

- ABES Wagner & Partner ZT-GmbH, Graz
DI Dr. Martin Pircher
 - Zuständigkeit:
 - Auswahl der Messstellen Rissbeobachtung
 - Erstellung Programm u. Auswertung Kalibrierungsüberfahrten
 - Auswertung und Interpretation Monitoringergebnisse
 - Entwicklung Methodik für Schadensanalyse
 - Ermittlung Schadensausmaß Verkehr

- Kompetenzzentrum „Das virtuelle Fahrzeug Forschungsgesellschaft“ m.b.H., Graz
Dr. Bernhard Lechner, DI Oliver Mariani
 - Zuständigkeit:
 - Auswahl, Kalibrierung u. Konfiguration der Messsensoren für die Rissbeobachtung
 - Montage, Betrieb und Wartung der Messanlage
 - Messtechnische Betreuung der Kalibrierungsfahrten

- PEC – Petschacher Consulting ZT-GmbH,
Feldkirchen

DI Dr. Markus Petschacher

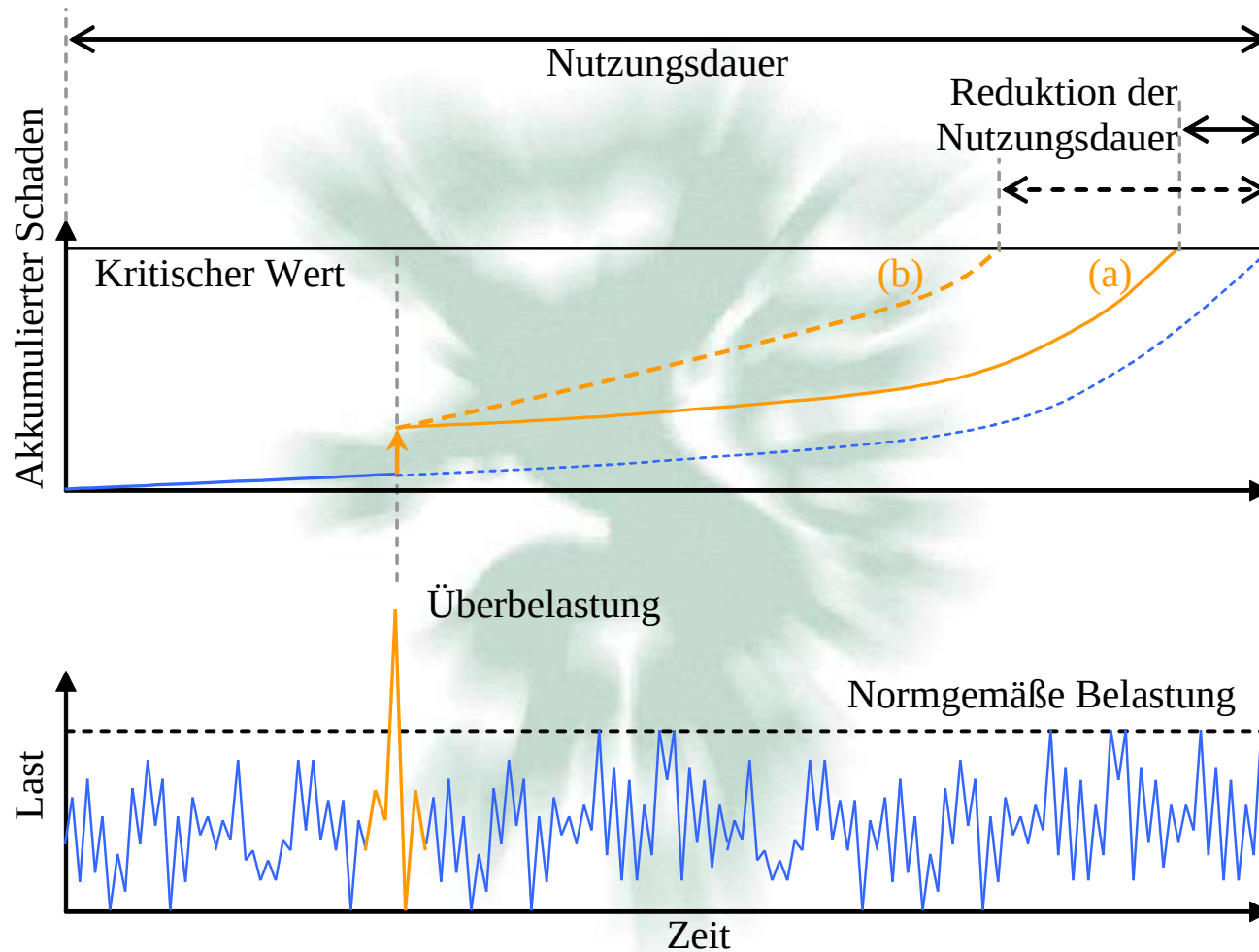


PEC – Petschacher Consulting,
ZT-GmbH
Ingenieurkonsulent
für Bauingenieurwesen

- Zuständigkeit bei Messungen 2008:
 - Auswahl, Kalibrierung u. Konfiguration der
Messsensoren für die BWIM-Anlage
 - Montage, Betrieb und Wartung der BWIM-
Anlage
 - Messtechnische Betreuung der
Kalibrierungsfahrten
 - Auswertung und Analyse BWIM-
Messergebnisse

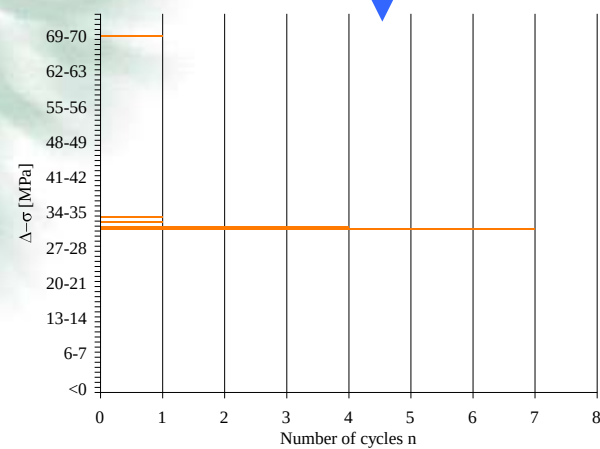
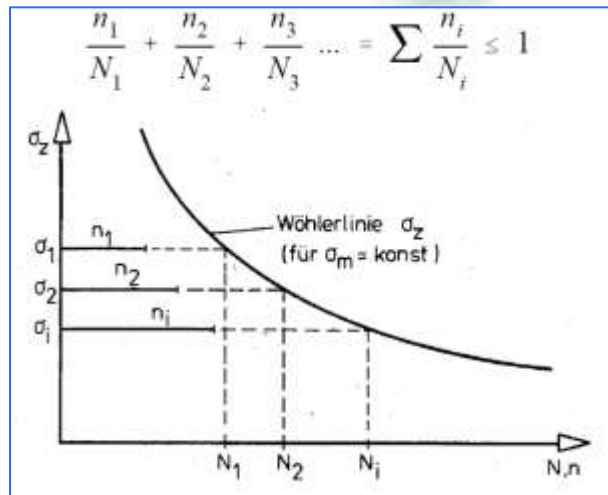
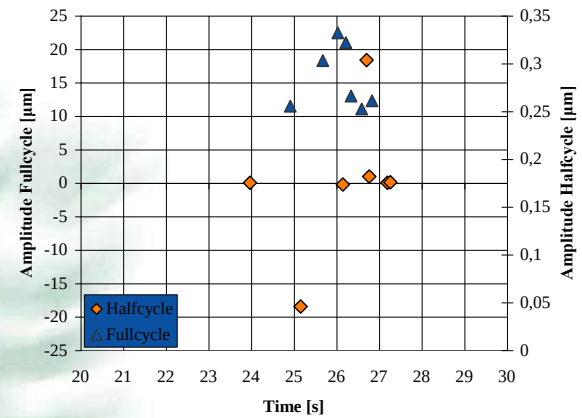
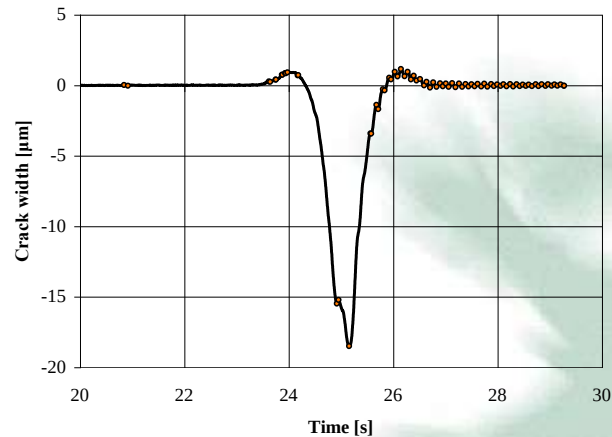
- Amt der Steiermärkischen Landesregierung,
FA 18B Straßeninfrastruktur - Bau, Graz
DI Andreas Kammersberger
 - Zuständigkeit:
 - Initiator
 - Mittelbereitstellung
 - Projektkoordination

