

# „Drainage Eye“

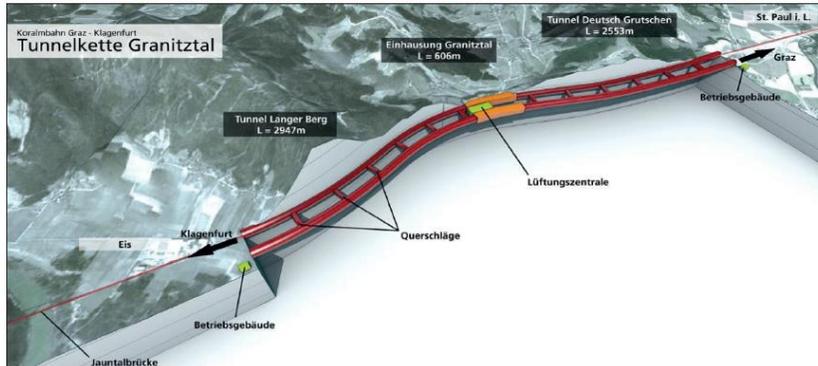
*Überwachungssysteme für Tunneldrainagen  
zur bedarfsorientierten Instandhaltung*

**DI DI DI Dr. Michael STUR**

Sachverständigenbüro für Boden + Wasser GmbH  
www.boden-wasser.at  
[m.stur@boden-wasser.at](mailto:m.stur@boden-wasser.at)  
Tel.: +43 (0)664 / 577 26 48

**Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Bernhard ZAGAR**

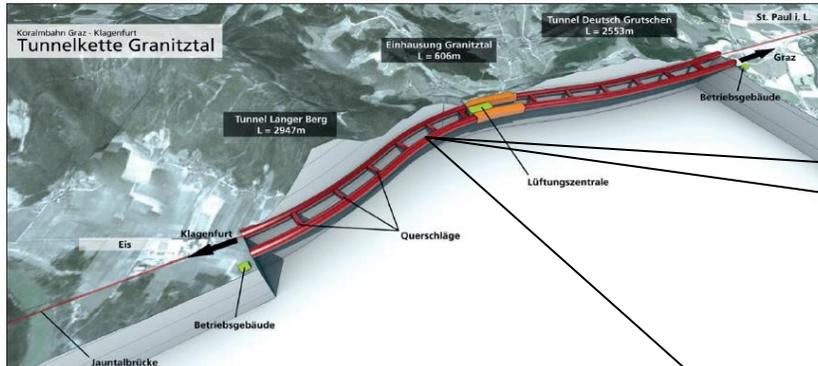
Institut für Elektrische Messtechnik  
Johannes Kepler Universität Linz  
www.emt.jku.at  
[bernhard.zagar@jku.at](mailto:bernhard.zagar@jku.at)  
Tel.: +43 (0)732 / 2468 5921



Quelle: Lemmerer et.al.; *Modulares Drainagespülsystem beim Granitztaltunnel der Koralmbahn – Mehr Effizienz bei der Eisenbahntunnel-Instandhaltung*. Österreichische Ingenieur- und Architekten-Zeitschrift (ÖIAZ), 2018

## Problemstellung:

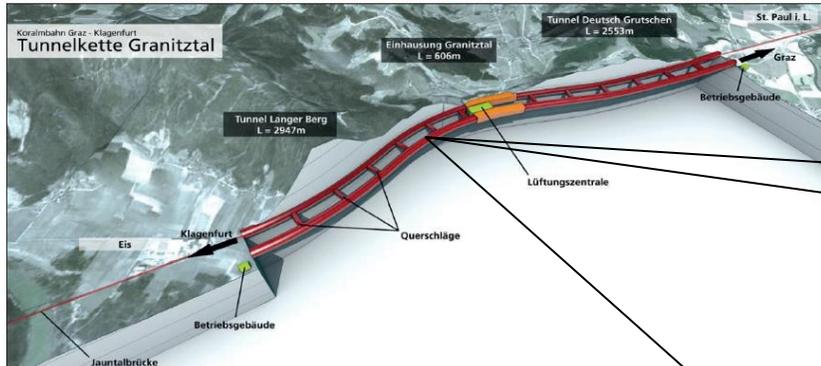
- Tunnelbauwerke oftmals druckwasserentlastet →
- Notwendigkeit von Entwässerungssystemen →
- Durch div. chem./physik. Prozesse entstehen sehr häufig Ausfällungen in Entwässerungssystemen (Versinterungen) →
- Intensive Instandhaltung →
- dzt. kein Monitoringsystem für ges. Drainagesystem



