

Monitoring an Bauteilen einer Eisenbahnbrücke mit Schallemission

Heribert MARIHART¹, Mikhail PROKOFYEV¹, Gerald LACKNER¹

¹ TÜV AUSTRIA SERVICES GmbH, Wien, Österreich

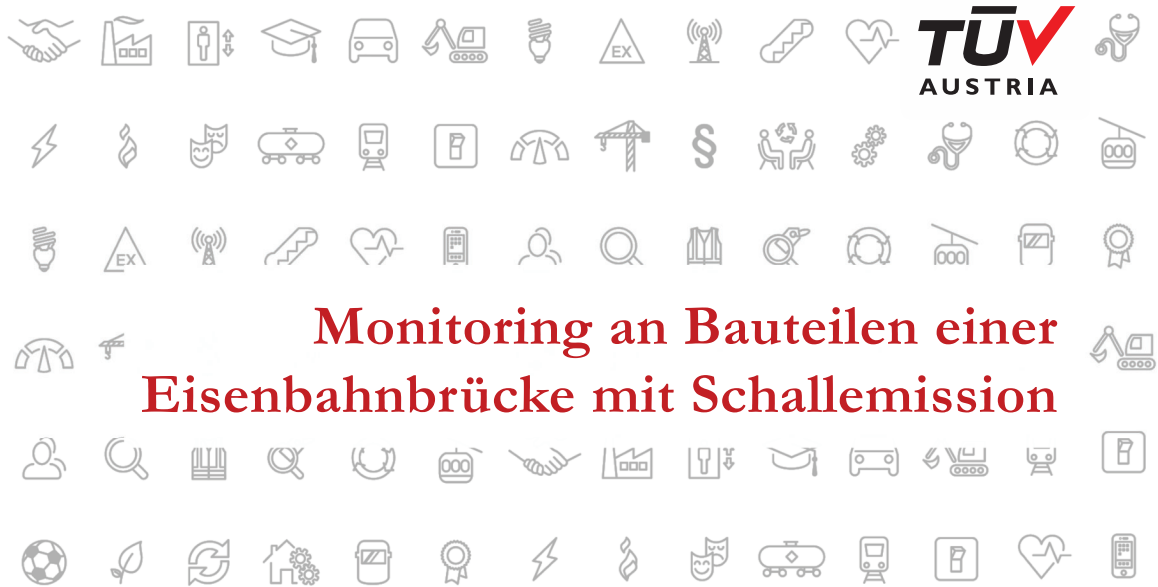
Kontakt E-Mail: heribert.marihart@tuv.at

Kurzfassung

Im ersten Teil wurde ein Monitoring mit Schallemission an Bauteilen einer intakten Eisenbahnbrücke während einiger Zugüberfahrten im normalen Streckenbetrieb durchgeführt. Die Ergebnisse der planaren Ortung der überwachten Brückenabschnitte zeigten gute Übereinstimmung mit bereits vorhandenen Schädigungen (Risse). Die eingeleiteten zeitabhängigen Belastungen durch die Überfahrten wurden über Messungen mit Dehnmessstreifen erfasst. Als Resultat wurden die Zusammenhänge zwischen Schallemission und Belastungssituation gezeigt. Des Weiteren wurden die detektierten Schallemissionsanzeigen mit Betriebsdaten wie Masse, Länge, Geschwindigkeit des jeweiligen Zuges verglichen.

Im zweiten Teil wurden Daten vom Monitoring mittels Schallemission an einem alten Träger von einer abgetragenen Brückenkonstruktion während eines Schwingversuches analysiert. Ziel war es, unter Laborbedingungen auftretendes Risswachstum bzw. fortschreitende Schädigung des Trägers ausgehend von einem künstlich eingebrachten Ermüdungsriss mit Schallemission mitzumessen. Mit den Ergebnissen der planaren Ortung konnte ein entsprechender Schädigungsverlauf mit zunehmenden Lastwechseln festgestellt werden.

Die gewonnenen Erkenntnisse sollen in ein zukünftiges Forschungsprojekt einfließen um ein Prüfverfahren als unterstützendes Werkzeug für den nachhaltigen Betrieb von Eisenbahnbrücken zu entwickeln.



