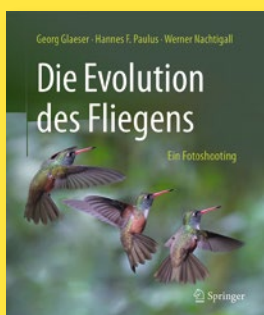


REZENSIONEN

BIOLOGIE ABGEHOBENES THEMA

Von der Evolution über die Biophysik bis zur Naturfotografie behandelt dieser gelungene Band alles, was man über fliegende Tiere wissen möchte.



Georg Glaeser, Hannes F. Paulus,
Werner Nachtigall
DIE EVOLUTION DES FLIEGENS
Ein Fotoshooting
Springer,
Berlin und Heidelberg 2017
248 S., € 34,99

► »Die Tatsache, dass sich Tiere – und letztlich auch der Mensch – in die Lüfte erheben können (...) übt seit jeher eine enorme Faszination auf uns aus (...) Außerdem ist sie auch typisch für die nahezu unglaubliche Fähigkeit der Evolution, jede nur erdenkliche Nische bis an die Grenzen auszuloten.« Ein Verständnis für diese Fähigkeit und die damit einhergehende Faszination zu vermitteln, darauf zielt dieses Buch ab. Geschrieben haben es der leidenschaftliche Tierfotograf und Mathematiker Georg Glaeser, der erfahrene Evolutionsbiologe Hannes Paulus sowie der Bewegungsphysiologe und

Biophysiker Werner Nachtigall. Ihnen ist ein beeindruckender Bildband mit großartigen Fotos und wissenschaftlich fundierten Erläuterungen gelungen.

Das Werk ist nach Doppelseiten strukturiert, die je einen Aspekt des Fliegens behandeln und lexikalischen Charakter haben. Acht Haupt- und zahlreiche Unterkapitel, die jeweils für sich gelesen werden können, nähern sich dem Thema aus verschiedenen Blickwinkeln: Fliegen aus evolutionärer, biophysikalischer und ökologischer Perspektive etwa sowie aus Sicht des Naturfotografen. Die Bilder sind nicht nur nach biologischen Kriterien angefertigt worden, beispielsweise um eine gute Bestimmbarkeit zu gewährleisten, sondern auch nach künstlerischen oder sogar mathematischen – unter anderem im Hinblick auf Schatten und Spiegelungen. Zum Teil werden sie als verschiedene Entwicklungsphasen des Fliegens einander gegenübergestellt. Dementsprechend heißt es in dem Buch: »Fliegen ist ein sehr dynamischer Prozess, und Flugaufnahmen sind niemals nur schön; sie lassen sich auch vielfältig biologisch und physikalisch interpretieren und enthalten stets auch informative Komponenten, denen nachzuspüren sich lohnt.« Zahlreiche Querverweise und das ausführliche Stichwortverzeichnis erleichtern die Lektüre; Literaturangaben und Internetlinks geben den Lesern die Möglichkeit, sich näher mit dem Stoff zu befassen.