- Immer wieder die folgenden Fragen:
 - Schadensausmaß an Betonbrücken durch Verkehr (Straßenaufbau: Faktor 10^4)
 - Verhältnis Schadensausmaß normaler Verkehr – Sondertransporte
 - Einfluss statische – dynamische Belastung
 - Hintergrundinformation für Abschätzung Restlebensdauer von schlaff bewehrten Brücken (Ermüdungsbeanspruchung Bewehrung, Beton)



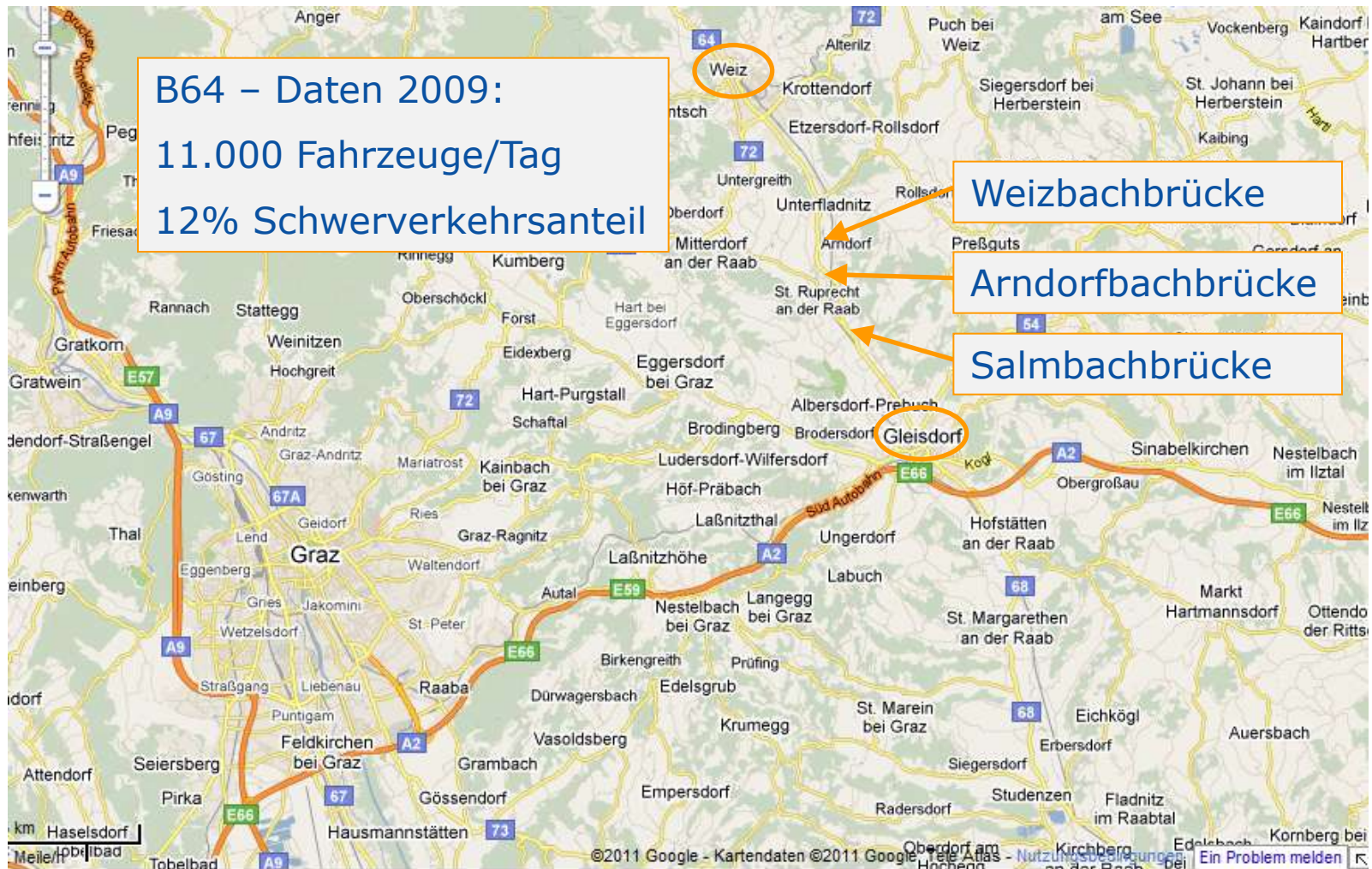
- Die akkumulierte Schädigung setzt sich aus einer Vielzahl von Einzelkomponenten zusammen:
- Chemische Angriffe auf die Betonoberflächen,
- Korrosion des Bewehrungsstahls und dadurch verursachte Betonabplatzungen,
- Rissbildungen,
- Abnutzung der Fahrbahnoberfläche, der Lager und der Brückenausrüstung,
- **Ermüdung des Bewehrungsstahls,**
- etc.
- Manche dieser Schädigungskomponenten werden durch Verkehrsbelastung verursacht, andere durch Umwelteinflüsse.

- Querschnitte mit Biegerissen wurden mit Sensoren zur Messung der Änderungen der Rissweiten unter Verkehrsbelastung ausgerüstet.
- Die Zeit-Rissweitendiagrammen wurden mit Hilfe der Rainflow-Methode analysiert. Ergebnis war das Spiel der Rissweiten.
- Rissweiten wurden in ein Spannungsspiel der Bewehrungslage an der Unterseite des jeweiligen Hauptträgerquerschnittes umgerechnet.
- Klassifizierung des Lastkollektivs der Lastamplituden.
- Anwendung der Palmgren-Miner Regel unter Berücksichtigung der Ermüdungskurve für Bewehrungsstahl laut EC führt zum Ermüdungsschaden für die betrachtete Belastung.





