

RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

RUB

RUBIN

WISSENSCHAFTSMAGAZIN



Schwerpunkt

UNTER DER ERDE

KLIMA: WELCHE GEFAHR UNTER DEM WALD LAUERT
U-BAHN: WIE MAN DEN BESTEN FLUCHTWEG FINDET
BIBEL: WAS UNS IN DER HÖLLE ERWARTET

28
Jahrgang

Nr. 2 | 2018

DIE DÜRREN DER VERGANGENHEIT UND ZUKUNFT

Tropfsteine spiegeln das Klima der Vergangenheit. 500 Jahre alte Graffiti untermauern diese These.

Viele Hochkulturen vergangener Zeiten sind irgendwann verschwunden. Was mögen die Gründe für ihren Niedergang gewesen sein? Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler vermuten seit Langem klimatische Veränderungen als eine der Ursachen. Besonders mehrjährige Dürreperioden stehen im Verdacht, ganze Gesellschaften in die Krise getrieben zu haben.

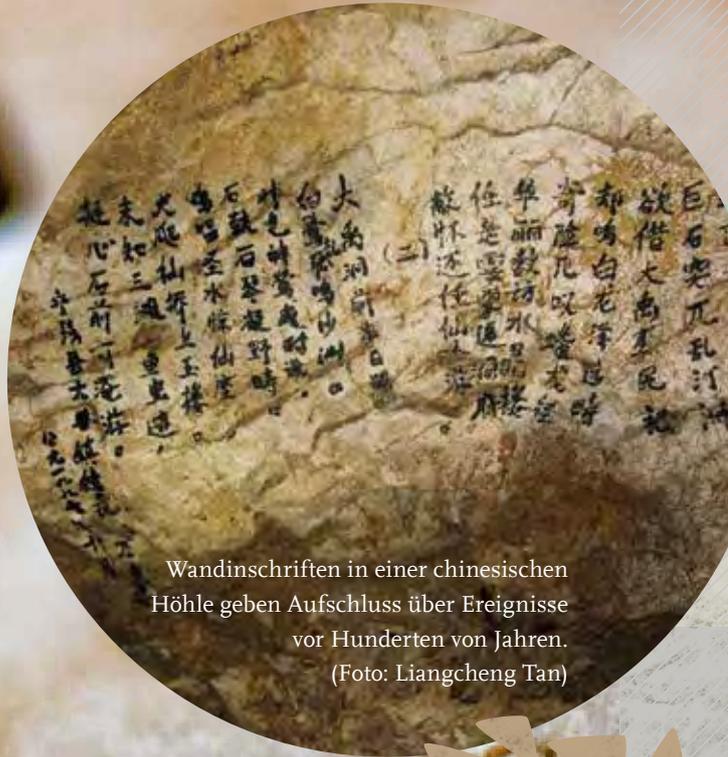
Um die klimatischen Bedingungen der Vergangenheit zu rekonstruieren, greifen Forscher um Dr. Sebastian Breitenbach vom Lehrstuhl für Sediment- und Isotopengeologie an der Fakultät für Geowissenschaften der RUB unter anderem auf Stalagmiten zurück. Diese Tropfsteine bilden sich im Laufe der Zeit in Höhlen, wenn Wassertropfen zu Boden fallen. Das im Wasser gelöste Karbonat lagert sich schichtweise zu Stalagmiten ab. Je nachdem wie viel Niederschlag fällt, variieren ihr Aufbau und ihre chemische Zusammensetzung.

In China hat nun eine internationale Forschergruppe Belege gefunden, die zeigen, wie unmittelbar Stalagmiten auf Niederschlagsänderungen reagieren und wie präzise Paläoklimarekonstruktionen Dürren reflektieren können. In der Dayu-Höhle in Südchina wurden bis zu 500 Jahre alte Inschriften an den Wänden gefunden, die genau beschreiben, warum die damalige Bevölkerung die Höhle aufgesucht hat. Diese exakt datierten Informationen bieten Geologen die einmalige Chance, die Ergebnisse ihrer Klimarekonstruktionen mit historischen Aufzeichnungen abzugleichen. „In der Dayu-Höhle haben wir einen Stalagmiten untersucht, der sich ungefähr einen Kilometer vom Eingang der Höhle entfernt fand. Er bildet die Zeit zwischen etwa 1265 und 1982 ab. Jedes Jahr ist er im Durchschnitt knapp 0,2 Millimeter gewachsen, was recht schnell ist“, erläutert Breitenbach. Die Untersuchungen der Geologen erlauben Aussagen über das damalige Klima mit einer Auflösung von etwa 1,5 Jahren.

