

# Bestandserhaltung an Straßenverkehrsinfrastruktur Zwei Beispiele

Dr.-Ing. Frank ROGMANN, Dipl.-Ing. Carsten CHASSARD

Bund, Länder und Gemeinden in der Bundesrepublik Deutschland verfügen über ein Straßennetz mit insgesamt etwa 106.000 Straßenbrücken. Aufgrund des zunehmend schlechteren Bauwerkszustandes und infolge steigender Anforderungen durch höhere Verkehrsbelastung entsteht Handlungsbedarf an den Brückenbauwerken. Dazu wurde vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung eine einheitliche Strategie entwickelt, nach der die Bausubstanz zu bewerten und Entscheidungen über Ertüchtigung oder Ersatzneubau getroffen werden können. Das Ergebnis der Bestandsaufnahme für Bundesfernstraßen und kommunale Brücken sowie die Problemstellungen aus konstruktiver Sicht werden dargestellt. Das Vorgehen zur Festlegung der Prioritäten bezüglich der Bearbeitung wird erläutert und erste Ergebnisse der Nachrechnungen dargestellt. An zwei Beispielen werden Alternativen von Koppelfugensanierungen bzw. dem erforderlichen Neubau einer Brücke infolge Korrosionsschäden an Vertikalvorspannung erläutert.

## Einleitung

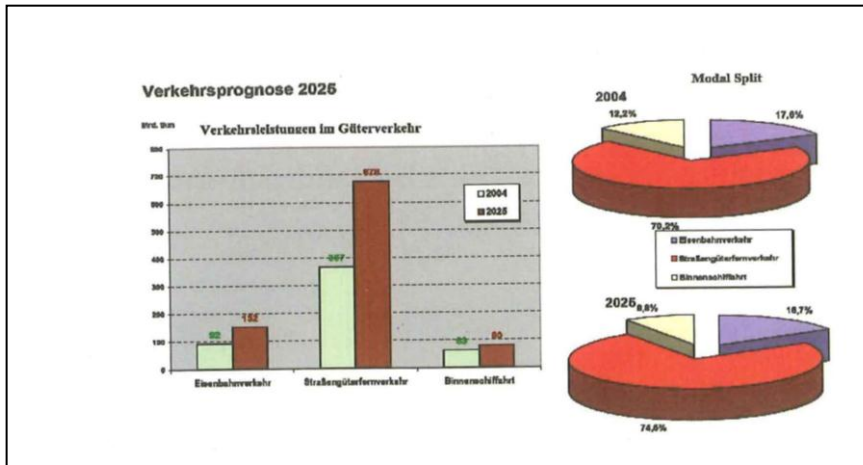
Die Bundesrepublik ist eine der größten Handelsnationen der Welt und im Jahr 2013 das Land mit dem höchsten Leistungsbilanzüberschuss [1]. Damit Rohprodukte nach Deutschland eingeführt und die produzierten Güter das Land wieder verlassen können, ist eine funktionierende Infrastruktur im Bereich des Straßen-, des Schienen-, des Wasserstraßen- sowie des Luftverkehrs erforderlich, die in der Bundesrepublik von der öffentlichen Hand zur Verfügung gestellt wird. Darüberhinaus ist Deutschland aufgrund seiner geografischen Lage das Haupttransitland in Europa. Bezüglich der Verteilung der Verkehrsleistung im Güterverkehr hat sich die Straße in den letzten 50 Jahren zum dominanten Verkehrsweg entwickelt [2].



Projet cofinancé par le Fonds européen de développement régional dans  
du programme INTERREG IVA Grande Région  
*L'Union européenne investit dans votre avenir.*

Gefördert durch den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung im  
des Programms INTERREG IVA Großregion  
*Die Europäische Union investiert in Ihre Zukunft.*





**Bild 1:** Prognose der Verkehrsleistung im Güterverkehr im Vergleich der Verkehrsträger Bahn, Straße und Binnenwasserstraße [2]

Die Prognose der Verkehrsleistung im Vergleich der Verkehrsträger Bahn, Straße und Binnenwasserschiffahrt sieht bis zum Jahr 2025 sogar noch eine deutliche Zunahme der Bedeutung der Straße vor [2].

Somit ist für die Bundesrepublik ein funktionierendes Straßennetz existenziell. Zum Erhalt dessen und zur Abschätzung der dafür erforderlichen Aufwendungen ist die Kenntnis vom baulichen Zustand der Straßen und der darin liegenden Brücken wichtig. Steigende Verkehrslasten auf den Straßen führen zu einer drohenden Überlastung der Bauwerke. Die Kenntnis von alten Planungs- und Ausführungsdefiziten verlangen eine kontinuierliche Überwachung der Tragfähigkeit einer Vielzahl von Brücken.

