

leibniz



**Die beste
der möglichen
Welten ...
... umfasst.**

Himmelskörper

**Fallbeispiele.
Wenn Meteoriten die
Erde treffen.**

Sternenkunde

**Die Sonne:
Ein Blick in die
Gaskugel.**

Lichtverschmutzung

**Alles ist erleuchtet.
Vom Verlust der
Nacht.**

03/2017

Himmel



Er gibt Orientierung, wirft aber auch Fragen auf. Der Blick nach oben zieht sich deshalb durch alle Epochen. Den einen gibt der Himmel Sinn, Ruhe und Trost; die anderen betrachten ihn aus Wissensdrang. Manche Menschen zieht es sogar noch höher — ins All. Wie können wir den Himmel erforschen, warum verfärbt er sich zuweilen und was verraten uns die Sterne über die Geschichte der Erde?

Die Redaktion

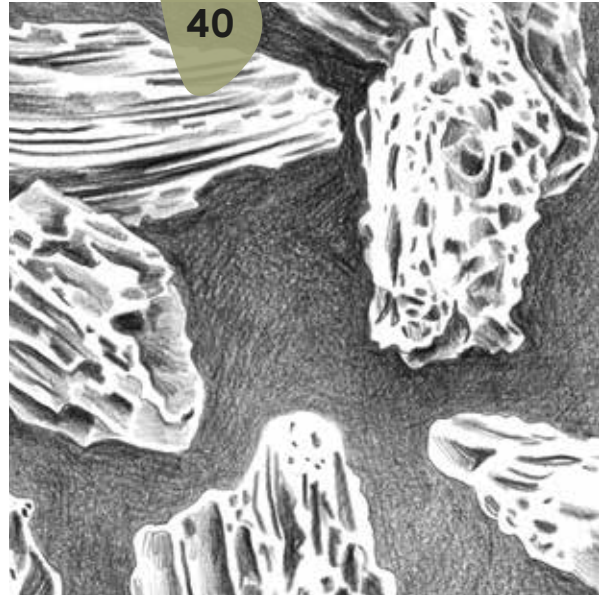


Inhalt

28



40



54



02

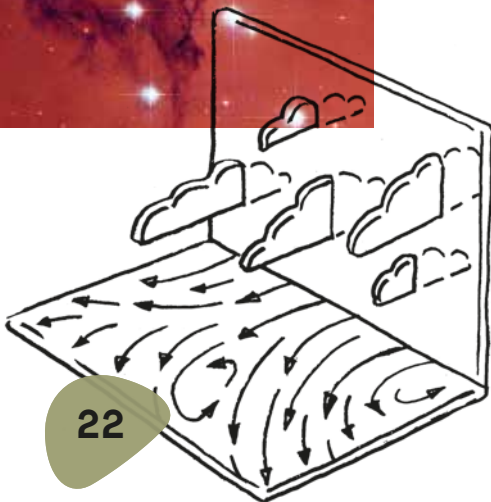
12



60



22





04	Neues
07	Das Forschungsobjekt
08	Nur so ein Vorschlag ...
	Schwerpunkt »Himmel«
12	Teneriffa: Im Sonnenlabor
22	Die Vermessung des Himmels
28	Himmel & Religion I: Fotoessay
34	Himmel & Religion II: »Man schwebt dort«
40	Der Weg der Vulkanasche
48	Raketenabwehr: Bedrohung von oben
52	Grafik: Wem gehört der Himmel?
54	Die Milchstraßenarchäologin
60	Meteoritensammlung
66	Sprache — ein Geschenk des Himmels
68	Helle Nacht: Lichtverschmutzung
76	(Un)bemannte Raumfahrt?
78	Sphärische Klänge
82	Epilog
84	Ausstellungen
91	Kalender
92	Bücher
94	Menschen und Projekte
96	Auf einen Keks mit Leibniz
98	Forschungspolitik: Berliner Wissenschaft
104	Meine Welt ...

MENSCHEN DIESER AUSGABE

JINDRICH NOVOTNY

Um den Weg historischer Aschewolken nachzuzeichnen, studierte Jindrich Novotny alte Gemälde und die Bräuche im spätmittelalterlichen Konstantinopel. Eine besondere Herausforderung sei es aber gewesen, den Kuwae zu illustrieren: »Einen Vulkan, der vor langer Zeit in der Südsee versunken ist.«

CHRISTIAN UHLE

Er sei immer wieder überrascht, wie viele Anknüpfungspunkte es gebe, sagte uns Christian Uhle auf die Frage, wie alltagstauglich Gottfried Wilhelm Leibniz heute noch sei. Ab dieser Ausgabe wird sich der Philosoph in seiner Kolumne mit den Gedanken des Universalgelehrten beschäftigen — und sie in die Gegenwart holen. Das erste Thema: Vernunft.

MILA TESHAIEVA

Sie hat für uns eine Nacht am Stechlinsee durchwacht, einem der dunkelsten Orte Deutschlands. Im Seelabor untersuchen Biologen dort die Lichtverschmutzung. Man müsse aufpassen, dass man auf der glitschigen Plattform nicht ausrutscht, erzählte die Fotografin später. »Vor allem aber habe ich mich gefragt, welche Kreaturen uns wohl aus dem finsternen Wald beobachten.«



neues



VERDRÄNGTE BÄREN

Die Klimaerwärmung ist schuld am Rückzug der Braunbären aus Europa. Mit Computersimulationen hat ein deutsch-polnisches Forscherteam um das Senckenberg Biodiversität und Klima Forschungszentrum herausgefunden, dass dahinter vor allem die steigenden Wintertemperaturen stecken. Die Braunbären verbrauchen mehr Energie für ihre Winterruhe, die ihnen dann für die Fortpflanzung fehlt. Weniger Nachkommen werden geboren. Seit dem Ende der letzten Eiszeit vor etwa 12.000 Jahren ist der Bestand der Tiere dramatisch geschrumpft, besonders in den vergangenen 2.000 Jahren. Zuvor war der Braunbär in ganz Europa anzutreffen, heute leben nur noch vereinzelt Populationen in den Pyrenäen, Nordskandinavien und Osteuropa.

Scientific Reports,
DOI*: 10.1038/s41598-017-10772-6

PRÄGENDE ERFAHRUNG

Gewalt wirkt nach. Auch Jahrzehnte, nachdem Menschen ihr ausgesetzt waren, können sie sich schlechter konzentrieren und haben ein schlechteres Kurzzeitgedächtnis. In einer Studie mit kolumbianischen Probanden konnten Forscher des Kieler Instituts für Weltwirtschaft diesen Zusammenhang erstmals belegen. Sie baten 500 Opfer von Bandengewalt und Bürgerkrieg, sich ihre Gewalterfahrungen ins Gedächtnis zu rufen. Diese lagen bis zu 14 Jahre zurück. Im Anschluss wiesen

die Befragten signifikant schlechtere kognitive Fähigkeiten auf als Probanden, die an neutrale oder angenehme Erfahrungen denken sollten. Diese Fähigkeiten seien elementar für das Wohlbefinden und den Werdegang eines Menschen, so die Studienautoren. Gewaltopfer müssten bei der Bewältigung ihres Traumas professionelle Unterstützung erhalten.

Proceedings of the National Academy of Sciences, DOI: 10.1073/pnas.1704651114

ENTZAUBERTE PILZE

Schon 2.000 Jahre vor Beginn unserer Zeitrechnung experimentierten Menschen mit »Magic Mushrooms«. Vor etwa 60 Jahren fand man dann heraus, dass ein Molekül namens Psilocybin den halluzinogenen Pilzen ihren Zauber verleiht. Ein Team vom Leibniz-Institut für Naturstoff-Forschung und Infektionsbiologie hat nun erstmals die Enzyme identifiziert, die die wirkstarke Substanz bilden. In einem zweiten Schritt konnten sie diese im Labor herstellen – ganz ohne Pilzzellen. Damit gelang ihnen ein bedeutender Schritt für die weitere Nutzung des Wirkstoffs. Denn Psilocybin hat auch heilende Wirkung: etwa bei Angstzuständen und Depressionen.

Angewandte Chemie,
DOI: 10.1002/anie.201705489

UNGLEICHER LOHN

Ob jemand homo-, bi- oder heterosexuell ist, macht in Deutschland einen Unterschied. Zu diesem Ergebnis kommt das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung in einer repräsentativen Studie zu den Lebensumständen von Lesben, Schwulen und Bisexuellen (LGBs). Sie haben demnach häufiger das Abitur, sind seltener Arbeiter und öfter angestellt als Heterosexuelle. Auch beim Lohn gibt es Unterschiede: Homo- und bisexuelle Männer verdienen brutto im Schnitt zwölf Prozent weniger als heterosexuelle Männer, auch bei vergleichbarer Qualifikation und Erfahrung. Die Leibniz-Ökonomen schließen auf einen »Sexuality Pay Gap«, ähnlich dem »Gender Pay Gap«. Dieser lege eine Benachteiligung von LGBs nahe. Sexuelle Orientierung und Geschlechteridentität sollten systematisch in die Sozialberichterstattung integriert werden.

DIW Wochenbericht, 35/2017

* Der Digital Object Identifier (DOI) führt zur Originalveröffentlichung. DOI-Nummer eingeben auf: www.doi.org

GEKOCHTE MUSCHELN

Wie wird sich unser Klima entwickeln? Um diese Frage zu beantworten, blicken Forscher auch in die Vergangenheit. Ein wichtiges Archiv sind ihnen Muscheln: Wie Bäume bilden die Meerestiere Jahresringe beim Aufbau ihrer Kalkschale, deren chemische Zusammensetzung Aufschluss über Temperaturen, Niederschläge und deren Entwicklung gibt. Ihr Untersuchungsmaterial finden die Forscher unter anderem in küstennahen archäologischen Stätten. Deren Bewohner aßen die Muscheln bereits vor mehreren tausend Jahren — und erhitzten sie vorher. Die frühe Kochkunst stellt die bewährte paläoklimatische Methode nun in Frage: Laut Geologen des Leibniz-Zentrums für Marine Tropenforschung kann schon eine schwache Erwärmung die Zusammensetzung der Schalen verändern und sie damit für Klimarekonstruktionen unbrauchbar machen. Bisherige Studien könnten deshalb falsche Schlüsse gezogen haben.

Scientific Reports,
DOI: 10.1038/s41598-017-03715-8

WINZIGE GRENZGÄNGER

Antikörper zählen zu den wichtigsten Waffen des Immunsystems. Sie docken an Viren, Bakterien und andere Eindringlinge an, die im Blut kursieren — und machen sie unschädlich. In Zellen können sie jedoch nicht vordringen, unter anderem, weil sie zu groß sind. Wissenschaftlern aus München, Darmstadt und dem Berliner Leibniz-Forschungsinstitut für Molekulare Pharmakologie ist es nun erstmals gelungen, diese Grenze zu überwinden. Sie schleusten winzige künstliche Antikörper in lebende Zellen ein und untersuchten ihren möglichen Nutzen. Die »Nanobodies« eignen sich demnach für die Erkennung und Manipulation von Antigenen. Außerdem könnten sie Heilstoffe in lebende Zellen transportieren und so die Tür für neue Therapien öffnen.

Nature Chemistry, DOI: 10.1038/nchem.2811

SELTENER APPARAT

Zwei Hobbyschatzsucher haben dem Deutschen Museum in München ein außergewöhnliches Exponat übergeben. In einem Wald in Oberbayern stießen sie in 40 Zentimetern Tiefe auf eine der seltensten Chiffriermaschinen überhaupt: das »Schlüsselgerät 41«. Gegen Ende des Zweiten Weltkriegs sollte der an eine Schreibmaschine erinnernde Apparat seinen Vorgänger »Enigma« ablösen, weil die Wehrmacht den Verdacht hegte, dessen Verschlüs-

selungsalgorithmus sei nicht mehr sicher. Man fertigte jedoch nur noch wenige Exemplare, bei Kriegsende wurden die meisten zerstört. Das entdeckte Schlüsselgerät überdauerte vermutlich 70 Jahre im Waldboden. Nun soll es Teil einer Dauerausstellung werden, die das Leibniz-Forschungsmuseum 2019 eröffnen will.

EXTREME GRAVITATION

Eigentlich tritt sie nur unter der extremen Schwerkraft von Neutronensternen und Schwarzen Löchern auf. Und auch kurz nach dem Urknall kam es zu einer »Schwerkraft-Quantenanomalie«. Forschern des Dresdner Leibniz-Instituts für Festkörper- und Werkstoffforschung ist es nun gelungen, das physikalische Phänomen im Labor zu erzeugen — bislang galt das als unmöglich. Für ihr Experiment nutzten sie ein sogenanntes Weyl-Halbmateriale, einen Kristall aus Niob und Phosphor. In ihm wirken große Temperaturunterschiede und starke Magnetfelder, die dem Gravitationsfeld eines Schwarzen Lochs ähneln. Die Forscher konnten auf diese Weise ein Konzept belegen, das schon Albert Einstein in seiner Allgemeinen Relativitätstheorie vorhergesagt hatte.

Nature, DOI: 10.1038/nature23005



Es kratzt an Oberflächen. Mit energiereicher Strahlung analysiert das Röntgenphotoelektronenspektroskop die chemische Zusammensetzung von Festkörpern. Die Forscher vom Leibniz-Institut für Analytische Wissenschaften untersuchen so etwa Materialien für Gelenkimplantate. Nach getaner Arbeit reinigen sie das Gerät mit großer Hitze — und legen ihm dafür einen wärmenden Umhang aus Alufolie um.



Illustration KATIA FOUQUET

Nur so ein Vorschlag ...

Zeitreisen, die Besiedlung der Tiefsee oder Kolonien auf dem Mars: Wenn dem Publikum Wissenschaftler (seltener auch Wissenschaftlerinnen) im Film oder in der Literatur begegnen, dann retten sie mindestens die Welt – oder wollen sie umgekehrt, sinistere Absichten verfolgend, ins Verderben stürzen. So oder so fühlen wir uns von solchen Visionen absoluter Machbarkeit bestens unterhalten. Abseits der Science Fiction hat sich aber wohl einiges geändert an unserem Bild vom Wissenschaftler.

Heute begegnet mir in den Medien häufig eine ganz andere Geschichte: eine, die beständig vom Glaubwürdigkeitsverlust der Wissenschaft erzählt und in der sich die zentralen technologischen Heilsversprechen auf Google,

»
**Mehr Sein
 als Schein.**
 «

Apple und Co. verlagert haben. Warnende Stimmen berichten darin, dass Forschungsergebnisse zur reinen »Ansichtssache« degradiert seien, denen man nach Belieben bequemere »alternative Fakten« gegenüberstellen könne. Da liegt die Versuchung nahe, für die Wissenschaft Gestaltungsanspruch zurückzuerobern, indem man auf

ihre Expertise für die ganz großen Fragen pocht; zu denen die Wissenschaft dann natürlich die ganz großen Antworten parat haben muss.

Aber wäre es nicht gerade in diesem Zusammenhang wichtig, einmal ruhig durchzuatmen, statt reflexhaft die Absolutheit von wissenschaftlicher Erkenntnis zu behaupten? Wissenschaft produziert eben gerade nichts Letztgültiges, dafür sind ihre Erkenntniswege überprüfbar und nachvollziehbar, ist Wissen durch neues Wissen widerlegbar. Gute Wissenschaft lässt Irrtum zu und knüpft Wissen an Bedingungen, die hinterfragbar sein sollen. Ihre Durchbrüche spielen sich oft im Unscheinbaren ab. Abstand zu nehmen von den großen Heilsversprechen heißt noch lange nicht, dass gute Wissenschaft keine Visionen einer besseren Welt entwickeln darf. Sie tut das aber in steter Rückkopplung mit der Realität und im Dialog mit der Öffentlichkeit, mit der sie in stetem Wissenstransfer verbunden ist.

In den Kontext einer falsch verstandenen Selbstversicherung der Wissenschaft gehört für mich auch die Flut oft nie gelesener Fachpublikationen. Diese gilt vielen als Beleg für steigende wissenschaftliche Innovationskraft – eine Vorstellung, der ich ein Plädoyer für mehr Gründlichkeit, Langsamkeit und Realitätsbezug, für ein »Mehr Sein als Schein« der Wissenschaft gegenüberstellen möchte. Aber das nur so als Vorschlag ...



Himmel

|

«

**Ich halte den Himmel für
mein Vaterland und
alle wohlgesinnten Menschen
für dessen Mitbürger.**

«

Gottfried Wilhelm Leibniz



Im Sonnenlabor

Seit jeher huldigen die Menschen der Sonne und versuchen, ihre Rätsel zu lösen. Auf einem Berg auf Teneriffa kommen sie ihr näher als irgendwo sonst in Europa.

Text DAVID SCHELP Fotos FABIAN ZAPATKA



Die Höhle des Dämons schmort an diesem Morgen im August unter einer sandgelben Glocke. Der Saharawind Calima hat den Wüstenstaub über den Atlantik nach Teneriffa geweht, wo er den Teide seit fast einem Monat umfängt. Laut einer Legende war der höchste Berg Spaniens früher selbst ein Gefängnis: Ein Dämon namens Guayota soll darin den Sonnengott der Guanchen eingesperrt haben. In der Finsternis bekamen die Ureinwohner der Insel es mit der Angst zu tun und baten ihren obersten Gott um Hilfe. Der verjagte den Dämon, dann verschloss er den Teide mit einem Pfropfen aus Bimsstein. Die Sonne konnte wieder aufgehen.

Wolfgang Schmidt ist zu sehr Naturwissenschaftler, um derlei Legenden Bedeutung beizumessen. »Zumal von den Guanchen keine schriftliche Überlieferung existiert«, analysiert er, »dafür haben die spanischen Eroberer schon gesorgt.« Und dennoch, die Geschichte habe ihre Berechtigung: Seit jeher beschäftigt die Sonne die Menschen mehr als jeder andere Stern am Himmel. Nur scheine sie nicht immer, wenn man es gerne hätte.

Auch einen Berg weiter gelten diese Gesetze. In 2.400 Metern Höhe kommen auf dem Izaña Wissenschaftler aus aller Welt zusammen, um die Sonne und andere Himmelskörper zu beobachten. Normalerweise hat man an kaum einem Ort in Europa einen besseren Blick auf sie. Auch Wolfgang Schmidt und drei Kollegen vom Kiepenheuer-Institut für Sonnenphysik sind deshalb aus Freiburg angereist. Mit »Gregor«, einem von zwei Teleskopen, die das KIS auf dem Gelände des »Observatorio del Teide« betreibt, wollen sie der Sonne so nahe kommen wie möglich. Doch jetzt nimmt ihnen der Staub die Sicht auf ihr Forschungsobjekt. Außerdem streikt die Technik.

»Sonnenforschung ist etwas für geduldige Menschen«, sagt Schmidt. »Und man darf sich nicht grämen, wenn die Geduld nicht belohnt wird.«

Wolfgang Schmidt muss es wissen. 64 Jahre ist er alt, fast 40 davon fliegt er nun nach Teneriffa, bis zu achtmal im Jahr. Er hat eine Diplomarbeit und eine Doktorarbeit über die Sonne geschrieben. In den USA beobachtet er sie als junger Forscher zum ersten Mal durch ein dafür gefertigtes Teleskop. Zurück in Freiburg soll Schmidt dem KIS ein eigenes Sonnenteleskop errichten. Er hilft bei der Standortsuche und koordiniert die Bauarbeiten. Seither reist er auf den Berg, um die Forschungsanlagen immer aufs Neue zu modernisieren.

Wer eine Stunde vor Sonnenaufgang auf den Izaña steigt, wird von Stille empfangen. Auf dem Plateau wachsen ein Dutzend weiß getünchter Bauten aus einer Mondlandschaft. Sie beheimaten Apparaturen, die die Schwingungen der Sonne und das kosmische Hintergrundrauschen erfassen oder am Nachthimmel nach Zwillingen der Sonne fahnden. Manche sehen aus wie Pyramiden, andere erinnern an Schiffscontainer. Eine Dreiviertelstunde später beendet Surren die Stille. Während die einen Maschinen in Parkposition gleiten, bringen sich die anderen in Stellung, der Sonne den Tag über von Osten nach Westen zu folgen. Ganz ähnlich machen das die Forscher unten in der Residencia, einem Betonklotz, den sie hinter die Auffahrt zum Observatorium gepflanzt haben. Im Flügel links der Holzvertäfelten Hotellobby legen sich die Sternenbeobachter schlafen, während sich rechts davon die Sonnenphysiker aus den Betten schälen.

Wolfgang Schmidt, seine Doktorandin Hanna Strecker und der Feinmechaniker Oliver Wiloth haben den älteren der beiden Türme des KIS bezogen: das »VTT«, benannt nach dem »Vacuum Tower Telescope« unter seinem Dach. Thomas Berkefeld, den Schmidt als »unseren Optik-Guru« vorstellt, schläft drüben, wenige Stockwerke unter Gregor. Um 7:43 Uhr versucht die Sonne aus der gelben Suppe am Horizont aufzutauchen. Eine Viertelstunde später sitzen Schmidt und die anderen um einen Holztisch im Gemeinschaftsraum des VTT. Es gibt Kaffee, Müsli, Brot mit Frischkäse. Und einiges zu bereden. Mahlzeiten sind im Observatorium immer auch Laubesprechung.

»Wie ist es bisher gelaufen?« fragt Wolfgang Schmidt, der gestern spät auf dem Berg eingetroffen ist. Thomas Berkefeld legt die Stirn in Falten. Eigentlich wollten sie schon mit den Messungen begonnen haben. Doch dann kam das schlechte Wetter. Dann ein Problem mit Gregors Hauptspiegel, der sich nicht mehr richtig justieren lässt: Jetzt liefert er unscharfe Bilder.



»
**Sonnenforschung
ist etwas
für geduldige
Menschen.**

« WOLFGANG SCHMIDT





16

»
**Man fühlt sich
hier oben wie der
erste und
einzige Mensch.**

« OLIVER WILOTH







18

»
**Vor 15 Jahren
 hatten wir hier
 immer stahlblauen
 Himmel.**

« THOMAS BERKEFELD

Gregor ist eine komplizierte Konstruktion aus Spiegeln und Blenden, die das Bild der Sonne in einem 25 Millimeter breiten Lichtstrahl bündeln. Die 1,5 Meter Durchmesser seines Hauptspiegels machen ihn zum stärksten Sonnenteleskop Europas, zum zweitstärksten der Welt. Bis zu 60 Kilometer »kleine« Ausschnitte der Sonne können die Forscher im Labor analysieren. Mit verschiedenen Instrumenten zerlegen sie das Licht in Spektrallinien, um die physikalischen Eigenschaften der wabenartigen Oberfläche zu bestimmen. Ihr Interesse gilt dabei vor allem den starken Magnetfeldern, die die Photosphäre durchziehen. Im Zusammenspiel mit dem brodelnden Gas der Sonne bewirken sie Explosionen, die Millionen Tonnen Wasserstoffatome ins Weltall schleudern und Satelliten sowie ganze Stromnetze lahmlegen. »Wenn wir diese Strahlungsausbrüche rechtzeitig vorhersagen könnten, wäre das ein praktischer Nutzen unserer Arbeit«, sagt Schmidt. Als Physiker gehe es ihm und seinen Kollegen aber besonders um die noch immer nicht ganz verstandenen

Grundlagen dieser Prozesse: »Wir wollen wissen, was im Magnetfeld passiert und wie es passiert.«

»Die Sonne ist der Stern, von dem wir leben«, sagt Schmidt. Ohne Sonne keine Photosynthese. Ohne Sonne kein Sauerstoff. Ohne Sonne keine Verdunstung, keine Wolken, kein Regen. Die Menschen hätten ihre Bedeutung früh erkannt. Kulturen wie die Maya und die alten Ägypter verehrten sie als Gottheit. In kultischen Stätten wie dem südenglischen Stonehenge beobachtete man ihren Verlauf, um Jahreszeiten zu bestimmen. »Sie entwickelten Kalender, ohne Lesen und Schreiben zu können.«

Auf Gregors Dach sitzt Thomas Berkefeld derweil im Schneidersitz vor seinem Laptop. Unter der Kuppel aus Segeltuch sieht er mit den weißen Shorts, den Turnschuhen und dem Polohemd aus wie ein pausierender Tennisspieler. Normalerweise ist Berkefeld für die »Adaptive Optik« des Teleskops zuständig: Mit einem Hochleistungscomputer biegt er dann die Bilder der Sonne zurecht, nachdem die Schichten des interplanetaren Raums und der Erdatmosphäre sie auf dem Weg zur Erde verzerrt haben wie flimmernde Luft über heißem Asphalt. »Da tut sich nichts«, ruft er jetzt rüber zu Wiloth, der mit einem Schraubenzieher am Hauptspiegel hantiert. Um Zehntelumdrehungen tasten sie sich vor, nie darf mehr als ein Newton Gewicht auf einer Schraube lasten, das Äquivalent einer Schokoladentafel; der Spiegel könnte sich sonst verziehen. Weil der Staub draußen die Grenzwerte übersteigt, können sie nicht gleich ausprobieren, ob ein Kniff hilft oder nicht. »Vor 15 Jahren hatten wir hier immer stahlblauen Himmel«, flucht Berkefeld. »Den Calima kannte ich da nicht mal. Jetzt verweht er uns ganze Messkampagnen.«

Einige Stockwerke tiefer sitzen Wolfgang Schmidt und Hanna Strecker vor einer Wand aus Flachbildschirmen. Normalerweise überwachen sie hier Gregors Messungen, um bei Bedarf die Einstellungen anzupassen. Jetzt können sie auf einem der Bildschirme Wiloth und Berkefeld bei der Reparatur zusehen. Auf einem zweiten flackert die Sonne im Satellitenlivestream der NASA. Auf ihrer Ostseite sieht man eine Gruppe schwarzer Schlieren. »Sonnenflecken«, erklärt Hanna Strecker.

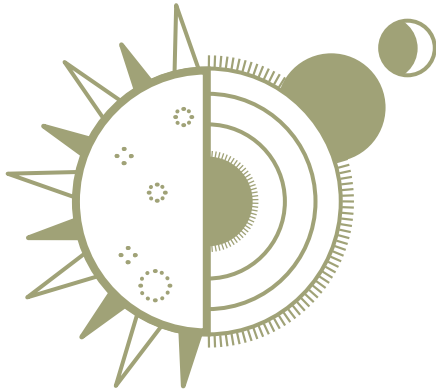
Schon griechische und chinesische Gelehrte betrachteten die Flecken der Sonne — in Sandstürmen oder bei Sonnenuntergang, um nicht zu erblinden. Nach der Erfindung des Fernrohrs dokumentierten die Astronomen des frühen 17. Jahrhunderts ihr Auftreten. Johannes Kepler hielt einen Fleck, den er 1607 durch eine Lochkamera betrachtete, für den an der Sonne vorbeiziehenden Merkur. Galileo Galilei tippte auf Wolken über der Sonne, der Niederländer Johann Fabricius auf Schlackehaufen auf ihrer brennenden Oberfläche.

»Man beobachtet und entwickelt Theorien, die später durch neue Erkenntnisse verfeinert oder abgelöst werden«, sagt Wolfgang Schmidt, der seit den 1980er Jahren zu Sonnenflecken forscht. Das sei noch immer so: »Hinfliegen geht nicht.« Mithilfe der Flecken fand man heraus, dass die Sonne in etwa 28-tägigem Rhythmus um ihre eigene Achse rotiert. Man bemerkte, dass sie nicht immer gleich viele Flecken hat: Nach elf Jahren erreicht ihre Anzahl ein Maximum, nach weiteren elf Jahren ein Minimum. Bis heute wiederholt sich dieser Zyklus.

Alles, was man über die Sonne wisse, basiere auf den Entdeckungen der vergangenen 300 Jahre, sagt Schmidt. Bis dahin hätten die Menschen ihr Weltbild ein paar Mal auf den Kopf stellen müssen.