Um Rückschlüsse auf die klimatischen Bedingungen zu ziehen, ermitteln die Forscher unter anderem das Verhältnis stabiler Sauerstoffisotope. Die Atomkerne dieser Isotope enthalten gleich viele Protonen, aber unterschiedlich viele Neutronen. Je mehr Neutronen im Atomkern, desto höher das Gewicht des gesamten Atoms. Interessant ist für die Geologen das Verhältnis zwischen dem schwereren ^{18}O und dem

” DIE BAUERN SÜDCHINAS SOLLTEN SICH AUF PHASEN MIT WENIGER NIEDERSCHLAG EINSTELLEN. “

Sebastian Breitenbach



Wandinschriften in einer chinesischen Höhle geben Aufschluss über Ereignisse vor Hunderten von Jahren.
(Foto: Liangcheng Tan)



Ein Stalagmit mit Mikrobohrungen für geochemische Analysen und Fräs-Schlitz für die Datierungen
(Foto: dg)

leichteren ^{16}O . Dieses Verhältnis wird auf internationale Standards bezogen und als Delta-O-18, kurz d^{18}O angegeben.

„Die Region Zentralchina bezieht ihr Wasser aus dem Sommermonsun“, erklärt Sebastian Breitenbach. „Wenn die Regenzeit im Sommer beginnt, ist es vereinfacht ausgedrückt so, als würde der Kontinent einatmen: Es bildet sich ein großes Tiefdruckgebiet über dem Kontinent, und die Feuchtigkeit von den Ozeanen wird angesogen.“ Je nach Stärke des Monsuns liegt die Quelle des Niederschlags mehr oder weniger weit entfernt im Ozean. Bei starkem Monsun mit heftigen Winden legen die Regenwolken einen weiteren Weg zurück als bei schwachem Monsun. Während des Transports geht Wasser durch Abregnen verloren, wobei die schwereren Atome zuerst herunterfallen. Je stärker der Monsun und je weiter der Weg der Regenwolken, desto mehr schweres ^{18}O verschwindet also unterwegs. Das Wasser, das dann im Binnenland als Monsunregen ankommt, enthält daher verhältnismäßig viel leichtes ^{16}O , und der d^{18}O -Wert ist niedriger. Anhand des d^{18}O -Wertes können die Forscher also Rückschlüsse auf die Stärke des Monsuns in einem bestimmten Zeitabschnitt ziehen. „Leider gibt es bei diesen Deutungen des niedrigeren d^{18}O als Signal auf einen starken Monsun aber noch einige Unschärfen“, schränkt Sebastian Breiten-

bach ein. „Zum Beispiel ist nicht klar definiert, was ein ‚starker Monsun‘ eigentlich ist, ob das d^{18}O -Signal tatsächlich einfach mehr Niederschlag widerspiegelt und inwieweit weitere Faktoren Einfluss nehmen.“ Möglicherweise verteilt sich der Regen auch nur anders über das Sommerhalbjahr, was den d^{18}O -Wert ebenfalls ändern würde.

Graffiti bestätigen Klimarekonstruktionen

Die Aussagekraft des d^{18}O wurde daher immer wieder angezweifelt. Bis zum Fund der Inschriften in der Dayu-Höhle: Die Graffiti belegen, dass Menschen die Höhle zwischen 1520 und 1920 mindestens siebenmal besucht haben. Die Inschriften auf den Höhlenwänden geben genaue Informationen, wann und zu welchem Zweck die Besuche stattfanden: „Am 24. Mai im 17. Jahr des Kaisers Guangxu der Qing-Dynastie führte der Bürgermeister Huaizong Zhu mehr als 200 Menschen auf der Suche nach Wasser in die Höhle. Der Hellseher Zhenrong Ran betete für Regen“, lautet zum Beispiel eine Inschrift. Das Datum entspricht nach unserem Kalender dem 30. Juni 1891. Drei Jahre später, 1894, gibt es wieder eine Inschrift, der zufolge derselbe Bürgermeister 120 Menschen auf der Suche nach Wasser in die Höhle geführt hat. „Diese Aufzeichnungen von insgesamt sieben Dürreperioden ent-

So viel wuchs der untersuchte Tropfstein durchschnittlich pro Jahr.

