# REZENSIONEN

Esther Gonstalla
**DAS EISBUCH**
Alles, was man wissen muss, in 50 Grafiken
oekom, München 2021
**112 S., € 24,–**

**POLARBEWOHNER Diese Lebewesen befinden sich alle auf der Roten Liste.**

ESTHER GONSTALLA AUS GONSTALLA, E.: DAS EISBUCH; MIT FRDL. GEN. DES OEKOM VERLAGS

UMWELT

## EISIGER FUSSABDRUCK

**Eiswelten, schmelzende Gletscher und Eispanzer zeigt die Autorin Esther Gonstalla in wunderbaren Grafiken und verständlichen Texten.**

Das Buch startet mit einem etwas ungewöhnlichen Vorschlag. Die Meeresforscherin Antje Boetius schreibt im ersten Satz ihres Vorworts: »Bevor Sie anfangen zu lesen, schließen sie doch erst einmal die Augen, und versuchen Sie, sich eine vollständig gefrorene, weiße Landschaft vorzustellen.« Vielleicht hören einige Leserinnen und Leser sogar das Knistern von Eis. Viele werden wohl eher Schnee in Form von Matsch in der Großstadt vor Augen haben.

Dabei sind Schnee und Eis lebenswichtig für Tiere und Menschen. Das Buch der Grafikerin Esther Gonstalla hilft, sich die Welt aus Eispanzern, Eisschilden und fließenden Gletschern bildlich vorzustellen. In 50 Grafiken und Texten macht sie die wesentlichen Prozesse, Zahlen und Gefahren für das globale Eis durch die Erhitzung des Klimas greifbar. Sie zeichnet aber auch die Polarwelten mit den dort angesiedelten Pinguinen, Walen und Eisbären und erschafft damit keine trockene Zahlenwüste, sondern ein lebendiges Buch, das man immer wieder gerne an beliebigen Stellen aufschlägt.

Selbst diejenigen, die noch nie einen Gletscher gesehen haben, werden von den Folgen des schmelzenden Eis betroffen sein. Denn mit dem Klimawandel schwinden nicht nur die Gletscherwelten, sondern der Meeresspiegel steigt an, was bedrohliche Auswirkungen für viele Menschen hat. Zudem sind Gletscher Trinkwasserspeicher und durch ihre Verknappung steht weniger Wasser im Sommer zur Verfügung. Deshalb müsste der Titel eigentlich heißen: Das Eisbuch und das Klima.

Gonstalla hat in ihren übersichtlich gezeichneten Eiswelten wie der Antarktis und Arktis viele fachliche Informationen untergebracht, oft mit Quelle versehen. Wissenschaftliche Unterstützung bekam die Autorin dabei vor allem von den Forschern und Forscherinnen des Alfred-Wegener-Institutes in Bremerhaven.

Wer beim Lesen die Grafiken genau studiert, entdeckt, dass es in Neuseeland Gletscher gibt und dass sie dort ebenfalls kleiner werden. Oder dass – wenn auch mit einem geringen Anteil – die Neuseeländer Kreuzfahrten in die Antarktis unternehmen. Gemessen an der Gesamtzahl der Touristen steht Australien an dritter Stelle, gefolgt von Deutschland. Doch diese Art des Urlaubs im Eis hat ökologisch negative Folgen, denn die Tourismussaison fällt mit der Zeit zusammen, wenn die Pinguinküken schlüpfen und eigentlich Ruhe brauchen. Zudem lassen Schiffe teils Abwasser, Ballastwasser und ölhaltiges Wasser ab.

Ein paar Rettungsversuche für Gletscher in Hochgebirgen gegen die Wasserknappheit stellt Gonstalla vor. In Indien sollen künstliche Gletscher helfen, Trinkwasserreserven aufzubauen, beim Schweizer Morteratschgletscher könnte eine herbeigeführte Beschneiung die Schmelze verzögern, und an der Zugspitze wurden kleine Flächen mit weißen Plastikplanen abgedeckt, um die Eisfläche zu retten. Insgesamt wird sich damit der Gletscherverlust nicht aufhalten lassen, und daher verbucht die Autorin diese Aktionen eher unter »technische Spielereien«. Das Buch endet mit Vorschlägen, wie Staaten das Klima und die Wasserversorgung schützen sollten, und wie wir alle unseren ökologischen Fußabdruck halbieren oder weiter verringern können.

Gonstalla bedauert, für ihre Recherchen – wenn auch selten – fliegen zu müssen. Sonst bewege sie sich eher umweltfreundlich, während sie die Kontinente erkundet. Dafür nutze sie ihre Freiheit als unabhängige Infografikerin und arbeite jedes Jahr von einem anderen Land aus. Hauptsache, mitten in der Natur. Das Eisbuch hat sie überwiegend in den bayrischen Alpen geschrieben, wo im Winter 2020/2021 noch ordentlich Schnee lag.

Katja Maria Engel ist promovierte Materialforscherin und Wissenschaftsjournalistin in Dortmund.