Monitoring an Bauteilen einer Eisenbahnbrücke mit Schallemission

Heribert MARIHART | DGZfP - SCHALL 21

02.02.2021

Inhalt



- ✓ Einleitung – Ziel – Motivation
- ✓ Teil 1 – Schallemissionsmonitoring an intakter Eisenbahnbrücke
- ✓ Teil 2 – Monitoring an Träger einer abgetragenen Brückenkonstruktion während Schwingversuches
- ✓ Teil 3 – Erkenntnisverknüpfung für ein Tool für nachhaltigen Betrieb von Eisenbahnbrücken
- ✓ Ergebnisse - Schlussfolgerung



Einleitung – Ziele – Motivation



- ✓ Brückenbauwerke - hohe Einsatzdauer - eventuelles Auftreten von Schädigungsmechanismen
- ✓ Monitoring an hoch belasteten Brückenabschnitten
- ✓ Welche Schädigungsmechanismen können auftreten?
- Entwicklung eines Schallemissions-Tools zur Unterstützung der Brückeninspektion



Teil 1 – Schallemissionsmonitoring an intakter Eisenbahnbrücke

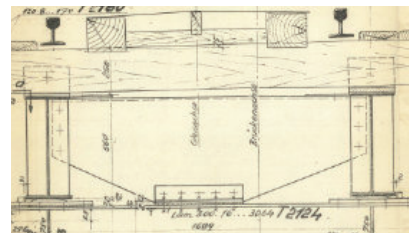
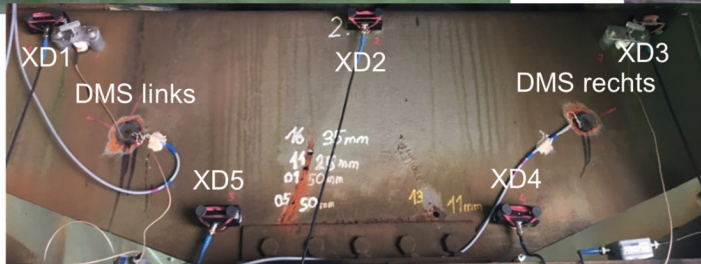
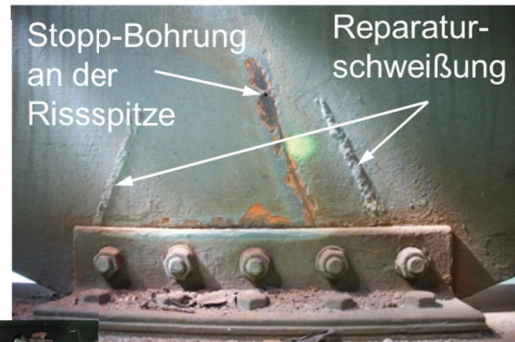


- ✓ Machbarkeitsstudie der Schallemissionsmessung während Zugüberfahrten
- ✓ Erkennung von aktiven Rissen mit dem Schallemissionsverfahren während Überfahrten
- ✓ Online-Monitoring mittels Schallemission

