

# ÜBERWACHUNGSSYSTEME FÜR TUNNELDRAINAGEN

**Drainage-Eye: Entwicklung von Sensoren zur quantitativen, orts aufgelösten Erfassung des Versinterungsgeschehens in Drainagesystemen von Tunnelbauwerken.**

## Zusammenfassung der Projektergebnisse

Versinterungen sind Verkalkungen in Tunneldrainagen, die ihre Ursache meist in der umliegenden Geologie, dem Baustoff und dem Bergwasserchemismus haben. Sie können die Wirkung von Drainagesystemen erheblich beeinträchtigen und erfordern die regelmäßige, idealerweise zustandsbedingte, Reinigung und Instandsetzung der Rohre. Um eine effiziente Planung dieser Arbeiten zu ermöglichen, ist eine kontinuierliche bzw. alternativ eine periodisch wiederkehrende Erfassung dieser Verkalkungen entlang des Drainagesystems notwendig.

Im Projekt wurden unterschiedliche, fest verbaute Sensoren sowie ein sich durch das Drainagesystem autonom fortbewegender, mit Sensoren ausgestatteter, Roboter entwickelt.

Zur Anwendung kamen Sensorprinzipien die eine Analyse eines Rohrquerschnittes hinsichtlich der dort herrschenden Schichtung von Kalk, Wasser und Luft ermöglichen. Ihr Wirkprinzip beruht einerseits auf der Analyse von mechanischen im Rohr angeregten Schwingungen und andererseits auf der Messung der lokalen elektrischen Leitfähigkeit.

Einige der getesteten Methoden wiesen hohes Potential zur Weiterentwicklung auf.

### Facts:

- Laufzeit: 08/2017-03/2021
- Forschungskonsortium:
  - Sachverständigenbüro für Boden + Wasser GmbH
  - Institut für Elektrische Messtechnik der Johannes Kepler Universität, Linz
- 8 Arbeitspakete
- 5 Methoden
- 4 Masterarbeiten
- 4 Publikationen
- 1 TV-Reportage

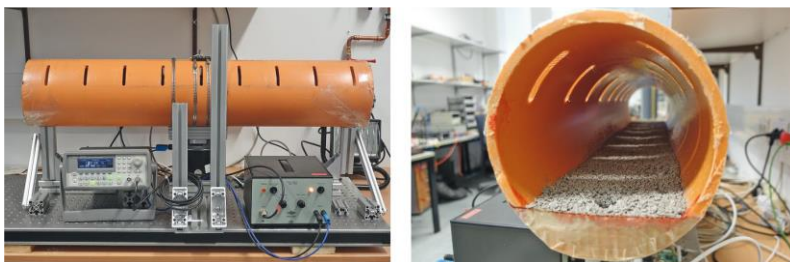


Abb. 1. Versuchsaufbau zur Erprobung der entwickelten Messsysteme



Abb. 2. Tunnelroboter vor dessen Adaptierung zu einer wasserfesten Ausführung

## Kurzzusammenfassung

### Problem

In Drainagesystemen von Tunnelbauwerken, die der Ableitung des Bergwassers dienen, kommt es aufgrund verschiedener Ursachen oftmals zu massiven Ausfällungserscheinungen (Verkalkungen), die erhebliche und sehr kostenintensive Maßnahmen in der Instandhaltung erforderlich machen. Systeme zur kontinuierlichen Überwachung dieser Verkalkungen gibt es derzeit noch nicht.

### Gewählte Methodik

Verschiedene fest in den Drainagen verbaute Sensoren bzw. ein sich durch die Rohre selbstständig fortbewegender Roboter wurden hinsichtlich ihre Eignung zur regelmäßig wiederkehrenden Überwachung eines Drainagesystems entwickelt und getestet.

### Ergebnisse

Einige der getesteten Methoden wiesen hohes Potential zur Weiterentwicklung auf. So erscheint ein Verfahren welches über eine spezielle Elektrodenanordnung aus der gemessenen elektrischen Leitfähigkeit auf die Verteilung von Wasser und Kalkablagerungen Rückschlüsse zu ziehen erlaubt, sehr gut geeignet. Auch der sich autonom durch das Drainagesystem fortbewegende Roboter könnte zur Serienreife entwickelt werden.

### Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse dieser Forschungsarbeiten können als Basis für eine detailliertere Forschung bzw. Produktentwicklung genutzt werden. Mehrere untersuchte Systeme könnten dann sowohl bei Neubaustrrecken als auch für Bestandstrrecken Anwendung finden und die Instandhaltung der Tunnelentwässerungssysteme optimieren bzw. die Effektivität der Instandhaltungsarbeiten wesentlich verbessern.

### English Abstract

In water pressure-relieved tunnels, calcium carbonate scales occur in tunnel drainage pipes. Different sensors were developed to allow for the spatially resolved detection of the scaling thickness and its position. Several stationary sensors and an autonomously navigating and sensor carrying platform were analyzed for their suitability of monitoring drainage pipes. We could identify a few methods that exhibit a strong potential for development into a finished product.

## Impressum:

### Bundesministerium für Klimaschutz

DI Dr. Johann Horvatits  
Abt. IV/ST 2 Technik und  
Verkehrssicherheit  
[johann.horvatits@bmk.gv.at](mailto:johann.horvatits@bmk.gv.at)

DI (FH) Andreas Blust  
Abt. III/14 Mobilitäts- und  
Verkehrstechnologien  
[andreas.blust@bmk.gv.at](mailto:andreas.blust@bmk.gv.at)  
[www.bmk.gv.at](http://www.bmk.gv.at)

### ÖBB-Infrastruktur AG

Dr. Thomas Petraschek  
Stab Unternehmensentwicklung  
Forschung & Entwicklung  
[thomas.petraschek@oebb.at](mailto:thomas.petraschek@oebb.at)  
[www.oebb.at](http://www.oebb.at)

### ASFINAG

Ing. DI (FH) Thomas Greiner, MSc MBA  
Konzernsteuerung  
Strategie Owner Innovation  
[thomas.greiner@asfinag.at](mailto:thomas.greiner@asfinag.at)  
[www.asfinag.at](http://www.asfinag.at)

### Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH

DI Dr. Christian Pecharda  
Programmleitung Mobilität  
Sensengasse 1, 1090 Wien  
[christian.pecharda@ffg.at](mailto:christian.pecharda@ffg.at)  
[www.ffg.at](http://www.ffg.at)

### Sachverständigenbüro für Boden + Wasser GmbH

DI DI DI Dr. Michael Stur  
Prokurist  
Hans Zach-Straße 4,  
4210 Gallneukirchen  
[m.stur@boden-wasser.at](mailto:m.stur@boden-wasser.at)  
[www.boden-wasser.at](http://www.boden-wasser.at)

### Johannes Kepler University Linz

Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Bernhard Zagar  
Institutsleiter  
Institut für Elektrische Messtechnik  
Altenbergerstrasse 69, 4040 Linz  
[Bernhard.Zagar@jku.at](mailto:Bernhard.Zagar@jku.at)  
[www.jku.at/emt](http://www.jku.at/emt)

Mai, 2021