

Chancen für den Stahlbrückenbau bei den Aufgaben zur Ertüchtigung der Infrastruktur



Prof. Dr.-Ing. Karsten Geißler, TU Berlin, FG Entwerfen und Konstruieren - Stahlbau

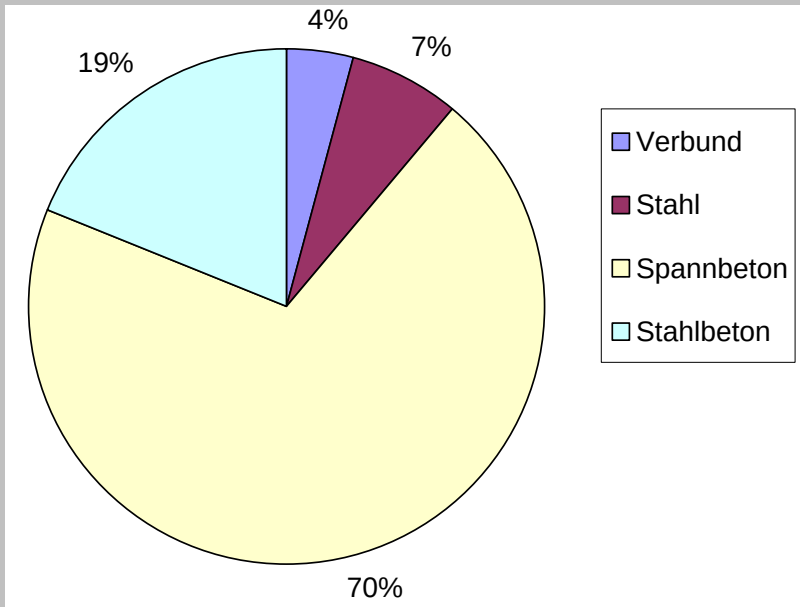
Straßenbrücken



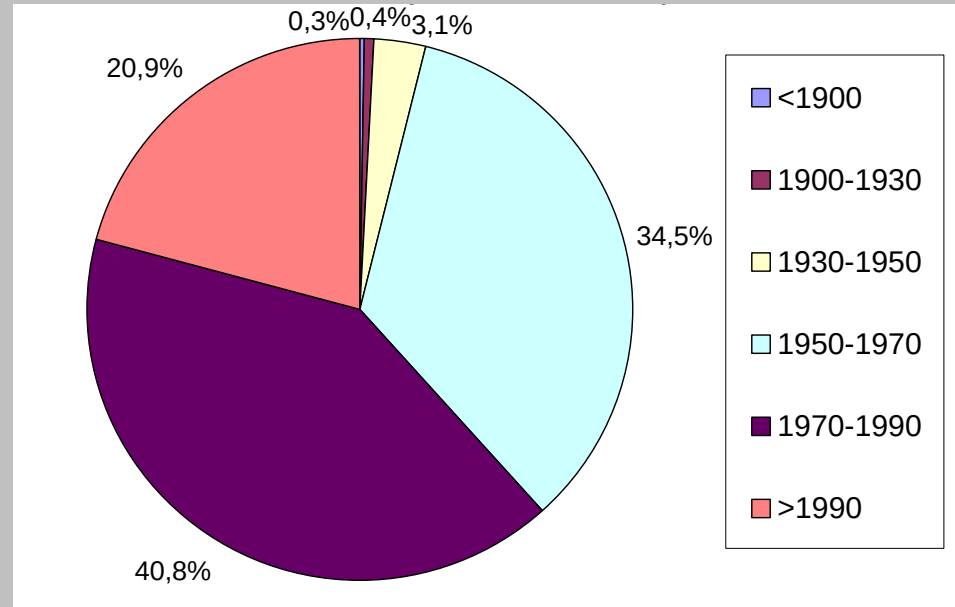
Eisenbahnbrücken



Brückenbestand im Zuge der BAB / Bundesstraßen in Dt.: ca. 38.000 Brücken



Aufteilung nach Bauart (n. BF)



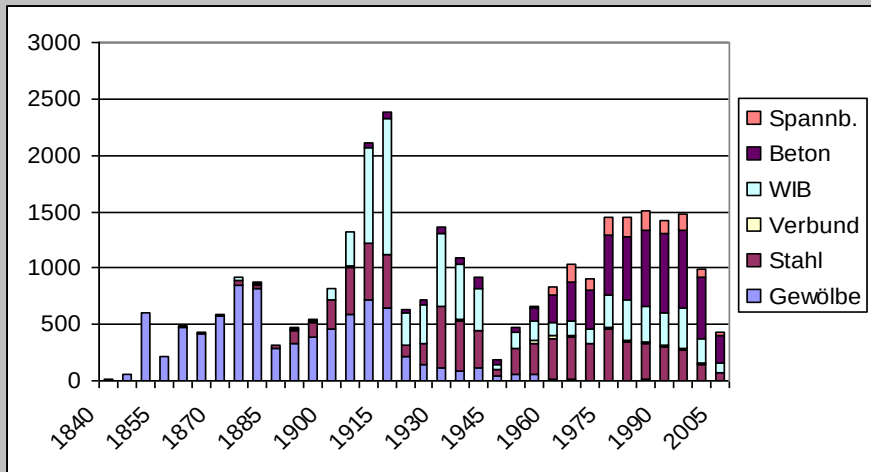
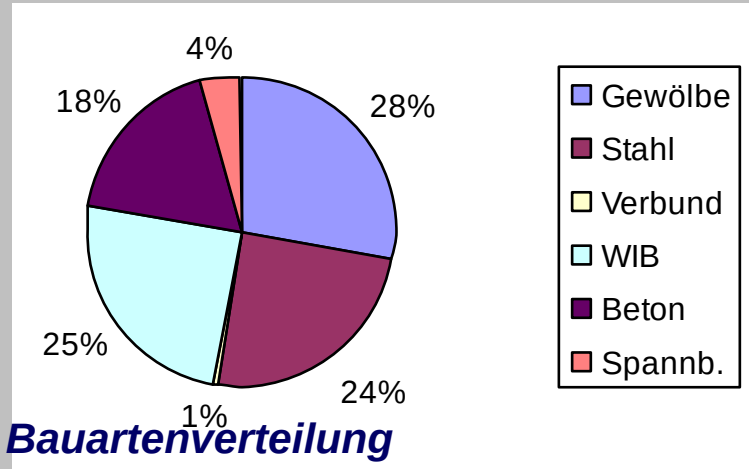
Aufteilung nach Baujahr

ca. 60% der Brücken sind jünger als 40 Jahre

Stahlbrücken sind i. d. R. die Großbrücken

innerstädtisch etwas andere Verteilungen (mehr ältere Bauwerke, mehr Stahlbrücken)