Teil 1 – Übersicht



Querträger (QT) 2 bis 6



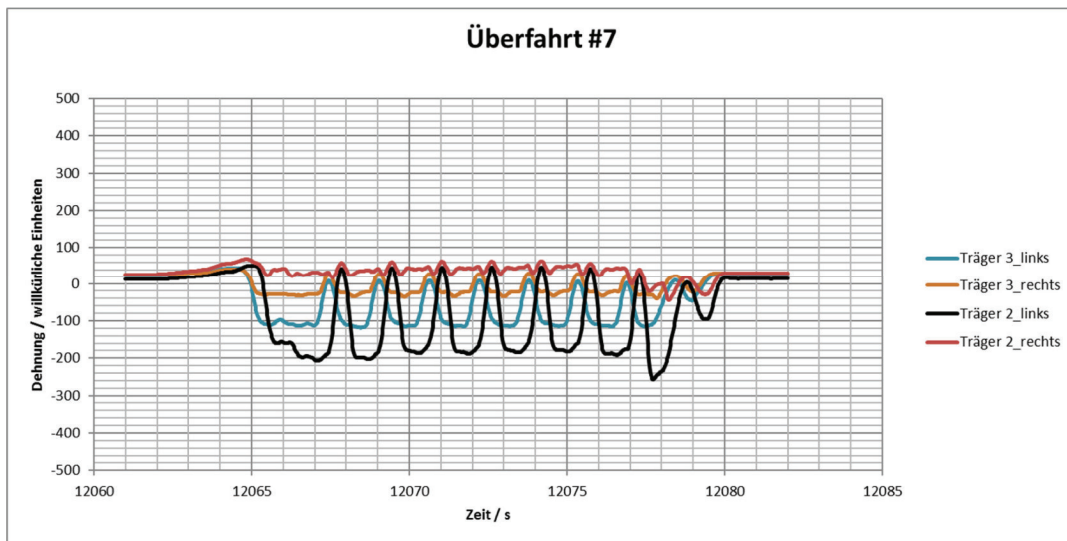
Teil 1 – Zugüberfahrten 1 - 12

Personenzug		Güterzug						
ÜF	AN / AB	IST	GZLAST	GZLAENGE	WGZAHL	V [km/h]	AE QT3	AE QT2
1	Ankunft	31.08.17 08:49:29	559	257	9+L	33,8	52	34
2	Abfahrt	31.08.17 09:13:12	287	122	L+4	39,0	43	22
3	Ankunft	31.08.17 09:44:13	145	75	L+4	41,1	12	14
4	Ankunft	31.08.17 10:47:00	290	122	4+L	39,0	46	25
5	Ankunft	31.08.17 11:01:09	674	435	L+21	40,7	28	46
6	Abfahrt	31.08.17 11:16:34	287	122	L+4	47,3	66	24
7	Abfahrt	31.08.17 11:39:03	709	178	L+8	45,5	178	28
8	Ankunft	31.08.17 12:48:10	579	257	L+9	37,0	57	44
9	Ankunft	31.08.17 12:55:56	689	158	L+7	29,3	110	33
10	Abfahrt	31.08.17 13:13:22	570	257	9+L	33,8	66	28
11	Ankunft	31.08.17 14:48:30	559	257	L+9	28,7	66	27
12	Abfahrt	31.08.17 15:19:24	716	303	2L+10	45,3	72	27