LINGUISTIK

## WAS COVID-19 MIT DER SPRACHE MACHT

**Eine oftmals übersehene Folge der Coronapandemie ist die Veränderung vieler Sprachen. Ein umfangreicher Band belegt die Fülle und Vehemenz des Wandels.**

Schon im Frühjahr 2020 waren hunderte neue Begriffe zu registrieren; hinzu traten viele, die nun wesentlich häufiger als früher in Umlauf kamen, etwa infizieren, Vakzine, Antikörper, Aerosol und vulnerabel. Die »Badische Zeitung« schrieb sogar, Sprache coronisiere sich nun. Schnell zeigte sich der starke Einfluss des Englischen weit über Vokabeln wie Social Distancing, Booster-Impfung, Homeoffice und Superspreader, Shutdown und Lockdown hinaus – oft ganz unabhängig von deren tatsächlicher Bedeutung. Hinzu kam der Juristenjargon vieler neuer Verordnungen. Hier passt der Satz des Münchner Journalisten Hans Kratzer: »Auch die deutsche Sprache leidet unter Corona.«

Martin Weinert
**KRISENSPRACHE – SPRACHKRISE – KRISENKOMMUNIKATION**
Sprache in Zeiten der COVID-19-Pandemie
Tectum, Baden-Baden 2021
**578 S., € 58,–**

Bemerkenswert ist gleichwohl, wie sich welche Vielfalt aus Alt und Neu verbreitete, siehe AHA-Regel, 2G und 3G, Herdenimmunität, Covidiot, Hustenetikette, Maskenpflicht, Impfverweigerer, Flickenteppich, Präsenzunterricht, Distanzschlange, schwedischer Sonderweg und so fort. All das deutet auf einen Sprachwandel, wie es ihn in dieser Fülle und Intensität in so kurzer Zeit und weltweit nur selten, vielleicht noch nie gab. Das erstaunte selbst die Duden-Fachleute.

Martin Weinerts Buch zu diesem Thema ist mit 578 Seiten das, was man

einen Wälzer nennt. Allerdings ist es übersichtlich gegliedert, auch wenn die Darstellung manchmal etwas ausufert. Der Autor ist Gymnasiallehrer, seit 2015 Oberstudiendirektor am Würzburger Matthias-Grünewald-Gymnasium und erfahren als promovierter Germanist und Historiker mit mehreren Publikationen; dies ist seine neueste.

Zunächst erläutert Weinert den »Sprachwandel als sprachinhärente Konstante« – Veränderung gehört also stets dazu. Er beleuchtet, wie sich die Sprache während anderer Epochen wandelte, etwa in den Jahren unter Diktaturen wie in der NS-Zeit. Anschließend rückt der Autor Corona in den Mittelpunkt: An einer Fülle von Beispielen zeigt er, wie sich der Wandel im privaten, im politischen, medizinischen, religiösen und sportlichen Bereich vollzog. Eine Zeitung, die »Mainpost« aus Würzburg, hat er sich dafür beispielhaft ein Jahr lang genauer angesehen.

Es folgen Abhandlungen über die Besonderheiten von Fach- und anderen Sondersprachen. Schließlich stellt er in lobenswerter Fleißarbeit dar, was er zum Sprachwandel im Englischen, Französischen, Italienischen, Spanischen und Portugiesischen herausgefunden hat (bedauerlich jedoch, dass er die Zitate nicht übersetzt). Abschließend bietet Weinert »Folgerungen für die Zukunft von Sprache und Kommunikation«.

Untermauert wird das durch insgesamt 849 Fußnoten und ein Literaturverzeichnis von schier unglaublichen 136 Seiten. Es verweist etwa auf ein »Gebärdenwörterbuch Corona«, auf die Website »Wir möchten unser Kind Corona nennen«, den Hashtag #Coronaspeak und den Zeitungsartikel »Wie Masken unsere Kommunikation beeinflussen«. Schon diese wenigen Titel stehen für die enorme Bandbreite bisher ungewohnter Anwendungen.

Ja, Corona hat Sprache gemacht – und viel mehr: Es hat unser Verhalten mit manchen Einschränkungen massiv beeinflusst und weit darüber hinaus unser Denken, unsere Perspektiven, den Blick in die Zukunft und auf wissenschaftliche Disziplinen. Bei der persönlichen Begrüßung ist der Handschlag fast ganz abgeschafft, und es entwickelten sich nun passende Piktogramme. Andererseits schränkten Masken die Mimik ein.

Der Band enthält 39 Grafiken und Tabellen, zum Teil in Farbe. Leider sind sie zu klein geraten und damit nicht immer leicht zu erkennen. Ein Manko ist auch, dass der Verlag das so umfangreiche Buch, dem doch ein langes Leben und Lesen zu wünschen ist, nicht als Doppelbroschur produzieren ließ.

Im letzten Kapitel kommt Weinert auf die Schattenseiten des Sprachwandels zu sprechen. Er plädiert für einen »angemessen emotionalen, aber auf keinen Fall verletzenden Sprachgebrauch«, verschweigt jedoch nicht, was andere mit dem Thema Befassten dazu ermittelt haben, darunter »Ekel erregende, zutiefst abstoßende und abscheuliche« Wendungen, gar »eine Verrohung der Sprache«, fern von Sensibilität und Mitleid. Das kann die durch Corona ausgelöste Krise noch verschärfen. Nicht ohne Grund brachten es Begriffe aus solchen Zusammenhängen zu Unwörtern des Jahres.

Insgesamt breitet Weinert den Sprachwandel ebenso fundiert wie anregend und bestens belegt aus. Seine Arbeit ist überdies ein sicherer Beweis dafür, wie sehr das Internet bei solchen Analysen hilft. Anders wäre es unmöglich, auf so viel Literatur etlicher Länder zu stoßen. Doch manchmal ist etwas weniger besser.

