

# Beschichtungssystem zur Ermüdungs- und Verschleissminderung von Eisenbahnschienen

## Neuer Lösungsansatz auf Basis elektrochemisch abgeschiedener Zink/Zinkphosphat-Schichten

### Diplomanden



Rahel Senn



Brian Züst

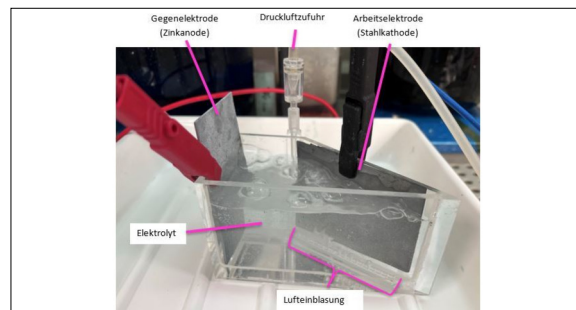
**Einleitung:** Eisenbahnschienen unterliegen ständigen Beanspruchungen, welche zu Ermüdungs- und Verschleisserscheinungen führen. Die dadurch entstehenden Risse begünstigen Korrosion und vermindern die Lebensdauer der Eisenbahnschiene, welche derzeit aufwändig und mit hohen Kosten ausgetauscht werden müssen. Lösungsansätze zur Verschleiss- und Korrosionsvermeidung durch elektrochemisch abgeschiedene Schichten auf Schienenstahl wurden bisher nicht untersucht.

**Vorgehen:** Mittels einer Hull-Zelle (Bild) wurde versucht, ein Prozessfenster für die Beschichtung von Eisenbahnschienenstahlproben mit einer galvanischen Zink/Zinkphosphat-Schicht zu identifizieren, da diese gute Korrosionseigenschaften aufweist und vermutlich auch den tribologischen Rad/Schiene Kontakt positiv beeinflusst. Nach dem Beschichtungsprozess wurden die Proben mittels Röntgenbeugungsanalyse, Rasterelektronenmikroskopie (Bild) und Profilometrie detailliert analysiert. In anschliessenden tribologischen (Bild) und mikromechanischen Tests wurde die Eignung der Beschichtung für die Einsatzbedingungen qualifiziert. Zusätzlich wurden FEM-Simulationen des Rad-Schiene-Kontakts erstellt, um den Einfluss des Reibkoeffizienten der Schicht auf der Schiene zu simulieren.

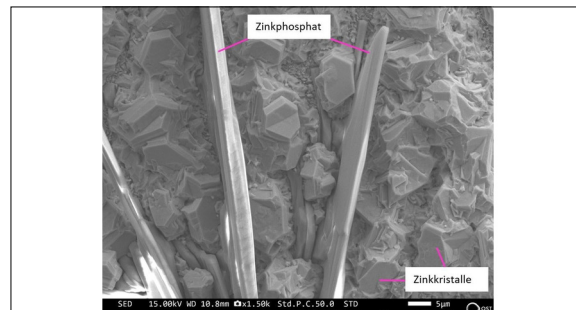
**Ergebnis:** Beschichtungsversuche auf unterschiedlichen Stahlsorten mit ähnlicher chemischer Zusammensetzung haben gezeigt, dass die Herstellung von Zink/Zinkphosphat-Schichten stark von der chemischen Zusammensetzung des Stahlsubstrates beeinflusst wird. Aufgrund des engen Prozessfensters und aufgrund der Parametervielfalt der elektrochemischen Abscheidung war es schwierig homogene Beschichtungen reproduzierbar

herzustellen. Aus den Resultaten der tribologischen Tests kann aber ein deutlicher Unterschied der Reibungskoeffizienten zwischen elektrochemisch und konventioneller (stromloser) Phosphatierung festgestellt werden. Die mechanischen Eigenschaften der hergestellten Schichten korrelieren mit Anforderungen an die Schienenbeschichtung.

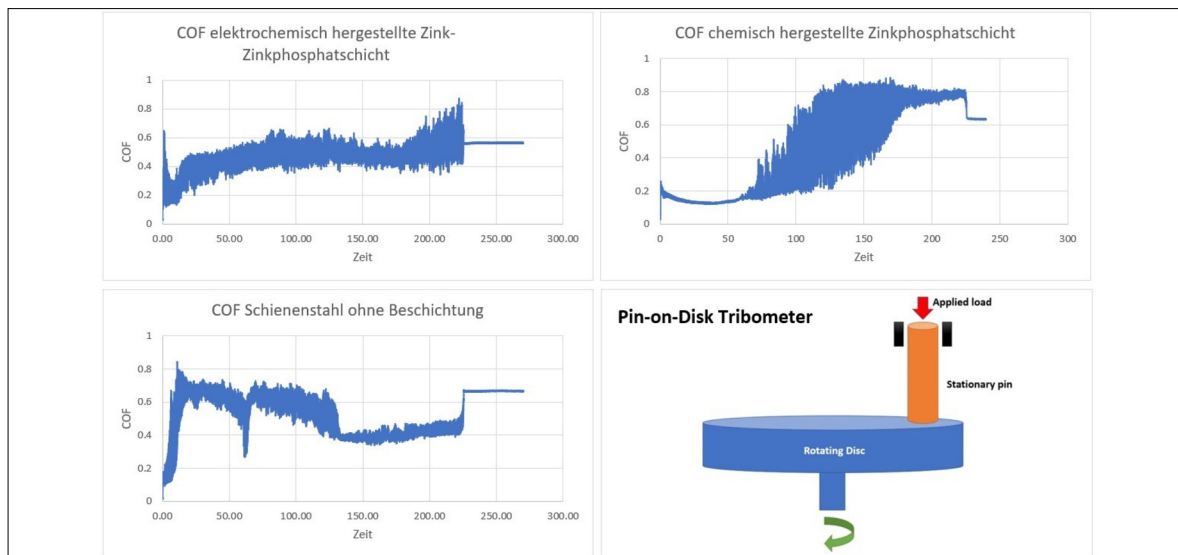
**Hull-Zelle zur Schichtherstellung**  
Eigene Darstellung



**REM-Aufnahme einer Zink/Zinkphosphat Beschichtung**  
Eigene Darstellung



**Vergleich Reibungskoeffizienten (COF) aus den Pin-on-Disk-Tests und schematische Darstellung des Pin-on-Disk Tribometer**  
Veluri, R. (o.D.): <https://www.industriallubricants.com>



### Referent

Prof. Dr. Cord Henrik Surberg

### Korreferent

Prof. Dr. Michael Schreiner

### Themengebiet

Maschinenbau,  
Mikrotechnik

### Projektpartner

Dr. Rowena Crockett,  
EMPA, Dübendorf, ZH