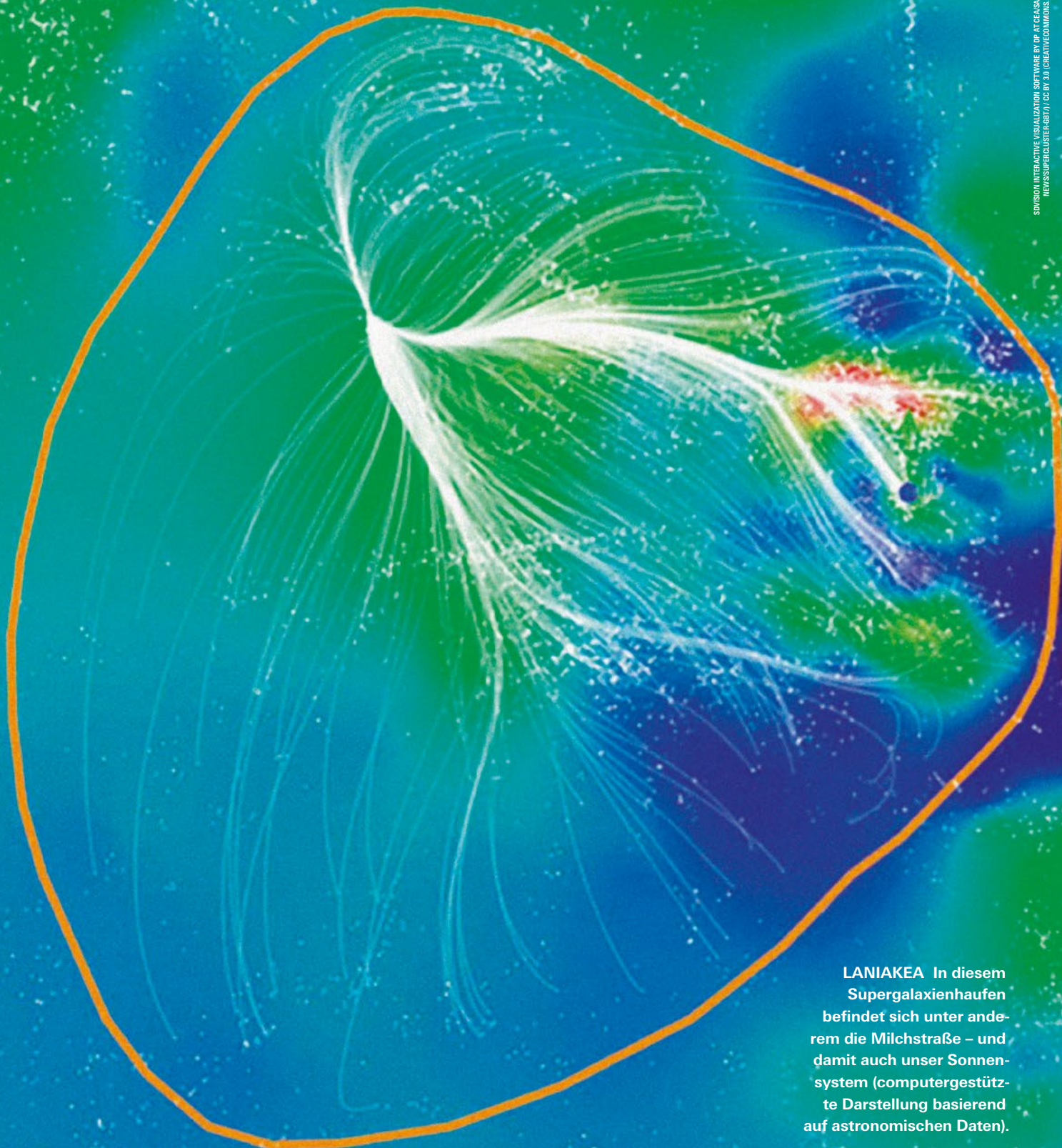




LANIAKEA In diesem Supergalaxienhaufen befindet sich unter anderem die Milchstraße – und damit auch unser Sonnensystem (computergestützte Darstellung basierend auf astronomischen Daten).

ASTRONOMIE KARTOGRAFIE DES UNIVERSUMS

Seit der Entdeckung des Supergalaxienhaufens Laniakea haben wir eine neue kosmische Adresse. In ihrem Buch erklärt Hélène Courtois nicht nur die physikalischen Hintergründe, sondern plaudert auch aus dem Nähkästchen ihrer 20 Jahre andauernden Forschung.