Eckart Roloff ist Wissenschaftsjournalist und Buchautor. Von 2007 bis 2018 leitete er die Redaktion des deutsch-norwegischen Magazins »dialog«.

## ASTROPHYSIK
## DER STAND DER MODERNEN KOSMOLOGIE

**Wer einen tieferen Einblick in unser Universums erhalten möchte, ist mit dem neuen Buch bestens bedient. Doch man sollte sich nicht von gehobenem Niveau und Formeln abschrecken lassen.**

Der ukrainisch stämmige Astrophysiker Alex Vilenkin (*1949) ist eine feste Größe im kosmologischen Zirkus. Er hat sich insbesondere mit seiner Theorie der »Ewigen Inflation« (1983) einen Namen gemacht. Derzeit ist er Direktor des renommierten Instituts für Kosmologie an der privaten Tufts University in Boston; Delia Perlov ist seine wissenschaftliche Assistentin. Man darf also gespannt sein, was beide Experten den neugierigen Leserinnen und Lesern, die mehr über den Ursprung und die Entwicklung des Universums erfahren möchten, zu erzählen haben.

Delia Perlov, Alex Vilenkin
**KOSMOLOGIE FÜR ALLE, DIE MEHR WISSEN WOLLEN**
Springer, Heidelberg 2021
**431 S., € 29,99**

2008 legte Vilenkin das Buch »Kosmische Doppelgänger« vor, das von Multiversen handelte. Dabei outete sich der Autor als Fan der Viele-Welten-Interpretation der Quantenphysik sowie der Erzeugung des Kosmos aus dem Nichts. Im aktuellen Buch präsentieren die Verfasser im Wesentlichen dieselben Themen, die sie allerdings in den historisch-physikalischen Kontext einbinden. Perlov und Vilenkin stellen dabei die wichtigsten Grundlagen der Kosmologie von der Pike auf vor. Entstanden ist ein populärwissenschaftliches Lehrbuch, das nicht an Formeln spart – jedoch weit entfernt vom Niveau streng wissenschaftlicher Darstellungen ist. Wer etwas Ahnung von Physik und Mathematik aus der Schule mitbringt, wird kaum überfordert.

Durch den moderaten Preis bei immerhin 431 Seiten fällt die Aufmachung relativ schlicht aus. Bisweilen wirkt das Buch wie aus einem Selbstverlag. Die meisten Abbildungen sind

schwarz-weiß gehalten und die Grafiken sind teils recht pixelig.

Das Werk gliedert sich in zwei große Teile: »Der Urknall und das beobachtete Universum« und »Jenseits des Urknalls«. Ersterer behandelt die klassische Kosmologie nach Einstein, der zweite Abschnitt liefert die neuesten Theorien, die auf der Quantenfeldtheorie beruhen. Hier geht es also um die Vereinigung von Makro- und Mikrokosmos. Am Ende eines jeden der 24 Kapitel gibt es eine Zusammenfassung und Fragen, bei denen die Leserschaft ihr gesammeltes Wissen anwenden soll. Dabei fordern die Autoren teilweise Berechnungen. Lösungen werden leider nicht angeboten.

Der erste Teil startet mit einem historischen Überblick. Interessant ist, dass bereits Newtons Gravitationstheorie relevante kosmologische Betrachtungen liefert. Die moderne Kosmologie läuten die Autoren mit Einsteins spezieller Relativitätstheorie ein, von der aus sie zur allgemeinen Relativitätstheorie übergehen. Die geschichtlichen Hintergründe (Euklid, Galilei, Gauß) spielen erneut eine wichtige Rolle, was zum allgemeinen Verständnis enorm beiträgt. Dennoch muss der Leser gut aufpassen, will er anschließende Fragen beantworten, wie »Was meinem wir, wenn wir sagen, Einsteins statisches Modell des Universums sei instabil?«

In den weiteren Kapiteln geht es um die beobachtende Kosmologie. Das Hubble-Gesetz wird ausführlich behandelt – nicht nur elementar, sondern auch in Bezug auf die Weltlinien von Licht und Galaxien (und deren momentane Entfernung) sowie kosmische Horizonte in einem expandierenden Kosmos. Demnach hat der beobachtbare Teil des Alls einen Radius von 46 Milliarden Lichtjahren. Leider gehen die Autoren nicht auf mögliche Topologien des Universums ein.

Beim Blick auf die Zukunft des Kosmos' spielt die kritische Materiedichte eine wichtige Rolle. Deren Defizite führten bekanntlich zur Entdeckung der Dunklen Materie und Energie. Besonders Letztere prägt das Schicksal des Alls, bewirkt sie doch eine beschleunigte Expansion. Zur Vorbereitung auf den zweiten Teil folgen Kapitel über die Quantenwelt, die maßgeblich die Entwicklung des Universums mit der Bildung von Elementen kurz nach dem Urknall beeinflusst.

Damit sind die Leserinnen und Leser bereit für den zweiten Abschnitt, in dessen Zentrum die Inflationstheorie steht. Sie ergibt sich aus einem fundamentalen Problem der Kosmologie, der Homogenität des Universums. Alan Guth lieferte 1980 eine überraschende Lösung: Der Kosmos begann mit einer extrem kurzen Phase exponentieller Expansion. Der treibende Faktor sei dabei ein Quantenphänomen. Leider hatte Guths Theorie ebenfalls ein massives Problem: Was stoppt die Inflation? Andrej Linde, ein Kollege von Vilenkin, gelang der entscheidende Durchbruch.

