Rissdetektion bei Stahlbrücken durch Schallemissionen – RISE by TÜV AUSTRIA

Gerald Lackner | Brückentagung 2025

Tuesday, June 10, 2025

© TÜV AUSTRIA

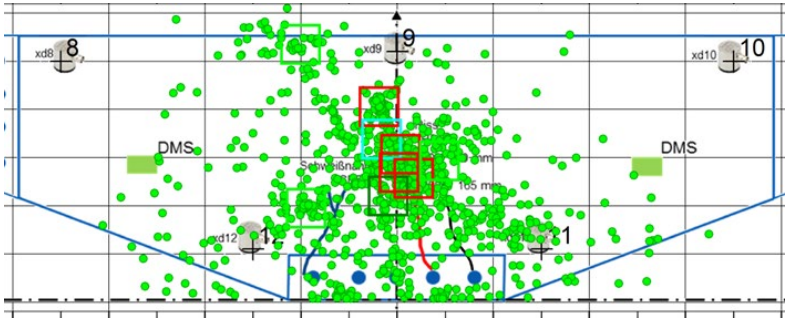
Übersicht

- Einleitendes Beispiel und Entwicklungsschritte
- Schallemission an Ermüdungsrissen
- Trendanalyse und Zustandsbewertung
- RISE by TÜV AUSTRIA, die Systemlösung für die Zustandsüberwachung
- Anwendungsbeispiele
- Zusammenfassung

© TÜV AUSTRIA

Zustandsüberwachung an Stahlbrücken

- Viele **Stahlbrücken** der ÖBB sind bereits sehr lange in Betrieb → **Ermüdungsthematik**.
- Zustandsüberwachung mit **Schallemission** ermittelt die **Ermüdungsantwort** des untersuchten Bereichs auf die Zugüberfahrten.
- Eine **Trendanalyse** der Ermüdungsantworten ermöglicht die Bestimmung der **maximalen Ausnutzung** auf Basis des gegebenen Betriebs.
- Zustandsüberwachung wird zur **Unterstützung** der **Brückeninspektion** eingesetzt.



© TÜV AUSTRIA

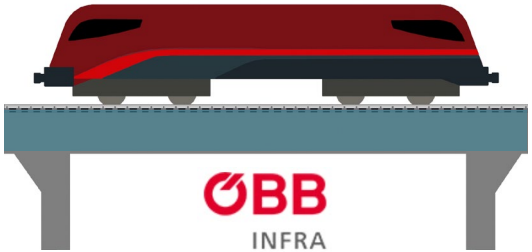
Meilensteine in der Zusammenarbeit mit der ÖBB

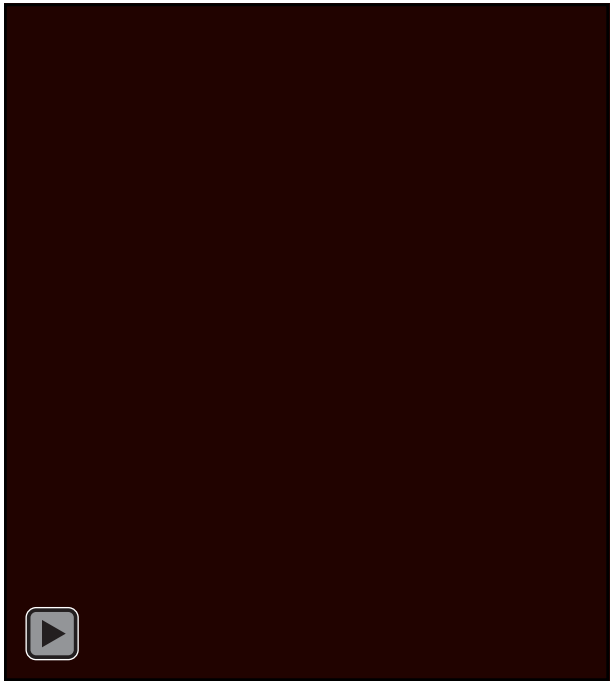
- 2017: **Nachweis**, dass **Materialermüdung** unter Betriebsbedingungen (Zugüberfahrten) mit **Schallemission** detektiert werden kann.
- 2021: Projektpartner in **Rail4Future**, ein durch die FFG gefördertes F&E Projekt, initiiert und geleitet durch die ÖBB Infrastruktur AG in einem multidisziplinären Konsortium → **Technologieentwicklung** und **Überprüfung** an zahlreichen **Brücken** im **Streckennetz** der ÖBB, an ausgewählten **Brückenkomponenten** im **Labor** und in einem **Großversuch** im Maßstab 1:1 im **Brückenwerk** St. Pölten der ÖBB.
- 2022: **Entwicklung** einer benutzerfreundlichen, robusten und autarken **Systemlösung** für die **Zustandsüberwachung** an Stahlbrücken durch den TÜV AUSTRIA in enger Abstimmung mit dem Brückenbau der ÖBB → **RISE** (Remote Inspection System Edge).
- 2024: **Erstes Projekt** zur Langzeit-Zustandsüberwachung an einer **Stahlbrücke** im Streckennetz der ÖBB **erfolgreich abgeschlossen**.
- 2025: **Weitere Projekte** zur Zustandsüberwachung in Durchführung; **Ausrollung** von **RISE** bei den ÖBB **Brückeninspektoren**.

