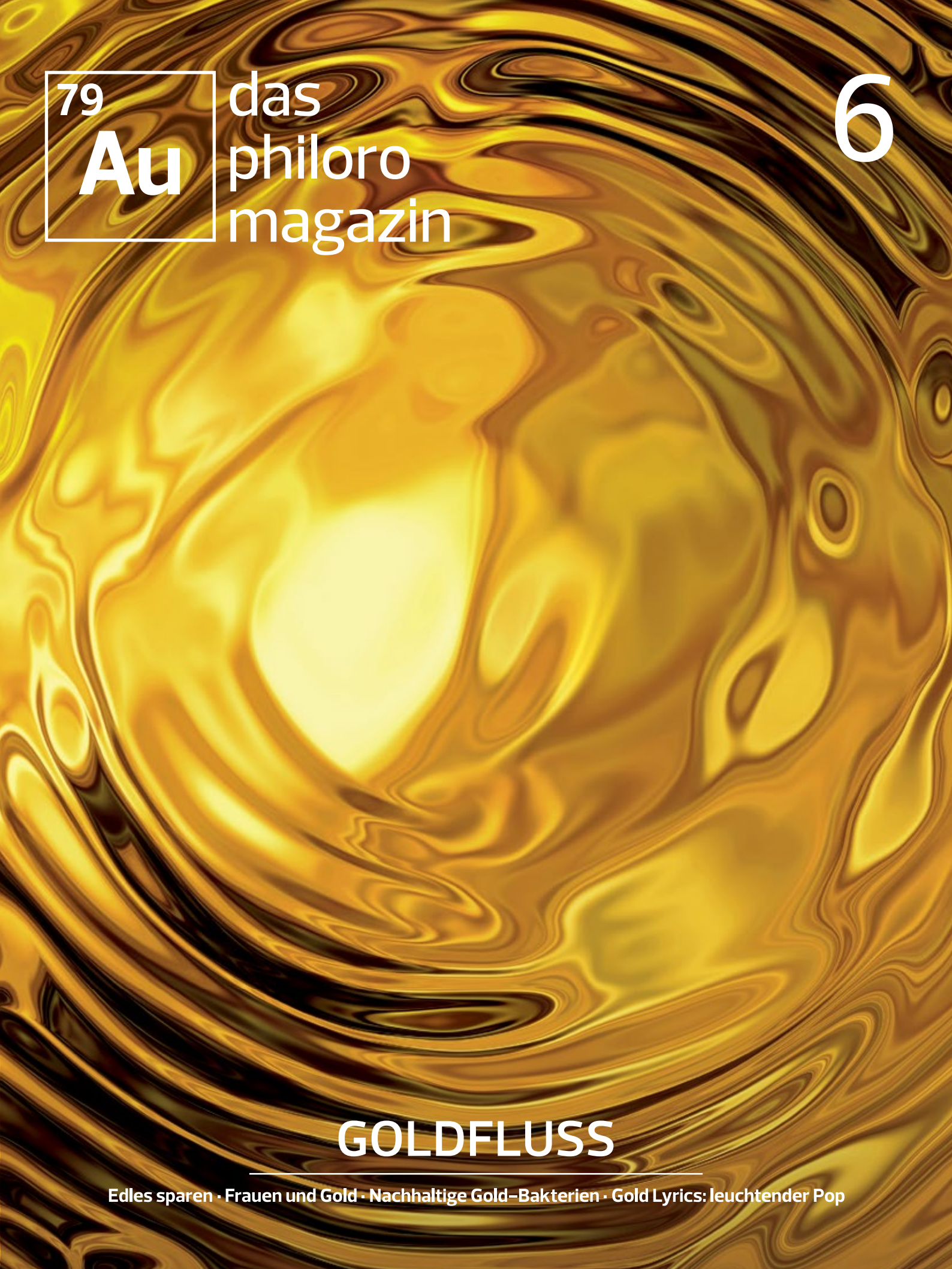


79 Au

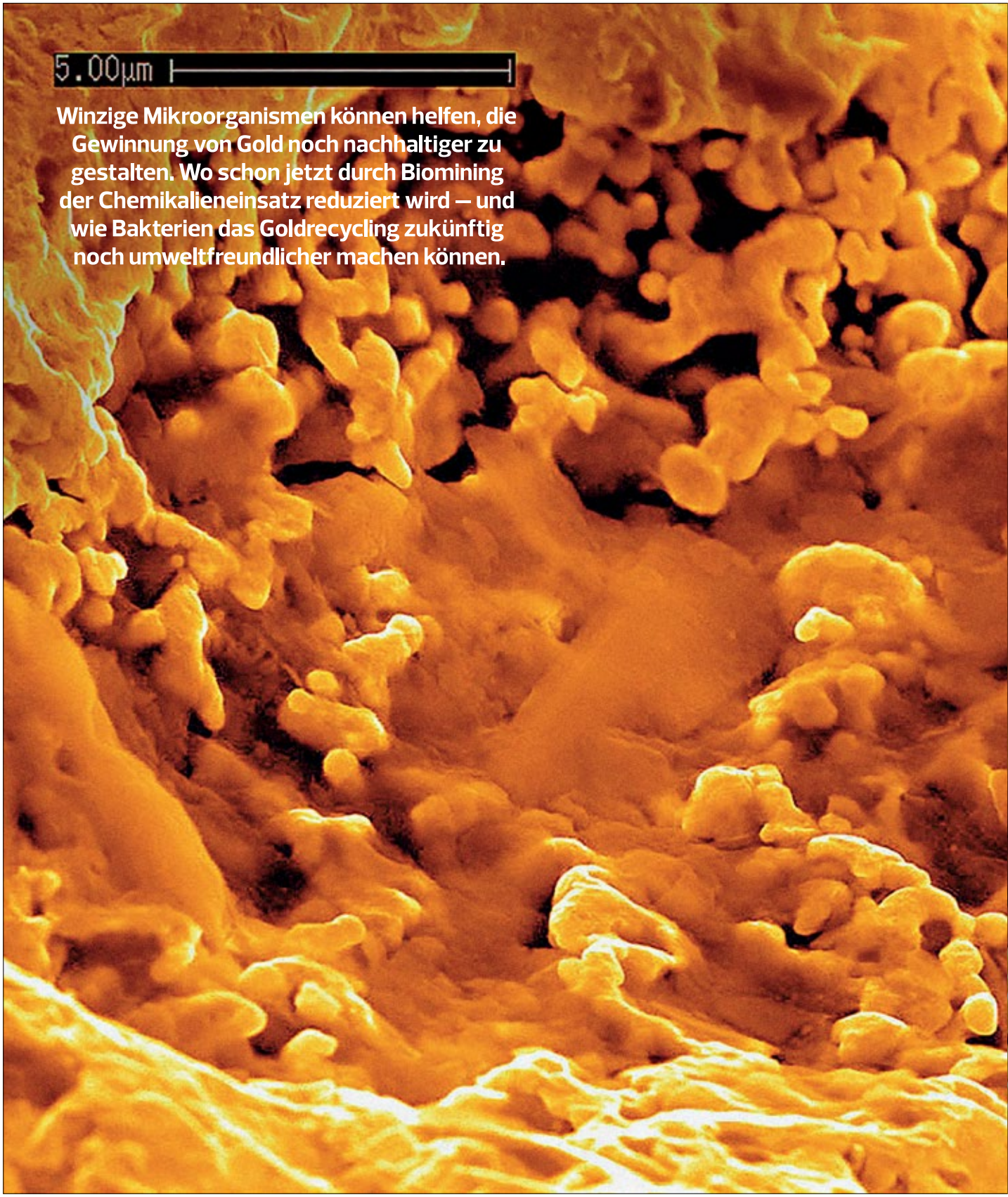
das philoro magazin

6

GOLDFLUSS

Edles sparen · Frauen und Gold · Nachhaltige Gold-Bakterien · Gold Lyrics: leuchtender Pop

Von NICHOLAS WEMER



Winzige Mikroorganismen können helfen, die Gewinnung von Gold noch nachhaltiger zu gestalten. Wo schon jetzt durch Biomining der Chemikalieneinsatz reduziert wird – und wie Bakterien das Goldrecycling zukünftig noch umweltfreundlicher machen können.

