

# **Brückentagung 2011**

18. bis 20. Mai 2011 in Wien

## **Bauwerkserhaltung und Monitoring im deutschen Ingenieurbau - eine spannende Zukunftsaufgabe -**

**Dipl.-Ing. Wolf-Dieter Friebe**

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung  
Referat „Brücken-, Tunnel und sonstige Ingenieurbauwerke“

# Gliederung des Vortrages

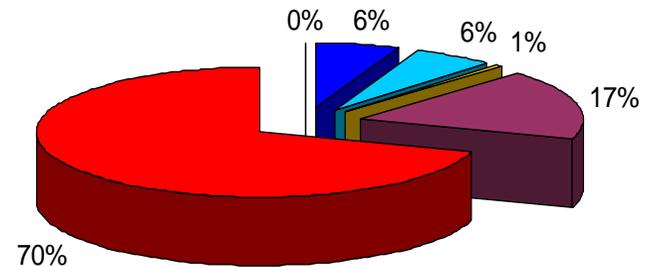
- **Brückenbestand**
- **Brückenzustand**
- **Verkehrslasten**
- **Bauwerksprüfung und Monitoring**

# Gliederung des Vortrages

- **Brückenbestand**
- Brückenzustand
- Verkehrslasten
- Bauwerksprüfung und Monitoring

# Brücken an Bundesfernstraßen

## Anzahl und Bestand nach Bauart und Fläche

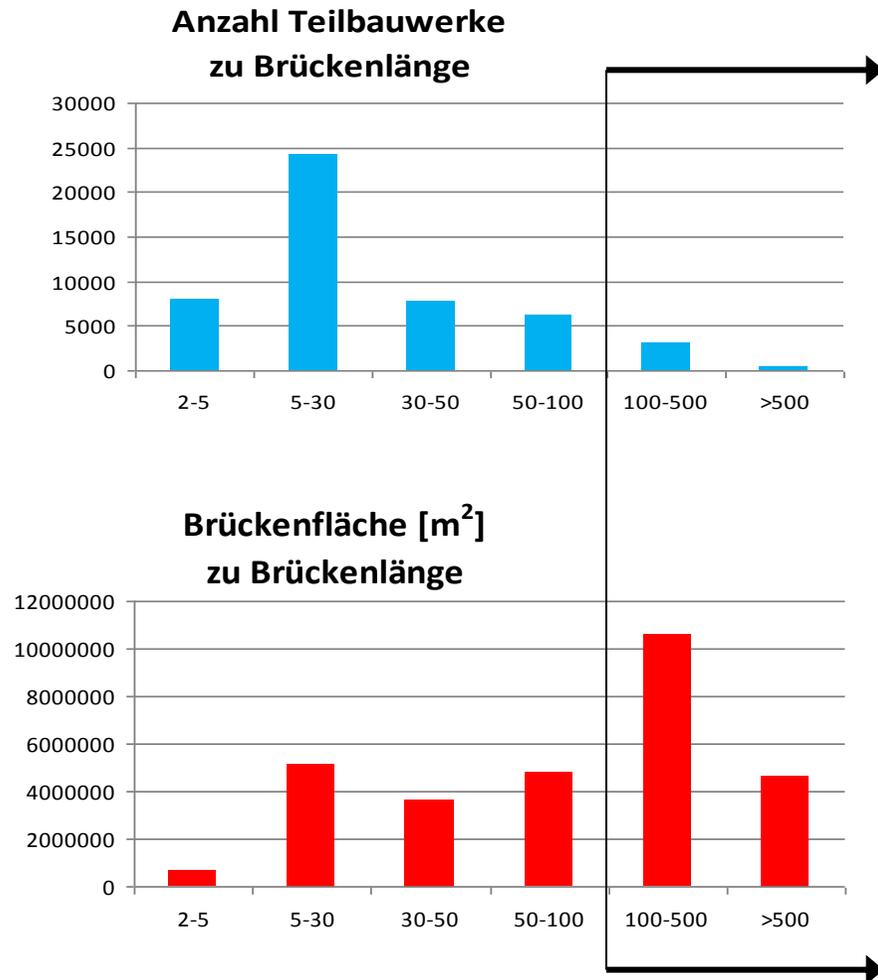


■ Stahl      ■ Verbund      ■ Stein  
■ Beton      ■ Spannbeton      ■ Holz

**Anzahl:**                    **38.782 Brücken**  
                                   **50.198 Teilbauwerke**  
**Gesamtlänge:**        **2.058 km**  
**Gesamtfläche:**       **29,643 Mio.m<sup>2</sup>**  
**Anlagevermögen:**   **ca. 50 Mrd.€**  
 ( Stand 01.09.2010 )

### Anteile bezogen auf die Brückenfläche:

<b>Spannbeton</b>	<b>70 %</b>	
<b>Beton</b>	<b>17 %</b>	<b>87 %</b>
Stahlverbund	6 %	
Stahl	6 %	
Stein	1 %	



## Teilbauwerke mit Brückenlänge > 100 m

3.529 Teilbauwerke

Anteil der Teilbauwerke 7 %

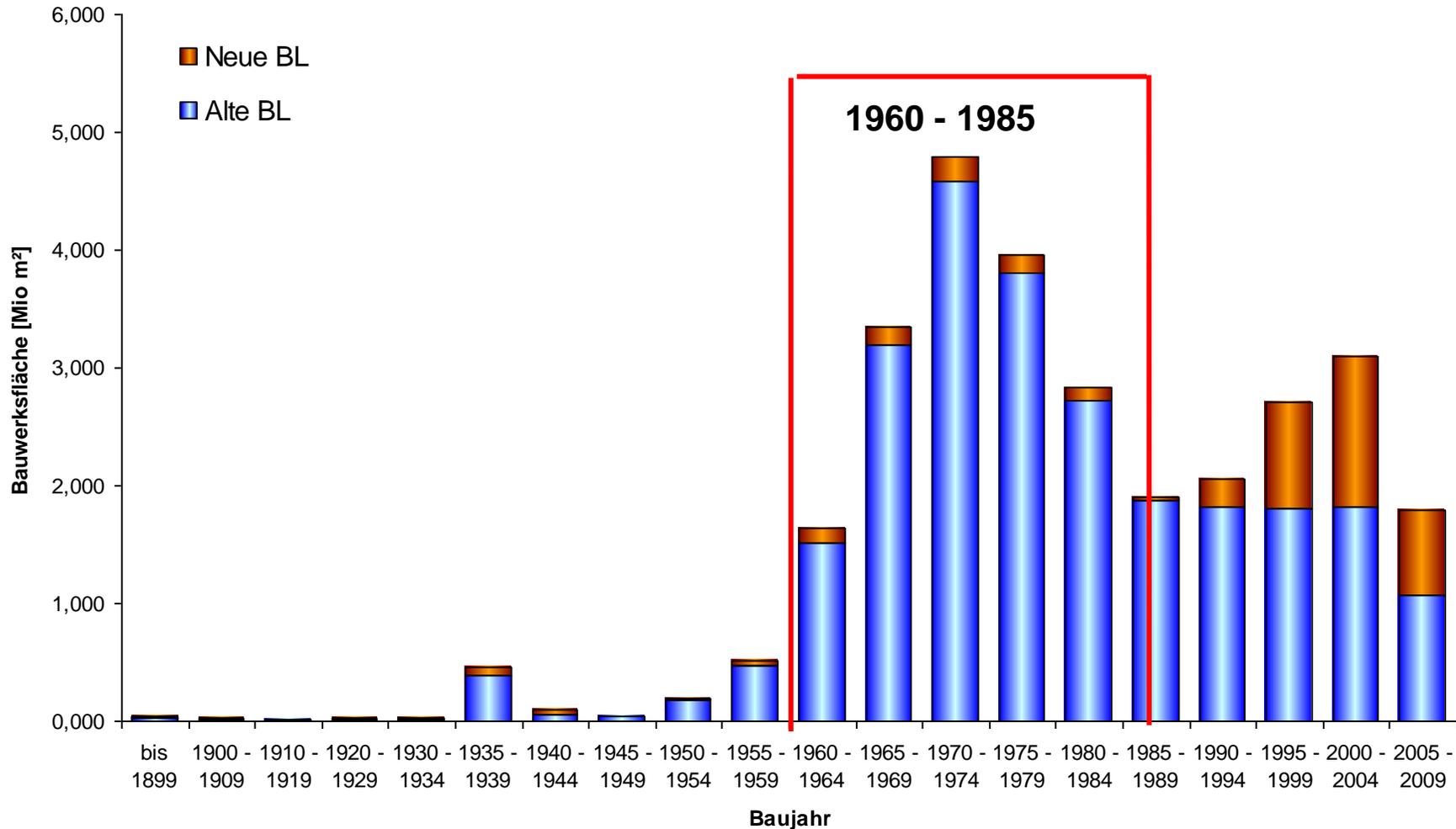
dies entspricht aber:

15,2 Mio. m<sup>2</sup>

Anteil der Brückenfläche 52 %

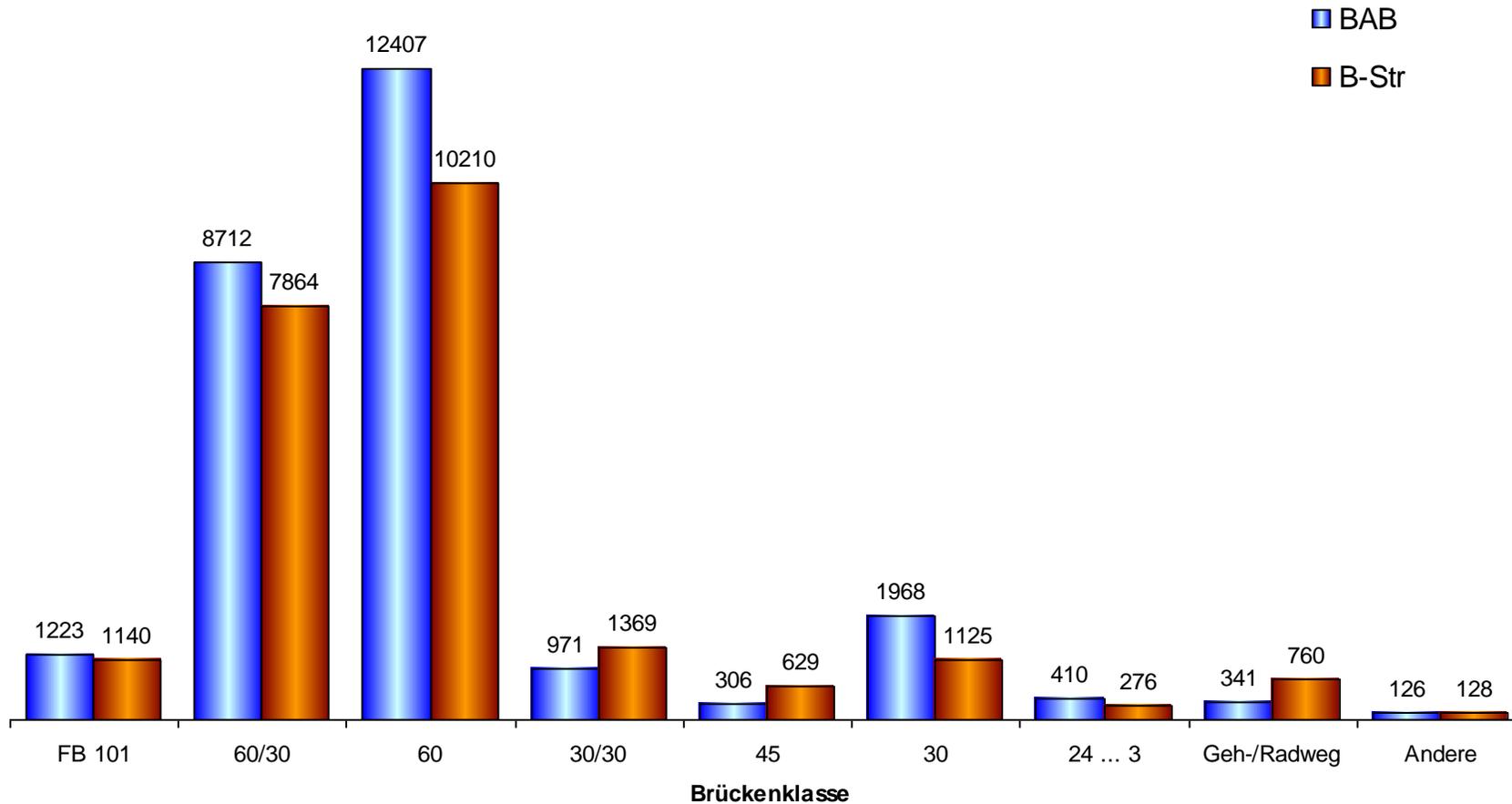
## Brücken an Bundesfernstraßen

Altersstruktur nach Brückenflächen der Teilbauwerke [Mio m<sup>2</sup>] (Stand: 01.03.2010)



