



Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur



Brückenmodernisierung
Ein Beitrag zu einer leistungsfähigen
Verkehrsinfrastruktur

Bericht
„Stand der Modernisierung von
Straßenbrücken der Bundesfernstraßen“

Bericht an den
Ausschuss für Verkehr und digitale Infrastruktur
des Deutschen Bundestages

Berlin, 10. Februar 2020

Inhalt

Inhalt	2
1 Zusammenfassung.....	3
2 Brückenbestand und Erhaltung.....	4
2.1 Brückenbestand	4
2.2 Bauwerkserhaltung.....	5
3 Wissenschaftliche Untersuchungen	10
3.1 Fortschreibung der Nachrechnungsrichtlinie	10
3.2 Dynamisierung der Erhaltungsstrategie für Brücken der Bundesfernstraßen	10
4 Vorgehensweise und Stand der Brückenmodernisierung	12
4.1 Ausgangslage	12
4.2 Grundsätzliches Vorgehen	13
4.3 Betrachtung vordringlicher Einzelbauwerke.....	14
4.4 Betrachtung eines prioritären Netzes	15
4.5 Brücken im Zuge von Streckenerhaltungsmaßnahmen.....	20
4.6 Erfahrungen aus der Nachrechnung	20
4.7 Zeitbedarf	21
5 Finanzierung der Brückenmodernisierung	22
5.1 Kostenträger	22
5.2 Kostenschätzung.....	22
5.3 Haushaltsmittel für die Erhaltung von Ingenieurbauwerken.....	22
5.4 Programm zur Brückenmodernisierung	22
Literatur	24

1 Zusammenfassung

Mit dem vorliegenden Bericht wird über den aktuellen Stand der Modernisierung der Straßenbrücken im Bestand der Bundesfernstraßen informiert. Angesichts der hohen Investitionen für die Ertüchtigung und Modernisierung des Brückenbestandes und der Vielzahl der betroffenen Bauwerke an Bundesfernstraßen ist dies ein besonders wichtiges Anliegen.

In der Baulast des Bundes befinden sich mit Stichtag 01.09.2019 insgesamt 39.720 Brückenbauwerke beziehungsweise 51.816 Brücken-Teilbauwerke¹. Dies entspricht ca. 30,82 Mio. Quadratmetern an Brückenfläche. Viele dieser Brückenbauwerke leisten oft ein Mehrfaches dessen, was bei Planung und Bau vorstellbar war. Sie müssen daher nicht nur substanziell erhalten, sondern für den heutigen und zukünftigen Verkehr ertüchtigt werden.

Aufgrund der großen Anzahl der betroffenen Bauwerke hat das damalige Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung bereits im Jahr 2013 gemeinsam mit der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) und den Straßenbauverwaltungen der Länder die Grundlagen für die „Strategie zur Ertüchtigung der Straßenbrücken im Bestand der Bundesfernstraßen“ entwickelt. Von den damals benannten 2.500 Brücken-Teilbauwerken, die vorrangig zu untersuchen und zu modernisieren sind, befinden sich derzeit fast 45 % in Bearbeitung. Das heißt, die Brücken werden nachgerechnet, und es befinden sich notwendige bauliche Maßnahmen zur Verstärkung oder zum Ersatz der alten Bauwerke in Planung oder in Umsetzung. Bereits bei über 30 % der vorrangig zu untersuchenden Brücken ist eine zukunftsfähige Brückentragfähigkeit fertiggestellt.

Aus der Erkenntnis heraus, dass Brücken die kritischen Punkte im Straßennetz darstellen und Nutzungseinschränkung oder gar Nutzungsausfall zu Verkehrsverlagerung im Netz, Stau und zeitaufwändigen Umleitungen führen sowie einen damit verbundenen Anstieg klimaschädlicher Emissionen nach sich ziehen, wurde die Strategie zur Brückenmodernisierung im Jahr 2016 fortgeschrieben und neu priorisiert. Um Störungen für den regionalen und überregionalen Personen- und Güterverkehr zu reduzieren, werden nicht nur wichtige und besonders kritische Einzelbauwerke in die Betrachtung einbezogen. Vielmehr wird der Fokus auf ganze Streckenzüge und weiträumige Korridore gerichtet. Dieses „Brückenmodernisierungsnetz“ wurde in Absprache mit den Ländern und Beteiligten der Transportwirtschaft festgelegt.

In den letzten Jahren konnte dank des Investitionshochlaufs eine stete Zunahme der Anzahl modernisierter Bauwerke erreicht werden. Lag der Anteil der Bauwerke mit einer Brückentragfähigkeit auf höchstem Lastniveau (LM1 oder LMM) in 2017 bezogen auf die Gesamtzahl der Teilbauwerke noch bei 12 %, so beträgt der Anteil Ende 2019 bereits über 14 %, also einer Verbesserung von über 1.000 Teilbauwerken in etwas mehr als zwei Jahren.

Unter der Maxime „Erhalt vor Neubau“ hat das BMVI im Rahmen des Investitionshochlaufs die notwendigen Erhaltungsmittel für die Bundesfernstraßen (Strecke und Brücke) in den vergangenen Jah-

¹ Bei Brücken mit getrennten Überbaukonstruktionen je Fahrbahn oder unterschiedlichen Bauarten wird jede Überbaukonstruktion für sich als Teilbauwerk bezeichnet.

ren kräftig aufgestockt. Für das Jahr 2019 stehen insgesamt 4,1 Mrd. Euro bereit, die in der Finanzplanung bis 2022 schrittweise auf rund 4,4 Mrd. Euro anwachsen werden. Einen wachsenden Anteil daran haben die Brücken. Lag der jährliche Anteil für Bauwerke an den gesamten Erhaltungsmitteln in 2011 bei weniger als 25 %, wird dieser bis zum Jahr 2022 auf über 37 % ansteigen.

Größere Modernisierungsmaßnahmen werden seit 2015 der besseren Übersicht wegen im Erhaltungsetat des Straßenbauplans separat ausgewiesen und dem Programm Brückenmodernisierung zugeordnet. In den Jahren 2020 bis 2023 stehen in diesem Programm, das kontinuierlich auf hohem Niveau fortgeführt werden soll, rund 3,5 Mrd. Euro zur Verfügung. Es gilt die klare Zusage: Jede Modernisierungsmaßnahme, die Baurecht erhält, wird finanziert! Aktuell sind im Straßenbauplan insgesamt 108 Maßnahmen aus dem Programm Brückenmodernisierung enthalten. Der Mittelaufwuchs im Erhaltungsbereich hat dazu geführt, dass die Länder ihren Einsatz bei Planung und Umsetzung konkreter Maßnahmen in den letzten Jahren deutlich verstärkt haben.

2 Brückenbestand und Erhaltung

2.1 Brückenbestand

Mit Stichtag 01.09.2019 befinden sich im Netz der Bundesfernstraßen insgesamt 39.720 Brücken bzw. 51.816 Brücken-Teilbauwerke mit einer Brückenfläche von über 30,82 Mio. m². Das Anlagevermögen dieser Brücken beträgt über 75 Mrd. Euro.

Entsprechend der wirtschaftlichen Entwicklung Deutschlands nach dem zweiten Weltkrieg wurden die meisten Brücken in den westlichen Bundesländern in den Jahren 1960 bis 1985 gebaut, während in den östlichen Bundesländern Neubaumaßnahmen größeren Umfangs erst nach der Wiedervereinigung realisiert wurden. Seit der Jahrtausendwende haben die Bauaktivitäten im Brückenneubau an Bundesfernstraßen kontinuierlich abgenommen (**Bild 1**) und beschränken sich im Wesentlichen auf Lückenschlüsse.

Gemessen an der Brückenfläche haben Spannbetonbrücken im Bereich der Bundesfernstraßen mit etwa 70 % den weitaus größten Anteil am Bestand, gefolgt von Brücken in Stahlbeton mit einem Anteil von etwa 17 %, Stahlverbundbrücken mit einem Anteil von etwa 7 % sowie Stahlbrücken mit einem Anteil von etwa 6 %. Stein- und Holzbrücken spielen im Netz der Bundesfernstraßen eine untergeordnete Rolle.

Brücken an Bundesfernstraßen
 Altersstruktur nach Brückenflächen der Teilbauwerke in Prozent
 Stand: 01.09.2019

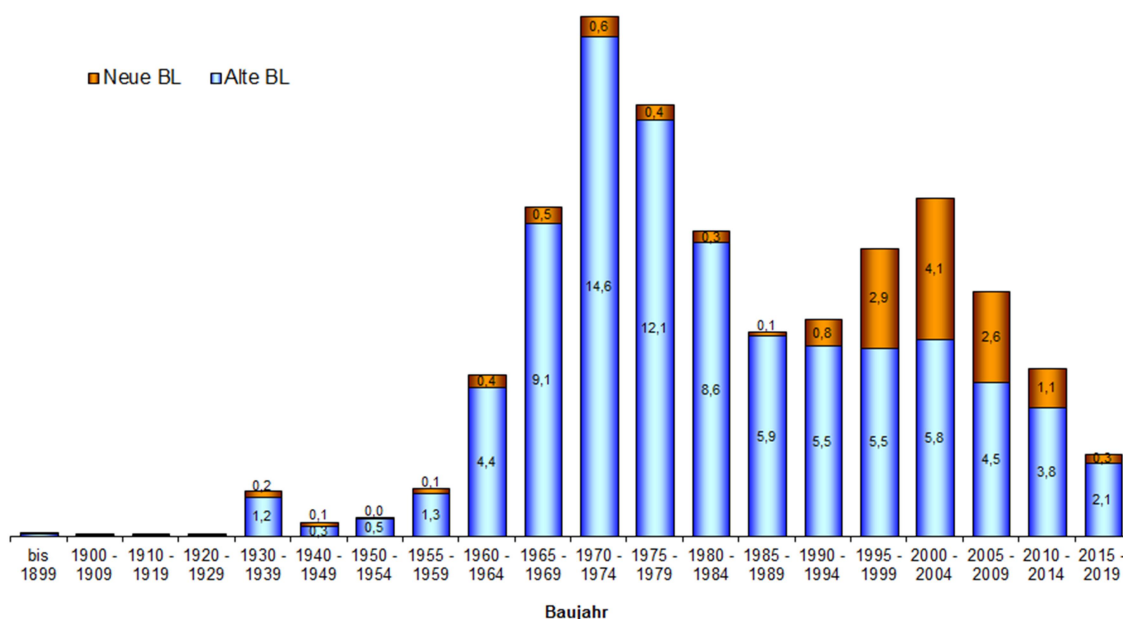


Bild 1 Altersstruktur der Brücken im Bestand der Bundesfernstraßen nach Anteil an Brückenfläche [%], Stand: 01.09.2019 (Quelle, Datenbasis: BASt)

2.2 Bauwerkserhaltung

Die Bauwerkserhaltung umfasst alle Maßnahmen der Erneuerung, Verstärkung, Instandsetzung und baulichen Unterhaltung von Brückenbauwerken. Die Brückenmodernisierung ist Teil der Brückenerhaltung und fokussiert hierbei insbesondere auf die Anpassung bestehender Bauwerke an geänderte und gestiegene Anforderungen hinsichtlich Tragfähigkeit, Verkehrssicherheit und Dauerhaftigkeit. Je nach technischer Umsetzbarkeit und Wirtschaftlichkeit werden die Bauwerke neben der üblichen Instandsetzung ertüchtigt bzw. verstärkt oder gänzlich durch einen Ersatzneubau ersetzt.