Bereits im Devon, vor 400 Millionen Jahren, entwickelten sich geflügelte In-



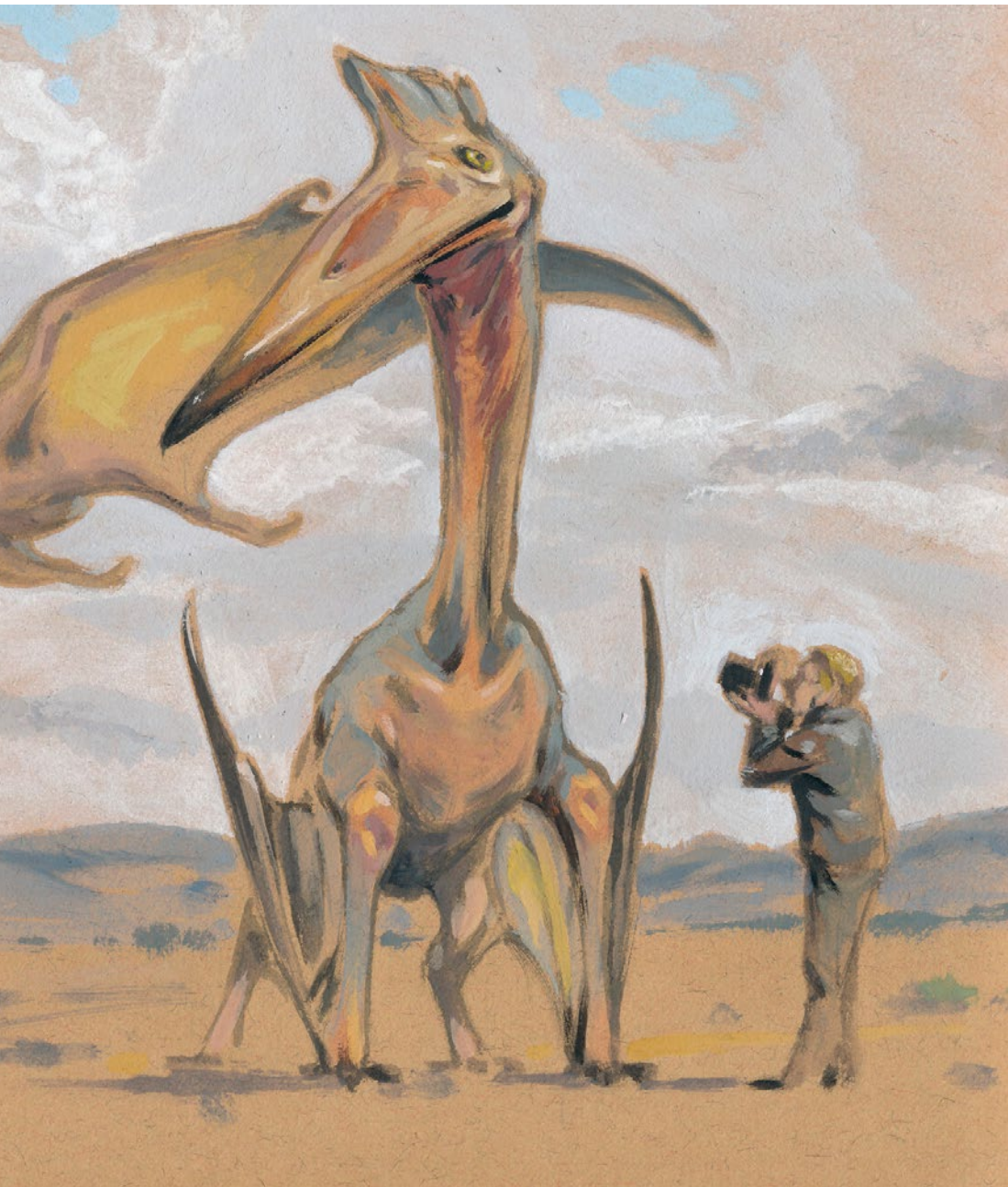
Der Flugsaurier *Quetzalcoatlus northropi* gehörte zu den größten fliegenden Wesen, die je gelebt haben. Er ragte so hoch auf wie eine Giraffe und hatte bis zu 13 Meter Spannweite. Daran gemessen fiel seine Masse mit 100 bis 200 Kilogramm erstaunlich gering aus.

SPRINGER BERLIN HEIDELBERG 2017, AUS: GLAESER, G. ET AL.: DIE EVOLUTION DES FLIEGENS; MIT FRIEDL. GEN. DES SPRINGER-VERLAGS, BERLIN UND HEIDELBERG

sekten, wie aus dem Buch hervorgeht. 200 Millionen Jahre später tauchten erste Vögel auf und noch einmal 80 Millionen Jahre später die Flugsaurier, von denen die Vögel aber nicht abstammen. Vor etwa 50 Millionen Jahren begannen auch Säugetiere, sich in die Lüfte zu erheben. Von den Systemen des Erdzeitalters über Fossilienkunde, Evolu-

tionstheorie, Genetik bis hin zu biologischen Analogien erörtern die Autoren wesentliche fachliche Grundlagen.

Weiter hinten im Buch erfahren die Leser, worauf es ankommt, wenn man Tiere im Flug fotografieren möchte – demonstriert anhand faszinierender Aufnahmen. Um komplexe Bewegungsabläufe zu analysieren, genügen manch-



SPRINGER BERLIN HEIDELBERG 2017, AUS: GLAESER, G. ET AL.: DIE EVOLUTION DES FLIEGENS, MIT FROL. GEN. DES SPRINGER-VERLAGS, BERLIN UND HEIDELBERG

mal Schnappschüsse. Oft benötigt man aber spezielle Techniken wie das Verschmelzen aufeinander folgender Belichtungen mit sehr kurzen Zeitabständen (»multiple Bilder«). So zeigen Hochgeschwindigkeitsfotos senkrechte Blitzstarts von Möwen oder auch Rivalenkämpfe von Fluginsekten. Zeitlupenaufnahmen stellen unter

anderem das Flugverhalten von Fliegen und Heuschrecken dar. Selbst erfahrene Fotografen bekommen in diesem Abschnitt wertvolle Tipps, etwa zum »Rolling-Shutter-Effekt«.