© TÜV AUSTRIA

Schallemission (AE)

- **Schallemission** (**A**coustic **E**mission) ist ein mächtiges Verfahren, um **Risswachstum** zu **erkennen**, zu **orten** und zu **bewerten**.
- Mikroskopisches **Risswachstum** setzt **Ultraschall** in Form von einzelnen, kurzen **Impulsen** frei → **Schallemission**.
- **Risswachstum** ist die Folge von lokaler **Überbelastung**.
- Der **Nachweis** erfolgt mit **piezo-elektrischen Sensoren**.
- **Prüflast** wird aufgebracht, um die Schallemission als **Materialantwort** aufzunehmen und zu bewerten.





© TÜV AUSTRIA

Zustandsüberwachung

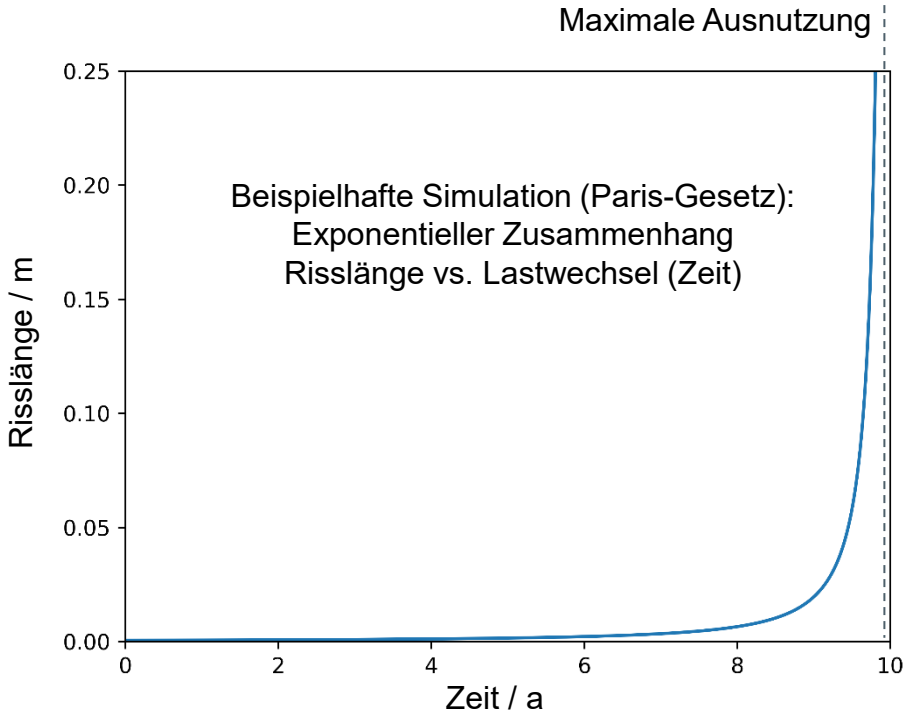
- **Prüfung**:
  Materialantwort auf die **Prüflast** zum Zeitpunkt der Prüfung → Analogie zu **Foto**.
- **Zustandsüberwachung**:
  Materialantwort auf die **Betriebslasten** für eine bestimmte Zeitdauer → Analogie zu **Film**.