Unter dem Elektronenmikroskop werden bei einem Goldnugget bakterienförmige Strukturen sichtbar.

DIE GOLDMIKROBEN

Damit hätten wohl nicht einmal die Gebrüder Grimm gerechnet: Dass es den Goldesel aus ihrem berühmten Märchen „Tischlein deck dich!“ tatsächlich geben könnte. Um Missverständnissen allerdings gleich vorzubeugen: Wer seinen Esel mit Elektronikabfällen und goldhaltigen Erzen füttert, sollte lieber schnell den Veterinär rufen, statt darauf zu warten, dass aus dem armen Haustier Golddukaten herauspurzeln.

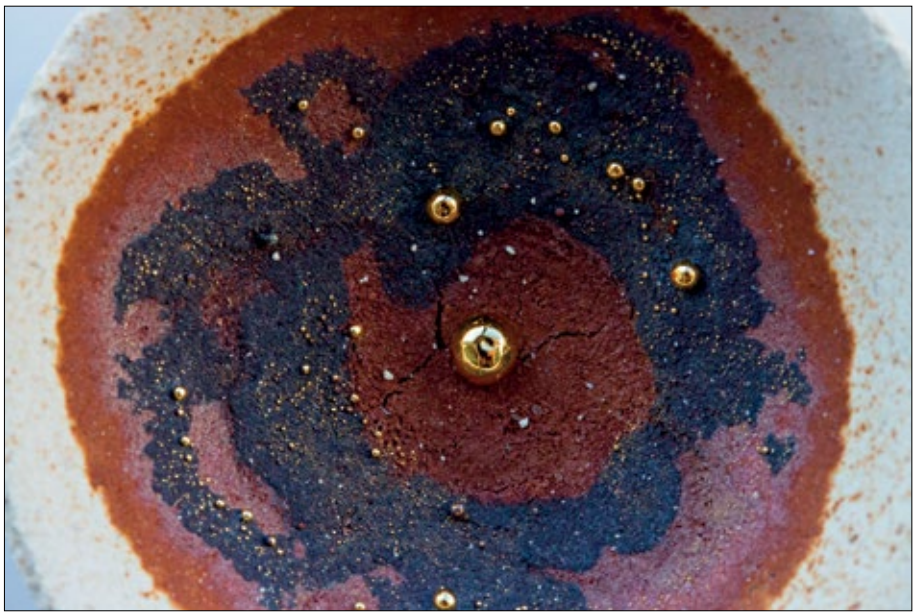
Es gibt aber tatsächlich Lebewesen, die uns durch ihre Stoffwechseltätigkeiten bei der Goldgewinnung helfen können. Diese echten „Goldesel“ sind allerdings zu klein, als dass wir sie mit bloßem Auge überhaupt erkennen könnten. Es handelt sich nämlich um winzigste Bakterien.

Große Nuggets dank kleiner Bakterien

Am Goldkreislauf der Erde sind sie schon seit Millionen von Jahren beteiligt. Forscher vermuten mittlerweile, dass ein Zusammenspiel von Bakterien, Pilzen und Pflanzen dafür verantwortlich ist, dass man in Australien die größten Goldnuggets der Welt direkt unter der Erdoberfläche fand. Einer dieser nuggetproduzierenden Mikroorganismen trägt den klingenden Namen Cupriavidus metallidurans. Entdeckt wurde er in Böden mit hohem Schwermetallgehalt – und auf Goldnuggets. Besonderes Interesse weckte der mikroskopisch kleine Goldfan, weil er imstande ist, metallisches Gold in giftige Goldverbindungen und zurück zu verwandeln, ohne sich dabei selbst zu vergiften. 2018 gelang es einer deutsch-australischen Forschergruppe schließlich, die biochemischen Prozesse zu analysieren, die das Bakterium nutzt. Sie entdeckte dabei das Enzym CopA, das der Mikrobe hilft, das Metall zu kleinen Goldkörnchen zu verarbeiten und in Ansammlungen auszuscheiden.