Um im Sinne der Erhaltung die Zukunftsfähigkeit einer Brücke bewerten zu können, helfen maßgeblich zwei Kennwerte: die Zustandsnote und der Traglastindex. Während die Zustandsnote ein Bauwerk nach visuell erkennbaren, äußeren Kriterien hinsichtlich Standsicherheit, Verkehrssicherheit und Dauerhaftigkeit bewertet, beurteilt der Traglastindex die strukturellen Eigenschaften eines Tragwerks. Im Wesentlichen wird hierbei über einen Soll-Ist-Vergleich der geforderten zur vorhandenen Tragfähigkeit einer Brücke eine Bewertung vorgenommen. Beide Kennwerte liefern unabhängig voneinander und aus unterschiedlicher Blickrichtung eine aussagekräftige Bewertung einer Brücke, ohne jedoch zwingend miteinander zu korrelieren. So können auch gut unterhaltene Bauwerke strukturelle Defizite aufweisen und umgekehrt.

Bewertung mit der Zustandsnote

Eine wesentliche Basis der Bauwerkserhaltung ist die Bauwerksprüfung nach DIN 1076 [1], im Rahmen derer die Bauwerke regelmäßig handnah, meist visuell durch fachkundige und besonders geschulte Ingenieure hinsichtlich der Kriterien Standsicherheit, Verkehrssicherheit und Dauerhaftigkeit

geprüft und bewertet werden. Jeder einzelne detektierte Schaden wird aufgenommen, weshalb die Bauwerksprüfung nach DIN 1076 im Zusammenwirken mit der Bundesvorschrift RI-EBW-Prüf [2] zu Recht im internationalen Vergleich hohe Maßstäbe setzt.

Aus allen Einzelbewertungen von Schäden an einem Bauwerk wird nach einem festen Algorithmus die Zustandsnote automatisiert für das Gesamtbauwerk ermittelt. Sie stellt letztlich ein Maß für den Erhaltungszustand des betreffenden Bauwerks dar.

Die Entwicklung der Zustandsnoten für die Brücken der Bundesfernstraßen der letzten Jahre seit 2005 zeigt, dass sich in dieser Zeit der Anteil der mit „sehr gut“ und „gut“ bewerteten Brücken zwar kontinuierlich von rd. 18 % auf rd. 13 % verringert hat, jedoch der negative Trend in den letzten Jahren durchbrochen wurde. Zugleich zeigt sich der positive Trend des Anteils der mit „nicht ausreichend“ und „ungenügend“ bewerteten Brücken, der von rd. 15 % auf unter 12 % verringert werden konnte (**Bild 2**). Die positiven Veränderungen der Trendlinien seit 2015 sind dem Brückenmodernisierungsprogramm und den damit gestiegenen Investitionen sowie der gesteigerten Arbeit der Länder zuzuschreiben. In den nächsten Jahren ist mit einem Anstieg der mit „sehr gut“ und „gut“ bewerteten Brücken zu rechnen.

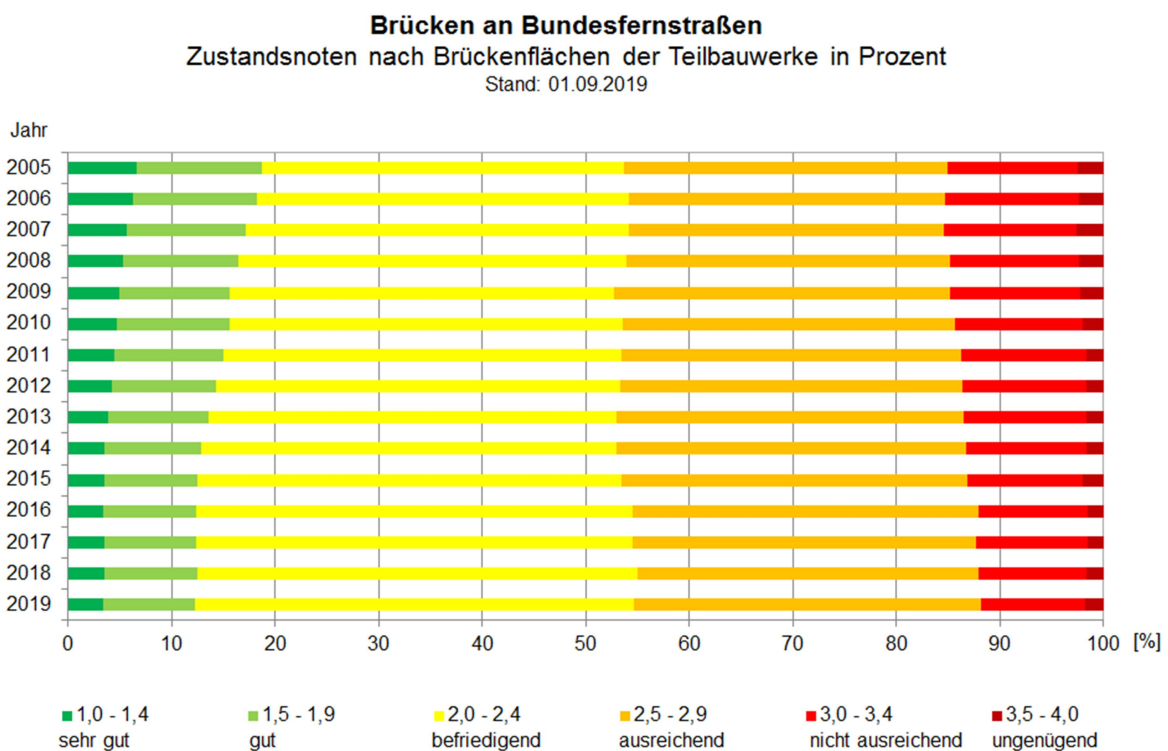


Bild 2 Zustandsnotenverteilung für die Brücken im Bestand der Bundesfernstraßen nach Anteil an Brückenfläche [%], Stand: 01.09.2019 (Quelle, Datenbasis: BASt)

Bewertung mit dem Traglastindex

Die Zustandsnote als Ergebnis einer äußeren und handnahen Sichtprüfung des Bauwerks ist nicht geeignet, Tragfähigkeitsdefizite einer Brücke, die aus dem enorm gestiegenen Schwerverkehr sowie aus Schwächen in den ursprünglichen Bemessungsvorschriften resultieren können, darzustellen. Diese Defizite lassen sich auch nicht zwingend aus dem äußerlich erkennbaren Zustand der Brücken ableiten, sofern keine äußeren Schäden erkennbar sind. Vielmehr ist einen Blick in das „Innere“ eines Tragwerks erforderlich, um u. a. Defizite im Tragverhalten zu erkennen und Abhilfe zu schaffen. Diese Defizite können bereits daraus resultieren, dass aufgrund der hohen Verkehrsbeanspruchung die Ausnutzung des Tragwerks übermäßig hoch ist, somit die zulässige Beanspruchung übersteigt, weshalb die Nutzungsfähigkeit eingeschränkt wird und Alterung sowie Verschleiß übermäßig zunehmen.

In einem ersten Bewertungsschritt lassen sich anhand des Baujahrs, der Bauweise (Stahl- oder Betonbrücke), der Bauart (Art der Herstellung) und dem seinerzeitigen Entwicklungsstand des technischen Regelwerks typische strukturelle Defizite in der Tragfähigkeit und/oder Gebrauchstauglichkeit eines Bauwerks vermuten und im Traglastindex wertend zusammenfassen. Mittels einer Nachrechnung oder sonstigen statischen Einschätzung müssen die vermuteten Defizite bestätigt oder entkräftet werden.

Das hauptsächliche Einstufungskriterium für den Traglastindex ergibt sich aus dem Vergleich zwischen Soll- und Ist-Tragfähigkeit einer Brücke. Die Soll-Tragfähigkeit einer bestehenden Brücke entspricht dem Ziellastniveau einer Bestandsbrücke, welches die Brücke in Abhängigkeit von der vorhandenen Verkehrsstärke, der Verkehrszusammensetzung sowie dem Straßenquerschnitt aufweisen muss, um alle gestellten Anforderungen hinsichtlich Tragfähigkeit und Dauerhaftigkeit erfüllen zu können. Das Ziellastniveau ist in der vom BMVI eingeführten „Richtlinie für die Nachrechnung von Straßenbrücken im Bestand (Nachrechnungsrichtlinie)“ [3] geregelt. Die Ist-Tragfähigkeit ergibt sich aus der klassifizierten Einstufung der Tragwerke in Brückenklassen (BK) oder einer im Rahmen einer Nachrechnung ermittelten Brückentragfähigkeit, die einer Brückenklasse zugeordnet wurde. Die Ermittlung des Traglastindex erfolgt automatisiert in der Datenbank SIB-Bauwerke, sobald eine Ist-Tragfähigkeit in der Datenbank für das jeweilige Bauwerk abgelegt wurde.

Anhand des erforderlichen Ziellastniveaus, der Ist-Tragfähigkeit und einiger bauartbedingter Sonderkriterien erfolgt eine Zuordnung in eine der Indexstufen I bis V. Die Indexstufen kennzeichnen den Grad der vermuteten Defizite: Stufe I keine Defizite und Stufe V die meisten Defizite. Berücksichtigt werden dabei neben der aktuellen Brückentragfähigkeit des Bauwerks (Brückenklasse) auch der Einfluss der Einzelstützweite sowie ab bestimmten Einzelstützweiten eine Differenzierung hinsichtlich der anliegenden durchschnittlichen täglichen Schwerverkehrsstärke DTV-SV.

Im **Bild 3** ist die Verteilung des Traglastindex für Autobahnbrücken nach Brückenfläche der Brückenteilbauwerke dargestellt. Eine Anhäufung erwarteter Defizite bei den jeweiligen Brückenteilbauwerken ist mit steigender Benotung verbunden.