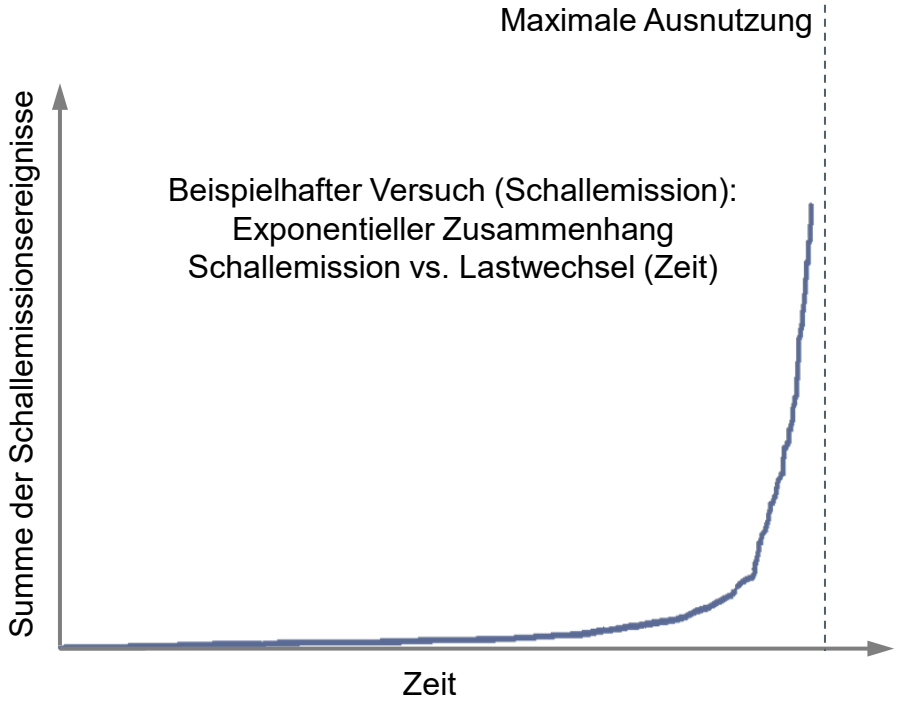
- **Zustandsüberwachung** unterstützt **risiko-basierte Inspektion**, zustandsorientierte Strategien zur **Anlagenwirtschaft** und ermöglicht **vorausschauende Instandhaltung** sowie schlussendlich eine **bestmögliche Ausnutzung** von Anlagen.
- **Zustandsüberwachung** an **Stahlbrücken** wird eingesetzt, um den **zeitlichen Verlauf** der **Materialermüdung** zu untersuchen und um die lokale **Tragfähigkeit** zu beurteilen.

- **Europäische Norm→ EN 17391:2022**, Überwachung der Schallemission von metallischen Druckgeräten und Strukturen im Betrieb.