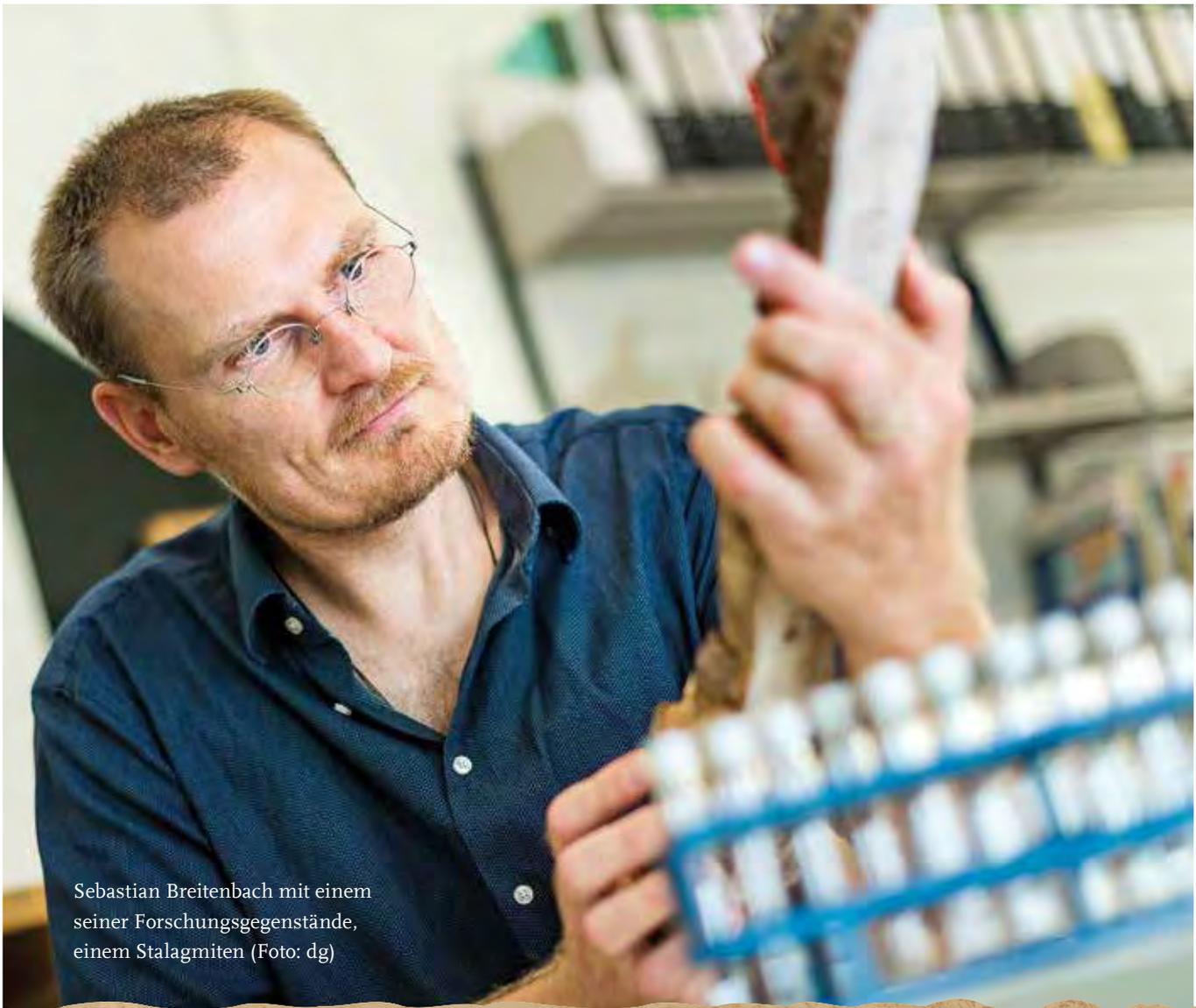
0.2 Millimeter



Mit einer computergesteuerten Fräse entnehmen die Forscher Proben aus dem Tropfstein. (Foto: dg)