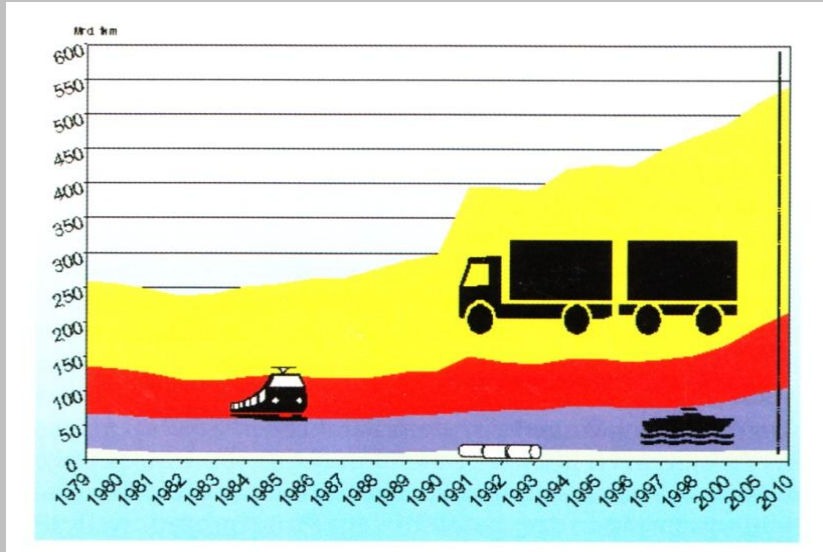
Brückenbestand DB Netz: ca. 35.000 BW



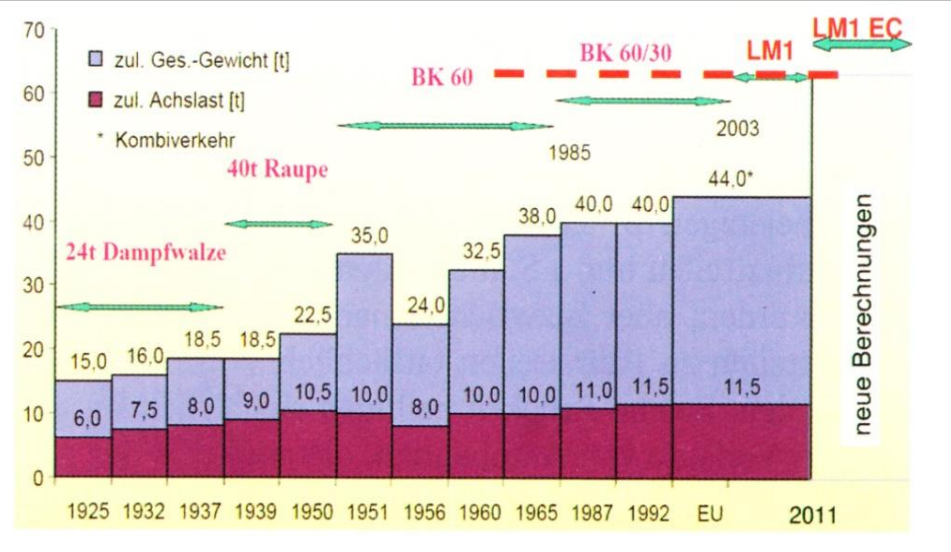
Alterstruktur ca. 50% der Bauwerke älter 80 Jahre

Ausgangssituation für Straßenbrücken

Wesentliche Ursache für Notwendigkeit der Brückenertüchtigungsmaßnahmen -
Stetige Steigerung der Anzahl und Höhe der Verkehrslasten



Entwicklung des Güterverkehrs in Deutschland
1980 - 2010, aus www.BMVBS.bund

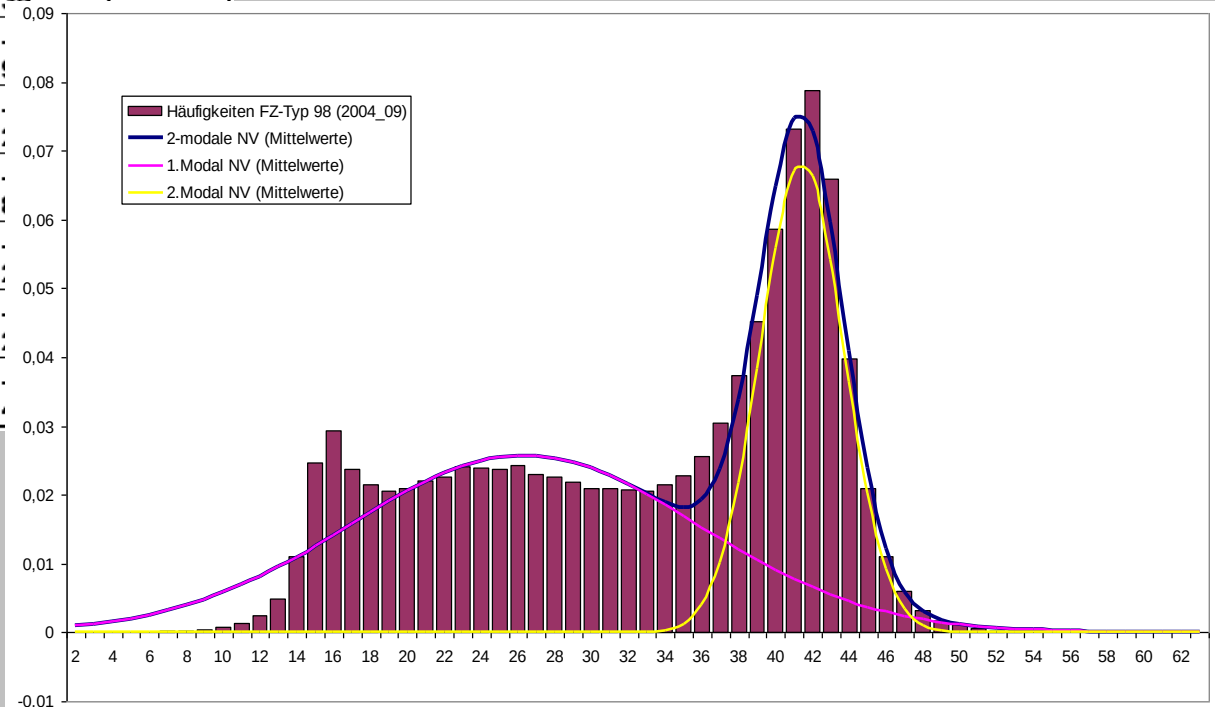


Entwicklung der zulässigen Gesamtgewichte
und Achslasten [Naumann]

Stetige Steigerung der Anzahl und Höhe der Verkehrslasten

FZ_TYP		Größen	Mittelwert A61	F(x)
8a leicht		$\mu 1$	5.96	5%
		$\sigma 1$	1.46	
8b schwer		$\mu 2$	9.17	11%
		$\sigma 2$	4.40	
33a leicht		$\mu 1$	19.03	12%
		$\sigma 1$	2.32	
33b schwer		$\mu 2$	20.84	16%
		$\sigma 2$	7.36	
41a leicht		$\mu 1$	27.1	5.1%
		$\sigma 1$	5.1	
41b schwer		$\mu 2$	41.1	3.1%
		$\sigma 2$	3.1	
97a leicht		$\mu 1$	15.1	1.1%
		$\sigma 1$	1.1	
97b schwer		$\mu 2$	21.1	5.1%
		$\sigma 2$	5.1	
98a leicht		$\mu 1$	25.1	9.1%
		$\sigma 1$	9.1	
98b schwer		$\mu 2$	40.1	2.1%
		$\sigma 2$	2.1	

Gemessenes Lastkollektiv A61 (2005)