© TÜV AUSTRIA

Nachweis von Ermüdungsrisswachstum mit Schallemission



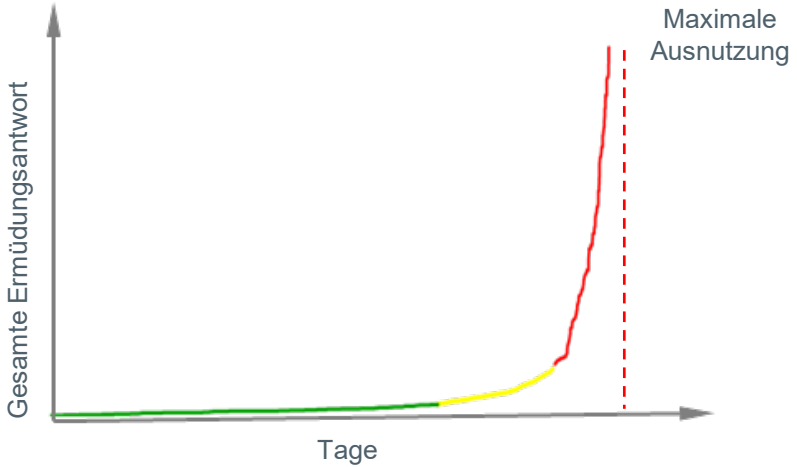


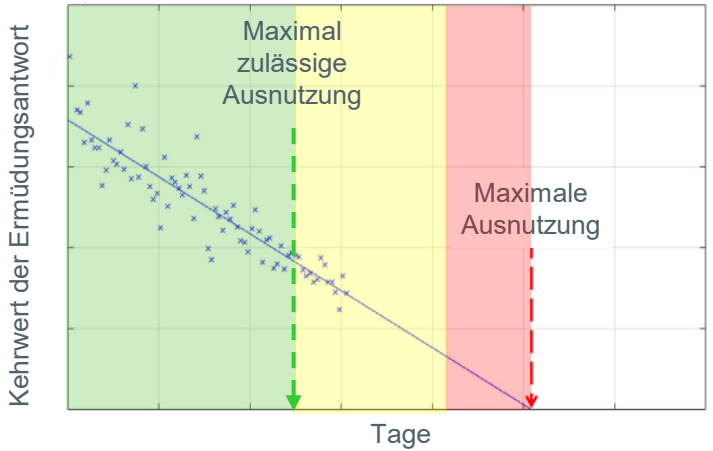
- ✓ Wann ist die maximale Ausnutzung erreicht bzw. wie viel Zeit bis dahin verbleibt noch?

© TÜV AUSTRIA

Trendanalyse

- Jede **Zugüberfahrt** führt zu einer Anzahl an **Schallemissionsereignissen** im überwachten Bereich, die als **Ermüdungsantwort** festgehalten wird.
- Die **gesamte Ermüdungsantwort** ergibt sich durch Aufsummierung der einzelnen Ermüdungsantworten jeder Zugüberfahrt über den betrachteten **Zeitraum**.
- Der **Trend** der **Ermüdungsantwort** wird mit einem **empirischen Modell** für „selbstverstärkende“ Prozesse untersucht → **Failure Forecast Method** (Corcoran 2017).

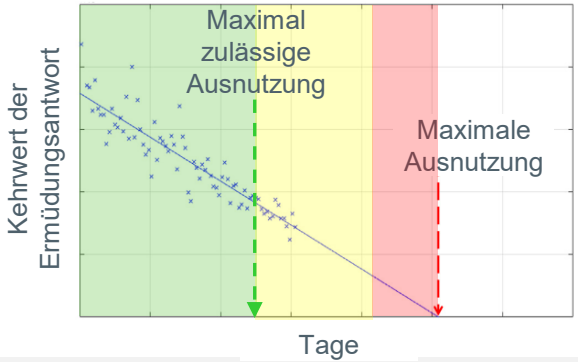




© TÜV AUSTRIA

Schema für die Zustandsbewertung

- Aus der Failure Forecast Method (FFM) geht hervor, dass der **Kehrwert der Ermüdungs-antwort** mit der Zeit linear abfällt und somit gegen Null geht, im **Schnittpunkt** mit der **Zeitachse** ist die **maximale Ausnutzung** erreicht.
- Dazu wird eine **Ausgleichsgerade** nach der **Methode der kleinsten Fehlerquadrate** durch die Datenpunkte gelegt.
- Bei Annäherung an die **maximale Ausnutzung** geht die lokale **Tragfähigkeit** gegen Null.
- Die **Zustandsbewertung** steht in Zusammenhang mit der ermittelten, noch verbleibenden Zeit bis zur **prognostizierten maximalen Ausnutzung**.



Farbcode	Zustand	Empfehlung
	Gut	Nächste Überwachung in spätestens x Jahren
	Mittelmäßig	Inspektionsmaßnahmen
	Schlecht	Inspektions- und Sicherheitsmaßnahmen

© TÜV AUSTRIA

RISE – Systemlösung für die Zustandsüberwachung

RISE ® by TÜV AUSTRIA — Safeguarding Structural Health. Anytime. Anywhere. — TÜV AUSTRIA

Patent in Anmeldung

RISE – Gerät und Dashboard

4 Eingänge zur Messung der Schallemissionen; bis zu 4 Abschirm-Sensoren können an einen speziell dafür vorgesehenen Eingang angeschlossen werden

3 parametrische Messeingänge für zusätzliche Sensorsignale wie Druck usw.

Robuster Transportkoffer

Zur Aufbewahrung von RISE-Gerät und Netzteil, bis zu 8 Sensoren mit Kabeln oder Adaptern und optionalem Tablet.