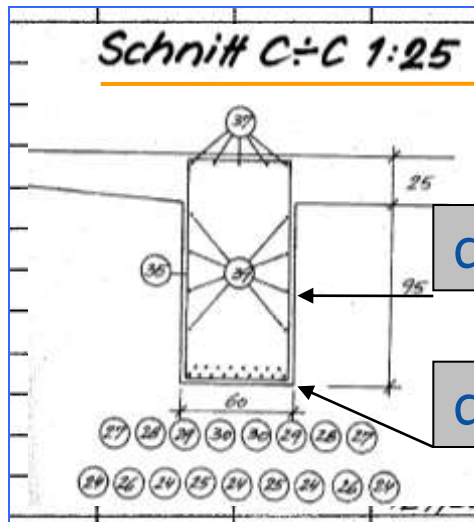
B64 – Gleisdorf - Weiz



Weizbachbrücke B64

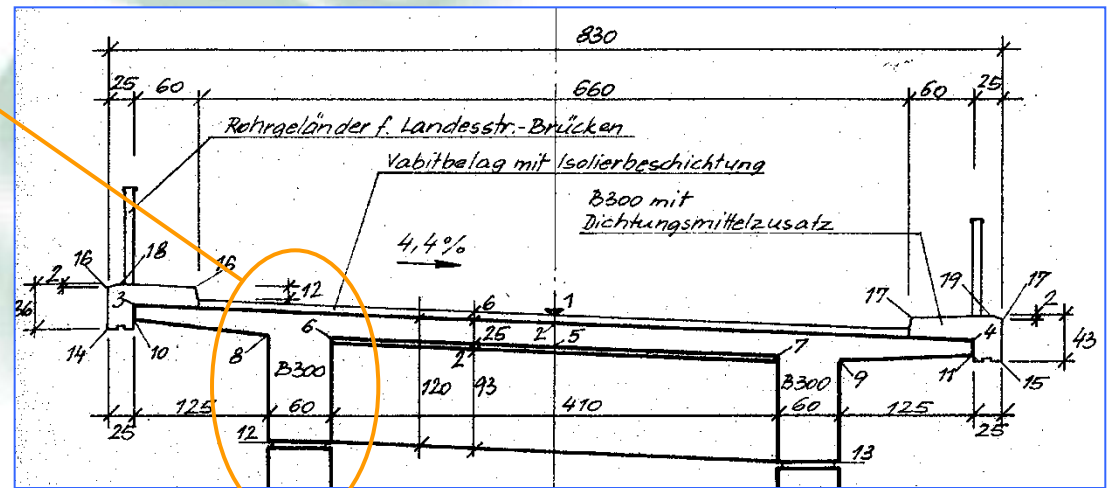


- 10+20+10m
- 2 Spuren
- Erbaut 1969



d14

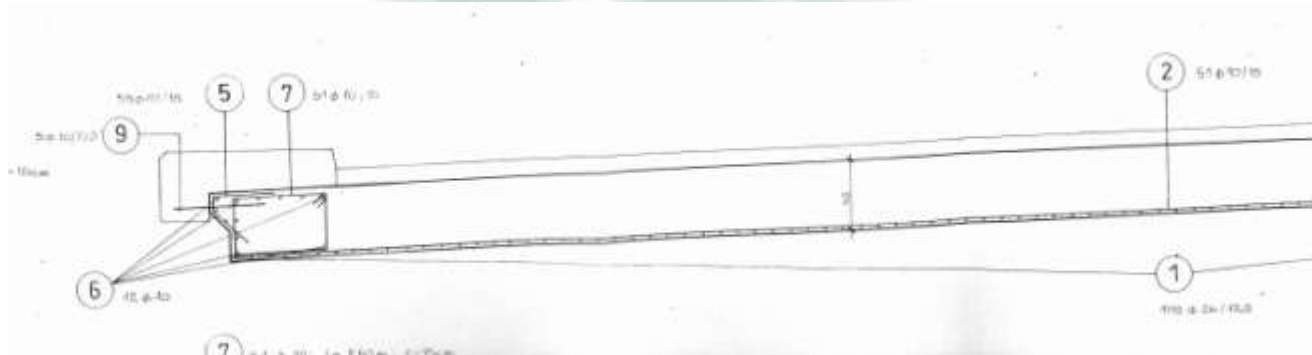
d26



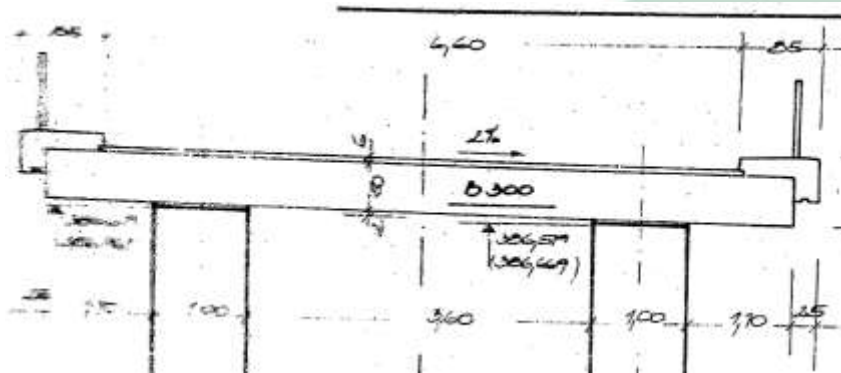
Salmbachbrücke B64



- 7.5m
- 3 Spuren
- Erbaut 1993

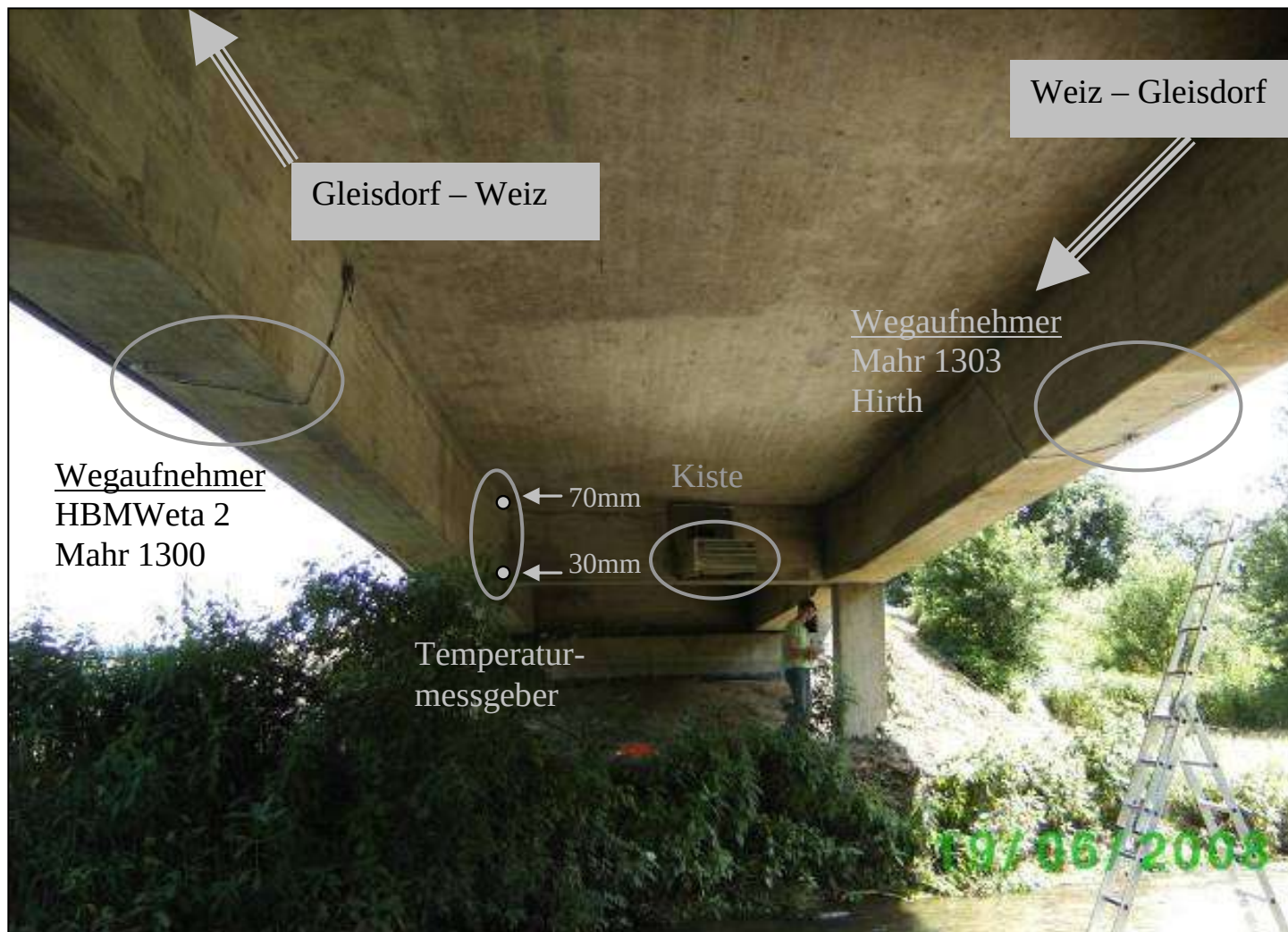


Arndorfbachbrücke B64

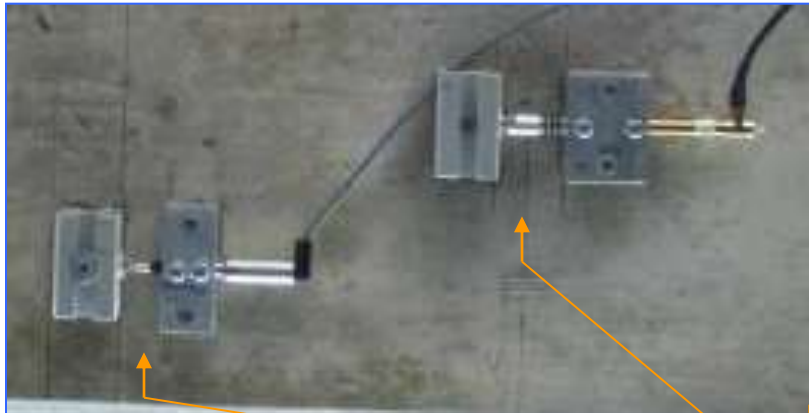


- 6.3+12.6+6.3m
- 2 Spuren
- Erbaut 1967

Messaufbau Weizbachbrücke



Messaufbau Weizbachbrücke



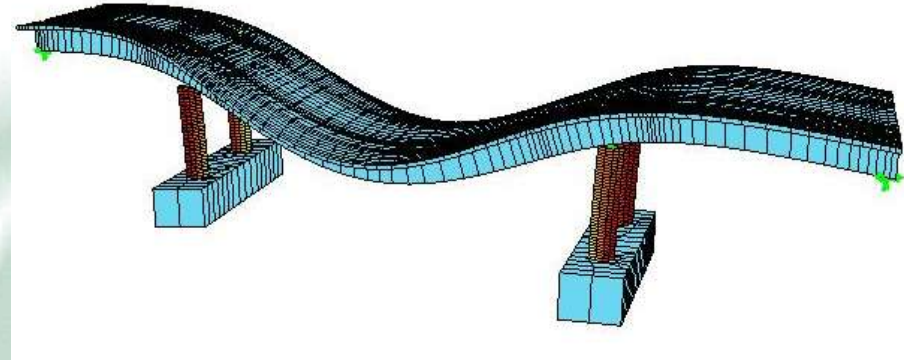