## Brücken an Bundesfernstraßen

Brückenklassen nach Anzahl der Teilbauwerke (Stand: 01.03.2010)

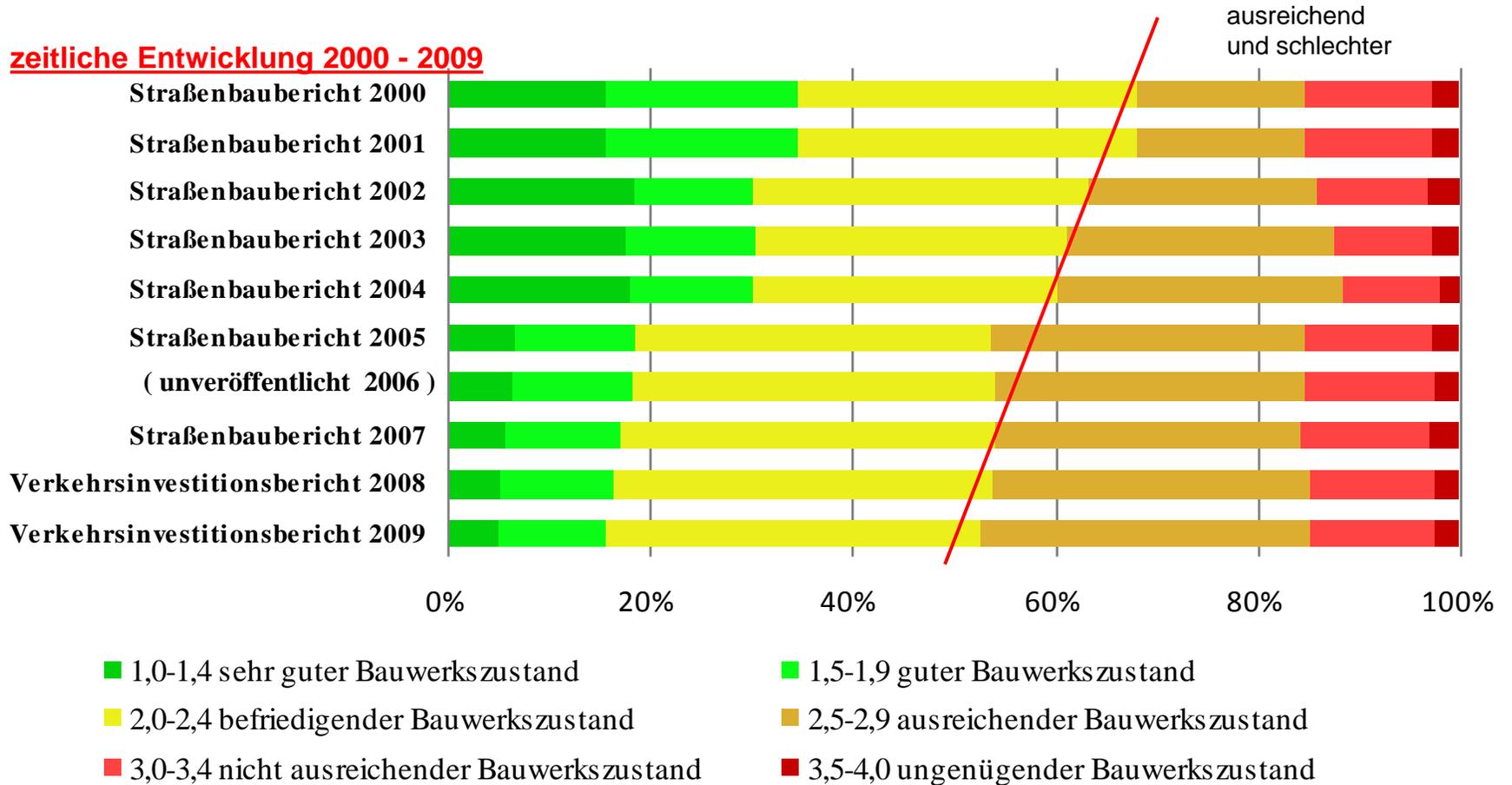


# Gliederung des Vortrages

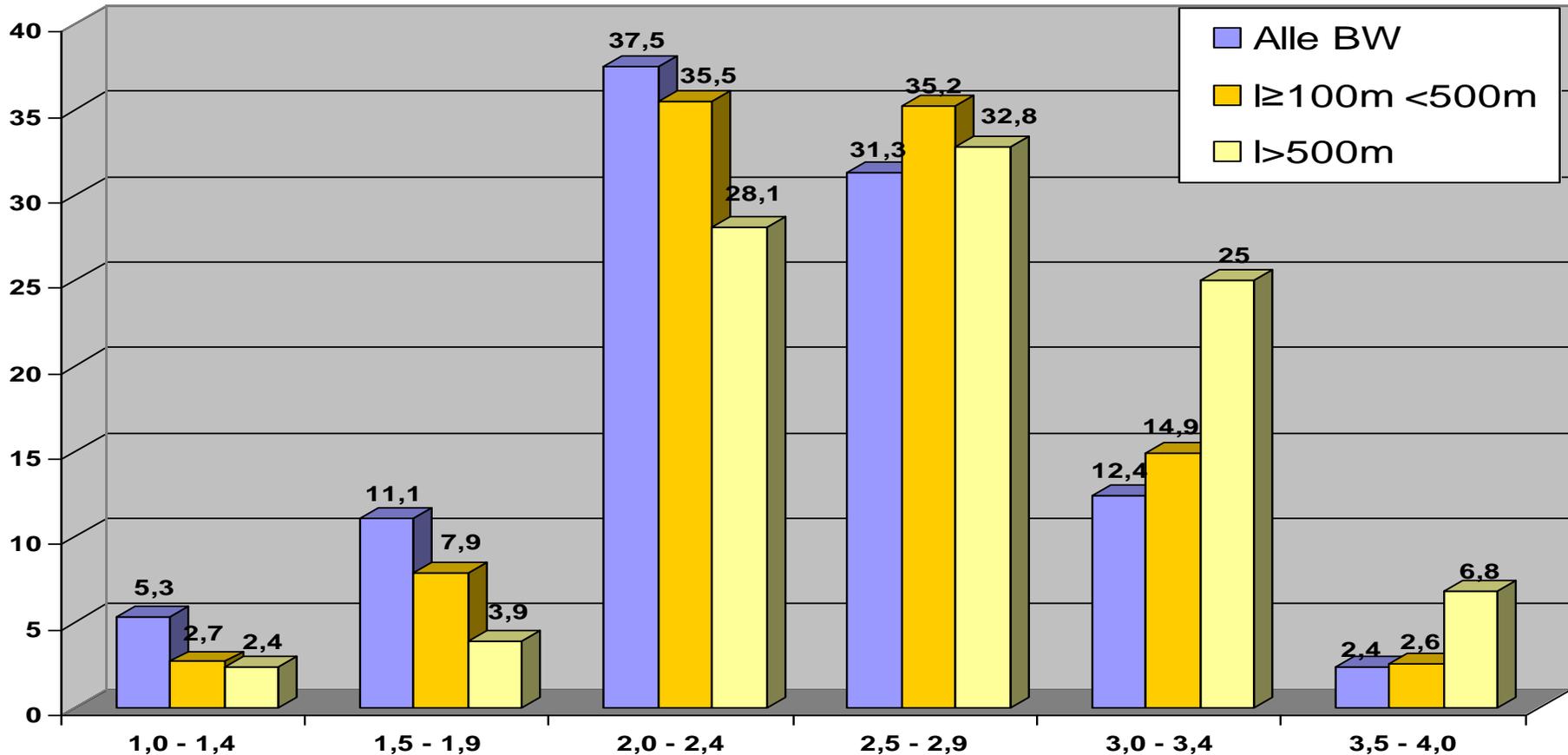
- Brückenbestand
- **Brückenzustand**
- Verkehrslasten
- Bauwerksprüfung und Monitoring

## Veröffentlichte Zustandsnoten nach Brückenfläche ( 01.03.2010 ): Bundesfernstraßen

### zeitliche Entwicklung 2000 - 2009



## Zustandsnoten für verschiedene Brückenlängen nach Brückenfläche je Gruppe [%]



## Gliederung des Vortrages

- Brückenbestand
- Brückenzustand
- **Verkehrslasten**
- Bauwerksprüfung und Monitoring

# Verkehr auf Autobahnen

**1950**



**1975**



**1985**



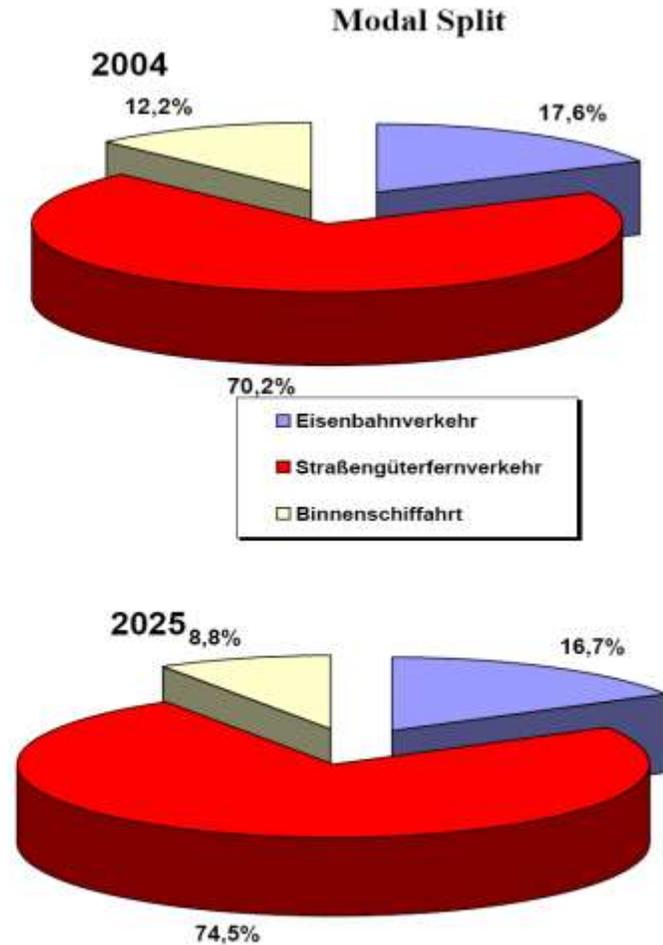
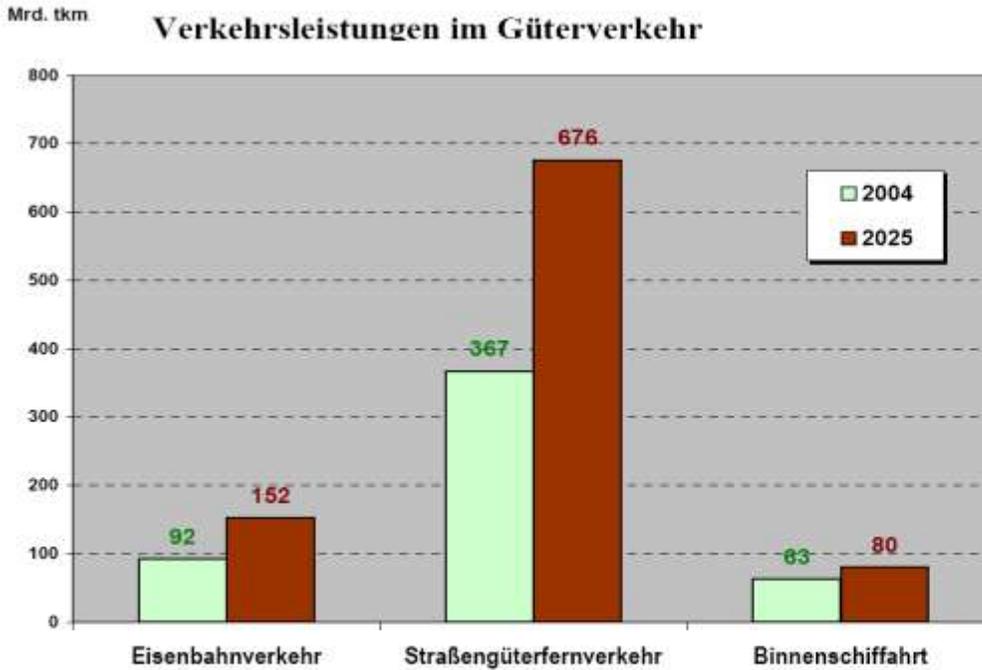
**Nutzungsänderung durch extreme Verkehrszunahme  
hinsichtlich DTSV, zul. Gewichten, LKW-Flotte usw.**