## 1. Gründe für die Ertüchtigung von Brücken

### 1.1 Zustand der Brücken

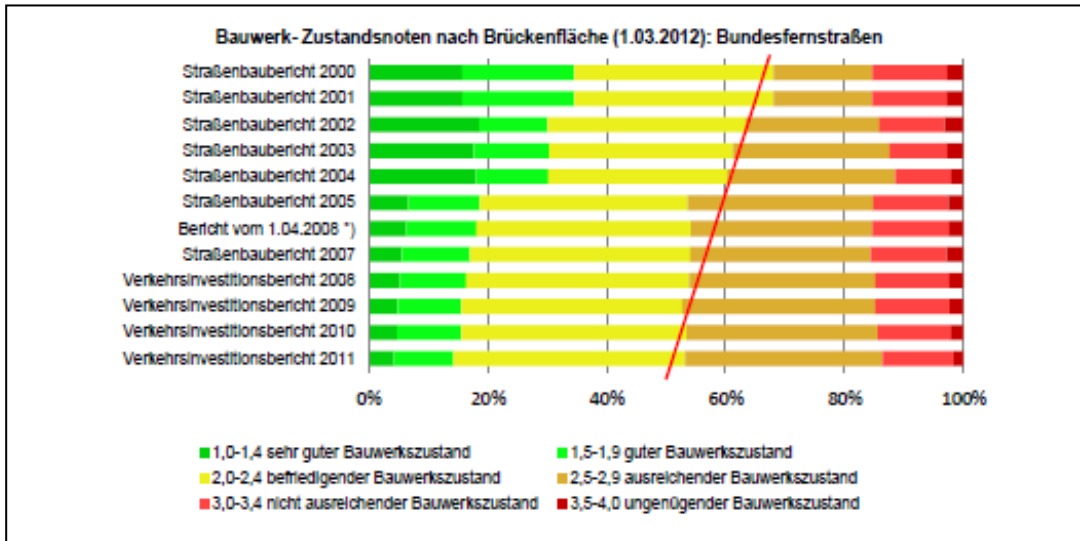
Im Straßennetz der Bundesrepublik befinden sich im Jahr 2014 im Bundesfernstraßennetz [3] ca. 39.106 Brücken mit insgesamt 30.033.018 Quadratmeter Brückenfläche und in kommunaler Baulast [4] ca. 66.714 Brücken mit 27.549.051 Quadratmetern Brückenfläche.

Der Zustand der Straßenbrücken ist bundesweit relativ gut erfasst und vergleichbar, weil mit der RI-EBW-PRÜF (Richtlinie für die einheitliche Erfassung, Bewertung, Aufzeichnung und Auswertung von Ergebnissen der Bauwerksprüfungen nach DIN 1076), eine Vorschrift des Bundes und der Länder zur Vereinheitlichung von Prüfungen und Bewertungen vorliegt, die auch - insbesondere von den größeren – kommunalen Baulastträgern übernommen werden.

Grundlage für die Bewertung des baulichen Zustandes der deutschen Brücken ist die DIN 1076, wonach neben jährlichen Sichtprüfungen, einfache Prüfungen und Hauptprüfungen im Abstand von jeweils 6 Jahren abwechselnd durchzuführen sind. In der DIN 1076 sind die zu vergebenden Zustandsnoten von 1,0 bis 4,0 definiert.

Die festgestellten Einzelschäden werden bezüglich der Kriterien Standsicherheit, Dauerhaftigkeit und Verkehrssicherheit bewertet. Die Zustandsklasse 2,5 – 2,9 bedeuten „ausreichender Zustand“, 3,0 – 3,4 nicht ausreichender Zustand und 3,5 – 4,0 ungenügender Zustand. Bei einer Zustandsnote zwischen 3,5 und 4,0 ist eine umgehende Instandsetzung bzw. eine Erneuerung erforderlich. Daneben sind auch umgehende Maßnahmen zur Schadensbeseitigung zu ergreifen und Warnhinweise zu geben.

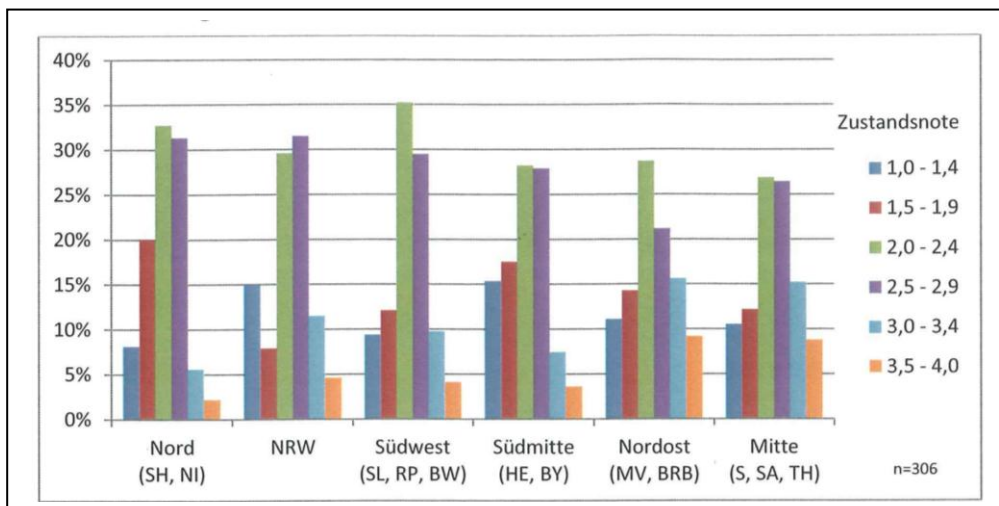
Die Schäden werden in einem durch die RI-EBW-PRÜF eingeführten Softwareprogramm „SIB-Bauwerke“ eingegeben und die Prüfberichte in einheitlicher Form dargestellt.



**Bild 2:** Entwicklung der Bauwerks-Zustandsnoten der Teilbauwerke aus dem Bericht des BMVBS „Bestand und Zustand der Brücken im Zuge von Bundesfernstraßen an den Vorsitzenden des Ausschusses für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung des Deutschen Bundestages“ [5]

Aus dem Diagramm ist abzulesen, dass der prozentuale Anteil der Brücken mit sehr guten oder guten Zustandsnoten erkennbar abnimmt. Der rot dargestellte Anteil der Brücken mit der Zustandsnote 3,5 – 4,0 liegt bei etwa 12 - 15%.

