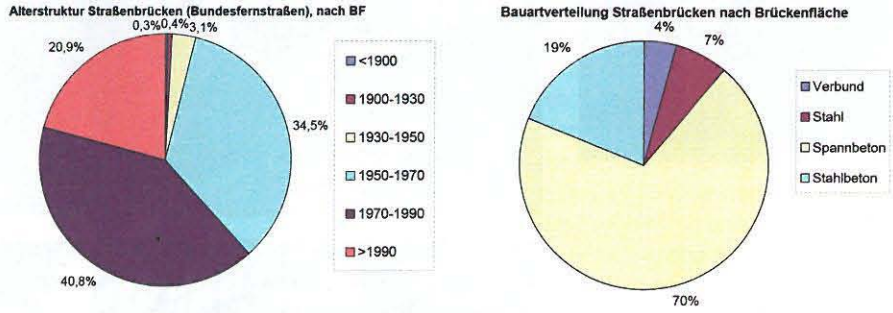
Chancen für den Stahlbrückenbau

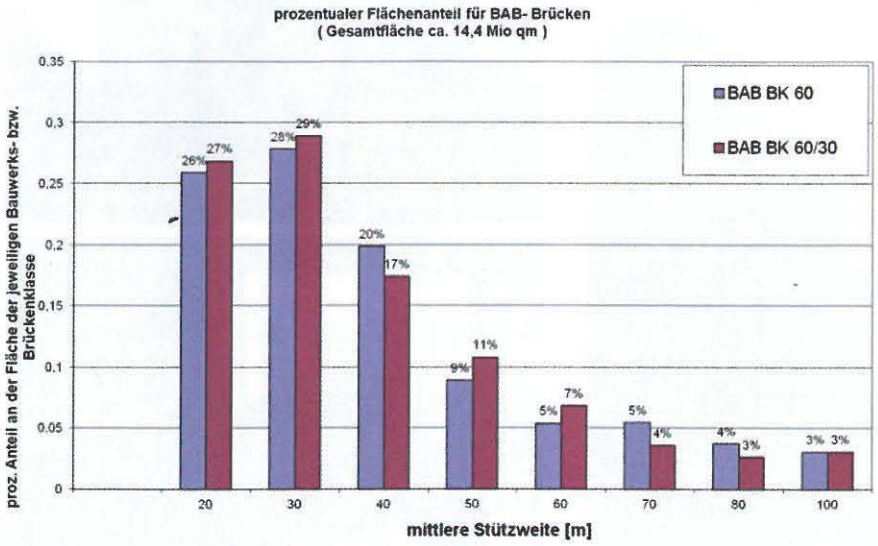
Infrastruktur. Allein in Deutschland beträgt die Gesamtzahl der Brücken im Netz der Autobahnen und Bundesstraßen etwa 38.000 – bei einer Brückenfläche von ca. $29 \cdot 10^6$ m².

Das Anlagevermögen allein für diese Bauwerke wird auf 40 bis 50 Milliarden Euro geschätzt. Hinzu kommt etwa noch einmal die gleiche Anzahl von Straßenbrücken in Städten und Gemeinden. In Österreich wird die Situation wohl vergleichbar sein – natürlich um etwa den Faktor 10 reduziert.

Bei den Brücken des Autobahn- bzw. Bundesfernstraßennetzes dominieren Spannbetonbauwerke. Hinsichtlich der Stützweiten ist für diese Bauwerke typisch, dass diese in überwiegender Anzahl mehr als 30 m betragen. Eine zukunftstaugliche und leistungsfähige Transportinfrastruktur ist wesentlich für die Wettbewerbsfähigkeit eines Wirtschaftsraumes. Entsprechend wurde 2006/07 für Deutschland in einem umfassenden Projekt überprüft, wie sich die permanenten Erhöhungen der Straßenverkehrslasten der vergangenen Jahre und die diskutierte Zulassung von 60-Tonnen-Lkw (road-train) auf die Tragfähigkeit der vorhandenen Brückenbauwerke in den Autobahnen und Bundesfernstraßen auswirken.