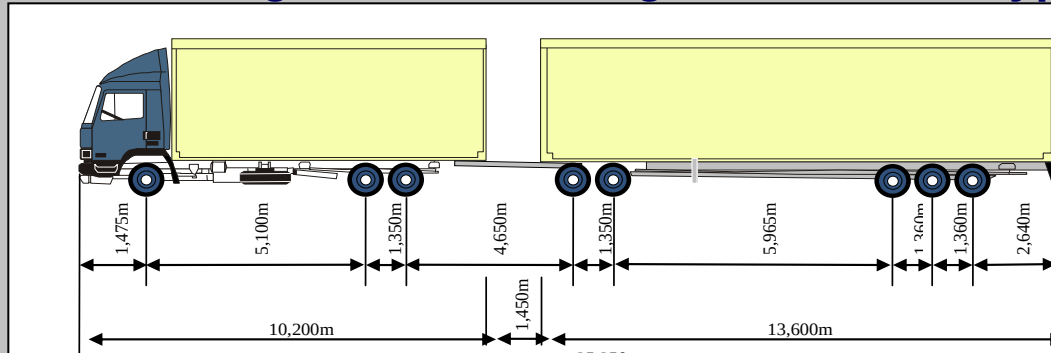


Ausgangssituation für Straßenbrücken

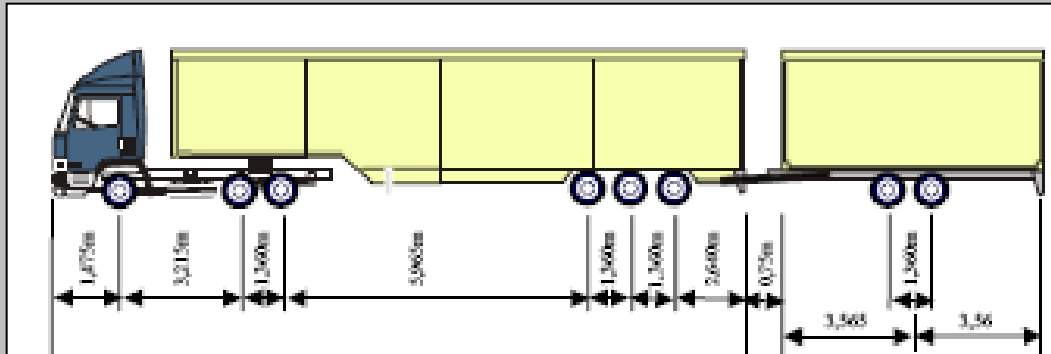
„road- train“ - Untersuchung der Auswirkungen von 3 Lkw-Typen (2006)

Typ 1 - 60t

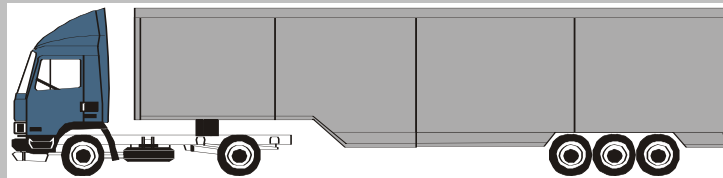
alternativ mit
40t und 48t



Typ 2 - 58t



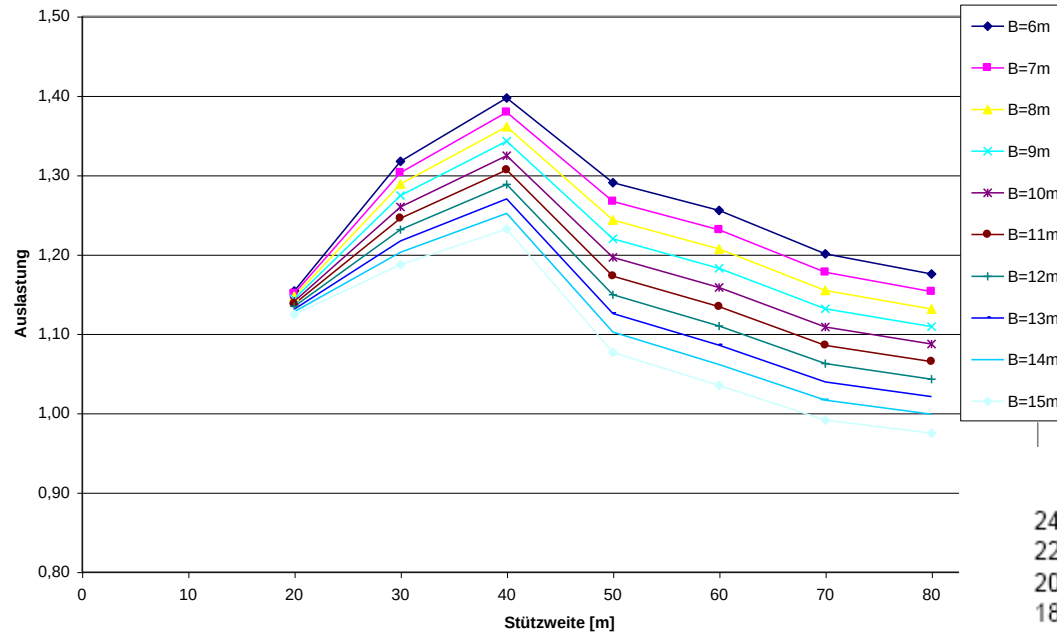
Typ 3 - 52t



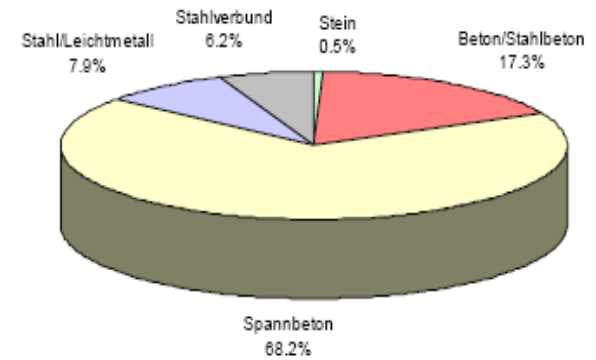
Standard-Lkw bei Erhöhung des
zulässigen Gesamtgewichtes
von 40t/44t auf 52t

Konsequenzen der Verkehrslasterhöhung in Bezug auf Brückenbestand

BK 60 - Auslastung infolge g+p+dT (p+dT : g = 50% : 50%)



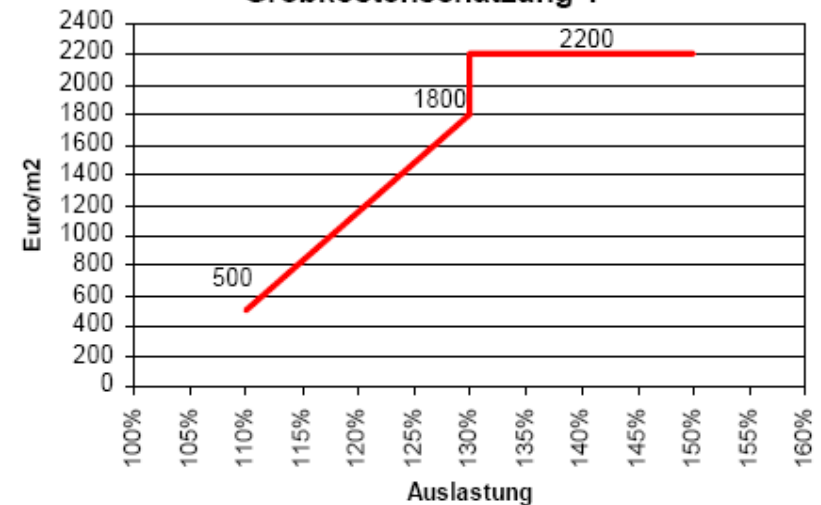
Bundesautobahn: Baustoffklasse (Fläche)



- Auslastung inf. Verkehr und Temp-diff.
- Anzahl in der jew. Bauweise
- Kostenannahme pro qm BF

➔ Ertüchtigungskosten für das Netz

Grobkostenschätzung 1



Ergebnisse des Projektes des BMVBS/ BAST

aus heutigem Verkehr resultieren für Brücken vor allem für Stützweiten 40 – 60 m höhere Beanspruchungen als nach Lastmodellen