Das Deutsche Institut für Urbanistik (Difu Institut) hat - auf der Basis einer Stichprobe in 314 Kommunen - eine Schätzung über den baulichen Zustand der Brücken in kommunaler Trägerschaft vorgelegt [4]. Bei der Stichprobe wurden 2079 Brücken beurteilt. Dabei wurden die Bundesländer in 6 Regionen zusammengefasst.

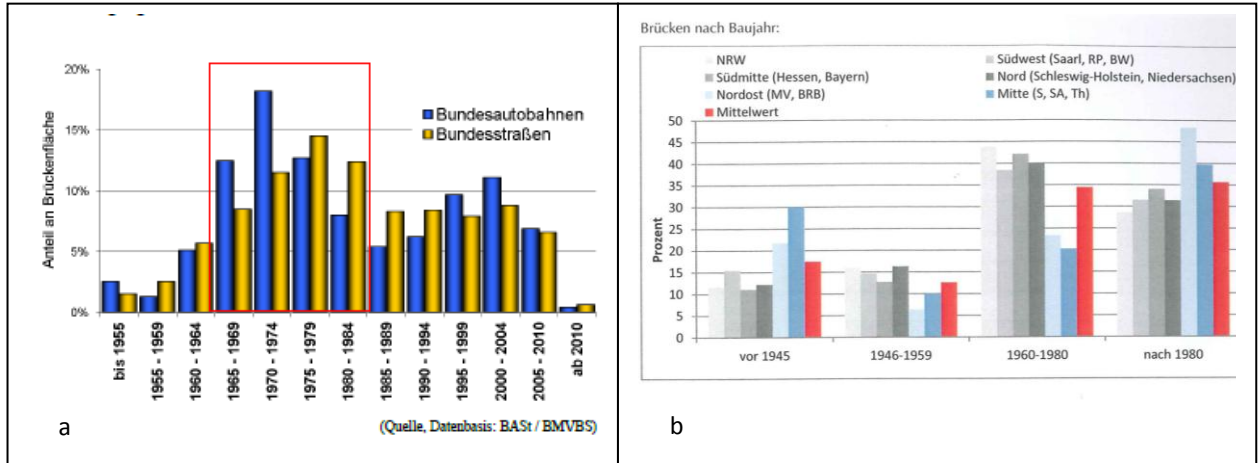


**Bild 3:** Verteilung der Zustandsnoten bei kommunalen Brücken [4]

Aus Bild 3 ist erkennbar, dass ca. 10 % der kommunalen Brücken mit einer Zustandsnote zwischen 3,5 und 4 (ungenügend) eingestuft werden.

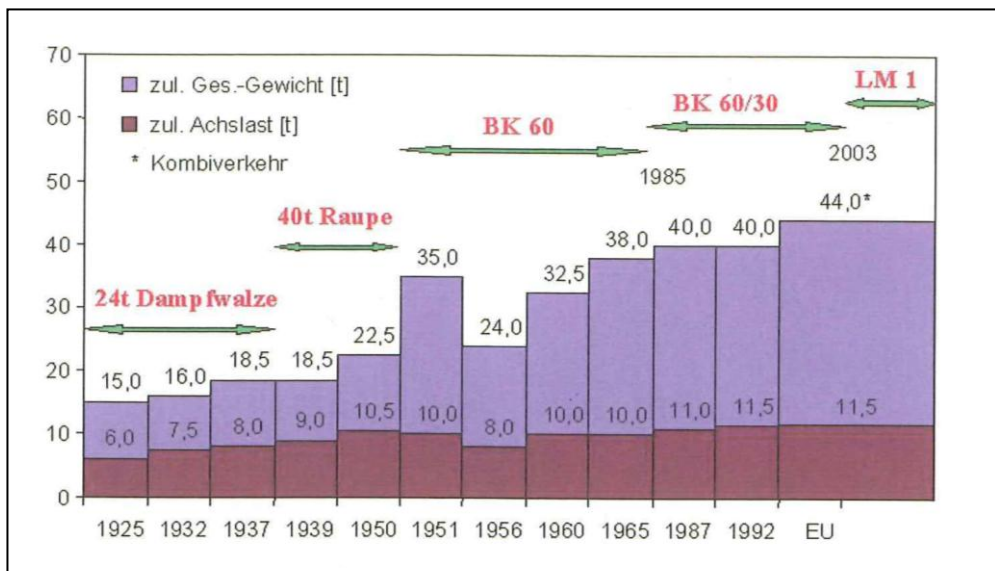
## 1.2 Zunahme der statischen Belastung

Die Verteilung der gebauten Brückenfläche bezogen auf die Baujahre ist wegen der Veränderungen in der Belastung bzw. wegen der Änderungen in der Bemessung und Ausführung relevant.



**Bild 4:** a) Altersstruktur der Brücken in Bundesfernstraßen [5], bezogen auf die Brückenfläche  
b) Altersstruktur der kommunalen Brücken [4]

Der größte Teil der Brückenbauwerke in Bundesfernstraßen ist also in den Jahren 1965 bis 1984 entstanden. Bei den kommunalen Straßen ist der Anteil der alten Brücken (Baujahr vor 1945) höher sodass der Anteil der Brücken, die zwischen 1960 und 1980 errichtet wurden, ca. 32 % des Gesamtanteils ausmacht.



**Bild 5:** Entwicklung der zulässigen Gesamtgewichte und zulässigen Achslasten von Nutzfahrzeugen sowie der dazugehörigen Lastmodelle für die in Deutschland errichteten Brücken [2].