Mit dem Traglastindex wird es zukünftig möglich sein, die Notwendigkeit, in gewissen Grenzen aber auch die Dringlichkeit der Brückenmodernisierung besser aufzuzeigen und damit die Arbeit der Straßenbauverwaltungen zu unterstützen. Darüber hinaus bietet der Index die Chance, durch geeignete Darstellungen die Thematik der Brückenmodernisierung der Öffentlichkeit näher zu bringen.

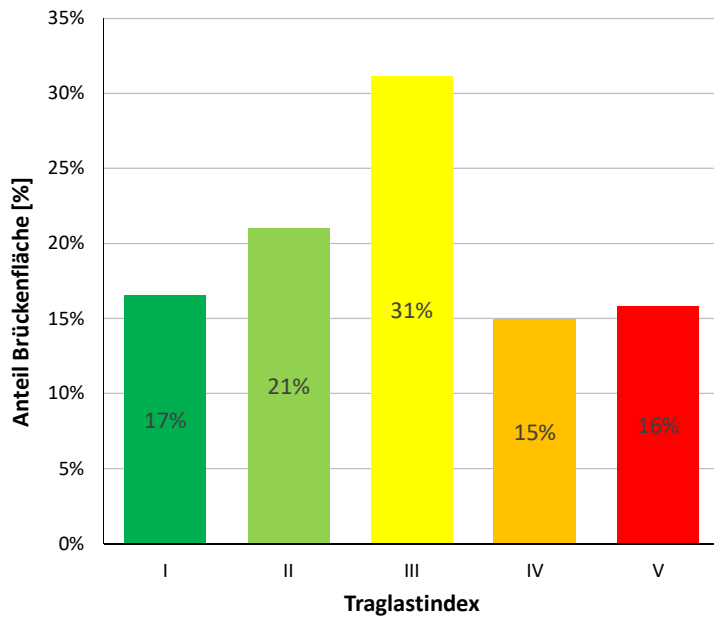


Bild 3 Traglastindex für Brücken der Bundesautobahnen nach Anteil an Brückenfläche [%], Stand: 01.09.2019 (Quelle, Datenbasis: BAST)

So ist im **Bild 4** zu erkennen, dass gerade bei Großbrücken mit Brückenlängen ab 100 m die erwarteten Defizite stärker zu Buche schlagen als bei kleineren Brücken, weil bei größeren Brücken sich einzelne Defizite viel stärker aufsummieren und sich somit auch eher Schäden zeigen als bei kleinen Brücken. Dieser Fakt wird durch die Erfahrungen mit den Rheinquerungen nachhaltig untermauert.

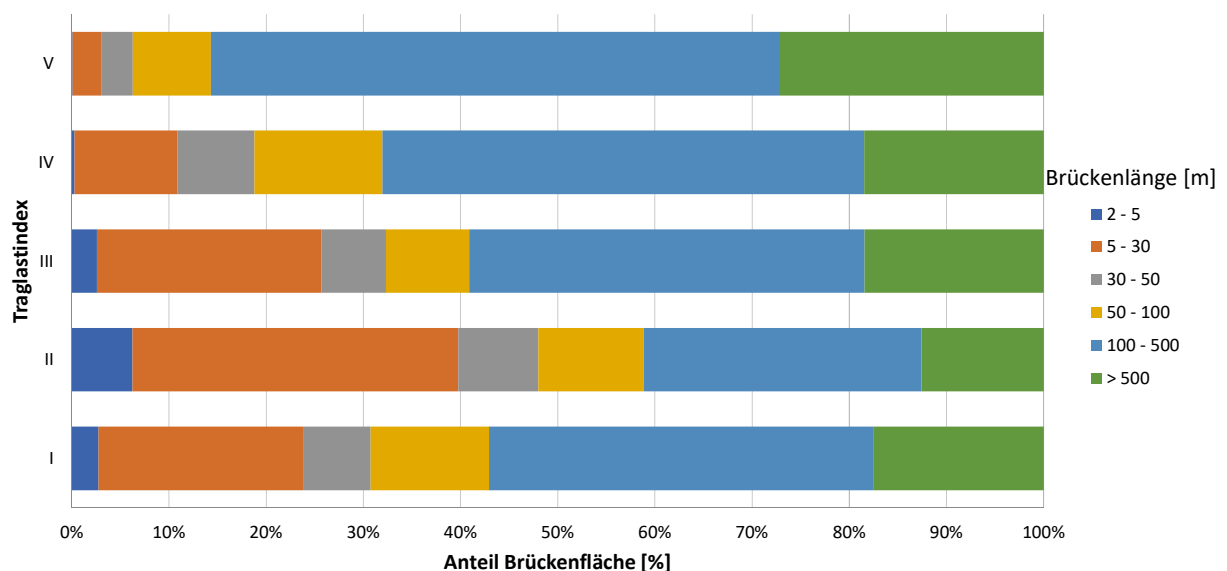


Bild 4 Traglastindex für Brücken der Bundesautobahnen nach Längensklassen und Anteil an Brückenfläche [%], Stand: 01.09.2019 (Quelle, Datenbasis: BAST/BMVI)

Dabei ist zu beachten, dass der Traglastindex nicht als alleinige Grundlage für die Priorisierung von Erhaltungs- und Ertüchtigungsmaßnahmen an Brücken dienen darf. Eine Priorisierung erfordert nicht nur die Berücksichtigung der vorhandenen Brückentragfähigkeit, sondern auch des Bauwerkszustan-

des sowie weiterer Parameter, wie z. B. Verkehrsbedeutung der Strecke (u. a. Korridorbetrachtung in der Brückenmodernisierung), geplante Um-, Ausbau oder Erhaltungsmaßnahmen der Strecke und Einbindung in das Baustellenmanagement.

Beide Kennwerte, Zustandsnote und Traglastindex, beschreiben unterschiedliche Zusammenhänge, korrelieren deshalb nicht zwingend. Sie sind jedoch geeignet, jeder für sich, Handlungsbedarf für Instandsetzungen und/oder Ertüchtigungen bzw. Modernisierung aufzuzeigen.

Im **Bild 5** zeigt sich, dass die Zustandsnote eines Brücken-Teilbauwerks kein Indiz für den Traglastindex sein muss, und umgekehrt aus dem Traglastindex sich keine unmittelbaren Rückschlüsse auf die Zustandsnote ableiten lassen.

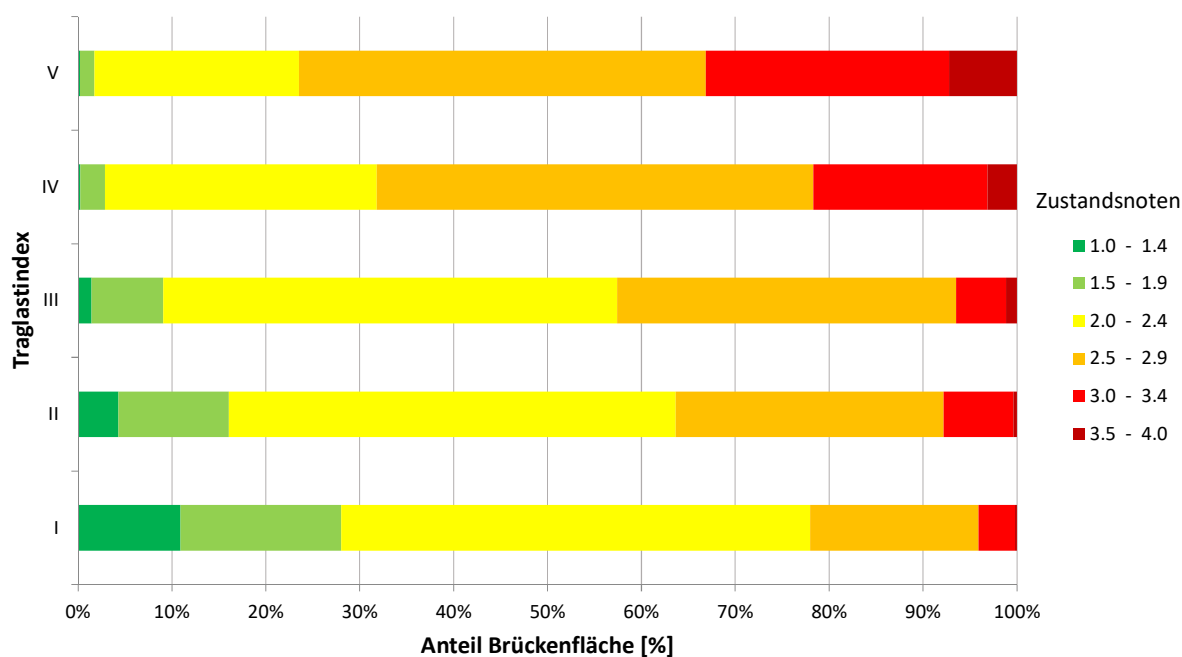


Bild 5 Traglastindex für Brücken der Bundesautobahnen nach Zustandsnote und Anteil an Brückenfläche [%], Stand: 01.09.2019 (Quelle, Datenbasis: BAST)

Der Traglastindex wird zukünftig für alle Brücken automatisiert berechnet, sobald für die Brücke das Ziellastniveau (Soll-Tragfähigkeit) in der Datenbank SIB-Bauwerke erfasst und ein Vergleich mit der vorhandenen klassifizierten Einstufung der Ist-Tragfähig (i. d. R. Brückenklasse) möglich ist. Für Brücken im Zuge von Bundesautobahnen und Bundesstraßen gilt für das Ziellastniveau eine programminterne Voreinstellung. Für Brücken im Zuge von anderen Straßenkategorien sowie von nicht klassifizierten Straßen muss das Ziellastniveau manuell erfasst werden.

Der Traglastindex wird anfangs ungünstige Werte erreichen, doch mit jeder verstärkten oder erneuerten Brücke wird sich die Statistik verbessern. Während die Zustandsnote aufgrund der natürlichen Alterungsprozesse und des Verschleißes einer Brücke natürlichen Schwankungen unterlegen ist, wird der Traglastindex im Zuge der Brückenmodernisierung kontinuierlich besser werden.

3 Wissenschaftliche Untersuchungen

3.1 Fortschreibung der Nachrechnungsrichtlinie

Um eine bundeseinheitliche Vorgehensweise bei der Analyse der Tragfähigkeit der Straßenbrücken im Bestand sicherzustellen, wurde 2011 die Nachrechnungsrichtlinie [3] eingeführt. Dieses Regelwerk hat sich bewährt. Auf Grundlage der gewonnenen Erfahrungen bei der Anwendung der Nachrechnungsrichtlinie sowie Ergebnissen von Forschungsvorhaben wird die Richtlinie kontinuierlich weiterentwickelt.