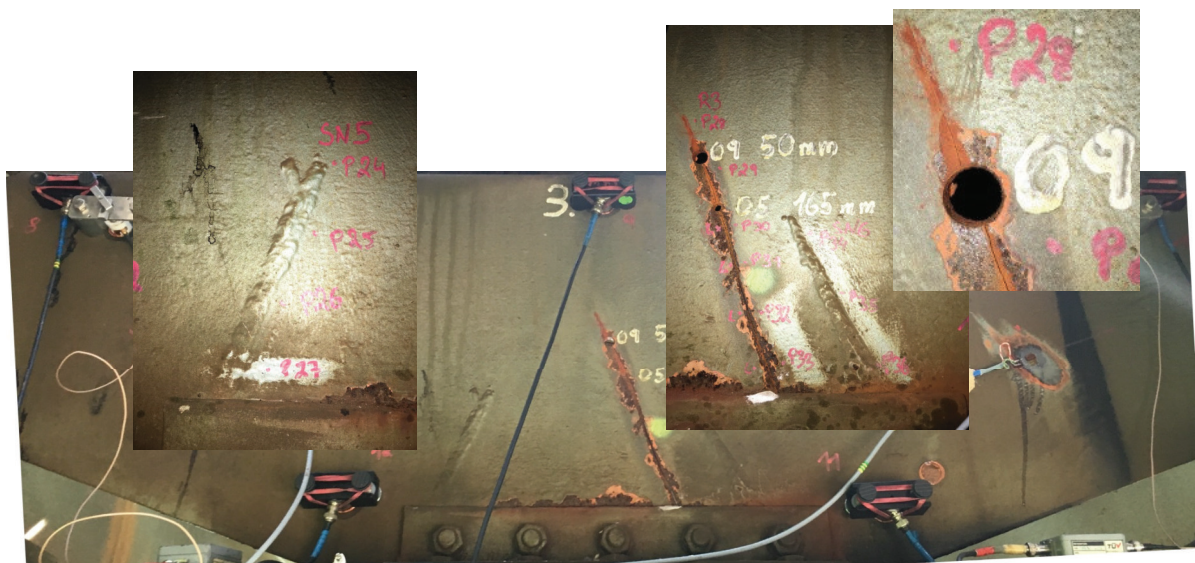
Daten vom Betreiber

Messungen

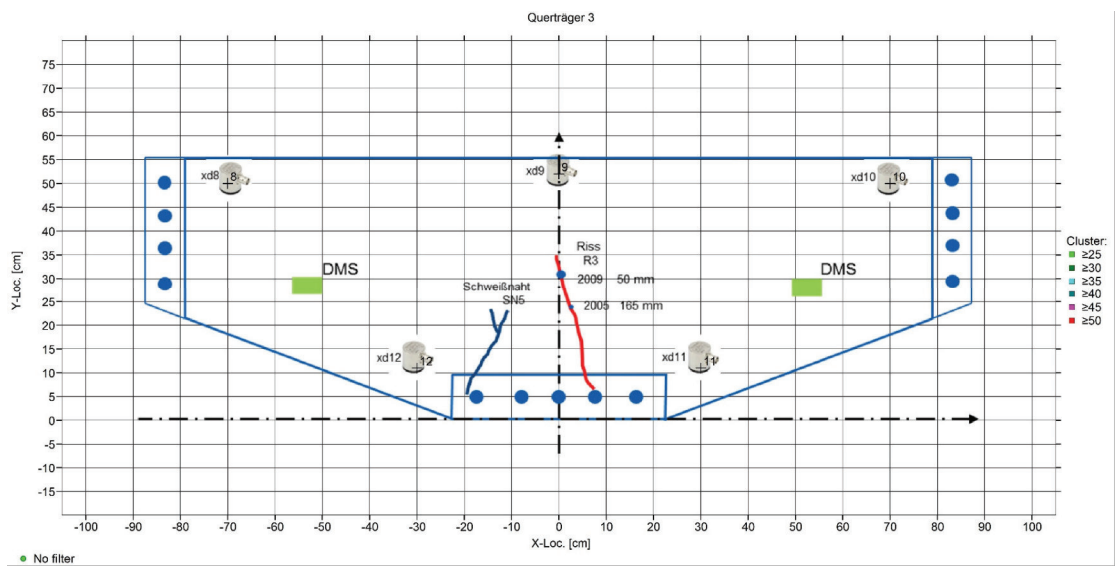
Teil 1 – DMS: ÜF7, Querträger 2 & 3



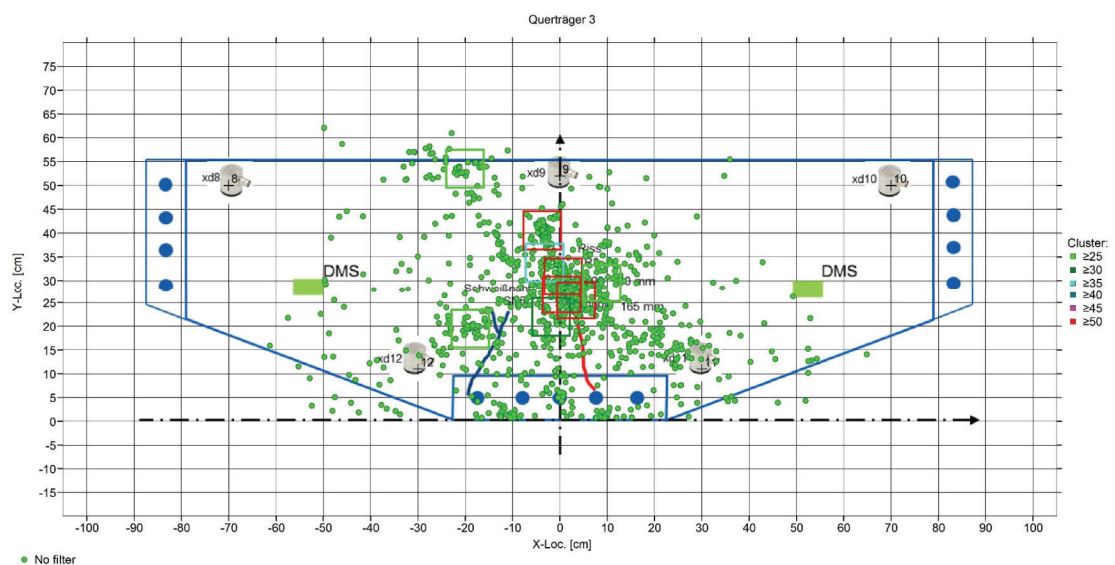
Teil 1 – Querträger 3 - Übersicht



Teil 1 – Querträger 3 - Übersicht

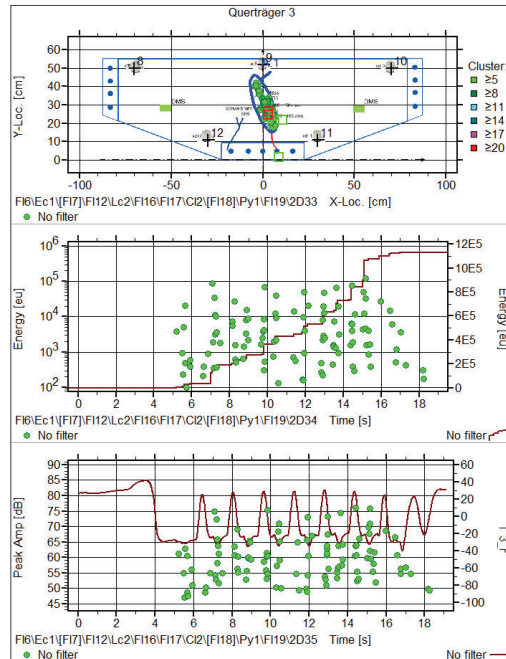


Teil 1 – QT3 - Aktivität Zugüberfahrten



Personenzug Güterzug

ÜF	GZLAST	GZLAENGE	WGZAHL	V [km/h]	AE QT3
1	559	257	9+L	33,8	52
2	287	122	L+4	39,0	43
3	145	75	L+4	41,1	12
4	290	122	4+L	39,0	46
5	674	435	L+21	40,7	28
6	287	122	L+4	47,3	66
7	709	178	L+8	45,5	178
8	579	257	L+9	37,0	57
9	689	158	L+7	29,3	110
10	570	257	9+L	33,8	66
11	559	257	L+9	28,7	66
12	716	303	2L+10	45,3	72



Teil 1 – Erkenntnis

✓ Ergebnis:

- Anwendbarkeit von Schallemission
- Erkennung von aktiven Rissen oder Reibung während Überfahrten
- Abhängigkeit der Anzahl der SE-Ereignisse von Betriebsparametern (Gesamtlast, Geschwindigkeit,...)