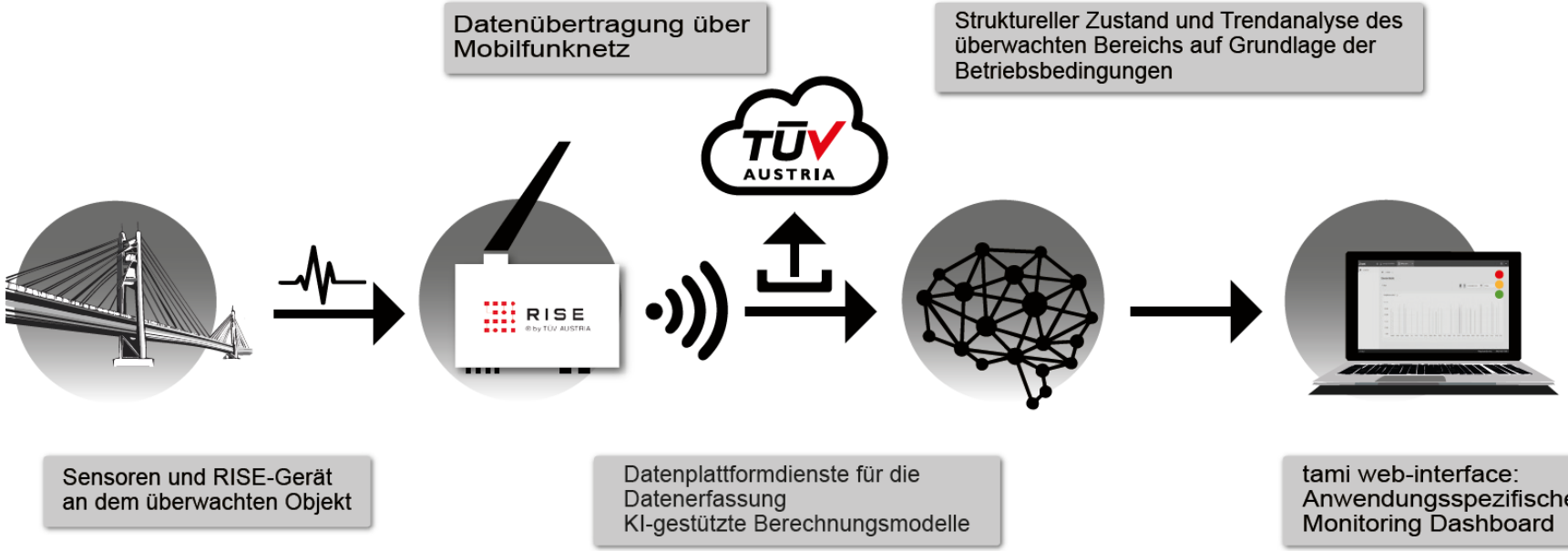
RISE ist eine **eigenständige Systemlösung** für die Zustandsüberwachung auf der Basis der Schallemissionstechnologie.

Das RISE-Gerät ist speziell für die **Zustandsüberwachung** konzipiert: kompaktes Design, geringer Stromverbrauch sowie einfache Installation. Der Zugriff auf die Daten erfolgt über **tami**, die **Datenplattform** des TÜV AUSTRIA.

RISE ist eine einzigartige Systemlösung für die Zustandsüberwachung von **Ermüdungsrissen** und/oder **hochbeanspruchten Bereichen**; es gibt keine vergleichbare Lösung auf dem Markt.

© TÜV AUSTRIA

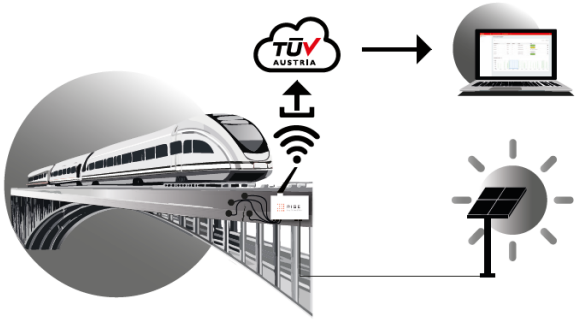
RISE – Structural Health Monitoring as a Service



© TÜV AUSTRIA

RISE – Zustandsüberwachung für Stahlbrücken

- ✓ Monitoring von **Ermüdungsrissen** und/oder **hochbelasteten Bereichen**.
- ✓ Monitoring zur **Bewertung** der Wirksamkeit von **Änderungen** oder **Reparaturen**.
- ✓ **Stromversorgung** auch mit **PV** für den Einsatz in entlegensten Gebieten.
- ✓ Einstellung des **RISE**-Geräts via **WIFI** mit Tablet oder Laptop.
- ✓ **Mobilfunknetz** zur Verbindung von **RISE** mit **tami**, der TÜV AUSTRIA **Datenplattform**.