Ein Stalagmit in Sebastian Breitenbachs Archiv mit einem Bohrloch für eine Datierung (Foto: dg)



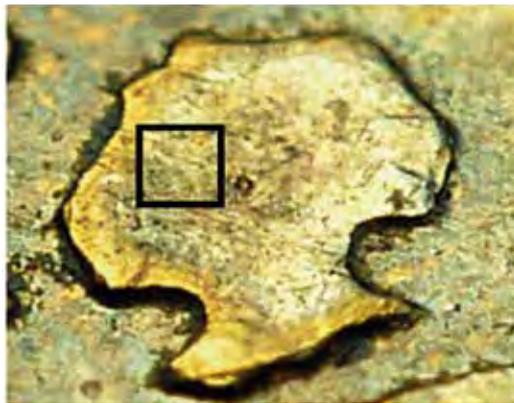
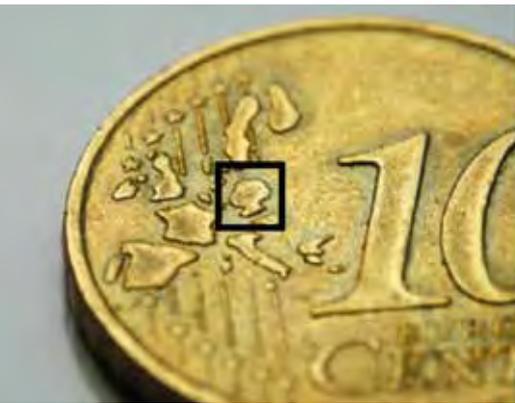
Sebastian Breitenbach mit einem seiner Forschungsgegenstände, einem Stalagmiten (Foto: dg)

sprechen genau den Rückschlüssen auf schwachen Monsun, die wir aus der chemischen Analyse des Stalagmiten gezogen haben“, so Sebastian Breitenbach. „Für die Region Südchina ist es also zutreffend, aus einem höheren $d^{18}O$ -Wert auf Dürreperioden zu schließen. Die Gültigkeit dieser Interpretation für andere Regionen muss allerdings weiter getestet werden.“ Die Aufzeichnungen in der Dayu-Höhle geben außerdem Auskunft über die Folgen der Dürreperioden, die zum Beispiel von Hungersnot und Kannibalismus berichten. Aufgrund von Dürre um die Jahrhundertwende herum kam es zu Konflikten zwischen der Regierung und der lokalen Bevölkerung. „Es ist also für das Wohlergehen von Gesellschaften notwendig, Strategien für Trockenzeiten zu entwickeln“, so Breitenbach. „Das gilt besonders mit Blick auf den Klimawandel, der weitreichende ökologische Veränderungen mit sich bringt.“ Die Geologen gingen daher noch einen Schritt weiter und wagten einen Blick in die Zukunft. Für die Zeit zwischen 1982 – dort endet die Auswertung des Stalagmiten – bis 2042

wandten sie Modellrechnungen an, um die Wahrscheinlichkeit von zukünftigen Dürreperioden abzuschätzen. Das Ergebnis zeigt, dass die Niederschlagsmengen künftig wahrscheinlich unterhalb des Durchschnitts der vergangenen 500 Jahre liegen werden. Zwei ausgeprägte Dürreperioden konnten die Forscher für die 1990er-Jahre und für die späten 2030er-Jahre berechnen. Die meteorologischen Aufzeichnungen für die 1990er-Jahre bestätigen eine trockene Phase. Ob sich das Modell auch für die Dreißigerjahre des 21. Jahrhunderts bestätigt, bleibt abzuwarten. „Die Bauern Südchinas sollten sich allerdings auf Phasen mit weniger Niederschlag und somit veränderten Wachstumsperioden mit möglicherweise weniger verlässlichem Monsun einstellen“, gibt Sebastian Breitenbach zu bedenken.

md

REDAKTIONSSCHLUSS



Dieses Zehn-Cent-Stück, das auf den ersten Blick ganz gewöhnlich aussieht, ist etwas Besonderes. Mitten in Deutschland beherbergt es den wohl kleinsten Förderturm der Welt, der mit gerade einmal 25 Mikrometern Breite dünner ist als ein menschliches Haar. Das Team vom Lehrstuhl für Laseranwendungstechnik hat ihn mit der Zwei-Photonen-Polymerisation – einer Art Mikro-3D-Druck – auf die Münze aufgebracht. Bei dem Verfahren belichtet ein Laserstrahl einen Tropfen Fotolack an genau den Stellen, die durch ein dreidimensionales Computermodell vorgegeben werden. Überall dort, wo belichtet wird, härtet der Fotolack aus.