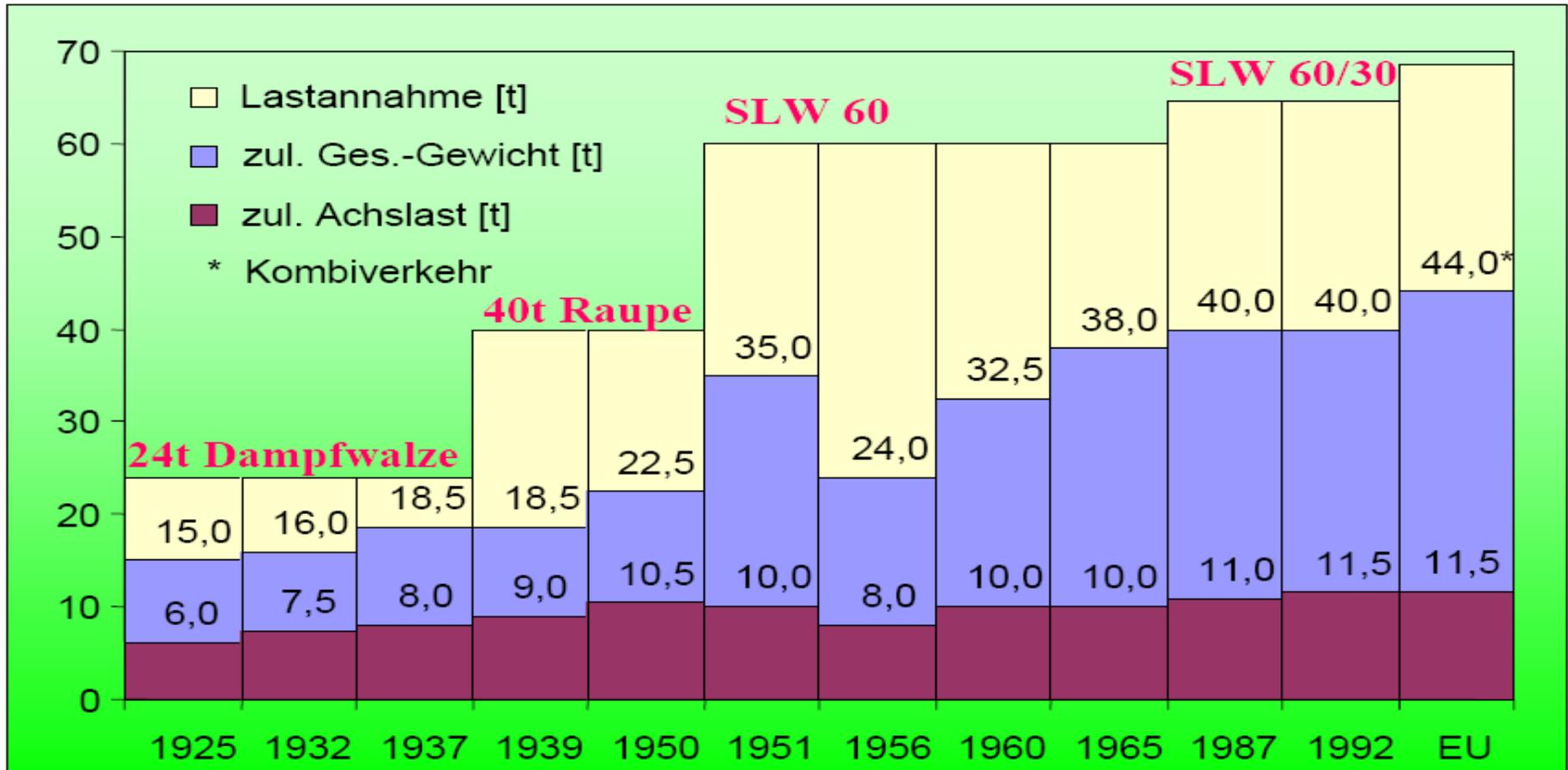
# Stau



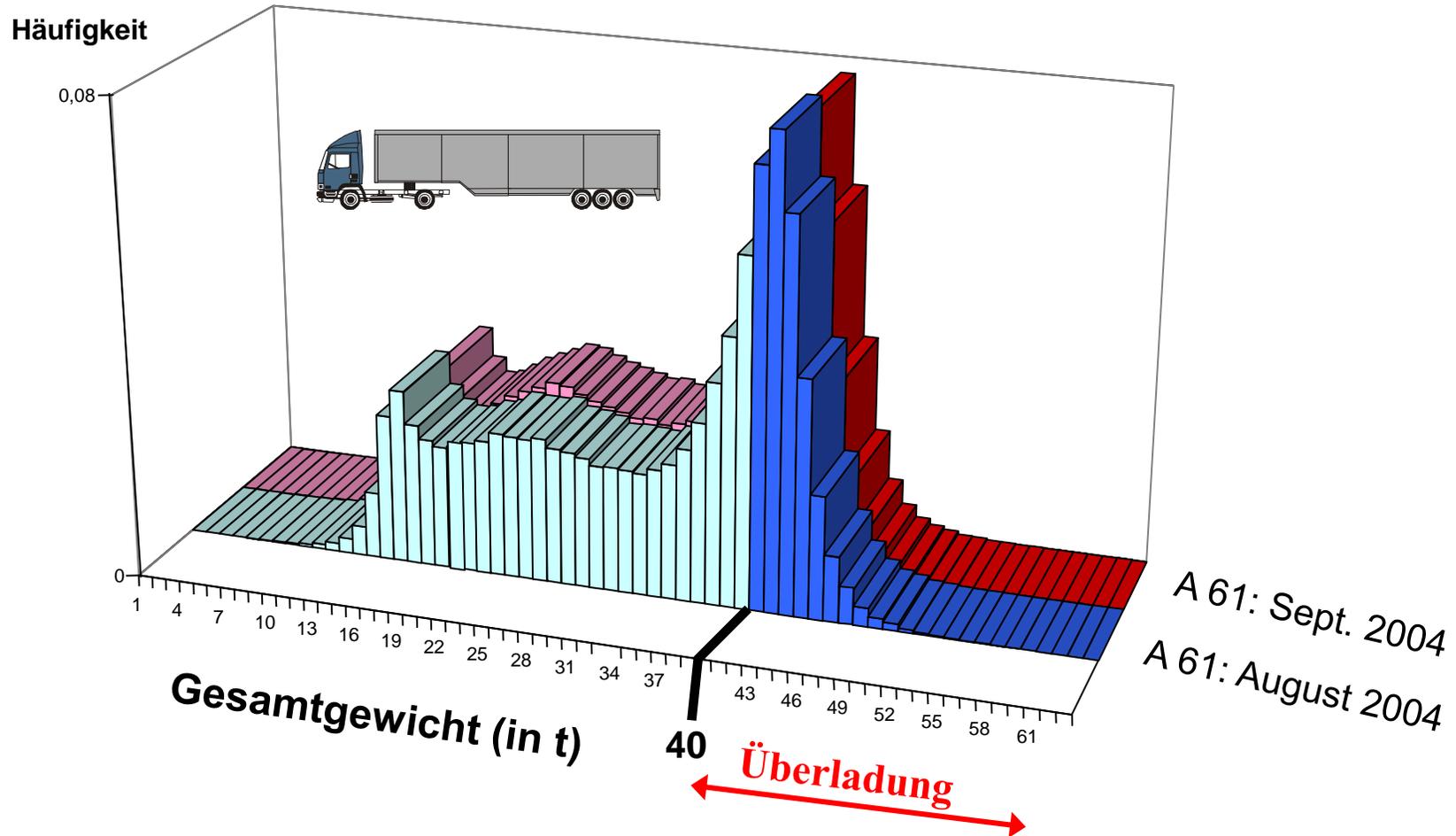
## Verkehrsprognose 2025



# Entwicklung der zulässigen Gesamtgewichte

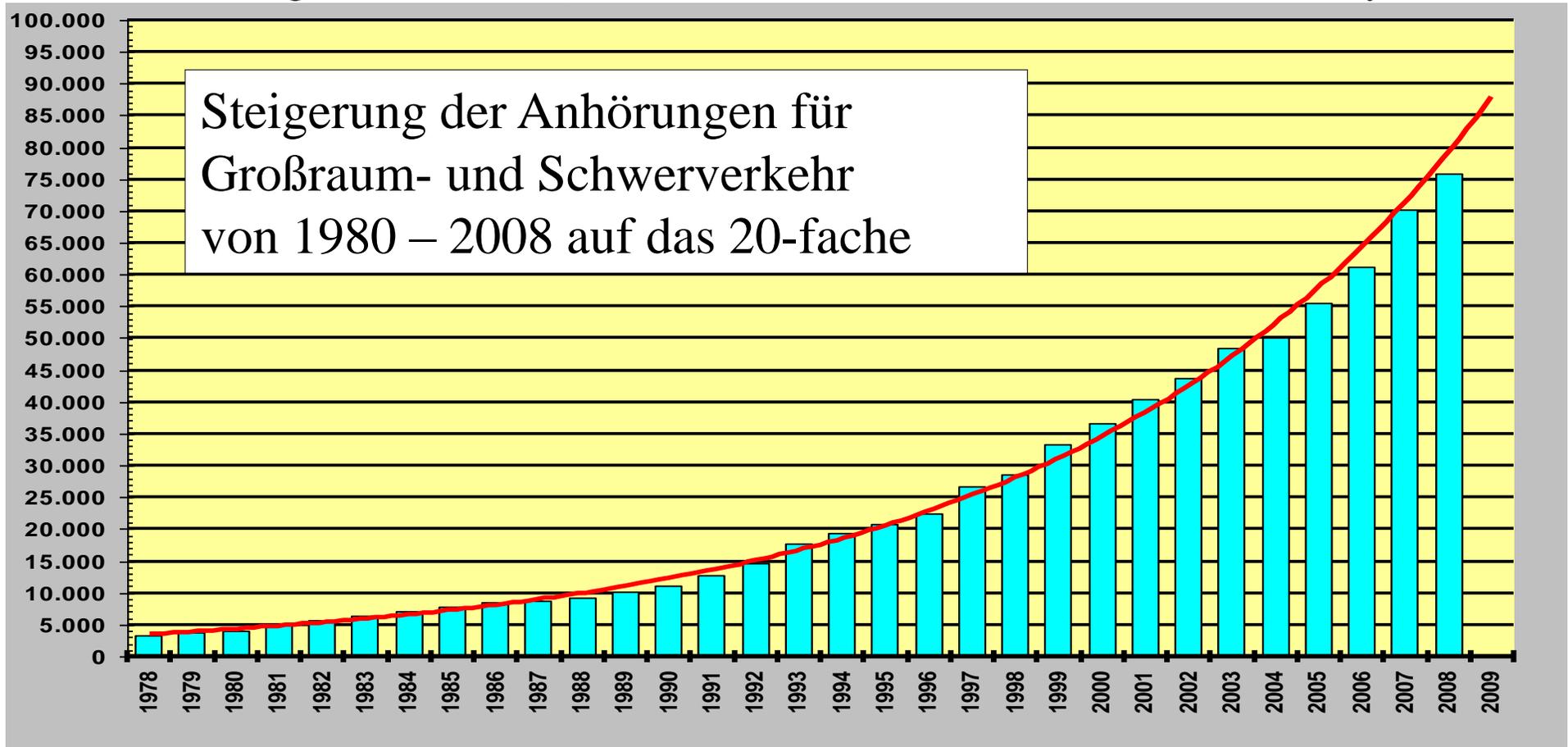


# Überladungen von Lkw



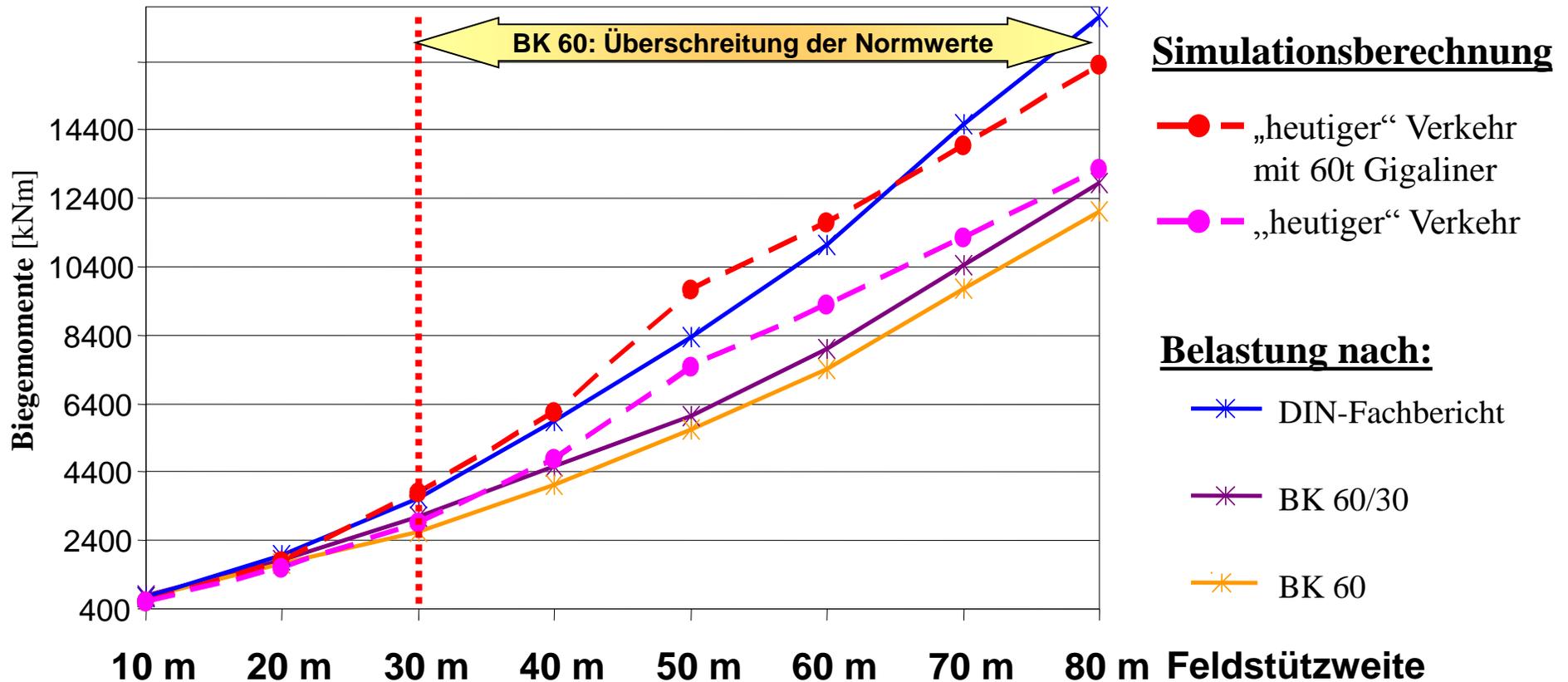
# Großraum- und Schwerverkehr

Anhörungen nach §29 (3) der StVO bei der Autobahndirektion Nordbayern



# Durchlaufträger mit Schwerverkehr in Haupt- und Nebenspur

( Schwerverkehranteil in der Nebenspur 15% )