► Wo befinden wir uns? Auf einer Postkarte können Sie Ihre Straße, Ihre Stadt und wenn nötig auch Ihr Land problemlos angeben. Doch Kosmologinnen und Kosmologen wie Hélène Courtois wollen es genauer wissen. Planet Erde, das Sonnensystem, die Milchstraße ... und dann? Dieser Frage widmen sich so genannte Kosmografen – die Geografen des Universums. Anstatt den Kosmos zu erobern, versuchen sie, eine möglichst akkurate Karte unserer Nachbarschaft anzufertigen.



In ihrem Buch »Von der Vermessung des Kosmos und der Entdeckung von Laniakea« nimmt uns die französische Astrophysikerin mit auf ihre 20 Jahre andauernde Reise durch den Kosmos, die zur Entdeckung des Supergalaxienhaufens Laniakea führte, dem auch die Milchstraße angehört. Im Original erschien das Buch bereits 2016 und wurde im darauf folgenden Jahr mit dem Astronomie-Buchpreis »Prix Ciel et Espace« ausgezeichnet.

Courtois erklärt die Grundlagen und Fortschritte der kosmischen Entfer-

nungsmessung anhand reichlicher Illustrationen und Bilder. Farbige Abbildungen finden sich gesammelt im Zentrum des Werks – das ständige Hin- und Herblättern stört leider den Lesefluss. Durch kompakte Infoboxen gelingt es Courtois, viele Themen anzuschneiden, ohne ihre Leserschaft zu überfordern: von physikalischen Grundlagen wie elektromagnetischen Wellen und der Leuchtkraft von Gestirnen bis zu komplexeren Inhalten wie der Dunklen Materie und dem kosmologischen Prinzip. Lediglich in der Mitte des Buchs häufen sich die zahlreichen Messmethoden, und man verliert leicht den Überblick.

Courtois geht es aber nicht nur darum, die Ergebnisse ihrer Forschung leicht verdaulich aufzubereiten, sondern sie möchte auch den wissenschaftlichen Prozess als Ganzes präsentieren. So begegnet man im ersten Kapitel der Praktikantin Hélène, die im Observatorium in Lyon arbeitet, und verlässt sie 20 Jahre später kurz nach der Entdeckung des Superhaufens Laniakea. Man begleitet sie auf ihren Forschungsreisen nach Australien und Hawaii, die mit sentimentalen Anekdoten über Vogelfotografie, die nächtlichen Geräusche der Kängurus und den Geschmack exotischer Früchte geschmückt sind. Gleichzeitig verschweigt die Autorin nicht die Kehrseiten: lange Nächte, monotone Arbeiten und erfolglose Messungen. Zuweilen unterwarf sie ihren Tagesrhythmus vollständig ihrer Forschung, als sie 480 Beobachtungsnächte in nur einem Jahr durchführte, indem sie über drei Zeitzonen hinweg arbeitete. Sie macht deutlich: Die Wissenschaft ist kein ruhiger Fluss und selten eine reine Erfolgsgeschichte; Höhen und Tiefen gehören dazu.

Courtois begeht außerdem den etwas halbherzigen Versuch, Frauen der Astrophysik sichtbar zu machen. Zwar bereichert sie das Buch mit fünf Biografien von Wissenschaftlerinnen, doch ihren Erfahrungen als Mutter unter diesen familienfeindlichen Arbeitsbedingungen sind nur zwei Sätze gewidmet; den Erinnerungen eines Potsdamer Astrophysikers an die Berliner Mauer hingegen eine ganze

Seite. Zudem verzichtet die Autorin (und die Übersetzung) auf den Gebrauch gendergerechter Sprache.

Insgesamt wollte das Buch an manchen Stellen vielleicht zu viel. Die Überleitungen zwischen Anekdoten und wissenschaftlichen Erklärungen klingen bisweilen etwas holprig. Der Erzählstil ist stellenweise zu blumig mit einem Stich ins Kitschige. Zum Beispiel der Titel des Kapitels über die Auswahl einer geeigneten Spiralgalaxie: »Schönheitswettbewerb: Miss Spirale«.

Einen Überblick über die Methoden der Kosmografie liefert das Werk jedoch allemal, und durch Courtois' eigene Erfahrung wird es um eine für Sachbücher untypische persönliche Note bereichert. Insbesondere Leserinnen und Leser, die nicht nur an physikalischen Erklärungen, sondern auch am Prozess wissenschaftlicher Entdeckung interessiert sind, werden an diesem Buch Freude finden.

Sabrina Patsch ist Doktorandin am Institut für Theoretische Physik der FU Berlin.

DIGITALISIERUNG BERICHTE AUS DEM MASCHINENRAUM

**Der Datenwissenschaftler
Holger Aust gewährt Einblicke
in seinen Beruf.**

► Big Data, Machine Learning, KI – in der Digitalisierungsdebatte geht es begrifflich munter durcheinander. Nicht alles, was als KI bezeichnet wird, fällt wirklich in diese Kategorie, und nicht jedes smarte Gerät ist intelligent. Holger Aust versucht in seinem Buch »Das Zeitalter der Daten« Ordnung in dieses Wirrwarr zu bringen. In sieben Kapiteln erklärt er, wie Maschinen lernen, wie neuronale Netze funktionieren und was die typischen Aufgaben eines Datenwissenschaftlers sind.