Quelle: Lemmerer et.al.; *Modulares Drainagespülsystem beim Granitztaltunnel der Koralmbahn – Mehr Effizienz bei der Eisenbahntunnel-Instandhaltung*. Österreichische Ingenieur- und Architekten-Zeitschrift (ÖIAZ), 2018



Quelle: Bau-Information Koralmbahn Abschnitt St. Andrä – Aich, ÖBB-Infrastruktur AG; Prod.-Nr.: 117019-0657



Quelle: Lemmerer et.al.; *Modulares Drainagespülsystem beim Granitztalunnel der Koralmbahn – Mehr Effizienz bei der Eisenbahntunnel-Instandhaltung*. Österreichische Ingenieur- und Architekten-Zeitschrift (ÖIAZ), 2018

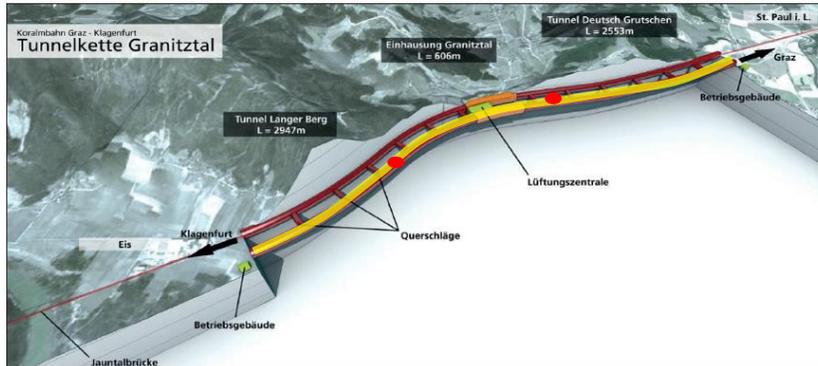


Quelle: Bau-Information Koralmbahn Abschnitt St. Andrä – Aich, ÖBB-Infrastruktur AG; Prod.-Nr.: 117019\_0657



Quellen:  
 Stur et. al.; *Calcium hydroxide (Ca(OH)<sub>2</sub>) as a component of scaled deposits in tunnel drainage systems*. Proceedings of the 11th International Probabilistic Workshop; 2013  
 M. Stur; *Versinterungen in Tunnel drainagen*. Dissertation am Institut für Angewandte Geologie (IAG), Universität für Bodenkultur Wien  
 M. Stur; *Versinterungsproblematik in Tunnel drainagen*. Diplomarbeit am Institut für Angewandte Geologie (IAG), Universität für Bodenkultur Wien

# Zielsetzung „Drainage-Eye“



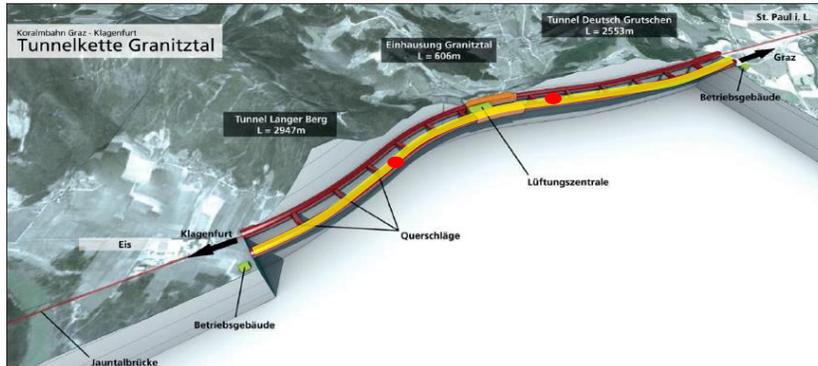
Quelle: Lemmerer et.al.; *Modulares Drainagespülsystem beim Granitztaltunnel der Koralmbahn – Mehr Effizienz bei der Eisenbahntunnel-Instandhaltung*. Österreichische Ingenieur- und Architekten-Zeitschrift (ÖIAZ), 2018