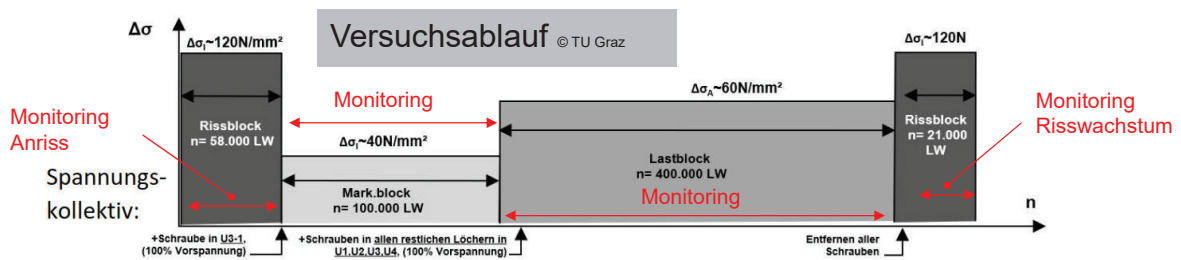
✓ Ausblick:

- Unterstützung der Brückeninspektion mit SE:
 - Reparaturen/Änderungen an tragenden Bauwerksteilen
 - Wirksamkeit von Maßnahmen zur Lebensdauererlängerung
 - Abschätzung des zeitlichen Schädigungsverlaufes und Restlebensdauer?
 - Welche Rissgröße kann mit SE detektiert werden?

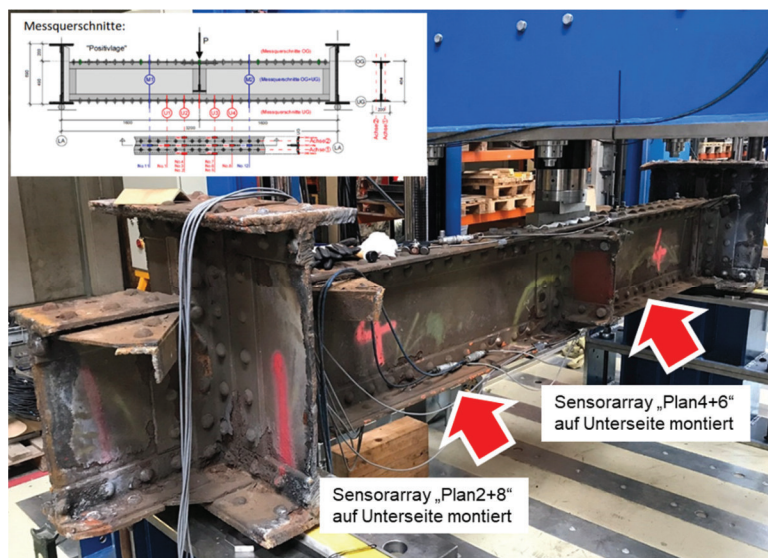
→ Teil 2

Teil 2 – Monitoring an Träger einer abgetragenen Brückenkonstruktion während Schwingversuches – Aufgabenstellung