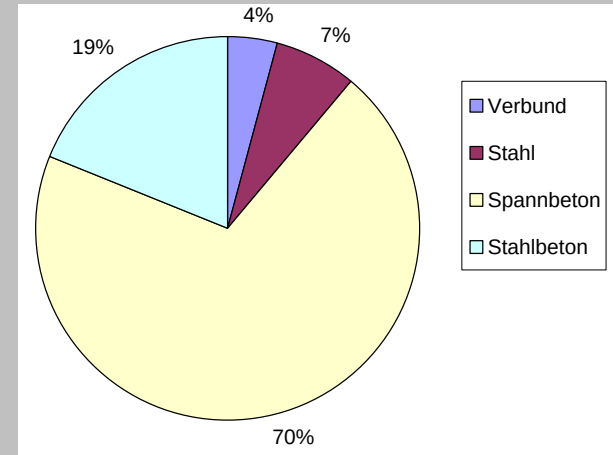
→ zwei wesentliche sofortige Konsequenzen durch BMVBS (2007) :

Maßnahme	Ziel
Anpassung der Einwirkungsnorm	Vorsorge (für aktuelle Neubauten)
Erarbeitung einer Nachrechnungsrichtlinie	Priorisierung der Ertüchtigung der Bestandsbauwerke

Ausgangssituation für Straßenbrücken

Stahlbrückenbau ist nicht so dramatisch betroffen

- flächenmäßiger Anteil Stahlbrücken im Netz der BAB und Bundesfernstraßen ca. 12 %
- davon viele Großbrücken
- innerstädtisch höherer Anteil
- stählerne Hauptträger oft guter Zustand, aber Bauteile in sehr filigraner Bauweise



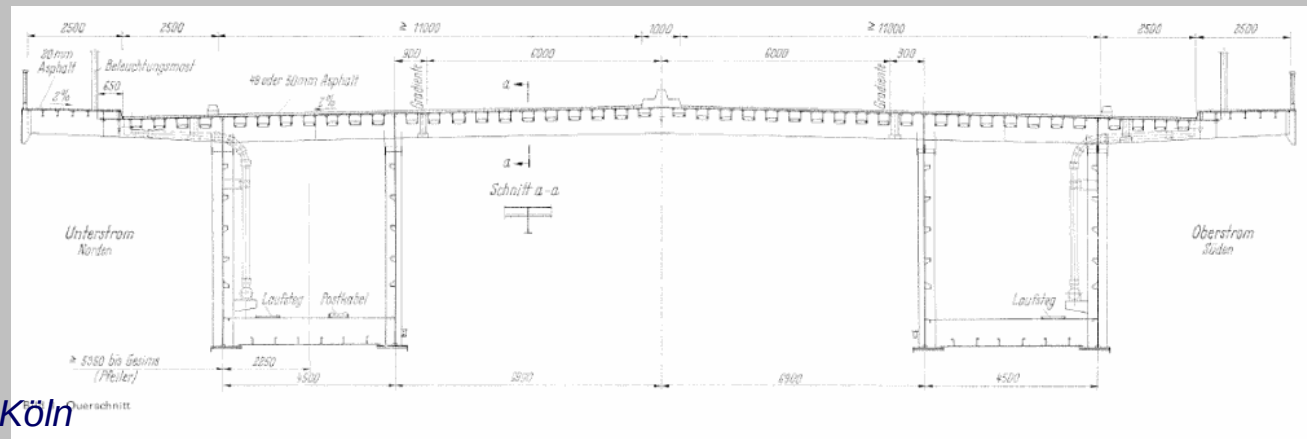
Zoobrücke über den Rhein in Köln

Stahlbrückenbau

Baujahre 1950 – 1980: Probleme wegen der meist sehr filigranen Bauweise

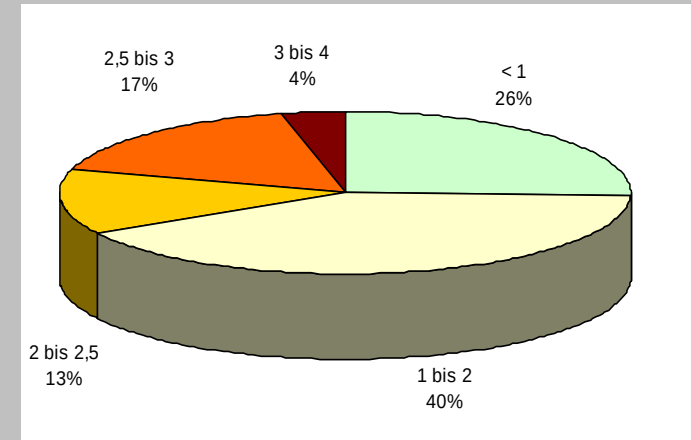
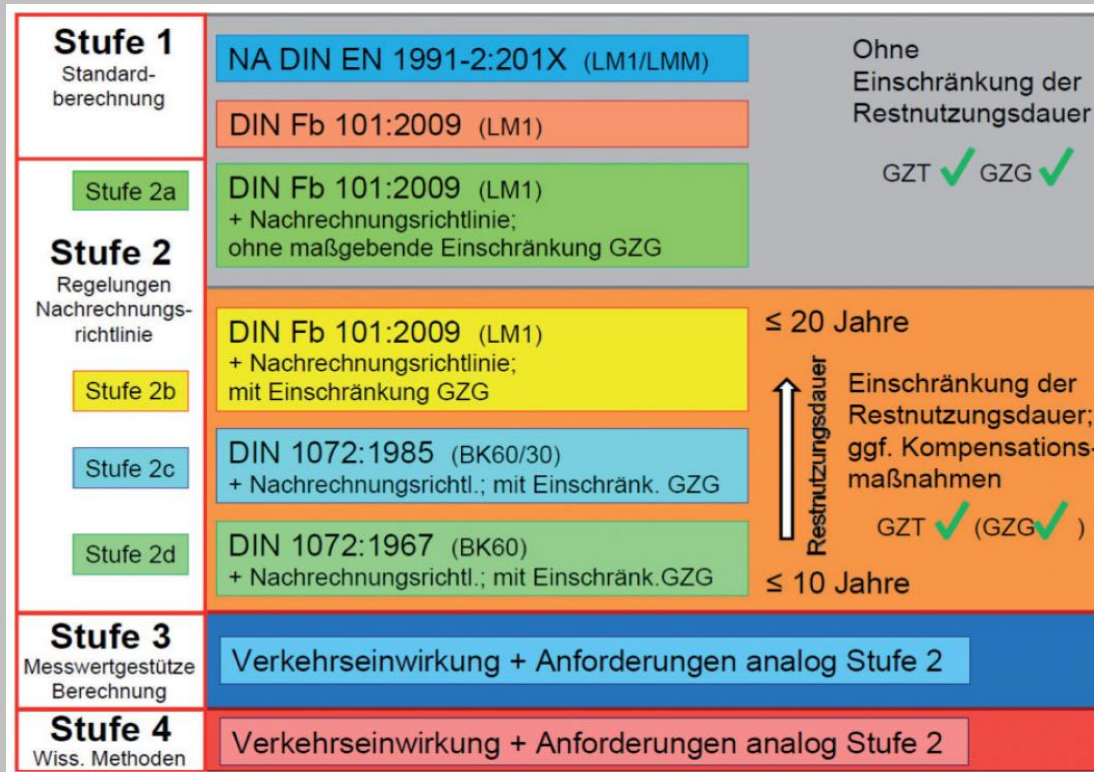
wesentliche Probleme → Fortschreibung der Stahlbrückenbau- Normen

- Beulen: DIN 4114 z. B. kein knickstabähnli. Verhalten (bis 1978 mit DAST-Ri 012)
- Quersteifen, Querverbände sehr filigran (bis 1978 mit DAST-Ri 012)
- Ermüdung, vor allem Bauteile der orthotropen Platte, z. B. Längsrippen in verschiedenster Ausbildung, Deckblech 10..12mm (bis 1987 mit DIN18809)
- Ermüdungsnachweise erst seit 2003 mit DIN-Fb
- Mindestdicken für Bauteile: mit ZTV-K76 bzw. DIN18809