Zum Beispiel berechnet ein solcher die Wahrscheinlichkeit, mit der ein Kunde ein Abonnement kündigt, etwa einen Strom- oder Handyvertrag. Wenn ein Unternehmen schon im Voraus über dieses Vorhaben Bescheid weiß, kann es durch entsprechende

Angebote gegensteuern. Hier kommen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ins Spiel: »Als Erstes benötigen wir einen Algorithmus, der für jeden Kunden vorhersagt, wie wahrscheinlich die Abo-Kündigung ist«, erklärt Aust. »Zweitens müssen wir überlegen, wie wir handeln können. Soll der Kundenservice Nachricht erhalten, damit er dem Kunden etwas anbietet, um zu bleiben? Oder erfolgt das Angebot sogar vollautomatisch per E-Mail?« Das Angebot müsse so an die Person angepasst werden, »dass die Wahrscheinlichkeit des Bleibens maximiert wird und gleichzeitig die Kosten möglichst gering bleiben«, erläutert der Autor.



Data Science, das wird bei der Lektüre klar, ist keine Raketenwissenschaft, sondern Mathematik. Mit Regressionsanalysen lässt sich etwa herausfinden, wie Variablen wie Geschlecht, Vertragslaufzeit oder Monatsgebühr eine mögliche Kündigung beeinflussen. Explorative Datenanalysen liefern jedoch nicht nur für solche Fälle wichtige Erkenntnisse – sie sind auch in der Logistik oder beim Online-Handel äußerst nützlich.

Jeder kennt Empfehlungssysteme, die bestimmte Produkte anpreisen (»Kunden, die diesen Artikel angesehen haben, kauften auch ...«). Für den Händler gebe es dabei verschiedene Strategien, so Aust: Man kann Produkte bewerben, die eine hohe Konversionsrate (der Anteil der Kaufabschlüsse gemessen an den Anzeigen) versprechen, aber auch solche, die nicht oft gekauft werden, doch dafür mehr Umsatz bringen.

Rund ein Drittel der Amazon-Käufe sind unmittelbar auf Empfehlungen des Algorithmus zurückzuführen. Je besser die Maschine funktioniert, desto mehr Umsatz generiert der Online-Riese. Verlässliche Prognosen bedeuten also bares Geld.

Auch Supermärkte müssen ihre Abverkaufsmengen prognostizieren, um die richtigen Mengen zu bestellen. Bei saisonalen Produkten wie Erdbeeren ist das schwieriger als bei Gütern wie Nudeln, die ganzjährig gekauft werden. Die Datenwissenschaftler berücksichtigen dabei verschiedene Faktoren wie Wettervorhersage oder Feiertage. Die Werte aus dem Vorjahr heranzuziehen, helfe leider nicht immer weiter, weil sich Nachfrage ändern könne, so der Autor.

Das war das Problem im ersten Lockdown 2020: Statt wie sonst Handy-Hüllen oder Ladegeräte wollten die Verbraucher plötzlich Toilettenpapier und Desinfektionsmittel. Produkte, die für gewöhnlich kaum nachgefragt wurden, waren begehrt wie nie. Das irritierte die algorithmischen Preisbildungssysteme derart, dass sie Mondpreise aufriefen: So kostete bei Amazon ein Päckchen Reis zeitweise über 60 Dollar. Auch die Staumelder und Verkehrsprognosen gerieten durcheinander, weil die Menschen die meiste Zeit zu Hause saßen und keine brauchbaren Standortdaten lieferten.

Modelle basieren häufig auf der Annahme, dass die Welt von morgen aussieht wie die von gestern. Doch für eine Pandemie gab es keine historischen Daten. Die Wissenschaftler mussten ihre Modelle daher nachjustieren. Auf diese Problematik geht der Autor an der Stelle leider nicht genauer ein. Allgemeine Aussagen wie »In der Vergangenheit liegt die Zukunft« wirken darum im Licht der Aktualität etwas erratisch. Trotz dieser kleinen Mängel liest man das Buch mit Gewinn, denn mit seiner Expertise vermag der Autor den technischen Fortschritt einzuordnen: »Der Aufwand, eine Aufgabe zu 100 Prozent zu automatisieren, ist wesentlich größer, als sie nur zu 90 Prozent zu automatisieren, wobei etwas menschliches Zutun notwendig bleibt«, so sein Fazit.