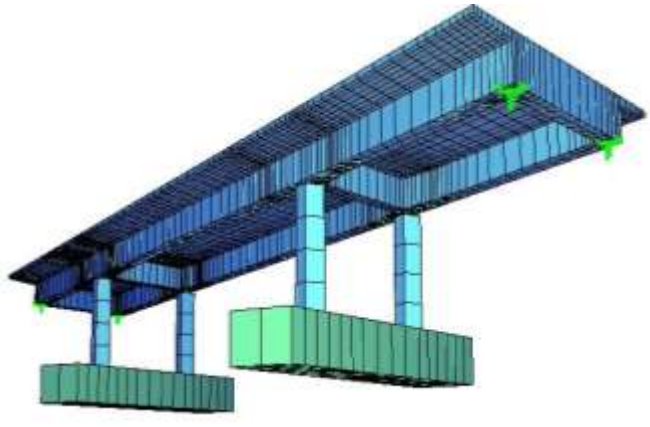
Risse



Nachweisgrenze ca. 10nm

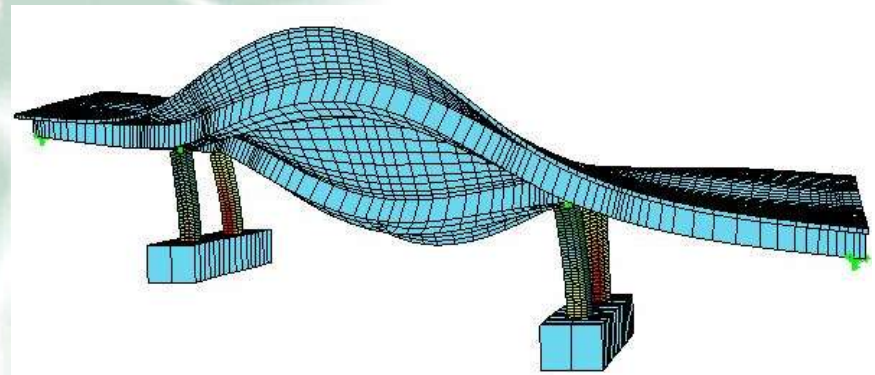
Messaufbau Weizbachbrücke





Erste Biegeeigenform 6.26 Hertz.

Typ	Frequenz [Hertz]	Typ
Biegung	6.26	Querbiegung
Torsion	7.56	Querbiegung
Biegung	11.33	Biegung
Torsion	13.41	-
Biegung	13.52	-
Torsion	14.01	-
Torsion	15.32	Biegung



Erste Torsionseigenform 7.56 Hertz.

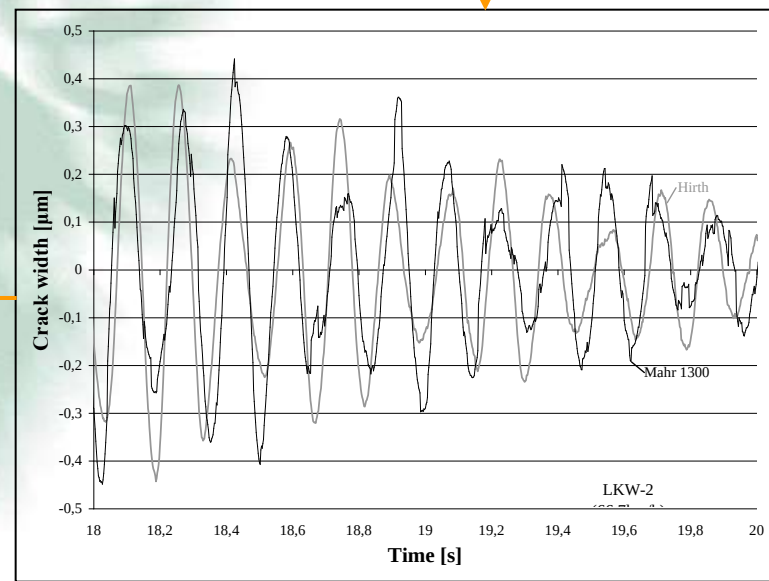
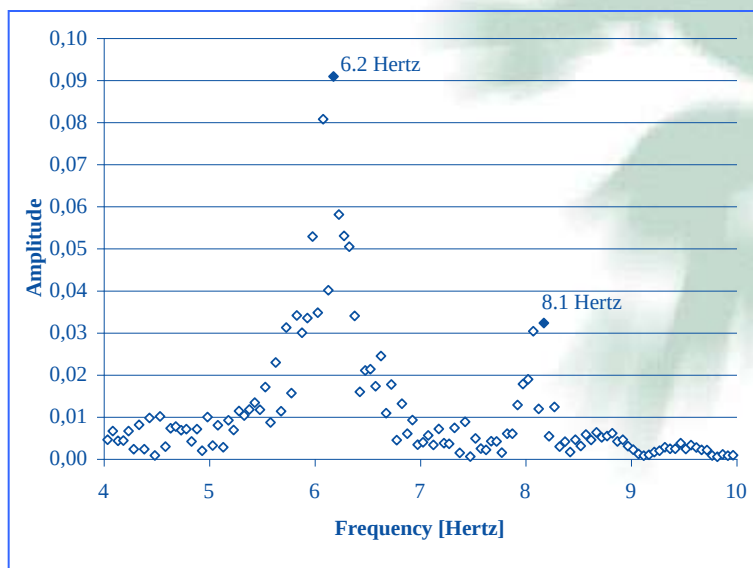
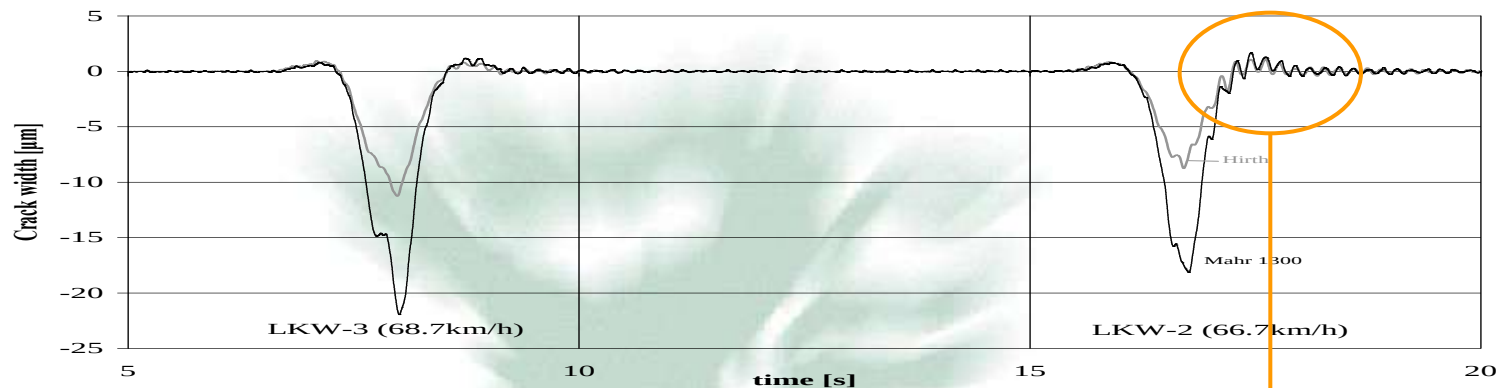
Messprogramm - Kalibrationsfahrten