Das wiederum ist nicht nur für Biochemiker mit einer Vorliebe für ungewöhnliche Kleinstlebewesen von Interesse, sondern auch für die moderne Industrie. Denn das meiste Gold, das heute gefördert wird, stammt nicht aus dicken Goldadern oder riesigen Nuggets. Vielmehr sind in einer Tonne goldhaltigem Gestein aus dem Bergwerk oft nur wenige Gramm des begehrten Edelmetalls enthalten. Um es herauszutrennen, kommen verschiedene Verfahren zum Einsatz, nicht alle davon sind umweltfreundlich. >

Fotos: CSIRO, akg-images / picturedesk.com



GLÄNZENDE ERGEBNISSE
Am Ende komplexer Biomining-Verfahren entsteht wie bei konventionellen Methoden pures Gold.

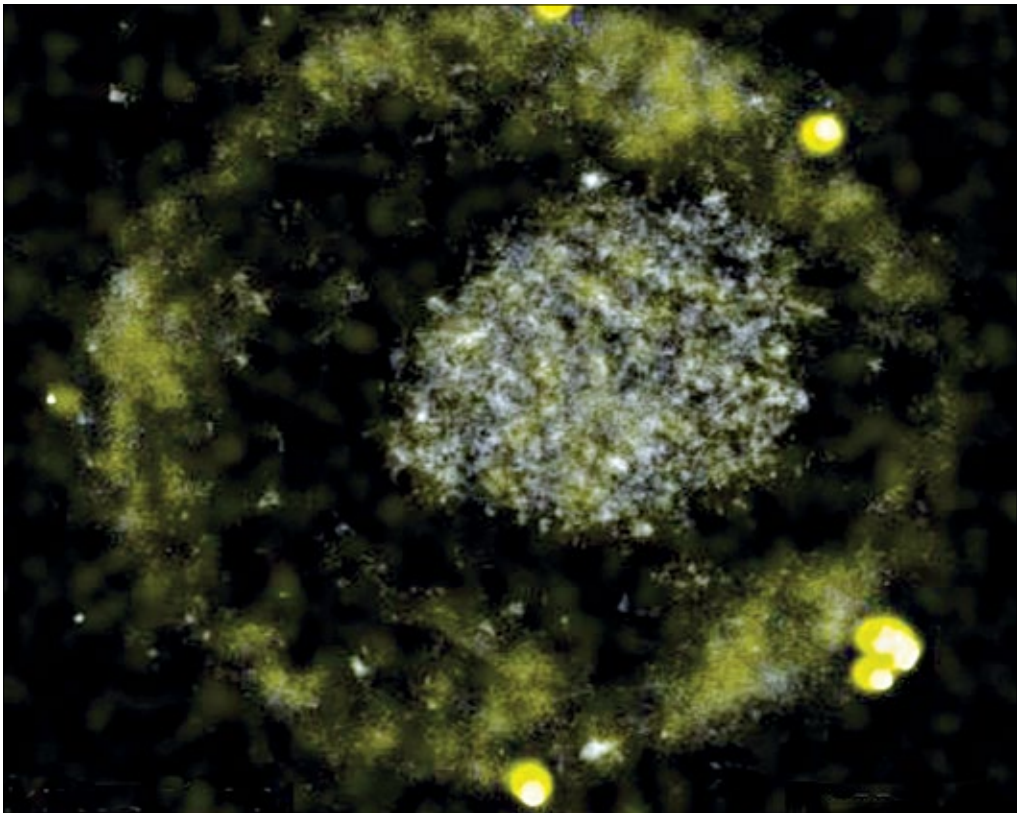
Wie in anderen Branchen spielt natürlich längst auch beim Gold der Nachhaltigkeitsgedanke eine wichtige Rolle. philoro etwa achtet deswegen darauf, Edelmetalle aus fairen und umweltverträglichen Quellen zu beziehen, Gütesiegel wie „Green Gold" zertifizieren Gold aus besonders schonendem Abbau. Aber nicht immer und überall wird sauber gearbeitet. Um auch kleinste Goldmengen extrahieren zu können, werden teilweise giftige Chemikalien wie Quecksilber und Cyanid verwendet, die beträchtliche Schäden anrichten können, wenn sie mit Mensch und Natur in Kontakt kommen. Wenn wir uns also von dem Bakterium abschauen können, wie sich auf ungiftige Art und Weise auch kleinste Goldmengen erschließen lassen, wäre das eine Chance auf einen noch nachhaltigeren Goldabbau.