Bei Ansatz des heutigen Verkehrs reichen die Brückenklassen 60 und 60/30 nicht mehr aus, um die normgemäßen Sicherheitsbeiwerte einzuhalten.

Basis: BAST-FE-Vorhaben: Prof. Geißler

# Regelwerke und Vorschriften

	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000
Lastannahmen Straßenbrücken	DIN 1072		DIN 1072/06.1952 (BK60; BK 30)		DIN 1072/11.1967 (BK60; BK 30)			DIN 1072/12.1985 (BK60/30; BK30/30)			
$\Delta T$	kein $\Delta T$						$\Delta T=5K$ ( $\Delta T=2,5K$ Bauzust.)	$\Delta T=7K$ ( $\Delta T=10K$ Bauzust.)			
Beton- und Stahlbetonbau	DIN 1045/09.1929; 04.1932; 05.1937; 1943; 11.1959				DIN 1045/01.1972	DIN 1045/12.1978		DIN 1045/07.1988			
Berechnungsgrundlagen für massive Brücken	DIN 1075/08.1931; 11.1931; 05.1938; 08.1951; 04/1955					ARS24/Dez. 73 Richtlinien 08/73		DIN 1075/04.1981			
Spannbeton Berechnung und Ausführung	DIN 4227/10.1953		ZB DIN 4227/ 02.1966 +11.1969	RiLi DIN 4227/ 06.73	Erläss 02/77	DIN 4227-1/ 12.1979		DIN 4227-1/ 07.1988			
Mindestbewehrung	nur konstruktive Bewehrung		Mindestbewehrung: z.B. $\emptyset 8$ , $a=25/33cm$			erhöhte Mindestbewehrung: min $p_s=0,25\%$ PL+PB min $p_s=1\%$ HK					
Zusätzliche Regeln							ZTV- K76	ZTV-K80	ZTV-K88	ZTV-K96	
Querkraft	bis 1967 (gemäß Hess. LSV+RWTH)				1968 - 1985 (gemäß Hess. LSV+RWTH)			1986 - 2003 (gem. Hess. LSV+RWTH)			
Spannstahl (SpRK)	vergüteter St 145/160 "alter Typ" bis ca. 1965			vergüteter St 145/160 "neuer Typ" von 1965 bis 1978			Hennigsdorf St 140/160 bis Anfang 90er Jahre				
Vorschlag für Reihung	bis 1967				bis 1979		bis 1985		bis 2003		

## Fazit

### **Die vorhandenen Tragfähigkeitsreserven älterer Brücken sind allmählich aufgebraucht durch:**

- extrem angestiegene Verkehrsbelastungen,
- deutlich verschärfte Berechnungs- und Bemessungsnormen,
- Bauzeit bedingte typische Defizite.

Die Nachrechnung mit den vorhandenen Normen für den Neubau ist nicht zielführend, da noch vorhandene Tragfähigkeitsreserven hiermit nicht genutzt werden können.

Um die Bauwerke für eine Restnutzungsdauer sicher weiter nutzen zu können, wird für die Nachrechnung älterer Brücken daher zur Zeit eine **Nachrechnungs-Richtlinie** erarbeitet.

## Eingeleitete Maßnahmen und Weiteres Vorgehen

- Identifizierung der vordringlich zu untersuchenden Bauwerke durch eine bundesweite Auswertung durch die BASt.
- z.Zt. erfolgt die Nachrechnung der Bauwerke durch die Länder (\*)
- Soweit erforderlich, Anordnung verkehrsbeschränkender Maßnahmen und/oder Einleitung von Sofortinstandsetzungsmaßnahmen.
- Ermittlung der erforderlichen Maßnahmen zur Instandsetzung und Verstärkung sowie Klärung der Frage, ob eine ausreichende Anhebung der Tragfähigkeit und Dauerhaftigkeit technisch möglich ist.
- Durchführung von Wirtschaftlichkeits-Untersuchungen zur Bewertung der Frage: Instandsetzung / Verstärkung oder Neubau
- Abstimmung der Ergebnisse mit dem BMVBS und Einstellung der Maßnahme in das koordinierte Erhaltungsprogramm

## Gliederung des Vortrages

- Brückenbestand
- Brückenzustand
- Verkehrslasten
- **Bauwerksprüfung und Monitoring**

## DIN 1076, Ausgabe 11/1999

# „Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen - Überwachung und Prüfung“

DK 624.2.022	Deutsche Normen	August 1930
Richtlinien für die Überwachung und Prüfung eiserner Straßenbrücken		DIN 1076

Ausgabe 1930

DK 624.6	Deutsche Normen	Juni 1933
Richtlinien für die Überwachung und Prüfung massiver Straßenbrücken		DIN 1077

Ausgabe 1933

DK 624.2/8 : 351.78 : 625.745.1	Deutsche Normen	Dezember 1959
Straßen- und Wegbrücken Richtlinien für die Überwachung und Prüfung		DIN 1076
zugleich Ersatz für DIN 1077		

DK 624.19/8 : 625.745 : 001.4 : 620.1	Deutsche Normen	März 1983
Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen Überwachung und Prüfung		DIN 1076
Engineering structures in connection with roads; observation and inspection Bâtiments du génie civil pour les rues et les chemins; surveillance et contrôle		Ersatz für Ausgabe 12.59

ICS 93.010	Deutsche Normen	November 1999
Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen Überwachung und Prüfung		DIN 1076
Engineering structures in connection with roads; inspection and test Bâtiments du génie civil pour les rues et les chemins; surveillance et contrôle		Ersatz für Ausgabe 83-03

# Prüf- und Überwachungszyklen

Bauwerk	Prüfungsart	Prüfung vor Abnahme der Leistung Baujahr	Gewährleistung in Jahren					Prüfungen bis zum Ende der Nutzungsdauer in Jahren												
							Prüfung vor Ablauf der Gewährleistung													
	LB B E H S		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	weiterhin
Brücken und Ingenieur-	<b>LB</b>		2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x/Jahr
	<b>B</b>		1x	1x	-	1x	-	1x	1x	-	1x	1x	-	1x	1x	-	1x	1x	-	1x/Jahr 1)
Bauwerke	<b>EP</b>				●					●			-			●			-	6
	<b>HP</b>	●					●						●						●	6
	<b>SP</b>		auf Anordnung oder nach größeren Unwettern, Hochwassern, Verkehrsunfällen oder sonstigen den Bestand der Bauwerke beeinflussenden Ereignissen																	

**Hauptprüfung alle 6 Jahre**

**Einfache Prüfung alle 3 Jahre**

Zusätzlich Laufende Beobachtung und Besichtigung

# Grundlagen, Regelwerke

- **RI-EBW-PRÜF, Ausgabe 2007**
- **Anweisung Straßeninformationsbank,  
Teilsystem Bauwerksdaten  
ASB-ING, Ausgabe 2008**

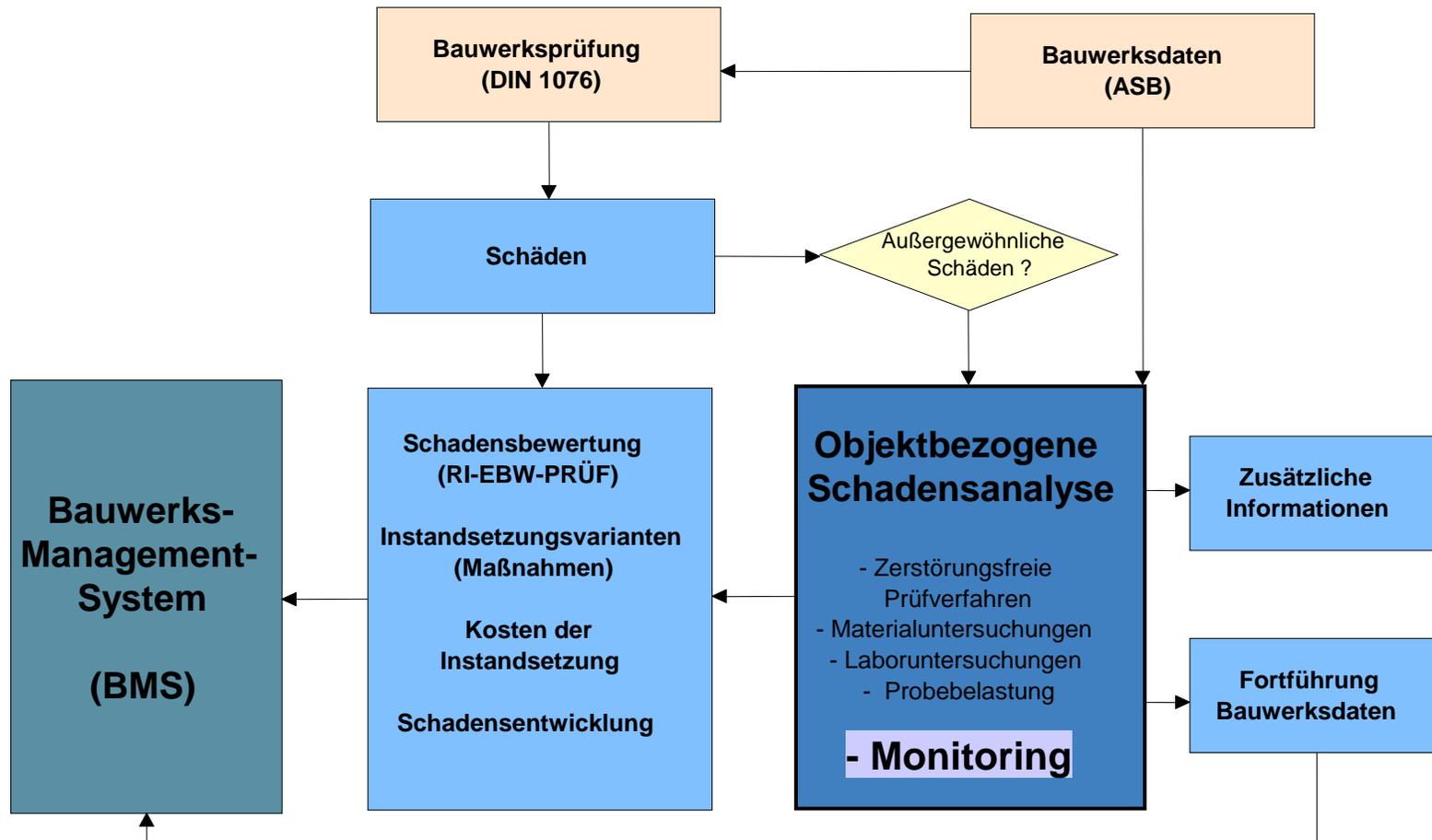


# Hauptprüfung

DIN 1076:

*" ...Bei den Hauptprüfungen sind alle, auch die schwer zugänglichen Bauwerksteile, gegebenenfalls unter Zuhilfenahme von Besichtigungseinrichtungen, Rüstungen und ähnlichem , handnah zu prüfen... "*

# Einsatzbereich für Monitoring



# Anwendungsgebiete

- **Beanspruchungsüberprüfung**
  - bei unklarer Beanspruchungssituation oder Tragwirkung
  - Überwachung von Beanspruchungen mit dem Ziel der Einschätzung der Restlebensdauer, der aktuellen Sicherheit oder der Festlegung von Maßnahmeintervallen
- **Zustandsüberwachung**
  - Beurteilung von Struktureigenschaften als Grundlage für abgesicherte Prognosen
  - globale/lokale Struktureigenschaften
- **Ermittlung äußerer Einwirkungen**
  - z. B. Erfassung von Verkehrslasten aus der dynamischen Reaktion des Bauwerks
  - Aussagen zur Betriebsfestigkeit und Restlebensdauer, Verifizierung von Lastmodellen, Ableitung gezielter Maßnahmen zur Beanspruchungsminderung

# Merkblatt der DGZfP



DEUTSCHE  
GESELLSCHAFT FÜR  
ZERSTÖRUNGSFREIE  
PRÜFUNG E.V.