Holger Aust hat ein instruktives Werk vorgelegt, das fundiertes Hintergrundwissen vermittelt und anhand vieler Beispiele Einblicke in das Berufsbild des Datenwissenschaftlers gibt. Wer in der Digitaldebatte mitreden will, sollte dieses Buch lesen.

Adrian Lobe arbeitet als Journalist in Heidelberg und ist Autor der Kolumne »Lobes Digitalfabrik« auf »Spektrum.de«.

UMWELT TIEFKÜHLTRUHE NUR FÜR SUPERMÄRKTE ODER SERIENKILLER

Krimiautoren wollen mit Wissen zum Handeln gegen die Klimakrise motivieren.

► Erst ist es dunkel, Sie lehnen sich gemütlich in Ihrem Kinosessel zurück, greifen in die Popcornütte, nehmen einen tiefen Schluck aus einer Getränkeflasche. Und warten darauf, dass sich der Vorhang öffnet und der Gruselfilm startet. In Filmen genießen wir diese Spannung, schreibt der Schriftsteller Frank Schätzing, der eigentlich ein ganz anderes Buch schreiben wollte, »einen Thriller. Dann dachte ich: Wir sind in einem Thriller. Sie und ich. Nicht als Hörer und Autor. Als Akteure.«

Mit seinem Buch will er zum Handeln in der Klimakrise motivieren. Die Wunderpille dagegen sei Wissen, erklärt er. Schätzing sieht aber auch, dass Menschen überfordert sind, wie gelähmt, da sie mit Horrormeldungen über immer neue Klimakatastrophen überflutet werden. Zudem erscheine das Problem nicht richtig sichtbar. Es gäbe keine Bilder wie bei einem Erdbeben. »Am Morgen öffnen wir die Tür, der Himmel sieht aus wie immer. Klimawandel? Wo? Und wo sind die intelligenten Maschinen, die uns vernichten wollen? Die Post bringt immer noch der Briefträger, nicht der Terminator«, so Schätzing.

Doch die Klimakrise ist real, und so nutzt der Autor sein Talent als Verfasser spannender Thriller und schreibt ein kreatives und eloquentes Sach-

Frank Schätzing
**WAS, WENN WIR
EINFACH DIE
WELT RETTEN?**
Handeln in der
Klimakrise
Kiepenheuer &
Witsch, Köln 2021
336 S., € 20,-



Fred Vargas
**KLIMAWANDEL
– EIN APPEL**
Wir müssen jetzt
handeln, um unser
Klima zu retten
Limes, München
2021
288 S., € 14,-



buch. Er erklärt unterhaltsam die Szenarien des Weltklimarats, sieht Kippunkte nicht nur in schmelzenden Eisbergen, sondern in einer Jugend, die rebelliert und auf die Straße geht. Oft geraten seine Erzählungen allerdings ausschweifend, auch wenn das Buch mit über 300 Seiten zu seinen kürzeren Werken zählt.

Die »Wunderpille« sei Wissen, denn sie helfe dabei, Fake News zu erkennen. Die Lösung für ein Überleben der Menschen sieht Schätzing in der grünen Technologie und mit Veränderungen, die Einzelne bewirken, wenn sie Güter teilen, statt sie allein zu besitzen, weniger Müll erzeugen und die Tiefkühltruhe besser nur den »Lebensmittelhändlern oder Serienkillern« überlassen.

Doch selbst wenn er in der Einleitung ankündigt, sich der »heiligen Kuh der kapitalistischen Weltordnung, dem Wachstum« zu widmen, bleibt dieser Aspekt verhalten und ungenau. Denn grundsätzlich sei die kapitalistische Weltordnung immer noch die beste, so der Autor. Dabei beschreibt er nur wenige Kapitel zuvor, wie Akteure dieser Ordnung, etwa ExxonMobil, die Katastrophe verschleiern, Klimafor-

scher verteuflten, Veröffentlichungen blockierten und noch 1997 den Regierungskchefs erzählten: Die Welt werde kühler – denn Handeln gegen die Klimakrise wäre geschäftsschädigend gewesen.

An den Stellen, wo Schätzing eloquent und geschliffen schreibt, berührt das Buch dennoch nicht so wie das einer anderen Krimiautorin, die ebenfalls ihre nächste fiktive Geschichte verschoben hat. »Klimawandel – ein Appell« der französischen Autorin Fred Vargas ist emotional, sie wütet und klagt an, nennt es nicht Klimakrise, sondern Verbrechen. Auch ihre Fakten sind sorgfältig recherchiert und unterhaltsam dargestellt. Dabei liefert sie mehr Details als Schätzing und holt weniger weit aus (so zieht der Autor etwa Schwarze Löcher oder das Wetter bei der Entstehung des Romans »Frankenstein« von Mary Shelley heran, um Bedrohungsszenarien zu erläutern). Zudem richten sich Vargas' Vorschläge für eine bessere Welt nicht bloß an Einzelne, sondern sind als konkrete Forderungen an die Regierenden formuliert. Einfach wird es nicht, den Planeten zu retten, »es wartet ein Haufen Arbeit auf uns«, schreibt sie.