Radlastwaagen					Brückenwaage	Abweichung
LKW 3Achsen	vorne	links	rechts	Gesamt	vorne	
		4120	4890	9010	Achse	3.8%
		—	—	—	hinten	
2Achsen	vorne	4040	4050	8090	gesamt	16140
		5705	5440	11145		25050
				19235		—
Voyager	vorne	4040	4050	8090	vorne	7880
		5705	5440	11145	hinten	10220
				19235	gesamt	17920
Voyager	vorne	586	646	1232	vorne	1240
		483	484	967	hinten	980
				2199	gesamt	2220

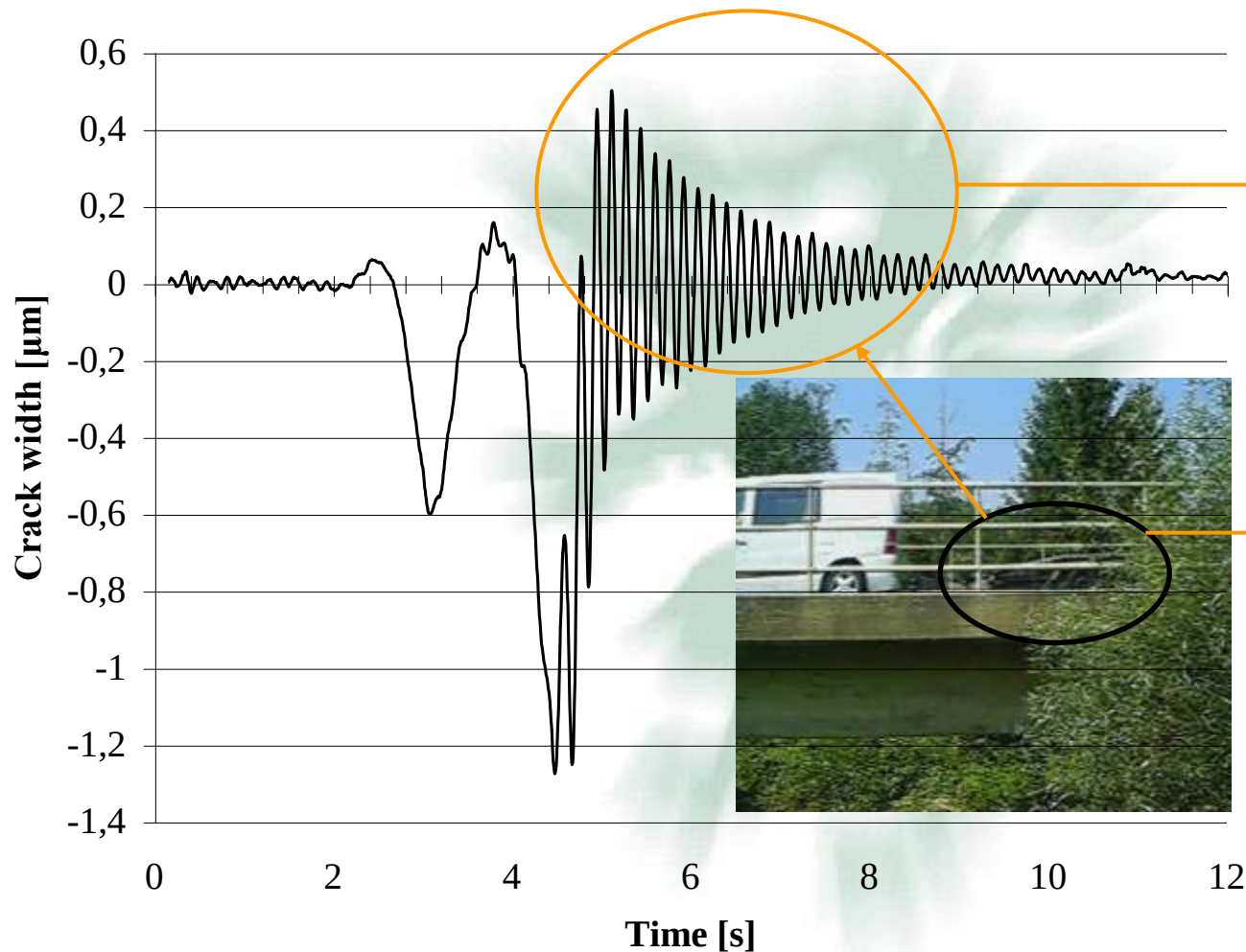


Dynamische Effekte

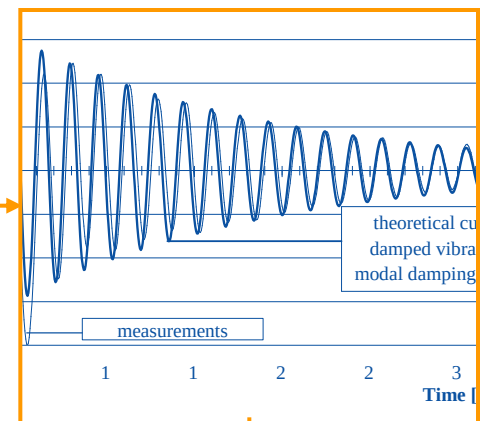


- Dem **statischen** Anteil am Messsignal werden **dynamische** Anteile überlagert. Die Amplituden dieser dynamischen Komponenten hängen von drei Faktoren ab:
- vom Ausmaß des Stoßes bei der Brückenauffahrt und damit von der Masse und Geschwindigkeit des Fahrzeuges;
- von der Eigenfrequenz der Fahrzeugsfederung im Verhältnis zu den Brückeneigenfrequenzen; und
- von der Frequenz der Radlasten bei der Auf- und Überfahrt, also der Fahrzeugsgeschwindigkeit in Kombination mit den Achsabständen.