Damit sind wir an der vordersten Front der Kosmologie angekommen. Das Kapitel »Die ewige Inflation« zeigt den momentanen Status – und eröffnet den Blick auf ein Multiversum von Raum-Zeit-Blasen, die spontan aus dem Nichts entstehen könnten. Diese Parallelwelten, zu denen keinerlei Kontakt besteht, könnten für immer expandieren oder wieder vergehen. Parallel sagt die umstrittene Stringtheorie ebenfalls multiple Universen voraus; ein eigenes Kapitel ist diesem Thema gewidmet. In »Kosmische Selektion« behandeln Perlov und Vilenkin auch die erstaunlichen Werte der Naturkonstanten, die erst die Existenz von Leben ermöglicht. Im Anhang finden sich tiefer gehende Betrachtungen; eine Literaturliste und ein ausführliches Register runden das informative Buch ab.

Wer mehr über Kosmologie erfahren will, als in manch anderem Sachbuch geboten wird, und das gehobene Niveau nicht scheut, wird mit dem Werk von Perlov und Vilenkin bestens bedient.

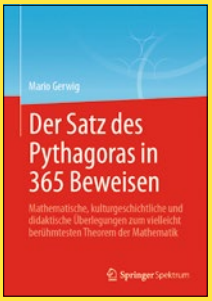
Wolfgang Steinicke ist Physiker und Mitglied der Vereinigung der Sternfreunde e.V., deren Fachgruppe »Geschichte« er leitet. Er ist außerdem Herausgeber des »Praxishandbuch Deep-Sky«.

# MATHEMATIK
# KALENDER VOLLER BEWEISE

**Für jeden Tag eines Jahres erwartet die Leserinnen und Leser ein Beweis des berühmten Satzes von Pythagoras – mit einigen Überraschungen.**

Anfang des 20. Jahrhunderts stellte der US-amerikanische Mathematiklehrer Elisha Scott Loomis eine Sammlung von verschiedenen Beweisen des Satzes von Pythagoras zusammen, die er in Fachzeitschriften und Büchern entdeckt oder selbst entwickelt hatte. Die zweite Auflage des 1940 erschienenen Werks umfasste zirka 370 Beispiele. Es wurde 1968 im Auftrag des National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) unverändert nachgedruckt, ist aber nur noch selten antiquarisch zu finden.

Mario Gerwig
**DER SATZ DES PYTHAGORAS IN 365 BEWEISEN**
Mathematische, kulturgeschichtliche und didaktische Überlegungen zum vielleicht berühmtesten Theorem der Mathematik
Springer, Berlin 2021
**377 S., € 32,99**




Mario Gerwig, Mathematik- und Chemielehrer an einem Gymnasium in Basel, hat sich nun der Aufgabe gestellt, die englischsprachige Beweissammlung ins Deutsche zu übertragen sowie sie zu sichten, zu ordnen, zu ergänzen und – an erstaunlich vielen Stellen – Fehler zu beseitigen.

Herausgekommen ist ein umfangreiches Werk mit strukturierten und gut nachvollziehbaren Kommentaren der einzelnen Beweisschritte sowie sorgfältig (mit der Software Cinderella) angefertigten Grafiken, welche die Handzeichnungen von Loomis mehr als ersetzen. Gerwig hat sich vor allem darum bemüht, bestehende Beweislücken zu füllen und die Verbindungen

zu anderen geometrischen Sätzen aufzuzeigen.

Am Ende der 24 Seiten umfassenden Einleitung, in der Gerwig seine Vorgehensweise erläutert, spricht er eine Empfehlung aus, welche Beweise sich die Leserinnen und Leser besonders anschauen mögen. In fast allen Fällen handelt es sich um jene, die von berühmten Gelehrten wie Fibonacci oder Bhaskara stammen.

Im ersten Kapitel gibt der Autor einen Überblick über das, was man von den Pythagoräern weiß und welche mathematischen Sachverhalte diesen bekannt waren. Im nächsten Abschnitt finden sich insgesamt 109 Beweise, die Loomis und Gerwig als algebraisch bezeichnen. Unterteilt ist das Kapitel in Beweisideen, die sich aus Ähnlichkeitsüberlegungen herleiten lassen, die mit dem geometrischen Mittel von Streckenlängen zusammenhängen beziehungsweise sich aus Kreisfiguren und deren Sekanten oder Tangenten ergeben. Die Verhältnisgleichungen führen nach Umformung zu der gewünschten Gleichung $a^2 + b^2 = c^2$. Beeindruckend sind die umfangreichen kombinatorischen Überlegungen, welche Streckenverhältnisse sich in den einzelnen Figuren betrachten lassen.

Das dritte Kapitel enthält 246 geometrische Beweise, bei denen es um Flächengleichheit geht. Den Anfang machen Ansätze mit Schere und Papier, also Zerlegungsbeweise. Leider erwähnt Gerwig in diesem Zusammenhang nicht die Namen der Autoren, obwohl diese eigentlich bekannt sind (unter anderem Perigal, Göpel, Gutheil, Epstein und Nielsen). In weiteren Abschnitten folgen Beweise, bei denen ein oder zwei der Quadrate über den Seiten nach innen geklappt sind und so durch zusätzliche Schnittlinien neue Teilflächen entstehen.