»Erst war die Erde der Mittelpunkt, dann rückte man die Sonne ins Zentrum. Die Sterne blieben im Hintergrund, bis man merkte, dass wir Teil der Milchstraße sind. Bis vor 20 Jahren glaubten wir, dass zumindest unser Sonnensystem einmalig ist, doch plötzlich stellte sich heraus, dass, wo man hinguckt, Sterne und Planeten sind. So hangelt man sich weiter, jede Antwort gebiert die nächste Frage. Es gibt auch Leute, die sagen, die Forschung sei eigentlich erledigt: Wir können so viel über die Sonne erzählen — das reicht doch!«

»Also ich hätte da schon noch ein paar Fragen«, sagt Hanna Strecker und lacht. Man wisse mittlerweile, dass die Flecken entstehen, wenn besonders starke Magnetfelder den Transport von Energie aus dem Innern der Sonne blockieren. Die Fläche darüber kühle von 6.000 auf 4.000 Grad Celsius ab, im Teleskop erscheine sie deshalb dunkler. Manche Flecken bestünden wenige Tage, andere blieben mehrere Monate. Dann verschwänden sie urplötzlich.



ZENTRALHEIZUNG

Sie ist eine riesige Gaskugel, die größtenteils aus Wasserstoff und Helium besteht. Der Durchmesser der Sonne entspricht etwa dem 109-fachen der Erde, ihre Masse übertrifft die aller acht Planeten um das 700-fache. Der Stern macht damit 99,86 Prozent der Gesamtmasse des Sonnensystems aus, in dessen Zentrum er steht. Im Innern der Sonne herrschen aufgrund permanenter Kernfusion Temperaturen von 15 Millionen Grad Celsius. Jede Sekunde strahlt sie das 20.000-fache der seit Beginn der Industrialisierung verbrauchten Primärenergie ab. Die Geburt der Sonne liegt 4,57 Milliarden Jahre zurück. Und auch ihr Todesdatum ist bekannt: In den kommenden acht Milliarden Jahren wird der »Gelbe Zwerg« zum »Roten Riesen« heranwachsen, um in der letzten Phase seines Lebens auf die Größe der Erde zu schrumpfen. Dann erlischt die Sonne endgültig.

20

Strecker untersucht in ihrer Doktorarbeit, ob winzige magnetische Teilchen, die man um die Flecken herum findet, etwas mit deren Entwicklung zu tun haben. »Man nimmt an, dass sie sich in Massen von den Sonnenflecken wegbewegen, ohne dass diese kleiner werden«, sagt sie.

»Vielleicht sehen wir aber auch die ganze Zeit die gleichen Teilchen«, ergänzt Schmidt. »Als ob man an einem Ozean steht: Man hat das Gefühl, dass die Wellen auf einen zukommen. Aber da kommt nichts, die Wassermoleküle bewegen sich hoch und runter.«

Mit dem Ausfall des Teleskops ist vorerst auch Streckers Messkampagne ausgefallen. Doch die Doktorandin nimmt es konstruktiv: Es sei gut, mal mitzubekommen, was hinter den Messungen steckt. Auch Schmidt findet dieses Wissen wichtig. Gerade sei es eine Last, Gregor reparieren zu müssen; aber eigentlich sei es ein Privileg, das zu können. Schon die Teleskope der nächsten Generation könnten nur noch von speziell ausgebildeten Technikern gesteuert werden. »Den Physiker mit dem Schraubenzieher in der Hand wird es nicht mehr geben.«

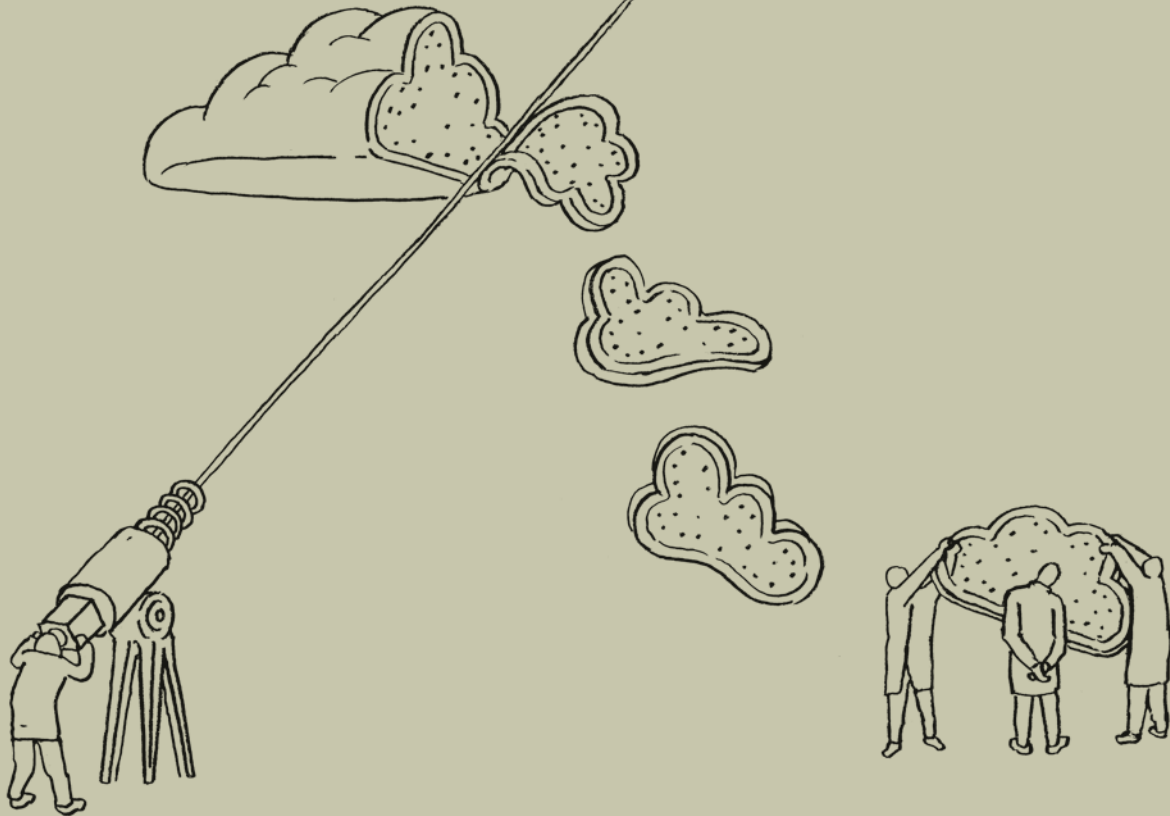
Beim Abendessen im VTT geht es nur kurz um die Arbeit. Als nächstes will Thomas Berkefeld versuchen, die Fehler des Spiegels ein Stückweit auszugleichen, indem er zwei weitere Spiegel verstellt. Dann sprechen sie über das Leben hier oben. Wolfgang Schmidt erzählt von Sturmnächten: »Es ist dann ohrenbetäubend laut. Der Strom fällt aus, dann das Notstromaggregat. Da kann man es mit der Angst zu tun bekommen.« Feinmechaniker Oliver Wiloth sagt, dass er sich seit über 30 Jahren auf die gleichen Dinge freue. Man sitze oben auf einem der Türme und schaue sich die Welt an, die wie neu ist, gerade erst vom Vulkan geschaffen. »Da fühlst du dich wie der erste und einzige Mensch.«

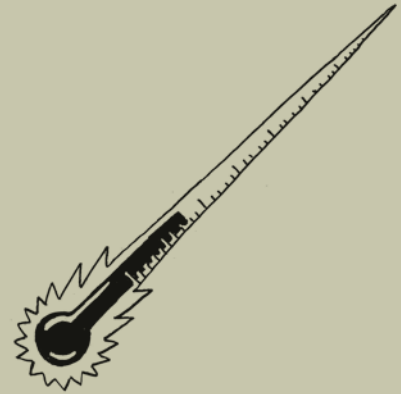
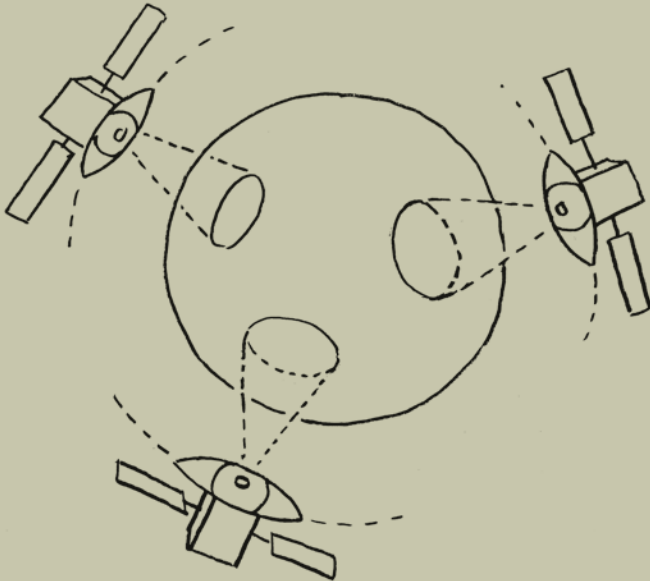
Nach dem Essen steigen sie hoch auf das Dach des VTT. Quietschend öffnet sich die Kuppel und gibt den Blick frei auf die Landstraße, die sich zum Teide schlängelt. Wolfgang Schmidt zeigt auf die Forschungsanlagen des Observatoriums. »Vor 30 Jahren waren da vielleicht fünf Kuppeln.« Schon damals hätten sie der Sonne von hier oben so oft wie möglich dabei zugesehen, wie sie rechts vom Teide im Atlantik verschwindet.



Die Vermessung des Himmels

22





Mit immer neuen Technologien nehmen Wissenschaftler den Himmel unter die Lupe. Wir haben uns fünf erklären lassen.

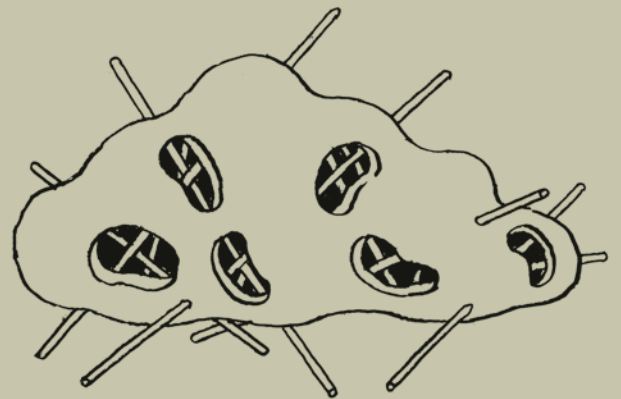
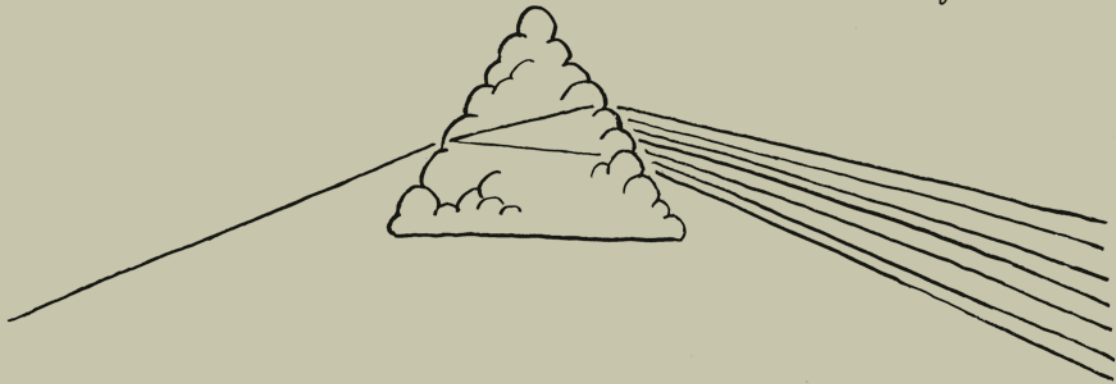
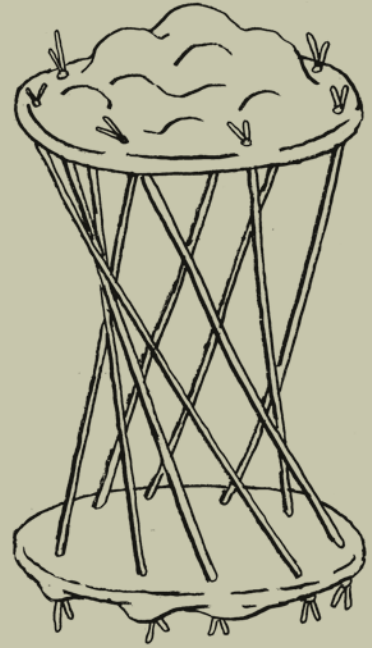
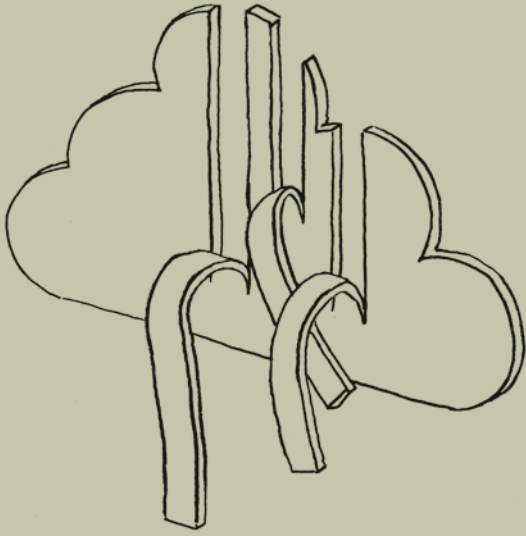
Weltraumthermometer

Dass es auf dem roten Planeten nicht gerade gemütlich ist, lässt sich schon von der Erde aus abschätzen. Aber dass auf dem Mars am 9. Oktober bei Bodentemperaturen zwischen 16 und 129 Grad Celsius unter Null die Sonne schien, weiß die Menschheit nicht zuletzt wegen einer Entwicklung aus Thüringen: Die thermoelektrischen Strahlungssensoren, an denen das Leibniz-Institut für Photonische Technologien (IPHT) seit den 1960er Jahren arbeitet, verfügen über höchste Messgenauigkeit. Sie wandeln Wärmestrahlung in elektrische Spannungssignale um und können die Temperatur am Boden von Planeten messen, ohne sie zu berühren. Auf dem Mars ist einer von ihnen seit 2012 unterwegs, an Bord des NASA-Rovers »Curiosity«. Unter den rauen Bedingungen des Weltalls muss er nicht nur genau, sondern auch robust sein. Und weltweit baue niemand die Sensoren genauer und robuster als das IPHT, sagt Ernst Keßler. Bis zu seinem Ruhestand Anfang des Jahres hat er mehr als drei Jahrzehnte an ihnen gearbeitet: »Ich weiß, dass das in Zeiten von höher, schneller, weiter kaum zu glauben ist, aber wir haben sie bereits vor über 20 Jahren auf den Punkt entwickelt.« Anwendung finden die Sensoren nicht nur in fernen Welten, sondern auch auf der Erde. Hier kommen sie neben der berührungslosen Temperaturmessung in der Präzisions- und Analysentechnik zum Einsatz, etwa in Krankenhäusern. »Aber Missionen ins All faszinieren die Menschen eben ganz besonders«, sagt Ernst Keßler. Die Sensoren aus Jena waren nicht nur auf dem Mars, sondern sind 2014 mit der »Rosetta«-Mission auch auf dem Kometen Tschurjumow-Gerassimenko gelandet — nach zehnjährigem Flug. Dort war es mit bis zu minus 180 Grad Celsius noch kälter als auf dem Mars. Das nächste Ziel steht bereits fest: Für 2018 ist der Start einer Merkur-Mission geplant, mit eigens dafür entwickelten Sensoren.

24

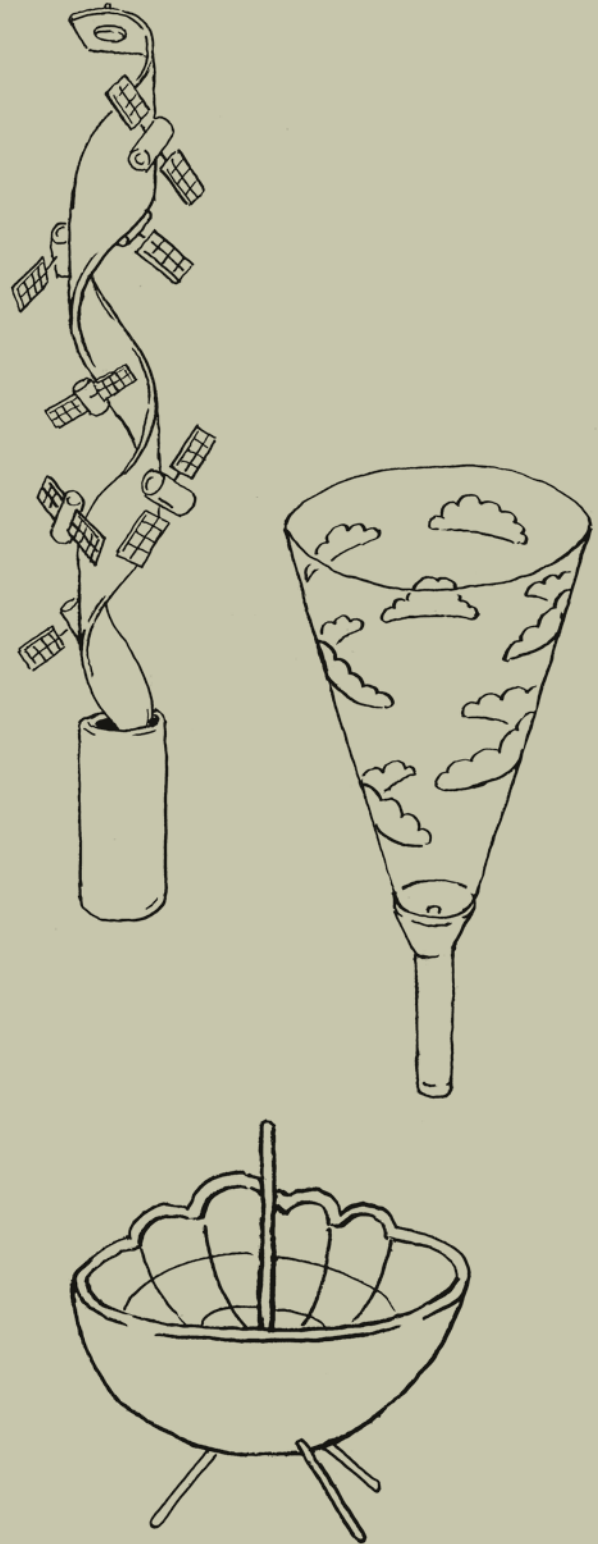
Wolkenfabrik

Schäfchenwolken, Schleierwolken, Federwolken, Haufenwolken. Die mal weißen, mal fast schwarzen Schwaden am Himmel können alle möglichen Formen annehmen. Und auch wenn wohl jeder sie immer mal wieder versonnen bis besorgt betrachtet, hüten die Wolken noch viele Geheimnisse. Wie genau entstehen sie beispielsweise? Am Leibniz-Institut für Troposphärenforschung (TROPOS) wollen Wissenschaftler unter anderem diese Frage an einer eigens dafür erdachten Forschungsanlage klären: dem Wolkenlabor mit seinem neuartigen turbulenten Windkanal. Frank Stratmann und sein Team können darin Wolken herstellen, um sie zu untersuchen. »Wir wissen, dass sie sich bilden, wenn Wasserdampf auf kleinen Aerosolpartikeln, also Feinstaub, kondensiert«, sagt Stratmann, der am TROPOS die Arbeitsgruppe Wolken leitet. »Aber wir wissen nicht, was für ihre Entstehung wichtiger ist — die Beschaffenheit der kleinen Aerosolpartikel oder turbulente Schwankungen von Temperatur und Feuchte in deren näherer Umgebung.« Die Leipziger Forscher gehen davon aus, dass die Turbulenzen die Wolkenbildung verstärken oder beschleunigen. Stimmt ihre Hypothese, hätte dies Auswirkungen auf die Beschreibung von Wolken in Modellen, die zur Niederschlags- und Klimavorhersage eingesetzt werden. Ihre Ergebnisse unterziehen die Forscher immer wieder einem Realitätscheck. Unter anderem überprüfen sie auf den Kapverden, ob sich die im Labor gewonnenen Erkenntnisse auf die Bildung atmosphärischer Wolken übertragen lassen.



Alarmanlage

Sie sind nur etwa so groß wie eine Praline. Dafür sind sie zäh und zuverlässig und stellen sich in den Dienst einer größeren Sache. Die Pumplaser des Berliner Ferdinand-Braun-Instituts – Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik (FBH) sind eine wichtige Komponente des Satellitensystems »EDRS«, eines sogenannten Laserknotens. Auf seiner Umlaufbahn in 36.000 Kilometern Höhe sammelt es Daten von mehreren Erdbeobachtungssatelliten und leitet sie bei Übertragungsraten von 1,8 Gigabit pro Sekunde praktisch ohne Zeitverlust weiter zur Erde. »Die Datenmenge von drei handelsüblichen DVDs legt diesen Weg in einer Minute zurück«, sagt Andrea Knigge, die das Projekt am FBH leitet. Das hohe Tempo kann lebensrettend sein: Die Satelliten werden unter anderem zur Beobachtung von Naturkatastrophen wie Erdbeben oder Tsunamis eingesetzt, um Schäden abschätzen und Warnungen aussprechen zu können. Der Aufbau des Systems hat Anfang 2016 begonnen, als eine Rakete den ersten von zwei Satelliten ins All schoss. Weil der Weg dorthin weit ist und die Arbeitsumgebung rau, bauen die FBH-Wissenschaftler ihre Pumplaser-Module besonders robust. So überstehen sie Raketenstart und Weltraumstrahlung unbeschadet. »Das Herzstück der Laser sind spezielle Chips«, sagt Andrea Knigge. »Jede Chipgeneration muss aufs Neue mit umfangreichen Lebensdauertests beweisen, dass sie über die gesamte Betriebsdauer von 15 Jahren zuverlässig funktionieren wird«. Das Licht von Lasern hat sich in den vergangenen Jahren als überaus nützliches Vehikel erwiesen. Auch über Distanzen von mehreren zehntausend Kilometern kann es die zunehmenden Datenmengen in der Satellitenkommunikation transportieren. Die Diodenlaser aus Berlin sind daher begehrt. Inzwischen sind sie auf mehreren Missionen im All unterwegs.



Elektroraketen

Brillengläser, die keine Kratzer kriegen und Infrarot-Fieberthermometer. Oder auch der allgegenwärtige Schaumstoff. So manche Erfindung aus der Weltraumforschung hat sich auch auf der Erde als überaus nützlich erwiesen. Dabei funktioniert der Transfer auch in die umgekehrte Richtung. Das Leibniz-Institut für Oberflächenmodifizierung (IOM) bringt irdische Technik ins All. Seit 40 Jahren arbeiten die Leipziger mit sogenannten Ionenquellen. Mithilfe der elektronisch geladenen Atome lassen sich Materialien hochpräzise bearbeiten — durch Ätzen oder Abscheiden. »Aber auch im Weltraum sind sie schon länger im Einsatz: als elektrische Antriebssysteme für Raumfahrzeuge und Satelliten«, sagt Daniel Spemann. Ein Beispiel sind Gitterionenantenne, die ihren Schub mit der Beschleunigung ionisierter Gase in elektrischen Feldern erzeugen. Am IOM erforschen Spemann und seine Mitarbeiter die physikalischen Grundlagen dahinter. Sie arbeiten zudem an Teilkomponenten, die die elektrischen Triebwerke weiter verbessern sollen, etwa indem sie ihre Lebensdauer verlängern. 2015 verfügten von etwa 1.000 aktiven Satelliten in der Erdatmosphäre lediglich 190 über die Technologie, auch weil sie noch sehr teuer ist. Dabei hat sie entscheidende Vorteile: Die Elektroraketen können mehr als 20.000 Stunden in Betrieb bleiben, herkömmliche nur wenige Minuten. »Besonders eignen sie sich, um Kommunikations- und Forschungssatelliten exakt in Position zu bringen«, sagt Daniel Spemann. Eines Tages sollen sie sogar beim Aufräumen helfen: Von Ionenquellen angetrieben könnten Abschleppsatelliten Weltraumschrott in Richtung Erdatmosphäre bugsieren, wo dieser dann verglüht.

Photonentennis

Sie spielen Ping Pong in Nordnorwegen. Mit dem »Rayleigh-Mie-Raman-Lidar«, kurz: RMR, schießen die Forscher des Leibniz-Instituts für Atmosphärenphysik spezielle Lichtteilchen in die Höhe — und warten ab, was zurückkommt. »Insgesamt sind es 30 Laserpulse in der Sekunde«, sagt Franz-Josef Lübken, der das Institut in Kühlungsborn leitet und für seine Messkampagnen immer wieder ins ALOMAR-Observatorium auf der Insel Andøya reist. »Von Atomen, Molekülen oder auch Aerosolen prallen sie zurück zur Erde.« Die Zeit, die ein Photon dafür braucht, verrät die Entfernung des Teilchens, das es reflektiert hat. Die Zahl der reflektierten Photonen verrät die Zahl der Teilchen in dieser Höhe. Mithilfe der Frequenz des Lasers können die Forscher Temperaturen und Winde in der Atmosphäre messen. Bei ihren Beobachtungen konzentrieren sie sich auf den Bereich zwischen 50 und 120 Kilometern Höhe. Am Übergang von Erdatmosphäre zu Weltraum sind sonderbare Prozesse in Gang: Im Sommer ist es dort kalt, im Winter warm. Dahinter stecken sogenannte Schwerewellen, die die Luftzirkulation in der Atmosphäre verändern. Besonders stark sind ihre Auswirkungen in den mit dem RMR vermessenen Höhen. Im Sommer verursachen die Wellen dort Aufwärtswinde, die Temperaturen von bis zu 150 Grad unter dem Gefrierpunkt nach sich ziehen. »Wir betrachten hier die kälteste Stelle in der Erdatmosphäre«, sagt Franz-Josef Lübken. Es sei dort so kalt, dass sich Eiskristalle bilden, die vom Boden aus als »Leuchtende Nachtwolken« zu erkennen sind. »Sie sind wunderschön — aber mit großer Wahrscheinlichkeit ein Zeichen des Klimawandels.« Deshalb sei es wichtig, die Physik dieser Schichten besser zu verstehen. »Was wir dort oben messen, ist auch für hier unten von Bedeutung.« Das RMR-Lidar bringt dabei einen entscheidenden Vorteil mit sich: Es funktioniert auch bei Tageslicht. Wenn die Sonne die Forscher im arktischen Sommer rund um die Uhr mit Lichtteilchen zuschüttet, picken diverse Filter die Photonen des RMR-Lidars heraus.

Himmelsbilder


28

Imagine there's no heaven,
above us only sky.

John Lennon

**Für viele Menschen ist er Bezugspunkt
und Sinngeber. Was bedeutet der Himmel
in verschiedenen Religionen — und vor
allem: Wie kommt man hinein?**

Text MIRJAM KAPLOW Fotos FRED HÜNING



Da hatte er einen Traum:
Er sah eine Treppe,
die auf der Erde stand
und bis zum Himmel
reichte. Auf ihr stiegen
Engel Gottes auf und
nieder.

Bibel 1. Mose, 28,12

Am Anfang schuf Gott
Himmel und Erde.
Und die Erde war wüst
und leer, und Finsternis
lag auf der Tiefe;
und der Geist Gottes
schwebte über dem
Wasser.

Bibel 1. Mose 1, 1-2

Wer aber gute Werke tut, sei
es Mann oder Weib, und gläubig
ist: sie sollen in den Himmel
gelangen, und sie sollen auch
nicht so viel Unrecht erleiden
wie die kleine Rille auf der
Rückseite eines Dattelkernes.

