Judith Klatt

2007 Bachelor Life Science, Universität Hannover. 2009 Master Marine Mikrobiologie, IMPRS MM, Bremen. 2015 Promotion, Universität Bremen. 2015–2017 Postdoc Geomicrobiology Lab, University of Michigan, USA. Seit 2018 Wissenschaftlerin in der AG Mikrosensoren des Max-Planck-Instituts für Marine Mikrobiologie, Bremen.

DOI: 10.1007/s12268-021-1664-7
© Die Autorin 2021

■ Die meiste Zeit der Erdgeschichte war unser Planet ausschließlich von Mikroorganismen bewohnt. Sie verwandelten die ursprüngliche Atmosphäre in jene sauerstoffreiche Luft, die wir heute atmen. Wie haben sie das geschafft? Das ist eine der großen Fragen der Erdwissenschaften. In diesem komplexen Puzzle untersuchen wir die Rolle mikrobieller Matten.

Mikrobielle Matten, komplexe, mehrlagige Ansammlungen von Mikroorganismen, florierten in der erdgeschichtlichen Frühzeit (Präkambrium) weltweit an Küsten und an Land (**Abb. 1**). Durch das Wechselspiel dynamischer Umwelteinflüsse wie Licht, Diffusionslimitation und der Aktivität der Mikroorganismen selbst entstanden in Matten steile, sich ständig verändernde Gradienten physikalisch-chemischer Bedingungen. Sie boten deshalb vielfältige Nischen auf kleinstem Raum und waren Hotspots für die Evolution neuer Stoffwechselwege [1]. Auch die größte metabolische Revolution der Geschichte spielte sich wahrscheinlich in Matten ab: die Evolution der oxygenen Photosynthese in Cyanobakterien, der einzigen signifikanten Sauerstoffquelle im Präkambrium.

Moderne mikrobielle Ökosysteme dienen uns als Analoge zur frühzeitlichen Welt der Matten. Erkenntnisse darüber, wie die Prozessdynamik auf Mikrometerebene ganze Ökosysteme beeinflussen kann, integrieren

Nach Nachwuchswissenschaftler:innen stellen sich vor

Mikrobielle Matten als Fenster in die Erdgeschichte

JUDITH M. KLATT

MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR MARINE MIKROBIOLOGIE, BREMEN

wir mithilfe globaler Modelle in große Fragestellungen. Vorrangig im Feld untersuchen wir, wie äußere Faktoren die Funktion und Effizienz der Matten beeinflussen, etwa die Wirkung von Schwefel und Arsen auf die Aktivität von Cyanobakterien. Dabei sind die Ergebnisse oft nicht intuitiv vorhersagbar, da die interne Dynamik in einer Matte im Laufe eines Tages durch Migration der Mikroben, ihre metabolische Flexibilität und die durch diffusiven Massentransfer verzögerten Wechselwirkungen geprägt wird [2].

Die komplexe Verknüpfung zwischen Licht- und Prozessdynamik hat uns inspiriert, auch einen eher ungewöhnlichen Faktor zu untersuchen: die Erdrotation [3]. Die Rotationsgeschwindigkeit der Erde hat sich seit der Entstehung des Mondes mindestens halbiert, somit wurden die Tage länger. Die Veränderungen der Tageslänge und des atmosphärischen Sauerstoffgehalts über das gesamte Präkambrium sind sich erstaunlich ähnlich (**Abb. 1**). Jedoch ist ein kausaler Zusammenhang nicht offensichtlich: Da an zwei 12-Stunden-Tagen die gleiche Menge Licht zur Verfügung steht wie an einem 24-Stunden-Tag, würde im Durchschnitt pro Stunde die gleiche Menge Sauerstoff produziert werden. Eine unterschiedliche Tageslänge führt aber zu einer anderen Lichtdynamik, die wichtig für den Transport von Sauerstoff in Matten ist. An kurzen Tagen ändert sich die Rate der Sauerstoffproduktion schneller, und es kann sich kein starkes Kon-

zentrationengefälle aufbauen. Dieses Gefälle bestimmt, wieviel Sauerstoff die Matte durch Diffusion verlassen kann.

So kommt es, dass durch die Gesetze der Physik an kurzen Tagen mehr Sauerstoff in den Matten direkt wieder veratmet wird, und an langen Tagen mehr Sauerstoff die Matte verlässt. Es könnte somit tatsächlich eine kausale Verbindung zwischen Erdrotation und atmosphärischem Sauerstoffgehalt geben. Unsere Studie hebt hervor, dass wir noch viel von mikrobiellen Matten lernen können und dass ein interdisziplinärer Ansatz unumgänglich ist, um die Redox-evolution unserer Erde zu verstehen.

Danksagung

Mein herzlicher Dank gelten der AG Mikrosensoren und dem Geomicrobiology Lab. Vor allem danke ich Dirk de Beer und Greg Dick für die Unterstützung, und Andrea Castillejos-Sepúlveda, Elisa Merz und Daniel Doherty für geteilten Benthosenthusiasmus. Ich danke auch allen meinen Kooperationspartner:innen, ganz besonders Arjun Chennu, Hannah Marchant und María Farfás. ■

Literatur

- [1] Dick GJ, Grim SL, Klatt JM (2018) Controls on O₂ production in cyanobacterial mats and implications for Earth's oxygenation. *Annu Rev Earth Planet Sci* 46: 123–147
- [2] Klatt JM, Gomez-Saez GV, Meyer S et al. (2020) Versatile cyanobacteria control the timing and extent of sulfide production in a Proterozoic analog microbial mat. *ISME J* 14: 3024–3037
- [3] Klatt JM, Chennu A, Arbic BK et al. (2021) Possible link between Earth's rotation rate and oxygenation. *Nat Geosci* 14: 564–570

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. Judith Klatt
Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie
Celsiusstraße 1
D-28359 Bremen
jklatt@mpi-bremen.de

◀ **Abb. 1:** Photosynthesemerkmale, atmosphärischer Sauerstoff und Tageslänge über die Erdgeschichte (abgewandelt von [1] und [3]); Ergebnis unseres numerischen Modells zum Effekt der Tageslänge auf globale Nettoproduktivität mikrobieller Matten, im Vergleich zum etablierten Muster des Sauerstoffanstiegs basierend auf geologischen Daten.