Baujahr- und Bauartenverteilung der Straßenbrücken im Zuge der Autobahnen und Bundesfernstraßen



Stützweiten der Straßenbrücken im Zuge der Autobahnen und Bundesfernstraßen

Quellen: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) bzw. Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt, beide Deutschland)

Als Ergebnis dieser Untersuchungen war zu verzeichnen, dass insbesondere für mehrfeldrige Bauwerke im Stützweitenbereich von 40 m bis 60 m bereits ohne „road-train" erhebliche Defizite hinsichtlich des normativen Sicherheitsniveaus aufgrund der in Anzahl und Höhe permanent gestiegenen Lkw-Lasten zu verzeichnen sind. In der Konsequenz wurden in einem schnellen Entscheidungsprozess folgende zwei Maßnahmen vom deutschen Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) gemeinsam mit den zuständigen Behörden der Länder beschlossen:

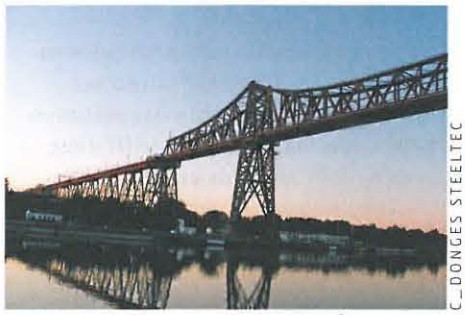
1. Erhöhung des Bemessungslastbildes – zur Vermeidung einer Unterbemessung neu zu errichtender Brückenbauwerke
2. Erarbeitung einer Nachrechnungsrichtlinie – zur einzelfallbezogenen Quantifizierung der Tragsicherheit und Restnutzungsdauer sowie Priorisierung von notwendigen Ertüchtigungen bzw. Ersatzneubauten

Keine Reserven

Die bestehenden Stahlbrücken sind von dieser Entwicklung nicht ganz so ausgeprägt wie die Spannbetonbauwerke betroffen, da die stählernen Durchlaufträger etwas größere Redundanzen aufweisen und vor allem im besonders betroffenen Stützweitenbereich nur einen geringeren Anteil der vorhandenen Bausubstanz ausmachen. Trotzdem weisen die in den 1960er und 1970er Jahren meist mit dem Ziel des minimalen Materialeinsatzes realisierten Stahlüberbauten vor allem folgende systematische Probleme auf:

▶ Die Querschnitte und dabei vor allem die Gurte wurden entsprechend dem Beanspruchungsverlauf sehr detailliert abgestuft. Das war zwar nach den damaligen Erfordernissen sinnvoll, bietet aber keinerlei Reserven bei späteren Lasterhöhungen.

Ersatzneubau der Windelbachtalbrücke im Zuge der A45 (Hessen) in Stahlverbundbauweise



C_DONGES STEELTEC

Beispielhafte Verstärkungsmaßnahmen für Fachwerke mit zusätzlichen Lamellen (hier an den Gerüstpfeilern der Eisenbahnhochbrücke Rendsburg)

▶ Die Stegbleche sowie die Bodenbleche von Hohlkästen wurden meist mit sehr geringer Blechdicke ausgebildet. Es war zwar ein Beulnachweis zu führen, aber die Beulabminderungskurven nach der damals gültigen Stabilitätsnorm DIN 4114 entsprachen nicht den heutigen. Vor allem war der Nachweis des knickstabähnlichen Verhaltens bis zu mehreren Einstürzen Anfang der 1970er Jahre nicht zu führen.