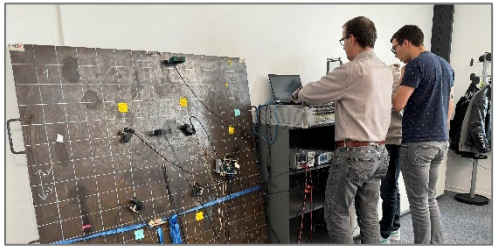


Rail4Future – www.rail4future.com

Verwendet bei ÖBB INFRA

© TÜV AUSTRIA

Teamarbeit – Eigenentwicklung aller wesentlichen Komponenten



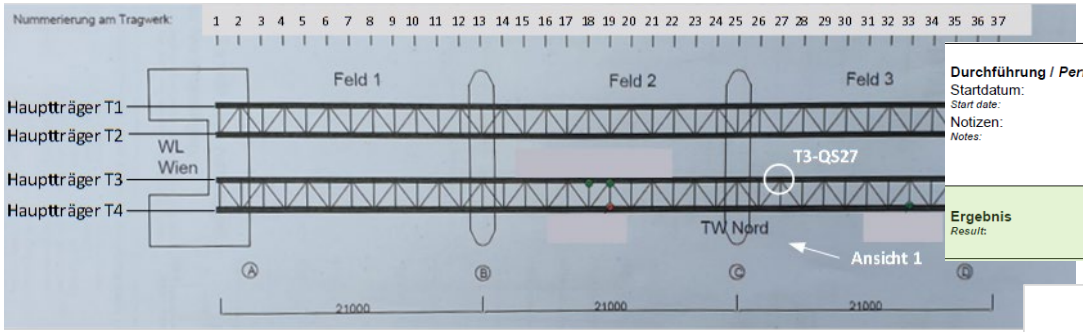
© TÜV AUSTRIA

RISE – Anwendung für Ermüdungsrisse

- Ermüdungsriss wird festgestellt, Zeitentwicklung und Zustandsbewertung zur Planung der nächsten Inspektionsmaßnahmen und des weiteren Bahnbetriebs.

© TÜV AUSTRIA

Ermüdungsriss – Auswertung und Bericht

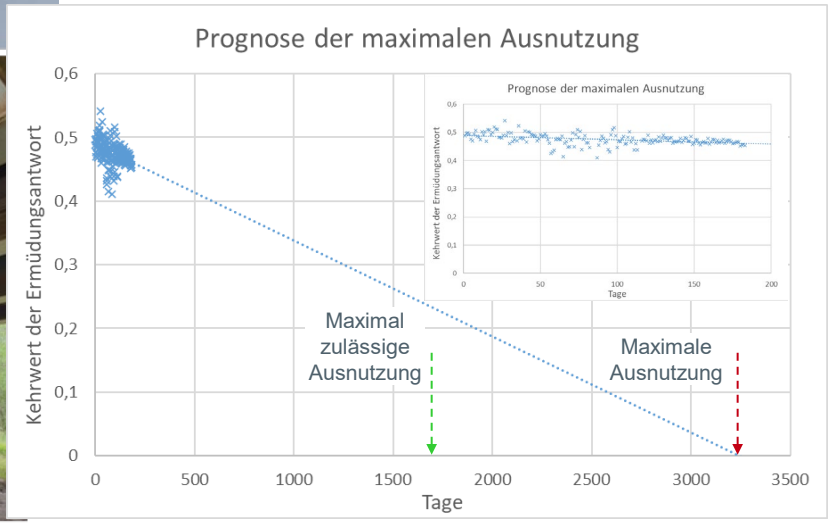


Durchführung / *Performance:*

Startdatum: *Start date:*	01.10.2023	Enddatum: *End date:*	31.03.2024

Notizen: *Notes:*
Aufgrund äußerer Einflüsse wurde die Überwachung an folgenden Tagen ausgesetzt
Due to external effects, the monitoring was suspended on the following days
03.11.2023 - 22.12.2023 - 23.12.2023 - 22.01.2024 – 23.01.2024