Wer sich aus biophysikalischer Sicht mit dem Thema beschäftigt, ist erstaunt, wie viele technische Probleme ein fliegendes Lebewesen über-

winden muss. Der Evolution sind hier enge physikalische Grenzen gesetzt, wie die Autoren darlegen. Sie vermitteln physikalische Grundkenntnisse zu Bewegungslehre, Hub-Erzeugung an Flügeln, Luftkräften und Flügel-morphologie, zu Koordination und Rhythmik flügel-schlagender Organismen. Als Leser sollte man über

einige mathematisch-physikalische Vorkenntnisse verfügen, um den Ausführungen folgen zu können – etwa bezüglich der Reynolds-Zahl.

Ein großer Abschnitt widmet sich den Mechanismen der Evolution und behandelt unter anderem die sexuelle Selektion sowie den Einfluss von Klimaänderungen. Ein weiterer nimmt die Insekten als erste Flugtiere und erfolgreichste Wirbellose in den Blick. Kapitel über Vögel als »klassische Flugtiere«, über fliegende Säuger und die Faszination des Fliegens runden das Werk ab. »Wer nicht vom Fliegen träumt, dem wachsen keine Flügel«, schrieb der Schweizer Lyriker Robert Lerch – und wer es tut, der findet (fast) alles Wissenswerte zum Thema in diesem Band. Wann, wie oft unabhängig voneinander und woraus haben sich Flügel entwickelt? Wie sind Federn entstanden? Mit welchen Methoden lässt sich der Luftwiderstand überwinden? Was ist die Höchstgeschwindigkeit im Sturzflug? Warum sehen Adler so scharf? Auf diese und etliche andere Fragen liefert das Buch Antworten.

Das in jeder Hinsicht großartige Lese-, Schau-, Lehr- und Nachschlagebuch lässt in Bild und Text kaum Wünsche offen. Nur ein größeres Buchformat und eine entsprechend größere Schrift hätten den Lesegenuss noch steigern können. Der Band lässt sich allen einschlägig Interessierten empfehlen.

Gerfried Pongratz ist Phytopathologe und Yakzüchter in Osterwitz bei Deutschlandsberg (Österreich).

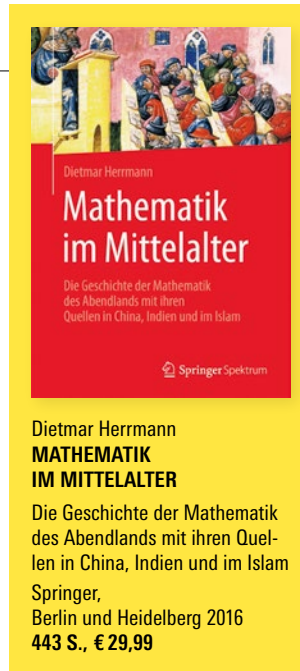
MATHEMATIK FEDERKIEL UND ABAKUS

In den Jahren von 500 bis 1500 profitierte die europäische Mathematik nicht nur von islamischen Einflüssen, sondern auch von solchen aus Byzanz und Indien.

► Dietmar Herrmann ist Mathematiker, Physiker und hat als Lehrbeauftragter an der Fachhochschule München gearbeitet. Jetzt im Ruhestand, beschäftigt er sich mit Themen aus der Geschichte der Mathematik. Nachdem er vor einigen Jahren umfangreich die Leistungen griechischer Mathematiker darstellte (»Die antike Mathematik«, 2014), widmet er sich in seinem

neuen Buch dem Mittelalter. Es gelingt ihm zu zeigen, wie die Mathematik in Europa damals langsam aus einem »Dornröschenschlaf« erwachte, in den sie nach dem Zusammenbruch der antiken Großkulturen gefallen war.

Dies erreicht der Autor nicht so sehr, indem er historische Entwicklungen allgemein beschreibt, wie es etwa Hans Wussing in »6000 Jahre Mathematik« (2009) getan hat. Herrmanns einführende Texte fallen hier etwas kurz aus. Vielmehr trägt er hunderte Aufgaben aus zahlreichen Schriften jener Epoche zusammen – etliche von ihm selbst übersetzt. Hierin liegt das besondere Verdienst des Werks. Ein Beispiel: »Item es waren 2 Posten. Einer ging von Wien gegen Regensburg in 8 und der andere ging von



Regensburg gen Wien in 5 Tagen. In wie viel Tagen kommen sie gegeneinander oder zusammen?»