ZooBrücke über den Rhein in Köln

- **Verstärkung nur der „zukunftsfähigen“ Bauwerke** mit guter Bausubstanz mit dem Ziel der Sicherstellung der Tragfähigkeit für ihre vorgesehene Restnutzungsdauer
- Bauwerke mit ungenügender Bausubstanz sind grundsätzlich zu ersetzen
- Entscheidung abhängig vom Erreichen des Ziellastniveaus (LM1 oder niedriger)



Brückenbestand der Bundesautobahnen nach Überbauzustandsnoten

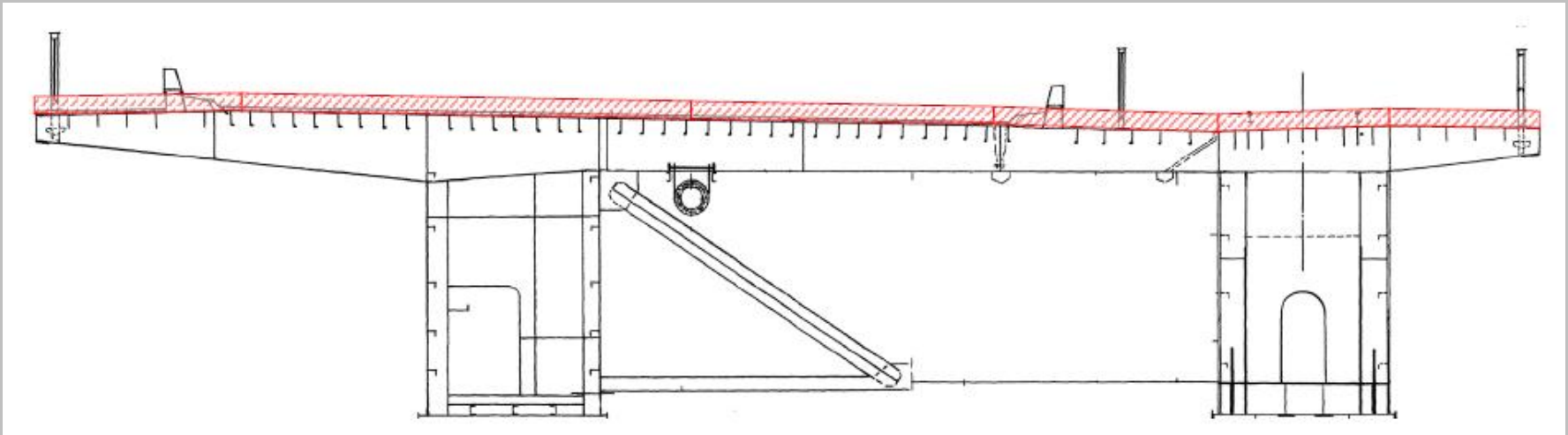
Strategie zur Nachrechnung der Brücken [Marzahn, G.]

Mögliche Maßnahmen für die Bauwerke mittlerer Größe und den Großbrücken im Bundesfernstraßennetz

1. Ertüchtigung bis zum kurz- und mittelfristigen Ersatz (bis 20 Jahre)
2. Ertüchtigung für eine größere Lebensdauer
3. Ersatzneubau

in allen Varianten großes Potential für den Stahlbrückenbau

1. Ertüchtigung bis zum kurz- und mittelfristigen Ersatz

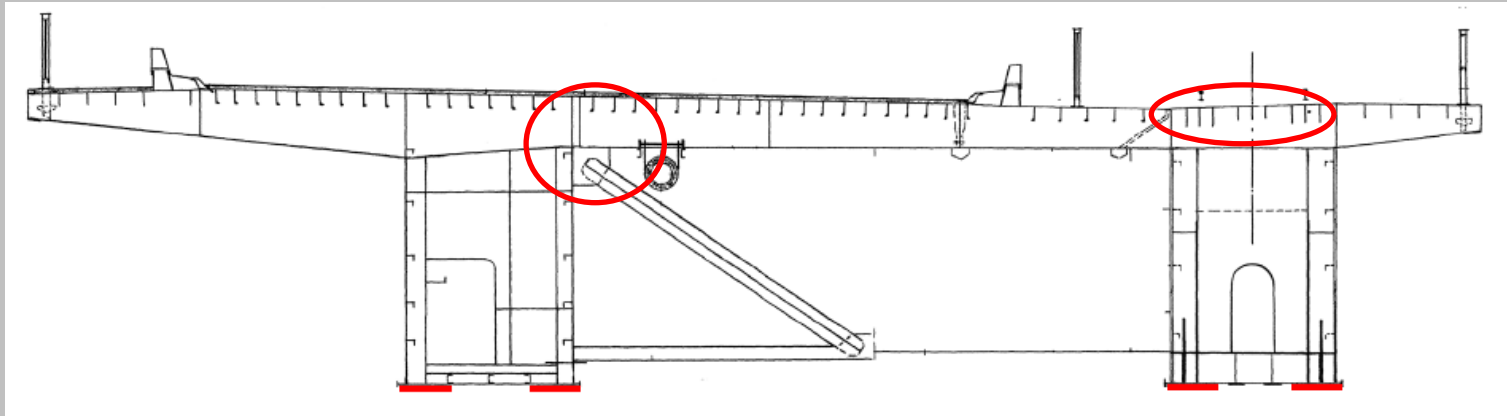


Lösungen zur Entlastung der orthotropen Fahrbahnplatte

2. Ertüchtigung für eine größere Lebensdauer



Mögliches Verstärkungskonzept Fehmarnsundbrücke



Möglichkeiten zur Ertüchtigung

Ertüchtigungsmaßnahmen Stahlbrücken – andere Prinzipien als für Neubau

Neubau

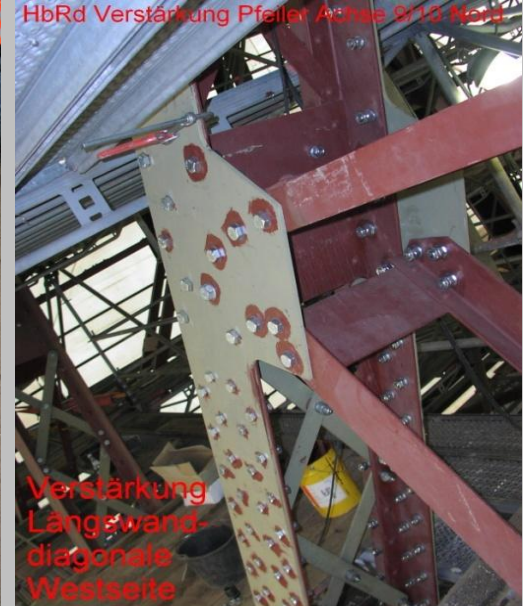


Nesselstalbrücke im Zuge der A4

Ertüchtigung



HbRd Verstärkung Pfeiler Achse 9/10 Nord



HbRd Verstärkung Pfeiler Achse 9/10 Nord

Verstärkung
Längwand-
diagonale
Westseite

Verstärkung Diagonalen einer Fachwerkbrücke durch aufgeschraubte Lamellen

3. Ersatzneubau

Chancen für den Stahlbau:

- Unterbauten können bestehen bleiben, bei evtl. sogar breiterem Überbau
- schnelle Bauweise durch Stahlbau, Verbundbrücken evtl. mit Fertigteilen
- flexible spätere Ertüchtigungsmaßnahmen