Eines schaffen beide Autoren aber sicher: Durch ihre Beliebtheit erreichen sie ein breites Publikum. Vielleicht nimmt ja der ein oder andere Krimifan, der sonst kein Sachbuch über die Klimakrise lesen würde, eines dieser Werke in die Hand. Für das Happy End muss er dann allerdings selbst sorgen.

Katja Maria Engel ist promovierte Materialforscherin und Wissenschaftsjournalistin in Dortmund.

GENETIK BAUANLEITUNG FÜR DRACHEN

Ein Vater-Tochter-Autorenteam beschreibt auf unterhaltsame Weise, wie man mit gentechnischen Methoden einen Drachen erschaffen könnte – und welche Probleme dabei zu erwarten sind.

Drachen gehören zu den mythischen Wesen, welche die Sagenwelt aller Weltregionen bevölkern und in modernen Fantasy-Geschichten nicht fehlen dürfen. Dabei hat es sie in Wirklichkeit nie gegeben. Warum das künftig nicht so bleiben muss (und auch nicht sollte), erklärt ein US-amerikanisches Autorenduo aus Vater und Tochter.

Anlass für das gemeinsame Buch war ein Schulprojekt, in dem Julie Knoepfner sich mit der Frage beschäftigte, wie sich mit moderner Technologie ein echter Drache herstellen ließe. Da ihr Vater als Professor an der School of Medicine der UC Davis in Sacramento auf dem Gebiet der Stammzelltechnologie forscht und außerdem als populärwissenschaftlicher Blogger und Buchautor aktiv ist, war die Idee für das vorliegende Buch schnell geboren.

Gleich vorneweg: Ganz ernst sollte man den Drachenbauleitfaden nicht nehmen. Ein neuartiges Lebewesen durch gentechnische Methoden zu erschaffen, ist nicht erlaubt und wohl auch nicht gesellschaftlich erwünscht, was den Autoren durchaus bewusst ist. Im Vorwort erklären sie, ihr Gedankenexperiment solle in erster Linie Kindern und jungen Erwachsenen »coole« Wissenschaft nahebringen und gleichzeitig den »Hype« um neue Geneditierungsmethoden auf die Schippe nehmen. So machen sie sich beispielsweise ausführlich Gedanken darüber, auf welche Weise man bei der Erschaffung eines Drachen ums Leben kommen könnte.

Trotz des unterhaltsamen, auf Jugendliche ausgerichteten Schreibstils enthält die Drachenbauanleitung eine geballte Menge Wissenschaft, die leicht verständlich aufbereitet ist. Nachdem sich die Autoren mit einem Blick auf die verschiedenen Drachenvarianten in Europa und Asien für ein großes, fliegendes, Feuer spuckendes Exemplar entschieden haben, suchen sie im Tierreich nach passendem »Ausgangsmaterial« für einzelne Eigenschaften wie Flugfähigkeit und Feuerspucken. Ausführlich werden die Unterschiede des Flugs bei Vögeln, Flugsauriern, Fledermäusen und sogar

Insekten diskutiert und Baupläne für verschiedene Flügeltypen betrachtet.

Für das Spucken von Feuer gibt es im Tierreich zwar keine Vorbilder, doch erzeugen Wiederkäuer im Pansen eine leicht entflammbare Gasmischung, die kombiniert mit einer Zündung durch die Signale eines elektrischen Fisches das gewünschte Ergebnis liefern könnte. Eine Alternative zum Feuer-spucken wäre das Ausstoßen heißer, ätzender Gase – der Schutzmechanismus des Bombardierkäfers. Auch an den Eigenschutz des Drachen haben seine Erzeuger gedacht: Ein Schleim-überzug könnte Verdauungstrakt und Haut feuerfest machen.

Viel Platz wird den Fragen nach der angestrebten Intelligenz des Drachen – hier kann Paul Knoepfler Forschungsergebnisse aus seinem eigenen Labor zur Hirnentwicklung einfließen lassen – sowie seiner Sexualität eingeräumt. Immerhin soll sich das mühsam konstruierte Tier, wenn möglich, anschließend selbst vermehren. Weiterhin überlegen die Autoren, ob und wie sie ihr Haustier mit mehr als einem Kopf, Hörnern oder Kiemen ausstatten können.