Leser können sich anhand der vielen Aufgaben unterschiedlicher Schwierigkeitsgrade ein Bild davon machen, womit sich die

Mathematiker im Mittelalter beschäftigt haben. Leider wird nicht immer deutlich, welche der angegebenen Lösungen von den ursprünglichen Autoren stammen und welche von Herrmann. Es wäre durchaus Gewinn bringend gewesen, häufiger als im Buch vorgesehen die heutigen mit den damaligen Lösungswegen zu vergleichen. Aber vielleicht wollten Autor und Verlag den Umfang des Werks nicht noch mehr ausweiten.

Einen Vorgeschmack auf die inhaltliche Vielfalt vermittelt bereits das erste Kapitel mit der Einleitung. Hier zeigt der Autor auf, dass bestimmte Probleme, etwa Bewegungsaufgaben oder das Aufteilen von Dingen, in verschiedenen Kulturen anscheinend unabhängig voneinander auftauchten. Der Mathema-



Pacino di Bonaguida
BUCH DER BILDER

Originalgetreue Faksimile-Edition der Handschrift aus New York, The Morgan Library, M.643, entstanden um 1320/30 in Florenz. 19 Blatt, mit wissenschaftlichem Begleitband von 92 S.

Müller und Schindler
€ 3900,-

KUNSTGESCHICHTE WISSENSCHAFTSHISTORIE IM ABRISS

Kleinod spätmittelalterlicher Buchkunst – ein Miniaturenbuch ohne Text.

► Am Ende des Mittelalters erschien in Florenz eine bis dahin einzigartige Handschrift, die im Gegensatz zur gängigen Praxis der Buchmalerei keinerlei Text enthielt. Der Künstler Pacino di Bonaguida (nachgewiesen in Florenz um 1280 bis 1340) kombinierte darin wichtige Szenen aus dem Leben Christi mit alttestamentarischen Inhalten und Bildern aus der Vita des Franziskanermönchs Gerhard von Villamagna. Gestiftet wurde das Werk von der reichen Bankiersfamilie der Bardi aus Florenz für eine Betkapelle zu Ehren dieses Heiligen.

Nun ist eine Faksimile-Edition erschienen, die zum ersten Mal diese 38 Miniaturen, deren Originale sich in der Morgan Library in New York befinden, einem größeren Publikum vorstellt. In leuchtenden Farben, versehen mit echtem Blattgold, präsentiert das Werk die zarte Eleganz und kraftvolle Figurenbehandlung, über die Bonaguida verfügte. Der Florentiner war sichtlich beeinflusst von der damals führenden französischen Buchmalerei, aber auch von seinem Landsmann Giotto di Bondone (um 1267–1337), der als wichtiger Wegbereiter der italienischen Renaissance gilt, da er plastisch modellierte Individuen in einem perspektivischen Raum zu inszenieren vermochte. Die Ausgabe richtet sich an Buchliebhaber und solche, die sich für italienische Kunst an der Schwelle vom Mittelalter zur Neuzeit interessieren. Susanne Kaeppele

tikhistoriker Frank J. Swetz bezeichnet sie als »Fußspuren der Mathematikgeschichte«. Herrmann stellt außerdem heraus, wie das bereits von den Babyloniern angewendete Lösungsverfahren der »regula falsi« (aus einem zu großen und einem zu kleinen Wert ermittelt man durch Inter-

hatten das Vermächtnis der Griechen nicht nur »verwaltet«, also vor dem Vergessen bewahrt, sondern in allen Bereichen weiterentwickelt. Mit der Übernahme der indischen Ziffernschreibweise und des Stellenwertsystems traten die Gelehrten in Bagdad, Kairo, Samarkand und an

Wissenschaftler des islamischen Kulturkreises hatten das Vermächtnis der Griechen umfassend weiterentwickelt

polation eine Näherungslösung) über die Jahrtausende hinweg seine Bedeutung beibehielt.

Überraschenderweise findet sich am Ende des ersten Kapitels eine Zusammenfassung des Buchinhalts; erwartet hätte man sie eher im Vorwort.

Im Folgenden behandelt der Autor, wie sich die Mathematik in verschiedenen Regionen entwickelt hat. Einzelne Kapitel heben auf besondere Themen ab, etwa auf die Vorgänge in Klöstern, Schulen und Universitäten. Herrmann beleuchtet die Quellen, aus denen sich die Wissenschaftsdisziplin speiste, die ab dem Jahr 1200 in Europa aufblühte – und stellt den bedeutendsten Mathematiker im mittelalterlichen Europa vor, den Italiener Leonardo von Pisa (genannt Fibonacci, 1170–1240). Unmittelbaren Einfluss auf ihn hatten Mathematiker der Mittelmeeranrainerstaaten, vom islamisch geprägten Spanien über Byzanz bis hin zu den Ländern des vorderen Orients.