DGZfP-Fachausschuß für Zerstörungsfreie Prüfung im Bauwesen (AB)  
Unterausschuß Dynamische Untersuchungen

## MERKBLATT B9

Merkblatt über  
die automatisierte  
Dauerüberwachung  
im Ingenieurbau

Ausgabe Oktober 2000

## Überblick und Hinweise zur Erfassung, Bewertung und Darstellung dynamischer Mess- und Einflussgrößen



**bast** Referat "Grundsatzfragen der Bauwerkserhaltung"
SIB-BAUWERKE
Übersichtsblatt

---

Bauwerksnummer **3150500** 0
Interne Bwnr. **6B158002**

Name: Brücke über die Alte Oder -

Ort: Schiffmühle

Art: Brücke

Konstrukt.: Stahlbeton-Dreigelenkbogen

Stadium: Bauwerk unter Verkehr

Stat.Sys. L: Rahmen/Bogen, Stiefüße oder Kämpfer gelenkig

Stat.Sys. Q: Keine Angaben

Amt: BSBA Frankfurt (Oder)

SM: SM Bad Freienwalde

**Zustand: 3,7**    Letzte EP:    Baujahr: 1948

**BrKI: DIN: 30**    Letzte HP: 10.06.2002    MLC:

Bst. Ubb.: Stahlbeton

Q UBB: Einstegiger Überbau

Q HTW: Einteiliger Vollquerschnitt

Felder: 1 Stw: 30,00



Ges.länge: 30,00 [m]

Breite: 9,00 [m]

Br.fläche: 270 [m<sup>2</sup>]

Winkel: 0 - Keine Angabe [g]

UI/UA: UI/UA bei SBV

Baulast: Bund

▲

▼

**Tabelle**

**Suchen**

**Zurück**

---

**Zustand**

**Druck**

Bilder

Zeichnungen

Dokumente

Lage	Straße	Von Nk	Nach Nk	Netzkn.-abschnitt	Station Mitte [m]	KM	Min B [m]	Min H [m]	Schild 1 Stvo\Menge	Schild 2 Stvo\Menge	Schild 3 Stvo\Menge
Str-O	B 158	3150016	3250017	50	136	7,765	4,50		,	Z 274,50 km/	,seit 0
Str-U											

U: Fluß



# Schiffmühle (B 158)



# Lichtwellenleitertechnologie



## Beschreibung

Die Optische Saite ist ein innovatives Messsystem zur Erfassung geometrischer Form- und Lageänderungen über lange Messstrecken. In der Regel liegt die Länge des Sensors zwischen einem und zehn Metern.

Optische Saite



## Beschreibung

Das optische Extensometer ist ein robuster und zugleich äußerst präziser faseroptischer Wegaufnehmer. Aufgrund seiner kompakten Form lässt es sich zur Messung unterschiedlichster Längenänderungen oder Verschiebungen von bis zu 5 mm Weg einsetzen.

Optisches  
Extensometer

# Einbau der optischen Saite





# Schiffmühle (B 158)

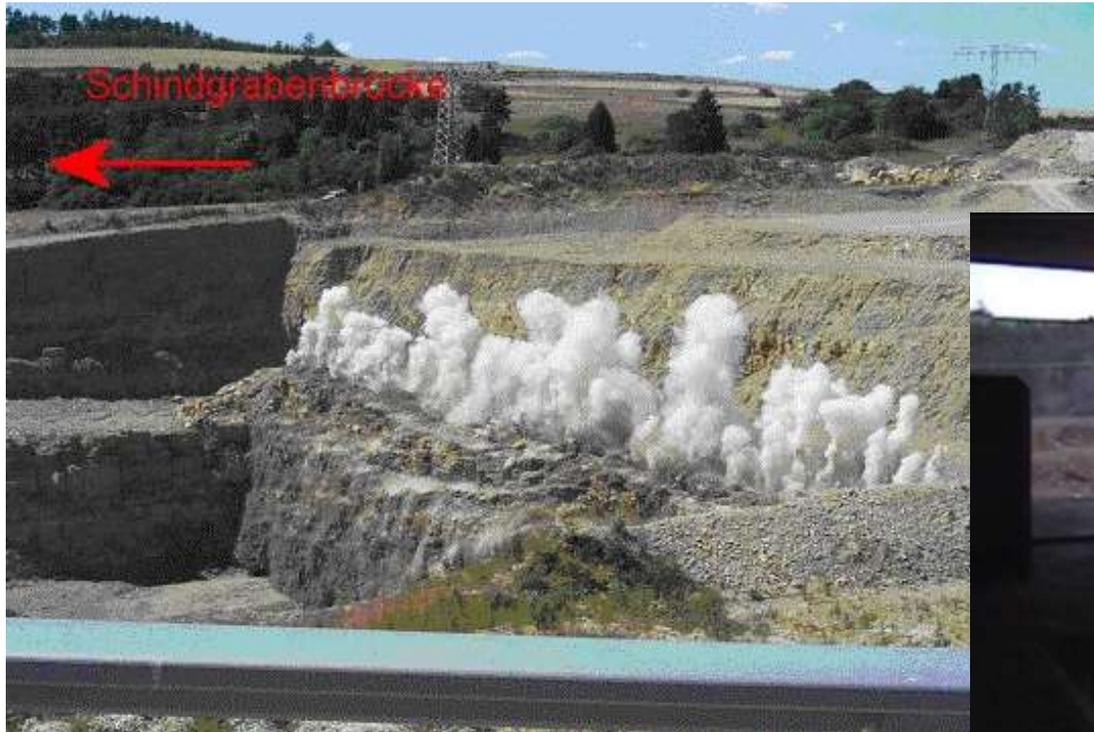


## Beispiel: Schindgrabenbrücke A 71 bei Rohr



**Besonderheit: In Betrieb befindlicher Kalksteinbruch**





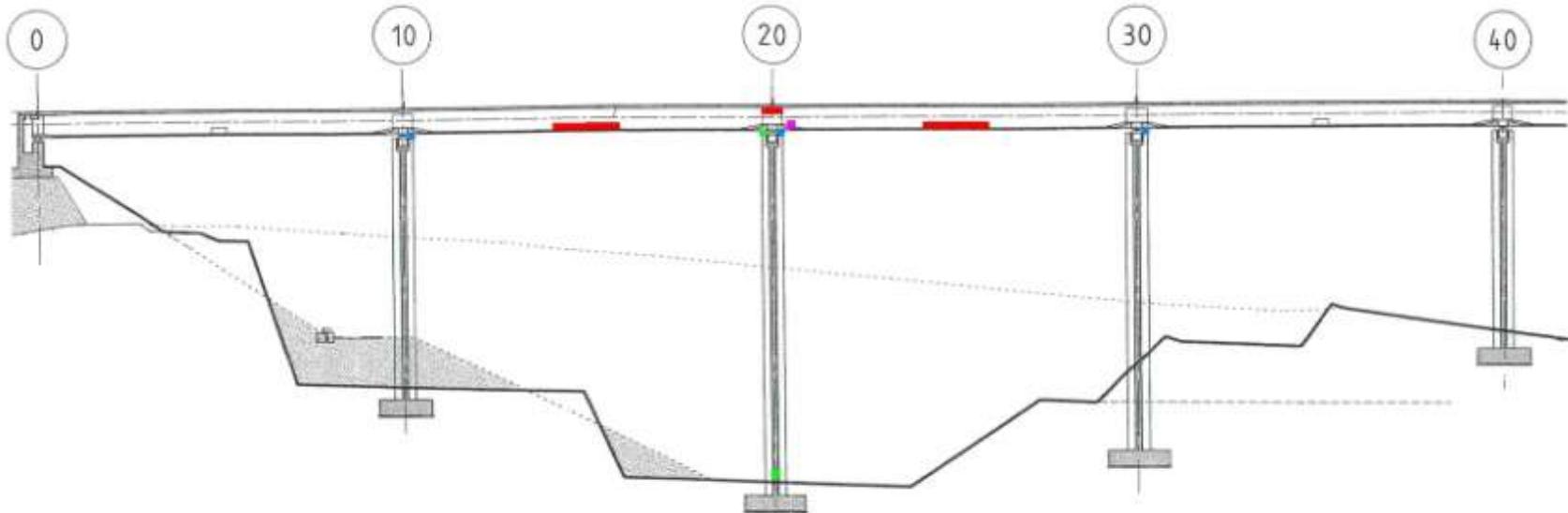
■ Geschäftsbereich Industrie Service  
TÜV Bauwerksdiagnose  
**Talbrücke Schindgraben**

Sensorik:

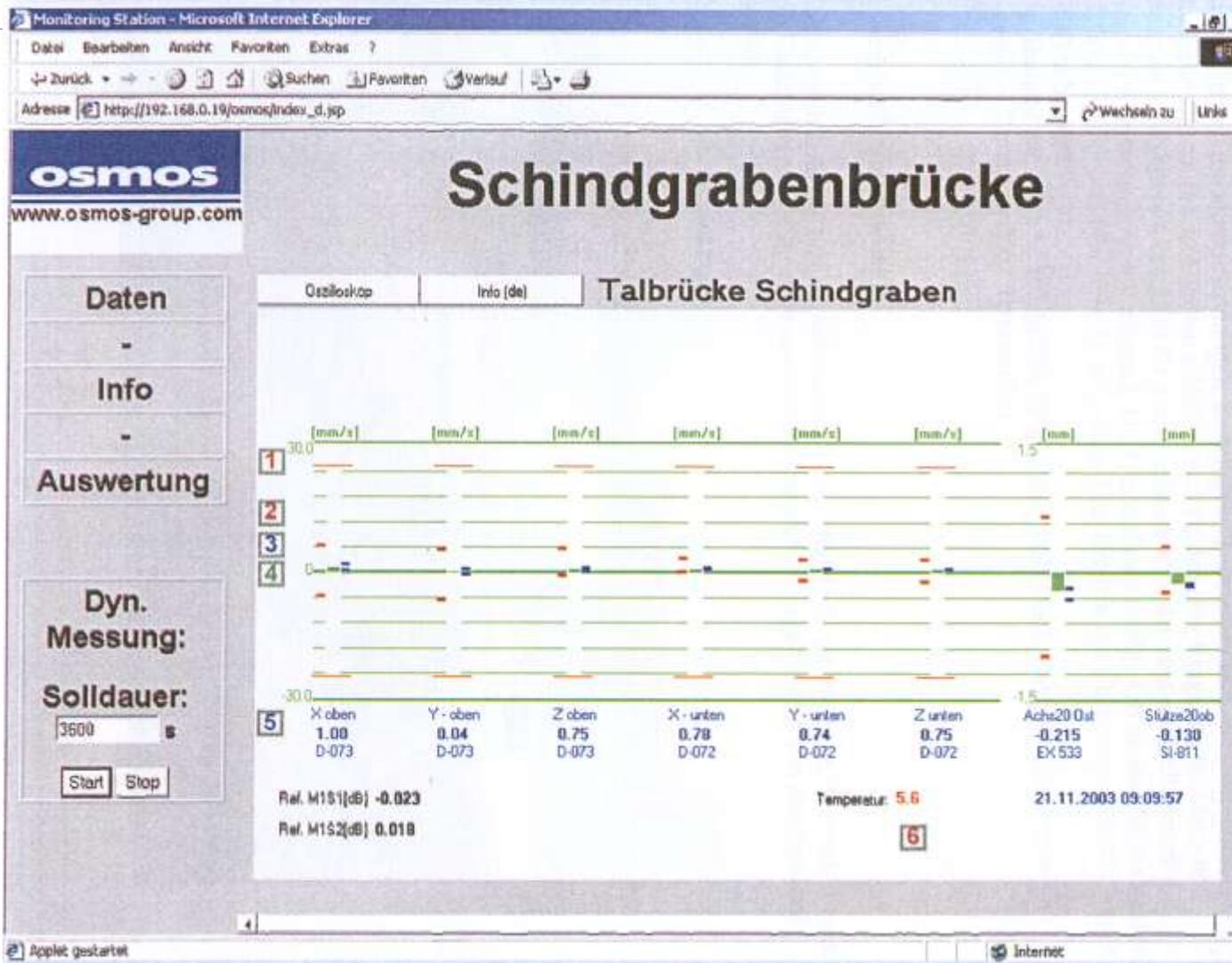
- 3D-Schwinggeschwindigkeitsaufnehmer am Fundament und auf dem Kopf des Pfeilers Achse 20
- Extensometer auf dem Kopf der Pfeiler Achsen 10 bis 30
- Optische Saiten in Feld 10-20 und Feld 20-30 sowie über dem Pfeiler 20