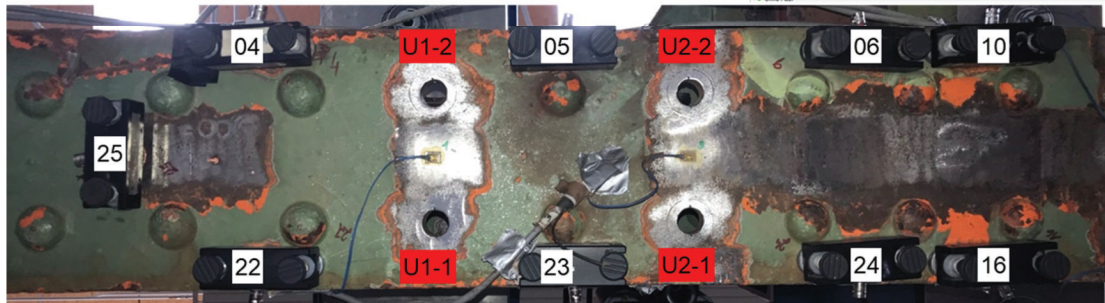
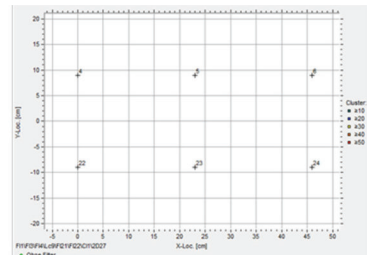
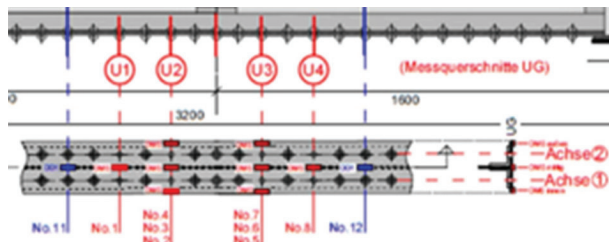
- ✓ TU Graz – Auftrag der ÖBB – Schwing- bzw. Ermüdungsversuche an mehreren gleichartigen Trägern
- ✓ 3. Versuchsreihe – TÜV AUSTRIA – Auftrag der ÖBB – Monitoring mit Schallemission am Träger #4
- ✓ Aufgabe: angeschwungenen Riss mitzumessen – Risswachstum mit Schallemission nachzuweisen



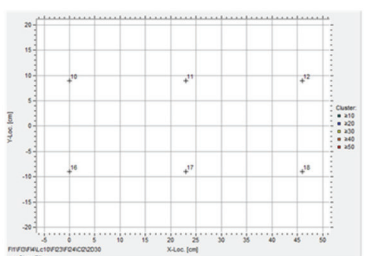
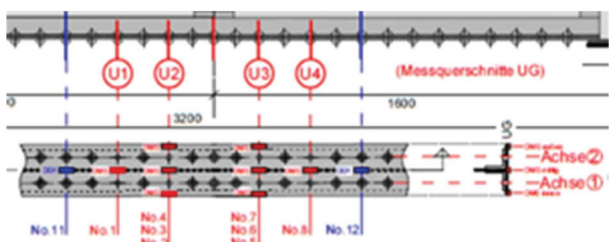
Teil 2 – Prüfstand – Träger – Sensorpositionierung