Koran, Sure 4, 124

Das deutsche Wort »Himmel« macht keinen Unterschied: Es ist Ortsangabe und religiöser Erlösungszustand zugleich. Auch einige der Weltreligionen bezeichnen mit ihm den Ort, an den ein gläubiger Mensch nach seinem Tod gelangt, und einen Zustand der Erlösung. Islam, Christentum und Judentum sind sich einig. Sie beschreiben den Himmel als Garten. Im Koran heißt es: »Das Bild des Paradieses, das dem Gottesfürchtigen verheißen ward: In ihm sind Bäche von Wasser, das nicht verdirbt, und Bäche von Milch, deren Geschmack sich nicht ändert, und Bäche von Wein, köstlich dem Trinkenden. Und Bäche von geklärtem Honig; und sie haben in ihnen allerlei Früchte und Verzeihung von ihrem Herrn.« Das Judentum kennt zwar den Garten Eden, eschatologische Vorstellungen beziehen sich hier jedoch auf den Messias, das Paradies wird als diesseitige Aufgabe begriffen. Auch im Buddhismus und Hinduismus gibt es die Vorstellung von Himmel und Hölle. Sie sind jedoch als Geisteszustände und Durchgangsstationen auf dem Weg zur Reinkarnation zu verstehen. Dem Christentum und dem Islam zufolge gelangt man am Tag des Jüngsten Gerichts aufgrund von Gottes beziehungsweise Allahs Entscheidung in den Himmel. Es wird zwischen Guten und Schlechten, »Früheren und Späteren« unterschieden. Propheten müssen nicht bis zum Jüngsten Gericht warten, um in den Himmel zu gelangen. Sie haben über eine Himmelsleiter Zugang. Jakob sah im Traum eine Treppe, Mohammed ritt auf Buraq, einer Art Pferd, vom Tempelberg in Jerusalem hinauf. Bei seiner Ankunft gelangte er zunächst in den ersten von sieben Himmeln und musste sie alle durchlaufen, um von Allah die vorgeschriebene Zahl von fünf Pflichtbeten zu erfahren. Auch das Christentum kennt das Motiv mehrerer Himmel: »In meines Vaters Hause sind viele Wohnungen«.

FRED HÜNING

In seiner Arbeit »NOT DARK YET« setzt sich der Berliner Fotograf mit dem frühen Freitod seines Vaters auseinander — und mit der Lücke, die der Verlust hinterließ. In seinen Wolkenbildern sucht Hüning nach Formationen, die mit Fantasie menschliche Gestalten erahnen lassen.

»
**Man kann dort nicht fallen,
man schwebt.**
«

Interview KAI SCHÄCHTELE Fotos FABIAN ZAPATKA

34

Der eine war dort, der andere erforscht seine Bedeutung, der Dritte betrachtet ihn für seine Kunst. Wir haben mit einem Kosmonauten, einem Religionswissenschaftler und einem Fotografen über den Himmel gesprochen.

LEIBNIZ Herr Jähn, Herr Daugirdas, Herr Hüning, woran denken Sie, wenn Sie in den Himmel blicken?

SIGMUND JÄHN Mein erster Gedanke ist, dass der Himmel fast ein bisschen überschätzt wird. Wenn man im Kosmos ist, merkt man, dass es ihn eigentlich gar nicht gibt. Das Blau, das wir von der Erde aus sehen, hängt ab vom Anteil des Sauerstoffs. Und je höher man kommt, umso schwärzer wird es eben.

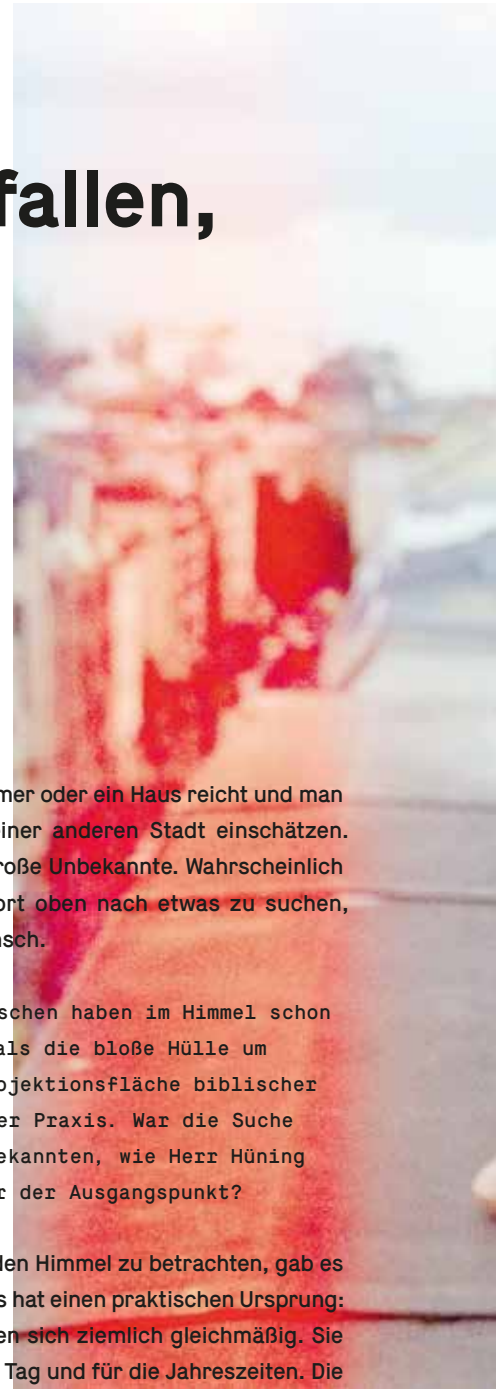
KĘSTUTIS DAUGIRDAS Was mich interessiert, sind die Himmelskörper. Sie faszinieren mich seit der Kindheit. Etwa, wenn die Sonne unter- und der Vollmond aufgeht oder wenn man im Winter bei klarem Himmel die Milchstraße und die unendlich vielen Sterne sieht. Diese Unendlichkeit regt zum Nachdenken an: Was ist das Universum und wie haben die Menschen es seit Jahrtausenden gesehen?

FRED HÜNING Für mich ist der Himmel ein Sehnsuchtsort, vergleichbar mit dem Meer. Dort beginnt die Ferne, die man jeden Tag sehen kann, selbst in der dichtesten Großstadt.

Man weiß, wie weit ein Zimmer oder ein Haus reicht und man kann die Entfernung zu einer anderen Stadt einschätzen. Aber der Himmel ist das große Unbekannte. Wahrscheinlich kommt daher die Lust, dort oben nach etwas zu suchen, was größer ist als der Mensch.

Herr Daugirdas, Menschen haben im Himmel schon immer mehr gesehen als die bloße Hülle um die Erde. Er ist Projektionsfläche biblischer Motive und religiöser Praxis. War die Suche nach dem großen Unbekannten, wie Herr Hüning es beschreibt, dafür der Ausgangspunkt?

DAUGIRDAS Das Bedürfnis, den Himmel zu betrachten, gab es schon in alten Kulturen. Das hat einen praktischen Ursprung: Die Himmelskörper bewegen sich ziemlich gleichmäßig. Sie geben den Takt vor für den Tag und für die Jahreszeiten. Die Monate richten sich nach dem Mond. Der Himmel liefert damit die Vorlage sowohl für mythische Deutungen als auch für philosophische Überlegungen. So repräsentieren die Himmelskörper einerseits Gottheiten, andererseits fassen Platon und Aristoteles den Himmel als eine vollkommene und nachzunehmende Ordnung auf. Diese griechische Tradition wird von allen späteren Denkern übernommen, auch vom Christentum.





Mit welchen Konsequenzen?

DAUGIRDAS Die gleichmäßige Bewegung der Sterne und Planeten hat Konsequenzen für die Ethik. Es gilt, diese regelmäßigen Himmelsbewegungen in der politischen Praxis nachzuahmen. Sich also nicht von den Leidenschaften fortreißen zu lassen, sondern sich gemäß den Bewegungen zu verhalten, wie sie in der Natur vorkommen.

Solche Überlegungen setzen astronomische Berechnungen voraus. Doch in Kirchenmalereien sitzen Engel auf Wolken und Gott thront darüber. Wie lässt sich das in Einklang bringen?

DAUGIRDAS Das ist kein Problem. Schon die alten Kulturen haben auf die genaue Beobachtung der Himmelsbewegungen Wert gelegt, um Fragen der Zeitberechnung beantworten zu können. Und Kirchenväter haben Gott zum Teil wie Platon als das höchste Gut aufgefasst. Das Himmelsgewölbe ist danach der Abglanz seiner Herrlichkeit. Je näher man an Gott herankommt, desto vollkommener werden die Sphären der Planeten oder Fixsterne, weil sie immer näher an der Vollkommenheit Gottes stehen. Und je weiter es nach unten geht, mit der Mondsphäre als Grenze, beginnt die irdische Unvollkommenheit, mit den Elementen Feuer, Luft, Wasser und Erde. Der menschliche Körper, geformt aus Erde, bildet hier die unterste Stufe.

Herr Jähn, Sie haben den umgekehrten Weg genommen, zumindest ein Stück davon. War der Ausflug ins All für Sie auch eine solche spirituelle Erfahrung?

JÄHN Nein. Wenn man selbst dort oben ist, ist alles nur noch eine Frage von Naturwissenschaft und Technologie. Man darf nicht vergessen: Der Himmel ist ja eine feindliche Umgebung. In 20 Kilometern Höhe hat man ohne Schutzanzug keine Überlebenschance. Und wenn die Raumstation in 400 Kilometern Höhe ein Loch bekommt, ist der Ofen aus. Dort oben gibt es keinen Gott mehr. Ich achte, dass Menschen einen Glauben haben, der ihnen etwas gibt. Mir gibt er nichts.

»

Die Frage nach dem Sinn wird der Mensch immer stellen.

«

KĘSTUTIS DAUGIRDAS

War Ihr Ausflug ins All dafür der Auslöser?

JÄHN Nein, das ist schon vorher passiert. Meine Mutter war gläubig und ging in die Kirche. Ich wollte aber schon als Kind wissen: Kann das stimmen, was die Religion sagt? Mit 18 wollte ich eine Antwort haben und fragte meinen Großvater: Was glaubst du denn? Seine Antwort war in vogtländischer Mundart: »Ich glaub, dass ne gunge fette Henn ne kräftige Brieh gibt.« Also: Ich glaube, dass eine fette Henne eine kräftige Brühe ergibt. Das war etwas, was in seiner Lebenserfahrung vorgekommen ist. Meine Achtung vor dem, was uns umgibt, die Millionen oder vielleicht Milliarden von Galaxien, habe ich mir aber bewahrt.

Herr Hüning, auch Sie sind mit christlichem Hintergrund aufgewachsen und haben sich von diesem Glauben emanzipiert. Für Ihr aktuelles Kunstprojekt fotografieren Sie Wolkenformationen. Welchen Einfluss hat die christliche Vorstellung vom Himmel auf Ihre Arbeit?

HÜNING Ich bin aus meiner Biografie heraus sehr bibelkundig. Aber ich habe mir schon als denkender 13-, 14-Jähriger gesagt: Das kann nicht angehen, etwa die Episode von Adam und Eva. Ich sehe die Bibel als großes Geschichts- und Bilderbuch. Das hilft mir auch als Fotograf. Wenn ich eine Frau mit Kind auf dem Arm fotografiere und das Ergebnis erinnert an eine Madonnen-Darstellung, kommt eine zweite Ebene hinzu, die im Idealfall aus einem guten ein großes Bild macht.

Und inwiefern bildet der Himmel die Vorlage für Ihre künstlerische Arbeit?

HÜNING Ich beschäftige mich mit persönlichen Geschichten über Familie, die natürlich auch allgemeingültigen Charakter haben. Bislang habe ich zwei Buchtrilogien mit sechs Episoden veröffentlicht — über Frau, Sohn, Mutter, die Magie der Kindheit, die Liebe im Laufe der Zeit, Trauer und Glück. Jetzt arbeite ich an einer weiteren Episode, diesmal über meinen Vater. Das wird die schwierigste Aufgabe, weil er sich vor 23 Jahren das Leben genommen hat und wir damals schon lange kein enges Verhältnis mehr hatten. Da ist noch etwas aufzuarbeiten. Ich habe einige fotografische Ansätze ausprobiert und wieder verworfen. Erst als ich anfing, den Himmel zu blicken und Wolken zu fotografieren, kam etwas in Gang.

Sie suchen den Himmel nach Motiven aus Ihrer Biografie ab?

HÜNING Ich suche Wolken mit Persönlichkeit.

So wie Kinder, die im Himmel einen Bären oder eine Eisscholle sehen.

HÜNING Oder besonders dramatische Konstellationen, mit hellen und dunklen Stellen. Und manchmal sieht man eine Gestalt. Dieser Blick ist den Kindern vorbehalten und den Künstlern.

Aber das ist ja etwas, was auch Religion tut: in den Himmel blicken und dort etwas erkennen, was über die bloße Beobachtung hinausweist.

HÜNING Das ist vielleicht ein Widerspruch, aber mit dem lebe ich gern. Ich sage meinem Sohn ja auch: Dein Großpapa sitzt oben auf einer Wolke und guckt zu. Dieses Trostbild erzählt man Kindern. Aber Erwachsenen hilft das auch.

Herr Daugirdas, Sie haben gerade sehr vehement genickt. Warum?

DAUGIRDAS Sie wollen im Grunde eine symbolische Geschichte erzählen. Sie suchen nach konkreten Bildern, aber verwenden sie als symbolische Sprache vor dem Hintergrund Ihrer

eigenen Geschichte. Und diese Schiene kann man fortsetzen: der Himmel als Ort der Sehnsucht und die Himmelsbilder als Trost. Das ist eine Funktion des Himmels, die man schon in der Johannesoffenbarung findet. Gerade die, die viel gelitten haben, werden im Himmel getröstet. Gott wischt die Tränen von ihren Augen.

Beim Himmel treffen zwei konträre Perspektiven aufeinander: Für die einen ist er ein Raum der Sinn- und Trostsuche, für die anderen ein Ort, den man mit den Mitteln der Naturwissenschaft erklären kann. Welchen Einfluss auf diese Perspektiven hatte die moderne Astronomie, die mit Nikolaus Kopernikus, Johannes Kepler oder Isaac Newton aufkam?

DAUGIRDAS Bis in das 17. Jahrhundert geht das geozentrische Weltbild, das auch an den Universitäten von Physikern gelehrt wird, davon aus, dass die Erde im Zentrum steht und all die Sphären — vom Mond, den unteren Planeten, Merkur und Venus, über die Sonne und die oberen Planeten, Mars, Jupiter und Saturn — darum kreisen. Darüber gibt es eine Sphäre mit Fixsternen, auch die kreist um die Erde. Kopernikus stellt dieses Weltbild aufgrund seiner Berechnungen grundsätzlich in Frage. Er geht davon aus, dass nicht die Erde im Zentrum des Universums steht, sondern die Sonne. Die Planeten umkreisen sie und die Erde ist nur ein Planet unter vielen.

HÜNING Und damit hatte die Kirche große Probleme.

DAUGIRDAS Das ist ein Klischee, denn Kopernikus war selbst ein Domherr und wäre beinahe Bischof geworden. Die Bibel und die mittelalterlichen Theologen hatten sich nach dem alten, dem geozentrischen Weltbild gerichtet. Mit dem Aufkommen des heliozentrischen Weltbilds, mit der Sonne im Zentrum, stellte sich natürlich die Frage: Wie liest man nun die biblischen Berichte? Etwa im Josuabuch, wo steht, dass Josua befahl, dass die Sonne stillstehen sollte. Und dann heißt es: Und sie stand still. Das ist nur unter den Denkvoraussetzungen des geozentrischen Bilds sinnvoll. Oder wie erklärt man Phänomene wie den Stern des Messias naturwissenschaftlich, der die Geburt Jesu Christi ankündigt? Wir sehen: Die naturwissenschaftliche Veränderung bringt den Zwang mit sich, auch die biblischen Berichte anders zu interpretieren.

Was waren die Folgen?

DAUGIRDAS Am Stern des Messias kann man deutlich ablesen, dass es eine Zeitlang den Versuch gab, die naturwissenschaftliche Erkenntnis in Einklang mit biblischen Berichten zu bringen, diese auch physikalisch als denkbar darzustellen. Auch Kepler ist so vorgegangen. Bis sich irgendwann herausstellt, dass das nicht mehr möglich ist, weil das physikalische Weltbild der Bibel nunmal nicht mehr mit modernen astronomischen Erkenntnissen kompatibel ist. Man beginnt dann, das biblische Weltbild auf die symbolische Ebene zu verlagern, denn was bisher als ein von Gott gesandtes Signal galt, wird jetzt zu einem Phänomen, das sich naturwissenschaftlich begreifen und analysieren lässt. Die Religion ordnet sich in naturwissenschaftlichen Fragen der Astronomie unter, ihr Gegenstand erscheint aber auf einer anderen — symbolischen — Ebene wieder.

Inzwischen hat die Menschheit mit den technologischen Mitteln den Kosmos so weit erfasst, dass man die Religion komplett entzaubern könnte. Und doch ist sie so lebendig wie eh und je. Welche Antwort findet ein Theologe im Jahr 2017 darauf?

DAUGIRDAS Es ist letztlich die Frage nach dem Sinn. Und diese Frage wird der Mensch immer stellen. Das liegt in seiner Natur. Woher komme ich, wohin gehe ich?

JÄHN Man lebt nicht vom Brot allein, das unterschreibe ich auch.

Auch heute gibt es noch Fragen, die wir naturwissenschaftlich nicht beantworten können, etwa die nach der Zahl der Galaxien im Universum. Wie beantworten Sie die?

JÄHN Wir haben ja gehört, wie sich die Kirche entwickelt hat. Erst gab es den Glauben, dann kam die Wissenschaft und es wurde korrigiert. Aber Widersprüche gibt es immer noch.

Sie akzeptieren also, dass es Fragen gibt, auf die man keine Antworten findet, und suchen nicht in höheren Dimensionen?

JÄHN Wo soll das Höhere herkommen? Es gab immer schon kluge Menschen, die Gesetze gefunden haben, die unabhängig von uns allen existieren. Wer kann schon sagen, auf welche Lösungen kluge Menschen in 1.000 Jahren kommen. Wenn feststeht, dass es Galaxien mit wie vielen Sternen gibt — warum soll ich dann ausschließen, dass sie auch Planeten haben und dass dort Lebewesen entstanden sind? Ich kann mir ja schon diese Milliarden von Galaxien nicht vorstellen. Das sagen uns die Wissenschaftler, die sich damit beschäftigen. Mit der Unfähigkeit, sich solche Dimensionen vorzustellen, muss man einfach leben, so wie im Mittelalter. Da waren neue Erkenntnisse ja auch jeweils eine Revolution.

Herr Hüning, haben Sie mit Ihrem Blick in den Himmel eine Form von Spiritualität entwickelt, die Ihnen bei der Verarbeitung der Geschichte Ihres Vaters geholfen hat?

HÜNING Ich beschäftige mich mit dem, was noch unaufgearbeitet ist. Da fängt die persönliche Antwort schon an. Als künstlerischer Fotograf denke ich, dass alle Dinge eine Seele haben, auch die Gegenstände. Die kann man in der Fotografie festhalten. Auf diese Weise bekommen auch die Wolken eine Seele.

DAUGIRDAS Was Sie ansprechen, ist eine gute griechische Tradition. Wir sprachen von Platon. Er geht von einer Weltseele aus, die den Makrokosmos durchwaltet. Jeder einzelne Mensch hat als Mikrokosmos seine unsterbliche Seele, die im Weltganzen ein zusammenhängendes Bild erkennen kann. HÜNING Das ist dann eine Art Fazit: Es gibt immer etwas, das allein wissenschaftlich nicht fassbar ist. Das sagen ja selbst Sie, Herr Jähn: Ich habe Interviews mit Ihnen gelesen, in denen Sie voller Faszination von den 16 Sonnenaufgängen erzählen, die man da oben in 24 Stunden erlebt. Sie wussten zwar, dass das passieren würde, aber den Zauber werden Sie trotzdem nie vergessen.

JÄHN Man könnte es als Gottesgeschenk bezeichnen. Aber auch das ist alles Physik: Die Erde dreht sich um die Sonne und mit der Raumstation dreht man sich nochmal ein biss-

chen schneller. Und weil man noch nicht allzu weit weg ist von der Erde, umkreist man sie eben einmal in 90 Minuten. Man muss sich das vorstellen wie einen Strahl, der anrauscht und schnell größer wird. Das ist ähnlich wie auf der Erde, nur viel dynamischer. Die Farben ändern sich ständig, bis die Sonne oben steht, um einen herum bleibt es schwarz. Und nach 90 Minuten ist sie wieder weg.

Sie sagten vorhin, Sie hätten den Glauben verloren, nicht aber die Achtung davor. Das war dann wohl einer dieser Momente, in denen man diese Achtung spüren kann.

JÄHN Das sind alles kleine Wunder, an denen man sich erfreuen kann. Ich falle da aber nicht auf die Knie. Man kann ja auch gar nicht fallen — man schwebt.

KĘSTUTIS DAUGIRDAS

ist Kirchenhistoriker. Am Leibniz-Institut für Europäische Geschichte hat er untersucht, wie die Menschen im 16. und 17. Jahrhundert versuchten, neue astronomische Erkenntnisse mit Gottesgedanken in Einklang zu bringen. Seit November ist Daugirdas Wissenschaftlicher Vorstand der Johannes-a-Lasco-Bibliothek in Emden.

FRED HÜNING

ist Fotograf. In seinen Arbeiten setzt er sich intensiv mit seiner Familie auseinander. Seine Bilder wurden mehrfach ausgezeichnet und international ausgestellt.

SIGMUND JÄHN

war der erste Deutsche im All. Am 26. August 1978 startete er mit der »Sojus 31« in den Weltraum, um auf einer sowjetischen Raumstation Experimente durchzuführen. Sein Flug dauerte sieben Tage, 20 Stunden, 49 Minuten und vier Sekunden, in denen er die Erde 125-mal umkreiste.





Ресн & Schwefel



Gewaltige Vulkanausbrüche sollen immer wieder kleine Eiszeiten ausgelöst haben. Ein Historiker und ein Meteorologe sind einer der größten Eruptionen der vergangenen 1.000 Jahre auf der Spur.

Text STEFANIE HARDICK Illustrationen JINDRICH NOVOTNY

42

Schon als die Sonne aufgeht, ahnen die Neapolitaner: Der 10. Oktober 1465 wird ein Tag, der einer königlichen Hochzeit gebührt, ein Spätsommertag wie Samt und Seide. Seit Wochen bereiten die Zeremonienmeister die Hochzeit des erst 17-jährigen Alfons II. von Aragón mit Ippolita Maria Sforza vor, einer gebildeten jungen Frau aus der mächtigsten und reichsten Familie Mailands. Mittags säumen Tausende die Straßen in Erwartung des prächtigen Hochzeitszugs. Doch bald bemerkt Ippolita irritiert, dass nicht das irdische Schauspiel die Blicke der Menge anzieht, sondern ein himmlisches. Ein zeitgenössischer Bericht schildert das Spektakel: »Die Sonne veränderte ihre Farbe von der natürlichen zu einem dunklen Lila und Blau, sie erhielt die größte Bewunderung — und nicht der Eintritt der neuen Dame.«

Als Martin Bauch 550 Jahre später diesen Satz liest, hat er gefunden, wonach er sucht. Einen eindeutigen historischen Beleg für den zweitgrößten Vulkanausbruch der vergangenen 1.000 Jahre. Eine Eruption mit der Wucht von hunderttausenden Atombomben, die Staub und Gas aus dem Inneren der Erde 40 Kilometer hoch in die Stratosphäre stieß. Bauch, Mittelalterhistoriker am Leibniz-Institut für Geschichte und Kultur des östlichen Europa in Leipzig, versucht eine der großen Debatten der Klimageschichte neu aufzurollen. Niemand weiß, wo sich der Vulkan befand und in welchem Jahr er ausbrach. Legenden aus Polynesien berichten, dass vor etwa 20 Generationen ein Berg explodierte, der ganze Inseln zerstörte, riesige Tsunamis auslöste und Tausende in den Tod riss. In den 1980er Jahren fanden Forscher in Bohrkernen aus grönländischen Gletschern und im Eis der Antarktis massive Ablagerungen vulkanischer Partikel aus der Mitte des 15. Jahrhunderts.

Seitdem zerbrechen sich Vulkanologen, Klimaforscher und Historiker den Kopf. Immer neue Theorien wuchern um den Supervulkan, dessen Kraterreste viele auf dem Meeresgrund bei der untergegangenen Südseeinsel Kuwae vermuten. Einige Wissenschaftler nehmen an, der Vulkan sei 1452 ausgebrochen und habe seine Wirkung ein Jahr später weltweit entfaltet. Damals belagerte das osmanische Heer Konstantinopel, das heutige Istanbul. Berichte der Belagerten erzählen von seltsamen Lichtern über der Hagia Sophia und Feuern am Horizont, weit hinter dem türkischen Lager. Die Zeitgenossen verstanden die Schilderungen des schaurigen Scheins metaphorisch: Die Hauptstadt des orthodoxen Christentums habe ihren göttlichen Schutz verloren. Heute nehmen einige Forscher die Quellen wortwörtlich: Damals sei die gewaltige Aschewolke des Kuwae-Ausbruchs in Europa angekommen. Und weil das folgende Jahrzehnt zu den kältesten seit Menschengedenken gehörte, mit Jahren ohne Sommer, mit Hungersnöten, Pestwellen und Sintfluten, die Leichen aus ihren Gräbern schwemmen, schließen sie eine weitere Vermutung an: Der Ausbruch des Kuwae-Vulkans habe die kleine Eiszeit ausgelöst.

Martin Bauch hält beide Thesen für nicht ausreichend belegt. Vulkane interessierten den Mediävisten ursprünglich herzlich wenig. Während des Quellenstudiums überblätterte er immer wieder seitenlange Abhandlungen mittelalterlicher Schreiber über das Wetter. Bis er auf die Litanei eines Konstanzer Chronisten stieß. Die Feldfrüchte seien das ganze Jahr nicht gereift: »Die sone ist vil tag blahe gesehen worden.« Eine blaue Sonne, viele Tage lang. Das kam Bauch bekannt vor. Er kramte einen Bericht des Notars Angelo de Tummullis über die Fürstenhochzeit in Neapel hervor, von

vielen Forschern bislang als unzuverlässige Quelle abgetan. Sie sahen in Tummullillis einen Fantasten, der von Himmelerignissen fabulierte, die es nicht geben kann. Oder doch? Bauch suchte weiter. Und plötzlich ging die blaue Sonne überall auf: in Berichten aus Rom, Umbrien, Bologna, Dortmund, Maastricht. Halb Europa scheint im September 1465 unter einer blauen Sonne gestanden zu haben. Wie kann das sein?

Um herauszufinden, was damals in der Stratosphäre, 40 Kilometer über der Erde, geschah, muss Martin Bauch keine 40 Meter weit laufen: Der Experte für Himmelsphänomene ist sein Nachbar. Patric Seifert, Meteorologe am Leibniz-Institut für Troposphärenforschung, untersucht Wege und Wirkung von Aerosolen in der Atmosphäre. Von den winzigen Partikeln der Vulkanasche zum Beispiel. Dafür sendet seine Arbeitsgruppe mit Lidar-Geräten Photonenpakete in den Leipziger Himmel: Die Methode funktioniert ähnlich wie ein Radar, nur mit Licht. Tag und Nacht pulst jedes der Instrumente einen grünen Laserstrahl senkrecht nach oben, 20 bis 30 Mal pro Sekunde. Dazu ultraviolette und infrarote Strahlen. Trifft das Licht auf Partikel, wird es gestreut, abgelenkt oder ändert seine Schwingungsrichtung. Ein kleiner Teil wird genau zum Institut zurückreflektiert und mit Spiegelteleskopen eingefangen. Und daraus, wie dieser winzige Rest Streulicht beschaffen ist, kann Patric Seifert schließen, auf welche Partikel das Licht in der Atmosphäre gestoßen ist.

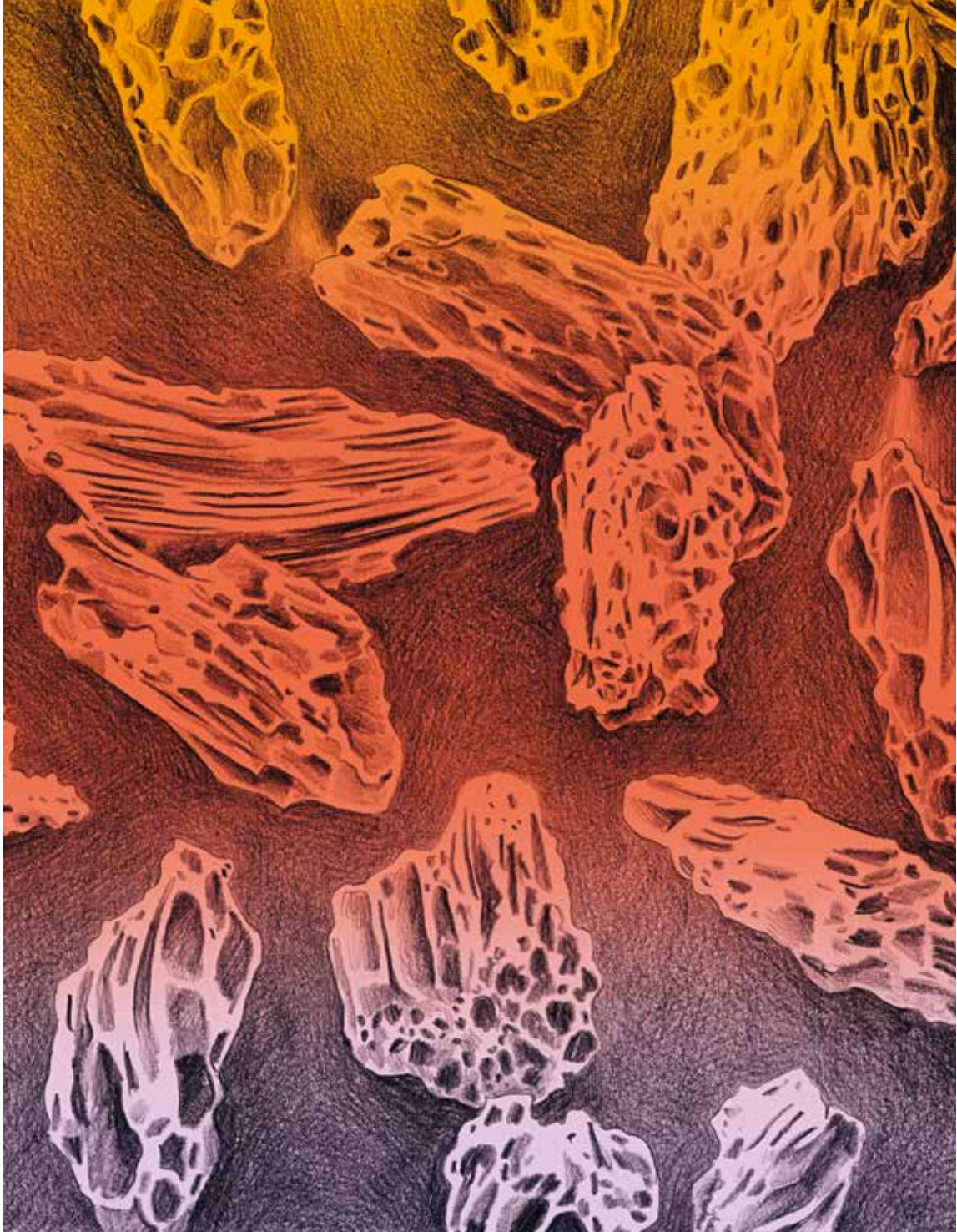
Seifert kennt das Phänomen des Purpurlichts: »Wenn Himmel und Sonne sich in der Dämmerung intensiv rot-bläulich färben, befinden sich in der Stratosphäre sehr kleine Partikel, die das Sonnenlicht streuen.« Die Stratosphäre liegt oberhalb der sogenannten Wetterschicht, etwa zwölf bis 50 Kilometer über dem Erdboden. Wenn die Menschen in Europa 1465 über einen längeren Zeitraum Purpurlicht auch tagsüber gesehen haben, müssen zuvor große Mengen von Partikeln in diese Höhen gelangt sein. Das passiert nur durch gewaltige Katastrophen, ausgedehnte Waldbrände zum Beispiel. Oder durch den Ausbruch riesiger Vulkane. Martin Bauch ist sich sicher: Die blaue Sonne 1465 über Europa ist ein Hinweis auf den Ausbruch des Kuwae-Vulkans und die bisherige Datierung auf 1452 wahrscheinlich falsch. Doch stürzte die Eruption die mittelalterliche Welt tatsächlich in eine Klimakatastrophe?

»Vulkane stoßen einerseits Asche aus, also sehr kleine Bimssteinpartikel, andererseits auch Schwefeldioxid«, erläutert Patric Seifert. Das Gas oxidiert in der Stratosphäre



PARTIKELFLUG

Die erste Eruption ereignet sich am 20. März 2010. Lavafontänen schießen aus dem Vulkan, Aschewolken bilden sich. Doch außerhalb von Island nimmt kaum jemand Notiz von dem Naturschauspiel. Erst einen Monat später, am 14. April, wird man überall in Europa versuchen, den Namen dieses Vulkans korrekt auszusprechen: Eyjafjallajökull. Kilometerhoch schleudert er die Asche an diesem Tag in die Luft, der Wind trägt sie bis nach Europa. Über 100.000 Flüge fallen aus, rund zehn Millionen Passagiere sitzen fest. Fünf Tage dauert es, bis in Deutschland die ersten Maschinen wieder abheben. Die Europäische Union beziffert die Einbußen für die Luftfahrtunternehmen auf etwa 150 Millionen Euro pro Tag. Insgesamt betragen die Umsatzausfälle 1,5 bis 2,5 Milliarden Euro.





Plötzlich ging die blaue Sonne überall auf.

46

zu Schwefelsäure. »Obwohl die Partikel nur etwa ein Mikrometer groß sind, können wir mit Lidar die runden Schwefelsäuretropfen in der Stratosphäre deutlich von den kantigen Aschepartikeln unterscheiden.« Und ihren Weg zurückverfolgen. 1991 zum Beispiel waren die Aerosolwolken des Vulkans Pinatubo auf den Philippinen vier bis acht Wochen unterwegs, bis sie in Europa ankamen. Aus der tiefer liegenden Wetterschicht wären die Partikel in dieser Zeit schon längst durch Niederschläge ausgewaschen worden. In der Stratosphäre jedoch konnten die Dunstschleier jahrelang um die Erde wehen und das Sonnenlicht ablenken. »Durch die Vulkanaerosole des Pinatubo kamen pro Quadratmeter etwa zwei Watt weniger Sonnenenergie auf dem Erdboden an«, sagt Seifert. »Zwei Jahre lang hat der Vulkan damit die Erderwärmung, die von uns Menschen durch erhöhten CO₂-Ausstoß verursacht wird, komplett ausgeglichen.«

Die Eruption des Pinatubo war einer der mächtigsten Vulkanausbrüche des 20. Jahrhunderts, doch sie war ein Zwerg im Vergleich zum rätselhaften Kuwae-Ausbruch, dessen Spur Martin Bauch aufgenommen hat. Die enormen Partikelwolken könnten die Durchschnittstemperatur im 15. Jahrhundert um mehrere Grad gesenkt haben. In der jüngeren Vergangenheit dürfte einzig der Ausbruch des indonesischen Vulkans Tambora 1815 mit dem des Kuwae vergleichbar sein. Seine Aerosolwolken führten zu einer Kältewelle, anhaltender Feuchtigkeit und nach verheerenden Missernten zur schlimmsten Hungersnot des 19. Jahrhunderts. Gab es im 15. Jahrhundert ein ähnliches Muster?

Bauch tauchte wieder ab ins Archiv und durchsuchte alle Quellen, derer er habhaft werden konnte: Berichte, Tagebücher und Chroniken aus Europa, Russland und Arabien zwischen 1460 und 1470. »Grauenhaft viel Arbeit.« Und doch, am Ende bleibt das Bild unscharf. »Das individuelle Gedächtnis reicht 20 Jahre zurück, in den Quellen ist ständig vom ›kältesten Winter‹ die Rede oder ›der größten Flut seit Menschengedenken‹.« Das Jahrzehnt war kühl und feucht, das

ist sicher. Aber allein von solchen Schilderungen auf den Vulkanausbruch als Auslöser der kleinen Eiszeit zu schließen, sei vorschnell, sagt Bauch. Von einer Klimakatastrophe könne keine Rede sein. Zumindest nicht in Europa.

Zurzeit spannt Bauch deshalb ein weltweites Netz zu anderen Historikern, um den Ausbruch des Kuwae als globales Ereignis zu erfassen. Bereits jetzt zeichnet sich ab, dass Menschen im heutigen Indien, Myanmar, Australien und Mexiko die Auswirkungen gespürt haben. In China fiel die Asche sogar wie »schwarze Hirse« oder »schwarzer Reis« vom Himmel. Um herauszufinden, wann und wo der Vulkan ausgebrochen ist, intensiviert Bauch außerdem die Zusammenarbeit mit Naturwissenschaftlern wie Patric Seifert. Er will Klimamodelle mit historischen Daten füttern. »Wir Historiker können teilweise sogar tagesgenaue Hinweise auf Eruptionen geben und liefern in diesem Fall feinere Daten als die Naturwissenschaften.« Bauch vermutet, dass ein großer Vulkanausbruch mit anderen Ereignissen zusammenfallen muss, damit eine kleine Eiszeit ausgelöst wird. »Für den Ausbruch des Tambora ist gut belegt, dass die Vulkanaerosole nur für ein Drittel der Abkühlung verantwortlich waren.« Heiße Kandidaten für den zusätzlichen Faktor X seien Sonnenflecken. Ihre Zahl nimmt alle elf Jahre ab und reduziert zyklisch die Sonnenstrahlung. Immer wieder gibt es auch besonders schwache Sonnenzyklen — und der Tambora-Ausbruch fiel genau in eine solche Zeit.

Patric Seifert blickt derweil gespannt in die Zukunft. Seit dem Ausbruch des Pinatubo 1991 ist die Technik zur kontinuierlichen Beobachtung von Vulkanaerosolen weit fortgeschritten. Die Daten des Ausbruchs von Eyjafjallajökull 2010 auf Island sind vollständig ausgewertet. Der Ausbruch legte zwar den europäischen Flugverkehr lahm, nahm aber keinen Einfluss aufs Klima. Er war vergleichsweise klein und seine Asche schaffte es nur bis in die Troposphäre, die in etwa zwölf Kilometern Höhe endet.

Seifert und seine Kollegen sind für den nächsten Vulkan gewappnet, der seine Asche nach Europa schickt. Aktiv sind jedes Jahr 50 bis 60 Vulkane. Doch gewaltige Eruptionen wie Kuwae und Tambora erlebt die Menschheit nur alle 500 Jahre.





48



**Man könnte
genauso gut eine
Münze werfen.**



Obwohl sie in der Praxis wenig verlässlich sind, investieren Staaten Unsummen in Raketenabwehrsysteme. Der Politikwissenschaftler Marco Fey erklärt, warum.

LEIBNIZ Für Vladimir Putin gefährden die Raketenabwehrpläne der NATO die Weltsicherheit, China erwägt wirtschaftliche Sanktionen gegen Südkorea, weil die USA dort Teile ihres Abfangschirms installieren. Warum fühlen sich Staaten von Raketenabwehrsystemen bedroht, geht es nicht um Verteidigung?

MARCO FEY Eigentlich sind das rein defensive Systeme, insofern mag die Aufregung überraschen. Aber wenn man sich die größere Gleichung der strategischen Stabilität anschaut, wird schon klarer, warum sie durchaus als bedrohlich wahrgenommen werden können. Die Raketenabwehr kommt darin gleich doppelt ins Spiel: Zum einen kann sie die eigenen Vergeltungswaffen schützen, zum anderen die wenigen Waffen abfangen, die dem Gegner nach einem nuklearen Erstschlag bleiben.

Im Kalten Krieg spielte das Ausbalancieren solcher Gleichgewichte eine zentrale Rolle. Ist die Raketenabwehr ein Kind dieser Zeit?

Sie ist im Grunde so alt wie das Zeitalter der ballistischen Raketen selbst. Die Entwicklung begann nach dem Zweiten Weltkrieg, akut wurde es in den 1950er Jahren mit dem »Sputnik-Schock«. Die Sowjets schossen einen Satelliten ins All, den Amerikanern war klar, dass sie mit dieser Technologie auch eine ballistische Rakete über den Atlantik feuern konnten. Sie investierten in den Aufbau eines Abwehrschirms — und die Sowjets taten es ihnen gleich.

Der Auftakt zu einem Wettrüsten.

Es hat sich immer weiter hochgeschaukelt. Irgendwann überlegten amerikanische Nuklearstrategen, ob sich so etwas wie ein »Gleichgewicht des Schreckens« einpendeln ließe. Ihre Idee: So lange wir uns gegenseitig zerstören können, herrschen Stabilität und Frieden. 1972 verpflichteten sich die Großmächte aus diesem Grund, keine landesweiten Raketenabwehrschirme aufzubauen. Erst Ronald Reagan rüttelte am sogenannten ABM-Vertrag, den George W. Bush 2002 schließlich kündigte. Seitdem tüfteln die USA kräftig an ihrer Abwehr.

Die Spannungen zwischen Ost und West haben zuletzt wieder zugenommen. Russland drohte mehrfach, mit Aufrüstung auf die Abwehrpläne der USA reagieren zu wollen.

Die Russen betrachten den Aufbau der amerikanischen Raketenabwehr als Gefahr, auch wenn die gegenwärtige Technologie keine Bedrohung für ihre Nuklearwaffen darstellt. Sie argumentieren wohl nicht völlig zu Unrecht, dass man nie wissen könne, welche technologischen Durchbrüche es geben wird und wie sich die politischen Verhältnisse in Washington entwickeln werden. Raketenabwehr ist ein Hauptgrund dafür, dass es in den Beziehungen der USA und Russlands seit Jahren bergab geht.

Gibt es denn auch von russischer Seite Ambitionen, sich zu schützen?

Die Russen haben ein Raketenabwehrsystem aus Zeiten des Kalten Krieges. Der ABM-Vertrag erlaubte es ihnen, einen Ort im Land zu schützen — die Hauptstadt oder einen Raketenstapel. Das System ist nach wie vor um Moskau stationiert und wir wissen, dass Russland nicht nur seine Raketen- und Nuklearwaffenarsenale modernisiert, sondern auch seine Abwehr. Auch die Chinesen basteln an einem System. Beide nennen die Aktivitäten der USA als Hauptgrund ihrer Investitionen.

»

Kim-Jong Un wird heute deutlich besser schlafen.

«

Der US-Rüstungsexperte Stephen Schwartz charakterisiert die amerikanische Raketenabwehr als Programm, das nicht funktioniert, sich gegen eine nicht-existente Gefahr richtet und mit Geld aufgebaut wird, über das man nicht verfügt. Hat er Recht?

50

Zumindest zwei seiner Punkte sind ziemlich treffend. Seit den 1990er Jahren ist in den USA, chronischen Haushaltsdefiziten zum Trotz, ein Heidengeld in das System geflossen. Mittlerweile sind es über 50 Milliarden Dollar. Die Testbilanz liegt dabei bestenfalls bei 50 Prozent erfolgreicher Abschüsse — und das nicht einmal unter realistischen Einsatzbedingungen. Man könnte genauso gut eine Münze werfen.

Was bedeutet das für den Fall eines
— sagen wir — nordkoreanischen Angriffs?

Die meisten Experten bezweifeln, dass die USA ihr Gebiet verteidigen könnten. Um eine einzige nordkoreanische Rakete zu zerstören, müsste man ihr vier bis fünf Abwehrraketen entgegenschicken. Bei derzeit lediglich 36 in Alaska und Kalifornien stationierten Geschossen kann man sich ausrechnen, wie viele Raketen bestenfalls abgefangen werden könnten.

Hat Schwartz auch recht, wenn er eine derartige Bedrohung in Frage stellt?

Die Nordkoreaner haben uns insoweit überrascht, als sie scheinbar in der Lage sind, eine Interkontinentalrakete gegen USA zu schießen. Ob diese punktgenau treffen, nukleare Sprengköpfe tragen und den Wiedereintritt in die Atmosphäre überstehen könnte, ist fraglich. Einige Experten bejahen es, andere sagen, dass es noch ein paar Jahre dauern wird. Klar ist: Die Bedrohung entwickelt sich. Aber auch: Raketenabwehr kann nie die alleinige Antwort darauf sein.

Warum investieren die USA dennoch Milliarden?

Es ist schwer, ein Programm zu stoppen, das schon Unsummen verschlungen hat. Und der Glaube, alle politischen Probleme technologisch lösen zu können, ist in den USA sehr ausgeprägt.

Die Alternative wären diplomatische Lösungen?

Rüstungskontrolle und Abrüstung. Die Zahl der nuklearen Sprengköpfe muss weiter runtergehen. Nur so kann auch die Gefahr eines unbeabsichtigten Abschusses reduziert werden. Im Kalten Krieg identifizierte das russische Frühwarnsystem mal einen norwegischen Wetterballon als heranführende Nuklearrakete, mal einen Schwarm Fluggänse. Hätten die handelnden Personen nicht besonnen reagiert, hätten wir einen Nuklearkrieg erlebt. Die Idee, dass atomare Abschreckung dauerhaft fehlerfrei funktioniert, ist im Grunde verrückt.

Wie ist die Situation in Europa?

Die NATO hat den Schutz ihres Gebiets vor ballistischen Raketen zu einer ihrer Kernmissionen erklärt. Dabei geht es allerdings um Kurz- und Mittelstreckenraketen, die effektiver abgefangen werden können als Langstreckenraketen. Jedes Land soll seine Abwehrfähigkeiten beisteuern. Die Bundeswehr ist mit ihren relativ zuverlässigen, aber alten Patriot-Raketen beteiligt. Bald soll ein neues System namens MEADS sie ablösen.

Wovor soll es uns denn schützen?

Die Bundesregierung geht davon aus, dass heute 30 Staaten ballistische Kurz- oder Mittelstreckenraketen herstellen können, bis 2030 wird dieser Club noch mehr Mitglieder haben. Man will vorbereitet sein. Persönlich halte ich die Bedrohung für relativ abstrakt.

In Osteuropa dürfte man das anders sehen.

Polen, Rumänien und andere Länder des ehemaligen Ostblocks haben ein anderes Bedrohungsgefühl, gerade aufgrund der angespannten Lage mit Russland. Diesen Staaten ist wichtig, dass sich amerikanische Soldaten und Installationen, etwa Raketenabwehr, auf ihrem Gebiet befinden. Nur das — so die Überlegung — könne einen Überfall Russlands sicher verhindern.

Wie sieht die Zukunft der Raketenabwehr aus?

Denkbar sind zum Beispiel auf Drohnen installierte Hochleistungslaser. Sie könnten nah an die Abschussrampen des Gegners heranfliegen und Raketen schon beim Start zerstören. In nicht allzu ferner Zukunft werden wir außerdem Versuche der USA sehen, Teile der Raketenabwehr ins Weltall zu verlagern. Eine weitere Entwicklung ist seit Jahren im Gange: Raketen sind die Waffe des kleinen Mannes geworden.

Wie meinen Sie das?

Auch kleine Staaten können Raketen bauen — und so einen Angriff militärisch überlegener Staaten abschrecken. Das dürfte Kim-Jong Uns Hauptmotiv für sein Raketen- und Nuklearprogramm sein: Er will eine ultimative Lebensversicherung, die er in seinen Augen nur bekommt, wenn er amerikanische Städte mit nuklearbestückten Langstreckenraketen bedrohen kann. Kim wird heute deutlich besser schlafen als vor ein paar Jahren, als er ständig mit einem Enthauptungsschlag rechnen musste.

Wie oft klingelt Ihr Telefon, seit seinem erfolgreichen Langstreckentest im August?

Es wird vermehrt Expertise im Bereich Raketenabwehr nachgefragt. Eventuell sehen wir bald den allerersten real-weltlichen Einsatz eines Raketenabwehrsystems, nämlich dann, wenn Nordkorea Raketen in Richtung des US-Außengebiets Guam abschießt. Ich hoffe, dass es nicht so weit kommt, denn das Eskalationspotential ist enorm. Laut der Theorie des nuklearen Gleichgewichts ist die aktuelle Konstellation besonders gefährlich, weil Nordkoreas nukleares Arsenal noch sehr verwundbar ist. Das könnte Kim verleiten, es im Ernstfall möglichst früh einzusetzen. Er könnte die Drohgebärden der USA falsch perzipieren und etwa einen Bomberüberflug für einen startenden Erstangriff der USA halten. Das bereitet mir im Moment schon große Sorgen.



MARCO FEY

ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Leibniz-Institut Hessische Stiftung Friedens- und Konfliktforschung. In seiner Doktorarbeit untersucht er die amerikanische Raketenabwehrpolitik zwischen 1995 und 2014.

THERMOSPHERE

MESOSPHERE

STRATOSPHERE

EXOSPHERE

Himmel, Sonne und Luft zählen zu den GEMEINGÜTERN. Sie stehen grundsätzlich jedem zur Verfügung.

Manche Anbieter tragen gegen Geld STERNENNAMEN in Register ein. Offiziell darf jedoch einzig die Internationale Astronomische Union Sternennamen zuweisen. Die meisten Himmelskörper erhalten eine Katalognummer.

Kilometer

52

10.000-500	500-80	80-50	50-15	15-0
------------	--------	-------	-------	------

Wem gehört der Himmel?

Er thront über allen Köpfen — und wird für vieles genutzt. Nach welchen Regeln? Ein Überblick.

Konzept MARIA LATOS

Quellen: BGB, BMUB, BMVI, DAVVL e.V., DFS, Europäische Kommission, IAU, IZW, NASA, UBA, Vogel&Natur

Mit RADIOWELLEN können Sprache, Bilder und andere Daten übertragen werden. Die Bundesnetzagentur regelt, wer welche Frequenz nutzen darf. Für Geräte wie Babyphone gibt es Allgmeinzuteilungen. Mobilfunkanbieter brauchen Lizenzen, für die sie Unsummen ausgeben. Legendär ist die Versteigerung der UMTS-Lizenzen: für 50 Milliarden Euro.

Nach internationalem Recht regeln die Staaten, wer ihren Luftraum nutzen darf. Sie können ÜBERFLUGRECHTE und Luftsperrgebiete aussprechen. In Deutschland gehört die Luft über einem Grundstück dem Eigentümer. Sein Recht wird aber per Gesetz beschnitten, sodass er Flüge über sein Haus nicht verbieten kann.

Mehr als 20.000 Objekte von mindestens zehn Zentimetern Durchmesser kreisen um die Erde, vor allem defekte Satelliten und Raketenteile. Hinzu kommen etwa 500.000 murmelgroße Splitter. Heute ist niemand für den WELTRAUMSCHROTT zuständig. Bald sollen Satelliten aufräumen.

1.300

aktive SÄTELLITEN kreisen um die Erde.



REKORDHÖHE
Sperbergeier:
11.200 m

Die TIERE nutzen den Himmel schon länger als wir. Heute ist er für Vögel aber auch eine Gefahrenzone: In Deutschland gibt es jährlich etwa 1.500 Vogelschläge durch Flugzeuge.

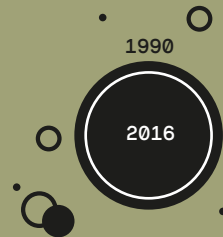
<u>HÖCHSTTEMPO</u>	<u>AUSDAUER</u>
Wanderfalke: 390 km/h	Pfuhlschnepfe: 10 h am Stück, 10.000 km

400.000

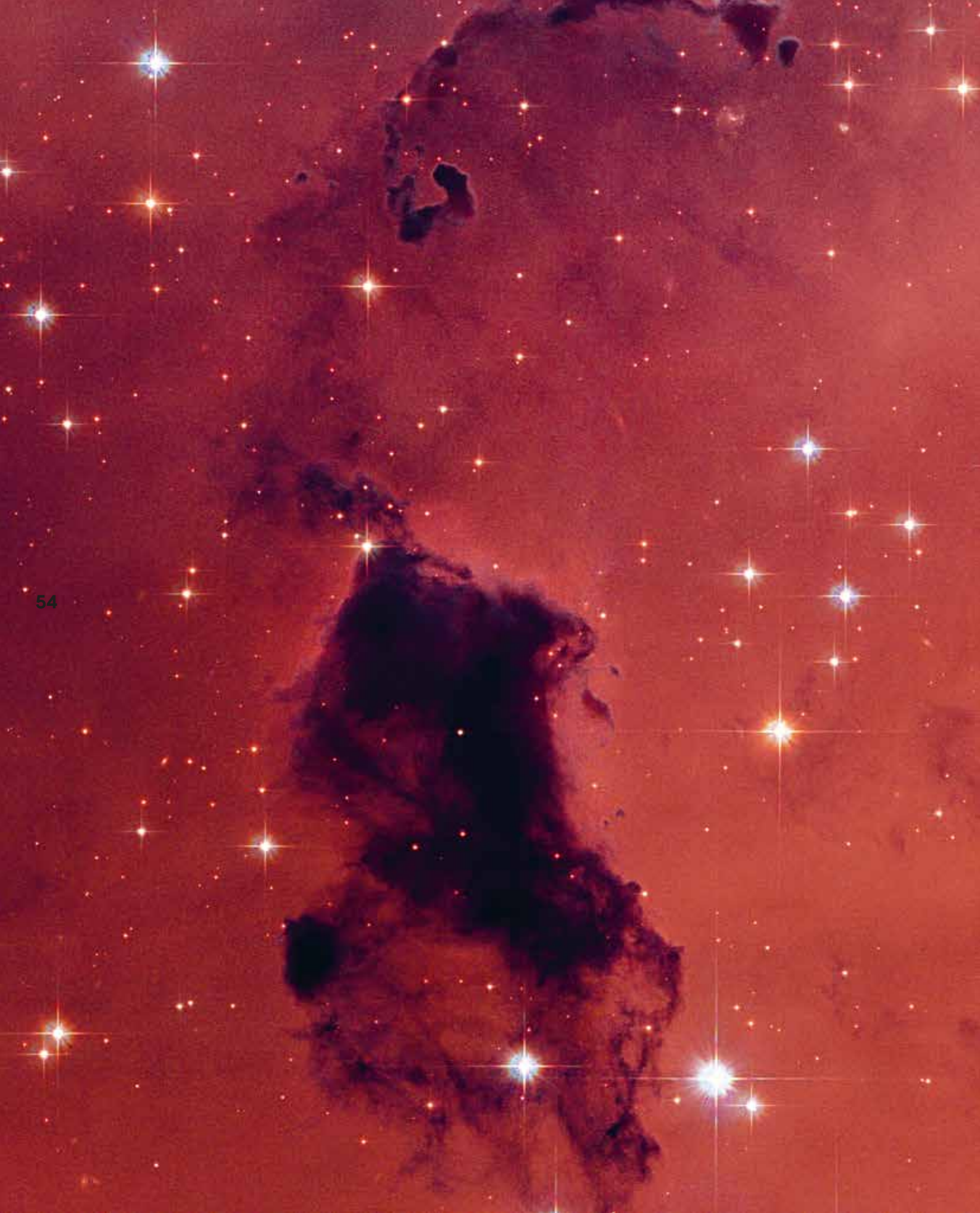
DROHNEN fliegen über Deutschland. Bis Ende des Jahrzehnts wird sich ihre Zahl verdreifachen. Im Oktober wurde der »Drohnenführerschein« eingeführt, auch um Unfälle zu vermeiden. Über Flughäfen, Menschenmengen und Gebäuden wie dem Bundestag ist das Fliegen verboten.



Im Kyoto-Protokoll regulieren Emissionsrechte, wie viele ABGASE ein Land in den Himmel pusten darf. Wer die Ziele übertrifft, verkauft Rechte; wer sie verfehlt, kauft hinzu. Jedoch sind nur 38 Industriestaaten Teil des Handels. Im Übereinkommen von Paris, das 2016 in Kraft trat und auf Kyoto folgt, verpflichten sich fast alle Staaten der Welt dem Zwei-Grad-Ziel.

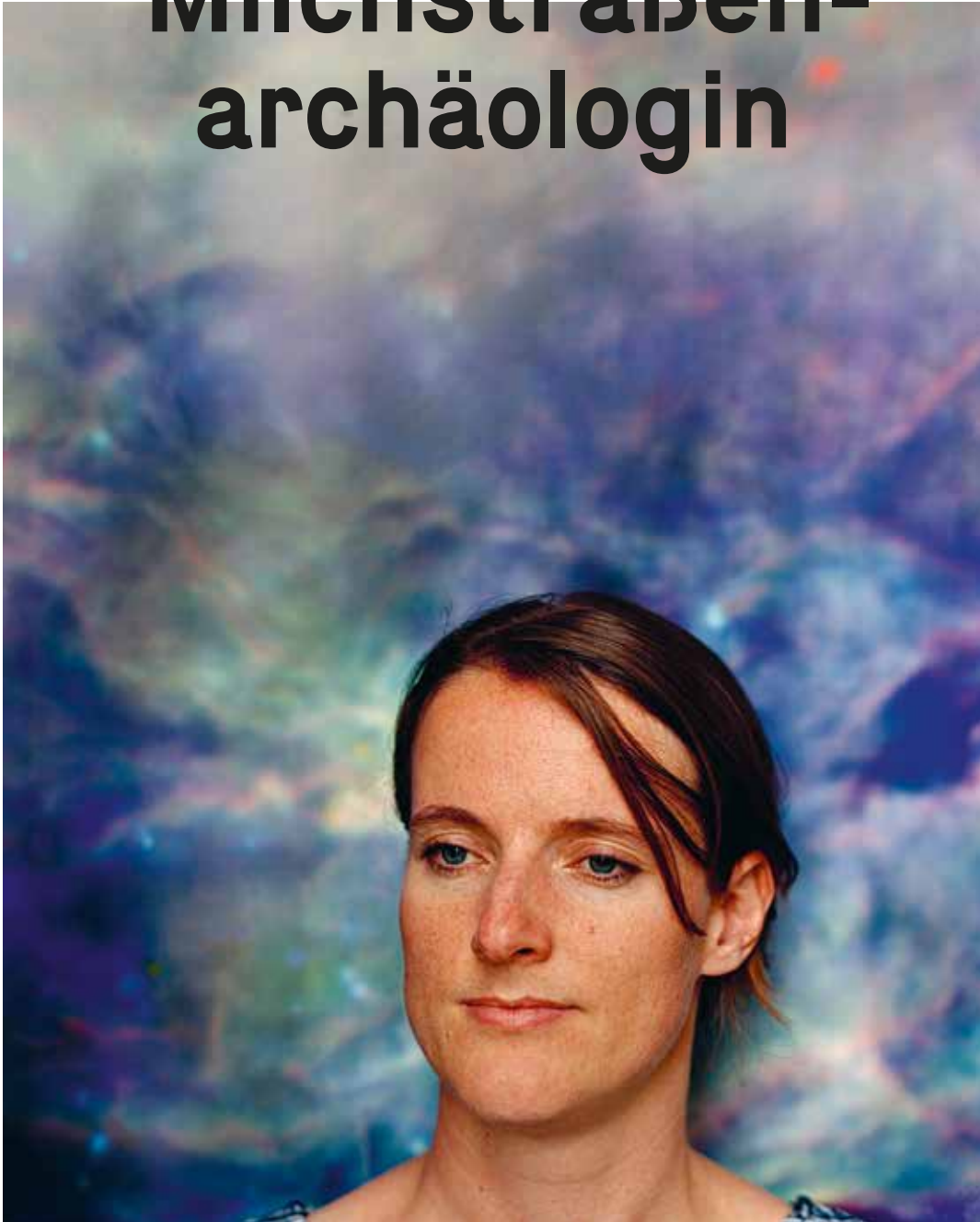


In diesem Zeitraum haben die Treibhausgasemissionen um etwa 27% abgenommen — zuletzt sanken sie jedoch kaum.



54

Die Milchstraßen- archäologin



Sie ist unsere Heimatgalaxie. Else Starkenburg will herausfinden, wie die Milchstraße entstanden ist. Dazu sucht sie nach ihren ältesten Sternen.

56

»Am Anfang war der Wasserstoff«, sagt Else Starkenburg. Ein fast biblischer Satz. Nicht mit dem Wort, wie es im Neuen Testament heißt, fing für die Astrophysikerin also alles an, sondern mit jenem farblosen Gas, dem chemischen Element »H«, dem die Erfinder des Periodensystems die Ordnungszahl »1« zuwiesen.

Else Starkenburgs schmales, lichtdurchflutetes Büro im Leibniz-Institut für Astrophysik in Potsdam-Babelsberg hat absolut nichts Sakrales. Funktionale Möbel, ein Schreibtisch, darauf ein Telefon, ein PC und ein Laptop. Und dennoch befasst sich Starkenburg hier mit fundamentalen Fragen. Fragen, die philosophischer kaum sein könnten und zu denen dieser biblische Satz vom Anfang gut passt. Sie will verstehen, wie alles begann. Damals, vor 13,8 Milliarden Jahren, nach dem Urknall, der in der modernen Kosmologie den Beginn des Universums markiert. Dazu sucht sie nach den allerersten Sternen.

»Am meisten fasziniert mich, dass sie so weit weg sind«, sagt die holländische Forscherin. »Wir können nicht einfach zu den Sternen fliegen und eine Probe nehmen. Aber trotzdem versuchen wir, ihre Entstehung zu rekonstruieren — anhand dessen, was von ihnen übrig ist.«

Else Starkenburg ist 33 Jahre alt, Potsdam ihre dritte Station. Bevor sie 2014 hierher kam, hat sie im niederländischen Groningen studiert und forschte zweieinhalb Jahre in Kanada. Ihr Forschungsgegenstand ist die Milchstraße, die Heimatgalaxie unseres Sonnensystems. Was wir bisweilen als hell leuchtendes Band am Nachthimmel sehen können, ist von außen betrachtet eine flache Scheibe, die aus

Milliarden von Sternen besteht. »Man muss sich die Erde wie eine von sehr vielen Rosinen in einem flachen Pfannkuchen vorstellen«, sagt Starkenburg. »Weil wir mittendrin sitzen, sehen wir nicht den Pfannkuchen, sondern nur die Rosinen um uns herum.« Das sei kein Nachteil, denn so könne man die Milchstraße sehr ausführlich beobachten und verstehen, wie Galaxien ganz allgemein entstehen.

Wenn Else Starkenburg erklären möchte, worin ihre Arbeit besteht, zieht sie sich eine schwarze Outdoorjacke über die bunte Bluse, marschiert über das weitläufige Gelände des Instituts und bittet in das Medien- und Kommunikationszentrum. In einem kleinen Vorführraum im Keller hat ein Kollege auch schon zwei Virtual-Reality-Brillen bereitgelegt. »Ein Stern behält seinen chemischen Fingerabdruck sein ganzes Leben lang«, erklärt Starkenburg. Und: Je weniger Masse er habe, desto länger bleibe er bestehen. Für das Forscherteam ist das ein glücklicher Umstand. »Wir können alte Sterne nutzen, um die Vergangenheit zu untersuchen.« Im Grunde sei es eine Art galaktische Archäologie — sie selbst Milchstraßenarchäologin.

Das Alter der Sterne bestimmt Starkenburg anhand ihrer chemischen Zusammensetzung. Um die Kniffe dieses Ansatzes zu verstehen, ist aber erstmal eine Einführung in die Kosmologie nötig. Starkenburg zieht sich eine der Brillen übers Haar und lehnt sich in ihrem Stuhl zurück. Dann startet sie die Simulation »Sterne«.

Ein dreidimensionales samt-schwarzes Universum tut sich auf. Darin wirbeln orangefarbene und violette Lichtpunkte wie fliegende Funken um einen sich um die eigene

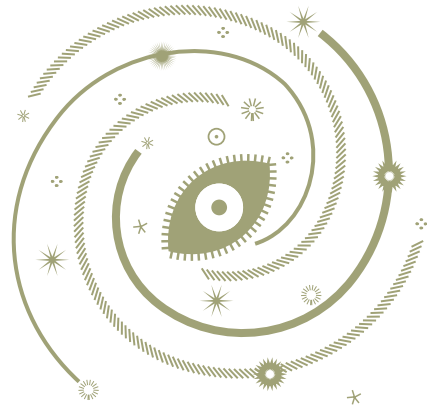
Achse drehenden Kern. »Im Universum funktioniert alles nach den Gesetzen der Gravitation«, erklärt Starkenburg, während in der Simulation immer mehr Lichtpunkte um den Kern kreisen. »Ich stelle mir das immer vor wie beim Geld. Wer schon viel hat, dem fällt es leichter, neues zu akkumulieren. So ist das auch mit der Materie im All.«

Entscheidend sei das Gleichgewicht, die Balance zwischen der Anziehung, die vom Kern ausgeht und dem Gasdruck, der durch die Kernfusion entsteht, die einen Stern am Leben hält. »Solange es besteht, strahlt der Stern.« Erst wenn nicht mehr ausreichend Elemente für die Fusion vorhanden sind, gerät das Gleichgewicht aus der Balance. Der Stern zerfällt. Am Ende kommt es zu einer Supernova: Eine Explosion schleudert die neu entstandenen schwereren chemischen Verbindungen ins Universum. Dann beginnt alles von vorne, nur dass dieses Mal auch die neuen, komplexeren Elemente in der nächsten Gaswolke enthalten sind. Eine neue Sternengeneration ist geboren.

»Wir gehen davon aus, dass die allerersten Sterne aus nur drei gasförmigen Elementen bestanden«, sagt Starkenburg, »Wasserstoff, Helium und ein wenig Lithium.« Einen solchen Stern habe bislang noch kein Forscher entdeckt. »Sterne der ersten Generation sind für uns deshalb so etwas wie der Heilige Gral.« Was jedoch gefunden wurde, sind etwa zwei Dutzend Sterne, bei denen Wissenschaftler davon ausgehen, dass sie zu den frühen Sternengenerationen gehören – nicht zur ersten zwar, aber möglicherweise zur zweiten oder dritten. Starkenburg hofft, dass es unter den Trilliarden von Sternen im Universum noch weitere gibt. »Sie sind schwer zu finden«, sagt sie. Aber genau das sei ihr Ziel.

»Es hat etwas Magisches«, sagt Starkenburg und nimmt die Brille ab. »Letztlich hat alles Leben mit den ersten drei Elementen seinen Anfang genommen.« Sie hält inne. »Im Grunde besteht das gesamte Universum aus Sternentstaub, also auch wir Menschen.« Es fasziniere sie, dass ihre Arbeit sie immer wieder an die Grenzen der Wissenschaft führe, sagt Starkenburg. Wie war das Universum nach dem Urknall beschaffen? Wie haben sich darin Sterne und Galaxien gebildet? Oder: Woraus besteht die »dunkle Materie«, ohne die im Standardmodell der Kosmologie die Bewegung der sichtbaren Materie nicht erklärt werden kann?

»Ich mag diese großen Fragen«, sagt Starkenburg, »weil sie einen aus dem Klein-Klein der täglichen Arbeit erheben. Es macht Spaß, von Zeit zu Zeit darüber nachzuden-



STERNENBAND

Alle rund 6.000 Sterne, die wir mit bloßem Auge am Nachthimmel ausmachen können, sind Teil von ihr. Auch unser Sonnensystem zählt dazu und mit ihm die Erde. Insgesamt bilden 100 bis 300 Milliarden Sterne und riesige Mengen interstellarer Materie die Milchstraße, die es auf 400 Milliarden Sonnenmassen und einen Durchmesser von 100.000 Lichtjahren bringt. Sie hat die Form einer Scheibe, in deren Zentrum ein Balken aus besonders vielen Sternen sitzt, von dessen Enden sich spiralförmige Arme wegdrehen. Ihren Namen verdankt die Milchstraße ihrer Erscheinung: Als helles Band zieht sie sich in dunklen Nächten über das Firmament. Schätzungen gehen davon aus, dass sich das Milchstraßensystem vor 13,6 Milliarden Jahren bildete. »Kurz« nach Entstehen des Universums, das sich wahrscheinlich aus mehr als einer Billion Galaxien zusammensetzt.

ken und sich immer wieder daran zu erinnern, wie winzig wir Menschen im Vergleich zum Universum sind.« Als Wissenschaftlerin sei sie es dabei gewohnt, auf viele Fragen keine Antwort zu haben. Dieses Nichtwissen gelte es auszuhalten. »Ich kann verstehen, dass Menschen angesichts dieser Fragen Antworten im Spirituellen suchen«, sagt sie. Ihr selbst sei das noch nicht passiert. »Ich halte es lieber so: Niemand hat genug Erkenntnisse, um genau zu wissen, wie alles begann – auch nicht die Religion.«

Starkenbourg geht mehrmals im Jahr mit verschiedenen Teleskopen auf die Suche nach den ersten Sternen. Sie stehen nicht in Potsdam, sondern zum Beispiel in der chilenischen Atacama-Wüste und auf der Kanareninsel La Palma. »Dort ist es viel dunkler als in Berlin«, sagt Starkenbourg. Die Atmosphäre sei ruhiger und erzeuge so weniger Lufttrübungen, die die Ergebnisse verfälschen.

Das chilenische Teleskop ist so kompliziert, dass es nur von den Experten vor Ort bedient wird. Im Observatorium auf La Palma dagegen müsse man noch alles selbst machen, sagt Starkenbourg. Wenn die Sonne untergeht, bereiten die Forscher das Teleskop vor und stellen sicher, dass alle Geräte funktionieren, erst dann öffnen sie die Kuppel. Flüssiger Stickstoff kühlt die Instrumente, ein Spektrograf zerlegt das Licht in seine Farben, sodass exakte Aufnahmen der Sterne entstehen, die für die Potsdamer besonders interessant sind.

Konkret sind das für Starkenbourg besonders alte Sterne, die nur wenige schwere Elemente besitzen. Sichtbar wird die Zusammensetzung der chemischen Elemente in einer Spektralfotografie. Darauf sind sie als dunkle Striche zu erkennen. Kalzium lasse sich in dieser Darstellung besonders leicht ablesen, erklärt Starkenbourg. Deshalb guckt sie sich immer zuerst die Kalziumkonzentration eines Sterns an.

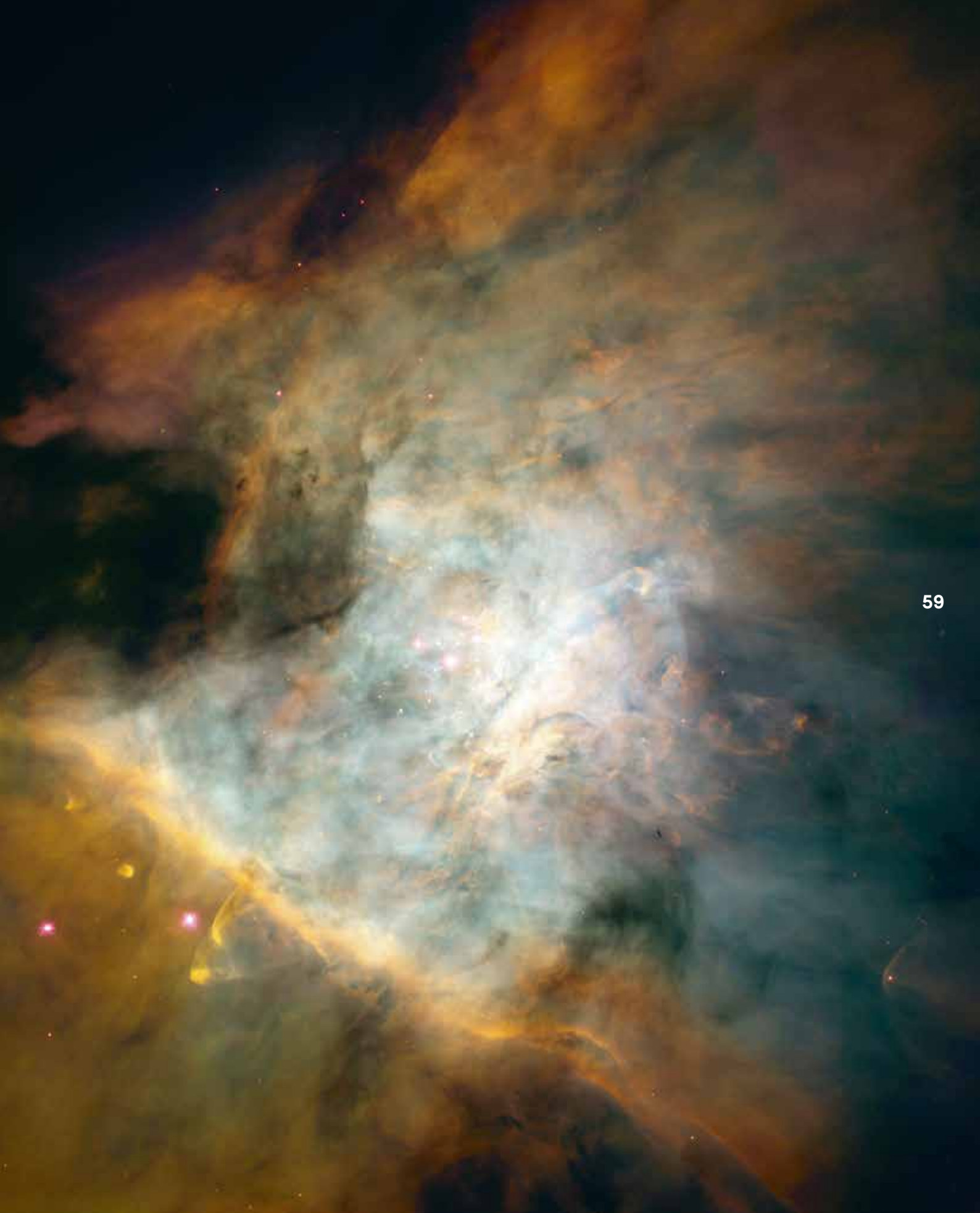
Zurück in ihrem Büro klappt sie den Laptop auf und ruft einen der etwas mehr als 1.000 Sterne auf, die sie und ihr Team im Moment untersuchen. Seine Darstellungsform auf Starkenbourgs Laptop könnte unscheinbarer nicht sein: eine weiße Linie auf schwarzem Grund.

Die Forscherin ist trotzdem begeistert. Sie deutet auf einen Ausschlag des Graphen in der linken unteren Ecke des Bildschirms. »Hier ist die Kalziumlinie viel kleiner als die Wasserstofflinie. Das bedeutet, dass dieser Stern sehr alt sein könnte.« Vielleicht gehört er tatsächlich zur zweiten Generation? Es wäre ein Durchbruch.

Erst wenn Starkenbourg und ihre Kollegen mehrere dieser frühen Sterne gefunden haben, kann die qualitative Analyse beginnen. »Dann können wir womöglich bestimmte Muster erkennen, die uns verraten, wie sie entstanden sind.« Es sei immer wieder spannend, all diese Sterne zu betrachten, sagt Else Starkenbourg dann und schaut vom Bildschirm auf. »Zu wissen: Du bist gerade der erste Mensch, der das erblickt.«

»
**Man muss sich
 die Erde wie
 eine Rosine im
 Pfannkuchen
 vorstellen.**

«



F
all
bei
sp
iel

1



e

Sie erzählen Geschichten über das All — und haben den Lauf der Welt verändert. Der Mineraloge Ansgar Greshake hat uns einen Blick in die Meteoritensammlung des Berliner Naturkundemuseums gewährt.

Text ANSGAR GRESHAKE Fotos ANTJE PETERS

2



3

62



¹ K R A S N O J A R S K

Der Dorfschmied schlug ihn mit dem Hammer in Stücke. Dabei lösten sich vor allem die grünbraunen Olivinkristalle aus der etwa 700 Kilogramm schweren Hauptmasse des Stein-Eisen-Meteoriten »Krasnojarsk«, der 1749 in Sibirien gefunden wurde. Nur ein Metallskelett blieb übrig. Krasnojarsk ist der erste Meteorit, der wissenschaftlich beschrieben wurde. Der deutsche Naturforscher Peter Simon Pallas legte seine Beobachtungen 1772 schriftlich vor. Ihm zu Ehren wird die Gruppe der Stein-Eisen-Meteoriten heute auch als Pallasite bezeichnet.

A L L E N D E

In hunderten Bruchstücken regnete er am 08. Februar 1969 um 01:05 Uhr im Norden Mexikos vom Himmel. Insgesamt 2.000 Kilogramm Gestein verteilten sich auf einer Fläche von 150 Quadratkilometern. »Allende« weist unregelmäßige weißliche Mineraleinschlüsse auf, die mit einem Alter von 4,57 Milliarden Jahren die ältesten festen Bestandteile unseres Sonnensystems darstellen. In unserer Sammlung ruht damit eines der bedeutendsten Objekte der Meteoriten- und Planetenforschung. Allende lieferte bahnbrechende Erkenntnisse über die Entstehung des solaren Urnebels und die Bildung der festen Materie, aus der die Urplaneten entstanden. Besonders faszinierend sind die winzigen Kristalle von Diamant und Siliziumkarbid in seinem Innern. Die chemische Analyse zeigt, dass sie von kohlenstoffreichen Nachbarsternen stammen und durch eine Supernova-Explosion in den solaren Urnebel geschleudert wurden.

N A K H L A

Der Marsmeteorit ging am 28. Juni 1911 nahe der ägyptischen Stadt Abu Hommos in einem Schauer von etwa 40 Steinen nieder, die zusammen gut zehn Kilogramm wogen. »Nakhla« ist ein überaus wichtiger Zeuge: Er enthält Tonminerale, die sich nur in Verbindung mit Wasser bilden konnten. Damit belegt der Meteorit, dass auf dem Mars noch vor 1,3 Milliarden Jahren Wasser geflossen ist.

² H E N B U R Y

Seine Fragmente steckten noch in den Kratern. 1931 fand man den Eisenmeteoriten »Henbury« im Northern Territory Australiens, wo er mit mehr als 2.000 Kilogramm Gesamtgewicht eingeschlagen war. Gut sichtbar sind die sogenannten Regmaglypten: Vertiefungen, die beim Eintritt in die Erdatmosphäre aus seiner Oberfläche abgeschmolzen sind.

64

³ E N S I S H E I M

Am 07. November 1492 schlug der 127 Kilogramm schwere Steinmeteorit »Ensisheim« mittags um halb Zwölf im Elsass ein. Es handelt sich um den ältesten exakt dokumentierten Meteoritenfall in Europa. Das von einer Lichterscheinung und lautem Donner begleitete Naturereignis erregte großes Aufsehen. Zahlreiche Augenzeugen beobachteten den Niedergang des Meteoriten. Anschließend ketteten sie ihn aus Angst vor den bösen Mächten, die von ihm ausgehen könnten, in der Pfarrkirche des Dorfes Ensisheim an, dem er seinen Namen verdankt.

O R G U E I L

»Orgueil« gehört zu einer Gruppe sehr ursprünglicher Meteorite, deren Beschaffenheit sich seit der Entstehung unseres Sonnensystems kaum verändert hat. Seine chemische Zusammensetzung ähnelt so sehr der unserer Sonne, dass sie von Forschern als Referenzstandard für den Stern verwendet wird. Orgueil war Teil eines Meteoritenschauers, der am Abend des 14. Mai 1864 im französischen Tarn-et-Garonne vom Himmel fiel. Von seinen insgesamt 20 Steinen liegen heute etwa 14 Kilogramm in Sammlungen auf der ganzen Welt, 125 Gramm davon bei uns in Berlin.

⁴ S T A N N E R N

Einige der 66 Stücke des Meteoriten »Stannern« zeigen eine schwarzglänzende Schmelzkruste. Sie ist beim Eintritt in die Erdatmosphäre entstanden, teilweise sind sogar noch Fließspuren zu erkennen. Stannern, der im Mai 1808 in der heutigen Tschechischen Republik niederging, ist ein Basalt, also ein vulkanisches Eruptivgestein. Mit großer Wahrscheinlichkeit stammt er von »Vesta«, dem mit rund 516 Kilometern Durchmesser zweitgrößten Asteroiden in unserem Sonnensystem.

Meteoriten

Kleine kosmische Körper treffen die Erde häufig. Meist zerbrechen sie in der Atmosphäre, ihre Einzelteile fallen oft als faustgroße Meteorite zu Boden oder verglühen als Sternschnuppen. Doch nicht alle Kollisionen verlaufen glimpflich: Vor 60 Millionen Jahren hat der Einschlag eines kilometergroßen Asteroiden vermutlich die Dinosaurier ausgelöscht. Heute würde eine vergleichbare Kollision die gesamte Menschheit bedrohen. Für die Europäische Weltraumorganisation haben das Museum für Naturkunde (MfN) und weitere Forschungsinstitute die möglichen Auswirkungen untersucht. »Noch in hunderten Kilometern Entfernung würde alles Brennbare Feuer fangen«, sagt Kai Wünnemann, der am MfN die Abteilung Impakt- und Meteoritenforschung leitet. »Verdampfendes Gestein würde Treibhausgase freisetzen und das Klima verändern.«

4



Zwischen Himmel

Ein sprachwissenschaftlicher Blick auf das Wort »Himmel« verrät so einiges über unser Verhältnis zu dem blauen Gewölbe. Eine Annäherung.

Erkundungen eines Linguisten beginnen oft bei der Frage nach dem Ursprung eines Wortes. Beim Himmel gibt es darauf viele Antworten, denn die Forschung ist sich uneins und etymologische Wörterbücher dokumentieren unterschiedliche Strömungen. Der Germanist Hermann Paul nennt in seinem »Deutschen Wörterbuch« um 1900 das althochdeutsche *hemidi* (»Hemd«) und das altisländische *hamarr* (»Hammer« oder auch »Stein«) als mögliche Wurzeln; der Himmel wäre demnach »das Bedeckende« oder ein »steinernes Gewölbe«. Die Gebrüder Jacob und Wilhelm Grimm, die neben Märchen wie Paul ein »Deutsches Wörterbuch« geschrieben haben, erkennen im Altsächsischen (*hean*), im Angelsächsischen (*heofon*), im Englischen (*heaven*) sowie im Niederdeutschen (*heben*) die Wurzel *hab*, die man auf die Verben »heben« und »halten« zurückführen kann. Der Himmel könne »als umschlieszer, halter der erde bezeichnet« werden. Gehe man von der Wurzel *ham* (»decken«) aus, wäre er das »Dach der Erde«.

Das Grundwort »Himmel« prägt die deutsche Sprache in vielgestaltiger Weise. Mit ihm können komplexe Wörter gebildet werden — *Sternen-* und *Nachthimmel* gehören zu den häufigsten. Neben solchen, fest im Wortschatz verankerten Zusammensetzungen finden sich aber auch okkasionelle, nur für einen bestimmten Moment gebildete. Das Bedeutungspotenzial von »Himmel« wird dabei voll ausgeschöpft: Komposita wie *Stadthimmel* nehmen auf seine wörtliche Bedeutung als scheinbar blaues Gewölbe über dem Horizont Bezug. Häufig geht es um die Färbung des Himmels zu einer bestimmten Zeit, etwa beim *Septemberhimmel*. Auf die ursprüngliche Bedeutung als »Bedeckendes« sind Komposita wie der *Autohimmel* zurückzuführen, in de-

nen »Himmel« eine stoffliche Überdachung bezeichnet. Man stößt aber auch auf Wörter mit übertragener Bedeutung: Im *Tierhimmel* wird ein Himmel im religiösen Sinne intendiert. *Käsehimmel* oder *Bücherhimmel* referieren auf den Himmel als positiven Ort oder erstrebenswerten mentalen Zustand; der erste Teil des Kompositums drückt aus, in Bezug auf was etwas *himmlisch* ist. In anderen Wörtern wie *Managerhimmel* oder *Weltanschauungshimmel* lässt sich »Himmel« noch allgemeiner als Welt oder als geistiges Universum deuten; ergänzt durch ein »am« (*ein Fixstern am Managerhimmel*) wird oft ein Bezug zum Bild des Firmaments hergestellt.

Redewendungen und Sprichwörter entstehen nicht selten auf Basis von Naturbeobachtungen. Das Wort »Himmel« gehört zu den Schlüsselwörtern dieses Bereichs, die neben anderen Symbolen den Redewendungsschatz vieler Kulturen prägen. Himmel-Wortverbindungen drücken häufig das Konzept von Vollkommenheit und Glückseligkeit aus: Man befindet sich *im siebten Himmel* oder will *die Sterne vom Himmel holen*. Viele dieser Redewendungen entstammen religiösen Kontexten zumeist biblischer Herkunft, die sich auf eine höhere Macht beziehen oder diese anrufen. Wenn etwas *zum Himmel schreit*, war das ursprünglich eine Forderung nach Sühne. Manche Verbindungen thematisieren das zufällige, nicht erwartete Ereignis: *aus heiterem Himmel*. Gegenwärtig beschreiben sie bevorzugt Szenarien, die sich draußen abspielen. Die häufigste Himmel-Redewendung ist *unter freiem Himmel*. Vielfach stellen die Sprechenden mit Himmel-Wendungen einen Kontrast zu Irdischem her — manchmal verbunden mit dem Appell, die eigenen Kräfte realistisch einzuschätzen: *Es ist noch kein Meister vom Himmel gefallen*. Und doch deutet das Wort immer wieder eine Verbindung *zwischen Himmel und Erde* an.

67

und Erde

Die Autorinnen KATRIN HEIN, CHRISTINE MÖHRS & KATHRIN STEYER sind Wissenschaftliche Mitarbeiterinnen am Institut für Deutsche Sprache in Mannheim. Für ihre Spurensuche sind sie in Wörterbücher und die elektronischen Textsammlungen des IDS eingetaucht.



Alles ist erleuchtet

Künstliches Licht erhellt ihn immer mehr. Mit zwei Forschern haben wir hoch in den Nachthimmel geblickt — aus dem Hellen und der Dunkelheit.

Text SEBASTIAN KRETZ & DIRK NORDHOFF
Fotos MILA TESHAIIEVA & FABIAN ZAPATKA



STECHLINSEE, BOOTSHAUS, 19:30 UHR

Der Punkt, an dem Deutschland mit am dunkelsten ist, liegt auf halber Strecke zwischen dem oberhavelländischen Neuglobsow und einem stillgelegten Atomkraftwerk, 90 Kilometer nördlich von Berlin. Die letzten fünf führen durch finstersten Forst zum Stechlinsee. Als am Ufer die Schatten lang werden, zieht sich Mark Gessner einen warmen Pullover über und löst die Leinen.

Das kleine Motorboot gleitet durch glasklares Wasser, auf dessen Oberfläche sich die tief stehende Septembersonne spiegelt. Außer dem Surren des Elektromotors ist kaum ein Geräusch zu hören. Es ist kein Zufall, dass das Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) diesen Ort für seine Nebenstelle gewählt hat: Viel näher an die unberührte Natur kommt man im dicht besiedelten Deutschland nicht heran.

Umso erstaunlicher ist, was genau die Biologen da mitten in den See gebaut haben: Durch die Dämmerung nähert sich das Boot einem achteckigen Gebilde, etwa so groß wie ein Fußballfeld, zusammengesetzt aus 24 Aluminiumringen vom Durchmesser eines Getreidesilos, umfasst von einer über 200 Meter langen Bahn aus schwarzen Kunststoffpontons. Erhöhe sich das Ding und schwebte lautlos zurück ins Weltall: Niemand wäre überrascht.

»Das Seelabor ist eine weltweit einmalige Forschungsplattform«, sagt Gessner, der das IGB kommissarisch leitet und damit auch Herr der 2012 fertiggestellten Aluringe ist. Die mächtigen Metallkreise sind gewissermaßen die oberen Ränder überdimensionierter Reagenzgläser, die von der Hightech-Insel 20 Meter in die Tiefe reichen, bis zum Grund. Während andere Biologen für ihre Experimente eine künstliche Umgebung im Labor erschaffen müssen, untersuchen die IGB-Forscher das Leben in einem wahrhaftigen See. »Wir können hier experimentell Hypothesen testen, indem wir Tiere und Pflanzen in ihrem natürlichem Umfeld gezielt wechselnden Bedingungen aussetzen und beobachten, wie sie darauf reagieren.«

Einer der wichtigsten Fragen, die Gessner und seine Mitarbeiter auf diese Weise beantworten wollen, lässt sich erst in einer guten Stunde sinnvoll nachgehen, wenn das Licht des Tages vollends erloschen ist: Wie verhält sich das Leben im Wasser, wenn der Himmel stockfinster ist — und wie, wenn der Mensch diesen Zustand stört?

»Berliner Mond« nennen Brandenburgs Jäger die Lichtglocke über der Stadt.

BERLIN-ALEXANDERPLATZ, 19:50 UHR

203 Meter und 78 Zentimeter über dem Asphalt des Alexanderplatzes blickt Franz Hölker durch die Panoramafenster des Fernsehturms nach Westen, wo die Sonne untergeht. Oder, besser gesagt: Er sieht dem »Berliner Mond« beim Aufgehen zu. Berliner Mond sagen Jäger aus dem Brandenburgischen zu der milchorangefarbenen Lichtglocke, die 220.000 Straßenlaternen sowie unzählige Autoscheinwerfer, Wohnzimmerlampen und Werbetafeln Nacht für Nacht über die Hauptstadt spannen. Hängt zusätzlich eine reflektierende Wolkendecke über Berlin, leuchtet der Himmel mit der Kraft von mehr als drei Vollmonden.

Hölker ist Biologe am IGB und leitet den interdisziplinären Forschungsverbund »Verlust der Nacht«, in dem Wissenschaftler verschiedener Disziplinen die Auswirkungen künstlichen Nachtlichts untersuchen. Hölker erforscht, wie es sich auf Mikroben, Spinnen, Falter und Fische auswirkt, dass der Mensch seit Beginn der Industrialisierung im 19. Jahrhundert die Nacht immer mehr zum Tag macht — zunächst mit Gaslicht, später mit Glühlampen, inzwischen zunehmend mit LEDs.

Der Mensch ist dabei so erfolgreich, dass von der Nacht, wie sie einmal war, wenig übrig geblieben ist, auch außerhalb der Großstädte. »Zwei von fünf Personen unter 30 haben noch nie die Milchstraße gesehen«, sagt Hölker. Er zeigt auf die Scheinwerfer, die das Rote Rathaus anstrahlen, gleich am Fuß des Turms: »Die kann man besser ausrichten. Sie strahlen zu viel Licht in den Himmel ab.« Die Beleuchtung des 39-stöckigen Hotels »Park Inn« am anderen Ende des Alexanderplatzes: »In dem Ausmaß unnötig, schließlich hat es stadtdogmatisch kaum Bedeutung.« Den Flughafen Tegel: »Er ist für vier Prozent des gesamten nach oben abgestrahlten Berliner Lichts verantwortlich.«

Dass die nächtliche Stadt derart erhellt wird, bezeichnet Hölker als Lichtverschmutzung. Freilich hat es Vorteile für den Menschen, dass es nachts nicht mehr stockfinster ist. Er findet sich zurecht. Er sieht, ob sich jemand nähert. Er lenkt sein Auto nicht in das entgegenkommende Auto. Es hat aber auch Nachteile, wenn Beleuchtung falsch eingesetzt wird. Kaltes, also besonders blaustichiges Licht führt dazu, dass Menschen schlechter schlafen — und zwar selbst dann, wenn sie es bereits gelöscht haben. Das wiederum könne, so vermuten Mediziner, auf Dauer das Risiko für Krankheiten wie Diabetes oder Bluthochdruck erhöhen.

Vor allem aber leiden die Tiere. Der Biologe zeigt auf das strahlende Band der Straße des 17. Juni, Teil einer 20 Kilometer langen Achse vom Alexanderplatz bis zur Stadtgrenze. »Eine solche Straße wirkt wie eine Barriere aus Licht«, sagt Hölker. Viele Insekten würden von Laternen angezogen, geblendet oder verwechselt sie mit dem Mond, an dem sie sich normalerweise orientierten. Dann flatterten sie hilflos um die Lichtquelle herum. Weil eine Laterne Nachtfalter in einem Radius von 23 Metern anziehe, der Abstand zwischen den Leuchten in Europa aber meist weniger als 45 Meter betrage, überschneiden sich die Lichtkreise oft: Den Tieren gelinge es nicht, die Straße zu überqueren. »Wenn ihr Lebensraum von mehreren solcher Barrieren begrenzt wird, könnte er so weit schrumpfen, dass der Bestand der Art darin gefährdet ist.«

STECHLINSEE, SEELABOR, 21:15 UHR

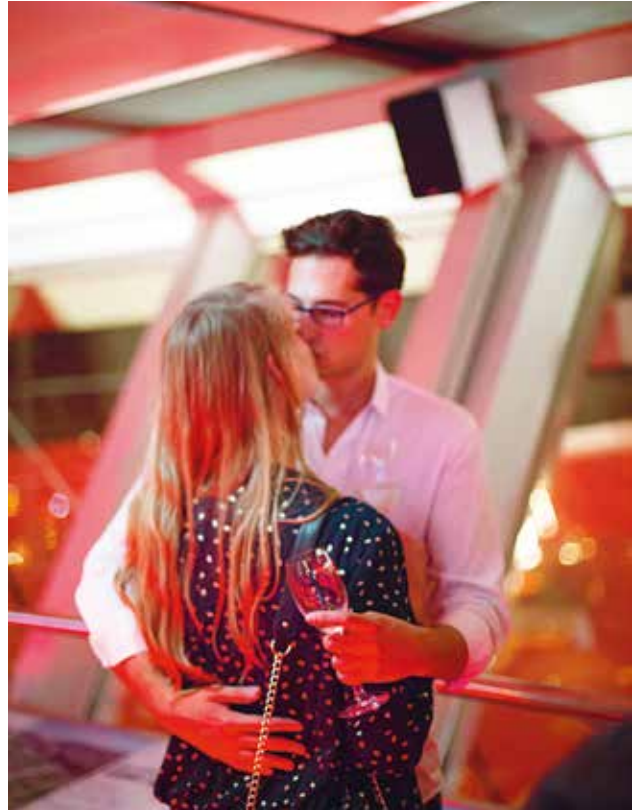
Was bliebe, wenn nachts in der Großstadt sämtliches Licht verschwände, erlebt Mark Gessner in mondlosen Nächten, die er am Seelabor verbringt. Es bliebe nicht diese halbwüchsige Dunkelheit, die in einer unbeleuchteten Nebenstraße hängt oder sich über den Rasen eines Stadtparks legt, aber zu schwach ist für den Himmel darüber. Es bliebe: nichts. Keine Straßenlaternen, keine Ampeln, keine Scheinwerfer, keine Werbetafeln, kein Licht, das aus Wohnungen scheint und keines aus Büros.

An diesem Abend scheint der Mond. Finster ist es trotzdem. Aber Gessner bewegt sich so selbstverständlich über die Pontons, wie es nur einer kann, der sich daran gewöhnt hat. Was viele Nächte lang dauerte: »Mein erster Arbeitstag hier war mitten im Winter«, sagt Gessner. »Ich musste zurück durch den dunklen Wald, aber mein Fahrrad hatte kein Licht. Da habe ich mich schon gefragt, ob ich noch vor dem Morgengrauen ankomme oder es immer im Kreis herumschiebe.«

Neben Gessner trägt Tim Walles eine Kamera vom Format eines Kanonenrohrs über die Stege des Seelabors. Der Doktorand kniet sich neben eines der Versuchsbecken, in dem sich vier Kleinwagen gleichzeitig versenken ließen und befestigt ein Kabel an einer Winde. Walles zeigt in die Tiefe: »Das hier ist Hongkong.« Eine Lichterkette erhellt den Zylinder mit fünf Lux — der Lichtstärke am Himmel über der chinesischen Megacity, rund 15-mal so stark wie der Vollmond.

Langsam taucht die Kamera in das Versuchsbecken. Über die folgenden 20 Minuten wird sie Zentimeter für Zentimeter hinabsinken, in immer kältere, immer stillere, immer dunklere Tiefe.





BERLIN, WARSCHAUER BRÜCKE, 22:15 UHR

Zwischen Warschauer Straße und Stralauer Allee malen Dutzende Ampeln rote und grüne Kreise über die Kreuzung, alle fünf Minuten rauschen die hell erleuchteten Waggonen der U1 über die Brücke, quer dazu rollen in ähnlichem Takt die Züge der S3, S5 und S7 heran, von Norden kommt die Tram M10, der Turm einer ehemaligen Glühbirnenfabrik strahlt grünes Licht in den Himmel, ein Beachclub rotes, und zu den hunderten Autoscheinwerfern kommen jetzt auch noch Blaulicht sowie das Feuerwerk, das irgendjemand über der Spree abbrennt. Durch diesen Exzess künstlichen Lichts streifen Nacht für Nacht tausende Menschen: weil hier umsteigen muss, wen es in die Bars und Restaurants von Friedrichshain oder Kreuzberg zieht, weil hier die S-Bahnen aus den östlichen Bezirken ins Zentrum einlaufen und hier jene Clubs fußläufig zu erreichen sind, denen Berlin seinen Ruf als Metropole der Nacht verdankt.

»Dass sich so viele Menschen nach Sonnenuntergang noch bewegen, ist überhaupt nur möglich, weil wir die Nacht erleuchten«, sagt Lichtforscher Franz Hölker. Er steht auf der Oberbaumbrücke, die über die Spree führt, hebt den Blick und kneift die Augen zusammen. »Den Großen Wagen kann ich gerade noch erkennen.« Das bedeutet nicht nur für Astronomen und Romantiker einen Verlust. Es verändert auch unseren Begriff von Dunkelheit: Vor 200 Jahren waren die Menschen tiefe Nachtschwärze gewohnt. Heute, da schon das fahle Orange über nächtlicher Stadt als Dunkelheit gilt, empfinden wir eine natürliche Nachtlandschaft oft als unangenehm, als bedrohlich.

»Unser Bedarf an Licht ist gestiegen«, sagt Hölker. Deshalb nütze es auch wenig, dass es immer einfacher und billiger herzustellen ist: Statt nach einem Technologiesprung — etwa als im späten 19. Jahrhundert Gasleuchten durch elektrisches Licht ersetzt wurden — Straßen für weniger Geld gleichwertig zu beleuchten, erfreue sich der Mensch

lieber daran, zum selben Preis noch viel mehr Licht zu bekommen. Etwa in den Megacitys Asiens, die von grellen Werbetafeln ausgeleuchtet werden wie Fernsehstudios. Im Vergleich dazu ist Berlin mit seinen nachts kaum beleuchteten Parks geradezu schummrig.

Vielen Tieren nützt das freilich nichts. Frösche etwa brauchen eine Stunde, um sich an künstliches Nachtlicht zu gewöhnen. Während dieser Zeit sind sie blind und Räufern gegenüber hilflos. Manche Zugvögel sind durch das nächtliche Lichtmosaik eines Hochhauses derart irritiert, dass sie geradewegs in die Fassade fliegen. Und Meisenweibchen bevorzugen Partner, die früh singen. In den Städten aber, sagt Hölker, erhöhen jene Männchen als erste ihre Stimme, die künstliches Licht mit Morgendämmerung verwechselten. »Statt mit den Fittesten, paaren sich die Weibchen mit den Desorientiertesten.«

Um solche Probleme zu lindern, fordern die Nachtforscher, müssten Städte maßgeschneiderte Beleuchtungskonzepte entwickeln: Gebäude dürften nur beleuchtet werden, wenn sie von historischer oder architektonischer Bedeutung sind. Laternen und Scheinwerfer müssten so konstruiert sein, dass sie ihr Licht gezielt dorthin abgeben, wo es benötigt wird — also nicht in den Himmel. Und sie sollten nicht heller und länger strahlen als nötig.

Wo eigentlich das Bootshaus sein sollte, sind keine Konturen mehr zu erkennen.



STECHLINSEE, 23:05 UHR

Am Ufer des Sees, wo eigentlich das Bootshaus sein sollte und dahinter der Wald, sind mittlerweile keine Konturen mehr zu erkennen. Tim Walles lässt die Kamera in ein lichtloses Versuchsbecken sinken, sozusagen der Stechlin-Zylinder: In ihm dürfen die Tiere die Nacht erleben, wie sie ohne den Einfluss des Menschen ist. »Fische und ihre Beutetiere sehen im Dunkeln wahrscheinlich besser als wir«, sagt Mark Gessner. »Sie reagieren schon auf kleinste Veränderungen der Lichtverhältnisse.« Manche Wasserfloharten zum Beispiel trauen sich erst nach Einbruch der Dunkelheit aus der Tiefe nach oben, um Algen zu fressen.

Mit einem Computerprogramm, das Walles' Aufnahmen auslesen wird, können die Biologen vergleichen, ob der Floh im Hongkong-Licht zaghafter auftritt als unter Stechliner Nachtbedingungen. Andere Forscher untersuchen, ob sich die Algen stärker vermehren, wenn die Tiere nachts in der Tiefe des Sees ausharren.

Es liegt in der Natur des Gewässerforschers, dass er bei der Arbeit den Blick nach unten richtet. Aber dem Stechlinsee und seiner beinahe menschenleeren Umgebung geschähe Unrecht, wenn nicht vor dem Ende der Nacht einer himmelwärts schaute. Denn jetzt, da keinerlei Tageslicht mehr leuchtet und erst recht keine Laternen und Scheinwerfer, prangen da oben abertausende Sterne. In Neumondnächten fügen sie sich zu jenem leuchtenden Band, das früher ganz allnächtlich war, heutige Stadtmenschen aber in seiner Fremdheit überwältigt: die Milchstraße.

Um in den Genuss dieses Anblicks zu kommen, muss man in Berlin ins Planetarium gehen.

Bemannt oder

Am Heiligabend 1968 fotografierte die Besatzung der »Apollo 8« den Aufgang der blauglänzenden Erdkugel über der unwirtlichen Landschaft des Mondes — von der NASA wenige Tage später tituliert als »Erdaufgang«. Das Bild, das gleichzeitig die atemberaubende Schönheit unserer kosmischen Heimat wie deren Zerbrechlichkeit und Verwundbarkeit symbolisiert, sollte zur Ikone werden. Heute gilt es als Erweckungsmoment der Umweltbewegung.

Die Kosten der bemannten Raumfahrt sind erheblich. Das Apollo-Programm verschlang etwa fünf Prozent des Jahreshaushalts der USA. Die Kosten des Space-Shuttles sind vergleichbar. Am schwerwiegendsten sind jedoch die menschlichen Kosten: Von rund 550 Astronautinnen und Astronauten, die ins Weltall aufbrachen, kehrten 20 nicht zurück. Ins Verhältnis gesetzt sind die Verluste damit deutlich höher als die des Vietnamkriegs und stehen nicht weit hinter der Zahl der Gefallenen bei der alliierten Landung in der Normandie.

Ob der wissenschaftliche Nutzen dazu im Verhältnis steht, wird oft angezweifelt: Mondgestein haben auch die unbemannten sowjetischen Luna-Sonden zur Erde gebracht. Und aller Voraussicht nach werden robotische Sonden den Mars schneller, günstiger und besser erkunden können als eine bemannte Mission. Der Flug zum Mond war von Anfang an kein wissenschaftliches Vorhaben, sondern ein politisch-strategisches des Kalten Krieges. Nur einer der zwölf Astronauten, die den Mond

betreten haben, war Wissenschaftler! Und auch die Internationale Raumstation »ISS« verfolgt weit mehr als wissenschaftliche Ziele.

Jedoch: Der Aufbruch zum Mond hat eine ganze Generation inspiriert. Die Folge war ein Boom der Natur- und Technikwissenschaften, von dem viele verschiedene Gebiete profitierten — von der Computertechnologie über die Materialforschung bis hin zur Medizin. Sie profitieren auch heute noch davon, in der Forschung wie im industriellen Sektor. Und auch wenn die Begeisterung für den Weltraum vielleicht weniger ekstatisch ist als in den 1960er oder 1970er Jahren, so ist die bemannte Raumfahrt nach wie vor Inspiration für Viele und ein maßgeblicher Attraktor für ein Studium der Ingenieur- und Naturwissenschaften. Astronautinnen und Astronauten müssen bei all den bekannten Risiken nicht etwa bestimmt werden, sie melden sich in Scharen freiwillig, auch für moralisch durchaus hinterfragbare Ideen wie einen Flug zum Mars ohne die Möglichkeit der Rückkehr. Der Entdeckertrieb steckt im Menschen und erweitert im wahrsten Sinne des Wortes Horizonte.

Eine rein nutzungsbezogene Diskussion führt ähnlich in die Sackgasse wie die Frage, ob man nur Kosmologie oder nur Krebsforschung finanzieren solle. Eine rein ergebnisorientierte Argumentation hätte, auf die Forschung des 19. Jahrhunderts bezogen, dazu geführt, dass wir heute die effizientesten Öllampen hätten, jedoch keinen elektrischen

Strom. Der technologisch-wissenschaftliche Nutzen der bemannten Raumfahrt liegt darin, zu inspirieren und, wie kaum ein anderes Gebiet, technologische Grenzen auszutesten und zu verschieben. Wo und wie wir die zahlreichen dabei gewonnenen Erkenntnisse dann später gewinnbringend einsetzen, ob in Digitalkameras oder Babynahrung, wissen wir zumeist a priori nicht.

Die Frage nach den Kosten der bemannten Raumfahrt ist somit keine einzelner Forschungsvorhaben, sondern eine gesamtgesellschaftliche. Dann relativieren sie sich. Mittlerweile übersteigen die Produktionskosten eines Hollywood-Blockbusters die größerer Satellitenprojekte und, wenn sich dieser Trend fortsetzt, bald auch die einer bemannten Weltraummission.

Die Inspiration und die neuen Möglichkeiten, die die Exploration des Unerforschten auch und gerade mittels ihrer Pioniere bietet, sind wirtschaftlich schwer zu bemessen. Um es mit dem Apollo 8-Astronauten Jim Lovell zu sagen: »Wir flogen zum Mond und entdeckten die Erde.«

Unbemannt?

Um es vorauszuschicken: Ich liebe Science Fiction! Als Junge habe ich die Bücher von Hans Dominik verschlungen, danach die von Isaac Asimov, und auch heute noch gehört Douglas Adams zu meinen liebsten Autoren. Natürlich habe ich am 20. und 21. Juli 1969, zusammen mit 600 Millionen Menschen,

vor dem Fernseher gesessen, um die erste Mondlandung eines Menschen zu verfolgen. Ich ertappte mich gelegentlich auch dabei, dass ich in einer klaren Nacht nach der Internationalen Raumstation »ISS« Ausschau halte. Ich kann mich der emotionalen Komponente der bemannten Raumfahrt also keineswegs entziehen. Wenn ich dann allerdings den Bauch aus- und den Kopf einschalte, frage ich mich: Wozu das Ganze? Sind die schönen Bilder von Astronauten und ihren lustigen Spielen in der Raumstation den Aufwand wert? Für mich ist die Antwort klar: Nein, sie sind es nicht!

Das Hauptproblem sind die Kosten. Die Natur hat die Erde so groß gemacht, dass der Schub chemischer Verbrennung gerade ausreicht, ihre Schwerkraft zu überwinden. Die leistungsfähigste Rakete aller Zeiten, die für die Mondlandung verwendete »Saturn V«, konnte bei einem Startgewicht von fast 3.000 Tonnen gerade einmal 133 Tonnen Nutzlast in eine erdnahe Umlaufbahn bringen. Man könnte meinen, so solle verhindert werden, dass die Menschheit die Galaxis besiedelt!

Weltraumfahrt ist also immer teuer, ob bemannt oder unbemannt. Ist also der Mensch eine

»Nutzlast«, die unbedingt in den Weltraum gehört und die dort dringendst gebraucht wird? Dann wären die gewaltigen Extrakosten für ihn, seine lebenserhaltenden Systeme und die zusätzlich geforderte Sicherheit gerechtfertigt. Erneut ist für mich die Antwort ein klares Nein!

Nehmen wir als Beispiel die ISS, das Flaggschiff der bemannten Raumfahrt. Sie war vom ersten Tag an kein primär wissenschaftliches, sondern ein politisches Projekt. Das Ergebnis ist bekannt: Ursprünglich sollten die Kosten etwa acht Milliarden Dollar betragen. Inzwischen belaufen sie sich, vorsichtig geschätzt (offizielle Zahlen gibt es nicht), auf 150 Milliarden Dollar, Tendenz steigend. Zum Vergleich: Die Baukosten für den »Large Hadron Collider« am CERN, das Flaggschiff der Teilchenphysik, betragen etwa drei Milliarden Euro. Ursache für die enormen Kosten der ISS ist die Tatsache, dass in der Raumfahrt, und insbesondere der bemannten Raumfahrt, wegen der Ineffizienz der Raketen immer auf Kante genäh werden muss. So musste die ISS in einer erdnahen Bahn zusammengeschraubt werden, in etwa 400 Kilometern Höhe. Das ist die Höhe, die das Space Shuttle erreichen konnte, das für den Bau und die Versorgung der Station und den Transport der Astronauten alternativlos ist. Nun sind 400 Kilometer Abstand von der Erde eigentlich nicht »der Weltraum«. Es gibt dort noch ziemlich viel »Luft«, was dazu führt, dass die Raumstation stetig abgebremst wird und regel-

mäßig zurück auf einen höheren Orbit gebracht werden muss. Diese Manöver machen einen wesentlichen Teil der jährlichen Betriebskosten von mehr als drei Milliarden Dollar aus, noch bevor auch nur ein einziges Experiment durchgeführt wurde. In die Forschung gehen dagegen nur etwa zehn Prozent der Aufwendungen!

Bleiben also die wissenschaftlichen Experimente, die zur Rechtfertigung der ISS dienen, mit aus meiner Sicht eher mageren Ergebnissen. Da wäre die Materialforschung: Man sollte meinen, die Industrie hätte hier Interesse, aber das Gegenteil ist der Fall. Zu teuer, ist ihr Argument. Ein weiterer Bereich ist die Grundlagenforschung in der Teilchen- und Astrophysik: Hier ist mir kein einziger Fall bekannt, in dem Experimente auf der ISS auch nur in die Nähe eines Nobelpreises gekommen wären. Bleiben jene Experimente, die sich mit dem Leben in Schwerelosigkeit befassen. Sie machen den großen Teil der Forschung aus — sind aber eigentlich nur für die bemannte Raumfahrt selbst von Interesse.

WOLFGANG HILLEBRANDT

ist emeritierter Direktor des Max-Planck-Instituts für Astrophysik in Garching und Honorarprofessor an der Technischen Universität München.

Sphärische Klänge



Helen Thein vom Zentrum für Zeithistorische Forschung Potsdam beschäftigt sich mit Popkultur und Intellectual History. Für »leibniz« hat die Geschlechterforscherin ihre Bestenliste der Himmelsongs aufgeschrieben.

Text HELEN THEIN Fotos FABIAN ZAPATKA

Judy Garland:
*Over the
Rainbow*
(1939)

Der sehnsuchtsvolle Blick zum Himmel ist oft mit der Suche nach einer anderen Wirklichkeit gekoppelt. Hinter dem Regenbogen, dieser bunt leuchtenden Lichtbrücke, muss es doch noch irgendetwas anderes geben? Den Soundtrack dazu lieferte die Schauspielerin Judy Garland mit ihrer Darstellung der kleinen Dorothee. Ein Wirbelsturm bläst das Mädchen, samt Holzhütte, in das Zauberland Oz, wo es einen Traum in Technicolor erleben darf. Garlands Regenbogenlied aus dem Musicalfilm ist heute eine akustische Ikone queeren Lebens: Irgendwo über dem Himmel soll es einen Ort geben, wo jede und jeder in seiner Art geliebt wird.

The Beatles:
*Lucy in
the Sky with
Diamonds*
(1967)

Ähnlich märchenhaft geht es in diesem von John Lennon geschriebenen Klassiker zu: Auch hier schwebt ein Mädchen durch den Himmel — mit Diamanten. Worum es in dem Lied wirklich geht, ist seit Erscheinen des Albums »Sgt. Pepper's Lonely Hearts Club Band« ein Dauerthema im Popdiskurs. Dass der Song eigentlich von der Droge LSD handle, hat Lennon sein Leben lang bestritten, stattdessen habe ihn eine kindliche Zeichnung seines Sohns Julian inspiriert. Herausgekommen sind wunderbar surrealistische Sprachbilder, darunter die »marmalade skies«.

Nick Drake:
Pink Moon
(1972)

Ist der Regenbogen ein Zeichen von Hoffnung, ist der sich rot färbende Mond die Ankündigung der Apokalypse. So steht es schon in der Bibel und Nick Drake wusste das: Keiner von Euch wird stark genug sein, der pinkfarbene Mond wird

Euch alle kriegen, sang er im Titelsong seines dritten Albums sinngemäß, mit zuckersüßer Stimme. Die PR-Manager eines Wolfsburger Automobilherstellers waren wohl weniger bibelfest, als sie knapp 30 Jahre später den Werbespot für ein Cabriolet mit »Pink Moon« unterlegten. Vier Jugendliche glitten darin glücklich durch eine sternenklare Nacht. Die missglückte Kampagne hat Nick Drake den ihm gebührenden Ruhm beschert. Erlebt hat er ihn nicht mehr. Nach »Pink Moon« hat er keine Platte mehr aufgenommen. Er starb 1974 an einer Überdosis Antidepressiva.

Soundgarden:
Black Hole Sun
(1994)

Himmelserscheinungen werden in der Popmusik selten pathosfrei besungen. Sie sind nie nur Ausdruck interstellarer Ereignisse. Wenn der Mond sich vor die Sonne schiebt, ist das Ende, die Auslöschung des Lebens, nah. Chris Cornell,

Sänger und Mastermind der Band »Soundgarden«, hat das Bild der Sonne, die zu einem schwarzen Loch wird, als Seelenzustand beschrieben. Schwarze Löcher haben die Eigenschaft, alles, was ihnen zu nahe kommt, aufzusaugen und nicht wieder frei zu geben. Leider beschreibt das nicht nur ein physikalisches Gesetz von toten Himmelskörpern, sondern auch den Effekt der Krankheit, an der wohl auch Chris Cornell litt, so wie Nick Drake. Im Mai 2017 hat ihn die schwarze Sonne Depression verschluckt.

Bob Dylan:
Knocking on Heavens Door
(1973)

»Eine große schwarze Wolke senkt sich über mich«, singt Bob Dylan in einem seiner meistgecoverten Songs. Es sind die Worte eines Sterbenden, der sich der Insignien seiner Macht entledigt, um sich der völligen Dunkelheit hinzugeben. Und dem Gefühl, vor der Himmelspforte zu stehen — in der Hoffnung, eingelassen zu werden. Dylan hat das Lied für den sterbenden Sheriff aus dem Film »Pat Garrett & Billy the Kid« geschrieben. Sein repetitives »Knock, Knock, Knocking on Heavens Door« aber hat sich in der Musikgeschichte selbstständig wie das Bild von Petrus, der an der Pforte steht, um den Gestorbenen Einlass zu gewähren.

Bright Eyes:
At the Bottom of Everything
(2005)

Lebend kommen Menschen also nur selten in den Himmel. Es sei denn, sie steigen in ein Flugzeug. Über den Wolken zu sein, ist aber nur solange schön, wie keine Luftlöcher stören oder technische Pannen Panik auslösen. Aviophobiker sollten sich den Eröffnungstrack des Albums »I'm Wide Awake, It's Morning« besser nicht anhören. Mit beiläufiger Stimme, nebenbei einen Drink schlürfend, erzählt Conor Oberst, wie eine junge Frau einen Flugzeugabsturz erlebt. Bevor die Traumsequenz in einen Alptraum kippen kann, greift Oberst zur Gitarre und wandelt die Geschichte in eine Allegorie vom Ende der Zeit. Leichtfüßiger sind selten Handlungsanweisungen für die letzten Minuten vertont worden.

Belinda Carlisle:
Heaven is a Place on Earth
(1987)

Nun, zu sterben, um in den Himmel zu kommen, oder aus dem Himmel zu stürzen, um zu sterben, sind nicht die einzigen himmlischen Optionen. Es gibt auch eine profane, ganz irdische Variante, nämlich die, die Welt zum Himmel auf Erden zu machen. Wie das geht? Belinda Carlisle macht das mit dem Holzhammer, nein, mit satten Diskoklängen und einem lauthalsen Frauenchor klar.

Tom Waits:
*Little Trip
to Heaven*
(1973)

Etwas subtiler geht Tom Waits vor. Bevor er mit seiner uralten Stimme von dem Bananenmond da oben singt, lässt er eine Trompete säuseln, drückt ein paar Klaviertasten. »Ich muss keinen Trip in andere Sphären nehmen, ich muss nur in Dein Gesicht sehen. Aber bevor ich das tue, bewege ich mich in dem Orbit, der Dich umgibt, und danke den Sternen, dass es Dich gibt.« Wer so anhebt, bekommt den Himmel geschenkt. Bevor das Pathos überhand nimmt und der Bar-sound einen völlig trunkenen macht, stiehlt sich der alte Barde mit einem »Shoobbie do bab ba da« davon. Zu spät. »Closing Time«, das Debüt von Tom Waits, ist eine einzige Verführungsplatte — von einem, der behauptet, genau das nicht zu tun.

Small Faces:
*Afterglow
of Your Love*
(1969)

Und danach? Kommt im besten Fall das »Afterglow«, womit nicht nur das Abendrot gemeint sein muss. Die Originalbesetzung der »Small Faces« hat sich mit dieser Single von ihren Fans verabschiedet. Sänger und Songschreiber Steve Marriott verließ die Small Faces, um sich der Band »Humble Pie« um Peter Frampton anzuschließen. 1991 starb er mit nur 44 Jahren an einer anderen Form des Nachglühens. Er war mit einer brennenden Zigarette eingeschlafen.

Einstürzende
Neubauten:
*Letztes Biest
(am Himmel)*
(1985)

Bevor »Rammstein« ihre Feuerwerke zündeten, waren die »Einstürzenden Neubauten« der Exportschlager deutscher Popkultur. Ihre Lust, auf allem, was brachial klingt, herumzuhämmern, kann vergessen machen, dass einige ihrer Stücke zu den poetischsten Liedern deutscher Zunge gehören. Blixa Bargeld kann schreien, ohne zu toben, sich in die Sonne hineinversetzen, ohne zu verbrennen. »Ich bin das letzte Biest am Himmel. Ich bin das letzte schöne Sternentier. Ich bin das letzte fiebrige Gestirn. Halt mich fest, halt mich fest, halt mich fest, in der Morgendämmerung.« Selbst die schlagwerkende Instrumentierung klingt wie vertonte Umlaufbahnen der Gestirne.



Auf unserer Internetseite
können Sie Helen Theins
liebste Himmelsongs hören:
[www.leibniz-gemeinschaft.de/
himmelhits](http://www.leibniz-gemeinschaft.de/himmelhits)

Wer haust in der Hölle?

Zu den fantastischsten Stätten, die je ein Mensch ersonnen hat, zählt das Höllenreich. In allen Weltreligionen bekannt, gilt es Juden und Christen als Ort ewiger Verdammnis. Gerade in mittelalterlicher Zeit fürchteten sich die Menschen vor allem und jedem. Himmelserscheinungen, Erdbeben und Missgeburten wurden als Zeichen Gottes fehlinterpretiert und beflügelten Endzeitfantasien. Ganz besonders aber fürchtete man die Hölle, in die einen die eigenen Schwächen auf direktem Weg hineinzukatapultieren drohten. Mit dem auf menschlichen Lastern basierendem Konzept der sieben Todsünden hatte die klassische Theologie ein Drohpotential aufgebaut, das den Gläubigen mit der steten Sorge um die eigene Seele in Atem hielt: Starb man reuelos und ohne Buße getan zu haben, erhielt man seine Strafe in der Hölle. Jenseitsvorsorge, etwa durch Ablass, war daher über Jahrhunderte ein zentrales Thema für Christen. Überraschenderweise verraten biblische Quellen nur wenig über ihr Aussehen. Erst ein gutes Stück fern der kanonischen Schriften erfährt man mehr. Insbesondere Visionsberichte aus dem Mittelalter wussten die Höllenvorstellungen in der Volksfantasie zu befeuern: Papst Gregor I. verortete die Hölle auf der Insel Vulcano, die zum Archipel der Liparischen Inseln zählt. Die »Visio Tnugdali« beschrieb sie als Aufeinanderfolge verschiedenster Straforte. Noch facettenreicher schilderte Dante Alighieri die gnadenlose Totenwelt und ihre Bewohner: Die »Divina Commedia« machte sie zu einem begehbaren Ort im Erdinnern — mit Luzifer in der geografischen Mitte. Auf seiner Wanderung durch die Abgründe der neun Höllenkreise begegnet der Dichter dem Höllenhund Cerberus, den Furien, Medusa und dem Minotaurus. Dantes detailreiche literarische Vorlage half Künstlern bei ihren Höllenskompositionen allerdings kaum. Auf Altären und Tympana fehlte schlicht der Platz für so viel Hölle. Ihre Verbildlichung, wie sie Darstellungen des Jüngsten Gerichts oder der »ars moriendi« forderten, bedurfte vielmehr einer Unterwelt im Kleinformat. Das erklärt den Siegeszug des »Höllendrachen«, der gedanklichen Verbindung eines flammenspeienden Tiermauls mit dem Eingang zur Unterwelt. Dieses Motiv mutierte im Verlauf der Jahrhunderte zur Allegorie der Hölle schlechthin. Über die Frage, ob unter »Hölle« nicht nur ein Zustand der Gottlosigkeit, sondern auch ein real existierender Ort zu verstehen sei, sind sich Theologen bis heute uneins.



JOHANNES POMMERANZ

leitet die Bibliothek des Germanischen Nationalmuseums in Nürnberg. Dort hat er unter anderem eine Ausstellung zu Monstern konzipiert.

Mein Museum

84





Familienausflug: Unser Bildredakteur ist mit seinem Vater, dem Schauspieler Manfred Zapatka, durch das Deutsche Museum in München gegangen.

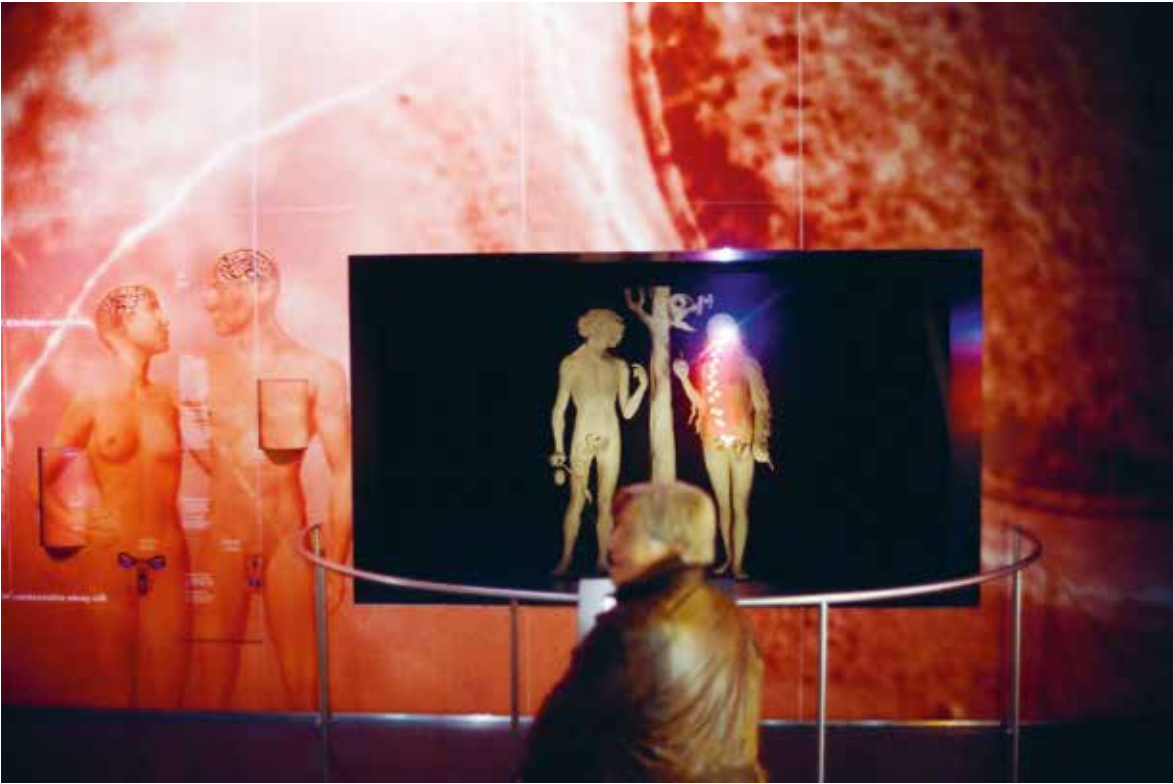


**Wie ein
Senkrechtstarter
möchte auch
Vater sofort
loslegen.**

86







Mein Vater ist vor mir dort. Ein viel zu warmer Herbsttag in München, ich bin gerade erst gelandet und stolpere, geblendet vom weißblauen Himmel, in Richtung der Isar. Im Innenhof des Deutschen Museums parkt ja auch schon sein Sportwagen. Im absoluten Halteverbot, weil der Architekt Oskar von Miller auf der Museumsinsel keine Parkplätze vorgesehen hat. Geht denn das?

Eine erste Erinnerung: Früher stand hier doch der Senkrechtstarter, ein Flugzeug, das sofort und ohne Anlauf in die Luft gehen kann. Sein Anblick hat mich als Kind immer erfreut, wenn wir als Familie über den Museumshof geradelt sind. Mir war die Ferne lieb, ein Zufluchtsort.

Vater selbst empfängt mich in der Eingangshalle. Wie ein Senkrechtstarter braucht auch er keinen Anlauf und möchte sofort loslegen. Er wedelt schon mit dem Lageplan, ich muss ihn bremsen. Denn wir warten noch auf den Chef des Museums, Wolfgang Heckl.

»Kluger, sehr sympathischer Mann«, meint mein Vater. Warum trägt er eigentlich zwei Jacken übereinander? »Da können wir mal die Klamotten zwischendurch wechseln, für die Fotos! Aber das musst natürlich Du entscheiden!«

Im Gegenlicht an der Pforte zum Museum erscheint Wolfgang Heckl, der Museumsdirektor. Fröhlich kommt er auf uns zu und schüttelt nacheinander energisch jedem die Hand. Zwei Männer einer Generation, die noch zupacken konnte. »Wo sind wir uns schon mal begegnet?« fragt Heckl meinen Vater. Im Fernsehen, natürlich. Irgendeine Talkshow. Plötzlich wedelt auch der Herr Heckl mit einem Infoblatt. Er preist die Mitgliedschaft für mich und meine Familie im Club des Deutschen Museums an. »Die kann doch der Vater übernehmen?« Er zwinkert uns zu. Vater erwidert: »Der steht ja auf eigenen Beinen.« Und sieht dabei recht ernst zu mir herüber. »Aus dem Sohn ist etwas geworden. Das lag doch bestimmt an den Besuchen im Deutschen Museum!« Heckl lacht und ist sich da sicher.

Am liebsten kamen wir sonntags, mein Vater, meine jüngere Schwester und ich. »Da war eure Mutter froh, dass wir aus dem Haus waren!« Aber warum eigentlich das Deutsche Museum? Meinen Vater habe ich bei uns zu Hause nie auch nur eine Glühbirne austauschen sehen. Da ist eher diese theoretische Begeisterung für die Technik, für Automotoren zum Beispiel – wie den in seinem Sportwagen. Bei seinen

Kindern wollte er es besser machen. Geduldig verweilte er mit uns vor den Ausstellungsstücken. Sie zu verstehen, stand für mich dabei nie so im Vordergrund, ich wollte sie erfahren, sie erleben. Das geht spitze im Deutschen Museum. Vielleicht habe ich mich auch deshalb für einen Beruf entschieden, in dem ich an beinahe allen Tagen mit der Technik meiner analogen Leica M arbeite.

Jetzt versuchen wir aber erst einmal, uns zu orientieren. Da sind ja immer noch die tollen Flugzeug-Exponate. »Wollen wir mal nach ganz unten, im Bergwerk ein paar Fotos machen?« frage ich. Herr Heckl rät ab: »Sehr dunkel.« Dort unten sei einmal meine Schwester verloren gegangen, erinnert sich dafür mein Vater. Es gibt einen sakralen Raum, eine echte Kirche unter Tage, wie sie auch die Kumpel in echten Bergwerken hatten. »Vielleicht hat die Tochter da einen meditativen Moment erlebt?« wirft Heckl ein.

Wir erkunden also lieber das Innere des menschlichen Körpers. Rechts und links wird mein Vater von leuchtenden Zellen bedrängt. Später möchte der Bibliothekar des Deutschen Museums uns sein Reich zeigen. Zunächst bleibt Vater an einem Band von »Grzimeks Tierleben« hängen, dann geht es hinauf in die »Schatzkammer«, wo die besonders wertvollen Bücher lagern. Auf dem Weg dorthin sprechen Vater und Heckl über Roy Lichtenstein versus die alten Meister, auf der steilen Treppe rätseln sie über die Identität Shakespeares. Vaters Begeisterung scheint nicht zu versiegen. Unterm Dach angekommen, in der Schatzkammer, liegen historische Exemplare aus den frühesten Tagen des Buchdrucks aufgebahrt. Einige zeigen Sternbilder, andere handkolorierte Stadtansichten. Kurzes ehrfürchtiges Schweigen. Da beschließt Vater, hier möchte er sich nun regelmäßig zum Tee mit Herrn Heckl treffen.

Irgendwann ist die Luft raus. Ermattet ergeben wir uns der schieren Fülle der Ausstellungsflügel, die Namen wie »Geodäsie« tragen oder »Starkstromtechnik«. Wir werden ein anderes Mal wiederkommen, mit meiner Tochter Fanny, Vaters Enkeltochter. Hinter den Teleskopen und dem im Schaukasten veranschaulichten Doppler-Effekt gelangen wir auf die Dachterrasse. Wir lassen den Blick über München schweifen. Am Horizont präsentiert uns der Föhn die Alpen. Herrlich. Mein Vater kreist um die verschiedenen Sonnenuhren. Die gehen noch immer, wie damals, als er uns hier oben ihre Funktionsweise erklärte.

Im Bergwerk ging einmal meine Schwester verloren.



VON KAPITÄNEN UND
KAUFLEUTEN — SEEHANDEL
IM MITTELALTER

10. Dezember bis 08. April
Deutsches Schiffahrtsmuseum
Bremerhaven

Ein Klick im Onlineshop und zwei Tage später liefert der Paketbote die neuen Schuhe. So einfach Handel heute gehen kann, so schwierig und gefährlich war er vor 600 Jahren. In der interaktiven Sonderausstellung lädt das Deutsche Schiffahrtsmuseum seine Besucher ein, in die Rolle eines Schiffsherrn oder Händlers zur mittelalterlichen Hansezeit zu schlüpfen. Sie können so die Umstände der damaligen Handelsseefahrt kennenlernen — und bekommen einen ganz anderen Blick auf den heutigen Warentransport. An sechs Spiel- und Forschungsstationen können sie auf Entdeckungsfahrt gehen. Die Ausstellung richtet sich an Familien mit Kindern zwischen sechs und zwölf Jahren.

sehen



SEX UND EVOLUTION

bis 31. März
Senckenberg Naturhistorische
Sammlungen Dresden
Japanisches Palais

Ob Liebespfeile oder bizzare Brautgeschenke. Wenn es um die Fortpflanzung geht, hält das Tierreich skurrile Überraschungen bereit. Doch warum hat sich das Konzept »Sex« im Laufe der Evolution überhaupt durchgesetzt, ist es doch aufwendig und zeitraubend? Wäre es nicht effektiver, sich einfach zu teilen oder Ableger zu bilden? In Dresden kann man einen Blick in die Schlafzimmer der Natur werfen. Über 200 Exponate klären über die Vielfalt der Fortpflanzungsstrategien auf — und darüber was »Schillernde Typen« sind und wie »Triste Damen« ticken. Dabei zeigt sich, dass das weibliche Geschlecht nicht immer das schönere ist. Und dass auch Pflanzen Sex haben.



GEKAUFT — GETAUSCHT —
GERAUBT?

ERWERBUNGEN ZWISCHEN

1933 UND 1945
bis 17. Juni
Germanisches Nationalmuseum
Nürnberg

Als die Nationalsozialisten den jüdischen Unternehmer Igo Levi 1938 vorübergehend inhaftieren, wird auch seine bedeutende Fayence-Sammlung beschlagnahmt. Großes Interesse an einigen der Keramiken zeigt Heinrich Kohlhaufen, der damalige Direktor des Germanischen Nationalmuseums. Noch heute befinden sich drei der Fayencen im Bestand. Rechtmäßig? Neun Fallbeispiele erzählen von den Wegen der Objekte ins Museum. Sie beleuchten die Schicksale der früheren Besitzer: Privatleute, Sammler und Kunsthändler. Die Ausstellung zeigt, wie spannend, aber auch wie langwierig die Recherche der Provenienzforscher manchmal ist. Und warum sie dennoch unternommen werden muss.



merken

06. Dezember, 18 Uhr

Wissen — Wahrheit — Wunsch. Zur Rolle der Wissenschaft im Diskurs um Fakten und Meinungen

Parlamentarischer Abend der
Leibniz-Gemeinschaft.
Haus der Leibniz-Gemeinschaft,
Chausseestr. 111, 10115 Berlin

08. Dezember, 9–18 Uhr

Die Hungerkunst: Eine Krankheit zwischen Rausch und Abgrund

Ein Symposium der Schering
Stiftung in Kooperation mit
der Leibniz-Gemeinschaft.
Haus der Leibniz-Gemeinschaft

11. Dezember, 18 Uhr

Leibniz-Salon: Kooperative Forschung und Interdiszi- plinarität

Eine Podiumsdiskussion.
Haus der Leibniz-Gemeinschaft

14. Dezember, 20 Uhr

Das Historische Quartett: Die Gegenwart der Geschichte

Eine Diskussion mit Andreas
Wirsching (Institut für
Zeitgeschichte), Martin Schulze
Wessel (LMU München), Ute
Daniel (TU Braunschweig) und
Armin Nassehi (LMU München).
Literaturhaus München,
Salvatorplatz 1, 80333 München

23. Januar, 18 Uhr

Eine Europäische Universität in Gefahr

Ein Vortrag von Felix Ackermann
(Deutsches Historisches Institut
Warschau). Leibniz-Institut
für Ost- und Südosteuropa-
forschung, Landshüter Str. 4,
93047 Regensburg

08. Februar, 16 Uhr

Corporate Power and the New Nationalism

Ein Vortrag von Will Davies
(Goldsmiths University of
London).
Wissenschaftszentrum Berlin
für Sozialforschung, Reich-
pietschauer 50, 10785 Berlin

19. Februar, 19.30 Uhr

Leibniz Lektionen: Die Evolution menschlichen Verhaltens aus der Perspektive der Archäologie

Ein Vortrag von Sabine Gaudzinski-
Windheuser (Monrepos, RGZM).
Urania Berlin,
An der Urania 17, 10787 Berlin

22. Februar, 18 Uhr

Leibniz debattiert: Weltall — wohin entwickelt sich das Universum?

Pascale Ehrenfreund (Deutsches
Zentrum für Luft- und Raumfahrt)
trifft Matthias Steinmetz
(Leibniz-Institut für Astrophysik
Potsdam).
Haus der Leibniz-Gemeinschaft

lesen



92

1 Ronen Steinke

DER MUSLIM UND DIE JÜDIN

Wer war dieser Mann, der einer Jüdin Unterschlupf gewährte — mitten in Berlin, unter den Augen der Nationalsozialisten? Ab 1942 beschäftigte der ägyptische Arzt Mohammed Helmy die junge Anna Boros in seiner Praxis im Stadtteil Charlottenburg und rettete ihr so das Leben. Um ihre Spuren zu verwischen, war Boros zum Islam konvertiert. Beim Versuch, eine arrangierte Ehe mit einem Muslim einzugehen, kam ihr jedoch die Gestapo auf die Spur. Nur die Finten Helmys bewahrten sie vor der Deportation. 2013 ehrte der Staat Israel den Mediziner, der noch weitere Juden gerettet hatte, in der Holocaustgedenkstätte Yad Vashem als »Gerechten unter den Völkern« — als bislang einzigen Araber überhaupt. Vor dem Hintergrund des Nahostkonflikts mag Mohammed Helmys Geschichte erstaunen. Der Journalist Ronen Steinke erzählt sie detailliert und kenntnisreich. Seine Recherchen über die lebhaft muslimische Gemeinde im Berlin der Weimarer Republik und deren enge Verflechtungen zur jüdischen Gemeinde führten ihn unter anderem in das Archiv des Berliner Leibniz-Zentrums Moderner Orient.

MARION TULKA

2 Magnus Brechtken

ALBERT SPEER

Die Biografie Albert Speers ist in der Geschichtswissenschaft kein unbeschriebenes Blatt. Dennoch (oder gerade deswegen) hat der stellvertretende Direktor des Instituts für Zeitgeschichte München-Berlin, Magnus Brechtken, jetzt ein imposantes Werk zu Hitlers Architekten und Rüstungsminister herausgebracht. Ihm geht es dabei nicht nur um Speers Rolle im Nationalsozialismus, sondern auch darum, wie es diesem in der Nachkriegszeit gelang, seinen Namen reinzuwaschen. Basierend auf neuen, aber auch lange verfügbaren Quellen zeichnet Brechtken ein Bild, das darauf basiert, was Speer vor 1945 getan — und nicht darauf, was er später erzählt hat. Diesem Anspruch seien viele Biografen bis vor wenigen Jahren nicht gerecht geworden, kritisiert Brechtken: Man habe schlicht nicht hinschauen wollen. Für den Leibniz-Historiker ist der langsame und zähe Abschied von »Speers Fabeln« ein Indiz für den Wandel der deutschen Gesellschaft: von einem leichtgläubigen Publikum, das sich selbst entlasten wollte, zu einer Zivilgesellschaft, die kritisch abwägt.

CHRISTOPH HERBORT-VON LOEPER

Wir verlosen je drei Exemplare
von »Der Muslim und die Jüdin«,
»Das Land, in dem wir leben
wollen« und »Albert Speer«.
 Nehmen Sie teil:
[www.leibniz-gemeinschaft.de/](http://www.leibniz-gemeinschaft.de/verlosung)
verlosung

1	2	3	4
Ronen Steinke	Magnus Brechtken	Jutta Allmendinger	Dava Sobel
DER MUSLIM UND DIE	ALBERT SPEER.	DAS LAND, IN DEM WIR	LÄNGENGRAD
JÜDIN. DIE GESCHICHTE	EINE DEUTSCHE	LEBEN WOLLEN. WIE DIE	224 Seiten
EINER RETTUNG IN BERLIN	KARRIERE	DEUTSCHEN SICH IHRE	Berlin Verlag
208 Seiten	912 Seiten	ZUKUNFT VORSTELLEN	
Berlin Verlag	Siedler Verlag	272 Seiten	
		Pantheon Verlag	

3 Jutta Allmendinger

DAS LAND, IN DEM WIR LEBEN WOLLEN

Mit 3.104 Menschen zwischen 14 und 80 Jahren haben Jutta Allmendinger und ihre Kollegen gesprochen. Für ihre »Vermächtnisstudie« befragten sie diese zu ihren Lebensumständen, Wünschen und Zukunftsprognosen. Neben den Einstellungen der Menschen wurden auch ihre Sinneswahrnehmungen – Riechen, Fühlen und Hören – mit in die Studie einbezogen. Jetzt hat die Präsidentin des Wissenschaftszentrums Berlin für Sozialforschung die Ergebnisse des Großprojekts in einem kurzweiligen und verständlichen Sachbuch auf den Punkt gebracht. Hinsichtlich der Zukunftswünsche der Befragten resümiert Allmendinger: »Die Menschen in Deutschland wünschen den Kindern und Kindeskindern nicht mehr und nicht weniger als das, was die Gesellschaft heute ausmacht. Welch ein positives Zeugnis für das Leben heute.« Wurden die Befragten jedoch um eine realistische Einschätzung der Zukunft gebeten, änderte sich das Bild. Das zeigt auch die Untersuchung der Sinneseindrücke: Während die Gegenwart überwiegend nach Rosen duftet, riecht die Zukunft nach Leder.

MIRJAM KAPLOW

4 WAS LESEN SIE, HERR KLEINER?

»LÄNGENGRAD von Dava Sobel!«

Die Verwandlung von Blei in Gold, die Suche nach dem Jungbrunnen oder das Perpetuum Mobile zählen zu den großen Mythen umtriebigen Forschergeistes. Dava Sobel legt so unterhaltsam wie lehrreich dar, dass die Bestimmung der Längengrade mit Fug und Recht einen Platz in dieser Reihe legendärer Abenteuer und Heldengeschichten der Wissenschaft beanspruchen darf. Protagonist des Dramas ist der englische Uhrmacher und Autodidakt John Harrison, sein Schauplatz sind die Weltmeere des 18. Jahrhunderts. Während der Null-Breitengrad von der Natur definiert wird, unterliegt der Null-Längengrad der Konvention. Die genaue Längenbestimmung war daher jahrhundertlang ein Problem: Selbst die größten Kapitäne blieben orientierungslos auf See, Schiffe kamen vom Kurs ab, liefen auf Grund oder waren auf den wenigen sicheren Passagen leichte Beute für Piraten. Mit dem »Longitude Act« lobte das englische Parlament 1714 ein Preisgeld von 20.000 Pfund für die Erfindung einer Methode zur Ermittlung der geographischen Länge aus. Dava Sobel widmet ihr Buch zum einen John Harrisons über 40 Jahre währende Arbeit an der Herstellung eines perfekten Chronometers, zum anderen erzählt sie höchst kurzweilig eine Geschichte vom Widerstand der Natur, des Materials und der etablierten, oft auch intriganten Wissenschaft im Kampf um den Längengradpreis.

MATTHIAS KLEINER, Präsident der Leibniz-Gemeinschaft

EINE VON 18.700

Annette Kraegeloh

Wo finden wir Sie nach der Arbeit?



Was ist für Sie Glück?



94



Wo steckt Leibniz an Ihrem Institut?



Die lieben Kollegen!

Dieses Mal haben wir Einwegkamera und Fragebogen nach Saarbrücken geschickt. Am Leibniz-Institut für Neue Materialien widmet sich Annette Kraegeloh Partikeln von maximal 100 Nanometern Größe. Außerdem koordiniert die Biologin den Leibniz-Forschungsverbund »Nanosicherheit«, der sich den Chancen und Risiken der Teilchen widmet. Ihre Antworten in Bildern.

INTERNA

19.000 Euro hat eine Kunstauktion zur Rettung des Nördlichen Breitmaulnashorns eingespielt. Der Höhepunkt der Versteigerung im Berliner Hotel Adlon war ein eigens für diesen Anlass gemaltes Ölbild des ungarischen Künstlers Anton Molnar. Mit dem Erlös will das Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung die Nashörner mithilfe künstlicher Befruchtung vor dem Aussterben bewahren. Weltweit leben nur noch drei Exemplare der Art.

Julia Strasheim vom Leibniz-Institut für Globale und Regionale Studien (GIGA) ist mit dem Deutschen Studienpreis der Körber-Stiftung ausgezeichnet worden. Für ihre Dissertation über die Friedenssicherung nach Gewaltkonflikten erhielt sie den ersten Preis in der Sektion Sozialwissenschaften. Mit einem Preisgeld von 25.000 Euro zählt die Auszeichnung zu den höchstdotierten wissenschaftlichen Nachwuchspreisen in Deutschland.

Das Leibniz-Institut für Pflanzenbiochemie (IPB) hat einen neuen Geschäftsführenden Direktor. Seit August leitet Steffen Abel das Institut in Halle. Er folgt auf Ludger Wessjohann, der dem IPB seit 2010 vorstand.

Ohne Phosphor als Dünger wäre es nicht möglich, die wachsende Weltbevölkerung zu ernähren. Doch die natürlichen Ressourcen des Minerals versiegen in absehbarer Zeit. Wie kann die Landwirtschaft es effizienter nutzen? Dieser Frage geht das Projekt »ERANet PEGaSus« nach. Zwei Millionen Euro stehen dem Leibniz-Institut für Nutztierbiologie und Partnern aus Nordirland, Italien, Dänemark und Schweden für ihre Forschung zur Verfügung.

Das Leibniz-Institut für Interaktive Materialien (DWI) wird Teil der »Max Planck School Physics, Chemistry and Construction of LIFE«. Mit mehreren Instituten der Max-Planck-Gesellschaft und vier Universitäten wird es in der Graduiertenschule unter anderem um die Konstruktion lebensähnlicher Funktionen gehen. Insgesamt nehmen 2018 drei Max Planck Schools ihre Arbeit auf. Sie richten sich an Studierende, die ihr Masterstudium mit einer Doktorarbeit verknüpfen.

Dank eines neuen Therapieansatzes sollen Tuberkulose-Patienten künftig seltener die Behandlung abbrechen. Der Forschungsverbund »ANTI-TB« will dafür Nanoträger entwickeln, die Antibiotika gezielt zu Infektionsherden in der Lunge transportieren — bei weniger Nebenwirkungen und kürzerer Behandlungsdauer. Die

Koordination des Verbunds liegt beim Forschungszentrum Borstel, dem Leibniz-Institut für Medizin und Biowissenschaften. Der Bund fördert ihn in den kommenden drei Jahren mit 2,8 Millionen Euro.

Zwei Leibniz-Wissenschaftler werden in den kommenden fünf Jahren durch ein Freigeist-Fellowship der Volkswagen-Stiftung gefördert. Neben Robert Göstl vom Leibniz-Institut für Interaktive Materialien (DWI) erhält auch Max-Philipp Stenner vom Leibniz-Institut für Neurobiologie eine Förderung von einer Million Euro. Stenner erforscht in Magdeburg, wie der Mensch Bewegungen steuert und sich dabei seiner Handlungen bewusst wird. In Aachen untersucht Göstl auf molekularer Ebene die Effekte mechanischer Belastungen auf Materialien.

Bettina Böhm wird zum 01. Januar 2018 neue Generalsekretärin der Leibniz-Gemeinschaft. Sie folgt auf Christiane Neumann, die das Amt 2010 übernahm. Böhm kommt von der Europäischen Weltraumorganisation ESA zu Leibniz. Zehn Jahre hat die promovierte Juristin dort die Abteilung Human Resources geleitet. Zuvor war sie die erste Kanzlerin der Westfälischen Wilhelms Universität Münster.

N°1 Vernunft

96



CHRISTIAN UHLE

ist Philosoph und wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung. In seiner Kolumne widmet er sich Gedanken von Gottfried Wilhelm Leibniz — und holt sie ins Heute.

Oft ist es schwer, vernünftig zu sein. Etwa, wenn unter der Woche ein weiteres, wirklich allerletztes Bier mit einem Freund lockt. Oder weil eine Situation so komplex ist, dass man gar nicht mehr weiß, was nun eigentlich vernünftig ist. Eine ganze Armada von Algorithmen soll helfen: Mit Apps sollen wir gesund essen und rechtzeitig schlafen gehen. Und wenn wir erst im selbstfahrenden Auto sitzen, gehören auch unvernünftige Überholmanöver der Vergangenheit an, so der Plan.

Der Mensch schafft auf diese Weise Technologien, die wiederum den »Faktor Mensch« überwinden sollen, mit all seiner Impulsivität, seinen irrationalen Vorurteilen, Affekten und Gefühlsverwirrungen. Begründen sie ein neues Zeitalter der Vernunft?

Gottfried Wilhelm Leibniz definierte Vernunft als »das Vermögen, welches die Verbindungen der Wahrheiten untereinander einsieht«. Er stellte sie in den Mittelpunkt seiner Philosophie und bereitete so den Weg für die Aufklärung, deren Grundgedanken Immanuel Kant später als »Ausgang des Menschen aus seiner selbst verschuldeten Unmündigkeit« formulierte. Vernunft wurde also früh mit Selbstverantwortlichkeit zusammengedacht. Der Mensch, so meinten Leibniz, Kant und andere Gelehrte, könne im Gegensatz zu anderen Tieren selbstbestimmt handeln, wenn er sich nicht von Leidenschaften und inneren Trieben »regieren« ließe. Und auch die Bevormundung durch äußere Autoritäten könne er abschütteln — wenn er sie hinterfragt und sich eigene Gedanken macht. Vernünftig sein heißt dabei immer auch, die eigenen Ziele und Werturteile zu reflektieren und die Frage nach dem Warum zu stellen. Digitale Anwendungen können das nicht. Sie sind allenfalls instrumentell rational und optimieren Prozesse auf programmierte Ziele hin. Das mag smart sein. Vernünftig ist es nicht.

Ein Zeitalter der Vernunft kann deshalb kein Zeitalter allumfassender Rechenleistung sein, denn auch hinter Algorithmen stehen Menschen mit eigenen Interessen. Nur wenn wir die Analysen der Codes kontinuierlich hinterfragen, kann die digitale Gesellschaft auch eine aufgeklärte Gesellschaft sein. Und im Privaten können wir ob unserer kleinen Irrationalitäten ganz beruhigt sein. Sie unterscheiden uns von Robotern, denen wir obendrein überlegen sind — wenn wir den Mut haben, uns unseres Verstandes zu bedienen und mündige Menschen zu sein.

»
**Wir wollen in
der Verantwortung
bleiben.**
«



Er hat Wissenschaft und Forschung zur Chefsache erklärt. Seit vergangennem Jahr ist Michael Müller nicht nur Berlins Regierender Bürgermeister — sondern auch Senator für das Wissenschaftsressort. Mit Leibniz-Präsident Matthias Kleiner hat er über seine Pläne gesprochen.

LEIBNIZ Herr Müller, Herr Kleiner, im April liefen Sie gemeinsam an der Spitze des »March for Science«. Was verstehen Sie unter Wissenschaftsfreiheit?

MICHAEL MÜLLER Dass die Wissenschaft unabhängig von staatlicher Einflussnahme arbeiten kann. Das heißt nicht, dass der Staat sie nicht aktiv begleiten sollte — aber er darf keine Vorgaben machen, was den Forschungsauftrag und die Ergebnisse anbelangt.

MATTHIAS KLEINER Autonomie und Selbstbestimmung bei Themen und Methoden, aber auch die dafür nötigen Ressourcen. Denn eine Freiheit bleibt theoretisch, wenn man sie nicht leben kann. Ich würde den Begriff aber noch erweitern: Ich glaube, dass Autonomie auch eine wirksame Rolle der Wissenschaft in der Gesellschaft meint — und die Akzeptanz dieser Wirkung. Autonomie bedeutet also auch, dass sich die Gesellschaft auf Wissenschaft verlässt und verlassen kann.

Herr Müller, wie kann Politik die Voraussetzungen für eine freie Wissenschaft schaffen?

MÜLLER Die Politik muss verlässliche Rahmenbedingungen schaffen, durch Planungssicherheit dafür sorgen, dass Wissenschaft sich frei entfalten kann, unabhängig von äußeren Faktoren, etwa unternehmerischen Eigeninteressen. Auch Akzeptanz für Wissenschaft zu schaffen, ist eine Aufgabe von Politik. Wir sollten immer wieder deutlich machen, welche wichtige Rolle sie für unser Zusammenleben und für die Entwicklung unseres Landes spielt, und wissenschaftliche Erkenntnisse in unsere Entscheidungsfindung einbeziehen.

Wie beurteilen Sie denn die momentane politische Großwetterlage für Wissenschaft und Forschung in Deutschland?

KLEINER Wir haben in Deutschland eine ausgesprochen positive Situation. Positiver als in vielen anderen Ländern. Die Fachzeitschrift Nature schrieb ja letzts vom »Goldenen Zeitalter« der Wissenschaft in Deutschland. Und das gelte sowohl materiell als auch immateriell.

MÜLLER Diese Analyse teile ich. Zugleich gerät die Wissenschaft international unter Druck, was auch Auswirkungen auf unser Land hat. Und es gibt auch hier Kräfte, die wissenschaftliche Erkenntnisse zunehmend anzweifeln und alternativen Fakten Vorschub leisten. Das sehe ich mit Sorge. Umso mehr müssen wir deutlich machen, wie wichtig die Wissenschaft für unsere Gesellschaft ist.

In Initiativen wie dem Hochschulpakt, dem Pakt für Forschung und Innovation und der Exzellenzinitiative fördert die Bundesregierung die Wissenschaft. Was brauchen wir darüber hinaus, jetzt, nach der Bundestagswahl?

MÜLLER Die Wissenschaft muss in der politischen Agenda der kommenden Bundesregierung eine herausragende Rolle spielen. Unsere Hochschulen und Forschungseinrichtungen brauchen Verlässlichkeit und Planungssicherheit. Es sollte klar sein, dass Initiativen wie der Hochschulpakt oder die Exzellenzinitiative kein Strohfeuer sind. Sie müssen nicht nur weitergeführt, sondern auch weiterentwickelt werden. Dabei sind die Ansprüche, die wir an die Wissenschaft stellen, über die Länder allein nicht mehr zu finanzieren. Wir brauchen noch mehr Kooperation zwischen der Bundes- und Landesebene.

KLEINER Darf ich ein kleines »Aber« setzen? Ich finde es wichtig, dass die Länder sich ihre Einflussnahme und ihre Verantwortung nicht abkaufen lassen. Denn in der laufenden Runde des Paktes für Forschung und Innovation beteiligen sie sich nicht an der Finanzierung der Aufwüchse. Ich finde, das darf nur einmalig bleiben. Die Länder müssen auf ihren wichtigen Einfluss in unserem föderalistischen System bestehen.

MÜLLER Den Anspruch haben wir auch — zumindest für Berlin kann ich das sagen. Der Wissenschaftsbereich ist von so herausragender Bedeutung für die Stadt, ihre wirtschaftliche Entwicklung und internationale Wahrnehmung, dass wir in der Verantwortung bleiben wollen.

Was macht den Wissenschaftsstandort Berlin so besonders?

MÜLLER Institutionelle Vielfalt, Internationalität und eine ausgeprägte Kultur der Kooperation, das sind die Markenzeichen Berlins. Wir werden als eine Stadt wahrgenommen, die einen Schwerpunkt bei Wissenschaft und Forschung setzt und diesen auch entsprechend finanziert. Von Tel Aviv bis nach Los Angeles und Tokio wird sehr bewusst wahrgenommen, dass Berlin als Wissenschaftsstandort hervorragend aufgestellt ist.

KLEINER Die Stadt — das Land Berlin — ist die Vereinigungsgewinnerin par excellence. Die Entwicklung der vergangenen zwei Jahrzehnte hätte weder West- noch Ostberlin allein machen können. Im Zusammenkommen neue Potenziale freizusetzen, das ist es, was Berlin heute ausmacht.

MÜLLER Berlins wissenschaftliche Stärke speist sich aus allen Teilen der Stadt. Zudem beflügeln sich Wissenschaft und Wirtschaft inzwischen gegenseitig. Man kann hier nicht nur studieren, sondern inzwischen auch einen guten Arbeitsplatz finden, eine Familie gründen, bleiben. Dass man die Leute hier auch halten kann, stärkt wiederum die Wissenschaft.

» Die Berliner Universitäten profitieren von den gemeinsamen Berufungen.

« MATTHIAS KLEINER

Können Sie auch exzellente Wissenschaftler nach Berlin locken?

MÜLLER Wir müssen den internationalen Wettbewerb nicht scheuen, aber man stößt mitunter an Grenzen. Wenn es nur ums Geld geht, können manche Standorte vielleicht mehr bieten als wir. Für viele Wissenschaftler ist das allerdings nur ein Kriterium in ihrer Entscheidungsfindung. Viele überzeugt das Paket Berlin. Wer hierherkommt, profitiert von der schon erwähnten Vielfalt, Internationalität und den vielen Vernetzungsmöglichkeiten, kann etwa mit den Leibniz- oder Max-Planck-Instituten kooperieren.

KLEINER Ich glaube auch, dass Berlin für private Investoren, Förderer und Stiftungen besonders interessant ist. Mithilfe einer beträchtlichen Stiftung von Johanna Quandt ist zum Beispiel in der Zusammenarbeit der Charité, dem Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin und den Berliner Universitäten so manches möglich, was man allein mit öffentlichen Mitteln schwer realisieren kann. So können Wissenschaftler nach Berlin geholt werden, die innerlich vielleicht schon bereit sind, zu kommen, aber noch einer kleinen Überzeugung bedürfen. Auch, dass die Bundesregierung hier in Berlin sitzt, spielt bei der Attraktivität des Standortes sicher öfter eine Rolle.



MATTHIAS KLEINER

ist Präsident der Leibniz-Gemeinschaft, die in Berlin 14 Mitgliedseinrichtungen zählt.

MICHAEL MÜLLER

ist Regierender Bürgermeister von Berlin. Seit 2016 ist der SPD-Politiker außerdem Senator für Wissenschaft und Forschung.

»

Wissenschaft und Wirtschaft beflügeln sich gegenseitig.

« MICHAEL MÜLLER





MÜLLER Nicht zuletzt ist natürlich auch die Ansiedelung neuer Bundesinstitutionen ein Signal, dass an diesem Standort sehr viel passiert. Nehmen Sie das Berliner Institut für Gesundheitsforschung oder das Deutsche Zentrum für Integrations- und Migrationsforschung.

Welche Schwerpunkte setzen Sie bei der Weiterentwicklung des Wissenschaftsstandortes?

MÜLLER Es gibt zwei Schwerpunkte. Zum einen den gesamten Gesundheits- und Medizinbereich. Hier bietet Berlin die komplette Bandbreite, von den großen Krankenhausunternehmen über Wissenschaft und Forschung bis hin zur Industrie und Start-up-Szene. Zum anderen ist da das Thema Digitalisierung, das wir gezielt vorantreiben. Etwa mit dem Einstein-Zentrum Digitale Zukunft, in dem wir in Kooperation mit den Berliner Universitäten, außeruniversitären Forschungseinrichtungen, Unternehmen und Stiftungen 50 bis 60 neue Digitalisierungsprofessuren einrichten. Auch das neue Fraunhofer Leistungszentrum Digitale Vernetzung und das Weizenbaum-Institut für die vernetzte Gesellschaft sind wichtige Bausteine unserer Digitalen Agenda.

Herr Kleiner, was haben Sie in Berlin mit Leibniz vor?

KLEINER Berlin ist Leibniz-Stadt. Wenn man die Dichte der Institute hier und im unmittelbaren Umfeld ansieht, ist das schon eine reichhaltige Landschaft. Die Kooperation mit den Universitäten ist äußerst eng und die Berliner Universitäten werden bereichert durch eine sehr beeindruckende Zahl gemeinsamer Berufungen mit den Außeruniversitären, besonders mit Leibniz-Instituten. Ich sehe in Berlin generell eine intensive Weiterentwicklung von Wissenschaft und Forschung. Trotzdem habe ich auch noch Wünsche: Wenn ich mir das Naturkundemuseum, eines der Leibniz-Forschungsmuseen, angucke, gibt es noch großen Investitionsbedarf, um dessen wunderbare Sammlung zu sichern, zu erschließen, zu digitalisieren, das Haus in Ordnung zu bringen. Man muss anerkennen, dass da schon sehr viel gemacht worden ist. Aber wir wären keine Wissenschaftler, wenn wir nur zufrieden und nicht auch kritisch wären. Das gehört einfach zur Wissenschaft dazu.

Herr Müller, wie nehmen Sie die Leibniz-Gemeinschaft wahr?

MÜLLER Für mich steht die Leibniz-Gemeinschaft für eine große Vielfalt von Instituten und für innovative Kooperationsformen, wie gemeinsame Forschungscampi mit Universitäten. Deshalb passt sie so gut zu Berlin, oder Berlin zu ihr. Die Vielzahl der Institute, die wir in Berlin haben, ist beeindruckend: von der Wildtier- über die Bildungs- bis zur Wirtschaftsforschung. Das sollten wir weiter ausbauen. Es wäre für den Standort Berlin wünschenswert, aber sicher auch für die Leibniz-Gemeinschaft gut.

Was ist ihr Lieblingsort der Wissenschaft in Berlin?

MÜLLER Den gibt's eigentlich nicht. Wir haben in Berlin viele Wissenschaftscampi, auf denen tolle Sachen passieren. Was mir immer Spaß macht, sind die historischen Sammlungen, zum Beispiel die des Naturkundemuseums. Ich empfinde es auch als etwas ganz Besonderes, mich in den historischen Gebäuden der Charité aufzuhalten, in denen alle großen Mediziner und Wissenschaftler ein- und ausgegangen sind.

Arthur Schopenhauer soll einmal gesagt haben:
»Jeder dumme Junge kann einen Käfer zertreten.
Aber alle Professoren der Welt können keinen herstellen.« Wo liegen für Sie die Grenzen der Forschung?

MÜLLER Ich glaube, dass die Politik per se keine Grenzen formulieren sollte. Aber natürlich muss sich die Wissenschaft moralisch-ethischen Grenzen stellen. Mitunter ergeben sie sich daraus, dass man als Wissenschaftler vielleicht weitergehen könnte, es aber nicht tut.

KLEINER Ich würde Ihnen zustimmen, gerade aus ethischen Abwägungen heraus. Vor 100 Jahren hätte man nicht geglaubt, dass Wissenschaft tatsächlich einen Käfer hervorbringt. Heute ist vorstellbar, dass dies in einigen Jahrzehnten möglich sein wird. Und da muss man sich aus ethischer Sicht heraus fragen: Wollen wir tatsächlich Schöpfer spielen oder sogar sein? Ich persönlich würde hier strikt die Grenze ziehen.



HAUPTSTADT - FORSCHER

14 der 91 Leibniz-Institute sind in der Bundeshauptstadt zuhause. Acht von ihnen gehen auf Institute der Akademie der Wissenschaften der DDR zurück und haben sich nach der Wende im Forschungsverbund Berlin organisiert. Zu den übrigen zählen traditionsreiche Einrichtungen aus beiden Teilen der Stadt, darunter das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung und das Museum für Naturkunde. Heute sind die Berliner Leibniz-Institute eng mit den drei Universitäten der Stadt verbunden, nicht zuletzt durch 71 gemeinsame Professuren, außerdem sind sie Teil von mehr als 800 internationalen Kooperationen. Ihre Forschung umfasst sehr verschiedene Disziplinen. Zuletzt bereicherten das Leibniz-Zentrum Moderner Orient und das Leibniz-Zentrum Allgemeine Sprachwissenschaft das Spektrum.

Meine Welt ...

... ist voller Bücher.

Sie kommen in riesigen Paketen und beim Auspacken entdecke ich die Welt. Eine bunt illustrierte nenzische Fibel eröffnet mir eine unbekannte Kultur. Schon als Kind verschlang ich meine Schulbücher, fast immer habe ich sie vorab in den Ferien gelesen. Ich wurde in der DDR eingeschult, 1990 wurden unsere Schulbücher komplett ausgewechselt. Ich weiß also, dass Schulbücher Weltbilder prägen und wie wichtig es ist, sich kritisch mit ihnen auseinanderzusetzen. Heute spüre ich Schulbücher aus der ganzen Welt auf. Würden wir die inzwischen gesammelten Exemplare in einer Reihe aufstellen, könnte man drei Kilometer an ihnen entlangwandern. Selbst wenn die Schulzeit länger zurückliegt, erkennen die meisten ihre Schulbücher sofort am Cover. Sie sind Teil unseres kulturellen Gedächtnisses. Sie geben Wissen an die nächste Generation weiter und unsere Nutzerinnen und Nutzer erforschen, welche Werte und Normen sie vermitteln. Auf meiner Suche arbeite ich nicht nur mit Verlagen zusammen, sondern auch mit Bildungsministerien, NGOs sowie mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern. Besonders schwierig ist es, an Schulbücher aus Krisenregionen zu kommen. Erst kürzlich bat mich ein Kontakt in Burundi um Geduld, weil er wegen heftiger Überschwemmungen und der lebensbedrohlichen politischen Lage keine Schulbücher beschaffen und verschicken konnte. Persönliche Kontakte brauche ich auch bei den digitalen Schulbüchern, die immer mehr die Klassenzimmer erobern. Das Bild von Bibliothekarinnen und Bibliothekaren als Bücherwürmer ist endgültig überholt. Ich sehe mich eher als Informationsmanagerin und arbeite an einer Infrastruktur, um die digitalen Schulbücher langfristig zu sichern und der Forschung zugänglich zu machen. Ob es künftig gedruckte Schulbücher geben wird? Ich gehe auch langfristig von einer friedlichen Koexistenz zwischen gedruckten und digitalen Schulbüchern aus. So stelle ich mir vor, wie sich auch in Zukunft Schülerinnen und Schüler neugierig durch Wissenswelten blättern und mit Begeisterung digitale Lernmöglichkeiten nutzen.

ANKE HERTLING

leitet die Forschungsbibliothek des Georg-Eckert-Instituts, Leibniz-Institut für internationale Schulbuchforschung.

Nächstes Mal

01/2018

Arbeit



In der nächsten Ausgabe widmen wir uns dem produktiven Thema Arbeit. Einen großen Teil unseres Lebens verbringen wir mit ihr; ohne sind die meisten Menschen unglücklich. Derzeit stellen Roboter und neue Formen der Kooperation die Arbeitswelt auf den Kopf. Wie wird sie sich verändern?

HERAUSGEBER

Der Präsident der Leibniz-Gemeinschaft,
Matthias Kleiner, Chausseestraße 111,
10115 Berlin

CHEFREDAKTION

Mirjam Kaplow, David Schelp

REDAKTION

Toni Gärtner, Christoph Herbolt-von
Loeper, Maria Latos, Julia Ucsnay

ART DIREKTION Sina Schwarz, Novamondo

BILDREDAKTION Fabian Zapatka

MITARBEITER DIESER AUSGABE

Text Marlene Halser, Stefanie Hardick,
Sebastian Kretz, Dirk Nordhoff,
Kai Schächtele, Christian Uhle
Foto / Illustration Martin Fengel,

Matthias Heyde, Fred Hüning,
Tanja Kernweiss, Antje Peters,
Kaja Smith, Mila Tessaieva
/ Katia Fouquet, Jakob Hinrichs,
Jindrich Novotny, Sina Schwarz,
Andreas Töpfer

DRUCK MedienSchiff Bruno

REDAKTIONSADRESSE

Redaktion »leibniz«,
Leibniz-Gemeinschaft,
Chausseestr. 111, 10115 Berlin
T 030/206049-0, F 030/206049-55
redaktion@leibniz-gemeinschaft.de
www.leibniz-gemeinschaft.de

»leibniz« erscheint dreimal im Jahr.

Kostenloses Abo

abo@leibniz-gemeinschaft.de
www.leibniz-gemeinschaft.de/abo

ISSN-Nr. 2192-7847

Leibniz bei twitter @LeibnizWGL

Leibniz auf Facebook www.facebook.com/
leibnizgemeinschaft

BILDNACHWEISE

Titel+S.10 Laura Vinck/Unsplash; S.4
Pilze: Jordis Antonia Schlösser/OSTKREUZ,
Kuchen: Gesche Jaeger/laif, Bär: Heinrich
Holtgreve/OSTKREUZ, Muschel: Tramont_ana/
shutterstock; S.48 Nikita Teryoshin/
OSTKREUZ; S.51 Fabian Zapatka; S.54 NASA/

HANNING/REA/laif; S.55 Kaja Smith;

S.59 NASA/Unsplash; S.90 Spinnen: Julia
Stoess, Schifffahrt: Hans Holbein/
wikimedia commons, Provenienz: Igo Levi,
privat

»leibniz« wird auf dem Recyclingpapier
RecyStar® Polar gedruckt, ausgezeichnet
mit FSC-Zertifikat, dem Blauen Engel und
der EU-Blume. Einen Teil der Auflage ver-
senden wir verpackt in einer zu 100%
recyclingfähigen Polyethylenfolie. Diese
verbrennt rückstandsfrei zu Kohlendioxid
und Wasserstoff, ist frei von Weichma-
chern und Schwermetallen und verhält sich
auf Mülldeponien grundwasserneutral.



Das Magazin der Leibniz-Gemeinschaft
www.leibniz-gemeinschaft.de