Die Wissenschaftler des islamischen Kulturkreises

anderen Orten auch das Erbe der indischen Mathematiker Aryabhata und Brahmagupta an.

Insofern ist es sinnvoll, wenn der Autor die Leistungen indischer Mathematiker vor den Entwicklungen in der islamischen Welt behandelt. Ob es einen Einfluss der chinesischen Mathematik auf jene in Indien, im Orient oder gar in Europa gab, spricht er nicht an. Deshalb wirkt seine Darstellung darüber, wie sich die Disziplin in dem fernöstlichen Kaiserreich bis 1400 entwickelte, etwas isoliert.

Andererseits erscheint sie schon wegen der Gefahr des Eurozentrismus gerechtfertigt.

Man kann verschiedener Meinung darüber sein, wann die mittelalterliche Mathematik endete und die neuzeitliche begann. Herrmann lässt seinen Exkurs in der Mitte des 16. Jahrhunderts enden, als in Italien die erste Auflage der »Ars Magna« von Girolamo Cardano erschien (1545) und im deutschen Sprachraum die »Coß« des Adam Ries (1550).

Positiv hervor stechen die umfangreichen Literaturhinweise am Ende jedes Kapitels sowie am Buchende. Als hilfreich erweisen sich auch die geometrischen Figuren, die mathematische Sachverhalte veranschaulichen. Allerdings sind sie manchmal etwas groß geraten, so dass sie erst auf der jeweiligen Folgeseite erscheinen. Das Stichwortverzeichnis fällt trotz eines Umfangs von sieben Seiten etwas zu knapp aus, gemessen an der inhaltlichen Fülle des Buchs.

Mit seinem umfangreichen Aufgabenmaterial ist das Werk eine wichtige Ergänzung zur Springer-Buchreihe »Vom Zählstein zum Computer«, die sich mit Mathematikgeschichte befasst. Es richtet sich an historisch einschlägig interessierte Leser sowie an solche, die Freude am Lösen entsprechender Aufgaben haben.

Heinz Klaus Strick ist Mathematiker und ehemaliger Leiter des Landrat-Lucas-Gymnasiums in Leverkusen-Opladen.

MATERIALFORSCHUNG IM REICH DER STOFFE

Zugfester Stahl, dauerhafter Beton und schmackhafte Pralinen haben eines gemeinsam: Um sie herzustellen, braucht man die Materialkunde.

Warum schmeckt die eine Schokoladensorte besser als die andere,

und was unterscheidet einen Kassenzettel von Klopapier? Wie ist selbstheilender Beton aufgebaut, und stimmt es, dass sich Weltraumstaub mit Aerogelen einsammeln lässt? Weshalb ist Glas durchsichtig? Fragen über Fragen, die der englische Materialforscher Mark Miodownik auf äußerst unterhaltsame Weise beantwortet. Manchmal erzählt er eine dramatische Geschichte, dann wieder pflegt er einen nüchternen, wissenschaftsnahen Stil oder bezieht Kulturelles beziehungsweise Persönliches ein.

Mit einem wiederkehrenden Foto demonstriert der Autor, wie sehr Materialien unsere Umwelt prägen. Darauf sieht man ihn auf einer Dachterrasse sitzen und einen Kaffee trinken, mit einem Stück Schokolade vor sich auf einem runden Beistelltisch. Im Verlauf des Buchs erscheinen nach und nach



Mark Miodownik
WUNDERSTOFFE

Zehn Materialien, die unsere Zivilisation ausmachen
Aus dem Englischen von Jürgen Neubauer

DVA, München 2016
304 S., € 19,99

REZENSIONEN

weiße Schriftzüge auf den Alltagsgegenständen, die auf verborgene Materialien hinweisen. Sie leiten die jeweils anschließenden Kapitel ein. So führt der Autor durch die verschiedenen Abschnitte, bis am Ende des Buchs das Foto fast komplett übermalt ist.

Miodowniks Interesse für Materialkunde begann mit einem unerfreulichen Ereignis: einer Rasierklingenattacke. Er war als Schüler mit dem Bus unterwegs, als ihm beim Einsteigen jemand eine Wunde am Rücken zufügte. Der Autor verstand nicht, wie eine briefmarkengroße Klinge sowohl Lederjacke als auch Schuluniform, Pullover und Weste durchdringen und dann immer noch schneiden konnte. Diese Episode nimmt er zum Anlass, um sein erstes Kapitel mit der Geschichte des Stahls zu beginnen. Er schildert, wie die Zusatzstoffe Kohlenstoff und

der Erde vergruben, damit die Feinde sie nicht finden konnten.