Biologischer Bergbau

Oder wir lassen die Mikroben einfach gleich die Arbeit für uns machen. Beim sogenannten Biomining lösen Bakterienkulturen die begehrten Metalle aus dem Gestein. Ganz neu ist die Idee nicht: Tatsächlich kommen schon seit den 1990er-Jahren Bioreaktoren in großen Minen wie etwa den Ashanti Goldfields in Ghana und der Fairview Mine in Südafrika zum Einsatz. In riesigen Silos oxidieren hier verschiedenste Bakterien die Erzverbindungen, in denen das Gold eingeschlossen ist und bereiten es so zur Extraktion vor. Die anfänglich hohen Investitionskosten machen sich nicht nur bezahlt, weil die Umwelt geschont wird. Dank einer guten Goldausbeute bei gleichzeitig niedrigem Energieaufwand ist die Methode auch sehr rentabel. Darüber hinaus bringt sie neues Leben in alte Stollen: Aufgrund des hohen Ertrags können dank der Bakterien auch Erzvorkommen erschlossen werden, die bisher nicht gewinnbringend nutzbar waren.

Daher ist es kaum verwunderlich, dass die Biomining-Branche im Wachsen begriffen ist und bereits einige Firmen mit ihren Konzepten in den Startlöchern stehen. Die kanadische Umwelttechnologiefirma BacTech konnte in Tests bis zu 95 Prozent des enthaltenen Goldes durch Biooxidation und Biolaugung aus dem umliegenden Gestein extrahieren. Besonders erfreulich: arsen- und cyanidhaltiges Ausgangsmaterial konnte dabei sowohl ökologisch unschädlich gemacht als auch zur Goldgewinnung genutzt werden. Die Firma wirbt daher damit, ein Verfahren entwickelt zu haben, das schonender für Arbeiter und Umwelt ist. Im nächsten

FLEISSIGER GOLDSAMMLER
Das Bakterium C. metallidurans erzeugt winzig kleine Goldnuggets.



STARKER STOFFWECHSEL
Aus giftigem Goldchlorid machen die winzigen Goldesel 24-karätiges Gold.

Schritt soll ein Projekt in Ecuador entstehen, bei dem zukünftig direkt vor Ort abgebautes Gestein zu Gold verarbeitet wird – statt das Material wie bisher zur Weiterverwertung nach Asien zu verschiffen. Und das ist nur der Anfang: Weitere Betriebe sollen in Ecuador, Peru, Kolumbien und Zentralamerika entstehen, wobei eine Zusammenarbeit mit Regierungen und NGOs geplant ist. Die Aurex Biomining AG möchte wiederum in der österreichischen Steiermark das schon vor Jahrhunderten erschlossene Bergbaugebiet im Pusterwaldtal wiederbeleben – und somit nachhaltiges Gold made in Austria produzieren.

Recycling – bald noch nachhaltiger?