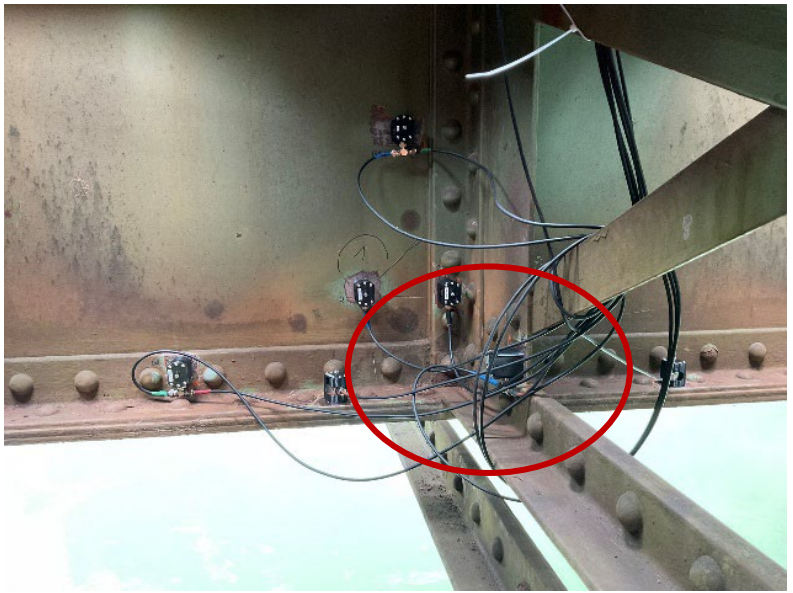
Ergebnis *Result:*
Die überwachte Komponente ist in gutem Zustand (grün).
The monitored component is in good condition (green).
Es wird empfohlen, die nächste Überwachung in spätestens 4 Jahren (31.03.2028) durchzuführen.
It is recommended to perform the next monitoring in 4 years (31.08.2028) at the latest.



© TÜV AUSTRIA

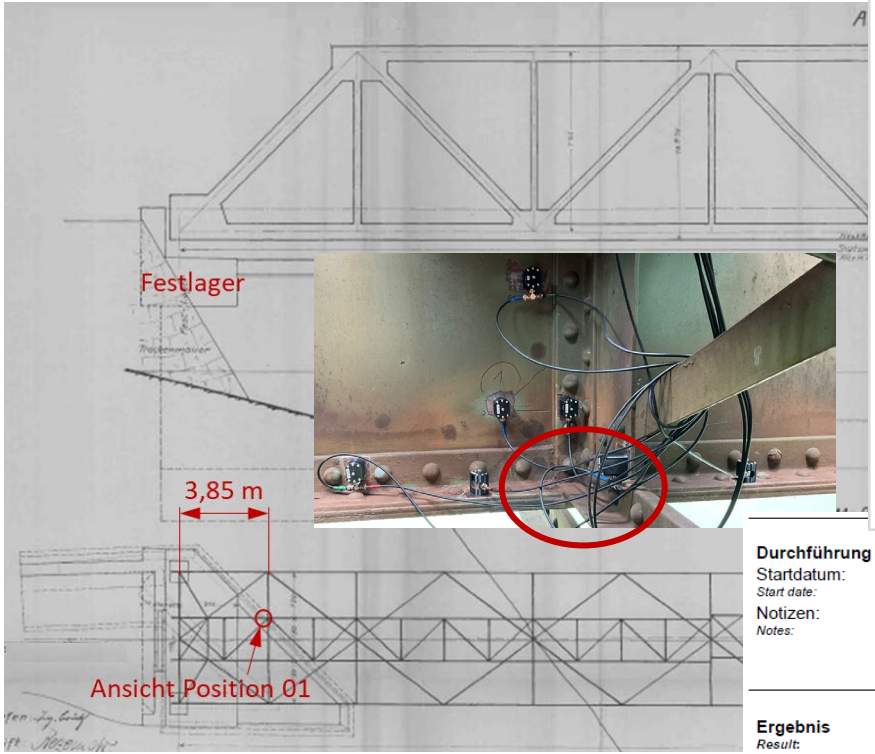
RISE – Anwendung für hochbelastete Bereiche