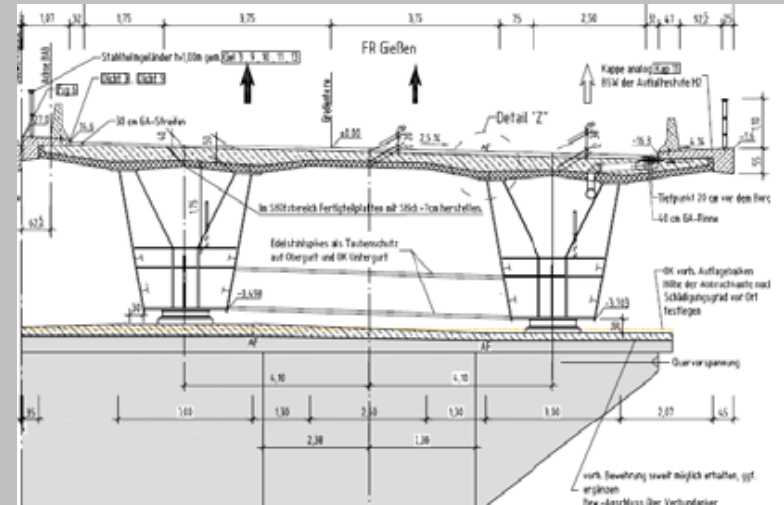
Bild: Donges Steeltec

Möglichkeiten zur Ertüchtigung – Ersatzneubau

Beispiel Windelbachtalbrücke i.Z.d. A45 (Hessen)



Bild: Donges Steeltec



Ersatzneubau – Chancen für den Stahlbau

flexible spätere Ertüchtigungsmaßnahmen
wegen voraussichtlich weiter steigender Verkehrslasten

Bauherrenaufgabe - diese Überlegungen schon in Neubauplanung einbeziehen (Nachhaltigkeit)

- durch bestimmte Konstruktionsregeln, z. B. Reserven für wichtige Detailpunkte
- robuste oder austauschbare Fahrbahnplatten
- bedeutet Beauftragung der ingenieurtechnischen Planung durch Bauherrn



- **Notwendigkeit von Forschungsprojekten** zum Thema
Brückenertüchtigung über den DAST in Abstimmung mit BMVBS / BAST
- Einführung von über die technischen Regeln hinausgehenden
stahlbauspezifischen Lösungen mit Hilfe von **DAST- Richtlinien**,
z.B. zu Verbundbrücken mit Ganzfertigteilen,
neuartigen Verbindungen ...

Unterstützung des DAST / DSTV – Erwartungen an die Behörden

- Einbezug des Kriteriums „Bauzeit“ in die Ausschreibung

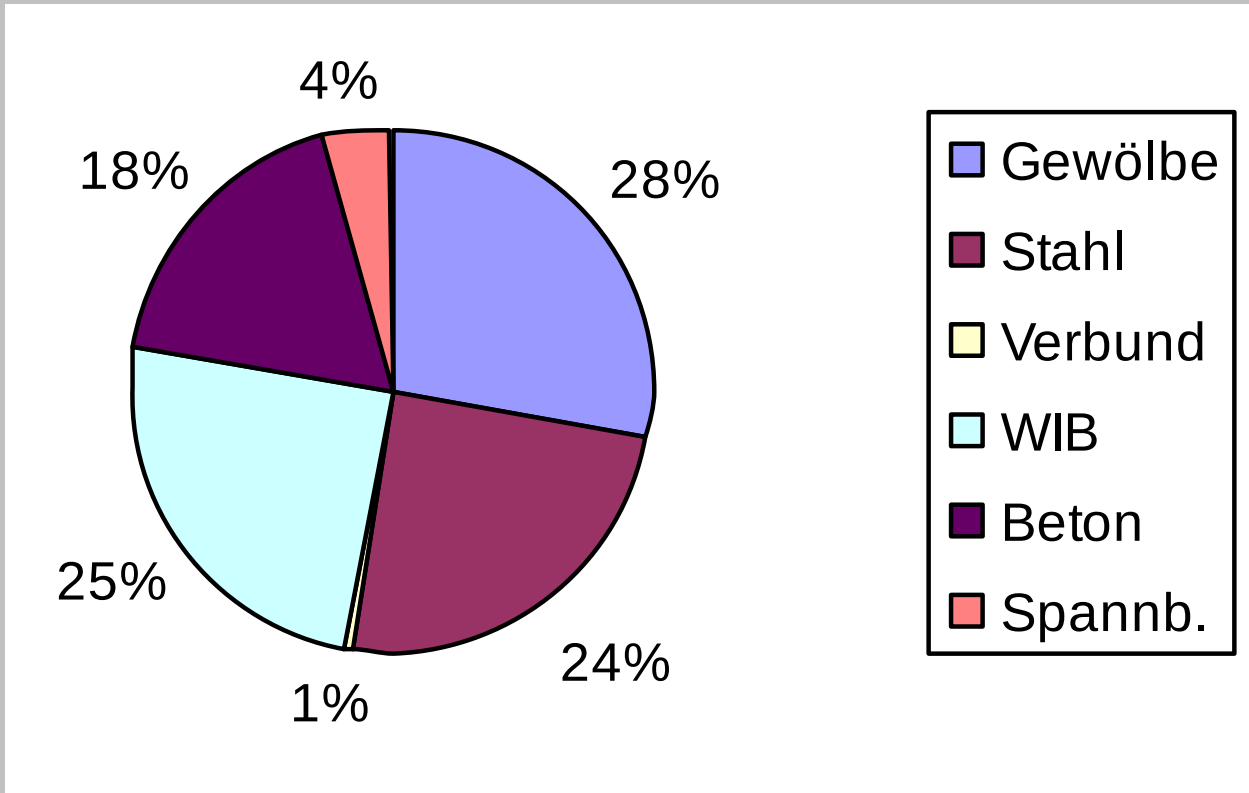


- Klare Definition der Anforderungen als **Entwurfsziele** für den Neubau / Ersatzneubau **hinsichtlich späterer Ertüchtigbarkeit**



Ausgangssituation für Eisenbahnbrücken

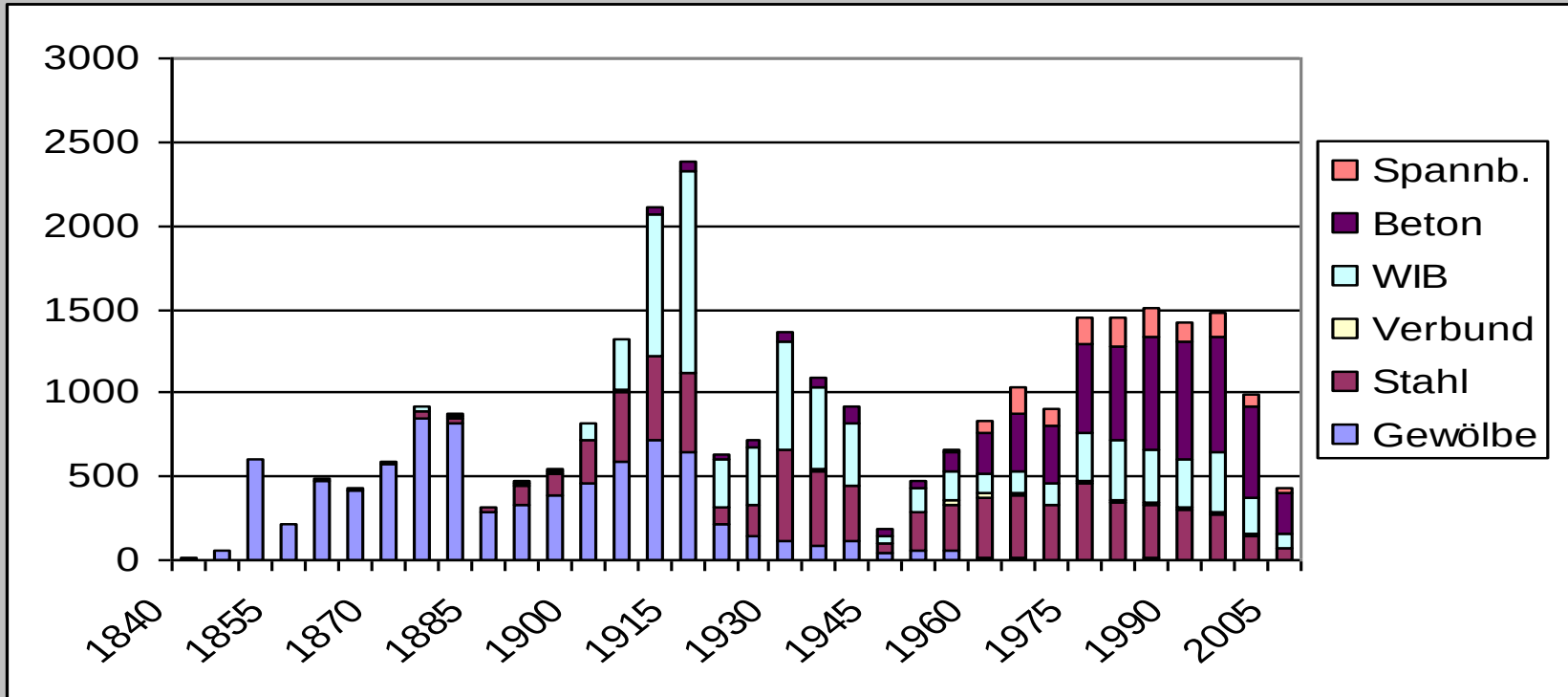
DB Netz: Gesamtbestand ca. 35.000 Brücken



