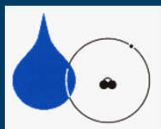
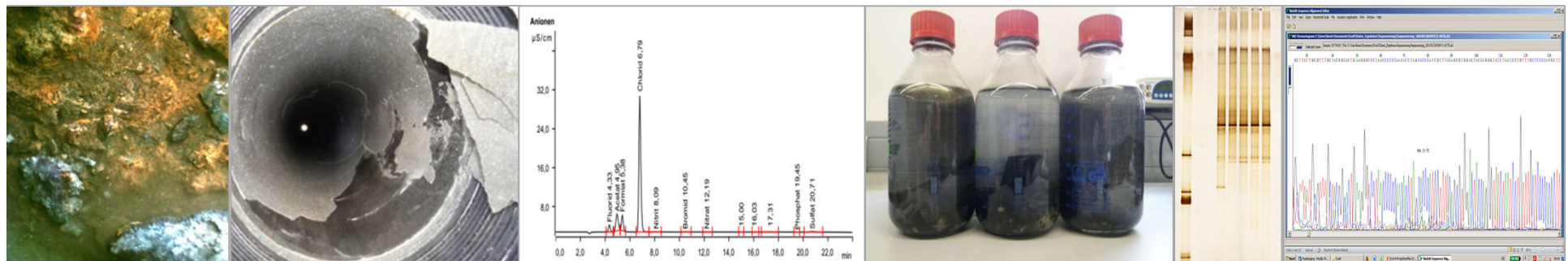


Ex-situ-Untersuchungen zum Abbau eines Scaling-Inhibitors, zur Beeinflussung der Korrosionsrate und Bestimmung der Biozönose in geothermischen Anlagen

EvA-M (FKZ: 0324215C), BioKS (FKZ: 0324029B)

Beate Schulz, Christoph Otten, Sebastian Teitz, Anja Narr, Yasemin Civrilli, Florian Eichinger, Andrea Seibt, Dietmar Kuhn und Hilke Würdemann

Der Geothermie-Kongress, November 2019 München



Mineralische Ausfällungen (Scaling) und Korrosion beeinträchtigen den Betrieb von Geothermieanlagen

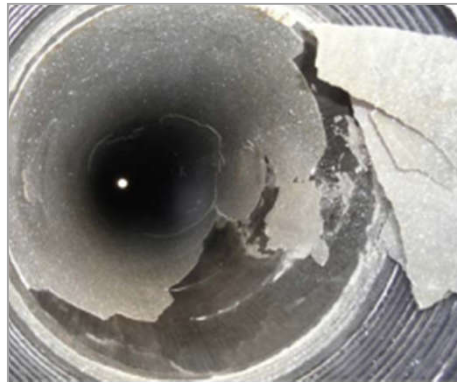


Calcit-Scaling

Molassebecken

Geothermieanlage Unterhaching

Abbildungen: Bayerisches Molassebecken (südlich München)



Lösung:

Einsatz von Scaling-Inhibitoren (Polycarboxylat)

Ist der Inhibitor unter anaeroben Bedingungen abbaubar?

Wanner *et al.*, 2017

Mineralische Ausfällungen (Scaling) und Korrosion beeinträchtigen den Betrieb von Geothermieanlagen

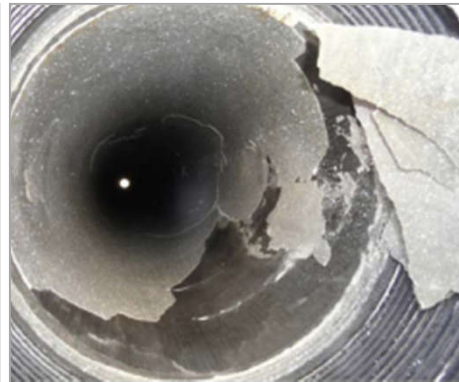


Calcit-Scaling

Molassebecken

Geothermieanlage Unterhaching

Abbildungen: Bayerisches Molassebecken (südlich München)



Lösung:
Einsatz von Scaling-
Inhibitoren (Polycarboxylat)

**Ist der Inhibitor unter
anaeroben Bedingungen
abbaubar?**

Wanner *et al.*, 2017

mikrobiell induzierte Korrosion

Wärmespeicher Neubrandenburg

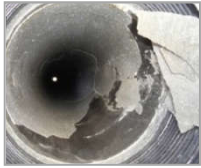
(Norddeutsches Becken)