Am Ende folgt ein ausführliches Kapitel über die ethischen Probleme des Drachenbauprojekts, in dem unter anderem die (möglichen) Bedürfnisse des Tiers einbezogen werden. Wohin könnte ein Erfolg beim Drachenbau führen? Werden in Zukunft auch Einhörner und weitere mythische Wesen unsere Welt bevölkern? Welche Probleme bringt es mit sich, menschenartige Fabelwesen wie Elfen oder Meerjungfrauen zu erschaffen?

Ein wenig ermüdend sind – vor allem zu Beginn – die vielen Wiederholungen und Füllworte. Dennoch führt das Buch moderne Erkenntnisse und Methoden aus verschiedenen Fachbereichen zusammen und liefert wichtige Denkanstöße zur gentechnischen Manipulation von Lebewesen.

Larissa Tetsch ist promovierte Molekularbiologin und Wissenschaftsautorin bei München.

ETHNOLOGIE ZWISCHEN NEUGUINEA UND SIBIRIEN

Zu Beginn des letzten Jahrhunderts lieferten Anthropologinnen bahnbrechende Einsichten in fremde Kulturen.

► Wer macht die ganze Arbeit, wenn ein Mann nur eine Gemahlin hat? Als Katherine Routledge vor rund 100 Jahren einer Kikuyu-Frau in Ostafrika die westliche Ehe erklärte, konnte sie deren Frage nicht so schnell von der Hand weisen. Schließlich genossen die Frauen des kenianischen Stamms in Vielehe oft tatsächlich ein einfacheres Leben als ihre britischen Zeitgenossinnen. Doch ganz grundsätzlich war Routledge weniger an heimischen Gepflogenheiten als an der fremden Kultur interessiert. Denn sie war als eine der ersten Anthropologinnen unterwegs.

Wie Frances Larson in ihrem bisher nur auf Englisch erschienenen und glänzend erzählten Buch »Undreamed Shores« berichtet, war Routledge nicht allein. Als sich die britische »anthropology« – die im deutschen Sprachraum jetzt eher der Ethnologie entspricht – zu Beginn des letzten Jahrhunderts als eigenständige Disziplin etablierte, konnten vor allem an der University of Oxford auch Frauen studieren. Fünf der Absolventinnen hat Larson ausgewählt und ihre Biografien fast nahtlos miteinander verwoben. So unterschiedlich ihre Persönlichkeiten waren, hatten sie doch eines gemeinsam: Freiheit fanden sie nur in der Fremde.

Katherine Routledge kam beispielsweise aus reichem Elternhaus, konnte sich aber nur über anhaltende Sturheit

die Ausbildung in Oxford erkämpfen. Die Arbeit in Ostafrika war möglich, weil sie zwischenzeitlich einen Ehemann mit ähnlichen Interessen an ihrer Seite hatte. Später machten sich die beiden im eigens gebauten Schiff auf zu den Osterinseln, um in einem ambitionierten Projekt die Herkunft der rätselhaften Riesenstatuen vor Ort zu entschlüsseln.

Maria Czaplicka konnte von solchen Ressourcen hingegen nur träumen. Die junge Polin war auf sich allein gestellt und stürzte sich in die Ausbildung in Oxford. Ihre Forschung sollte sie in eine ähnlich isolierte Gegend führen. Unter außerordentlicher physischer und psychischer Anstrengung suchte Czaplicka vom Schlitten aus im eisigen Winter nach den Rentierhirten Sibiriens und legte dabei mehr als 5000 Kilometer zurück. Auch hier war das Staunen gegenseitig: Diese Menschen hatten noch nie eine europäische Frau gesehen.

Barbara Freire-Marreco hatte zwar familiären Rückhalt, dem sie aber auch so manche berufliche Ambition opfern musste. Trotzdem verbrachte sie einige Zeit im amerikanischen Südwesten, um Pueblo-Gemeinschaften in New Mexico und Arizona zu erforschen. Kein leichtes Unterfangen, waren doch unverfälschte Kulturen gefragt, die sich ebendiese »Unberührtheit« nicht selten durch Feindseligkeit gegenüber Fremden bewahrten.

Beatrice Blackwood musste sogar an zwei Fronten kämpfen. Sie interessierte sich für kriegerische Stämme Neuguineas, die ihre Waffen noch aus Holz und Stein fertigten. Weil diese Männer aber als einfältig, faul und fast tierhaft galten, untersagte die koloniale Verwaltung weißen Frauen den Kontakt mit ihnen. Die von Selbstzweifeln geplagte Forscherin setzte sich schließlich durch und konnte im Inneren des Landes erfolgreich arbeiten. Wenn auch nicht so intensiv wie gewünscht, denn das »unberührte« Dorf verschob besonders geheime Rituale kurzerhand auf die Zeit nach Blackwoods Abreise.