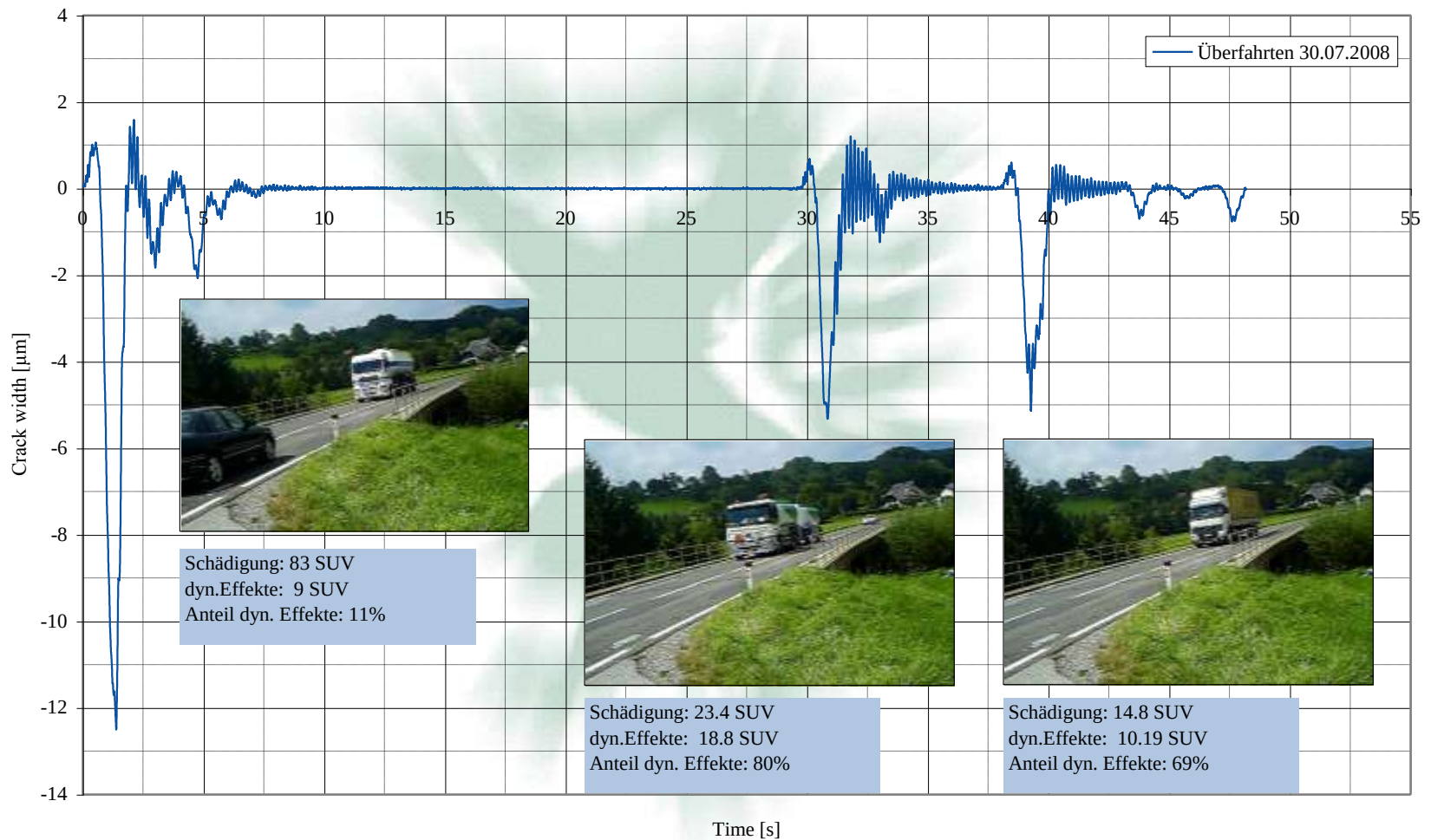
Dynamische Effekte



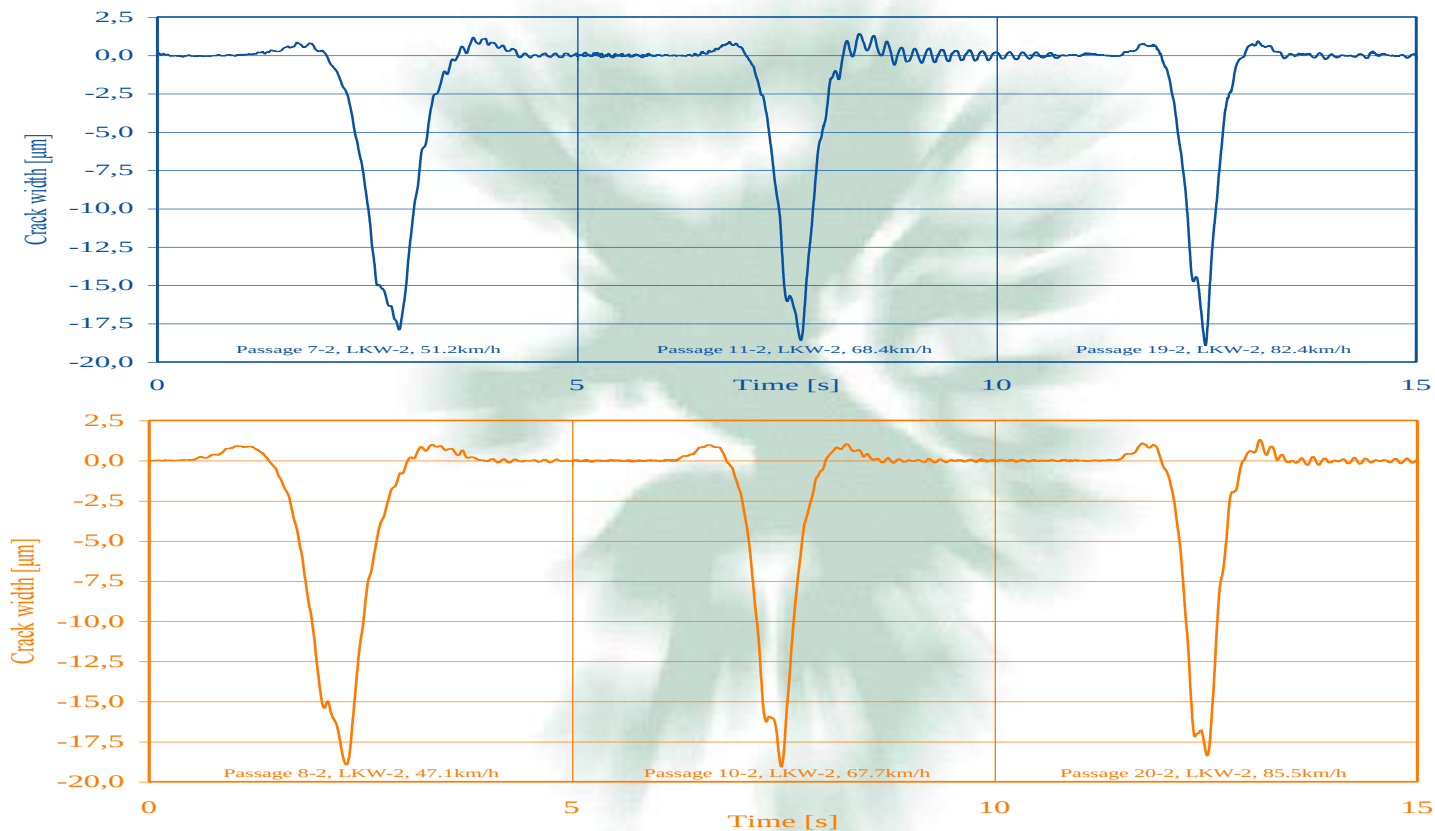
90% der
Schädigung aus
dynamischen
Effekten