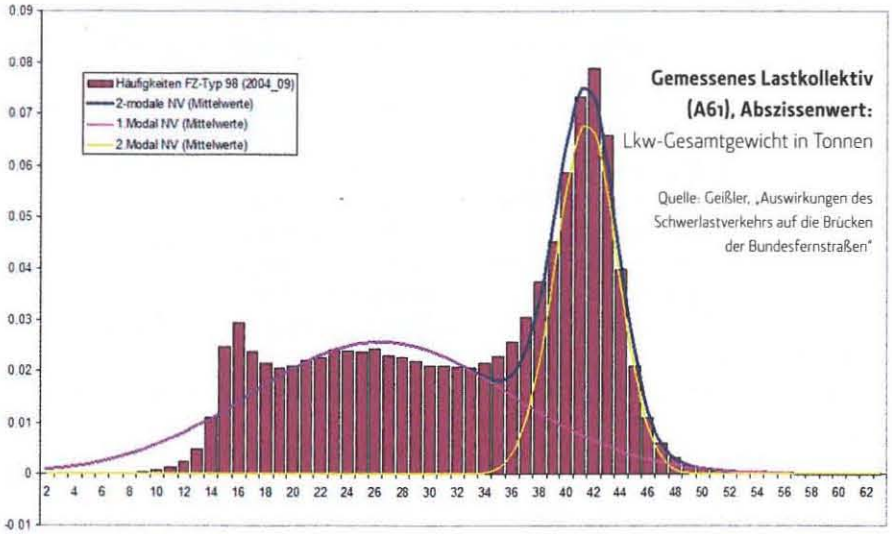
▶ Bis zur Einführung der DIN 18809 im Jahr 1987 wurde im Regelwerk auf Forderungen zur ermüdungsgerechten Ausbildung der Bauteile kein besonderer Wert gelegt. Daraus resultieren Probleme vor allem für die hinsichtlich Ermüdung direkt beanspruchten orthotropen Fahrbahnplatten. Diese wurden in den Anfangsjahren mit Längsrippen in verschiedenster Konstruktion (Flachsteifen, Wulstprofile, Sektkelchprofile etc.) ausgeführt und in den 1960er Jahren sogar noch manchmal an den Querträgern gestoßen. Die Fahrbahnbleche wurden häufig mit Dicken von 12 mm oder teilweise sogar nur 10 mm ausgeführt.

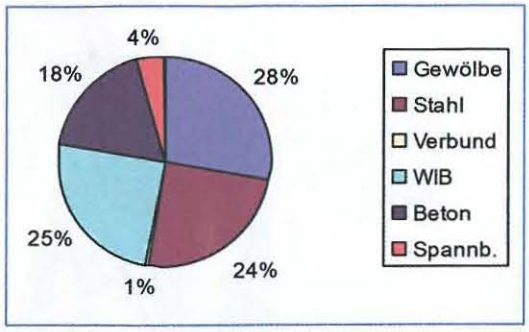
▶ Die Querverbände wurden bis ca. 1978 oft nur in sehr großen Abständen bis zu 20 m eingebaut und auch die Quersteifen häufig sehr schwach ausgebildet. Diese konstruktiven Schwachpunkte sind heute nur sehr schwierig zu ertüchtigen.

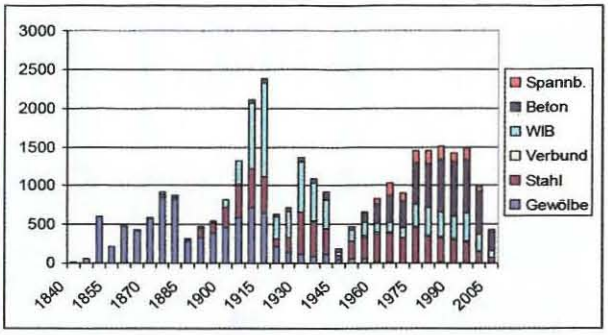
Wesentliche Vorteile für den Stahlbau

Eine Analyse der Möglichkeiten zum Umgang mit den betroffenen Bauwerken aller Bauweisen führt zu folgenden grundsätzlichen Maßnahmen:

1. **Ertüchtigung bis zum kurz- und mittelfristigen Ersatz**
2. **Ertüchtigung für eine größere Lebensdauer**
3. **Ersatzneubau**







Bauartenverteilung (allgemein bzw. nach Baujahr) der Brücken im Bereich der DB AG

In allen Varianten ist ein großes Potential für den Stahlbrückenbau zu verzeichnen. Für die beiden erstgenannten Punkte der „Ertüchtigung" trifft diese Aussage deshalb zu, da ein stählerner Brückenüberbau – unter der Voraussetzung der Schweißbarkeit des Stahls (die für Stahl etwa ab den 1940er Jahren fast durchweg gegeben ist) – oft eine gute Eignung zur Verstärkbarkeit aufweist. Eine Ausnahme bilden die filigran ausgebildeten orthotropen Fahrbahnplatten, die bei Schwerverkehr beispielsweise durch einen zusätzlichen lastverteilenden Aufbau entlastet werden können. Das konstruktive Problem der Ertüchtigung der Querverbände wurde bereits oben angeführt.