Dies betrifft zum Beispiel die Nachweise zur Querkrafttragfähigkeit von Spannbetonbrücken. Die normativen Anforderungen hierzu haben sich in der Vergangenheit mehrfach verändert. Grund hierfür war die stürmische Entwicklung der Bautätigkeit in Deutschland nach dem zweiten Weltkrieg. Im Spannbetonbrückenbau wurden in Deutschland viele Erstentwicklungen angestoßen und bautechnisch umgesetzt. Das Wissen um diese Bauweise war jedoch noch jung, auf langjährige Erfahrungen konnte man nicht verweisen. Heute, 50 Jahre später, ist bekannt, dass einige Aspekte unterschätzt wurden und dass Konstruktionsprinzipien, die für geringeren Verkehr gut geeignet waren, dem heutigen Verkehrsaufkommen nicht mehr gewachsen sind. Aus diesem Grunde wurden gezielt Forschungsvorhaben initiiert, um das Wissen zu erweitern und zugeschrärfte Nachweismöglichkeiten sowie geeignete Verstärkungsverfahren für eine Praxisanwendung aufzubereiten. In einer ersten Ergänzung und einer bevorstehenden zweiten Ergänzung zur Nachrechnungsrichtlinie [3] wurden bzw. werden die neuen Ergebnisse der Ingenieurpraxis schnell zur Verfügung gestellt.

Ebenfalls sind die vorbereitenden Arbeiten für eine zweite Ausgabe der Nachrechnungsrichtlinie angelaufen, bei der die Ergebnisse der noch laufenden Forschungsvorhaben, z. B. zur Nachrechnung von Brücken aus Mauerwerk, eingearbeitet werden. Darüber hinaus werden alle Nachweisformate und Vorgaben für Einwirkungen konsequent auf die Notation des europäischen Regelwerks, der Eurocodes, umgestellt, um somit auch eine Vergleichbarkeit im europäischen Kontext zu ermöglichen.

Eine Veröffentlichung der zweiten Ausgabe der Richtlinie ist parallel zur Veröffentlichung der neuen Generation der Eurocodes in 2021/2022 vorgesehen.

3.2 Dynamisierung der Erhaltungsstrategie für Brücken der Bundesfernstraßen

Die fast 52.000 Brücken-Teilbauwerke der Bundesfernstraßen in Deutschland nehmen eine Schlüsselstellung für die Straßenverkehrsinfrastruktur ein, weil sie stets neuralgische Punkte darstellen. Jede alters-, nutzungs- und/oder baulich bedingte Einschränkung der Verfügbarkeit führt zu unmittelbar spürbaren Einschränkungen und Engpässen im fließenden Verkehr. Meist sind die Brücken im Netz wegen begrenzter Umfahrungsmöglichkeiten Nadelöhre und beeinflussen dadurch die Leistungsfähigkeit nicht nur lokal, sondern im wachsenden Maße auch regional. Hierbei sind die singulären Brückenquerungen, z. B. die Rheinquerungen, wegen ihrer begrenzten Anzahl besonders betroffen. Regelmäßig ergeben sich bei schädigungsbedingten Ausfällen oder Baumaßnahmen verkehrliche Probleme, welche sich potenzieren, wenn gleichzeitig mehrere, ggf. sogar benachbarte Brücken oder Bauwerke in den Zulaufbereichen zeitgleich bauliche Maßnahmen erfordern.

Schadungsbedingte Ausfälle von Bauwerken sowie Brückenbaustellen im Netz bedeuten meist Einschränkungen in der verkehrlichen Leistungsfähigkeit durch z. B. Reduktion von Fahrstreifen, Verschmälerung von Fahrstreifen, verringerte Fahrgeschwindigkeit. Die Folge ist, dass Verkehrsverlagerungseffekte im Netz und Stauverkehr im Bereich der Baustelle eintreten. Stau sowie Verlängerung der Reisezeiten führen zu einem erhöhten Energieverbrauch und gesteigerten Emissionen; überlastete Ausweichrouten können darüber hinaus zu einer ungünstigen Entwicklung der Unfallzahlen beitragen. In Summe werden in jedem Fall die Nutzerkosten steigen.

Vor diesem Hintergrund sind gerade wegen zukünftig verstärkter Bautätigkeit bei weiterhin zunehmendem Verkehr die Möglichkeiten einer verkehrsgerechten Steuerung baulicher Maßnahmen voranzutreiben und stetig weiterzuentwickeln. Dazu gehört auch, das Risiko ungeplanter Ausfälle zu minimieren, um die Eingriffe in den Verkehr infolge von Erhaltungsmaßnahmen planbarer werden zu lassen. Dies eröffnet zugleich Möglichkeiten, Maßnahmen gezielt zu bündeln und dadurch Beschleunigungen in der Abwicklung zu generieren.

Diese Betrachtungen lassen erkennen, dass es insbesondere bei Strecken mit hohem Verkehrsaufkommen nicht sinnvoll ist, wie in der Vergangenheit üblich, kleinste Schäden bei den Bauwerken sehr kurzfristig instand zu setzen. Für Einzelbauwerke ist es zur Vorbeugung aufwändigerer Schadensakkumulation sicherlich sehr wirtschaftlich, aber durch häufige und unplanbare Eingriffe in den Verkehr aus Netzsicht kaum vertretbar. Wirtschaftlicher und verkehrsgerechter sind dagegen möglichst lange, ununterbrochene Nutzungszeiten von Strecken, bei denen die Schadensentwicklung am Bauwerk überwacht und kontrolliert ablaufen kann. Erst mit Erreichen ausgewiesener Warn- oder Schwellenwerte sind grundlegende Erhaltungsmaßnahmen zur Abhilfe zu ergreifen, die dann gemeinsam mit ggf. notwendigen Streckenerhaltungsmaßnahmen umgesetzt werden. Eine entsprechende Überwachung der Bauwerke durch Monitoring und/oder Bauwerksprüfung wäre für dieses reaktive Vorgehen zwingend erforderlich, womit gleichzeitig der Einstieg in eine Lebenszyklusbetrachtung gelegt wird.

Ebenso wären bei besonders hochbeanspruchten Strecken zeitlich fixierte Eingreifzyklen denkbar. Dafür müssen aufbauend auf Kenntnissen und Erfahrungen zum Alterungs- und Verschleißverhalten sowie zur Zuverlässigkeit von Materialien und Bauteilen vorausbestimmte Nutzungszyklen definiert werden. Entsprechende Erhaltungsintervalle führen zu einem präventiven Vorgehen. Die unterjährige oder auch kontinuierliche Überwachung würde sich lediglich auf die Kontrolle der Übereinstimmung mit den Annahmen beschränken. Somit werden die Eingriffe in den Verkehr sehr planbar und es entstehen geringere Nutzerkosten.

Vielfach wird allein schon aus Gründen der Verkehrssicherheit, gestützt auf die Ergebnisse einer Bauwerksprüfung nach DIN 1076 [1], eine Kombination beider Verfahren, also präventive und reaktive Erhaltungsplanung, möglich, sinnvoll und wirtschaftlich sein. Das örtlich vorhandene Verkehrsaufkommen kann dabei die Wichtung in die eine oder andere Richtung verschieben. Die Grundlagen für diese strategischen Entscheidungen wurden von einem Bund-Ländergremium erarbeitet [6].

Darüber hinaus können äußere Vorgaben, z. B. die Umsetzung des Brückenmodernisierungsnetzes (vgl. Kapitel 4), die Abwicklung von Erhaltungsmaßnahmen entsprechend der vorgehenden Ausführungen zeitlich beeinflussen und eine andere Abfolge der Instandsetzungsmaßnahmen bedingen, indem gewisse Routen vorgezogen und baulich behandelt werden. Somit ergeben sich neue Abhängigkeiten, die planerisch in Übereinstimmung zu bringen sind.

Sind exponierte und verkehrlich besonders wichtige Bauwerke auf hochbelasteten Strecken betroffen, z. B. Rheinbrücken im Zuge von Autobahnen, sind ggf. individuelle Lösungen zu finden. Es hat sich in der praktischen Planung gezeigt, dass es nicht ausreichend und auch nicht zielführend ist, sich auf einzelne Rheinquerungen als singuläre Punkte zu konzentrieren. Aus den Informationen und Handlungsoptionen zu den Einzelbauwerken (Einzelbetrachtung) allein ergibt sich keine unmittelbare sinnvolle Option zur Vorgehensweise in einer Region bzw. in einem Teilnetz der Bundesfernstraßen (Netzbetrachtung), weil nur eine begrenzte Anzahl an Rheinquerungen existiert und die Bauwerke daher trotz größerer Distanz in direkter verkehrlicher Abhängigkeit zueinander stehen.

Folglich müssen regionale Sichtweisen, die neben den baulichen Maßnahmen an Einzelbauwerken gleichzeitig auch die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen durch Staus und Umleitungen infolge von Nichtverfügbarkeit oder beschränkter Nutzbarkeit von Verkehrswegen berücksichtigen, Eingang in die Planung von Erhaltungs- und/oder Erneuerungsmaßnahmen von Bauwerken finden. Die Bewertung auf Basis monetärer Aspekte, indem Nutzerkosten ermittelt und berücksichtigt werden, hat sich hierbei als geeignet erwiesen, insbesondere weil – zumindest bei den Rheinbrücken – verschiedene Baulastträger (Bund, Länder, Kommunen) eingebunden werden müssen.

Der Bund nahm die vorgenannten Erkenntnisse unter anderem zum Anlass, um im Rahmen eines Forschungsvorhabens ein strategisches Instrument zur optimierten Planung von Ertüchtigung und Erneuerung wichtiger Brücken der Bundesfernstraßen unter Beachtung einer gesamtwirtschaftlichen Bewertung der verkehrlichen Auswirkungen derartiger Maßnahmen erarbeiten zu lassen. Mit dem speziell für die Rheinbrücken entwickelten Software-Tool können Eingreifzeitpunkte für bauliche Maßnahmen unter Berücksichtigung baulicher und verkehrlicher Aspekte über einen langen Zeitraum von bis zu 30 Jahren optimiert werden. So kann eine langfristig orientierte Maßnahmenplanung von Brücken an Bundesfernstraßen über Baulastträgergrenzen hinweg aufgebaut werden. Um die Anrainerkommunen und Anrainerlandkreise als unabhängige Baulastträger von Rheinbrücken zur Mitarbeit zu interessieren und damit eine besser abgestimmte Maßnahmensteuerung zu ermöglichen, wurde am 26.09.2019 im BMVI ein „Workshop Rheinbrücken“ durchgeführt, bei dem das Programm und seine Leistungsfähigkeit demonstriert wurde.