Modale
Dämpfung 0.7

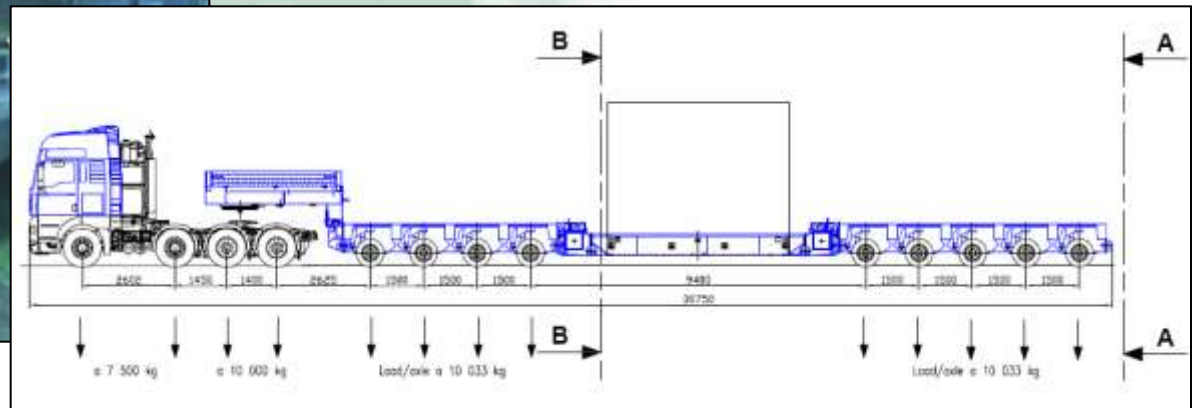


Weiz - Gleisdorf

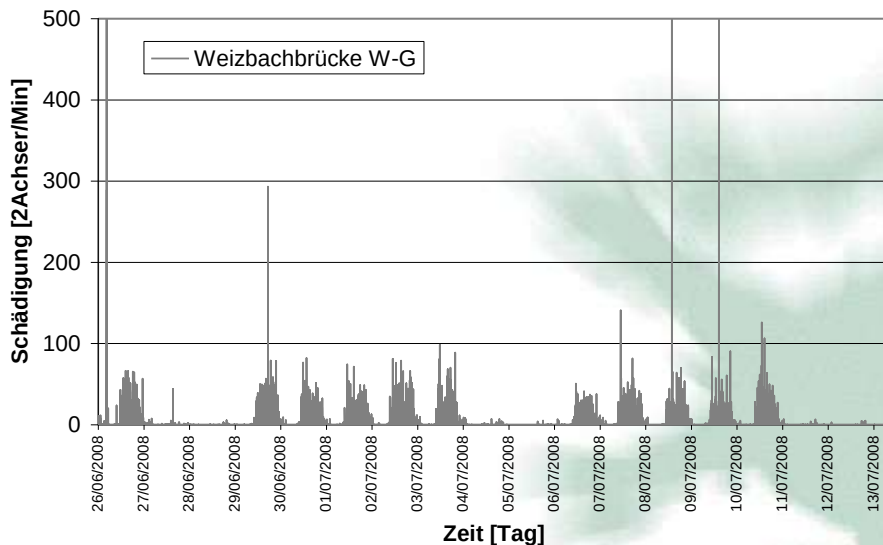


Gleisdorf - Weiz

- Anlagen wurden 6-8 Wochen mit 200 Hertz je Brücke betrieben.
- Lastereignisse wurden detektiert und klassifiziert.
- Für jede Minute des Messzeitraumes wurde die Schädigung bestimmt und ausgewertet.
- Schädigung wurde normiert auf Schädigung durch 18t 2-Achser.

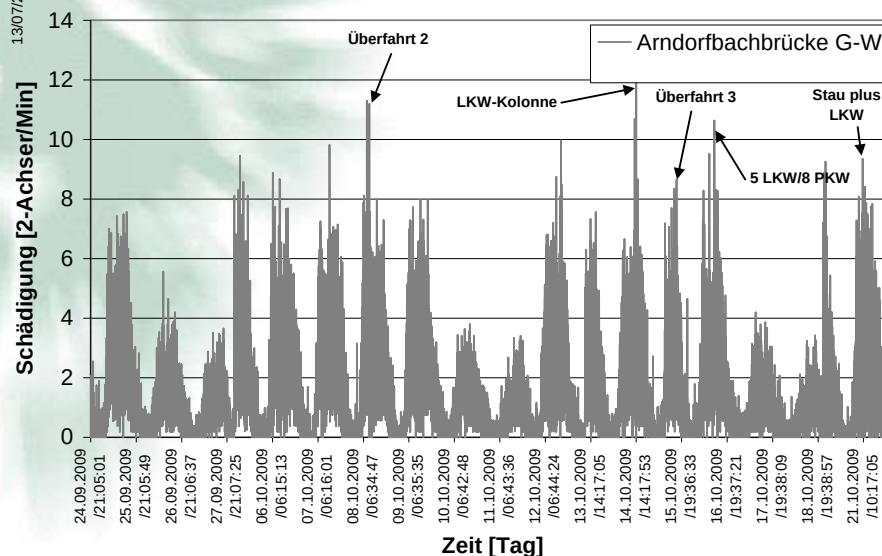


Kontinuierliches Monitoring

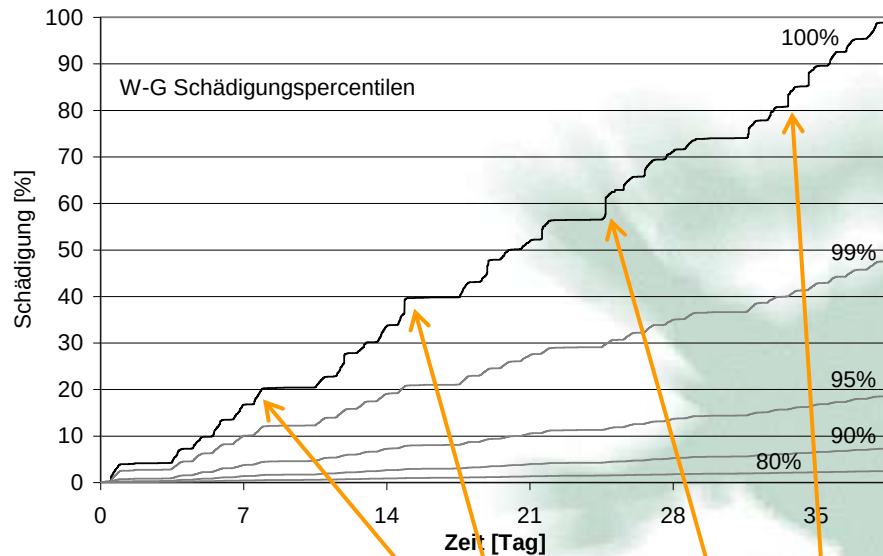


#	Schädigung [2-achser Äquivalent]	Fahrtrichtung	Anmerkung
1	1935	W-G	Sondertransport
2	978	W-G	Sondertransport
3	790	W-G	Sondertransport
4	772	W-G	Sondertransport

#	Schädigung [2-achser Äquivalent]	Fahrtrichtung	Anmerkung
1	11.19	G-W	4-Achser 65t
2	11.30	G-W	5-Achser 80t
3	9.40	G-W	5-Achser 78t
4	9.03	W-G	5-Achser 76t