Spannend ist die Technologie aber auch beim Recycling. Bekanntlich spielt Gold längst nicht nur als Schmuck oder Wertanlage eine Rolle, sondern auch als wichtiger Bestandteil zahlreicher moderner Elektrogeräte – die am Ende ihrer Lebensdauer samt ihrem wertvollen Inhalt entsorgt werden. Und das summiert sich – eine Tonne Handys enthält bis zu 300 Gramm Gold. Zum Vergleich: In einer Tonne Erz sind oft nur fünf Gramm des Edelmetalls enthalten. Kein Wunder also, dass mittlerweile bereits 28 Prozent des jährlich verarbeiteten Goldes aus dem Recycling stammen, wobei hier natürlich auch wiederverwendetes Altgold aus Schmuck hineinfällt. Der Anteil an Recyclinggold dürfte in den kommenden Jahren noch steigen, werden die Rohstoffe im Erdreich doch immer seltener. Gleichzeitig steigt die Menge des Elektroschrotts, allein im Jahr 2019 wurden weltweit über 53 Millionen Tonnen Geräte entsorgt. Ein Großteil landet aber aktuell noch auf Müllhalden oder wird verbrannt – womit Rohstoffe im Wert von vielen Milliarden Euro verloren gehen, die durch kluges Recycling wiederverwendet werden könnten. In diesem Fall können die Bakterien abermals helfen, eine bereits nachhaltige Goldgewinnungsmethode noch ökologischer und effizienter zu gestalten. Denn statt den begehrten Wertstoff mithilfe energieaufwendiger Schmelzöfen oder chemischer Rohstofftrennung zu extrahieren, kann man auch hier Mikroben ans Werk lassen.

Die deutsche Biotechnologiefirma Brain möchte dabei eine Vorreiterrolle einnehmen und hat eine Reihe von Mikroorganismen ausfindig gemacht, die sich ideal zur Gewinnung von Gold eignen. Diese kommen im sogenannten BioXtractor zum Einsatz – einer mobilen Anlage, die ohne aggressiven Chemikalieneinsatz aus gemahlenem Elektroschrott und sogar aus Verbrennungsschlacken und feinen Stäuben, die bisher kaum genutzt werden konnten, Gold gewinnt. In einer unabhängig durchgeführten Ökobilanzstudie hat sich das Unternehmen bescheinigen lassen, dass der CO2-Fußabdruck des neuen Verfahrens gleich zwei bis drei Mal kleiner ist als bei den etablierten Recyclingmethoden. Deshalb will das Unternehmen die Recyclingbranche überzeugen, großflächig auf die umweltfreundliche Technik umzustellen.

Die Anwendungsmöglichkeiten für Mikroorganismen in der Goldproduktion sind also breit gefächert. Einige Wissenschaftler halten es sogar für möglich, mithilfe spezieller Bakterien Gold direkt aus Meerwasser zu gewinnen. Manch einer mag das zwar aktuell noch für ein Märchen halten. Aber dass es den Goldesel wirklich gibt, hatte zu Lebzeiten der Gebrüder Grimm ja auch noch niemand gedacht. Man darf also gespannt sein, welche Innovationen die Biotechnologie noch auf Lager hat. Als Goldsucher einen Kurs in Mikrobiologie zu besuchen, zahlt sich aber auf alle Fälle schon heute aus. Ω

Die vier Bs des Biominings

Verschiedene mikrobielle Goldgewinnungsverfahren kurz und bündig erklärt:

Biooxidation

Gold aus dem Bergwerk liegt meist gebunden in Erzverbindungen wie etwa Eisensulfiden vor. Um es für die Barren-, Münzen- und Schmuckherstellung zu gewinnen, muss es aus diesen herausgelöst werden. Bei der Biooxidation lösen die Bakterien die uninteressanten Mineralien auf und machen das Gold so zur weiteren Verarbeitung verfügbar.

Bioleaching

Bei der Laugung wird das Gold selbst durch Säuren oder metallkomplexierende Verbindungen aufgelöst und dadurch extrahiert. Beim sogenannten Bioleaching kommen dabei statt giftiger Chemikalien Mikroorganismen zum Einsatz, deren Metabolismus in der Lage ist, Gold umzuwandeln.

Bioadhäsion

Hier haften die Mikroorganismen selektiv an bestimmten Metallen oder Materialien – und verändern so ihre Oberfläche. Das lässt sich nutzen, um mit ihrer Hilfe die gewünschten Partikel – also das Gold – von den restlichen Stoffen zu trennen.

Biosorption

Manche Mikroorganismen binden gelöste Metalle an ihre Zellwände. So entsteht ein sogenanntes Harz, in dem sich das Gold konzentriert befindet. Dieses Harz wiederum kann in einer Scheideanstalt raffiniert werden.

Fotos: BRAIN Biotech, American Society for Microbiology, WENN Rights Ltd / Alamy Stock Photo