Lösung:
Hitzeschocks zur
Inaktivierung der Biozönose

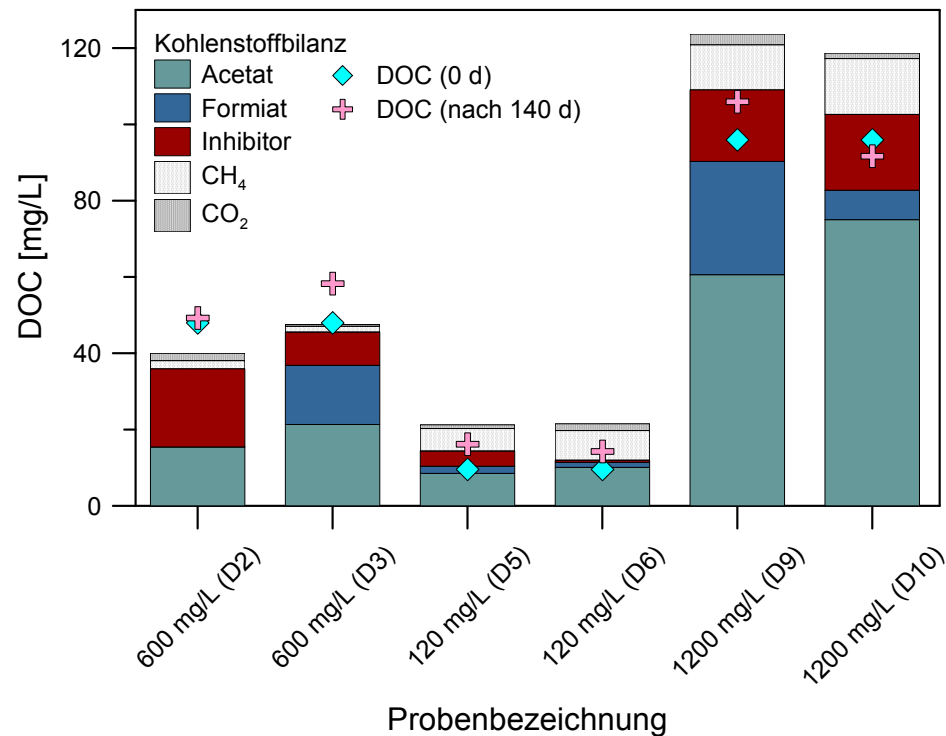


**Dauer und Häufigkeit der
Hitzeschocks?**



Mikrobieller Abbau eines Scaling-Inhibitors unter anaeroben Bedingungen

- Simulation *in-situ*-ähnlicher Bedingungen im Labor
- Nachweis des Abbaus anhand von mikrobiellen Stoffwechselprodukten und direkten Nachweisverfahren

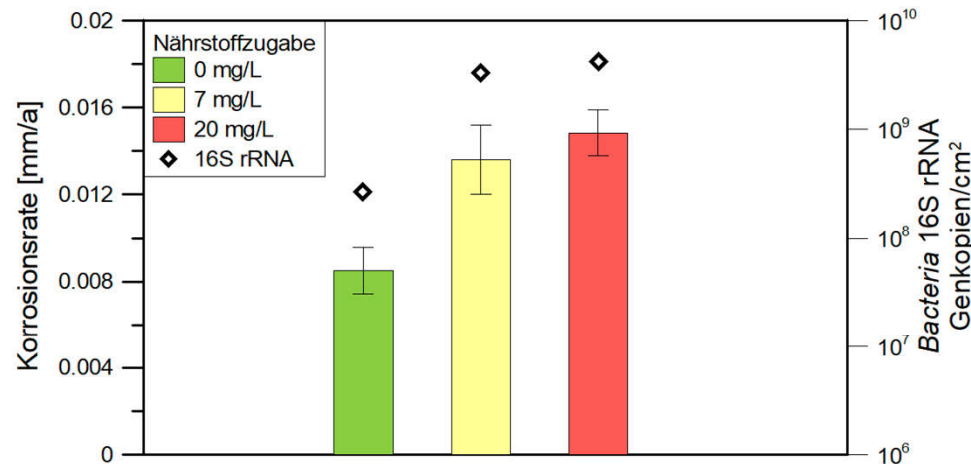


- Die Kohlenstoffbilanz zeigt, dass der Inhibitor innerhalb von 140 Tagen fast vollständig abgebaut wurde.
- Charakterisierung der Biozönose