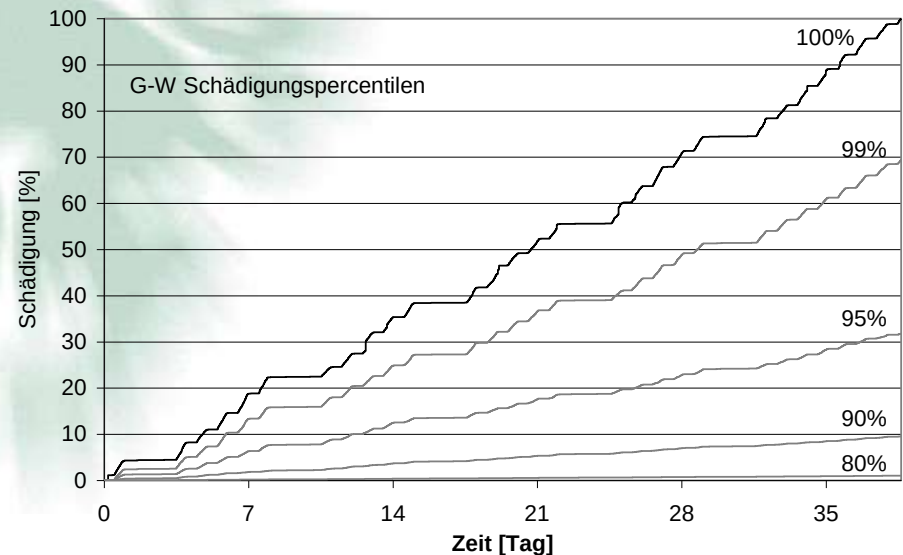


Kontiunierliches Monitoring Weizbachbrücke

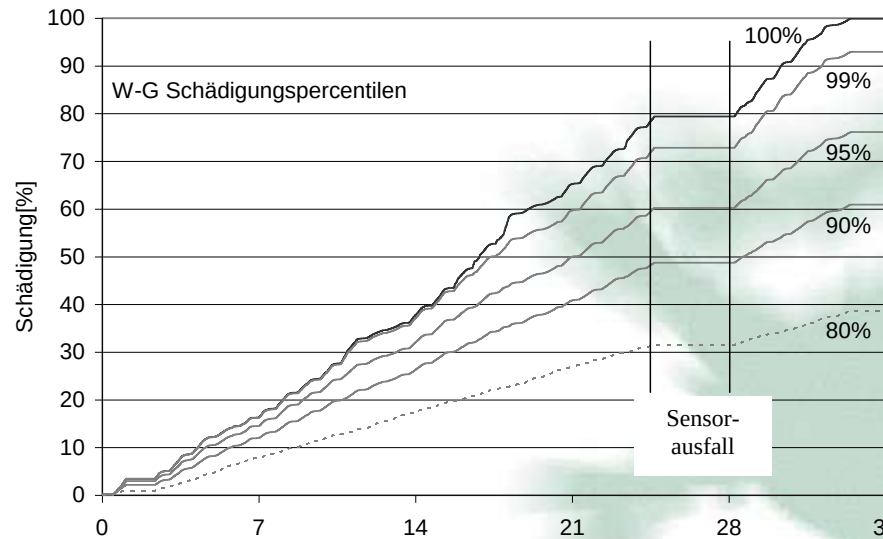


Sonderfahrzeuge

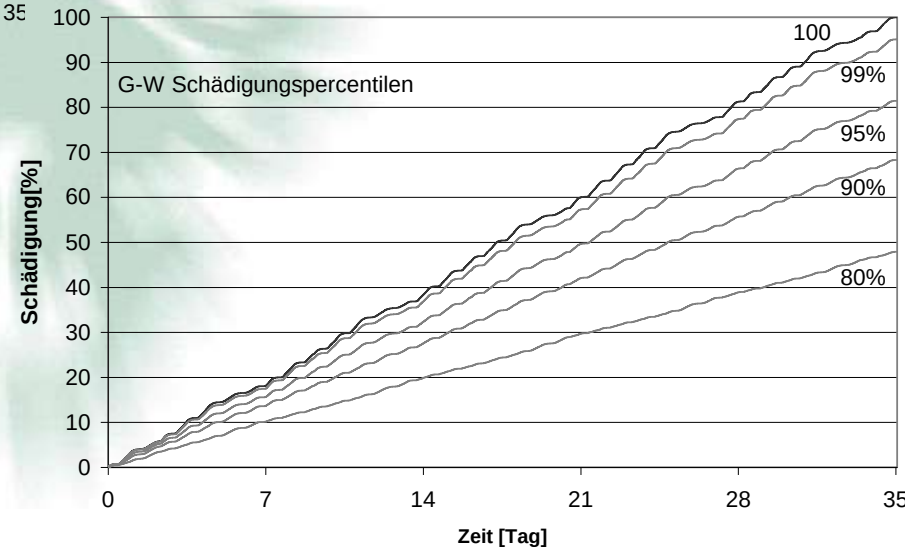
Percentile	Schädigung G-W	Schädigung W-G
[%]		
100	100.0	100.0
99	69.4	48.2
95	31.8	18.7
90	9.5	7.3
80	1.0	2.5



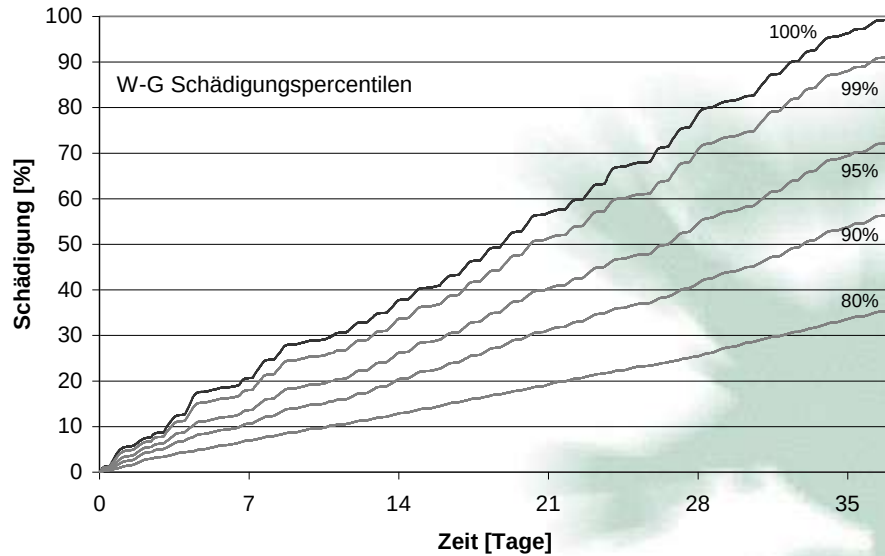
Kontiunierliches Monitoring Arndorfbachbrücke



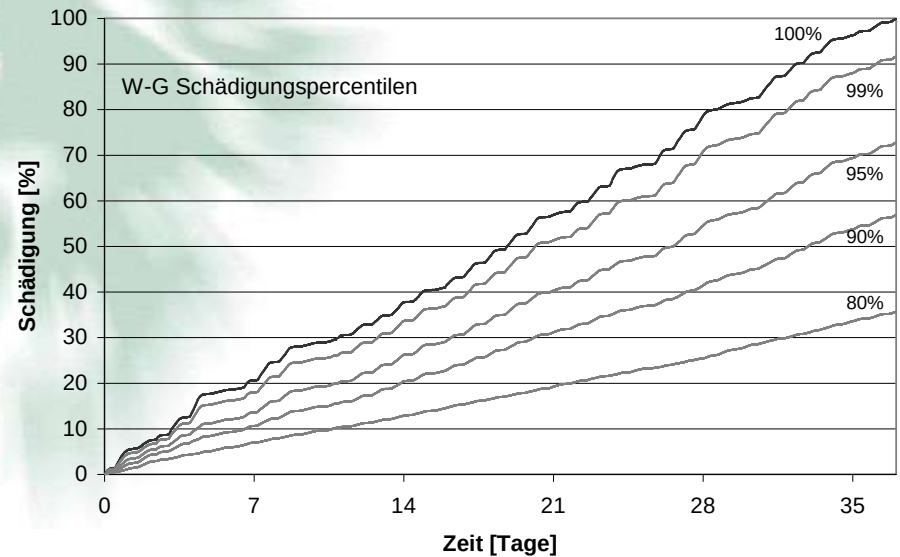
Percentile [%]	Schädigung G-W	Schädigung W-G
100	100	100
99	95.09	92.95
95	81.44	76.12
90	68.3	60.95
80	47.89	38.74



Kontiunierliches Monitoring Salmbachbrücke



Percentile [%]	Schädigung G-W	Schädigung W-G
100	100.00	100.00
99	93.71	91.72
95	77.53	72.84
90	62.51	56.94
80	40.21	35.69



- Schwerverkehr verursacht überproportional hohe Schädigung.
- Das Ausmaß der Schädigung durch schweren Verkehr hängt stark vom jeweiligen Bauwerk ab.

Percentile [%]	Weizbachbrücke		Arndorfbachbrücke		Salmbachbrücke	
	Schädigung G-W	Schädigung W-G	Schädigung G-W	Schädigung W-G	Schädigung G-W	Schädigung W-G
100	100.0	100.0	100	100	100.00	100.00
99	69.4	48.2	95.09	92.95	93.71	91.72
95	31.8	18.7	81.44	76.12	77.53	72.84
90	9.5	7.3	68.3	60.95	62.51	56.94
80	1.0	2.5	47.89	38.74	40.21	35.69

- Die Schädigung durch Sondertransporte hängt ebenfalls stark von der jeweiligen Brücke ab.

Brücke	Anzahl Sondertransporte die gleiche Schädigung wie 1 Tag Normalverkehr verursachen	Tragwerk
Weizbachbrücke	1	Doppel-T Querschnitt, Zustand II, 20m langes Mittelfeld
Arndorfbachbrücke	330	Platte, teilweise gerissen, entlastende Seitenfelder
Salmbachbrücke	75	Platte, teilweise gerissen, 7.5m Länge

- Akkumulierte Schädigung ist auf allen Brücken grösser auf Richtungsfahrbahn Weiz – Gleisdorf.
- Anteil Schädigung durch Schwerverkehr ist auf allen Brücken grösser auf Richtungsfahrbahn Weiz – Gleisdorf.
- Abtransport von erzeugten Produkten findet in Richtung Weiz – Gleisdorf statt. Zulieferung ist offenbar leichter.

- Dynamische Effekte können beträchtlich zur Schädigung durch Verkehr beitragen.
- Das Ausmaß dieses Beitrages ist abhängig von der betrachteten Brücke.
- Bauliche Maßnahmen können diesen Schädigungsanteil verringern.

- folgenden Themen stehen an:
 - Messung an weiteren Brücken
 - Änderung Schädigung bei Übergang von Zustand I in Zustand II
 - Vergleich vor- bzw. nach Instandsetzung oder Verstärkung
 - Materialuntersuchungen zu Ermüdung Bewehrung bzw. Beton
 - Untersuchungen zum dynamischen Beiwert
 - Verkehrslasten nach EN - KFG