Weiter hinten lüftet Miodownik das Geheimnis gut schmeckender Schokolade. Die langkettigen Fette der Kakaobutter sind so genannte Triglyceride (Ester des Glycerins mit je drei Fettsäuremolekülen). Je nachdem, wie dicht die Fettsäuren in der Schokolade gepackt sind, schmelzen sie im Mund früher oder später und setzen dann gezielt die Aromen der Kakaobohne frei. Schokoladenproduzenten sollten dies beachten. Triglyceride für edle Sorten brauchen bei der Herstellung nämlich etwas länger, um zu entstehen. Je mehr Zeit sich also der Hersteller für den Produktionsprozess nimmt, umso mehr ist von den dichter gepackten und geschmacklich ansprechenden Molekülen enthalten.

Im Kapitel über Beton erklärt der Autor, wie sich

denn ihr größter Feind ist der Betonfraß. Feine Risse in dem Werkstoff führen dazu, dass das innen liegende Stahlskelett rostet, insbesondere bei Einwirkung von Salzwasser. Die Risse werden mit der Zeit größer, bis irgendwann die gesamte Struktur kollabiert. Vor Kurzem haben Forscher Bakterien entdeckt, mit denen man diesem Verfall entgegenwirken kann. Sobald ein Riss entsteht und Wasser eintritt, beginnen die Mikroben, Kalk zu produzieren und damit die Schadstelle wieder zu verschließen.

Wenn er sich dem Papier zuwendet, verrät Miodownik, was Kassenzettel, Klopapier, Teebeutel und Geschenkkartons voneinander unterscheidet. Kassenpapier ist demnach ein so genanntes Thermopapier, das seine »Druckertinte« bereits unsichtbar in sich trägt. Beim Drucken wird der Stoff an ausgewählten Stellen erhitzt, worauf eine Reaktion in Gang kommt und das Papier dort schwarz wird. Klorollen hingegen enthalten meist noch nicht einmal einen Weißmacher, wie der Autor verrät. Auch schildert er, wie man Banknoten mit Jod auf Echtheit überprüfen kann.

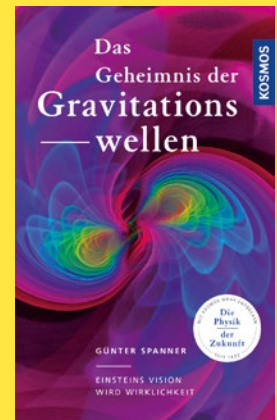
Fotos, Zeichnungen und chemische Formeln bebildern das allgemein verständliche Buch. Es gewährt aufschlussreiche Einblicke in die Materialwissenschaften und bietet abwechslungsreichen sowie unterhaltsamen Lesegenuss.

Katja Maria Engel ist promovierte Ingenieurin der Werkstoffwissenschaften.

Für die Zukunft hoffen Baumeister und Architekten auf selbstheilenden Beton. Bakterien sollen entstehende Risse wieder verschließen

Chrom dem kristallinen Eisen unter anderem Härte, Rostbeständigkeit oder Flexibilität verleihen. Auch erklärt er, wie Rasierklingen früher an einem Leder geschärft wurden, indem man ein Keramikpulver zugab. Die historische Bedeutung des Eisens macht er am Beispiel der Römer klar, die auf der Flucht vor den Pikten (Völkern im heutigen Schottland) ihre Eisennägel tief in

bei dessen Aushärten Kalziumsilikat-Nadeln verhakten, das Wasser einschließen und dabei ein labberiges Gel in festen Stein verwandeln. Einmal von den Römern erfunden, beflügelte der Stoff die Fantasie der damaligen Ingenieure, so dass sie atemberaubende Bauten wie das Pantheon errichteten. Für die Zukunft hoffen Baumeister und Architekten auf selbstheilenden Beton,



Günter Spanner
**DAS GEHEIMNIS
DER GRAVITATIONSWELLEN**
Einsteins Vision
wird Wirklichkeit
Kosmos, Stuttgart 2016
286 S., € 19,99

PHYSIK SCHWINGENDE RAUMZEIT

Ein spannendes, populärwissenschaftliches Werk über die Erforschung der Gravitationswellen.