Wenig mit Misstrauen zu kämpfen hatte Winifred Blackman. Sie trat ihre

Frances Larson
**UNDREAMED
SHORES**
The Hidden
Heroines of British
Anthropology
Granta Books,
London 2021
352 S., € 24,-



Ausbildung in Oxford zwar erst mit 40 Jahren an, verbrachte dann aber über fast zwei Dekaden jedes Jahr mehrere Monate bei ägyptischen Bauern mit engem Familienanschluss. Ihre Forschung war ergiebig, wenn auch finanziell nie gesichert. Immer wieder musste sie um die weitere Förderung bangen. Ein Problem, das bei den Anthropologinnen – anders als bei den männlichen Kollegen – fast chronisch war.

Czaplicka hat die Angst um die finanziellen Mittel vermutlich sogar das Leben gekostet. In einer vermeintlich aussichtslosen Situation schluckte die Kulturanthropologin Tabletten und starb mit bloß 36 Jahren.

Selbst die gut situierte Routledge konnte sich nicht auf ihren Reichtum verlassen, denn der wurde nach der Trennung ihrem ehemaligen Mann zugesprochen.

So ganz konnten sich die Forscherinnen den engen Grenzen ihrer von Männern dominierten Welt nicht entziehen. Aber hatte wenigstens die Forschung jenseits aller Geschlechtergrenzen Bestand?

Einige ihrer Arbeiten sind verloren, andere dagegen heute noch wertvoll. Oder könnten es zumindest sein: Wie Larson schreibt, sind die Pionierinnen der damals neuen Disziplin fast vollständig vergessen. Denn die Anthropologie etablierte sich nicht nur zu Beginn des letzten Jahrhunderts,

sondern vollzog auch schnell eine grundlegende Verwandlung. Noch während die Frauen bahnbrechende Arbeiten leisteten, setzte sich ein neuer Ansatz durch: Anstatt weite Gebiete in der Ferne abzudecken, sollten sich Anthropologen und Anthropologinnen nun lange und intensiv auf eine einzelne Gemeinschaft fokussieren.

Das wird den frühen Oxford-Forscherinnen aber nicht gerecht, die teils fremd im eigenen Land waren und sich vielleicht gerade deshalb den fernen Kulturen besonders sensibel näherten.

Unstrittig ist etwa, dass Fragen zu Beziehungen, häuslichen Belangen und der Kinderversorgung männlichen Wissenschaftlern meist verschlossen geblieben wären. Daher ist es höchste Zeit, die faszinierenden Frauen stärker ins Rampenlicht zu rücken.

Die Biologin Susanne Wedlich arbeitet als Wissenschaftsautorin in Münster.

Spektrum.tv

**Dokumentationen und Reportagen
zu den Tophemen der Wissenschaft**

Für nur 4,99 € pro Monat
ohne Verpflichtung – ohne Werbung

tv.spektrum.de/DE/



UNSP/LASH / XPS / unglash.com/photos/eqqh016_81...
COMPOSING: SPEKTRUM DEER WISSENSCHAFT

STRINGTHEORIE GRUNDLAGENPHYSIK FÜR JEDERMANN

Was hält die Welt im Innersten zusammen? Dieser spannenden Frage widmet sich der Stringtheoretiker Michio Kaku und vermittelt mit großer Leichtigkeit die komplexesten Zusammenhänge der modernen Physik.

► »Alles Hype und große Töne, aber keine Substanz«, meinen die einen, während andere beteuern, es sei »die aufregendste Idee, die ich kenne« oder »Einstein wäre zufrieden gewesen«. Die Rede ist von der Stringtheorie, die seit Jahrzehnten die Physik-Community spaltet.

Meist laufen Diskussionen darüber auf einem fachlich so hohen Niveau ab, dass Laien keine Chance haben, die vorgetragenen Argumente nachzuvollziehen, geschweige denn, etwas beizusteuern. »Die Gottes-Formel« könnte das ändern: Der theoretische Physiker Michio Kaku schafft es, auf gerade einmal 200 Seiten die grundlegenden Prinzipien der komplexen Theorie verständlich aufzubereiten – inklusive ihrer Vorzüge und Probleme.

Um das zu schaffen, holt der Autor weit aus: Etwa drei Viertel des Buchs befassen sich mit den Hintergründen, die schließlich zur Stringtheorie führen. Für die Leser gestaltet sich die Reise dabei spannend. Kaku erörtert nicht nur die Geschichte der Physik – angefangen mit Demokrit, der die Existenz von Atomen postulierte, über Newton und die erste Gravitationstheorie, Maxwell mit seinem Elektromagnetismus hin zu Einsteins Relativitätstheorie sowie zu Pionieren wie Heisenberg, Dirac und Planck, die die Quantenmechanik entwickelten.