Teil 2 – Sensorarray Plan2+8



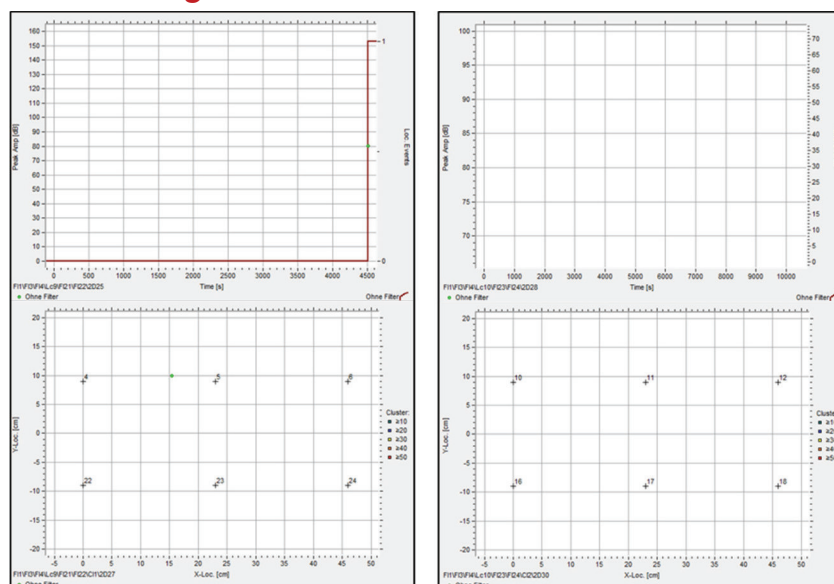
Teil 2 – Sensorarray Plan4+6



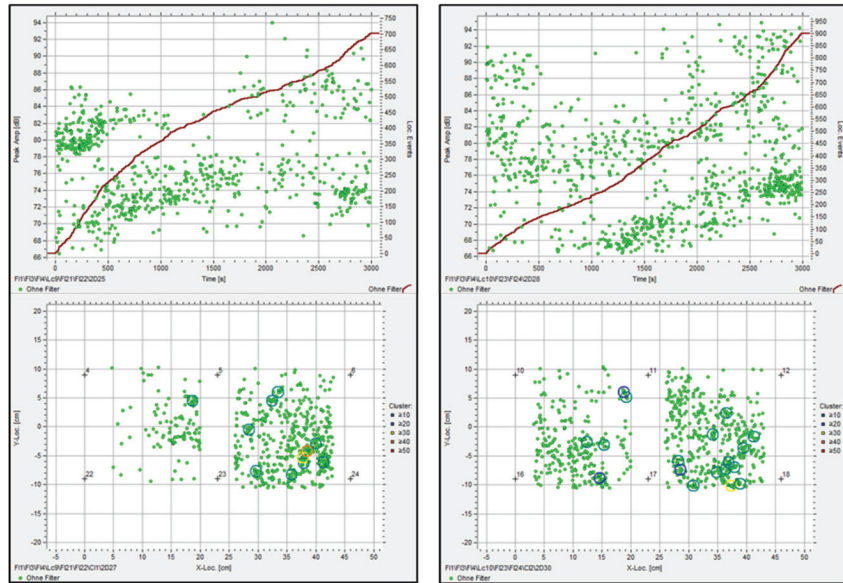
Teil 2 – Übersicht zu den Messergebnissen

Messung / Filename	Bereich	Lastniveau	Lastbereich				Last- wechsel	Schallemission geortete Ereignisse		Geortete Ereignisse pro 1000 Zyklen	
			Kolbenkraft [kN]		Kolbenweg [mm]		[]	Plan2+8	Plan4+6	Plan2+8	Plan4+6
			untere	obere	unterer	oberer					
2MessebenenEinbaulage0 01	A	Rissblock	-42	-412	0,72	4,37	57848	2	170	0	3
2MessebenenEinbaulage0 02	C	Markierungsblock	-284	-413	3,2 - 3,26	4,39 - 4,4	101465	0	0	0	0
2MessebenenEinbaulage0 03	2	Lastblock	-199	-413	2,5	4,46	354130	1	0	0	0
2MessebenenEinbaulage0 04	A+B	Rissblock	-39	-413	0,83	4,5	10500	701	899	67	86
2MessebenenEinbaulage0 04	C	Rissblock	-39	-413	0,88	4,57	3175	357	621	112	196
2MessebenenEinbaulage0 04	E	Rissblock	-39	-413	0,95 - 1,2	4,68 - 5,03	3101	450	726	145	234

