

150 Jahre Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung

Schwarze Pilze – Wüstenbesiedler finden neue Lebensräume

JULIA SCHUMACHER, ANNA A. GORBUSHINA
BUNDESANSTALT FÜR MATERIALFORSCHUNG UND -PRÜFUNG (BAM), BERLIN

DOI: 10.1007/s12268-021-1646-9
© Die Autorinnen 2021

■ Schwarze mikrokoloniale Pilze besiedeln zunehmend von Menschen geschaffene Habitate, wie schadstoffbelastete Böden, Statuen, Gebäudefassaden und Dächer. Sie verfärben und zersetzen die Oberflächen von anfälligen Materialien oder reduzieren die Lichtausbeute von Solaranlagen (**Abb. 1**). Entdeckt wurden diese Pilze allein oder als Teil einer mikrobiellen Lebensgemeinschaft auf freiliegenden Felsen in antarktischen Trockentälern oder in heißen Wüsten, wo sie entscheidend zur Verwitterung des besiedelten Materials und dadurch zu Stoffkreisläufen beitragen. Die Stressbelastungen in diesen Lebensräumen sind enorm: Wasser und Nährstoffe sind knapp, und eine hohe Lichtexposition führt zu DNA-Schäden und Hitzestress.

Zu den mikrokolonialen schwarzen Pilzen gehören Eurotio- und Dothideomyzeten, die extreme Lebensräume mittels verschiedener Anpassungen erobern. Deren Extremotoleranz basiert u. a. auf der Ausbildung mehrschichtiger, mit Melanin verstärkter Zellwände, der Produktion einer extrazellulären Polymermatrix sowie der Einlagerung von Carotinoiden in den Membranen. Besonders hervorzuheben ist das langsame, hefeähnliche Wachstum bei schwarzen mikrokolonialen Pilzen: Zellteilung und Koloniebildung unterscheiden sich erheblich von denen gut charakterisierter Hefen und Hyphenpilze.

Im Gegensatz zu den schnellwachsenden Schimmelpilzen wurden die schwarzen Pilze in ihrer Bedeutung und Verbreitung lange unterschätzt. Nach ihrer Entdeckung Anfang der 1980er-Jahre haben erst molekularbiologische Ansätze die große Diversität, das Vor-

kommen in allen klimatischen Zonen und den polyphyletischen Ursprung offengelegt.

Die Biologie der schwarzen extremotoleranten Pilze und ihre Relevanz für die Materialforschung stehen im Fokus unserer Studien an der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM). Mit einer Kollektion schwarzer Pilze, die von Solaranlagen isoliert wurden (**Abb. 1**), bringen wir klima- und materialrelevante Biodiversität in den Stammbaum des Lebens (stresblackfungi.org).

Die Überlebensstrategien dieser Organismen sind nur mit molekularbiologischen und genetischen Untersuchungsansätzen zu entschlüsseln. Hierfür wählten wir *Knufia petricola* (Ordnung Chaetothyriales) als Modell aus – ein Pilz, der im Mittelmeerraum Marmordenkmäler besiedelt und zersetzt. Seine Genomsequenz codiert für eine Fülle lichtabsorbierender Proteine – eine Anpassung an lichtreiche Lebensräume, die auch für einige pflanzenpathogene Pilze bekannt ist [1]. Wir etablierten CRISPR-Cas9 als Werkzeug für die gezielte gentechnische Manipulation von *K. petricola* [2] und entwickeln nun Verfahren für die Identifizierung neuer Genfunktionen mittels zufälliger Mutagenese. Die Kombination dieser genetischen Ansätze mit der Nachahmung der Bioverwitterung im Labor [3] eröffnet viele Perspektiven: von der Aufklärung der Mechanismen der Olivin-Verwitterung durch pilzliche Biofilme (Geomikologie) über die Identifizierung neuer stressschützender Substanzen (Biotechnologie) bis zur Klärung von Biozid-Wirkmechanismen (Materialschutz).

Ferner können grundsätzliche Fragen beantwortet werden: Wie kommt eine Extremotoleranz zustande? Wie haften schwarze Pilze an glatten Oberflächen? Wie zersetzen sie die Materialien? Wie interagieren sie mit anderen Mikroorganismen in komplexen Biofilmen?



▲ **Abb. 1:** Erscheinungsbild von schwarzen mikrokolonialen Pilzen, isoliert aus Ablagerungen von Photovoltaikanlagen. Balken: 5 mm.

150 Jahre BAM



Seit 150 Jahren steht die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) – deren erste Vorgängerin 1871 in Berlin gegründet wurde – für die Sicherheit in Technik und Chemie. Anfangs, im Zeitalter der Industrialisierung, ging es darum, Schienen und Achsen für Eisenbahnen auf ihre Festigkeit zu prüfen. Heute stehen große Themen im Fokus, wie Nachhaltigkeit und Klimawandel, grüner Wasserstoff, sichere Lithiumbatterien und standfeste Windenergieanlagen. Rund 1.600 Menschen aus 50 Nationen arbeiten dazu an vier Standorten in Berlin und Brandenburg. Umwelt-

themen spielen an der BAM bereits seit den 1970er-Jahren eine wichtige Rolle: In Verbindung von Mikrobiologie, praktischer Materialanwendung und Korrosionsforschung entstehen Kenntnisse der wechselseitigen Beziehungen zwischen Materialien und Organismen. Sehr früh hat die BAM dazu nationale und internationale Netzwerke geknüpft und das Thema der mikrobiell induzierten Korrosion in der Welt der Technik und angewandten Mikrobiologie etabliert. Heute wie vor 150 Jahren mit demselben Auftrag: die Sicherheit in Technik und Chemie zu gewährleisten.

So erwächst aus der Grundlagenforschung ein anwendungsorientiertes Forschungsziel: Wir wollen umweltschonende

Verfahren entwickeln, um die unerwünschte Besiedlung von luftexponierten Materialien zu unterbinden. ■

Literatur

- [1] Schumacher J, Gorbushina AA (2020) Light sensing in plant- and rock-associated black fungi. *Fungal Biol* 124: 407–417
- [2] Voigt O, Knabe N, Nitsche S et al. (2020) An advanced genetic toolkit for exploring the biology of the rock-inhabiting black fungus *Knufia petricola*. *Sci Rep* 10: 22021
- [3] Gerrits R, Wirth R, Schreiber A et al. (2021) High-resolution imaging of fungal biofilm-induced olivine weathering. *Chemical Geol* 559: 119902

Funding note: Open Access funding enabled by Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM).
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>.



Julia Schumacher (links) und Anna A. Gorbushina

Korrespondenzadresse:

PD Dr. Julia Schumacher,
 Prof. Dr. Anna A. Gorbushina
 Abteilung 4 – Material und Umwelt
 Bundesanstalt für Materialforschung und
 -prüfung (BAM)
 Unter den Eichen 87
 D-12205 Berlin
 Julia.Schumacher@bam.de
 Anna.Gorbushina@bam.de
 www.bam.de