Im Mai 2003 wurde mit dem DIN Fachbericht 101 „Einwirkungen auf Brücken“ das Lastmodell LM1 eingeführt. Das Lastmodell basierte auf Simulationsberechnungen unter Einbeziehung verschiedener Verkehrssituationen. Bei einer Untersuchung wurden die tatsächlich auftretenden mit den zulässigen Lasten der LKW verglichen. Dabei wurde festgestellt, dass die tatsächliche Belastung die zulässigen Gesamtlasten bzw. die zulässigen Achslasten der LKW teilweise erheblich überschreitet [3]

Zwar bildet das Lastmodell LM1 noch die aktuelle Belastung ab, aber um die Belastungen des prognostizierten Verkehrs aufnehmen zu können, ist im Eurocode I (Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken“) im nationalen Anhang eine Modifikation des Lastmodells LM1 vorgenommen worden, die als modifiziertes Lastmodell (LM1) bezeichnet wird. Forschungsarbeiten der BAST haben dessen Eignung auch für verschiedene prognostizierte Verkehrsszenarien nachgewiesen.

### 1.3. Beseitigung von baulichen Defiziten aus der Vergangenheit

Folgende Planungs- und Ausführungsdefizite aus der Vergangenheit bedürfen einer besonderen Beachtung

- Bei Talbrücken, die vor 1980 errichtet wurden, wurde u.a. der Temperaturlastfall „ungleichmäßiger Erwärmung  $\Delta T$ “ noch nicht berücksichtigt.
- Spannbetonbrücken mit einem Vollstoß bei Spanngliedern, was bis zum Jahr 1980 zulässig war. Ab 1981 mussten mindestens 30% der Spannglieder ungestoßen durchgeführt werden.
- Brücken mit zu geringer Schubbewehrung im Überbau. Erst im Jahr 1967 wurde eine Querkraftbewehrung in Brücken in den Bemessungsnormen verankert.
- Gefährdung durch Spannungsrissskorrosion in der Spannbewehrung von Überbauten. Die Spannungsrissskorrosion betrifft die Spannstähle Sigma und Neptun „alten Typs“ (Produktion bis 1965) sowie Sigma oval (1965 - 1978). Es besteht die Gefahr eines Sprödbruchs durch wasserstoffinduzierte Spannungsrissskorrosion.

### 1.4. Festlegung von Prioritäten für die Untersuchungen

Das BMVBS hat gemeinsam mit der Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST) und in Abstimmung mit den zuständigen Straßenbauverwaltungen der Länder eine „Strategie zur Ertüchtigung der Straßenbrücken im Bestand der Bundesfernstraßen“ entwickelt, um die erforderlichen rechnerischen und baulichen Maßnahmen genauer definieren zu können. Aus den oben genannten Faktoren sowie unter Berücksichtigung der Zustandsnote kann eine Prioritätszahl errechnet werden, aus der die genaue Reihenfolge der Bearbeitung ermittelt werden kann.

Kombination der Parameter zur Ermittlung der Prioritätszahl:

$$Z = f_1 * Z(V) + f_2 * Z(ZN_{\text{ÜB}}) + f_3 * Z(\Delta T) + f_4 * Z(KF) + f_5 * Z(Q) + f_6 * Z(\text{SpRK}) + f_7 * Z(ZN_{\text{TBW}})$$

Mit  $Z(V)$  = Wertungszahl für Verkehr;  $f_1 = 0,45 * 7$

$Z(ZN_{\text{ÜB}})$  = Zustandsnote Überbau;  $f_2 = 0,10 * 7$

$Z(\Delta T)$  =  $\Delta T$ -Berücksichtigung;  $f_3 = 0,10 * 7$

$Z(KF)$  = „Koppelfugen“;  $f_4 = 0,10 * 7$

$Z(Q)$  = „Querkraft“;  $f_5 = 0,10 * 7$

$Z(\text{SpRK})$  = „Spannungsrissskorrosion“;  $f_6 = 0,10 * 7$

$Z(ZN_{\text{TBW}})$  = Zustandsnote Teilbauwerk;  $f_7 = 0,05 * 7$

Beispiel Verkehr: Für Brücken der Brückenklasse < 60 werden 4 Punkte vergeben; für Brücken, die nach dem Lastmodell LM1 bemessen wurden, 0 Punkte. Brücken, die eine Prioritätszahl > 9 erhalten, sind nachzurechnen bzw. zu ertüchtigen.

Unter ergänzender Beachtung der Zustandsnote der Hauptprüfung wurde eine bundesweite Liste von 1.253 Teilbauwerken in Bundesautobahnen und 929 Teilbauwerken in Bundesstraßen erarbeitet, die vorrangig zu überprüfen sind.