Grundsätzlich lässt sich die dargestellte Thematik methodisch und regional übertragen. Daher wird derzeit in einer Fortführung bzw. Erweiterung des Forschungsvorhabens die Betrachtung auf beliebige Teilräume im klassifizierten deutschen Straßennetz und auf die gleichzeitige Berücksichtigung von bis zu 50 Bauwerken ausgedehnt.

4 Vorgehensweise und Stand der Brückenmodernisierung

4.1 Ausgangslage

Der Umfang der notwendigen Maßnahmen zur Brückenmodernisierung im Bereich der Bundesfernstraßen ist erheblich (vgl. Kapitel 2). Der Anteil an Brücken mit Tragfähigkeiten der Brückenklasse BK60 und geringer ist aufgrund der starken Bautätigkeit in den Jahren zwischen 1960 und 1980 mit über 50 % sehr hoch (**Bild 6**).

Aus diesem Grund hat das damalige Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung gemeinsam mit der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) und den Straßenbauverwaltungen der Länder die „Strategie zur Ertüchtigung der Straßenbrücken im Bestand der Bundesfernstraßen“ entwickelt, die 2013 erstmalig dem Verkehrsausschuss des Deutschen Bundestages vorgelegt wurde. Die Strategie ist in die koordinierte Erhaltungsplanung des Bundesfernstraßennetzes eingebunden, langfristig angelegt und wird kontinuierlich fortgeschrieben.

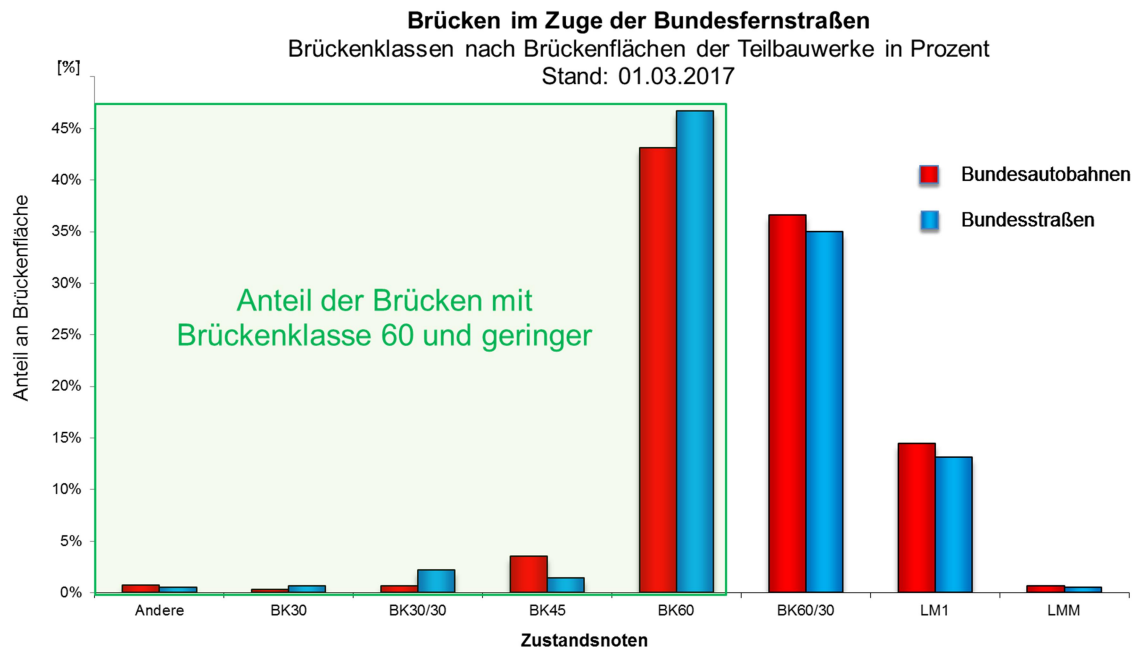


Bild 6 Tragfähigkeitsverteilung für Brücken im Zuge der Bundesfernstraßen nach Anteil an Brückenfläche [%], Stand: 01.03.2017 (Quelle: BMVI)

4.2 Grundsätzliches Vorgehen

Die Bearbeitung der zu modernisierenden Bauwerke erfolgt im Wesentlichen in vier Stufen (**Bild 7**).

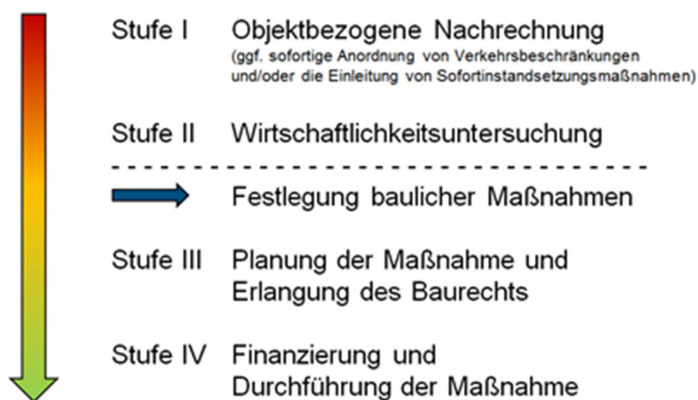


Bild 7 Bearbeitungsstufen bei der Brückenertüchtigung (Quelle: BMVI)

Stufe I: Objektbezogene Nachrechnung

Für die Durchführung der objektbezogenen Nachrechnung steht seit 2011 mit der „Richtlinie für die Nachrechnung von Straßenbrücken im Bestand (Nachrechnungsrichtlinie)“ [3] ein technisches Regelwerk zur Verfügung, das eine bundeseinheitliche Vorgehensweise bei der Analyse und Bewertung der Tragfähigkeit der Straßenbrücken im Bestand sicherstellt.

Stufe II: Wirtschaftlichkeitsuntersuchung und Festlegung baulicher Maßnahmen

In dieser Stufe werden die notwendigen Maßnahmen durch die Länder für die einzelnen Brücken festgelegt und mit dem Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) abgestimmt. Hierbei ist zu entscheiden, ob die Brücke instandgesetzt, verstärkt oder erneuert werden muss. In diesen Entscheidungsprozess gehen neben Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen auch die jeweilige Netz- und Verkehrsbedeutung des betroffenen Streckenabschnittes, insbesondere für den Schwerverkehr, ein.

Stufe III: Planung der Maßnahme und Erlangung des Baurechts

Es erfolgt die konkrete Planung der festgelegten Maßnahme. Für Ersatzneubau sind in der Regel Bauverfahren durchzuführen, um Baurecht zu erlangen.

Stufe IV: Finanzierung und Durchführung der Baumaßnahme

Diese Stufe beinhaltet die Finanzierung und bauliche Durchführung der Maßnahme. Die Koordination aller Maßnahmen an Fahrbahnen und Bauwerken ist notwendig, um baustellenbedingte Behinderungen über das notwendige Maß hinaus zu vermeiden und das bestehende Netz für den Verkehr durchlässig zu halten.

4.3 Betrachtung vordringlicher Einzelbauwerke

Ziel der Brückenmodernisierung ist die Anpassung bestehender Brückenbauwerke an aktuelle Anforderungen, z. B. durch Verstärkung, um die Tragfähigkeit von Bestandsbrücken anzuheben und somit eine sichere Abwicklung des aktuellen und zukünftigen Verkehrs gewährleisten zu können.

Die große Anzahl betroffener Brücken machte zunächst eine Reihung der zu untersuchenden Bauwerke erforderlich. Eine bundesweite Erhebung ergab in einem ersten Schritt im Jahr 2008 etwa 2.192 Teilbauwerke (überwiegend Spannbetonbrücken), die vorrangig zu untersuchen waren. In einem zweiten Schritt im selben Jahr wurden noch etwa 300 Stahl- und Stahlverbundbrücken-Teilbauwerke identifiziert, so dass insgesamt etwa 2.500 Brücken-Teilbauwerke prioritär zu überprüfen waren. Eine tabellarische Übersicht der Bauwerke („Bast-Liste“) kann auf der Internetseite [7] der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) abgerufen werden.

Obwohl die Anzahl der 2.500 Teilbauwerke weniger als 5 % des Brückenbestandes ausmachen, stehen diese Bauwerke für über 25 % der Gesamtbrückenfläche, da in erster Linie vorwiegend große Tal- und Strombrücken (Großbrücken) entsprechende Defizite aufweisen.

Die meisten der betroffenen Einzelbauwerke befinden sich in den großen Flächenländern Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz.

Der Bearbeitungsstand ist fortgeschritten (**Bild 8**). Rund drei Viertel der Bauwerke sind derzeit in Bearbeitung (Bearbeitungsstufen I bis IV) oder bereits für die angestrebte Brückentragfähigkeit hergestellt, rund ein Viertel der Bauwerke muss noch untersucht werden. Gegenüber der letzten Berichterstattung von 2018 hat sich der Anteil der fertiggestellten Bauwerke um fast 2 % erhöht, der in Bearbeitung befindlichen Bauwerke um rund 2 % verbessert und der Anteil der noch abuarbeitenden Bauwerke um etwa 3 % reduziert.

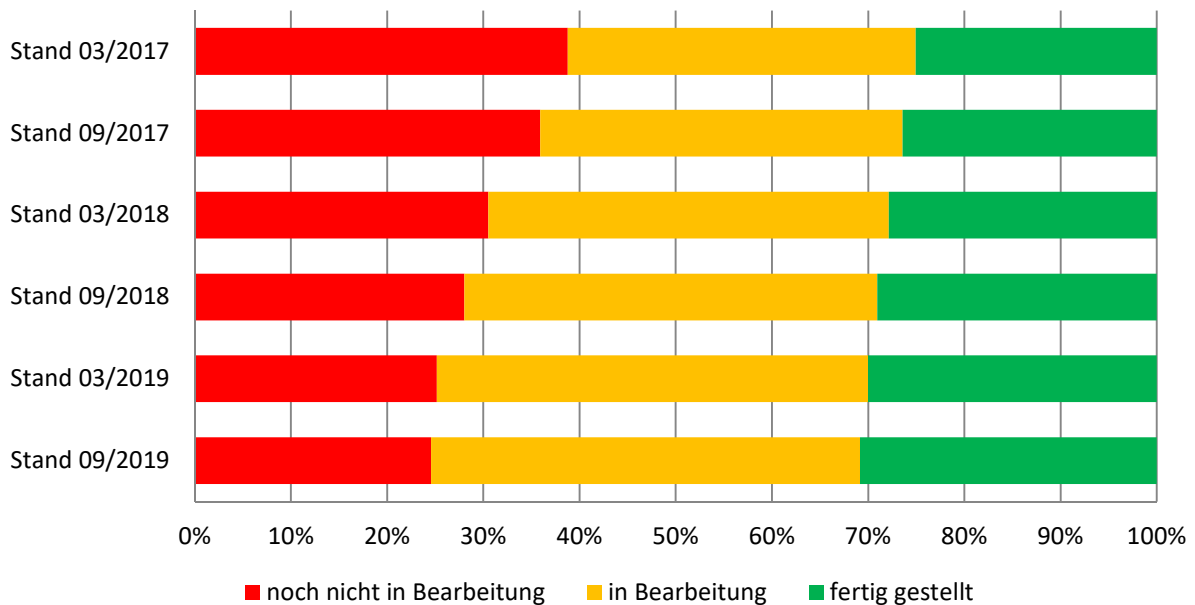


Bild 8 Bearbeitungsstand der vorrangig zu untersuchenden Bauwerke der BAST-Liste nach Anteil an Brückenfläche [%], Stand 01.09.2019 (Quelle: BAST)

4.4 Betrachtung eines prioritären Netzes

Die Erfahrung hat gezeigt, dass es im Sinne der Durchlässigkeit des Netzes nicht ausreichend und auch nicht sinnvoll ist, sich nur auf besonders defizitäre Einzelbauwerke zu konzentrieren. Es entstehen viele Einzelbaustellen, die den Verkehr einschränken. Nach der Fertigstellung ergeben sich jedoch unter Umständen keine direkten Verbesserungen des Verkehrswerts, da sich gegebenenfalls nicht ausreichend tragfähige Bauwerke im weiteren Streckenverlauf vor und hinter dem modernisierten Bauwerk befinden. Ein tatsächlicher Verkehrswert ist erst dann gegeben, wenn alle Bauwerke eines Streckenabschnittes uneingeschränkt für den Verkehr nutzbar sind.

Mit dieser Zielrichtung wurde die Strategie zur Brückenmodernisierung hin zu einer Korridorbetrachtung in 2016 entscheidend erweitert und fortgeschrieben. Dabei wird auf die Modernisierung ausgewiesener, überwiegend hochbelasteter Autobahnstrecken fokussiert, um diese vordringlich zu ertüchtigen. Zugleich stehen übrige Strecken vorerst möglichst unbeeinträchtigt für die Verkehrsabwicklung zur Verfügung. Der Korridorgedanke führt zu einer konzentrierten und verkehrsgerechten Abfolge der Arbeiten und in der Konsequenz zu einem zukunftsfähigen Netz. Dieses Brückenmodernisierungsnetz (**Bild 9**) ist gekennzeichnet durch Transitkorridore mit einer Gesamtlänge von 6.600 km und umfasst fast die Hälfte des deutschen BAB-Netzes. Etwa 10.000 Teilbauwerke befinden sich

im Zuge dieses Netzes; knapp die Hälfte davon ist zu ersetzen, der übrige Teil lässt sich durch Verstärkungen ertüchtigen. Das prioritäre Netz ist annähernd deckungsgleich mit dem TEN-V-Kernnetz [8] (Transeuropäische Verkehrsnetze). Als Zielstellung gilt, die Korridore bis 2030 zukunftssicher ausgebildet zu haben.

Übrige Strecken bleiben vorerst unangetastet und stehen weiterhin für die Verkehrsabwicklung zur Verfügung, bevor diese zu einem späteren Zeitpunkt modernisiert werden.

Diese Vorgehensweise sichert sowohl eine durchgreifende Verbesserung der Leistungsfähigkeit bzw. Zukunftsfähigkeit des Netzes und seiner Brücken als auch eine Durchlässigkeit der Infrastruktur auf den Nachbarrouten in den jeweiligen Bauphasen.

Die Korridorbetrachtung in der Brückenmodernisierung verfolgt hierbei übergeordnete Ziele:

- Erhöhung des Verkehrswertes der Straßeninfrastruktur für den Individual-, den Güter- und den Schwerverkehr,
- Beschleunigung von Planung und Bau durch Maßnahmenbündelung, auch über Ländergrenzen der Bundesländer hinweg,
- Steigerung der Investitionen in die Bundesfernstraßen und Halten dieser wichtigen Investitionslinie,
- Optimierung der baustellenbedingten Verkehrseinschränkungen durch langfristig planbare Eingriffe in den Verkehr und
- Schaffung langfristiger Perspektiven für Planer und Bauschaffende.

Die Festlegung der Korridore des Brückenmodernisierungsnetzes erfolgte in enger Abstimmung mit den zuständigen Straßenbauverwaltungen der Länder und berücksichtigt weitestgehend die Maßnahmen des Bedarfsplans und – soweit bekannt – der Streckenerhaltung. Dabei waren neben den Fachbereichen Brückenbau auch die Bereiche für Planung und Erhaltung eingebunden. Darüber hinaus deckt das Brückenmodernisierungsnetz auch in großen Teilen einen an das BMVI gerichteten Vorschlag der Bundesfachgruppe Schwertransporte und Kranarbeiten (BSK) e. V. aus dem Jahr 2016 ab. Die Fachgruppe forderte im Interesse ihrer Mitgliedsunternehmen die Herrichtung von konkreten Korridoren für Großraum- und Schwertransporte.

Der Korridorbildung wurden folgende Kriterien zugrunde gelegt:

- Verkehrsbedeutung der Strecke (u. a. DTV2, DTV-SV3, TEN-V-Netz4),
- Alter der Strecke und der Bauwerke,
- Brückendichte (Brückenfläche bezogen auf die Abschnittslänge),
- Anzahl der vordringlichen Bauwerke der BAST-Liste bezogen auf die Abschnittslänge,
- Ausbauabsichten gemäß Bedarfsplan 2030,
- geplante Erhaltungsmaßnahmen der Strecke – soweit bekannt – sowie
- landesspezifische und regionale Aspekte.

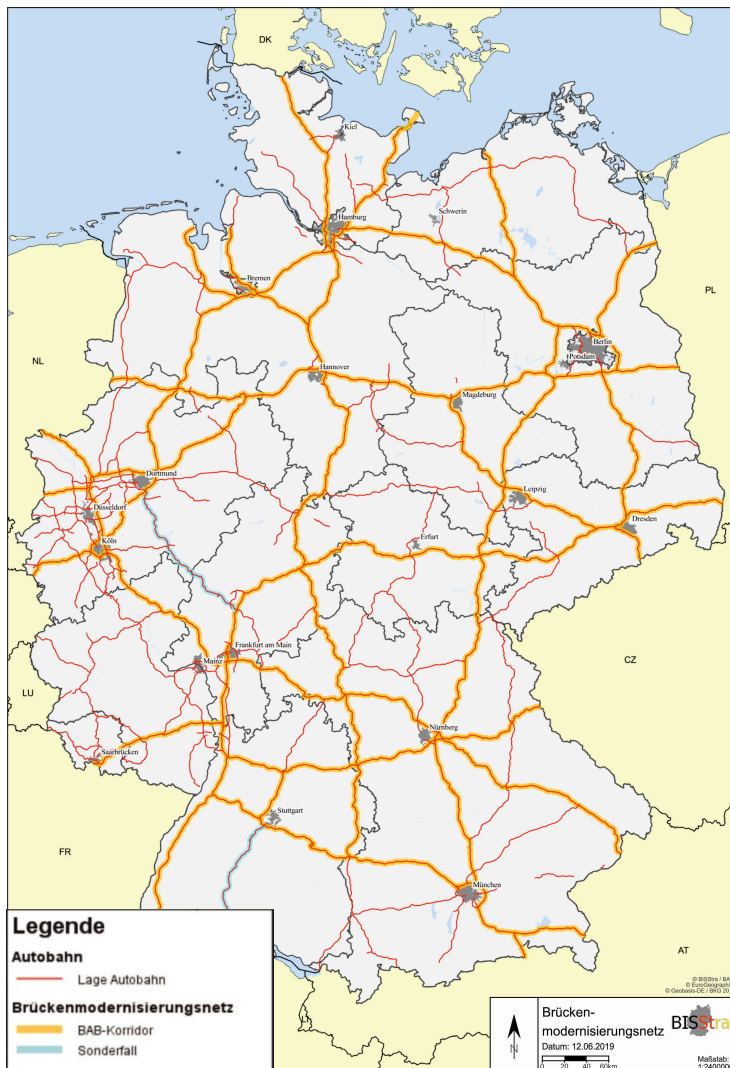


Bild 9 Brückenmodernisierungsnetz (Quelle: BMVI)

² DTV durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke

³ DTV-SV durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke des Schwerverkehrs

⁴ TEN-V Netz Transeuropäisches Verkehrsnetz (Trans-European Network - Transport)

Eine detaillierte Auflistung der Strecken des Brückenmodernisierungsnetzes gibt die **Tabelle 1** wieder.