[www.tuv.com](http://www.tuv.com)





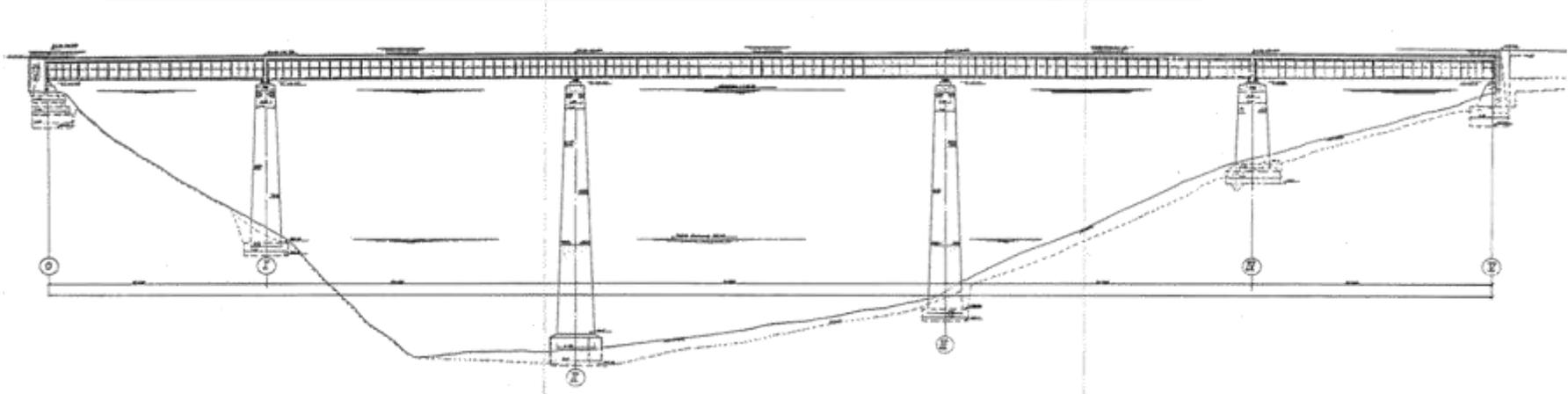


- 1 ... voreingestellter Grenzwert zu Ampelsteuerung 25 mm/s
- 2 ... maximaler/minimaler Messwert seit Beginn der Messung, z.B. die Schwingaufnahme D-073 und D-072 mit den Werten der Sprengung vom 08.11.2003
- 3 ... maximaler/minimaler Messwert der Tages als Kriterium der Bewertung der jeweils aktuellen Sprengung
- 4 ... Nullpunkt bei Beginn der Messung
- 5 ... Sensor mit aktuellem Messwert und Einbauort, hier D-072 und D-073 (3-D) Schwinggeschwindigkeitssensor jeweils oben und unten am Pfeiler Achse 20), EX-533 (faserotischer Extensometer am Elastomerlager 20/3), SI-811 (faseroptische Saite oben im Hohlkasten über Pfeiler Achse 20)
- 6 ... aktuelle Lufttemperatur unter dem Bauwerk im Schatten

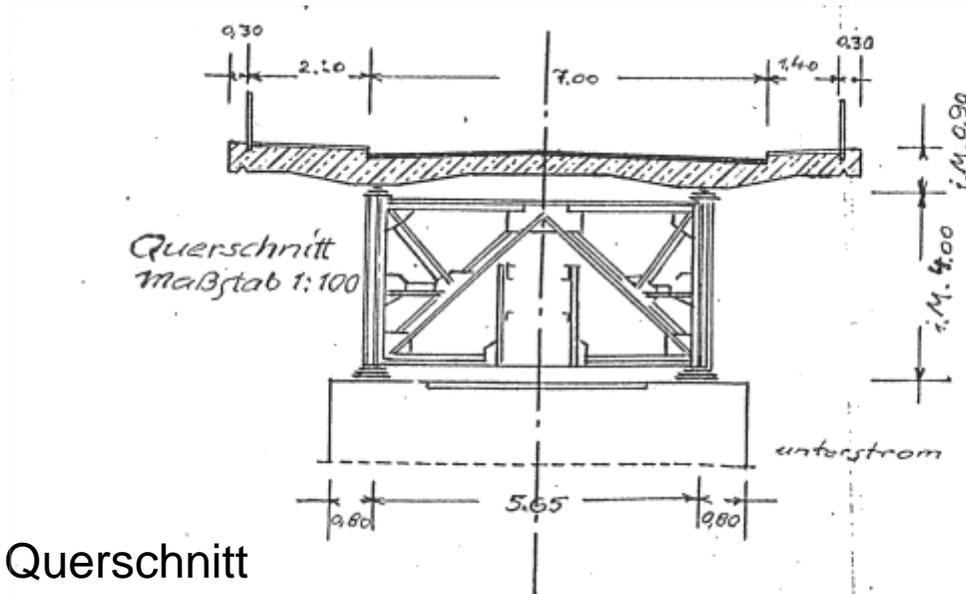
# Beispiel: Stauseebrücke Saalburg (Landesstraße)



# 1. Konstruktions- und Geometrieangaben



- 5-Feldbrücke
- Stahl- Vollwandträger als Durchlaufsystem (mittlere 3 Felder)
- Gesamtlänge ca. 240 m
- max. Pfeilerhöhe 51,70 m
- Brückenfläche 2563 m<sup>2</sup>

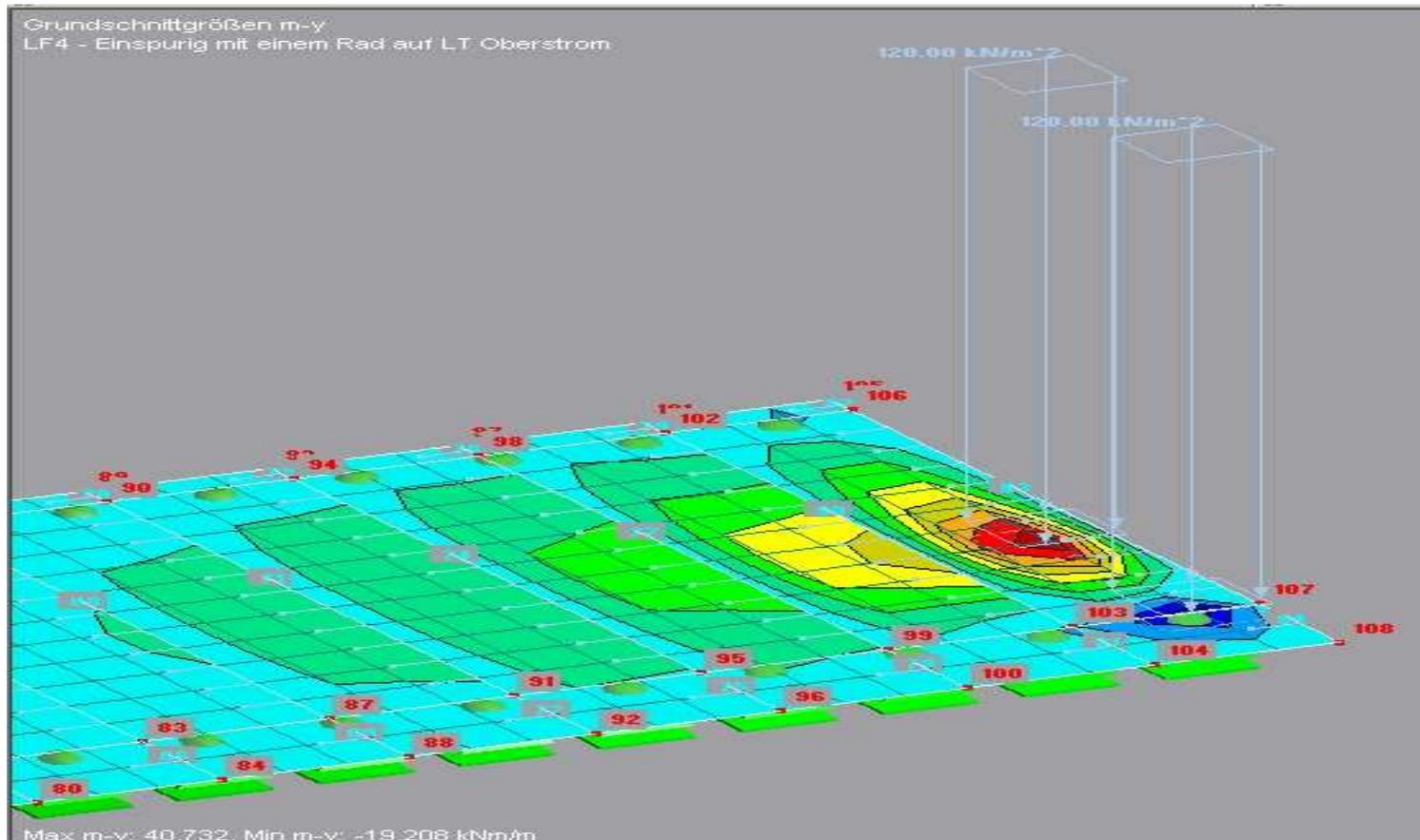


- 2 stegiger Querschnitt
- Aufliegende Platte aus Spannbetonfertigteilen  
(ein Feld: monolithische Stahlbetonplatte)
- Fahrbahnbreite 7,0 m, Gehbahnbreiten 2,25 m / 1,45 m
- Trägerabstand 5,60 m, Auskragungen 2,65 m
  
- Brückenklasse 30/30 (entspr. Nachrechnung von 1992)

- Bauwerk befindet sich auf Hauptzufahrtsroute zwischen Autobahn und zwei Holzverarbeitungsbetrieben in Friesau, deshalb sollten Verkehrseinschränkungen weitestgehend vermieden werden



## Statische Untersuchung zur Tragfähigkeit und zu alternativer Fahrspurführung (einspurig, Verkehrsführung mit Einengung und LSA) Ergebnis: keine maßgebende Entlastung





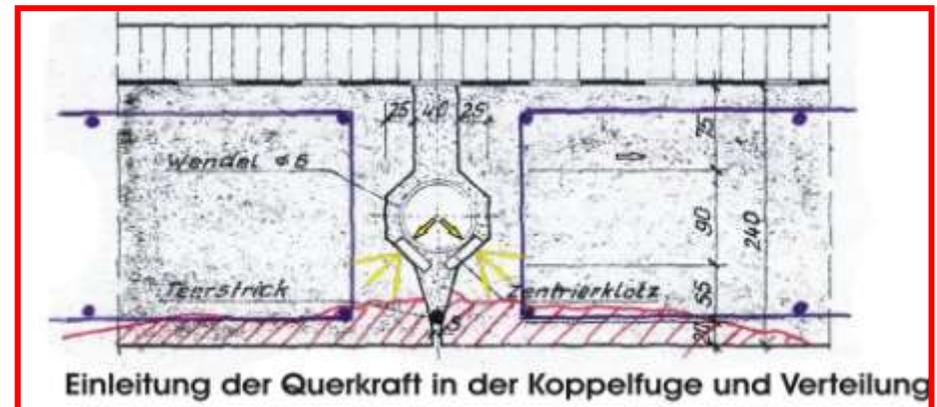
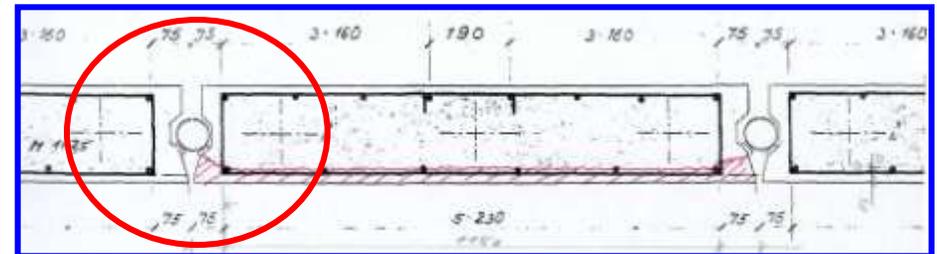
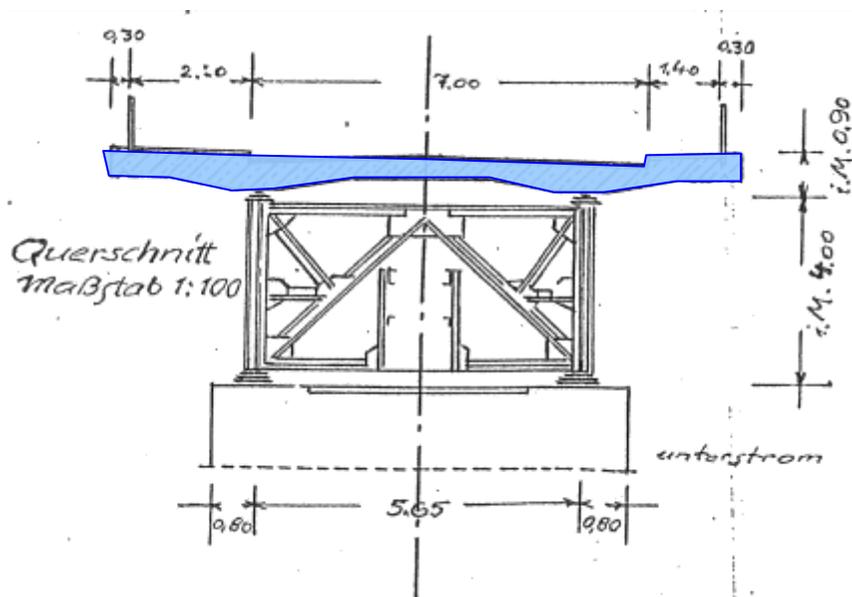
tige