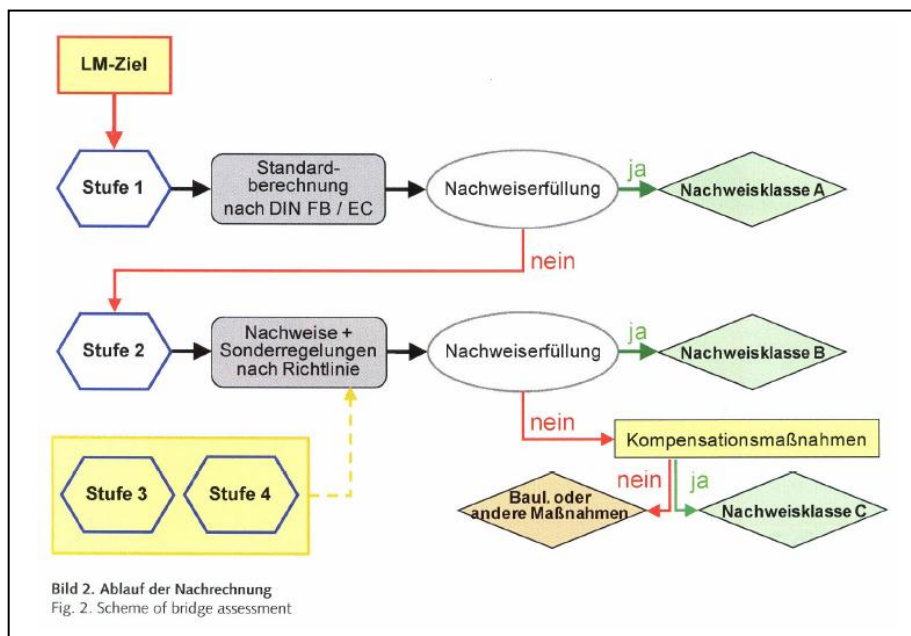
## 2 Strategie des Bundes für die Brücken in seiner Trägerschaft

### 2.1 Durchführung der rechnerischen Überprüfung

Ziel der Strategie ist eine Ertüchtigung der Straßenbrücken auf das Ziellastniveau LM1 des DIN Fachberichtes 101, das in jedem Einzelfall von der Straßenbauverwaltung festzulegen ist. Ausnahmen davon dürfen nur in Abstimmung mit dem BMVBS erfolgen. Zusätzlich sollte die Erreichung des Ziellastniveaus LMM geprüft werden.

Zur Vereinheitlichung der rechnerischen Bewertung der Tragreserven wurde ein Regelwerk, die Nachrechnungsrichtlinie [9], geschaffen. In der Nachrechnungsrichtlinie werden auf der einen Seite aktuelle Berechnungs- und Bemessungsverfahren aus den Eurocodes und den DIN Fachberichten, zum anderen aber auch Materialkennwerten von heute nicht mehr üblichen Werkstoffen (wie glatten Betonstählen) berücksichtigt. Es handelt sich um ein gestuftes Verfahren, bei dem Modifikationen auf der Einwirkungsseite wie auch auf der Widerstandsseite vorgenommen werden können.

Ausgangspunkt für die statischen Nachrechnungen ist die Dokumentation und Bewertung des aktuellen Bauwerkszustandes nach DIN 1076.



**Bild 6:** Ablaufschema Berechnung nach Nachrechnungsrichtlinie

Quelle Benning Bundesministerium für Verkehr, Bau und Städtebau

Bei der Vorgehensweise werden folgende Schritte eingehalten: In Stufe 1 soll versucht werden, das Bauwerk nach den derzeit gültigen Vorschriften (DIN Fachberichte und Eurocodes) „wie neu“ nachzurechnen. Gelingt dies nicht, können in Stufe 2 Abstufungen im Lastmodell oder verfeinerte Bemessungsverfahren (Anwendung der Nachrechnungsrichtlinie) angewendet werden. Als unterste Stufe soll die Brückenklasse 60/30 (DIN 1072) erreicht werden. In diesem Fall wird aber die Restnutzungsdauer eingeschränkt und ein Ersatzneubau in die weitere Planung mit einbezogen. Gelingen auch diese Nachweise in die Brückenklasse 60/30 nicht, sind Kompensationsmaßnahmen vorzusehen, die aus einer Verkehrsbeschränkung (Beschränkung der zulässigen LKW-Gewichte, Überholverbot für LKW, Einziehung von Spuren) oder aus der



Einstufung in eine höhere Überwachungsklasse (kürzere Prüfungsintervalle oder Bauwerksmonitoring) bestehen können.

Im Ergebnis der Nachrechnung erfolgt eine Bewertung mittels der Einstufung in eine der Nachweisklassen A – C. Bei Nachweisklasse C oder bei Unterschreitung des gewählten Ziellastniveaus werden Ertüchtigungsmaßnahmen oder Nutzungseinschränkungen festgelegt. Aus der Nachrechnung ergeben sich Hinweise auf die Erfordernis von baulichen Maßnahmen zur Erreichung des angestrebten Ziellastniveaus (z.B. LM 1).

Auf der Basis der festgestellten Defizite des Bauwerkes entscheidet die Straßenbauverwaltung über die Anfertigung einer Machbarkeitsstudie zur Bauwerksertüchtigung. Diese umfasst neben einer skizzenhaften Darstellung auch eine Kostenschätzung der Ertüchtigung. Parallel dazu werden die Kosten für einen Ersatzneubau abgeschätzt.

## **2.2. Kriterien für die Entscheidung „Ertüchtigung oder Neubau“**

Zur Bewertung der Kosten einer Ertüchtigung für eine Restnutzungsdauer in Abgrenzung zu einem Ersatzneubau ist bei deutschen Fernstraßen die „Richtlinie zur Durchführung von Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen im Rahmen von Instandsetzung - / Erneuerungsmaßnahmen bei Straßenbrücken“ (RI-WI-BRÜ) [10] heranzuziehen.

Diese Richtlinie ist bei Baumaßnahmen mit Kosten von mehr als 3,0 Mio. EUR anzuwenden. Sie dient als Entscheidungshilfe bei

- der Abwägung Erneuerung oder Instandsetzung,
- der Abwägung verschiedener Varianten der Instandsetzung,
- der Abwägung verschiedener Varianten der Erneuerung die sich z.B. durch Bauverfahren oder Bauweise unterscheiden.

