Andrea Koerdt

Jahrgang 1983. 2003–2008 Biologiestudium, Universität Marburg. 2008–2011 Promotion, Max-Planck-Institut für terrestrische Mikrobiologie, Marburg. 2011–2016 Postdoc, Universität für Bodenkultur Wien. Seit 2016 Principal Investigator, Bundesanstalt für Materialforschung und

-prüfung (BAM), Berlin; seit 2017 offizielle Ansprechpartnerin zum Thema mikrobiell beeinflusste Korrosion.

DOI: 10.1007/s12268-021-1507-7

© Die Autorin 2021

■ Im Jahr 2006 liefen in Alaska 750.000 Liter Rohöl aus und kontaminierten damit großflächig die umliegende Natur. Die oberirdisch verlaufenden Rohrleitungen waren stark korrodiert. Aber es handelte sich nicht um abiotische Korrosion, die durch Feuchtigkeit und Sauerstoff verursacht wird und eine rostrote Verfärbung hervorruft. Die Korrosion fand im Inneren der Pipeline statt, verursacht von anaeroben Sulfat-reduzierenden Bakterien (SRB). Diese Form von Korrosion wird „mikrobiell beeinflusste Korrosion“ (*microbiologically influenced corrosion*, MIC) genannt. Metall kann dabei auf zwei Arten korrodieren: chemisch durch Stoffwechselprodukte wie Säuren und elektrisch durch das aktive Entziehen von Elektronen aus dem Metall [1].

MIC kann unterschiedliche Metalle/Legierungen betreffen und ist für viele Industriezweige und Branchen ein Problem. Korrosion verursacht pro Jahr Schäden in Höhe von drei bis fünf Prozent des Bruttozivilprodukts von Industriestaaten, dabei etwa 20 Prozent durch MIC [2]. Hinzu kommen die Gefahren für Mensch und Umwelt. Die zunehmende Verschmutzung der Umwelt und der damit einhergehende Klimawandel führen zu einer Zunahme von (an)organischen Verbindungen, die Mikroorganismen

▲ **Abb. 1:** Modell des modularen Aufbaus von HI-Tension (*core facility for high throughput environment simulation with online analytics*) der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin. Das Medium der Wahl wird mit Pumpen durch die unterschiedlichen Systeme – Bioreaktor, Durchflusszelle und Umweltsimulationssäule – geschleust (schwarze Pfeile). Alle Systeme können mit analytischen Testmethoden verbunden werden (blaue Pfeile bzw. blaue Boxen).

Nach Nachwuchswissenschaftler/innen stellen sich vor

Mikrobiell beeinflusste Korrosion – die Testungsart entscheidet

ANDREA KOERDT

BUNDESANSTALT FÜR MATERIALFORSCHUNG UND -PRÜFUNG (BAM), BERLIN

als Nährstoffe nutzen können. Dies führt zu mehr Biomasse/Biofilmen auf den Materialien; es wird erwartet, dass die steigenden Temperaturen die biologischen Prozesse beschleunigen. Als Konsequenz werden MIC-Schäden steigen – eine um 20 Prozent reduzierte Lebenserwartung von Materialien wird prognostiziert [3].

Neben SRB verursachen auch andere Mikroorganismen MIC, z. B. anaerobe methanogene Archaea (*methanogen-induced* MIC, Mi-MIC). Allerdings sind diese Klassen bisher wenig erforscht. Auch Präventionsmaßnahmen oder Laboruntersuchungen rund um MIC sind hauptsächlich auf SRB ausgelegt. Diese Methoden erzielen für Mi-MIC nur geringe Korrosionsraten, die nicht die Realität widerspiegeln. Ihr Einfluss wurde daher lange unterschätzt.

Korrosive anaerobe Mikroorganismen werden üblicherweise mit dem Material als in sich geschlossenes System in Serumflaschen inkubiert. SRB erreichen dabei Korrosionsraten bis zu 0,9 mm/Jahr [1, 2]. Mi-MIC erreichen auf diese Weise Raten von maximal 0,065 mm/Jahr. Alles deutet darauf hin, dass diese Methode nicht das korrosive Potenzial ubiquitär für alle Mikroorganismen ermittelt.

Die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) hat es sich zum Ziel gemacht, die bisherigen Methoden anzupassen. Wir entwickelten „HI-Tension“ (*core facility for high throughput environment simulation with online analytics*), ein modulares System (**Abb. 1**), mit dem wir Materialabbau mittels Bioreaktoren (maximal möglicher Abbau, blau), Durchflusszellen (Besiedlung von Materialien, rot) und Umweltsimulationssäulen (grün) [2] untersuchen, um diverse Fragestellungen rund um den Materialabbau umfassend zu beantworten.

Mit der Umweltsimulationssäule konnten wir für Mi-MIC deutlich höhere Korrosionsraten nachweisen, vergleichbar mit realen Schadensfällen (Durchschnitt 0,3 mm/Jahr, maximal 1,57 mm/Jahr) [2]. Die Säule wird dabei abschnittsweise mit dem zu untersuchenden Material gefüllt. Die Sektionen können durch Füllmaterial (z. B. Glasperlen, Sand) voneinander getrennt werden und sind durch seitlich angebrachte Ports einzeln zugänglich (für Probenentnahmen, Biozid-Zugaben oder für den Zugang von Mikrosensoren, um Parameter innerhalb der Säule zu überwachen und gezielt einzustellen). Die Säule wird von unten inoku-

liert und das Medium ebenfalls von unten nach oben durch die Säule gepumpt. Dabei können wir nachahmen, dass in der Realität selten Stoffwechselprodukten akkumulieren oder Nährstoffe limitierend sind. Nach einer bestimmten Laufzeit wird der Versuch gestoppt, und die Materialproben werden sektionsweise untersucht. Dabei konnten wir beobachten, dass im Fall von Mi-MIC entlang der Säule unterschiedliche Korrosionsraten vorliegen. Das spricht dafür, dass lokale Parameter Mi-MIC stark beeinflussen – ein Phänomen, das sich in Serumflaschen nicht umsetzen lässt.

HI-Tension hat großes Potenzial und kann auch für andere Mikroorganismen oder mikrobielle Gemeinschaften genutzt werden. Auch der Einfluss des Klimawandels und der zunehmenden Umweltverschmutzung kann mit diesem System simuliert werden. Langfristig erhoffen wir uns mittels HI-Tension Maßnahmen zu entwickeln, um MIC zu verhindern oder auch neuartige Materialien auf MIC-Beständigkeit zu testen. ■

Literatur

- [1] Enning D, Garrells J (2014) Corrosion of iron by sulfate-reducing bacteria: new views of an old problem. *Appl Environ Microbiol* 80: 1226–1236
- [2] An BA, Kleinbub S, Ozcan O, Koerdt A (2020) Iron to gas: versatile multiport flow-column revealed extremely high corrosion potential by methanogen-induced microbiologically influenced corrosion (Mi-MIC). *Front Microbiol* 11: 527
- [3] Chaves IA, Melchers RE, Peng L, Stewart MG (2016) Probabilistic remaining life estimation for deteriorating steel marine infrastructure under global warming and nutrient pollution. *Ocean Engineering* 126: 129–137

Funding note: Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.
Open Access: Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden. Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen. Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Korrespondenzadresse:

Dr. Andrea Koerdt
Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)
Fachbereich 4.1 Biologische Materialschädigung und Referenzorganismen
Unter den Eichen 87
D-12205 Berlin
Andrea.Koerdt@bam.de