Gebiet der Entwicklung eines PMS, Projekte 2.1, 2.3

Laufzeit:

11/2000 bis 12/2001

Projekt 3.2:

Bewertung von Erhaltungsmaßnahmen

Ziel:

Entwicklung eines DV-Programms zur Maßnahmenbewertung auf Objektenebene als eine Basis der Erstellung des Erhaltungsprogramms, Testanwendung, Anpassung

Grundlagen:

Bisherige Forschungsergebnisse, Projekte 2.4, 2.5 RI-EBW-PRÜF, ASB, Teilsystem Bauwerksdaten, Ausgaben 1998

Laufzeit:

12/2000 bis 12/2001

Projekt 3.3:

Erstellung des Erhaltungsprogramms

Ziel:

Entwicklung eines DV-Programms zur Erstellung des Erhaltungsprogramms auf Netzebene unter Berücksichtigung der Dringlichkeitsreihung und Maßnahmebewertung, Testanwendung, Anpassung

Grundlagen:

Bisherige Vorgehensweise in den Auftragsverwaltungen, Projekte 2.3, 3.2

Laufzeit:

11/2001 bis 12/2002

Projekt 3.4:

Finanzbedarfsermittlung

Ziel:

Entwicklung eines DV-Programms zur Finanzbedarfsermittlung als Ergebnis des Planungsprozesses der Auftragsverwaltungen, Testanwendung, Anpassung

Grundlagen:

Bisherige Vorgehensweise in den Auftragsverwaltungen, Projekt 3.2

Laufzeit:

11/2001 bis 12/2002

Stufe 4

Projekt 4.1:

Weiterentwicklung des DV-Programms zur Erstellung des Erhaltungsprogramms für Brücken- und Ingenieurbauwerke

Ziel:

Weiterentwicklung des DV-Programms zur Erstellung des Erhaltungsprogramms auf Netzebene unter Berücksichtigung von Finanzrestriktionen, Randbedingungen des Bundes und der Länder sowie Verknüpfung mit weiteren Managementsystemen

Grundlagen:

Bisherige Vorgehensweise in den Auftragsverwaltungen, Controllingfunktionen des BMVBW, Projekte 3.3 und 3.4, weitere Forschungsergebnisse

Laufzeit:

1/2003 bis 12/2004

Projekt 4.2:

Testphase der DV-Programme des Managementsystems der Erhaltungsplanung von Brücken- und Ingenieurbauwerken

Ziel:

Überprüfung, Anpassung

Grundlagen:

Bisherige Entwicklungsstufen, Projekte 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 4.1

Laufzeit:

12/2001 bis 12/2005

6 Zusammenfassung

Die Bundesanstalt für Straßenwesen wurde vom Bundesministerium für Verkehr mit der Konzeption eines Managementsystems der Erhaltungsplanung für Brücken- und Ingenieurbauwerke des deutschen Fernstraßennetzes beauftragt. Dabei sollte ein System konzipiert werden, welches zum einen

den Bund in die Lage versetzt, neben einem Überblick über den aktuellen Zustand der Bauwerke auf Netzebene auch Aussagen zum Finanzbedarf zu erlangen und Strategien, langfristige Ziele sowie Rahmenbedingungen in der Erhaltungspraxis zu verwirklichen. Zum anderen sollten Ländern und Behörden Empfehlungen zur Durchführung von Verbesserungen auf Objektebene geliefert werden, die mit den Strategien, langfristigen Zielen, Rahmenbedingungen und Haushaltszwängen vereinbar sind.

In einem ersten Schritt wurden bestehende Bauwerks-Managementsysteme analysiert sowie aktuelle Entwicklungstendenzen aufgezeigt. Das aktuelle Vorgehen von Bund und Ländern bei der Erhaltungsplanung wurde im Rahmen einer Länderbefragung im Detail bestimmt. Dabei wurden auch die Zielvorstellungen der Betreiber eines zukünftigen Managementsystems der Bauwerkserhaltung identifiziert. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen sowie einer bereits entwickelten Grobkonzeption des BMS wurden die Strukturen des Managementsystems erarbeitet, einzelne Module festgelegt und die Abläufe der Erhaltungsplanung unter Berücksichtigung von Randbedingungen und Zielkriterien erarbeitet.

Die Anforderungen der Länder an ein Managementsystem der Bauwerkserhaltung sollten durch eine Umfrage weiter präzisiert werden, wobei insbesondere diejenigen Länder zu beteiligen sind, die im Rahmen der Erstellung der Konzeption nicht befragt wurde. Hierzu kann auf der Grundlage der vorhandenen Ergebnisse ein Fragebogen aufgestellt werden.

Ein wesentliches Ergebnis neben der Konzeption ist die Erarbeitung eines Stufenplans mit Zeitachse für die Entwicklung des Managementsystems sowie die Formulierung von Teilprojekten zur Fertigstellung des Systems mit Zeitplan. Aufbauend auf diesen Planungen ist die Realisierung eines kompletten BMS für Bund und Länder bis zum Jahr 2005 möglich.

Voraussetzung ist jedoch die Bereitstellung ausreichender Finanzmittel beim BMVBW oder der BAST sowie die Bereitstellung aller erforderlicher Daten (ASB, Teilsystem Bauwerksdaten, Verkehrsdaten, Unfalldaten, Netzdaten usw.) durch die Länder. Hierbei wäre die Unterstützung des Bundes hilfreich.

Mit der Durchführung der weiteren Schritte zur Realisierung eines BMS sollte die BAST beauftragt werden. Alle weiteren Arbeiten sollten mit dem BMVBW (S25) sowie den zuständigen Bund/Länder Arbeitsgruppen abgestimmt werden.