Die Wirtschaftlichkeitsrechnung beruht auf angenommenen Nutzungsdauern für die verschiedenen Maßnahmen, um nicht nur die Baukosten sondern auch alle Folgekosten (Zweitmaßnahmen) der möglichen Maßnahmen berücksichtigen zu können. In einer Matrixstruktur werden vorausgehend weitere Beurteilungsgrößen wie Fragen des Umweltschutzes und der baulichen Verkehrsführung berücksichtigt, um eine realitätsnahe Planungs- und Entscheidungsgrundlage zur Verfügung zu stellen [10].

Bei dem Verfahren werden die Summen von kapitalisierten Baukosten, kapitalisierten Unterhaltungskosten sowie dem kapitalisierten Restwert am Ende des Bewertungszeitraums des vorhandenen Bauwerks addiert und verglichen.

Ergänzend dazu werden die Varianten nach ingenieurbautechnischen Gesichtspunkten, verkehrsplanerischen Gesichtspunkten, im Hinblick auf Umweltschutzaspekte und bezüglich ihrer Durchführbarkeit bewertet. Abschließend kann eine Empfehlung unter Berücksichtigung der monetären und nichtmonetären Aspekte gegeben werden, aus der die konkreten Maßnahmen für das Bauwerk abgeleitet werden können.

### 2.3. Erste Ergebnisse von Nachrechnungen

Haveresch berichtete auf dem deutschen Brückenbautag 2013 über die ersten Ergebnisse von Nachrechnungen in Nordrhein-Westfalen [8]. Mit der statischen Nachrechnung in den Stufen 1 und 2 werden in Nordrhein-Westfalen Ingenieurbüros beauftragt. Die Ergebnisse von etwa 100 Nachrechnungen lagen dem Bericht zugrunde. Nach Durchführung der Bearbeitungsstufe 1 erfolgt eine Vorstellung beim Baulastträger. In NRW hat sich gezeigt, dass nachfolgend beschriebene Brückentypen grundlegende Defizite aufweisen, sodass praktisch keine Möglichkeit besteht, diese mit vertretbarem Aufwand zu erhalten.

- Brücken mit geringerer Brückenklasse als BK 60
- Hohlkörperplatten
- Spannbetonbrücken vom System Schreck
- Verbundbrücken mit filigranen Stahlbauteilen
- Verbundbrücken mit dünnen Fahrbahnplatten
- Stahlbrücken mit orthotropen Fahrbahnplatten, die die aktuellen konstruktiven Mindestanforderungen nicht annähernd erfüllen
- Schlanke Spannbetonbrücken mit sehr dünnen Stegen.

Im Gegensatz dazu sind manche kleinen, erdüberschütteten Bauwerke von der Erhöhung der Belastung durch den Verkehr kaum betroffen.

Bei Betonbrücken zeigen sich in der Bearbeitung der Stufe 1 häufig Defizite bei folgenden Nachweisen

- Biegung mit Längskraft bei sehr schlanken Überbauten
- Querkraft mit und ohne Torsion
- Ermüdung
- Mindestbewehrung
- Betondeckung
- Dekompression
- Gurtanschlüsse
- Querbiegung von Stegen bei Kastenquerschnitten
- Fuge zwischen altem Überbau und Aufbeton bei kleinen Brücken

Bei älteren Spannbetonbrücken ist in der Regel eine Tragwerksverstärkung z.B. durch Externe Vorspannung sinnvoll. Angabegemäß lassen sich die so verstärkten Tragwerke gemäß Stufe 2 der Nachrechnungsrichtlinie meistens gut nachweisen. Besondere Probleme ergeben sich bei den Schubnachweisen, da im Eurocode die Bemessung auf der sicheren Seite liegend gegenüber der DIN 4227 verändert wurde. Hier gelingt der Nachweis nur durch Rückgriff auf die letzte Fassung der DIN 4227 Abschnitt 12, sodass entsprechende Nachweismöglichkeiten in den DIN Fachbericht 102 aufgenommen werden müssen.

Ein weiteres Problem besteht bei älteren Spannbetonbrücken in den zum Teil ungeeigneten Bewehrungskonstruktionen zur Aufnahme von Schubkräften (nicht geschlossene Bügel). In solchen Fällen ist eine Verstärkungsmaßnahme wirtschaftlich meist nicht vertretbar.

Auf andere Bauweisen wie Verbundbrücken wird im Rahmen dieser Veröffentlichung nicht eingegangen.

Laut [3] schätzt das BMVBS den Bedarf für die Erhaltung der Bundesfernstraßen bis zum Jahr 2025 auf jährlich 3,0 Mrd EUR ein, wobei der Anteil für Brücken und andere Ingenieurbauwerke von zunächst 30% ansteigend auf 45% abgeschätzt wird.

Die Difu Studie weist im kommunalen Bereich einen Ersatzbedarf an Brücken im Wert von 10,7 Mrd EUR bis 2030 aus, was einen jährlichen Investitionsbedarf von 630 Mio. EUR bedeutet [4].