Kombination unterschiedlicher messtechnischer Ansätze zur

- punktuellen und
- integrativen

Ablagerungsdetektion für

- Neubaustrecken und
- Bestandsstrecken



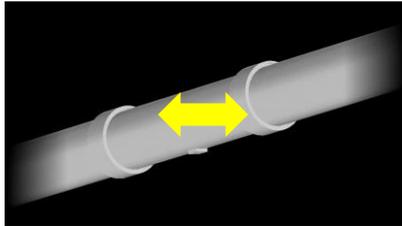
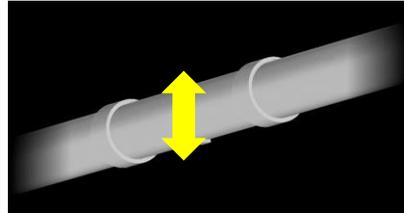
Quelle: Lemmerer et.al.; *Modulares Drainagespülsystem beim Granitztaltunnel der Koralmbahn – Mehr Effizienz bei der Eisenbahntunnel-Instandhaltung.* Österreichische Ingenieur- und Architekten-Zeitschrift (ÖIAZ), 2018

## Punktueller Messsysteme ●

- Änderung des Massenträgheitsmoments im Rohrquerschnitt
- Tomografische Analyse des Rohrquerschnittes (CCERT)

## Integrative Messsysteme

- Akustische Analyse zur Ermittlung der Eigenschwingungsmoden
- Instationärer Sensor zur Drainageüberwachung

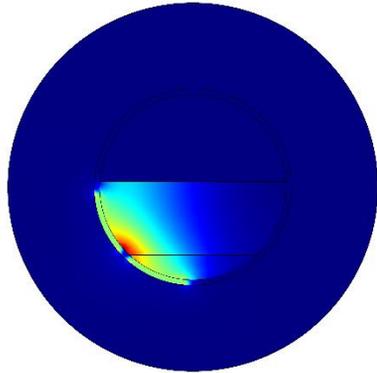


## Änderung des Massenträgheitsmoments

- Simulation und Labor: positive Ergebnisse
- Demonstrator-Anwendung in Tunnelbauwerk erfolgreich

## Fazit

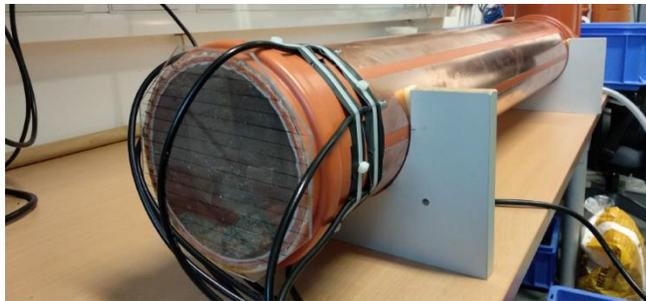
- Methode grundsätzlich anwendbar
- Weiterentwicklung erforderlich



## Tomografische Analyse des Rohrquerschnittes (CCERT)

= kapazitiv gekoppelte elektrische Widerstandstomografie

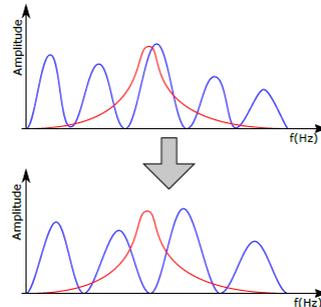
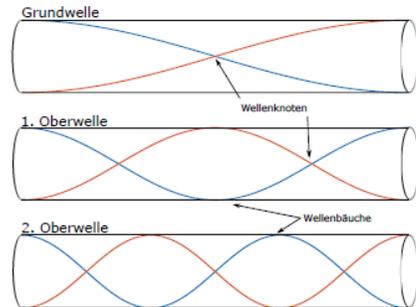
- Simulation und Labor: positive Ergebnisse



## Fazit

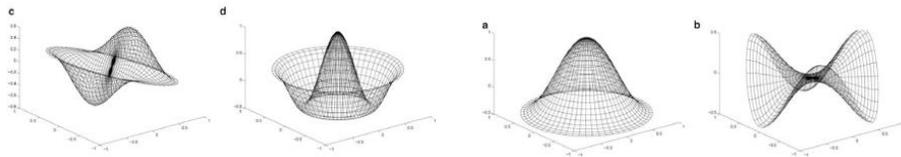
- Methode grundsätzlich anwendbar
- Weiterentwicklung erforderlich
- Möglichkeit zur integrativen Anwendung realistisch