## 5. Monitoringaufgabe

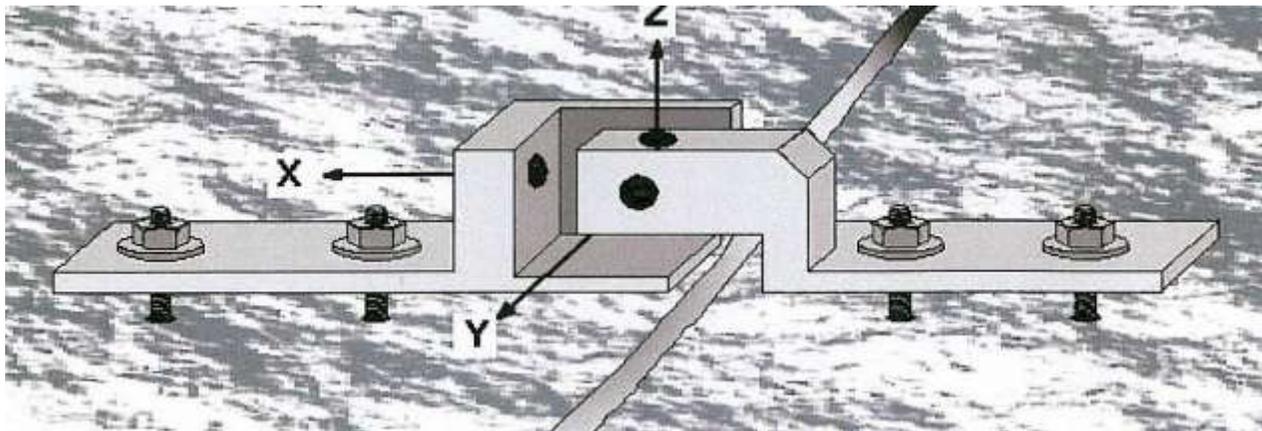
- Tragverhalten der Platte hängt maßgebend von der Querkraftübertragung zwischen den Fertigteilen ab .

**ständiger Nachweis des Kraftschlusses erforderlich!**

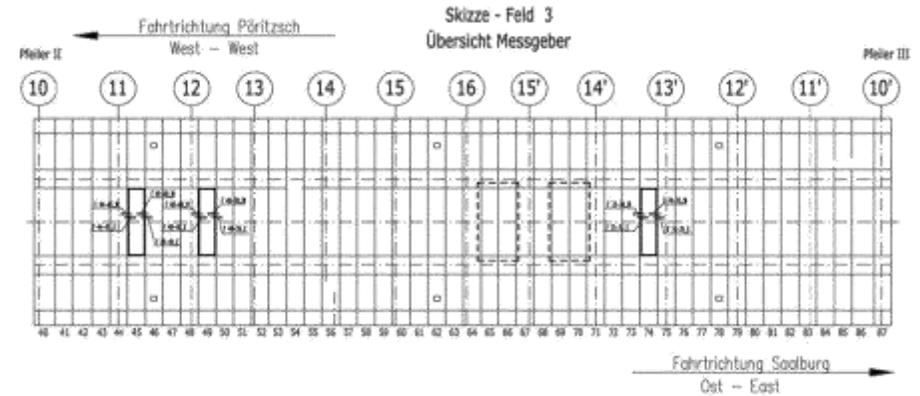
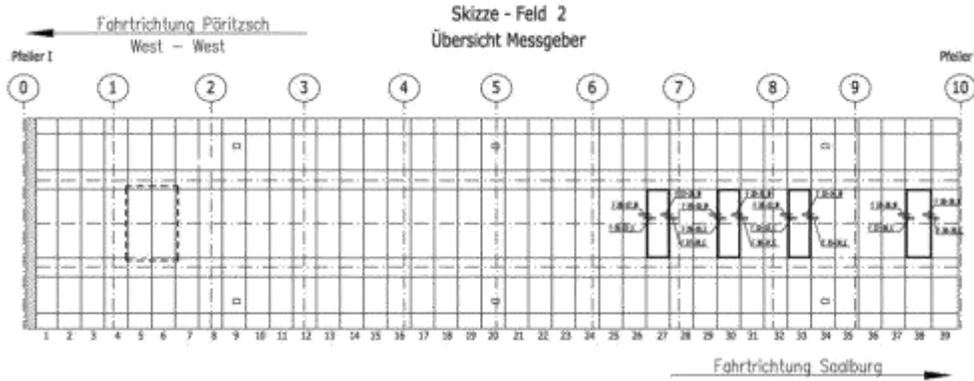


## 6. Monitoringkonzept

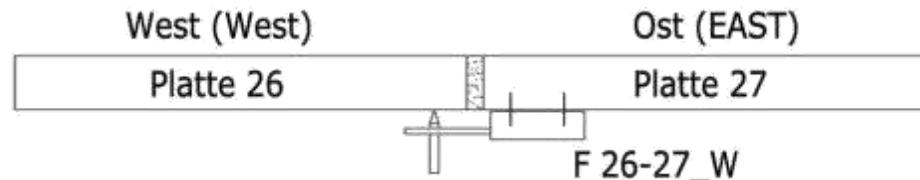
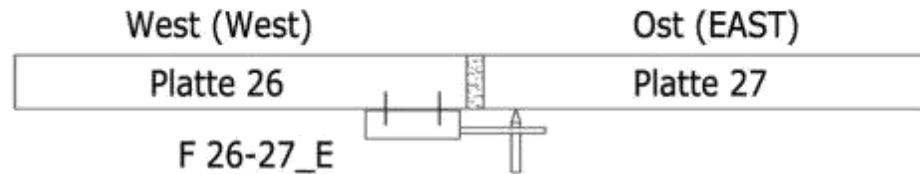
- Bauwerksüberwachung durch **Monitoring bis zur grundhaften Instandsetzung**
- Festlegung von Grenzwerten für Verformungsdifferenzen und Installation eines Monitoringsystems zur Erkennung kritischer Zustandsänderungen
- Die Ermittlung vertikaler Verformungsdifferenzen im Fugenbereich erfolgt durch Extensometer (Schleppzeigerprinzip),
- Neben der Dauerüberwachung und Ergebnisaufzeichnung erfolgt auch eine Funkübertragung von Messwerten (Grenzwertüberschreitung)