### 3. 2 Beispiele

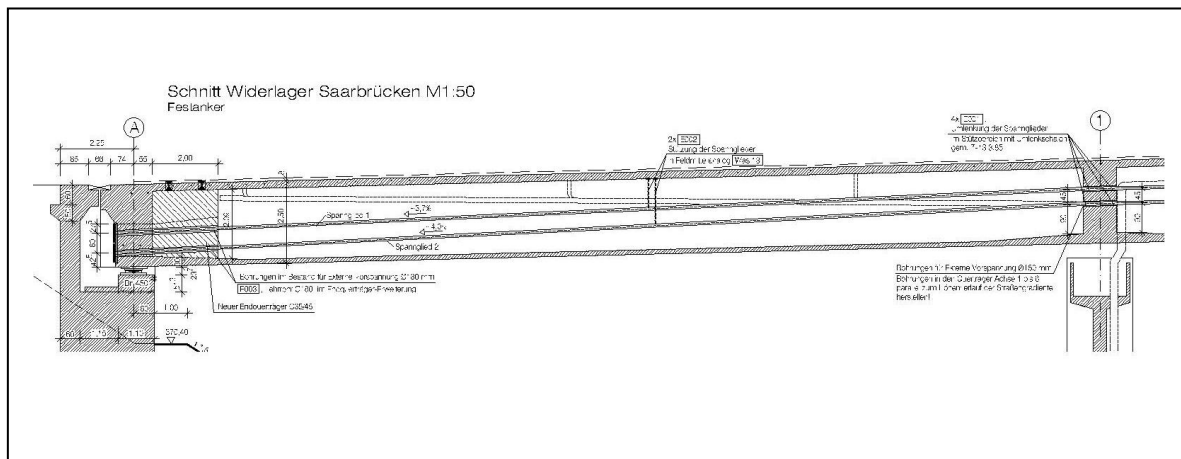
#### 3.1. Beispiel 1: BW 1306

Das BW 1306, die „Talbrücke Braunshausen“, überführt die BAB A1 über das Tal des Münzbachs bei Braunshausen. Die Brücke besteht aus zwei Teilbauwerken, die jeweils auf eigenen Unterbauten stehen. Der Überbau der Talbrücke Braunshausen ist 228,40 m lang.

Das Tragsystem des Überbaus besteht aus einem 7-feldrigen Hohlkasten mit verkürzten Endfeldern. Die Brücke wurde 1975 erbaut. Die beiden Überbauten bestehen jeweils aus längs- und quer vorgespannten Spannbetonhohlkästen. Die Konstruktionshöhe der Hohlkästen beträgt 2,5 m. Trotz des vergleichsweise jungen Alters von 30 Jahren wies die Brücke erhebliche Schäden an ihrer Oberseite und insbesondere am Belag auf, die eine Instandsetzung der Brücke notwendig machten. Bauzeitbedingt bestand an der Brücke die Koppelfugenproblematik.

Die Nachrechnung des Bauwerkes ergab, dass der Überbau für die Lasten der Brückenklasse 60/30 nach DIN 1072 (12/1985) ausreichend tragfähig ist und die zulässigen Spannungen für den Beton und Spannstahl entsprechend DIN 4227 (7/1988) eingehalten sind.

Nach eingehenden rechnerischen Untersuchungen wurde zur Sanierung der Koppelfugen eine externe Vorspannung mit 6 Spannmitgliedern geplant und ausgeführt.

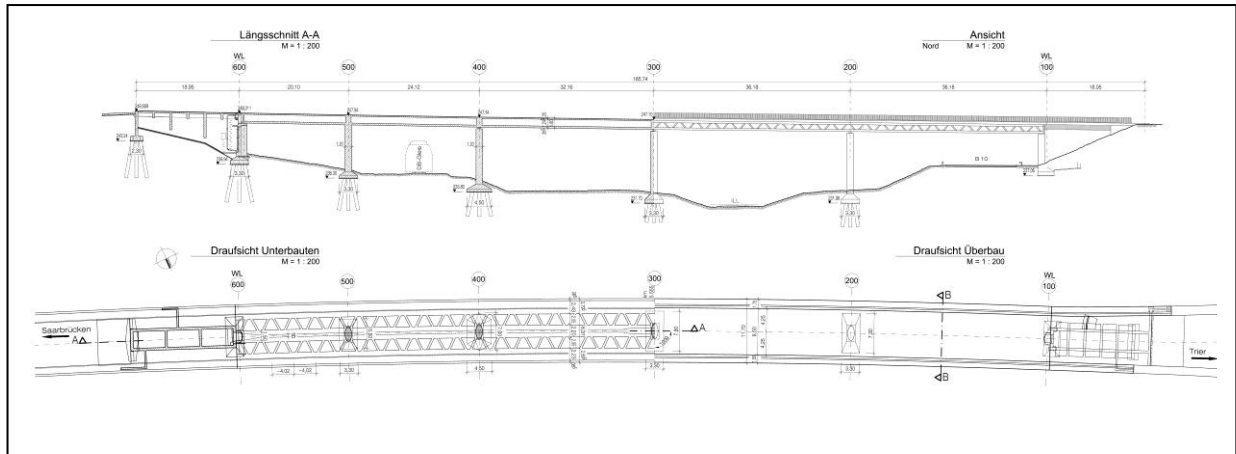


**Bild 7:** Schnitt durch das Überbauendfeld; Spanngliederführung der externen Vorspannung im Endfeld sowie Endverankerung

#### 3.2. Beispiel 2: BW 334 TBW 2

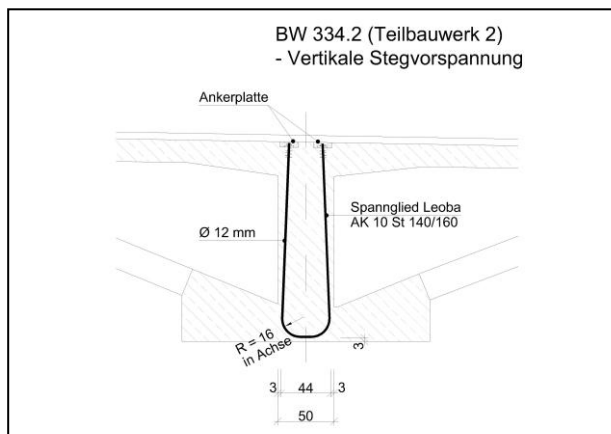
Das Bauwerke 334, die „Illtalbrücke“ im Zuge der BAB 1 über die B 10, besteht aus zwei Teilbauwerken (TB), die in den Jahren 1963 und 1974 realisiert wurden.