Tabelle 1: Streckenübersicht des Brückenmodernisierungsnetzes

Straße	von	bis
A 1	AS Heiligenhafen-Ost (SH)	AK Köln-West (NW)
A 2	AK Oberhausen (NW)	AD Werder (BB)
A 3	Bundesgrenze D/NL (NW)	Bundesgrenze D/AT (BY)
A 4	AK Aachen (NW)	AD Heumar (NW)
A 4	AD Kirchheim (HE)	Bundesgrenze D/PL (SN)
A 5	Hattenbacher Dreieck (HE)	Darmstädter Kreuz (HE)
A 5	AK Walldorf (BW)	Bundesgrenze D/CH (BY)
A 6	Bundesgrenze D/FR (SL)	Bundesgrenze D/CZ (BY)
A 7	Bundesgrenze D/DK (SH)	AK Ulm/Elchingen (BY)
A 8	AD Karlsruhe (BW)	Bundesgrenze D/AT (BY)
A 9	AD Potsdam (BB)	AK München-Nord (BY)
A 10	Berliner Ring (BB)	
A 11	Bundesgrenze D/PL (MV)	AD Barnim (BB)
A 12	AD Spreeau (BB)	Bundesgrenze D/PL (BB)
A 13	Schönefelder Kreuz (BB)	AD Dresden Nord (SN)
A 14	AK Magdeburg (ST)	AD Nossen (SA)
A 17	AD Dresden-West (SN)	Bundesgrenze D/CZ (SN)
A 19	AS Rostock-Überseehafen (MV)	AD Wittstock/Dosse (BB)
A 24	AK Hamburg-Ost (SH)	AD Havelland (BB)
A 27	AD Walsrode (NI)	AS Bremerhaven-Überseehäfen (HB)
A 28	AK Oldenburg-Ost (NI)	AD Stuhr (NI)
A 29	AS Jade-Weser-Port (NI)	AK Oldenburg-Ost (NI)
A 30	Bundesgrenze D/NL (NI)	AK Bad Oeynhausen (NW)
A 40	Bundesgrenze D/NL (NW)	AK Kaiserberg (NW)
A 44	AK Aachen (NW)	Bundesgrenze D/BE (NW)
A 67	Darmstädter Kreuz (HE)	Viernheimer Dreieck (HE)
A 81	AK Weinsberg (BW)	AD Leonberg (BW)
A 93	AD Inntal (BY)	Bundesgrenze D/AT (BY)
A 99	AK München-West (BY)	AK München-Süd (BY)
B 207	Fährhafen Puttgarden (SH)	AS Heiligenhafen-Ost (SH)

Im **Bild 9** sind die Autobahnabschnitte der A 45, Westhofener Kreuz (NW) bis Gambacher Kreuz (HE) sowie der A 81, AK Stuttgart (BW) bis AS Gottmadingen (BW) als Sonderfall dargestellt. Die Streckenabschnitte gehören wegen der vergleichsweise geringen Verkehrsbelastung nicht dem Brückenmo-

dernisierungsnetz an. Sie müssen aber aufgrund der hohen Dichte an vordringlich abzuarbeitenden Bauwerken in den kommenden Jahren auch über das Jahr 2030 hinaus untersucht, verstärkt und ggf. ersetzt werden. Daher besteht hier ein erheblicher Ertüchtigungs- und Finanzbedarf, insbesondere weil fast ausschließlich Großbrücken betroffen sind.

Das dargestellte Brückenmodernisierungsnetz entspricht weitgehend dem TEN-V-Kernnetz, das in der EU-Verordnung Nr. 1315/2013 vom 11.12.2013 [8] definiert ist und ebenso bis zum Jahr 2030 realisiert werden soll. Aufgrund der geringeren Verkehrsbedeutung ist in Abstimmung mit der Straßenbauverwaltung des Landes Rheinland-Pfalz der Abschnitt der A 48 westlich des AK Koblenz bis zur Bundesgrenze Deutschland/Luxemburg nicht enthalten. Ebenso wurden nicht im Brückenmodernisierungsnetz kurze Abschnitte der A 1, A 5, A 40, A 45 und A 61 sowie die A 7 südlich des AK Ulm/Elchingen (BY) und die A 20 vom AK Lübeck (SH) bis zum AK Uckermark (BB) berücksichtigt, weil sie verkehrlich weniger stark belastet sind.

Die Ertüchtigung des Brückenmodernisierungsnetzes richtet sich an verkehrlichen und wirtschaftlichen Erfordernissen aus. Letztlich wird es auch zu einer erheblichen Verbesserung der Durchlässigkeit der Infrastruktur für den erlaubnis- und genehmigungspflichtigen Schwerverkehr führen und damit die Erreichbarkeit von Umschlagstellen und Standorten der Schwerindustrie zuverlässig gewährleisten.

Eine Möglichkeit zur Kontrolle des Fortschrittes der Brückenmodernisierung bildet der Vergleich der Brückentragfähigkeiten. Eine Auswertung der Jahre 2017 und 2019 zeigt deutlich den fortgeschrittenen Stand der Brückenmodernisierung des prioritären Netzes. Während zu Beginn der Korridorbeurteilung nur knapp 14 % der Bauwerke des Brückenmodernisierungsnetzes anteilig zur Brückenfläche eine Tragfähigkeit von mindestens LM1 aufwiesen, sind zwei Jahren später bereits 19 % der anteiligen Brückenfläche auf diesem Niveau. Dabei zeigen die Prozentzahlen, dass vor allem die kritischen Bauwerke modernisiert wurden, die eine geringe Tragfähigkeit (\leq BK60) aufwiesen.

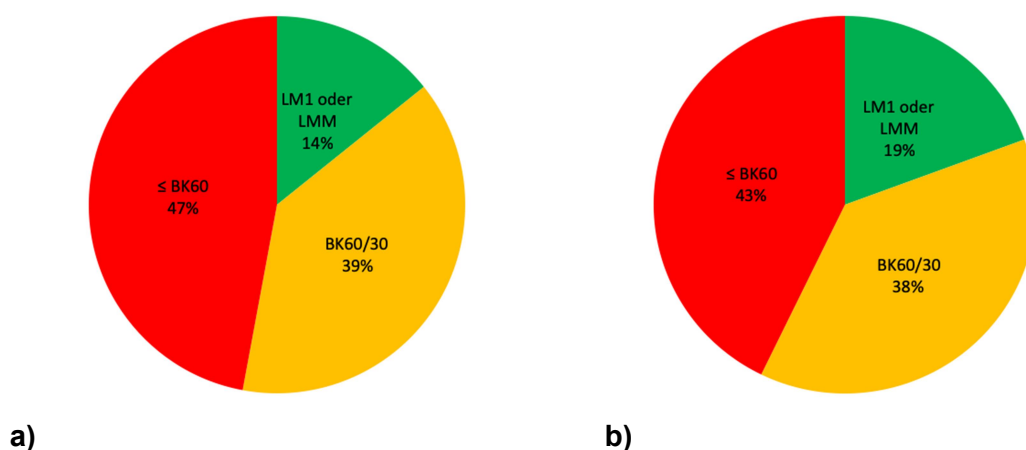


Bild 10 Tragfähigkeitsverteilung für Brücken des Brückenmodernisierungsnetzes nach Anteil an Brückenfläche [%], a) Stand 01.03.2017, b) Stand 01.03.2019 (Quelle: BMVI)

Neben der Ertüchtigung der Bauwerke im Brückenmodernisierungsnetz wird parallel die Ertüchtigung der übrigen und nicht im prioritären Netz enthaltenen Bauwerke weiter maßvoll vorangetrieben. Dazu gehören nicht nur die Bauwerke der BAST-Liste, sondern auch singuläre und verkehrlich besonders wichtige Bauwerke an Bundesfernstraßen sowie Bauwerke, die im Zusammenhang mit Erhaltungsmaßnahmen an der Strecke zu ertüchtigen sind.

4.5 Brücken im Zuge von Streckenerhaltungsmaßnahmen

Im Sinne der Verkehrsteilnehmer ist es wichtig, Baumaßnahmen der Strecke und des Brückenbaus zu bündeln, um somit baulich bedingte Eingriffe in den Verkehr zu verkürzen bzw. zu minimieren und anzahlmäßig zu beschränken. Diesem Ziel folgend werden seit 2016, zuzusagen im Vorgriff auf die inzwischen eingeführten RE-Erhaltung [9], für alle Streckenerhaltungsmaßnahmen zusätzliche Angaben zu den im Streckenabschnitt befindlichen Brückenbauwerken eingefordert, anhand derer schnell beurteilt werden kann, ob nähere Befassungen mit den Bauwerken erforderlich werden. Die abgefragten Brückendaten liegen weitestgehend bei den Ländern vor und erzeugen keine Zusatzaufwendungen. Lediglich wenige Angaben zu den vorgesehenen Erhaltungsmaßnahmen und deren Kosten sind für wirtschaftliche Abwägungen zu ergänzen.

In der Gesamtheit dienen diese Angaben den Straßenbauverwaltungen als Entscheidungsgrundlage zwischen reiner Instandsetzung, Instandsetzung inkl. Verstärkung oder einem Ersatzneubau im Hinblick auf einen wirtschaftlichen Mitteleinsatz. Darüber hinaus lässt sich zwischen dringlichen Brücken und solchen, die nachrangig bearbeitet werden können, unterscheiden. Die vorhandenen Planungs- und Baukapazitäten können dadurch bedarfsgerecht eingesetzt werden, ohne die Modernisierung wichtiger Hauptverkehrsrueten im Sinne der übergeordneten Strategie der Brückenmodernisierung zu gefährden.

Diese koordinierte Vorgehensweise entspricht vom Wesen her der neuen und entsprechend dem Verkehrsaufkommen dynamisch angelegten Erhaltungsstrategie für Bauwerke (vgl. Kapitel 3.2), die hierfür den theoretischen Hintergrund liefert.

4.6 Erfahrungen aus der Nachrechnung

Die Soll-Tragfähigkeit für bestehende Brückenbauwerke, d. h. das angestrebte Ziellastniveau, ist in der vom BMVI eingeführten „Richtlinie für die Nachrechnung von Straßenbrücken im Bestand (Nachrechnungsrichtlinie)“ [3] in Abhängigkeit von der Verkehrsstärke und der Verkehrszusammensetzung festgelegt. Für bestehende Brücken im Zuge der Bundesautobahnen ist sowohl für Nachrechnungen als auch daraus erwachsene Verstärkungen in der Regel das Verkehrslastmodell LM1 nach DIN-Fachbericht 101 [4] anzuwenden. Bei Streckenzügen mit einem sehr hohen Schwerverkehrsanteil, wie z. B. Hafenzufahrten, kann ein höheres Lastmodell, zum Beispiel das Lastmodell LMM wie für Brückenneubauten, erforderlich sein.

Für die Planung und den Bau von Ersatzneubauten gilt generell das für neue Brücken vorgegebene europäische Verkehrslastmodell LM1 nach DIN EN 1991-2 [10] in Verbindung mit DIN EN 1991-2/NA [11] (Eurocode 1), welches zur besseren Unterscheidung auch als Lastmodell LMM bezeichnet wird und insgesamt die höchsten Anforderungen stellt. Das Lastmodell ist aufgrund der eingebauten Reserven zukunftssicher, sofern die Grundkonzeption der heutigen Fahrzeuge in Bezug auf zulässiges

Gesamtgewicht und zulässige Achslasten nicht wesentlich verändert werden. Wie die Auswirkungen von LKW-Konvois (Platooning) zu bewerten sind, wird derzeit wissenschaftlich untersucht.

