

## Wort der Woche

BEGRIFFE DER WISSENSCHAFT



Ein physischer Besuch im Museum ist derzeit leider nicht möglich. Umso willkommener ist da ein in Buchform erschienener Streifzug durch Besonderheiten in Berliner Museen.

♦ VON MARTIN KUGLER

Die Entwicklung der Menschheit lässt sich an Dingen ablesen, meint der deutsche Kulturhistoriker Stefan Laube. „Dinge transportieren Botschaften zu Gebrauch und Funktion. Sie sind entweder auf den ersten Blick zu erkennen oder müssen erst entziffert werden“, schreibt er in seinem wunderbaren neuen Buch „Der Mensch und seine Dinge“ (Hanser, 511 Seiten, 32,90 Euro). Laube unternimmt darin einen Streifzug durch die Berliner Staatlichen Museen: Ausgewählt hat er 64 Objekte – gemäß einem durchdachten Raster auf Basis der vier Themen Natur, Alltagsleben, Gesellschaft und Zeit –, er bringt die Dinge zum Sprechen, erklärt die Hintergründe und erzählt die Geschichte(n) dahinter. In Zeiten, in denen ein physischer Museumsbesuch (geschweige denn eine Reise zu den Originalen) unmöglich ist, ist dies gleich doppelt willkommen.

Laube widmet sich dabei weniger den Prunkstücken der Sammlungen (wie etwa der Nofretete), sondern eher den zumeist übersehenen Dingen – etwa Faustkeilen, dem Nachbau einer antiken Aols-harfe, einer Sekstflöte aus Goldrubinglas, einem iranischen Astrolabium, einem nordthailändischen Opiumritzmesser oder einer Gesichtsvase aus Troja. Anhand eines elfenbeinernen Olifants (Signalhorns) entführt er den Leser zu kaum bekannten Kontaktzonen verschiedener Kulturen; eine frühe Skulptur Pablo Picassos wird zum Ausgangspunkt für einen Exkurs über Drogenmissbrauch; ein fein geschnitztes Deckelgefäß illustriert die beinahe magische Bedeutung von Salz; ein Kugelspiel aus Byzanz repräsentiert die allgegenwärtige Neigung von Menschen zur Spielsucht; und eine indonesische Schattenfigurensammlung symbolisiert den Hang des Menschen zu Fiktionalem.

Durch die Zusammenstellung unterschiedlicher Objekte aus verschiedensten Epochen und Regionen will Laube vor allem eines zeigen: „Menschliche Grundbedürfnisse, Grundkonstanten der *Conditio humana* wie Schlafen, Essen, Trinken, Kochen, Feiern, Lieben, Arbeiten und Spielen bringen bestimmte Objekte hervor, die je nach Entstehungszeit und Kultur variieren, sich aber dennoch ähneln und entsprechen.“ Ein lohnender Zugang!

Man staunt beim Schmökern in dem Buch jedenfalls, welch fantastische Dinge in Berliner Museen aufbewahrt werden. Und man ruft sich gleichzeitig in Erinnerung, dass auch die Wiener Museumslandschaft eine mindestens ebenso reiche Fundgrube ist. Nur gibt es hierzu keinen dermaßen kenntnisreichen Führer. Leider. //

Der Autor leitete das Forschungsressort der „Presse“ und ist Wissenschaftskommunikator am AIT.

meinung@diepresse.com

diepresse.com/wortderwoche

## ELEMENTE

## Klimasorge: Wärmere Meere treiben Hurrikans tiefer ins Land

Eine der Klimasorgen geht dahin, dass sich über den wärmeren Meeren häufigere und stärkere Hurrikans bilden. Das hat sich bisher nicht gezeigt, aber Hurrikans, die auf Land treffen, richten im Inneren größere Schäden an, weil sie weniger eingebremst werden, tiefer hinein ziehen und länger abregnen. Den Grund dafür hat Pinaki Chakraborty (Okinawa) in Simulationen erkundet: Die in der mitgeführten Feuchtigkeit steckende Energie treibt die Stürme. Und die mitgeführte Feuchtigkeit wird von der Meereswärme bestimmt (*Nature*, 11. 11.).