Das ältere Teilbauwerk 2 unter der Richtungsfahrbahn Saarbrücken, weist eine Gesamtlänge von 148,74 m auf. Der Überbau des TB 2 wird aus einem vorgespannten Doppel T-förmigen Stahlbetonbalken gebildet, der zusätzlich auf beiden Seiten des Steges räumlich Fachwerkdigonalen besitzt, die ihre Hauptfunktion in der Unterstützung der Fahrbahnplatte ausüben und zusätzlich durch die in Längsrichtung erfolgte Neigung eine gewisse Biegesteifigkeit erzeugen. Die Bauwerkshöhe verläuft über alle Felder mit konstant 1,80 m. Die Einzelspannweiten in Richtung Trier ergeben sich zu 20,10 – 24,12 – 32,16 – 36,18 – 36,18 m. Der Überbau ist in Längs- und Querrichtung und vertikal jeweils beschränkt vorgespannt.



**Bild 8:** Ansicht / Schnitt und Grundriss von Bauwerk 334 Teilbauwerk 2

Als besonders problematisch erwies sich die Vertikalvorspannung im Mittelsteg, die eingehender untersucht wurde. Dazu wurden vom IZFP Kalibrierungsversuche im Labor durchgeführt und Messungen im Feld [11]. An Spannstählen wurden Laboruntersuchungen durchgeführt, um Schädigungen wie Risse und Korrosionsabtrag nachzuweisen. Die Spannstähle lagen dabei in unterschiedlichen Ausführungen vor: als freie Stäbe, im Hüllrohr verpresst und mit Betonummantelung. Zusätzlich waren sie mit unterschiedlichen Tiefen Testfehlern versehen. Für die Untersuchungen wurden Ultraschall Impuls-Echo- als auch Transmissionsmessungen durchgeführt. Dabei kamen Ultraschallstabwellenmoden zum Einsatz, die mit elektromagnetischen Ultraschallwandlern erzeugt und abgegriffen wurden. Alternativ wurde auch mit einer Hammerschlaganregung gearbeitet. Die aussagekräftigsten Ergebnisse lieferten niederfrequente Ultraschall-Transmissionsmessungen mit einer Arbeitsfrequenz von 40 kHz. Zur Verbesserung der Signalqualität wurden die Empfangssignale zusätzlich numerisch gefiltert. Eine Unterscheidung zwischen geschädigte und fehlerfreie Spannstähle war damit möglich.



**Bild 9:** Vertikalvorspannung im Mittelsteg

Zusätzlich zu den Laboruntersuchungen wurden auch Vorortmessungen an den Spannstählen eines Brückenbauwerkes durchgeführt. Es kam sowohl die niederfrequente Ultraschall-Transmissionsmessung als auch die Hammerschlaganregung zum Einsatz. Dabei konnten allerdings die Ergebnisse der Laboruntersuchungen nicht reproduziert werden, so dass die Vorortuntersuchungen nur eine eingeschränkte Aussagekraft besitzen. Bei der Öffnung der Verankerungsstellen wurde festgestellt, dass diese vollständig durchgerostet waren, sodass ein Neubau der Brücke erforderlich wird.

## References

- [1] Handelsblatt 15.01.2014 „neuer Rekord alter Streit“
- [2] Naumann „Brücken und Schwerverkehr eine Bestandsaufnahme“, Tagungsband 18. Dresdener Brückenbausymposium 2009
- [3] Bundesminister für Verkehr (HRSG) “Strategie zur Ertüchtigung von Straßenbrücken im Bestand der Bundesfernstraßen”
- [4] Deutsches Institut für Urbanistik (HRSG) Kommunale Brücken, Zustand und Erneuerungsbedarf
- [5] Brit Colditz Brückenertüchtigung – eine notwendige Voraussetzung für ein zuverlässiges Fernstraßennetz 23. Dresdener Brückenbausymposium 2013
- [6] INTRAPLAN, BVU Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen 2025. Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben Nr 96.0857/2005 des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, berlin 2007
- [7] Naumann „Brücken und Schwerverkehr, - Strategie zur Ertüchtigung des Brückenbestands in Bundesfernstraßen“ Der Bauingenieur Band 85 Mai 2010
- [8] Dr.-Ing. Karlheinz Haveresch “Praktische Erfahrungen aus der Nachrechnung von Straßenbrücken und Schlussfolgerungen für die Normungsarbeit” Tagungsband 23. Dresdener Brückenbausymposium 2013
- [9] Richtlinie zur Nachrechnung von Straßenbrücken im Bestand (Nachrechnungsrichtlinie) Ausgabe Mai 2011, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Abteilung Straßenbau (Hrsg) Bonn 2011
- [10] Richtlinie zur Durchführung von Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen im Rahmen von Instandsetzung - / Erneuerungsmaßnahmen bei Straßenbrücken“ (RI-WI-BRÜ), Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Abteilung Straßenbau (Hrsg) Bonn 2004
- [11] IZFP Prüfbericht zur „Untersuchung an Spannstählen in einem Brückenbauwerk 2013“