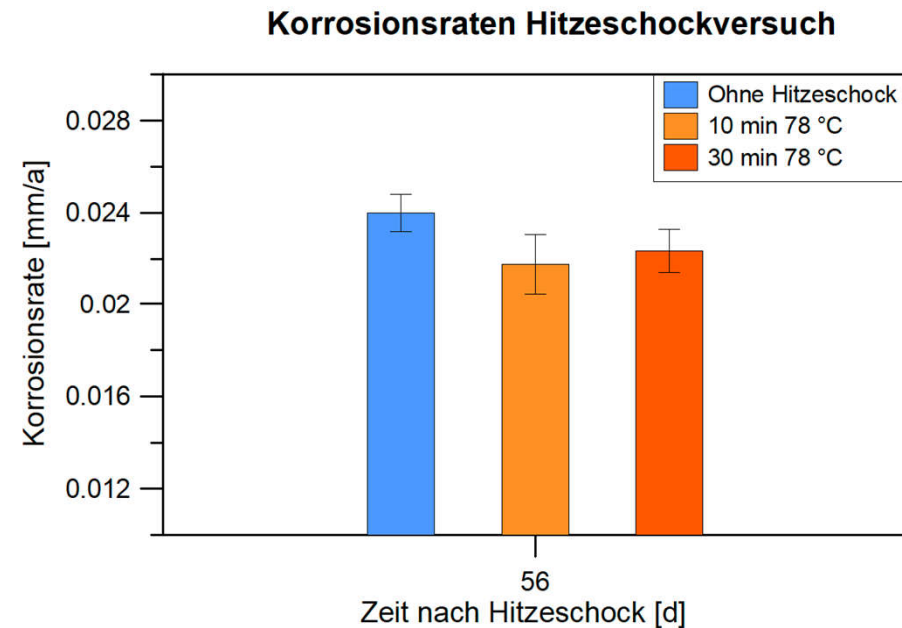


Versuche zur Beeinflussung der Korrosionsrate

Optimierung der Versuchsbedingungen, um *in-situ*-Korrosionsraten zu erreichen



- 56 Tage nach dem Hitzeschock sind die Korrosionsraten geringer als in dem unbehandelten Ansatz.
- Keine vollständige Regeneration des Biofilms innerhalb des Versuchszeitraums.



Poster P15






Ex-situ-Untersuchungen zum Abbau eines Scaling-Inhibitors, zur Beeinflussung der Korrosionsrate und Bestimmung der Biozönose in geothermischen Anlagen

Beate Schulz^{1*}, Christoph Otten¹, Sebastian Teitz², Anja Narr¹, Yasemin Civrilli¹, Florian Eichinger⁴, Andrea Seibt⁵, Dietmar Kuhn⁶, Hilke Würdemann^{1,3}

Einleitung
 Sowohl Korrosion als auch mineralische Ausfällungen im Nahbereich der Injektionsbohrung oder im Wärmetauscher beeinträchtigen den Betrieb geothermischer Anlagen [1]. In der Anlage in Unterhaching (Molassebecken) ist insbesondere Calcit-Scaling eine Herausforderung [2], während in Neubrandenburg (Norddeutsches Becken) neben einer Minderung der Injektivität durch Ausfällung von Eisensulfiden der Betrieb auch durch Korrosion an der Förderbohrung (kalte Seite des Wärmespeichers) beeinträchtigt wird [3]. Da in Unterhaching ein Polycarboxylat versuchsweise als Scaling-Inhibitor eingesetzt wird, wurde der anaerobe Abbau des Inhibitors im Labor bilanziert. Neben organischen Säuren wie Acetat und Formiat werden Wasserstoff (H₂), Kohlendioxid (CO₂) und Methan (CH₄) beim Abbau gebildet. Fermentierer, Archaeen und Sulfatreduzierer (SRB) sind am mikrobiellen Abbau beteiligt. Daneben können SRB auch Wasserstoff zur Reduktion von Sulfat verwenden. Dies ist eine Ursache für mikrobiell beeinflusste Korrosion und Lochfraßbildung. Die Biofilmbildung und damit verbundene Korrosion wurde am Wärmespeicher in Neubrandenburg erfolgreich durch Hitzeschock-Versuche vermindert. Dazu wurde die Temperatur in der oberirdischen Anlage und in der Injektionsbohrung kurzzeitig auf etwa 78 °C erhöht. Die nötige Dauer und Häufigkeit von Hitzeschocks, die eine nachhaltige Reduktion der Korrosionsrate bewirken, wird derzeit in Laborversuchen untersucht.

Inhibitor-Abbauversuche



Ziele

- Simulation *in-situ*-ähnlicher Bedingungen im Labor: Fluid und Biofilm aus Unterhaching, Frankendolomit als Analoggestein, N₂-Atmosphäre, Inkubation bei 40 °C
- Bilanzierung des Abbaus
- Charakterisierung der mikrobiellen Biozönose
- Bewertung der Wechselwirkung zwischen Inhibitor und Biozönose



Polycarboxylat als Scaling-Inhibitor NC 47.1 B (Niederrhein Chemie GmbH).

Beeinflussung der Korrosionsrate



Ziele

- Simulation *in-situ*-ähnlicher Bedingungen im Labor: Fluid und Biofilm aus Neubrandenburg, N₂-Atmosphäre, Inkubation bei 40 °C
- Erreichen der *in-situ*-Korrosionsraten im Labor → Testen verschiedener Medien und Zusätze mit Stahlcoupons
- Analyse der Auswirkungen von Hitzeschocks auf die Korrosion und die mikrobielle Gemeinschaft

Acetat- und Methanbildung beim mikrobiellen Abbau des Inhibitors unter anaeroben Bedingungen



Optimierung der Versuchsbedingungen I: Korrosionsraten und Abundanzen der Bacteria nach 32 Tagen Inkubation in verschiedenen Medien:

