

VON NIELS BOEING

Geradezu apokalyptische Morgenstunden dürften Fischer erleben, die in der Frühe des 11. August südlich des kanadischen Halifax ihre Netze an Bord holen werden: Nicht der gewohnte orange Feuerball, nein, eine schwarze Sonne wird sich aus den Fluten des Atlantiks erheben. Ein feiner Ring aus Licht steigt dann über dem östlichen Horizont in den tiefblauen Himmel auf und weitet sich zu einem ungleichmäßigen Flammenkranz aus. Auftakt zu einem Spektakel, das weltweit Hunderte Millionen Menschen in den Himmel starren lassen wird – die totale Sonnenfinsternis.

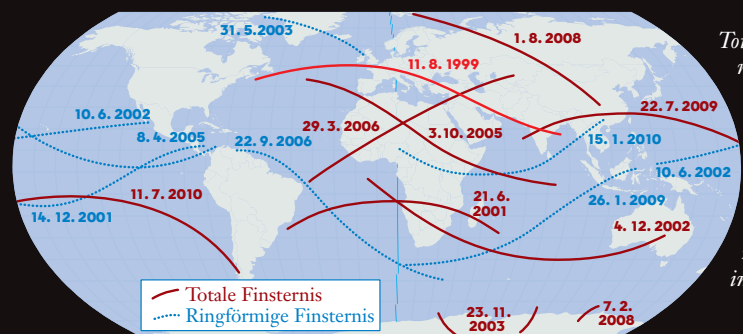
Mit einer Geschwindigkeit von über 2400 Kilometern pro Stunde – doppelter Schallgeschwindigkeit – rast der Schatten des Mondes von den Gewässern vor Neuschottland bis ins ferne Bangladesch über den Globus (siehe Grafik). So könnten es jedenfalls die Astronauten der russischen Raumstation „Mir“ sehen – die Menschen auf der Erdoberfläche werden hingegen Zeugen eines kosmischen Schattenspiels. Eine schwarze runde Scheibe schiebt sich langsam vor die Sonne und taucht das Land in eine unheimliche Dämmerung. Wer in Plymouth oder Pirmasens, Bukarest oder Karatschi zu Hause ist, kann schließlich die so genannte Totalität erleben: Die Sonne wird von der schwarzen runden Scheibe verschluckt und hinterlässt einen Strahlenkranz, plötzlich werden zur Mittagszeit die Sterne sichtbar. Die Temperatur fällt um bis zu 5 Grad und ein unheimlicher Wind zieht herauf. Nach gut zwei Minuten ist der Spuk wieder vorbei, und die Sonne kommt nach und nach wieder zum Vorschein.

Jahrtausendlang haben Menschen darin einen göttlichen Fingerzeig gesehen. „Nie und nie in meinem ganzen Leben war ich so erschüttert, von Schauer und Erhabenheit so erschüttert“, notierte der Schriftsteller Adalbert Stifter nach der totalen Sonnenfinsternis in Wien 1842. „wie in diesen zwei Minuten, es war nicht anders, als hätte Gott auf einmal ein deutliches Wort gesprochen.“

Für die Wissenschaft ist dieses Spektakel bloß das Ergebnis einer besonderen astronomischen Konstellation. In der verdunkelt der so genannte Kernschatten des Erdtrabanten ein Gebiet von maximal 200 Kilometer Durchmesser (siehe Grafik Seite 29). Die umliegenden Landstriche, wo die Bedeckung der Sonnenscheibe zu keinem Zeitpunkt vollständig ist, liegen nur im Halbschatten.

Voraussetzung ist, dass der Mond sich zwischen Erde und Sonne befindet, was bei Neumond gilt. Doch nicht jeder Neumond hat eine totale Sonnenfinsternis zur Folge. Das liegt daran, dass die Ebene, auf welcher der Mond die Erde umkreist, gegenüber der Ekliptik – der Ebene der Erdumlaufbahn – ein wenig geneigt ist. Folglich: In den meisten Monaten steht der Neumond oberhalb oder unterhalb der Sichtlinie Erde-Sonne, und sein Kernschatten fällt an der Erde vorbei in den ohnehin schwarzen Weltraum. Wenn Teile des Halbschattens den Erdball noch streifen, entsteht zumindest eine partielle Sonnenfinsternis.

Nur zweimal im Jahr, wenn die Schnittlinie zwischen Mondbahn-Ebene und Ekliptik – die so genannte Knotenlinie – auf die Sonne zeigt, kann der Neumond eine totale Sonnenfinsternis verursachen. Allerdings schwankt der Abstand des Erdtrab-



Sonnenfinsternisse 1999–2010

Totale oder ringförmige Sonnenfinsternisse sind keine Seltenheit: Sie treten weltweit bis zu zweimal im Jahr auf

Tag der Finsternis

Die erste totale SONNENFINSTERNIS in Deutschland seit 112 Jahren wird die Menschen entzücken – für Astronomen bietet sie nur noch wenig Neues

MEDIEN

Joachim Bublath hat etwas, was alle anderen nicht haben: ein Flugzeug. Aus dem kann er am 11. August Bilder von der Sonnenfinsternis zur Erde senden, wenn etwa Wolken den direkten Blick von dort versperren. Das macht ihn fröhlich: „Immer wenn es dieser Tage regnet, rufen besorgt die anderen Sender an“, erzählt der Leiter der ZDF-Wissenschaftsredaktion. „Sie fragen, ob sie am 11. unsere Bilder haben können. Wenn das Wetter besser wird, beruhigen sie sich wieder.“ Alle deutschen Fernsehsender (außer Sat 1) versprechen sich von der Sonnenfinsternis hohe Einschaltquoten. Sie berichten live aus ganz Europa, aus Hubschraubern und Studien – über ein Naturschauspiel, das die meisten Zuschauer vor der Haustüre erleben wollen.

Joachim Bublath ist Physiker, und den darf ein derartiges astronomisches Ereignis nicht aus der Ruhe bringen. Der Redaktionschef kann die ganze Welt im „Knoff-hoff“-Ton erklären. Deswegen kann er auch erzählen, was die Kollegen alles falsch machen: „Eine Übertragung aus dem Helikopter macht keinen Sinn, das geht bis maximal 3000 Meter Höhe. Eine anständige Wolke ist aber in bis zu 6000 Meter Höhe.“ Amüsiert hat er sich auch über Sender, die stolz über eine Satelliten-Übertragung aus dem Flugzeug berichteten („Geht nicht, ein Satellit braucht ein gerichtetes Signal“), und solche, die gemeinsam mit dem rumänischen Fernsehen aus einem Mig-Militärjet senden wollten. Das ZDF habe dagegen erkannt, dass es für die Übertragung aus dem Flug-

zeug erst eine neue, digitale Fernseh-Übertragungstechnik entwickeln musste. „Das hat uns zwei Monate gekostet“, sagt Bublath. „Aber jetzt sind wir die Einzigen, die bis in 13 Kilometer Höhe kommen. Und alle wollen unser Signal haben.“

Den bundesweiten Fernseh-Reigen eröffnet am 5. August die ARD mit der Sendung „Die schwarze Sonne“, gefolgt von dem am 6. August ausgestrahlten Pro-Sieben-Wissensmagazin „Galileo“ mit Beiträgen über die Entstehung der Sonnenfinsternis. Die Live-Berichterstattung der Sendung am 11. August startet um 12 Uhr. Das ZDF sendet am 10. und 11. August 1999 aus dem Schloss Amerang am Chiemsee, die Sonnenfinsternis wird ab 10.50 Uhr live übertragen. Die ARD berichtet am 8. August in der „Sendung mit der Maus“, am 10. in „Plusminus“ und am 11. August ab 11.30 Uhr live vom Stuttgarter Schlossplatz. RTL schaltet sich ab 10.00 Uhr mit Sondersendungen in das laufende Programm ein, dazu gibt es ein „Punkt 12 Spezial“.

Im Schloss Amerang am Chiemsee wird Joachim Bublath in altbewährter „Knoff-hoff“-Manier stehen: mit Erklärungen, Beiträgen, Live-Band und „einem ganzen Lastwagen voll Experimenten“. Eine Lampe spielt die Sonne, eine Pappscheibe den Mond, ein paar Salze die Sonneneruptionen. Bei allen Bemühungen: Die Bilder sind vorhersehbar. Was wollen uns die Live-Reporter erzählen? Das ZDF versucht sich mit den Komödianten Emmanuël Peterfalvi und Theo West über die Eintönigkeit zu retten. Witzschkeit kennt keine dunklen Stunden. **REINHARD RÖDE**

ten um etwa 50.000 Kilometer. Im erdfernten Punkt ist die Mondscheibe am Himmel zu klein, um die Sonne ganz zu bedecken – es kommt dann nur zu einer „ringförmigen Finsternis“, bei der die Mond-Silhouette einen breiten Sonnenring frei lässt.

Obwohl es so alljährlich zwei totale beziehungsweise ringförmige Sonnenfinsternisse gibt (siehe Karte), wird kaum ein Mensch in seiner Lebensspanne zwei von ihnen an ein und demselben Ort erleben können. Denn das komplizierte Zusammenspiel der Mondbahnneigung, der Umlaufgeschwindigkeit des Mondes und der um die Sonne rasende Erde führt dazu, dass sich eine spezielle Neumond-Position erst nach 18 Jahren und 10 Tagen wiederholt. Nach diesem „Saros-Zyklus“, nach dem die Babylonier vor mehr als 3000 Jahren durch Beobachtung entdeckten, findet die entsprechende Finsternis allerdings um etwa 120 Längengrade weiter westlich statt. In der Regel dauert es mindestens 100 Jahre, bis eine totale Sonnenfinsternis dieselbe Route über den Erdball nimmt.

Astronomen dürften am 11. August

Das Ende der vollständigen Verfinsternung kündigt der DIAMANTRINGEFFEKT an: Erste Strahlen passieren Mondberge

kaum in Freuden schreie ausbrechen: „Die Sonnenfinsternis an sich spielt wissenschaftlich keine große Rolle mehr“, sagt Oskar von der Lühe, Leiter des Kiepenheuer-Instituts für Sonnenphysik in Freiburg. Die letzte bahnbrechende Entdeckung bei einer Sonnenfinsternis liegt 80 Jahre zurück. Damals gelang Astronomen einer der wenigen direkten Nachweise von Einsteins Allgemeiner Relativitätstheorie, nach der Licht von der Gravitationskraft abgelenkt wird. Die Ablenkungen des Lichts ferner Sterne in der Nähe der Sonnenoberfläche, die während der Totalität auf der Atlantik-Insel Principe vor der Küste Westafrikas gemessen wurden, entsprach genau den von Einstein errechneten Werten.

Was heute noch die Neugier der Sterngucker entfacht, ist der helle Strahlenkranz, der in der Phase der vollständigen Bedeckung zu sehen sein wird: die Korona der Sonne. Die erstreckt sich von der sichtbaren „Sonnenoberfläche“ Millionen von Kilometer ins Sonnensystem hinein und ist der einzige Teil unseres im kosmischen Vergleich ziemlich durchschnittlichen Zentralgestirns, den die Himmelsforscher bislang nicht richtig durchschauen.

Denn während die Fotosphäre, wie Astronomen die Sonnenoberfläche nennen, nicht heißer ist als 6000 Grad, herrscht in der Korona Dantes Inferno: Mit mehr als 1 Million Grad wirbeln hier Elementarteilchen, Atome und Moleküle durcheinander, bevor sie in die Weiten des Weltraums geschleudert werden. „Um die Korona zu untersuchen, musste man früher eine Expedition dorthin schicken, wo die Sonnenfinsternis stattfand“, so von der Lühe. „Seit 15 Jahren können das Satelliten mit Hilfe einer künstlichen Verfinsternung im Weltraum machen.“

Satelliten wie „Trace“ (Transition Region and Coronal Explorer) oder „Soho“ (Solar and Heliospheric Observatory), der seit 1995 im All ist, liefern so den Wissenschaftlern eine Fülle von Daten, die auf der Erde nicht zu gewinnen wären. Die ungewöhnliche Aufheizung der Korona, vermuten Sonnenforscher inzwischen, entsteht durch kleine „Verdrrehungen“ des Ma-

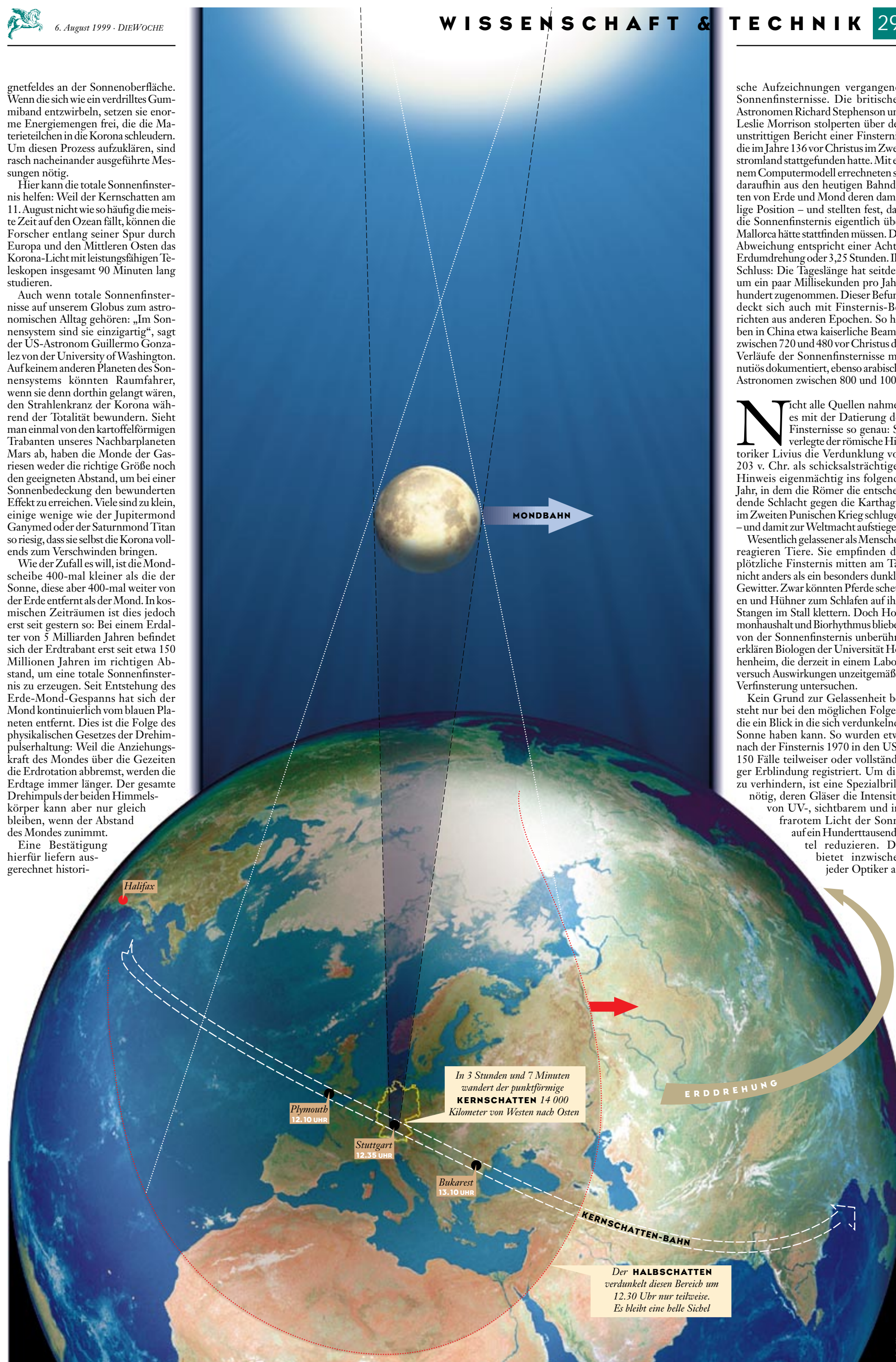
gnetfeldes an der Sonnenoberfläche. Wenn die sich wie ein verdrehtes Gummiband entwirbeln, setzen sie enorme Energiemengen frei, die die Materieteilchen in die Korona schleudern. Um diesen Prozess aufzuklären, sind rasch nacheinander ausgeführte Messungen nötig.

Hier kann die totale Sonnenfinsternis helfen: Weil der Kernschatten am 11. August nicht wie so häufig die meiste Zeit auf den Ozean fällt, können die Forscher entlang seiner Spur durch Europa und den Mittleren Osten das Korona-Licht mit leistungsfähigen Teleskopen insgesamt 90 Minuten lang studieren.