Im fünften Kapitel beweist der Autor mehrere Hilfssätze, darunter den Katheten-, Höhen-, Sekanten-Tangenten-Satz sowie die Theoreme von Pappus, Heron und Apollonius. Da man diese bei einigen Beweisen des Satzes von Pythagoras voraussetzen muss, zeigt sich, dass manche der Ansätze nicht wirklich naheliegend sind.

Als erfahrener Lehrer weiß Gerwig, diese Vielfalt eignet sich kaum für den Schulalltag. Daher widmet er sein viertes Kapitel der Nutzung dieser Enzyklopädie für den Mathematikunterricht. Er beschreibt eine mögliche 14-stündige Reihe unter dem Motto »Beweisvielfalt entdecken«, abschließend eine bildungsdidaktische Analyse. Hier setzt sich der Autor ausführlich mit der Frage auseinander, warum es sinnvoll ist, in der Schule exemplarisch zu zeigen, welche Vielfalt an Ideen existiert, um den berühmten Satz zu beweisen. In einer Fußnote gibt er diejenigen Methoden an, die sich in seinem Unterricht als besonders Gewinn bringend erwiesen haben. Insbesondere gehöre zur Unterrichtsreihe auch die Umkehrung des Satzes von Pythagoras: dass aus $a^2 + b^2 = c^2$ die Rechtwinkligkeit der Figur folgt.

»Unterschiedliche Beweise für einen Satz zu haben ist … wertvoll, weil man aus unterschiedlichen Beweisen unterschiedliches Neues lernen kann …«, schreibt der Mathematiker Günther M. Ziegler in einem Geleitwort zu Gerwigs Sammlung. Er muss es wissen, hat er doch vor Jahren zusammen mit Martin Aigner den erfolgreichen Versuch gestartet, die von Erdös stammende Idee eines »Buches der Beweise« umzusetzen, das einige der elegantesten Beispiele enthält.

In der Literaturliste findet man – außer einer Fülle von didaktischen Schriften – etliche Verweise auf Bücher zur Mathematik der Antike, jedoch nur wenige Hinweise auf Veröffentlichungen der letzten Jahre. Vermisst wird der Verweis auf die wunderbare Onlinesammlung von 122 Beweisen mit ausführlichen Kommentaren, die Alexander Bogomolny – bis zu seinem plötzlichen Tod im Juli 2018 – zusammengetragen hat.

Das Buch sollte in keiner Bibliothek von Lehramtsstudierenden und -anwärtern fehlen. Zudem haben Rätselliebhaber mit den über 400 Grafiken eine neue Quelle – gemäß dem Motto: Wo ist in dieser Figur der Beweis des Satzes von Pythagoras versteckt? Zieglers Fazit kann man sich dabei nur anschließen: »Man kann viel an diesem Buch lernen, die Vielfalt von Beweisen kennen lernen, sich davon inspirieren lassen und sich daran freuen.«

Heinz Klaus Strick ist Mathematiker (www.mathematik-ist-schoen.de) und Autor des »Mathematischen Monatskalenders« auf Spektrum.de.

Bruno P. Kremer
**GENIALE PFLANZEN**
Springer, Berlin 2021
**289 S., € 22,99**

## BOTANIK
# »MAN ERBLICKT NUR, WAS MAN SCHON WEISS UND VERSTEHT«

**Dem verbreiteten Mangel an Naturverständnis setzt Bruno P. Kremer ein botanisches Lesebuch entgegen. Gekonnt leichtfüßig und eloquent führt er quer durch das Fachgebiet und bereitet eine vermeintlich schwere Kost verständlich und unterhaltsam auf.**

Die Leserinnen und Leser zu verblüffen, ist das probate Stilmittel des erfolgreichen Sachbuchautors Bruno P. Kremer. Durch vergnügliche Antworten auf nur selten gestellte Fragen, nämlich nach dem Wie und Warum von Phänomenen, die uns alltäglich umgeben, will der Biologiedidaktiker das Bewusstsein für das vielfältig Wunderbare im Selbstverständlichen wecken. Eine geistreiche, Erfolg versprechende Herangehensweise!

Ebenso genial wie die Funktions- und Wirkungsweise der Pflanzen – so sieht es der botanische Enthusiast Bruno P. Kremer. Entsprechend betitelt er sein Buch und versetzt die Leserschaft schon von Anbeginn in den von ihm angestrebten Verblüffungszustand. Pflanzen werden gemeinhin

nicht mit schöpferischer Geisteskraft oder gar Genialität konnotiert, sondern als mehr oder weniger passive und den Elementen ausgelieferte Geschöpfe betrachtet.

Aber: genial in Bezug auf was? Aus unserer vertrauten anthropozentrischen Sicht heraus kann man nur vermuten, dass eine Auflistung ökonomisch bedeutsamer Pflanzen folgt. In gewisser Hinsicht erfüllt sich diese Erwartung auch – allerdings ganz anders als gedacht.

Kremer weist am Anfang seines Buchs darauf hin, dass die Existenz sauerstoffabhängiger Lebewesen – und damit auch unsere – seit Jahrmillionen von der unermüdlich betriebenen, großartigen Fotosyntheseleistung der Pflanzen (und weiterer chlorophyllhaltiger Organismen) abhängt. Zudem diene die botanische Anatomie von jeher als Vorlage unzähliger wichtiger Ingenieurleistungen, und auch ihre Bedeutung für Medizin und Pharmaindustrie sei unermesslich.