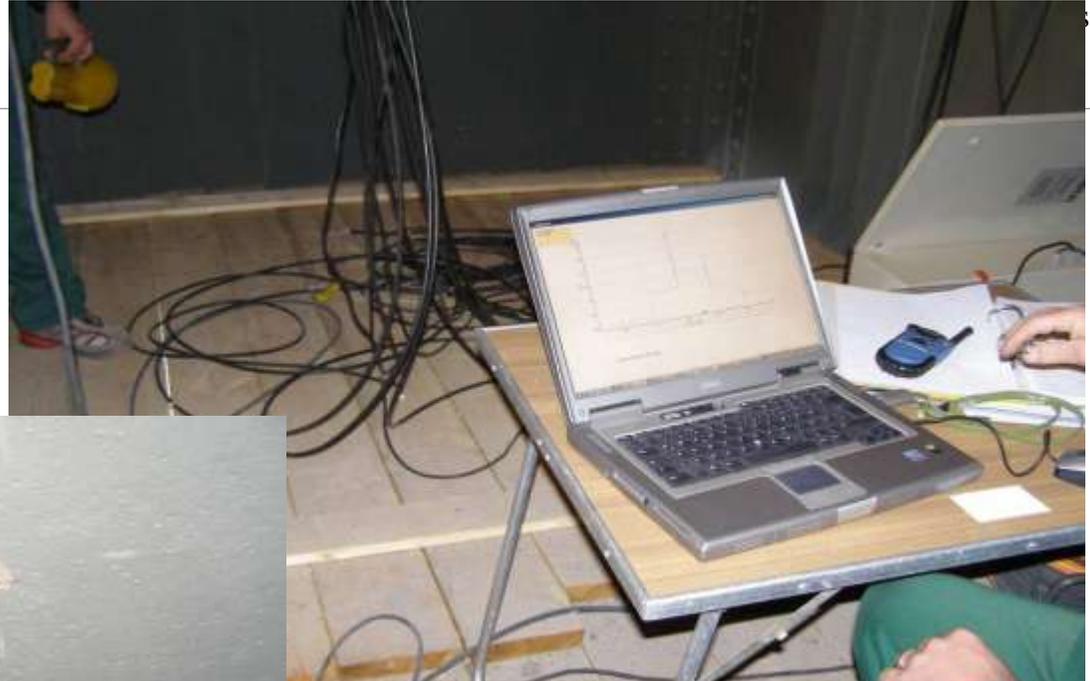


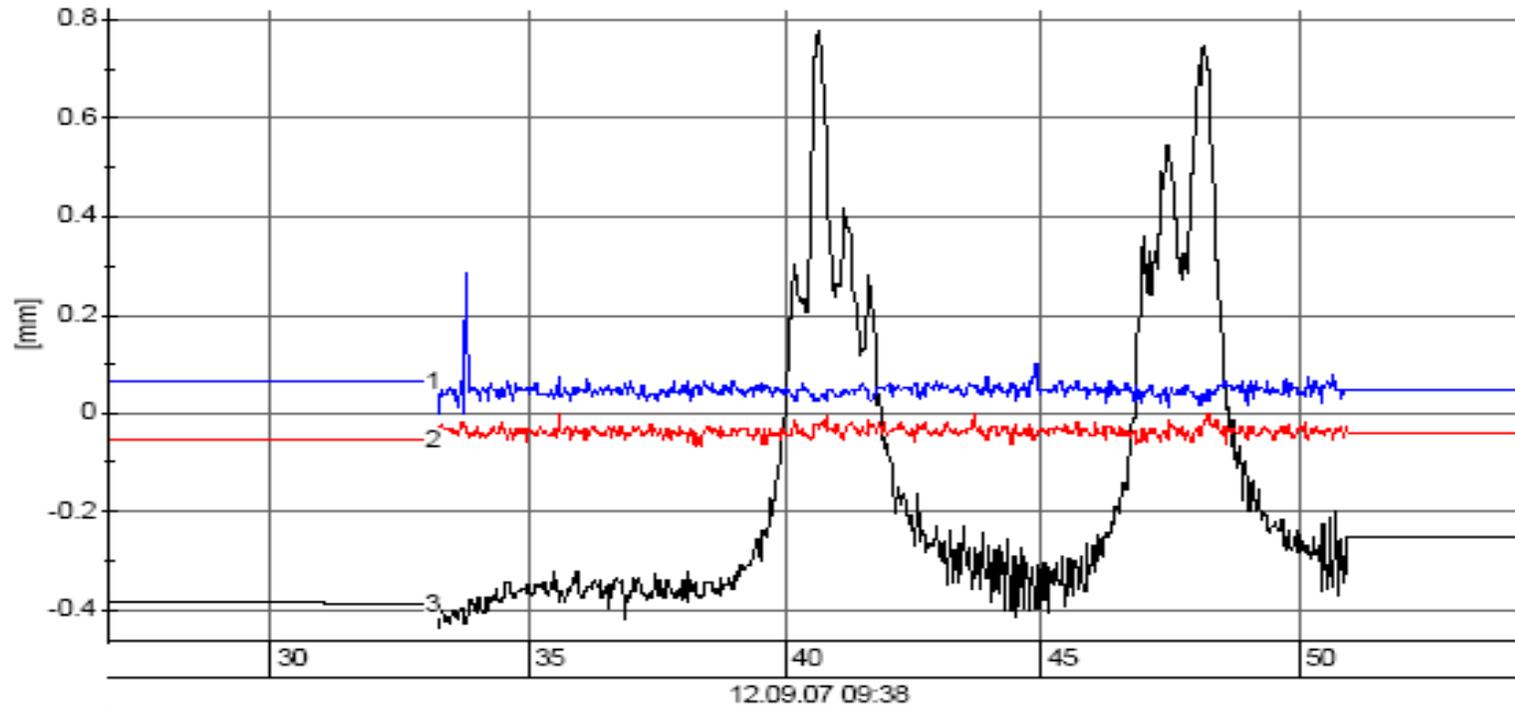
# 7. Monitoring



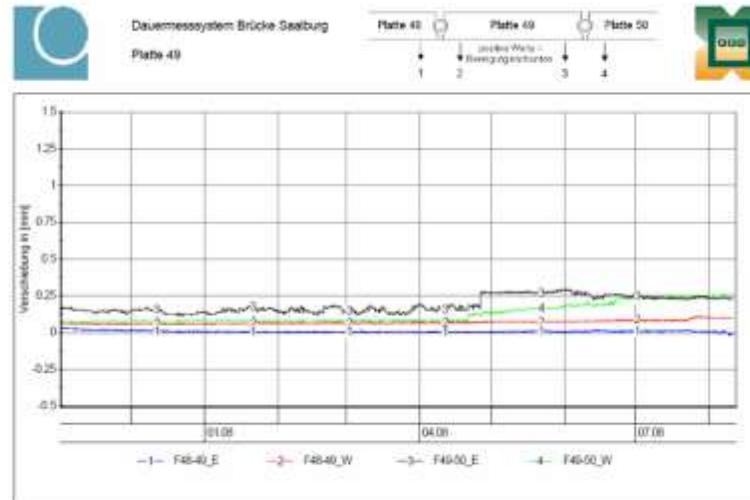
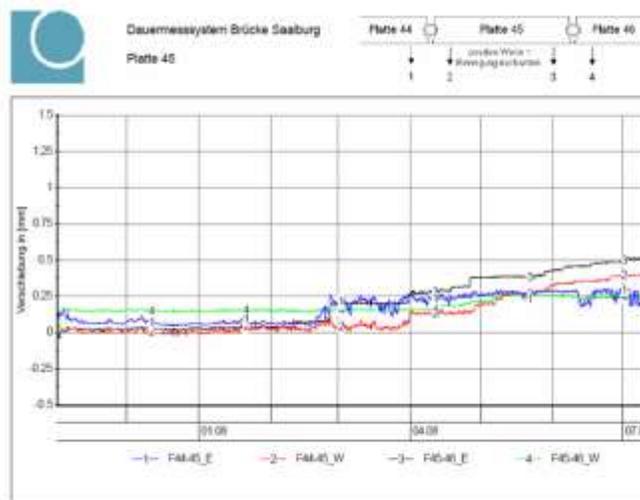
Fuge 26-27







- 1— dynamische Messung; Feld2; F32-33\_E (mm)
- 2— dynamische Messung; Feld2; F33-34\_E (mm)
- 3— dynamische Messung; Feld2; Total33 (mm)

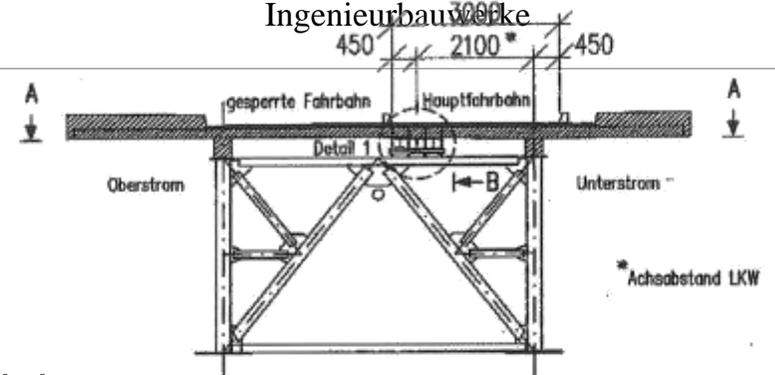




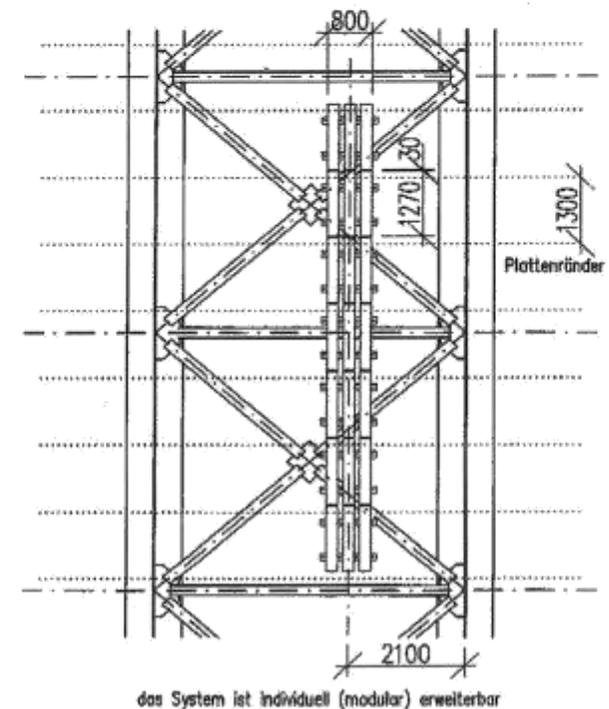
## 8. Sicherungskonstruktion

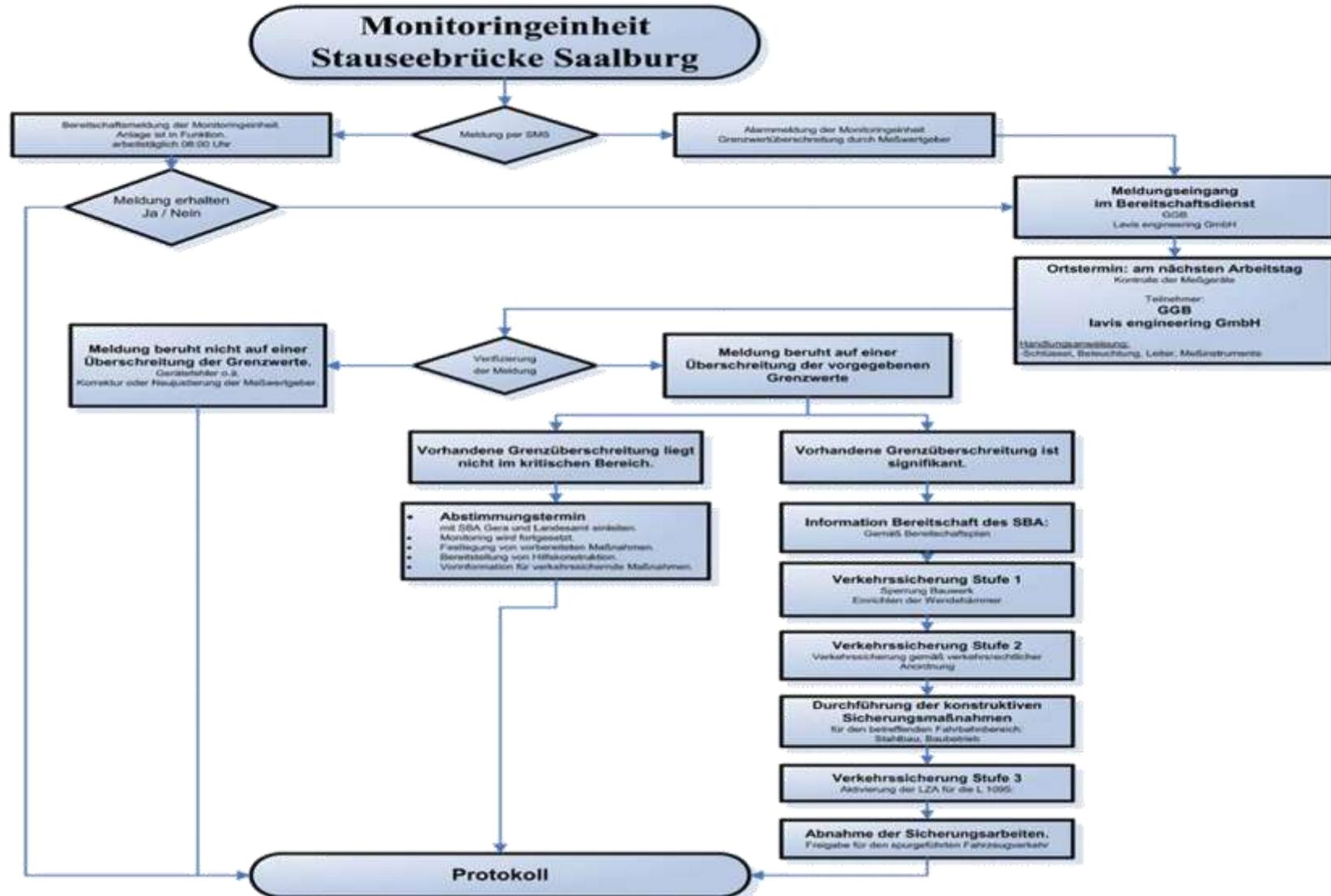
- Zur Wiederherstellung der Querkraftübertragung im Versagensfall als Havarielösung:  
Einbau von statisch geprüfter Sicherungskonstruktion aus Stahlprofilen, welche an den Platten mit Ankern befestigt werden
- Konstruktion ist modulartig aufgebaut und deshalb erweiterbar und in kurzer Zeit einzubauen
- Verkehrsführung erfolgt nach Einbau einspurig mit LSA-Regelung

**Querschnitt**  
 Abteilung Straßenbau  
 Referat Brücken-, Tunnel- und sonstige  
 Ingenieurbauwerke



Schnitt A-A





# **Einflussfaktoren, Verfahrensgrenzen des Monitoring**

- **Monitoring kann Bauwerksprüfung nach DIN 1076 nicht ersetzen**
- **Ergänzender Einsatz im Rahmen der OSA zur Unterstützung der Erhaltungsplanung kann zielführend sein**
- **Unwägbarkeiten bei komplexen Strukturen, Erfolg ist abhängig vom Detailbezug der Messungen, in jedem Fall Schwachstellen-Identifikation**
- **Hohe Anforderungen an Sachverstand der Ausführenden (konstruktiver Ingenieurbau, Bauwerksprüfung, Messtechnik)**
- **Zuverlässigkeit der Messungen, Messdatenverarbeitung und Auswertung ist sicherzustellen (u. a. unplanmäßige Einwirkungen, Vandalismus)**
- **Fachtechnische Begleitung und Dokumentation der Anwendung**


**Bundesministerium  
für Verkehr, Bau  
und Stadtentwicklung**

2010

BRÜCKEN UND TUNNEL DER BUNDESFERNSTRASSEN 2010

2010

In der im Jahr 2010 bereitgestellten Monats- und Jahresberichte über Brücken und Tunnel der Bundesfernstraßen werden auch in diesem Jahr wieder unter anderem folgende Informationen veröffentlicht:

Die in der Statistik über Brücken und Tunnel im Jahr 2010 sind die 50 größten Brücken über Wasserflächen der Bundesfernstraßen in Deutschland.

Der größte Teil der getragenen Brücken sind Mischbrücken. Die größten Mischbrücken sind die Brücken über den Rhein bei Köln und die Brücke über die Elbe bei Magdeburg.

Die als fester Stahlbau ausgeführte Gitterträger-Brücke bei Zug der A 29 über die Elbe ist die zweitgrößte fester Stahlbrücke der Bundesfernstraßen.

Die Bauwerke zur Überführung der neuen Landesautobahn Stuttgart sind ein herausragendes Beispiel für die Anwendung moderner Bauverfahren und für die Integration von Brückenbau und Verkehrsinfrastruktur.

Die 107 m lange Kabellehrbrücke bei Zug der A 9 ist ein herausragendes Beispiel für die Anwendung moderner Bauverfahren und für die Integration von Brückenbau und Verkehrsinfrastruktur.

Die Brückenzug der Querspannung Brücke ist ein herausragendes Beispiel für die Anwendung moderner Bauverfahren und für die Integration von Brückenbau und Verkehrsinfrastruktur.

Bei der Überführung über die A 1155 ist ein herausragendes Beispiel für die Anwendung moderner Bauverfahren und für die Integration von Brückenbau und Verkehrsinfrastruktur.

Zur Verbesserung der Sicherheit der Tunnelbauten werden Maßnahmen zur Verbesserung der Tunnelbauverfahren ergriffen.

Die 107 m und 100 m langen Tunnelbauwerke sind ein herausragendes Beispiel für die Anwendung moderner Bauverfahren und für die Integration von Brückenbau und Verkehrsinfrastruktur.

Der 107 m lange Tunnelbauwerk ist ein herausragendes Beispiel für die Anwendung moderner Bauverfahren und für die Integration von Brückenbau und Verkehrsinfrastruktur.

**BRÜCKEN UND TUNNEL  
DER BUNDESFERNSTRASSEN  
2010**



Verkehr Mobilität Bauen Wohnen Stadt Land Verkehr Mobilität Bauen  
 Wohnen Stadt Land [www.bmvbs.de](http://www.bmvbs.de) Verkehr Mobilität Bauen Wohnen  
 Stadt Land Verkehr Mobilität Bauen Wohnen Stadt Land Verkehr Mobilität

buergerinfo@bmvbs.bund.de

Brückentagung 2011

18.-20. Mai 2011 Wien Folie 61