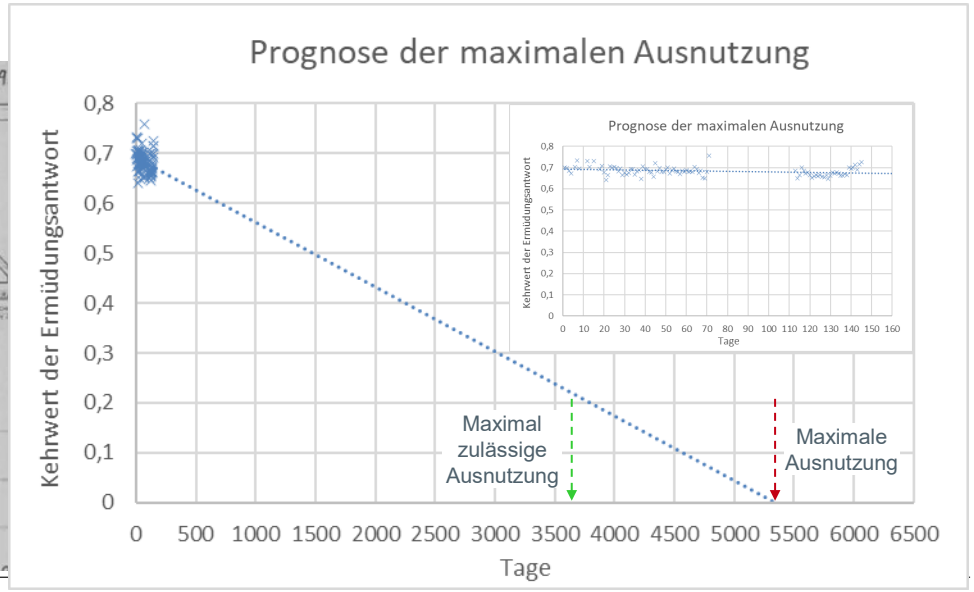
- Hochbelastete Bereiche werden ausgewählt (Rechnung und/oder Erfahrung), Zeitentwicklung und Zustandsbewertung für Instandhaltung, z.B. Erneuerung Korrosionsschutz.



© TÜV AUSTRIA

Hotspot-Überwachung – Auswertung und Bericht





Durchführung / *Performance:*

Startdatum: *Start date:*	**05.07.2024**	Enddatum: *End date:*	**24.11.2024**

Notizen: *Notes:*

Aufgrund äußerer Einflüsse wurde die Überwachung an folgenden Tagen ausgesetzt
Due to external effects, the monitoring was suspended on the following days

09. – 10.07.2024, 14. – 16.07.2024, 18. – 21.07.2024, 23.07.2024, 11.08.2024, 11.09. – 23.10.2024

Ergebnis *Result:*

Der überwachte Bereich ist in gutem Zustand (grün).
The monitored area is in good condition (green).
Es wird empfohlen, die nächste Überwachung in spätestens 10 Jahren (24.11.2034) durchzuführen.
It is recommended to perform the next monitoring at the latest in 10 years (24.11.2034).

© TÜV AUSTRIA

Zusammenfassung

- Die Zuverlässigkeit der Rissdetektion mit Schallemission wurde anhand von zahlreichen Einsätzen an Bestandsbrücken und im F&E Projekt Rail4Future unter Beweis gestellt.
- Die Prognose der zeitlichen Entwicklung erfolgt über eine Trendanalyse.
- Für die Zustandsbeurteilung des untersuchten Bereiches ist der zeitliche Abstand zur maximalen Ausnutzung maßgebend.
- RISE – die Systemlösung des TÜV AUSTRIA für die Zustandsüberwachung.
- Zustandsüberwachung von Stahlbrücken für hochbelastete Bereiche (Hotspots), Ermüdungsrisse, Reparaturen und Änderungen.

© TÜV AUSTRIA

Safeguarding structural health.
Anytime. Anywhere.

RISE
® by TÜV AUSTRIA

Vielen Dank für Ihre Zeit.

Besuchen Sie uns am Stand.

RISE.TUEVAUSTRIA.COM

digital.now
living the future

© TÜV AUSTRIA