Klimahoffnung: Steigende CO<sub>2</sub>-Gehalte lassen Maniok besser gedeihen

CO<sub>2</sub> ist nicht nur Treibhausgas, sondern auch Pflanzennahrung, aber das Zusatzwachstum durch die steigenden Konzentrationen brachte die Sorge, dass diese Biomasse weniger nahrhaft ist. Nicht bestätigt hat sich das bei einer der wichtigsten Nutzpflanzen, Maniok, über eine Milliarde Menschen lebt davon: Unter CO<sub>2</sub>, wie es ab der Jahrhundertmitte erwartet wird, brachten die Pflanzen in Experimenten der University of Illinois 22 bis 39 Prozent höhere Erträge (*Journal of Experimental Botany*, 11. 11.).



Schlamm, wie der beim Dambruch 2010 in Kolontár, Ungarn, freigesetzt, könnte nützlich werden – und entschärft. // AFP

## Müll als Klimaretter?

Die Industrie, die mit Bergbau zu tun hat, häuft selbst Berge an: Abraum. Er könnte große Mengen des Treibhausgases CO<sub>2</sub> chemisch binden.

♦ VON JÜRGEN LANGENBACH

Beim schier unaufhaltsamen Anstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in der Atmosphäre hat die Pandemie nur kurzfristige Entlastung gebracht, und schon das Klimaabkommen von Paris 2015 hielt die Reduktion der Emission nicht für hinreichend zum Erreichen des Ziels, die globale Erwärmung auf maximal zwei bzw. 1,5 Grad Celsius zu beschränken. Dafür brauchte es laut UNO-Klimabeirat IPCC zusätzliche „negative Emissionstechnologien (NETs)“, die gegen Ende des Jahrhunderts zehn Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> im Jahr aus der Luft holen, auf welchen Wegen auch immer.

CO<sub>2</sub> in Biomasse binden, in die Erde pumpen? Beides ist mit Unsicherheit verknüpft.

Den naheliegendsten bietet die Biologie, sie hat ihn auch eingeschlagen. Pflanzen leben von CO<sub>2</sub>, und unter dessen steigenden Gehalten ist die Erde ergrünt: Nach einer Bilanz, die Zaichun Zhu (Peking) 2018 aus Satellitenmessungen der Reflexion von Infrarot zog – sie zeigen die Dichte der Vegetation –, hat die Bedeckung von 1982 bis 2009 pro bewachsenem Quadratmeter um 0,068 m<sup>2</sup> zugelegt, in Summe „äquivalent mit einem zusätzlichen Kontinent von der doppelten Fläche der USA: 18 Millionen Quadratkilometer“ (*Nature Climate Change* 6, S. 791).

Aber zum Kompensieren der Emissionen reicht das nicht, man müsste nachhelfen, durch Aufforsten und/oder den Anbau von Energiepflanzen: Derzeit bewaldet sind 5,5 Milliarden Hektar, zusätzliche 0,9 Milliarden könnten zwei Drittel der akkumulierten anthropogenen Emissionen binden, rechnete 2019 Jean-François Bastin (ETH Zürich) vor (*Science* 365, S. 76). Dieser Optimismus zog, auch in *Science* (18. 10.), harsche Kritik auf sich: Allenfalls ein Fünftel des errechneten Effekts sei realistisch. Und wo sollten die benötigten Flächen herkommen?

Zudem sind Wälder keine sicheren Kohlenstofflager, sie können brennen. Das sollen Energiepflanzen wie rasch wachsende Gräser, bei deren Verheizen man das CO<sub>2</sub> aus den Abgasen abscheidet – das geht traditionell mit Amininen, experimentell auch mit einer elektrochemisch modulierten Membran (Allan Hattan, *Science Advances* 16. 10.) – und es einlagert, etwa in erschöpfte Erdölfelder, schlugen andere Forscher vor (*Science* 359, S. 753). Aber auch das – Bioenergy with Carbon Capture and Storage (BECCS) – hätte enormen Flächenbedarf. Und auch diese Lager wären mit Unsicherheit behaftet, der, dass CO<sub>2</sub> entweicht.

Das könnte es nicht, würde man die Geologie nicht als Hülle für eingelagertes Gas nutzen, sondern in ihrer Chemie, die Kohlenstoff auf Dauer binden kann. Auch das macht die Natur vor: Wo Gesteine verwittern, bilden viele mit dem Kohlenstoff aus der Luft Karbonate, in solchem Ausmaß, dass Gebirge als „Thermostaten der Erde“ gelten. Wenn sie sich auftürmen, erodiert Gestein, das holt CO<sub>2</sub> aus der Luft, das kühlt, das bringt geringere Niederschläge, das bremst die Erosion, das lässt die Temperaturen steigen. Und so weiter, Kate Maher (Stanford) hat es durchgerechnet (*Scienceexpress* 1250770), der Effekt verstärkt sich, wenn die Gebirge bewachsen sind, allerdings arbeitet der Thermostat auch dann nur in geologischen Zeiträumen.