Aber allein darauf beschränkt sich die Genialität der Pflanzen und infolgedessen das Buch nicht. Dessen Fokus liegt vielmehr auf dem System »Pflanze« und wie sich im Lauf der Evolution die fantastischsten Phänomene und Prinzipien herausgebildet haben, die allen Pflanzen eigen oder gegebenenfalls artspezifisch abgewandelt sind.

Unspektakulär gliedert sich das Werk in die Kapitel Sprossachse (»Von Stämmen, Stängeln und Stielen«), Blatt (»Was Pflanzen so hinblättern«) sowie Blüte und Frucht (»Blühen, Reifen, Fruchten«), in denen der Autor sich den Grundorganen, ihren je nach Überlebensstrategie angepassten Aus- und Umformungen und den mit ihnen in Verbindung stehenden funktionellen Aspekten widmet.

Grob skizzierten Überblicken mischt Kremer zahllose (wissenschaftliche) Details bei; Fakten, die man eigentlich immer schon einmal hatte wissen wollen. Beispielsweise, warum Bäume nicht endlos in den Himmel wachsen. Er erklärt, dass dies zum einen natürlich der Stabilität dient, zum anderen aber auch mit der Wasserversorgung der Baumwipfel zu tun hat. Der Wasserfaden reißt bei rund 130 Meter Höhe schlicht unter seinem Eigengewicht ab, da die Kohäsionskräfte unter dieser Belastung nicht mehr im Stande sind, die Wasserteilchen zusammenzuhalten. Weiterhin erfahren die Leserinnen und Leser zum Beispiel Details über den Holzbaustoff Lignin, über die »beeindruckende Materialökonomie« beim Aufbau des effektiven Leitungsgewebes, aber auch, was dieses mit der Ausbildung von Jahresringen zu tun hat und wie sich die Dendrochronologie ihrer bedient, um die jüngere Klimageschichte zu rekonstruieren.

So ist ein Kompendium der Botanik entstanden, das sich von anderen Botanikbüchern abhebt, indem es sich der Thematik nicht lehrbuchhaft faktenvermittelnd nähert, sondern in Form eines Lesebuchs unterhaltsam erzählend. Dabei scheut der eloquente

STERNE UND WELTRAUM

**DER NEUE BILDKALENDER**

HIMMEL UND ERDE 2022

**Sterne und Weltraum** präsentiert im Bildkalender »Himmel und Erde« 13 herausragende Motive aus der astronomischen Forschung. Sie stammen aus verschiedenen Bereichen des elektromagnetischen Spektrums wie dem sichtbaren Licht oder dem Infrarotlicht. Die Aufnahmen zeigen den Saturn im Sommer, eine Sternentstehungsregion in der Großen Magellanschen Wolke, FAST (das »Auge des Himmels«), die Milchstraße im Radiowellenbereich, den Käfernebel, die erste Aufnahme eines Schwarzen Lochs und weitere Himmelsregionen und -objekte.

*14 Seiten; 13 farbige Großfotos; Spiralbindung; Format: 55 x 46 cm; € 29,95 zzgl. Porto; als Standing Order € 27,– inkl. Inlandsversand*

**HIER KÖNNEN SIE BESTELLEN:**
Telefon: 06221 9126-743
**www.spektrum.de/aktion/hue**
E-Mail: service@spektrum.de

Autor keinesfalls die Erklärung komplizierter Sachverhalte.

Den speziellen Stoffwechsel von $C_4$- und CAM-Pflanzen etwa handelt er ebenso ab wie den Umgang von Strandpflanzen mit hohen Salzkonzentrationen. Launige Überschriften der Unterkapitel (»Nicht nur eine Frage der Ähre« zum Thema Stabilität von Getreidehalmen), eingestreute Anekdoten (»Vincent malte Mutanten«) und amüsante Wortspiele (»Verhütungsbotanik«, »Pollen am Stiel«) sorgen für einen durchweg vergnüglichen Charakter des Buchs. Außerdem erhalten etliche Querverbindungen und Assoziationen die Aufmerksamkeit, etwa zu Film- oder Märchenfiguren wie Tarzan und Spiderman in Verbindung mit Klimm- und Kletterpflanzen oder Dornröschen beim Thema Dornen oder Stacheln mitsamt einem Verweis auf Eugen Drewermanns Märchendeutungen.

Auf diese Weise absolvieren die Leserinnen und Leser quasi unbemerkt ein Grundstudium der Botanik, das inhaltlich sogar über das hinausreicht, was Lehrpläne und Studienprogramme der letzten Jahrzehnte für Unterricht und Vorlesungen vorsehen. Wie der Autor Bewusstsein für so viel Staunenswertes in unserer unmittelbaren Umgebung weckt, ist schon genial. Ein unbedingt empfehlenswertes Buch – es hätte aber ein schöneres Layout verdient.

Birgit Kanz ist promovierte Biologin. Sie arbeitet als botanische Gutachterin in der Landschafts- und Umweltplanung. Zuvor war sie Mitarbeiterin am Forschungsinstitut Senckenberg in Frankfurt/Main.