In der Variante des Ersatzneubaus ergeben sich wesentliche Vorteile für den Stahlbau:

- ▶ Unterbauten können oft bestehen bleiben, da der neue Stahl- bzw. Stahlverbundüberbau deutlich leichter ist als der vorherige (meist massive) Überbau, eventuell ist sogar ein breiterer neuer Überbau auf den vorhandenen Unterbauten möglich.
- ▶ Schnelle und flexible Bauweise durch den Stahlbau (s. Bild 5), besonders wenn man für die Fahrbahnplatte von Stahlverbundbrücken Fertigteile einsetzt.
- ▶ Gute Möglichkeiten zur späteren Verstärkbarkeit der Überbauten.

Eisenbahnbrücken

Im deutschen Eisenbahnnetz gibt es ca. 30.000 bis 35.000 Brücken – je nach Zählweise der Teilbauwerke. Es handelt sich dabei um eine große Anzahl älterer Bauwerke, die ihre normative Nutzungsdauer bereits erreicht haben. Über 40 % der Eisenbahnbrücken sind älter als 80 Jahre. Für den Bestand der Eisenbahnbrücken ist weiterhin typisch, dass ca. 95 % aller Tragwerke eine Stützweite kleiner als 30 m aufweisen.

Neben dem Ersatzneubau hat die Ertüchtigung der stählernen Eisenbahnbrücken eine zunehmend große Bedeutung. Grundsätzlich sind die folgenden Möglichkeiten zur Ertüchtigung einer Stahlbrücke zu unterscheiden:

- ▶ Verstärken von einzelnen Bauteilen
- ▶ Systemänderungen, Verlagerung von Verbänden
- ▶ Nachträgliche externe Vorspannung
- ▶ Ersatzneubau von Teilbauwerken

Bei der Querschnittsverstärkung ist zu beachten, dass die Stahlbauarbeiten zur Ertüchtigung der stählernen Bauteile bzw. Bauwerke sehr kleinteilig und detailaufwändig sein können. Nicht schweißbare Bauteile werden meist mit Passschraubverbindungen durch zusätzliche Bleche verstärkt. Die Kosten allein für die Stahlbauarbeiten liegen hier – verglichen mit einer Neubaumaßnahme – beim 5- bis 10-fachen Preis pro Tonne Baustahl. Hier nimmt der Stahlbaubetrieb eher eine Kalkulation über Stunden oder auch über die Zahl der Passschraubverbindungen vor. Besonders bei Fachwerkbrücken zeigt sich beim Anbringen von zusätzlichen Lamellen meist das schwierige Problem, vorhandene Knotenpunkte mit ihren aufwändigen Nietbildern zu überbrücken oder zu verstärken.

Wenn's um das Geld geht

Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Verkehrslasten insbesondere für die Straßenbrücken in den nächsten Jahren weiter steigen. Deshalb sollte es zum Grundsatz werden, flexible spätere Ertüchtigungsmaßnahmen durch bestimmte Konstruktionsregeln bereits in der Neubauplanung zu verankern. Das erfordert im Vorfeld der Bauwerksplanung eine klare Definition der Anforderungen für den Neubau bzw. Ersatzneubau hinsichtlich späterer Ertüchtigbarkeit. Eine derartige vorausschauende ingenieurtechnische Planung bedeutet übrigens auch eine direkte Beauftragung der Planung durch den Bauherrn.

Weiterhin sollte zukünftig das Kriterium „Bauzeit" monetär in die Ausschreibung einbezogen werden, da sich bei schnellerer Bauzeit immense volkswirtschaftliche Vorteile ergeben. Dieses Vorgehen würde Entwicklungen neuer, schnellerer Bauweisen unterstützen.

Karsten Geißler war bzw. ist u. a. Geschäftsführender Gesellschafter (Gründungspartner) der GMG-Ingenieurgesellschaft Dresden/Berlin, Mitglied des Deutschen Ausschusses für Stahlbau sowie Professor an der TU Berlin mit dem Fachgebiet Entwerfen und Konstruieren (Stahlbau)