**Klimaneutrale Diamanten.** Aber Berge, zumindest metaphorische, türmt nicht nur die Natur, sondern auch die ganze Industrie, die mit Bergbau zu tun hat, etwa in Gahcho Kué in Kanada nach Diamanten schürft und als Abraum Vulkangestein aus großer Tiefe anhäuft. Mit Proben davon experimentiert Gregory Dipple (Vancouver), er lässt sie mit einer Mischung von CO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub> durchströmen, die der der Abgase des Kraftwerks der Mine entspricht. Innerhalb von zwei Tagen färbt sich das graue Mahlgut rotbraun – Eisen wird oxidiert –, und der Kohlenstoff wird von Magnesium und Kalzium zu Karbonaten gebunden (*Science* 369, S. 1156).

Mit solchen Verfahren will der Betreiber De Beers seine Minen klimaneutral machen. Und ähnlich nutzbarer Müll – „solid alkaline waste“, der basisch ist und mit dem leicht sauren CO<sub>2</sub> reagiert – fällt in vielen Bereichen an, von der Zementindustrie bis zur Aluminiumverhüttung: Zwei Milliarden Tonnen kommen im Jahr zusammen. 90 Mrd. haben sich in Schlamm hinter Dämmen gesammelt, die oft unzureichend gesichert sind: 2010 etwa brach der eines Aluminiumwerks in Ungarn,

der rote Schlamm – ätzend und giftig durch Schwermetalle – tötete zehn Menschen und ruinierte die Umwelt.

Könnte man beide Fliegen mit einer Klappe schlagen, die Müllbomben entschärfen und den Klimawandel aufhalten? 2019 kam die US-Akademie der Wissenschaften zu einem positiven Befund, und optimistische Schätzungen veranschlagen das Potenzial des Mülls auf das Neutralisieren von fünf Gigatonnen CO<sub>2</sub> im Jahr. Allerdings laufen die Reaktionen langsam, man will sie beschleunigen, mit Chemie, bisweilen in Kombination mit Biologie: Siobhan Wilson (University of Alberta) experimentiert bei Asbestabraum in Australien mit Schwefelsäure zum Aufschließen des Gesteins und fotosynthesetreibenden Cyanobakterien, die CO<sub>2</sub> aus der Luft holen (*Minerals* 7, S. 191).

Vieles gelingt im Labormaßstab, aber zum Klimaretten müsste es großtechnisch gehen – in der Größenordnung der Erdölindustrie –, die Kosten wären schwer abschätzbar. Eine günstigere Alternative sehen manche in zermahlenem Gestein, etwa dem Staub, der in Basaltsteinbrüchen anfällt und der großflächig auf landwirtschaftliche Flächen ausgebracht werden könnte.

## Sicher lagern könnte man den Kohlenstoff in Karbonaten aus Abraum der Industrie.

Auf ihn setzt Phil Renforth (Herriot-Watt University), weil dieses Material nicht nur Kohlenstoff bindet, sondern auch das Pflanzenwachstum fördert (*Environmental Science & Technology* 48(9)). Ebenfalls das Zermahlen von Vulkangestein hat gerade Jack Longman (Oldenburg) vorgeschlagen, er will es in den Meeren ausbringen – wo seine Karbonate dann versinken –, 55 Dollar pro Tonne CO<sub>2</sub> würden anfallen, viel weniger als bei anderen Verfahren (*Anthropocene* 2020.100264).

Aber schließlich geht es um zehn Gigatonnen – Milliarden Tonnen – im Jahr, selbst Optimisten halten die für kaum machbar. Deshalb fährt David Keith (Harvard) zweigleisig (*Knowable* 16. 9.): Zwar setzt auch er auf das Extrahieren von CO<sub>2</sub> aus der Luft – er hat dafür eine Firma gegründet –, aber er ist auch in vorderster Front der Ultima Ratio: des Geoengineering, das die Erwärmung durch die Abschattung der Erde einbremsen will, in seinem Fall durch das Ausbringen von Kalziumkarbonat-Pulver in großen Höhen mit Ballons. Vom dafür 2018 groß angekündigten Experiment – ScoPex – hat man allerdings seitdem nichts mehr gehört. //