## BEWUSSTSEIN
## DIE PSYCHOLOGIE DES MENSCHLICHEN GEISTES

**Wie lässt sich Bewusstsein erklären? Der ehemalige Direktor des Max-Plack-Instituts für Kognitions- und Neurowissenschaften widmet sich in seinem neuen Buch dieser anspruchsvollen Aufgabe.**

Eines vorneweg: Das Buch lohnt sich. Wolfgang Prinz, emeritierter Direktor des Max-Planck-Instituts für Kognitions- und Neurowissenschaften in Leipzig, entwickelt auf mehr als 300 Seiten Ansätze und Ideen, um die Erklärung menschlichen Bewusstseins voranzubringen. Er will damit nachholen, was die Psychologie in seinen Augen bisher versäumt hat: den Geist mittels psychologischer Theorien begreiflich machen.

Wolfgang Prinz
**BEWUSSTSEIN ERKLÄREN**
Suhrkamp, Berlin 2021
**317 S., € 24,–**

Das Werk ist in drei große Abschnitte geteilt. Der erste handelt von der Psychologie als wissenschaftlicher Disziplin und attestiert ihr zunächst nicht nur mangelnde Kompaktheit, sondern auch fehlendes Selbstbewusstsein. Fundiert legt der Autor dar, was das Fach leisten kann und muss – oder eben nicht, wenn es um die Erklärung von Bewusstsein geht.

Die tief gehende Auseinandersetzung dient auch dazu, den Geist in Anlehnung an Brentano auf die »implizite Anwesenheit eines Ichs« zurückzuführen. Wird das Ich hingegen als Produkt des Bewusstseins verstanden, müsste man die schwierigere Frage beantworten, woher dieses stammt. Aber wie kommt in einem sonst subjektlosen Universum Subjektivität in die Welt, und wozu ist sie gut?

Im Rahmen eines Gedankenexperiments erweitert Prinz das bisherige Konzept der Repräsentation zur Selbstrepräsentation. Während primäre Steuerungssysteme die Umwelt abbilden, wird die Beziehung von Primärsystem und Welt durch sekundäre Steuerungen repräsentiert. Selbstrepräsentation könne somit das widerspiegeln, was Subjektivität als Kennzeichen bewussten Erlebens in der intentionalen Beziehung zwischen Inhalt, Akt und Subjekt beinhaltet.

Im zweiten Abschnitt des Buchs diskutiert Prinz, wie die Sekundärsteuermechanismen entstehen könnten. Zunächst unterscheidet er implizite und explizite Repräsentationen. Letztere gründen auf Ersteren und sind daher deutlich komplexer. Während implizite Repräsentationen eine effiziente Handlungssteuerung ausreichend erklären, so Prinz, integrieren explizite sowohl Informationen über Dinge als auch über das System, das sie darstellt. In anderen Worten: Repräsentiert wird nicht nur das, was ein Individuum von der Welt weiß, sondern ebenfalls, von wem und in welcher Form dieses Wissen besessen wird. Das sei die Grundvoraussetzung für bewusstes Erleben und dafür, zwischenmenschliche Interaktionen und Kommunikation zu ermöglichen.

Zudem erläutert Prinz, wie Subjektivität und Bewusstsein durch soziale Spiegelprozesse entstehen könnten: »Menschen werden dadurch zu bewusst wahrnehmenden und denkenden Subjekten, dass sie sich zu eigen machen, was sie anderen zuschreiben, und dass sie wahrnehmen, was andere ihnen zuschreiben.« In den folgenden Kapiteln erörtert der Autor, wie Subjektivität und Bewusstsein von sozialen Praktiken und Diskursen abhängt und durch sie geformt wird. Dabei diskutiert er auch, inwiefern Tiere und Maschinen über Kognition verfügen können.

Im letzten Abschnitt wendet sich Prinz zunächst der Frage zu, wie real Bewusstsein ist, wenn es sich schlussendlich bloß um ein soziales Artefakt handle. Der Autor ist überzeugt, ein Illusionsverdacht könne ausgeräumt werden. Selbst wenn Subjekte sozial gemacht sind, gibt es sie wirklich. Und wie steht es um den freien Willen? Dass sich Psychologen zu dieser Thematik äußern, hält Prinz für in etwa so notwendig wie den Vortrag eines Zoologen zu Einhörnern. Denn aus jener Perspektive sei die Freiheit des Willens zu leugnen. Das intuitive Erleben subjektiver Freiheit lasse sich allerdings aus der Rolle des mentalen Selbst heraus erklären. Demnach habe der Mensch zwar

von Natur aus keinen freien Willen, könne ihn sich aber durch Zuschreibungen zu eigen machen. Wegen der damit einhergehenden positiven sozialen Implikationen, etwa Verantwortlichkeit, ist dies aus Sicht des Autors zu begrüßen.

Wem die beschriebenen Inhalte bekannt erscheinen, irrt nicht. Bis auf die vergleichsweise kurzen Kapitel 11 und 12 beruhen die Ausführungen von Prinz auf bereits veröffentlichten Beiträgen aus den letzten 25 Jahren. Dass die für das vorliegende Werk überarbeiteten und zusammengeführten Texte »Spuren ihrer Herkunft« enthalten, gesteht Prinz gleich zu Beginn ein. Die zusätzliche inhaltliche Tiefe und Dichte seiner Ideen sowie eine komplexe Gedankenführung machen die Lektüre nicht immer einfach. Wer sich aber darauf einlässt, darf einen intellektuellen Lese- und Erkenntnisgenuss erwarten.