Den Förderturm haben die Lasertechniker nur zu Anschauungszwecken hergestellt. Im Laboralltag produzieren sie mit der Methode allerhand mikroskopisch kleine Bauteile. Mithilfe einer sogenannten optischen Pinzette können diese dann zum Beispiel zu einem funktionellen System zusammgebaut und bewegt werden. Die Zukunftsvision des Lehrstuhls ist dabei die Entwicklung eines Mikroroboters.

➔ news.rub.de/optische-pinzette



© RUB, Lehrstuhl für Laseranwendungstechnik

IMPRESSUM

HERAUSGEBER: Rektorat der Ruhr-Universität Bochum in Verbindung mit dem Dezernat Hochschulkommunikation (Abteilung Wissenschaftskommunikation) der Ruhr-Universität Bochum

WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT: Prof. Dr. Gabriele Bellenberg (Philosophie und Erziehungswissenschaften), Prof. Dr. Astrid Deuber-Mankowsky (Philologie), Prof. Dr. Constantin Goshler (Geschichtswissenschaft), Prof. Dr. Markus Kaltenborn (Jura), Prof. Dr. Achim von Keudell (Physik und Astronomie), Prof. Dr. Michael Hübner (Elektrotechnik/Informationstechnik), Prof. Dr. Denise Manahan-Vaughan (Medizin), Prof. Dr. Martin Muhler (Chemie), Prof. Dr. Franz Narberhaus (Biologie), Prof. Dr. Andreas Ostendorf (Prorektor für Forschung, Transfer und wissenschaftlichen Nachwuchswachstum), Prof. Dr. Michael Roos (Wirtschaftswissenschaft), Prof. Dr. Martin Tegenthoff (Medizin), Prof. Dr. Martin Werding (Sozialwissenschaft), Prof. Dr. Marc Wichern (Bau- und Umweltingenieurwissenschaft), Prof. Dr. Peter Wick (Evangelische Theologie)

REDAKTIONSANSCHRIFT: Dezernat Hochschulkommunikation, Abteilung Wissenschaftskommunikation, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum, Tel.: 0234/32-25228, Fax: 0234/32-14136, rubin@rub.de, news.rub.de/rubin

REDAKTION: Dr. Julia Weiler (jwe, Redaktionsleitung); Meike Drießen (md)

FOTOGRAFIE: Damian Gorczany (dg), Hofsteder Str. 66, 44809 Bochum, Tel.: 0176/29706008, damiangorczany@yahoo.de, www.damiangorczany.de; Roberto Schirdewahn (rs), Offerkämpfe 5, 48163 Münster, Tel.: 0172/4206216, post@people-fotograf.de, www.wasaufdieaugen.de

COVER: Roberto Schirdewahn

BILDNACHWEISE INHALTSVERZEICHNIS: Teaserfotos für die Seiten 12, 18 und 34: Damian Gorczany; Teaserfotos für die Seiten 22, 46 und 54: Roberto Schirdewahn

GRAFIK, ILLUSTRATION, LAYOUT UND SATZ: Agentur der RUB, www.rub.de/agentur

DRUCK: VMK Druckerei GmbH, Faberstraße 17, 67590 Monsheim, Tel.: 06243/909-110, www.vmk-druckerei.de

AUFLAGE: 4.700

ANZEIGENVERWALTUNG UND -HERSTELLUNG: VMK GmbH & Co. KG, Faberstraße 17, 67590 Monsheim, Tel.: 06243/909-0, www.vmk-verlag.de

BEZUG: RUBIN erscheint zweimal jährlich und ist erhältlich im Dezernat Hochschulkommunikation (Abteilung Wissenschaftskommunikation) der Ruhr-Universität Bochum. Das Heft kann kostenlos abonniert werden unter rubin.rub.de/abonnement. Das Abonnement kann per E-Mail an rubin@rub.de gekündigt werden.

ISSN: 0942-6639

Nachdruck bei Quellenangabe und Zusenden von Belegexemplaren