Der 14. September 2015 war ein besonderer Tag in der Geschichte der Physik. Er brachte den lang ersehnten direkten Nachweis von Gravitationswellen. Das sensationelle Ergebnis wurde allerdings fünf Monate lang geheim gehalten und erst am 11. Februar 2016 offiziell verkündet. Nicht die lange Wartezeit ist erstaunlich – man benötigte sie, um die Daten zu prüfen und jeden erdenklichen Fehler auszuschließen –, sondern dass die rund 1000 weltweit beteiligten Wissenschaftler so lange dichtgehalten haben. Offenbar steckte ihnen noch der Schock vom März 2014 in den Knochen.

Damals hatten Kollegen voreilig gemeldet, Gravitationswellen des Urknalls im kosmischen Mikrowellenhintergrund nachgewiesen zu haben. Ein peinlicher Fehler, denn wie sich bald herausstellte, war eine banale »Verschmutzung« in Form kosmischen Staubs die Ursache. Statt des erhofften Nobelpreises gab es weltweit Hohn und Spott.

Der Physiker Günter Spanner hat nun dieses populärwissenschaftliche Buch zum Thema vorgelegt. Er befasst sich seit 15 Jahren als Experte für optische Messtechnik mit Gravitationswellenforschung. Teile des Manuskripts lagen wohl schon in seiner Schublade, schließ-

lich war die Entdeckung der Raumzeitwellen lange erwartet worden. Das Buch ist jedenfalls sorgfältig geschrieben, wirkt überaus kompetent und lässt nichts Wesentliches aus. Spanner geht ausführlich auf die physikalischen Grundlagen und technischen Aspekte des anspruchsvollen Themas ein, und er schildert seine eigenen Erlebnisse als Beteiligter sowie die seiner Kollegen. Besonders unterhaltsam stellt er das Geschehen am Tag der Entdeckung und die aufregende Zeit danach dar.

Was ist an Gravitationswellen so besonders? 1864 sagte der schottische Physiker James Clerk Maxwell, basierend auf seiner Theorie der Elektro-

dynamik, die elektromagnetischen Wellen voraus. Sie wurden 19 Jahre später von dem deutschen Physiker Heinrich Hertz experimentell nachgewiesen. Bei den Gravitationswellen hat die empirische Bestätigung fast 100 Jahre auf sich warten lassen; bereits 1916 hatte Albert Einstein im Rahmen seiner allgemeinen Relativitätstheorie postuliert, dass es solche Raumzeitschwingungen geben müsse. Der Grund für die Verzögerung ist simpel: Gravitationswellen sind extrem schwach und kaum messbar. Die Stärke der Gravitation ist um den gewaltigen Faktor 10^{39} kleiner als die der elektromagnetischen Wechselwirkung – eine Eins mit 39 Nullen. Für uns

macht sie sich, in Form der Erdanziehung, überhaupt nur deshalb bemerkbar, weil die Masse unseres Planeten so enorm groß ist.

Gravitationswellen werden von beschleunigt bewegten Körpern verursacht, wie Spanner in seinem Werk darlegt. Ein klassisches Beispiel hierfür ist ein enges Doppelsternsystem. Die von ihm verursachten Raumzeitstörungen breiten sich wellenförmig mit Lichtgeschwindigkeit aus. Auf ihrem Weg verändern sie Abstände zwischen Körpern und auch deren Ausdehnung selbst. Überstreicht beispielsweise eine Gravitationswelle das Sonnensystem, so variiert kurzzeitig die Entfernung zwischen Erde und Sonne.

Spektrum
der Wissenschaft

SCHREIBWERKSTATT

Möchten Sie mehr darüber erfahren, wie ein wissenschaftlicher Verlag arbeitet, und die Grundregeln fachjournalistischen Schreibens erlernen?

Dann profitieren Sie als Teilnehmer des Spektrum-Workshops »Wissenschaftsjournalismus« vom Praxiswissen unserer Redakteure.

Ort: Heidelberg

Spektrum-Workshop »Wissenschaftsjournalismus«; Preis: € 139,- pro Person; Sonderpreis für Abonnenten: € 129,-

Telefon: 06221 9126-743 | service@spektrum.de
spektrum.de/schreibwerkstatt



RELIGIONSGESCHICHTE GOTTES STELLVERTRETER

Die 2000-jährige Historie des Papsttums – spannend nacherzählt.

Unbeweglich wie ein Fels und doch stets wandelbar: Das Papsttum ist die erstaunlichste Institution der Weltgeschichte. Nicht nur wegen seiner Langlebigkeit, sondern auch wegen seiner Doppelnatur zwischen Himmel und Erde. Der Papst ist das geistliche Oberhaupt einer Weltreligion und zugleich weltlicher Souverän, der an internationalen Konferenzen teilnimmt und Verträge schließt.