Der Autor spickt die Erklärungen mit unterhaltsamen Anekdoten, etwa wie Feynman während des Zweiten Weltkriegs einen Safe in einem Labor knackte, der die Geheimnisse der Atombombe enthielt, und darin aus Spaß eine kryptische Nachricht hinterließ, um seine Kollegen zu ärgern.

Kaku versteht es wie kaum ein anderer, komplizierte physikalische

Zusammenhänge klar zu vermitteln. Er führt die Leser mit Leichtigkeit durch die wichtigsten Etappen der Physikgeschichte, bis er in der Gegenwart ankommt, in der wir die Welt auf der einen Seite durch Einsteins allgemeine Relativitätstheorie, auf der anderen durch das Standardmodell beschreiben, das den Elektromagnetismus, die starke und die schwache Kernkraft umfasst.

An diesem Punkt macht der Autor klar, dass wir auf eine neue Theorie angewiesen sind, um alle Phänomene in unserem Universum zu verstehen, inklusive des Urknalls und Schwarzer Löcher.



Als mögliche Lösung präsentiert Kaku die Stringtheorie. Er selbst beschäftigt sich seit ihren Anfängen in den 1960er Jahren mit der Theorie und gilt daher als einer ihrer Begründer. Obwohl das Forschungsgebiet extrem komplex ist und auf abstrakter Mathematik beruht, erklärt der Autor mit scheinbarer Leichtigkeit ihre wichtigsten Eigenschaften. So führt er die Leser durch eine zehndimensionale Welt, in der die fundamentalen Bausteine nicht punktförmig, sondern eindimensionale schwingende Schnüre sind. Ihre Vibrationen erzeugen demnach die Teilchen und Wechselwirkungen, die wir in unserer Welt beobachten.

Die Begeisterung des Autors für sein Forschungsgebiet schwingt auf jeder Seite des Buchs mit. Er erklärt anschaulich, welch zunehmend wichtige Rolle Symmetrien im Lauf der Zeit in der modernen Physik einnehmen. Dabei offenbart sich für Kaku die höchste Form der Symmetrie in der

Stringtheorie, was die Theorie in seinen Augen besonders »schön« macht. Gleichzeitig verschweigt er den Lesern nicht, dass nicht alle Kollegen seine Ansicht teilen: Er zitiert unter anderem die deutsche Physikerin Sabine Hossenfelder, die kritisiert, die aktuelle Grundlagenforschung konzentriere sich hauptsächlich auf »Schönheit, anstatt auch andere Aspekte – wie Überprüfbarkeit – einer Theorie zu berücksichtigen«.

Das ist eines der größten Probleme der Stringtheorie, denn bisher lässt sie sich durch Experimente weder verifizieren noch falsifizieren. Der Autor sieht den bedeutendsten Makel jedoch darin, dass die Theorie unendlich viele Lösungen besitzt: Neben unserem Kosmos sagt sie unendlich viele weitere Universen voraus, ohne zu erläutern, warum genau unser All real ist.

Der Verfasser stellt sich diesen Problemen und erklärt, wie man sie lösen könnte. Unter anderem beschreibt er, durch welche Versuche sich in Zukunft zumindest Hinweise auf die Gültigkeit der Stringtheorie finden ließen: Zum Beispiel könnte man bei der Suche nach Dunkler Materie auf ein von der Theorie vorhergesagtes Photino stoßen.

An manchen Stellen erscheinen Kaks Aussagen leider etwas übertrieben, etwa wenn er behauptet, die meisten Physiker würden die Interpretation der Quantenmechanik nach Bohr inzwischen ablehnen und eher einer Viele-Welten-Theorie zustimmen. Oder Kernphysiker müssten nun versuchen, alles über zehndimensionale Stringtheorie zu lernen, »da diese vielleicht der Schlüssel zum Verständnis der Kernkraft« sein könnte – hier spielt er auf eine Dualität an, die es bisher allerdings nur in Modellen gibt, die sich stark von unserer Realität unterscheiden.

Dennoch kann ich das Buch uneingeschränkt allen empfehlen, die sich für Grundlagenphysik begeistern und erfahren möchten, wie nah man einer »Gottes-Formel« ist.

Manon Bischoff ist Redakteurin bei »Spektrum der Wissenschaft«, vorrangig für die Bereiche Mathematik und Informatik.

Unsere Neuerscheinungen

Ob Naturwissenschaften, Raumfahrt oder Psychologie:
Mit unseren Magazinen behalten Sie stets den Überblick
über den aktuellen Stand der Forschung



Informationen und eine Bestellmöglichkeit
zu diesen und weiteren Neuerscheinungen:
service@spektrum.de | Tel. 06221 9126-743
[Spektrum.de/aktion/neuerscheinungen](https://www.spektrum.de/aktion/neuerscheinungen)