Bauartenverteilung

Ausgangssituation für Eisenbahnbrücken

DB Netz: Gesamtbestand ca. 35.000 Brücken



- ca. 50% der Bauwerke sind älter als 80 Jahre
- 95% aller Bauwerke haben Stützweite < 30m
- 2,5% aller Bauwerke sind nach DIN-Fb bemessen

Mögliche Maßnahmen für die Bauwerke mittlerer Größe und die Großbrücken im Eisenbahnnetz

- ~~1. Ertüchtigung bis zum kurz- und mittelfristigen Ersatz~~
2. Ertüchtigung für eine größere Lebensdauer
3. Ersatzneubau
reine Neubaustrecken sind eher selten

Faktoren für den Stahlbrückenbau:

- kurze Bauzeit wegen hoher Vorfertigung
- schlanke Überbauten (wenn Unterbauten bestehen bleiben)
- Nachhaltigkeit der Stahlbauweise
- Baukultur – bspw. wenn vorher schon eine Stahlbrücke vorhanden war

Ersatzneubau

95% aller Bauwerke haben Stützweite < 30m

➔ bei Ersatzneubau hat Stahlbrücke i.d.R. Konkurrenz mit Stahlbetonrahmen (bis 20m) sowie WIB-Bauweise (bis 25 (28)m)



Ersatzneubau: Rahmenplanung Stahlbrücken und Verbundbrücken erforderlich

in Anlehnung an die Richtzeichnungen für Stahlbrücken

(Deckbrücken, Stabbogen, Fachwerk)

Stahlbau bietet Möglichkeiten für neue Tragsysteme - Beispiel Netzwerkbogen



Oderbrücke bei Frankfurt

Verbundbauweise hat im mittleren Stützweitenbereich Vorteile



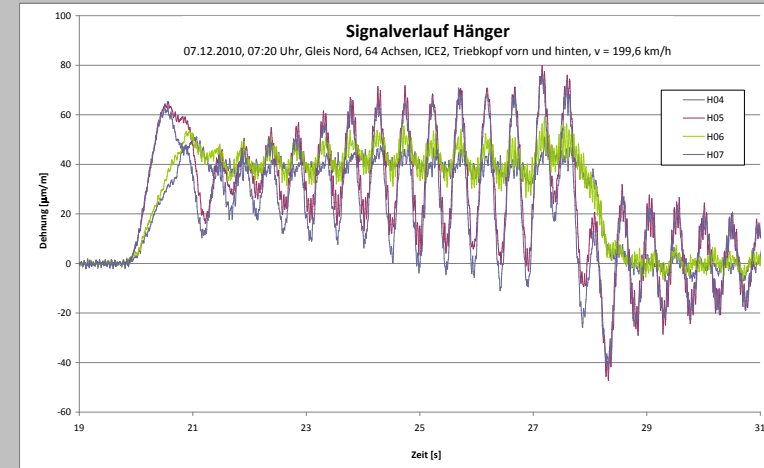
VFT-Träger für EÜ Teltowkanal
beim Verlegen (Foto DB AG)

Itztalbrücke (NBS Erfurt – Nürnberg, 2004)



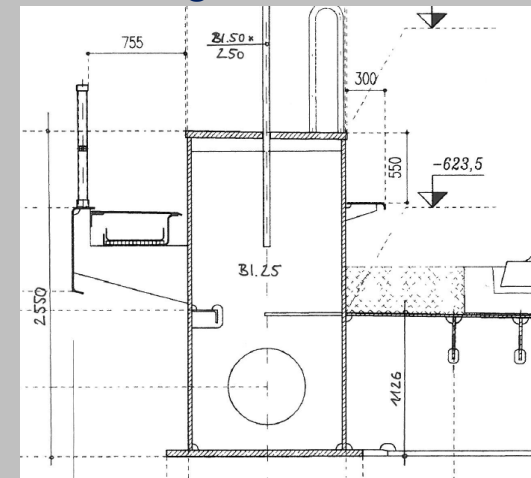
- Fachwerk- Deckbrücken können zwischen 50 – 100 m wirtschaftlich sein
- Ganzfertigteile auch bei Durchlaufträgern (keine Chloridbelastung)

Neubau - NBS für Hochgeschwindigkeitsverkehr (Str. Nürnberg-Leipzig)



-Klärung der Fragen zum Resonanzverhalten bei hohen Geschwindigkeiten

-durchgehende Gleise
auch bei $L > 60\text{m}$ möglich
(Massivbrücken 90m)