Bisherige Erfahrungen belegen, dass aus wirtschaftlichen Erwägungen heraus bei über 80 % der untersuchten Großbrücken (Brücken mit einer Gesamtlänge > 100 m) ein Ersatzneubau notwendig wird. Hier zeigt sich, dass Schäden und Schwachstellen an Großbrücken gehäuft auftreten und daher ein Ersatzneubau meist die wirtschaftlichste Ertüchtigungsmöglichkeit darstellt. Verstärkungsmaßnahmen sind dagegen nur bei rd. 10 % der Bauwerke technisch möglich und/oder wirtschaftlich sinnvoll. Bei rd. 5 % der Bauwerke wird eine Überbauerneuerung durchgeführt und bei weiteren 5 % kommen sonstige Ertüchtigungsmaßnahmen in Frage. Zudem sind bei Bauwerken, die die Anforderungen nicht erfüllen, verkehrliche Kompensationsmaßnahmen, wie z. B. Gewichts- und/oder Geschwindigkeitsbeschränkungen oder Überholverbote möglich und ggf. auch notwendig. Dies kann auch dann der Fall sein, wenn defizitäre Bestandsbrücken über den Zeitraum bis zur Inbetriebnahme des Ersatzneubauwerks unter Verkehr verbleiben müssen.

Bauliche Ertüchtigungsmaßnahmen bei Brücken dauern, ungeachtet der Zeiten für die Schaffung von Baurecht, wegen der mitunter komplexen Materie häufig erheblich länger als vergleichbare Arbeiten im übrigen Straßennetz. So erfordern aufwendige Baumaßnahmen in der Regel großräumige Umleitungen des Verkehrs, so dass dem Baustellenmanagement eine sehr hohe Bedeutung zukommt. Aber auch die Umleitungstrecken müssen dem Verkehr gewachsen sein.

4.7 Zeitbedarf

Mit dem gestiegenen Bewusstsein für das Erfordernis der Brückenmodernisierung haben die Straßenbauverwaltungen der Länder ihre Anstrengungen intensiviert, um die Überprüfung der Bauwerke schneller abzuschließen, auch wenn die beteiligten Verwaltungen und Ingenieurbüros dabei zunehmend an ihre Kapazitätsgrenzen stoßen.

Ein maßgebender Zeitfaktor bei der Planung der notwendigen Brückenertüchtigungsmaßnahmen ist in der Regel die Erlangung des Baurechts. Um den dringend notwendigen Ersatz von hochbelasteten Brücken zu beschleunigen, hat der Gesetzgeber zuletzt mit dem im Dezember 2018 in Kraft getretenen Gesetz zur Beschleunigung von Planungs- und Genehmigungsverfahren im Verkehrsbereich vom 29.11.2018 (BGBl. I S.22237) Regelungen geschaffen, um Baumaßnahmen schneller umsetzen zu können. Das im Dezember 2018 in Kraft getretene Planungsbeschleunigungsgesetz bringt insoweit eine Erleichterung, als dass anstelle eines Planfeststellungsverfahrens nunmehr auch dann ein Plan genehmigungsverfahren durchgeführt werden kann, wenn eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchzuführen ist. Die Neuregelung ist gerade für den Fall einer Erneuerung eines bestehenden Brückenbauwerks geschaffen worden.

Ein wohl wesentlicher Faktor zur Planungsbeschleunigung ist auch die personelle Ausstattung, sowohl auf Seiten des planenden Vorhabensträgers als auch auf Seiten der Genehmigungsbehörde.

Ein Ziel der Reform der Auftragsverwaltung der Bundesfernstraßen zum 01.01.2021 ist die Verbesserung der Effektivität der Verwaltung der Bundesautobahnen und der Bundesstraßen in Bundesverwaltung. Die künftig für die Planung als Vorhabenträgerin zuständige „Die Autobahn GmbH des Bundes“ sowie das künftig für die Durchführung von Planfeststellungsverfahren zuständige Fernstraßen-Bundesamt, sofern die Länder keinen Antrag auf Beibehaltung der Planfeststellung in Länderzustän-

digkeit gestellt haben, sollen insbesondere auch personell optimal ausgestattet sein, damit zügig Baurecht erlangt werden kann.

5 Finanzierung der Brückenmodernisierung

5.1 Kostenträger

Für die Planung und die Umsetzung der Maßnahmen müssen die Länder entsprechende Planungsmittel und Personalressourcen zur Verfügung stellen. Der Bund stellt den Ländern die notwendigen Haushaltsmittel für die Realisierung der Baumaßnahmen bereit. Mit dem Start der Arbeitstätigkeit der Autobahn GmbH des Bundes wird der Bund für die Autobahnen und die ihm übertragenen Bundesstraßen ab 2021 diese Tätigkeit übernehmen.

5.2 Kostenschätzung

Der Modernisierungsbedarf für die Brückenbauwerke im Zuge des Brückenmodernisierungsnetzes wurde flächenmäßig mit rund 3,1 Mio. m² Brückenfläche abgeschätzt. Bei den mit Stand 2016 ermittelten Baukosten von durchschnittlich 3.000 € pro m² Brückenfläche inklusive der Kosten für den Rückbau von Bestandsbauwerken ergab sich insgesamt ein Finanzbedarf für die Ertüchtigung dieser Bauwerke von rund 9,3 Mrd. Euro bis zum Jahr 2030. Aufgrund der enormen Preissteigerungen der letzten Jahre mit jährlichen Preissteigerungsraten zwischen 4 und 6 % sind mittlerweile höhere Kosten von schätzungsweise 10 bis 12 Mrd. Euro zu veranschlagen.

Die Kosten für die Modernisierung der Brücken des restlichen Autobahnnetzes in den nachfolgenden Dekaden sind hierbei nicht eingerechnet und werden in vergleichbarer Größenordnung liegen.

5.3 Haushaltsmittel für die Erhaltung von Ingenieurbauwerken

Das BMVI hat die Investitionen in die Erhaltung der Bundesfernstraßen (Strecke und Brücke) in den letzten Jahren kräftig aufgestockt. Für das Jahr 2020 stehen insgesamt 4,3 Mrd. Euro bereit, was im Vergleich zu den Mitteln in Höhe von 4,1 Mrd. Euro von 2019 einer Steigerung der investiven Kosten von 5 % bedeutet. Die Finanzplanung für die Erhaltung soll ab dem Jahr 2021 auf rund 4,4 Mrd. Euro anwachsen.

Gemäß der Erhaltungsbedarfsprognose sollen von diesen Mitteln in diesem Jahr (2019) rund 1,47 Mrd. Euro in die Brückenerhaltung fließen, 2020 sogar rund 1,50 Mrd. Euro und 2021 rund 1,57 Mrd. Euro. Im Jahr 2022 erreichen die voraussichtlichen Ausgaben für die Erhaltung von Ingenieurbauwerken ihr Maximum mit rund 1,64 Mrd. Euro und sinken in den darauffolgenden Jahren auf ca. 1,6 Mrd. Euro pro Jahr ab. Bis zum Jahr 2022 ist damit ein jährlicher Zuwachs an Erhaltungsmitteln von 2 % bis fast 5 % jeweils bezogen auf das Vorjahr verbunden.

5.4 Programm zur Brückenmodernisierung

Maßnahmen der Brückenmodernisierung sind Teil der Erhaltung und werden daher aus den zur Verfügung stehenden Erhaltungsmitteln für Ingenieurbauwerke finanziert. Zur besseren Abgrenzung und

für eine übersichtlichere Darstellung werden seit 2015 die Mittel und Maßnahmen der Brückenmodernisierung mit einem Einzelbauvolumen über 5 Mio. Euro als Programm Brückenmodernisierung zusammengefasst und im Straßenbauplan separat ausgewiesen. Die Zuweisung der Mittel an die Länder erfolgt bedarfsbezogen.

Die nachfolgenden **Tabelle 2** stellt die aktuelle Finanzplanung dar und nennt die vorgesehenen Haushaltsmittel bis einschließlich 2023 für das Programm Brückenmodernisierung.

Tabelle 2: Haushaltsmittel „Programm zur Brückenmodernisierung“, Stand: 30.11.2019

Haushaltsjahr	2019	2020	2021	2022	2023
Haushaltsmittel [Mio. €]	760	780	855	950	959

Die Haushaltsansätze enthalten ab 2017 jährlich einen Sockelbetrag von 100 Mio. Euro für die Ertüchtigung kleinerer Brücken mit einem Bauvolumen unter 5 Mio. €, um auch die Brückenmodernisierung ganzer Streckenabschnitte voranzutreiben.

Im Straßenbauplan 2020 sind derzeit 108 Brückenmodernisierungsmaßnahmen mit einem jeweiligen Bauvolumen über 5 Mio. € dem Programm zur Brückenmodernisierung zugeordnet. Die Maßnahmen sind mehrjährig angelegt und umfassen sowohl Ersatzneubaumaßnahmen als auch Verstärkungen sowie Adhoc-Instandsetzungen.

Durch das Programm zur Brückenmodernisierung wird die Umsetzung der erforderlichen Ertüchtigungsmaßnahmen beschleunigt. Die Bereitstellung zusätzlicher Mittel für die Brückenmodernisierung hat in den letzten Jahren dazu geführt, dass die Länder ihren Einsatz hinsichtlich Planung und Umsetzung von konkreten Maßnahmen verstärkt haben.

Literatur

- [1] DIN 1076: 1999-11: Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen - Überwachung und Prüfung, Beuth Verlag, Berlin 1999.
- [2] RI-EBW-PRÜF: Richtlinie zur einheitlichen Erfassung, Bewertung, Aufzeichnung und Auswertung von Ergebnissen der Bauwerksprüfungen nach DIN 1076, Berlin/Bonn 2017.
- [3] Richtlinie zur Nachrechnung von Straßenbrücken im Bestand (Nachrechnungsrichtlinie), Ausgabe 05-2011, BMVBS, Berlin/Bonn 2011.
- [4] DIN-Fachbericht 101:2009-03: Einwirkungen auf Brücken. Beuth Verlag, Berlin 2009.
- [5] DIN 1072:1985-12: Straßen- und Wegbrücken; Lastannahmen. Beuth Verlag, Berlin 1985.
- [6] RPE-ING; Richtlinie für die Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Ingenieurbauwerken (noch nicht veröffentlicht)
- [7] https://www.bast.de/BASSt_2017/DE/Statistik/Bruecken/Brueckenstatistik.html
- [8] Verordnung (EU) Nr. 1315/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2013 über Leitlinien der Union für den Aufbau eines transeuropäischen Verkehrsnetzes und zur Aufhebung des Beschlusses Nr. 661/2010/EU Text von Bedeutung für den EWR.
- [9] RE-Erhaltung: Richtlinien für die einheitliche Gestaltung von Entwurfentwürfen im Straßenbau, Berlin/Bonn 2019
- [10] DIN EN 1991-2:2010:12: Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken; Deutsche Fassung EN 1991-2:2003 + AC:2010. Beuth Verlag, Berlin 2010.
- [11] DIN EN 1991-2/NA:2011-07: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken. Beuth Verlag, Berlin 2011.