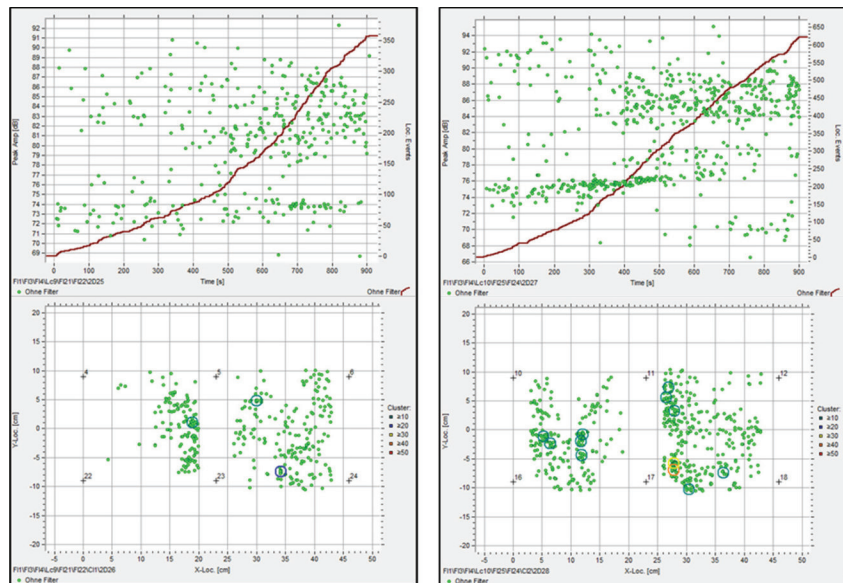
Teil 2 – Messung 03 – 2: Lastblock



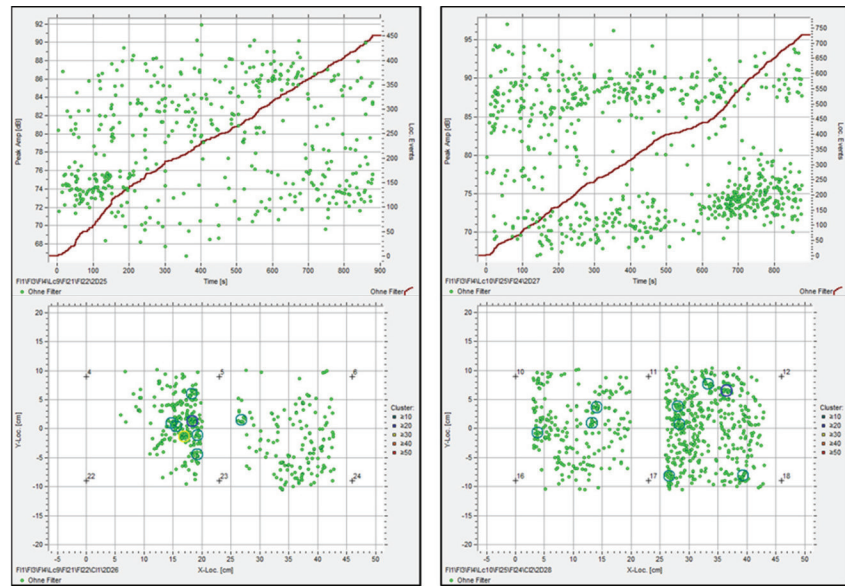
Teil 2 – Messung 04 – A+B: Rissblock



Teil 2 – Messung 04 – C: Rissblock

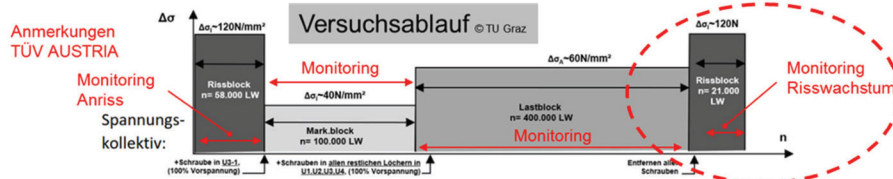
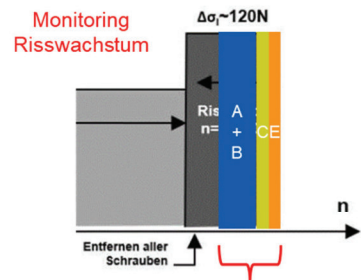
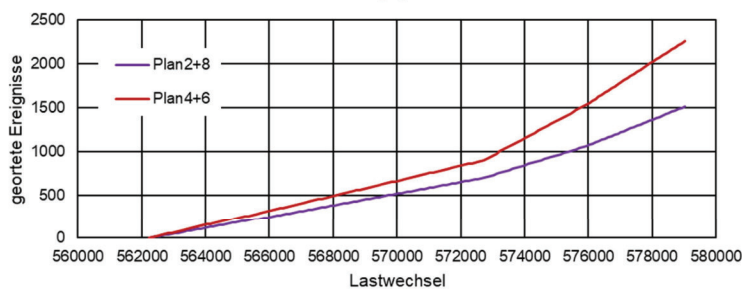


Teil 2 – Messung 04 – E: Rissblock



Teil 2 – Schallemission und Risswachstum

Schallemission in Abhängigkeit der Lastwechsel





Teil 2 – Erkenntnis

- ✓ Zuordnung der Schallemissionsereignisse mit Sensorarrays ‚Plan2+8‘ und ‚Plan4+6‘ gegeben
- ✓ Ortungsergebnisse (x-y-Koordinaten) im Einzelnen bedingt durch die vorgefundenen Versuchsbedingungen mit großen Fehlern behaftet
- ✓ Aus Zunahme der Schallemissionsereignisse bei gefahrenen Lastwechseln kann auf progressiven Schädigungsverlauf des Trägers im Zuge des Schwingversuches beim letzten Rissblock geschlossen werden.



Teil 3 – Erkenntnisverknüpfung für ein Tool für nachhaltigen Betrieb von Eisenbahnbrücken

- ✓ Gewonnene Erkenntnisse aus Teil 1 und Teil 2
- ✓ Zukünftiges Forschungsprojekt einfließen
- ✓ Umsetzbarkeit und praktische Anwendung der Schallemission
- Damit ein Prüfverfahren als unterstützendes Werkzeug für den nachhaltigen Betrieb von Eisenbahnbrücken zu entwickeln



Ergebnisse - Schlussfolgerung



- Ziel: Entwicklung eines Online Monitoring Tool mit Schallemission mit Alarmfunktion
- ✓ Instandhaltung von Brücken, insbesondere älteren Brücken
- ✓ Restlebensdauer, Auswirkung von Reparaturen oder Änderungen an Brückenbauteilen
- ✓ Tragfähigkeitsthemen (Ermüdungsrisse, Korrosionsschäden, ...)
- ✓ Inspektion/Prüfung → engmaschiges Netz aus Instandhaltungsmaßnahmen
- ✓ Art, Umfang und Intervall der Inspektion/Prüfung
- ✓ Lösung anspruchsvoller, umfangreicher Aufgaben



Und abschließend noch...



Vielen Dank für Ihre Zeit!

TÜV AUSTRIA
Geschäftsfeld Industrie & Energie
Business Unit Acoustic Emission & Adv. NDT

www.tuv.at