Tobias Keil ist Professor für Wirtschaftspsychologie an der FOM Hochschule für Oekonomie und Management in Frankfurt und Unternehmensberater.

## WISSENSCHAFTSGESCHICHTE
## WIEDERENTDECKUNG EINES GENIES

**Im Gegensatz zu anderen Größen des 17. Jahrhunderts wie René Descartes und Isaac Newton haben viele noch nie von Christiaan Huygens gehört – zu Unrecht, wie der Autor Hugh Aldersey-Williams betont.**

Der Niederländer Christiaan Huygens war eines der Genies unter den Naturforschern des 17. Jahrhunderts – vielleicht sogar das einzige, das einem Vergleich mit Isaac Newton standhalten kann. Seine wichtigen Arbeiten sind in den gleichen Gebieten angesiedelt: Mathematik, Astronomie und Physik, hier vor allem Mechanik und Optik. Zu Lebzeiten berühmt und hochgeachtet, verblasste seine Bekanntheit durch die Jahrhunderte. So klagt der Autor Hugh Aldersey-Williams also zu Recht,

Hugh Aldersey-Williams
**DIE WELLEN DES LICHTS**
Christiaan Huygens und die Erfindung der modernen Naturwissenschaft
Carl Hanser, München 2021
**512 S., € 28,–**

Huygens erfahre – wenn auch nicht im eigenen Land – bisher insgesamt viel zu wenig Würdigung. Mit seinem Buch »Die Wellen des Lichts« möchte er dessen Bedeutung bei der Erfindung der modernen Naturwissenschaften ein Stück mehr gerecht werden.

Aufgewachsen ist Huygens in einer so gebildeten wie reichen Familie in Den Haag, im »goldenen Zeitalter« der Niederlande. In Leiden studierte er Mathematik und glänzte dort bereits mit Berechnungen zu Quadratur von Kegeln und Vorarbeiten zur Infinitesimalrechnung. Zudem gilt er als einer der Begründer der Wahrscheinlichkeitsrechnung.

Wie so viele war er stark von Descartes' Philosophie beeinflusst, in der Physik löste er sich jedoch von dessen rationalistischer Betrachtungsweise. Huygens hat selbst Linsen geschliffen und Fernrohre konstruiert, mit denen er die Saturnringe entdeckte. Dabei fand er auch heraus, dass der Planet, ebenso wie die Erde, einen Mond besitzt. Durch Versuche zur Kreisbewegung und mit Pendeln formulierte er das Gesetz der Zentripetalkraft. Seiner Meinung nach würdigte Descartes die experimentelle Methode zu wenig – dennoch blieb er dessen mechanistischem Weltbild verbunden.

Auch das Licht erklärte Huygens auf dieser Grundlage. Das nach ihm benannte Prinzip der Elementarwellen wird heute noch in jedem Lehrbuch der Optik behandelt. Der Niederländer hat seiner Arbeit einfache und zahlenmäßig erfassbare physikalische Prinzipien zu Grunde gelegt. Er fand, aufbauend auf Galileis Ergebnissen, quantitative Lösungen spezieller Probleme. Ein besonderes Kennzeichen ist die Forschung in Mathematik und Mechanik gepaart mit einem Interesse für Technik und Maschinen, also praktische Anwendung und Erfindung zugleich. Ein Beispiel dafür ist die Entwicklung der Pendeluhr, wodurch er zum Begründer der exakten physikalischen Zeitmessung wurde.

Die europäische Wissenschaftsgemeinde erkannte Huygens Leistungen an und würdigte sie. So wurde er 1663 als einer der ersten Ausländer zum Mitglied der britischen Royal Society ernannt, einer der angesehensten Wissenschaftsvereinigungen, und der erste Leiter der neuen französischen Académie des Sciences in Paris.

Der Autor Aldersey-Williams ist gelernter Chemiker, hat sich aber auf kulturgeschichtliche Unternehmungen verlegt. Er betätigt sich journalistisch, verfasst populärwissenschaftliche Bücher und kuratiert Ausstellungen. Dabei sind seine Interessen weit gestreut und reichen von modernem Design über historische Anatomiedarstellungen bis zur Kulturgeschichte von Ebbe und Flut. Autor und (Hanser-) Verlag lassen erkennen, dass es sich hier nicht um ein akademisches Werk, sondern um eine ambitionierte populärwissenschaftliche Biografie handelt, die sich auch etlicher Originalquellen bedient. Die deutsche Übersetzung ist dabei mitunter ein wenig zu prosaisch geraten, ob man einer »Lache aus Licht« unter dem Fenster etwas abgewinnen kann, ist Geschmackssache – die auftretenden Satzungetüme mit zu vielen Kommas und unsinnigen Stückelungen sind es allerdings nicht.

Alderley-Williams neigt dazu, Fakten und Inhalte aneinanderzureihen, aber auch hin und her zu springen, oftmals ohne einen roten Faden erkennen zu lassen oder intrinsische Zusammenhänge zu erklären. Die ideengeschichtliche Einbettung wird zu Gunsten von Details wie der Aufzählung gegessener Eissorten doch etwas vernachlässigt. Grundsätzlich jedoch versucht der Autor dankenswerterweise eine Lücke in der Rezeptionsgeschichte der Naturwissenschaften zu füllen.

Doris Becher-Hedenus ist promovierte Wissenschaftshistorikerin und lehrt Philosophie an der Universität Regensburg.