Auch wenn totale Sonnenfinsternisse auf unserem Globus zum astronomischen Alltag gehören: „Im Sonnensystem sind sie einzigartig“, sagt der US-Astronom Guillermo Gonzalez von der University of Washington. Auf keinem anderen Planeten des Sonnensystems könnten Raumfahrer, wenn sie denn dorthin gelangt wären, den Strahlenkranz der Korona während der Totalität bewundern. Sieht man einmal von den kartoffelförmigen Trabanten unseres Nachbarplaneten Mars ab, haben die Monde der Gasriesen weder die richtige Größe noch den geeigneten Abstand, um bei einer Sonnenbedeckung den bewundernswürdigen Effekt zu erreichen. Viele sind zu klein, einige wenige wie der Jupitermond Ganymed oder der Saturnmond Titan so riesig, dass sie selbst die Korona vollends zum Verschwinden bringen.

Wie der Zufall es will, ist die Mondscheibe 400-mal kleiner als die der Sonne, diese aber 400-mal weiter von der Erde entfernt als der Mond. In kosmischen Zeiträumen ist dies jedoch erst seit gestern so: Bei einem Erdalter von 5 Milliarden Jahren befindet sich der Erdtrabant erst seit etwa 150 Millionen Jahren im richtigen Abstand, um eine totale Sonnenfinsternis zu erzeugen. Seit Entstehung des Erde-Mond-Gespans hat sich der Mond kontinuierlich vom blauen Planeten entfernt. Dies ist die Folge des physikalischen Gesetzes der Drehimpulserhaltung: Weil die Anziehungskraft des Mondes über die Gezeiten die Erdrotation abbremst, werden die Erdtage immer länger. Der gesamte Drehimpuls der beiden Himmelskörper kann aber nur gleich bleiben, wenn der Abstand des Mondes zunimmt.

Eine Bestätigung hierfür liefern ausgerechnet histori-



sche Aufzeichnungen vergangener Sonnenfinsternisse. Die britischen Astronomen Richard Stephenson und Leslie Morrison stolperten über den unstrittigen Bericht einer Finsternis, die im Jahre 136 vor Christus im Weststromland stattgefunden hatte. Mit einem Computermodell errechneten sie daraufhin aus den heutigen Bahndaten von Erde und Mond deren damalige Position – und stellten fest, dass die Sonnenfinsternis eigentlich über Mallorca hätte stattfinden müssen. Die Abweichung entspricht einer Achtel Erdumdrehung oder 3,25 Stunden. Ihr Schluss: Die Tageslänge hat seitdem um ein paar Millisekunden pro Jahrhundert zugenommen. Dieser Befund deckt sich auch mit Finsternis-Berichten aus anderen Epochen. So haben in China etwa kaiserliche Beamte zwischen 720 und 480 vor Christus die Verläufe der Sonnenfinsternisse minutiös dokumentiert, ebenso arabische Astronomen zwischen 800 und 1000.

Nicht alle Quellen nahmen es mit der Datierung der Finsternisse so genau: So verlegte der römische Historiker Livius die Verdunklung von 203 v. Chr. als schicksalsträchtigen Hinweis eigenmächtig ins folgende Jahr, in dem die Römer die entscheidende Schlacht gegen die Karthager im Zweiten Punischen Krieg schlugen – und damit zur Weltmacht aufstiegen.

Wesentlich gelassener als Menschen reagieren Tiere. Sie empfinden die plötzliche Finsternis mitten am Tag nicht anders als ein besonders dunkles Gewitter. Zwar könnten Pferde scheuen und Hühner zum Schlafen auf ihre Stangen im Stall klettern. Doch Hornhaushalt und Biorhythmus blieben von der Sonnenfinsternis unberührt, erklären Biologen der Universität Hohenheim, die derzeit in einem Laborversuch Auswirkungen unzeitgemäßer Verfinsternung untersuchen.

Kein Grund zur Gelassenheit besteht nur bei den möglichen Folgen, die ein Blick in die sich verdunkelnde Sonne haben kann. So wurden etwa nach der Finsternis 1970 in den USA 150 Fälle teilweiser oder vollständiger Erblindung registriert. Um dies zu verhindern, ist eine Spezialbrille nötig, deren Gläser die Intensität von UV-, sichtbarem und infrarotem Licht der Sonne auf ein Hunderttausendstel reduzieren. Die bietet inzwischen jeder Optiker an.