Ertüchtigung bestehender Stahlbrücken

Ingenieurtechnische Herausforderungen, meist unter laufendem Verkehr

Finanzielles Volumen für Verstärkungsmaßnahmen EHB Rendsburg ca. 50 Mio Euro



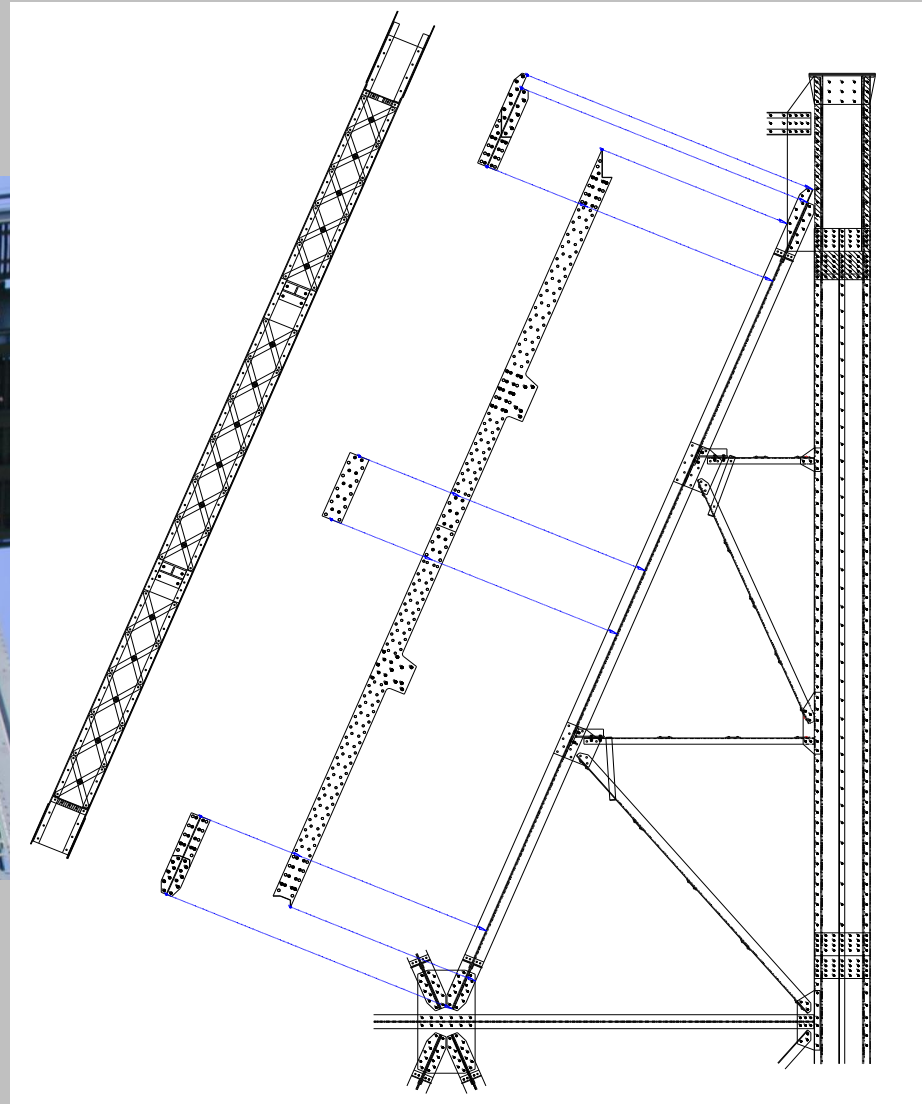
Eisenbahnhochbrücke Rendsburg - Verstärken von Bauteilen

Verstärkung der Längswanddiagonalen der Gerüstpfiler durch aufgeschraubte Lamellen



Problem:

Verstärkungsmaßnahmen unter laufendem Verkehr



Eisenbahnhochbrücke Rendsburg - Verstärken von Bauteilen

Verstärkung der Längswanddiagonalen durch aufgeschraubte Lamellen



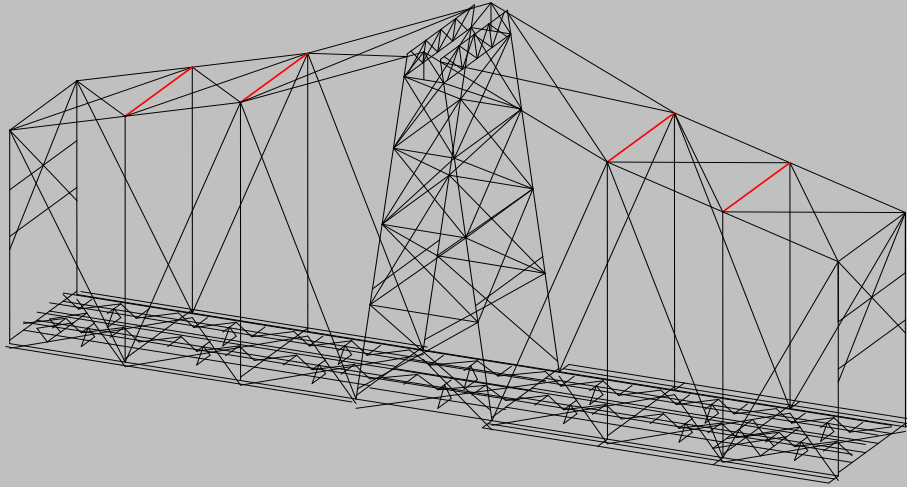
Eisenbahnhochbrücke Rendsburg - Verstärken von Bauteilen

Verstärkung der Stege der Eckstiele durch aufgeschraubte Lamellen (besonders wirksam für Normalkräfte)



Eisenbahnhochbrücke Rendsburg – Systemänderungen

Verstärkung des HT-OG der
Kanalbrücke durch Einbau
zusätzlicher Riegel

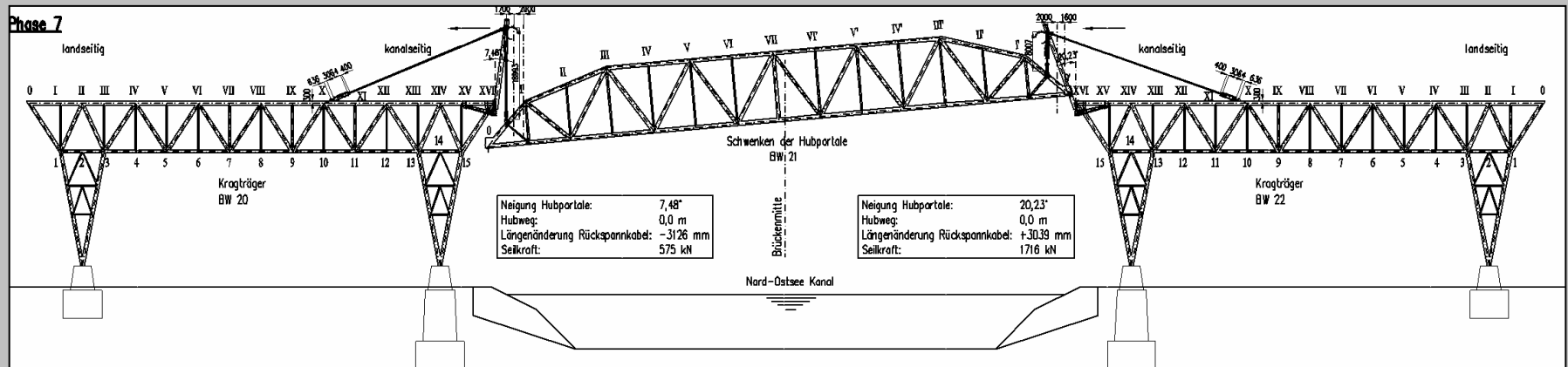


Spreizung der Obergurte
kraftgesteuert realisiert über Pressendruck
theoret. Verschiebewege $u = 4 \text{ mm}$
vorgegeben zur Kontrolle



Eisenbahnhochbrücke Hochdonn – Teilersatz

Kanalbauwerk EHB Hochdonn über den Nord- Ostsee- Kanal Austausch des Schwebeträgers



Eisenbahnhochbrücke Hochdonn – Teilersatz

Kanalbauwerk - Demontage und Montage des Schwebeträgers (2006)



Aufgaben zur Ertüchtigung der Infrastruktur

klarer Unterschied zwischen Straßen- und Eisenbahnbrücken

Straßenbrücken

kein hohes Alter, aber extrem gestiegene Verkehrsbelastung

Eisenbahnbrücken

die Hälfte aller Bauwerke ist älter als 80 Jahre,
auch Zeugnisse der Baukultur

95% der Bauwerke mit Stützweiten $< 30\text{m}$

Chancen für den Stahlbrückenbau

Straßenbrücken Ersatzneubau: breitere Verbund-QS auf bestehenden Unterbauten, Rahmenbedingungen für Entwurf (Ertüchtigbarkeit, modulare Bauweisen) und Vergabe (Bauzeit) verändern

Eisenbahnbrücken Ersatzneubau: Rahmenplanung Stahlbau, Verbundbauweise ...
Verstärkung: durchaus großes Aufgabenfeld