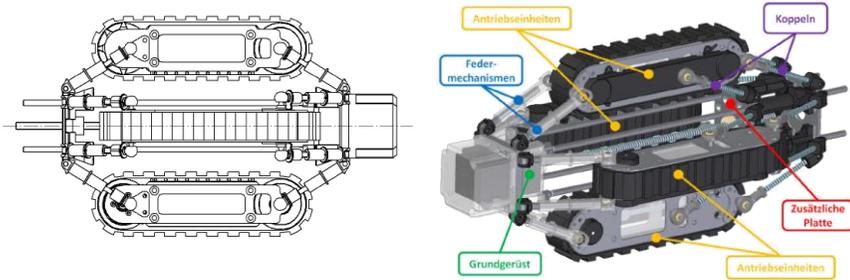
## Akustische Analyse zur Ermittlung von Eigenschwingungsmoden

- Simulation: positive Ergebnisse
- Laborversuch: keine verwendbaren Ergebnisse



## Fazit

- Methode nicht anwendbar
- Daher Ressourcenverlagerung auf instationären Sensor

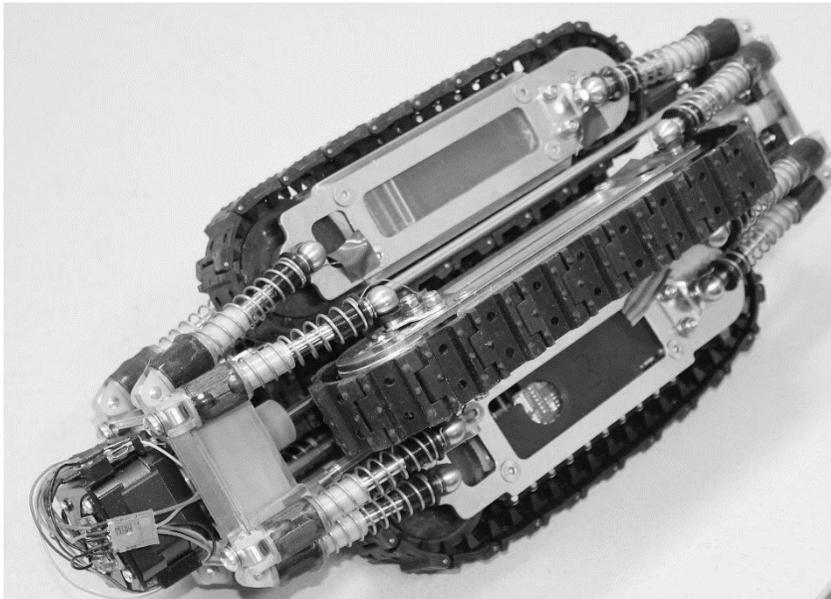


## Instationärer Sensor zur Drainageüberwachung (Designstudie)

- Simulation: positive Ergebnisse
- Laborversuch/Modell: positive Ergebnisse
- Demonstrator-Anwendung in Tunnelbauwerk erfolgreich

## Fazit

- Methode anwendbar
- Weiterentwicklung erforderlich



Zur bedarfsorientierten Instandhaltungstätigkeit für den Betreiber von Tunnelbauwerken ist es essentiell, das „System Tunnelentwässerung“ eines Tunnelbauwerks übergreifend beobachten zu können.

Fazit:

- Diverse Methoden wurden überprüft und (weiter)entwickelt
- Kombination von punktuellen und integrativen Methoden denkbar & sinnvoll
- Weiterentwicklung einiger Methoden empfohlen
- Kombiniertes Ansatz mit weiteren Maßnahmen (Planung, Vorerkundungen chemischen Ansätzen und bautechnischen Ausführungen) weist hohes Potential auf
- Kombination mit den Kenntnissen der Betreiber vor Ort sinnvoll und unbedingt notwendig

Vielen Dank

## Kontakt

### **DI DI DI Dr. Michael STUR**

Sachverständigenbüro für Boden + Wasser GmbH

[www.boden-wasser.at](http://www.boden-wasser.at)

[m.stur@boden-wasser.at](mailto:m.stur@boden-wasser.at)

Tel.: +43 (0)664 / 577 26 48

### **Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Bernhard ZAGAR**

Institut für Elektrische Messtechnik

Johannes Kepler Universität Linz

[www.emt.jku.at](http://www.emt.jku.at)

[bernhard.zagar@jku.at](mailto:bernhard.zagar@jku.at)

Tel.: +43 (0)732 / 2468 5921