7 Literatur

- [1] A. SCHMUCK, Straßenerhaltung mit System, Grundlagen des Managements, Kirschbaum Verlag, Bonn, 1987
- [2] Anweisung Straßeninformationsbank (ASB), Teilsystem Bauwerksdaten, Ausgabe 1998, Verkehrsblatt Verlag, Dortmund, Veröffentlichung geplant
- [3] A. SCHMUCK, H. POPPINGA, Ratgeber Straßen- und Brückenerhaltung, Stein-Verlag, Baden-Baden, 1991
- [4] DIN 1076, Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen, Überwachung und Prüfung, Ausgabe 1983
- [5] RI-EBW-PRÜF, Richtlinie zur einheitlichen Erfassung, Bewertung, Aufzeichnung und Auswertung von Ergebnissen der Bauwerksprüfungen nach DIN 1076, Ausgabe 1994, Verkehrsblatt Verlag Dortmund, 1994
- [6] RI-EBW-PRÜF, Richtlinie zur einheitlichen Erfassung, Bewertung, Aufzeichnung und Auswertung von Ergebnissen der Bauwerksprüfungen nach DIN 1076, Ausgabe 1998, Verkehrsblatt Verlag, Dortmund, Veröffentlichung geplant
- [7] P. HAARDT, Analyse und Weiterentwicklung von Algorithmen zur Zustandsbewertung von Ingenieurbauwerken, Schlußbericht zum Forschungsvorhaben AP 97245/B4. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach, 1998
- [8] AASHTO, Guidelines for Bridge Management Systems, Washington, 1993
- [9] S. B. CHASE, The Bridge Maintenance Program of the United States Federal Highway Administration, in: Proceedings of the Conference on the Management of Highway Structures, Highway Agency, London 1998
- [10] US Department of Transportation, National Bridge Inspection Standards, Washington 1979
- [11] US Department of Transportation, Records and Coding Guide for Structure Inventory and Appraisal of the Nations Bridges, Washington 1988
- [12] K. GOLABI, P. D. Thompson, W.A. Hyman, Pontis Version 2.0, Technical Manual, US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Report No. FHWA-SA-94-031, Washington, 1993
- [13] P.C. Das, Bridge Management Objectives and Methologies, in: Bridge Management 3, E and FN Spon, London, 1996
- [14] H. HAWK, BRIDGIT Deterioration Models, Transportation Research Record 1490, Washington, 1995
- [15] National Cooperative Highway Research Program, Report on the 1995 Scanning Review of European Bridge Structures, NCHRP-Report 381, Transportation Research Board, Washington 1996
- [16] J. NAUMANN, Entwicklung eines Brückenerhaltungssystems in Deutschland, in: Arbeitstagung Brücken- und Ingenieurbau, Schwerin, 1998
- [17] J. LAURIDSEN, B. LASSEN, The Danish Bridge Management System (DANBRO), in: Proceedings of the Conference on the Management of Highway Structures, a.a.O.
- [18] K. GEHRLICHER, Das Dänische Brücken Management System, in: Arbeitstagung Brücken- und Ingenieurbau, a.a.O.
- [19] K. YOKSHAMA, H. SATO, K. OGIHARA, R. TORIUMI, Development of Bridge Management System in Japan, in: Bridge Management 3, a.a.O.
- [20] A. LEGOSZ, A. WYSOKOWSKI, A. HUTNIK, Planning Bridge Maintenance in Poland Using a BMS based on a Taxonomie Investigation, ebenda
- [21] A. LEGOSZ, A. WYSOKOWSKI, A. HUTNIK, Bridge Management System: Computer Aided Planning Decision System for Polish Road Administration, in: Proceedings of the Fourth International Bridge Engineering Conference, San Francisco, 1995
- [22] L. LINDBLADH, Bridge Management within the Svedish National Road Administration, in: Proceedings of the First International Conference on Bridge Management, E & FN Spon, London, 1990

- [23] JORIS, Managementsysteme in der Schweiz, in: Arbeitstagung Brücken- und Ingenieurbau, a.a.O.
- [24] G. BREYER, Erhaltungs-Management von Kunstbauten in Österreich, ebenda
- [25] P.C. Das, Development of a Comprehensive Structures Management Methodology für the Highways, in: Proceedings of the Conference on the Management of Highway Structures, a.a.O.
- [26] E. SCHUBERT, A. HITZEL, Managementsystem Brückenerhaltung, 3. Stufe, Schlußbericht zum Forschungsvorhaben 15.253 R 95H, TH Darmstadt, 1997
- [27] OECD, Brückenerhaltung, Bericht einer wissenschaftlichen Expertengruppe der OECD, Paris 1992, in: Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 666, 1994
- [28] N.N., Research Proposal under EC 7.4/25, Bridge Management in Europe: BRIME, Transport Research Laboratory, 1997, unveröffentlicht
- [29] P. HAARDT, Entwicklung eines Managementsystems zur Erhaltung von Brücken- und Ingenieurbauwerken, Grobkonzeption, Bundesanstalt für Straßenwesen, 1997, unveröffentlicht
- [30] P. HAARDT, Aufbau des Brückenerhaltungssystems für Bund und Länder, Arbeitstagung Brücken- und Ingenieurbau, a.a.O.
- [31] H. SVENSSON, J. EINHAUS, K. HUMPF, Bedarfsermittlung zur Erhaltungsstrategie für Brücken im Zuge von Landesstraßen im Land Brandenburg, Straße + Autobahn, 3, 1998
- [32] Bundesministerium für Verkehr, Bauwerksprüfung nach DIN 1076, Bedeutung, Organisation, Kosten, Verkehrsblatt Verlag, Dortmund, 1997