Neuzeithistoriker und Vatikan-Experte Volker Reinhardt stellt diese »Holding«, die in den zwei Jahrtausenden ihres Daseins alle Epochen überdauert hat, in seinem mehr als 900 Seiten starken Werk umfassend dar. Die von den Päpsten geführte katholische Kirche entstand in der Antike, dominierte das Mittelalter und ist bis heute eine mächtige Institution geblieben, weil sich die »Stellvertreter Gottes auf Erden« durch Unterdrückung, Beharren und Veränderung der diesseitigen Welt zu stellen wussten. So erkannte ausgerechnet Innozenz III. (1160–1216), der den päpstlichen Weltherrschaftsanspruch auf die Spitze trieb, die Franziskaner als Ordensgemeinschaft an – und vereinnahmte so die geistliche Strömung eines gottgefälligen Lebens in Armut für die Kirche. Der gewaltsame Kampf gegen

Abweichler (Häretiker) hingegen fand einen seiner traurigen Höhepunkte in der Verfolgung der Katharer, die erbarmungslos abgeschlachtet wurden.

Dem Autor ist ein Buch gelungen, das sich trotz seines gewaltigen Umfangs höchst spannend und gut verständlich präsentiert und dem viele Leser zu wünschen sind. Theodor Kissel

Der Effekt ist aber extrem klein: Die Distanz zwischen beiden Himmelskörpern, etwa 150 Millionen Kilometer, verändert sich dabei um einen zehnmilliardstel Meter, was dem Durchmesser eines Atoms entspricht. So genau muss man also mindestens messen, um das Phänomen experimentell zu bestätigen – lange Zeit eine utopische Aufgabe.

Einstein war sich des Problems bewusst und bezweifelte deshalb, dass der Nachweis der Wellen je gelingen könne. Zeitweise war er sogar von seiner eigenen Theorie nicht überzeugt. Erst nach Einsteins Tod gelang es, diese mathematisch sauber zu formulieren. Das motivierte Experimentatoren wie den amerikanischen Physiker Joseph Weber dazu, sich

bereits in den 1960er Jahren an Gravitationswellenexperimente zu wagen. Der Misserfolg war programmiert – das wird bei der Lektüre klar.

Immerhin gelang den (Astro-)Physikern Russell Hulse und Joseph Taylor 1974 ein indirekter Nachweis. Sie erklärten die schwindende Umlaufzeit eines Systems zweier Neutronensterne mit der Abstrahlung von Gravitationswellen. Dafür erhielten sie 1993 den Nobelpreis. Den endgültigen Durchbruch brachte erst das neue Jahrtausend: Kilometergroße Laser-Interferometer sind in der Lage, kleinste Längenänderungen nachzuweisen. Solche Anlagen stehen in den USA, Italien, Japan und Deutschland. Der Autor hat diese Entwicklung hautnah miterlebt

und beschreibt die Methoden und Detektoren klar und für Laien verständlich, illustriert mit Bildern und Grafiken.

Die direkte Messung von Gravitationswellen gelang schließlich mit zwei nahezu identischen Anlagen (LIGO) in den USA, nachdem deren Empfindlichkeit mit deutschem Knowhow deutlich gesteigert werden konnte. Insbesondere haben Forscher und Ingenieure dabei die Herausforderung gemeistert, äußere Störfaktoren auszuschalten. Als die Welle aus dem Kosmos die beiden L-förmigen Interferometer überstrich, verformten sie sich in gleicher Weise, lediglich verzögert durch ihren Abstand von 3000 Kilometern. Was dann geschah und wie die Mitarbeiter reagierten, schildert Spanner in seinem Buch

sehr packend und unterhaltsam. Er befasst sich auch ausführlich mit der Ursache des Ereignisses – es waren wieder einmal Schwarze Löcher. Diese Erkenntnis basiert auf jahrzehntelanger interdisziplinärer Forschung, die viele Fachgebiete, von Mathematik bis Lasertechnik, nachhaltig beeinflusst hat.

Mit dem Nachweis der Wellen hat sich ein neues Fenster der Astronomie geöffnet, das tiefe Einblicke in den Kosmos erlaubt. Wie es möglicherweise weitergeht und welche spannenden Entdeckungen noch auf uns warten könnten, verrät dieser lesenswerte und aufschlussreiche Band.

Wolfgang Steinicke ist Physiker und Mitglied der Vereinigung der Sternfreunde e. V., deren Fachgruppe »Geschichte« er leitet.