



ALLGEMEINWISSEN

Peter-Matthias Gaede und Jens Rehländer (Hg.)**Wie laut war der Urknall?****Die schönsten »Fragen der Woche« von Geo.de**

Rowohlt, Berlin 2003. 160 Seiten, € 14,90

Als ich zum letzten Mal innerhalb einer einzigen Stunde so viel gelernt habe wie beim Durchblättern von »Wie laut war der Urknall?«, muss ich noch sehr jung gewesen sein. Nun weiß ich, warum die Zugspitze vom Süden aus betrachtet 25 Zentimeter höher ist als aus nördlicher Sicht. Ich habe eine Vorstellung davon, was passieren würde, wenn man einen Stein durch einen Tunnel wirft, der genau durch den Mittelpunkt der Erde von Pol zu Pol führt. Und ich bin um die Erkenntnis reicher, dass im Regenwald niemand an Heuschnupfen leiden muss, obwohl es dort von Pollen und Blüten nur so wimmelt.

Das Buch ist eine Zusammenstellung der schönsten »Fragen der Woche«, die das Magazin »Geo« den Lesern auf seinen Internetseiten zum Kniffeln gibt. Jeden Mittwoch gibt es eine neue Frage, und dann kann, wer meint, eine Antwort zu wissen, diese in ein öffentliches Forum zur Debatte stellen. Nach einer Woche oft hitziger Diskussionen gibt es die Auflösung. Und die hat der »Geo«-Redaktion schon oft Kopfzerbrechen bereitet. Ein einfacher Blick ins Lexikon reicht nicht aus, um zu erklären, woher die Quarks ihren Namen haben oder was die härteste Substanz im menschlichen Körper ist.

Zwischen »14 Fragen rund um Geburt, Körper und Gene« und »10 Fragen zu Vergänglichkeit und Tod« finden alle wichtigen Belange unserer Existenz Beachtung. Die Antworten zu den Themen »Essen und Gefressenwerden« oder »Fortpflanzung« stopfen klaffende Wissenslücken, deren Existenz man bislang nicht einmal erahnte.

Am Ende jedes Kapitels nimmt ein komprimierter Wissensartikel den Leser mit auf eine Reise vom Großen ins Kleine. So lernen wir über das Leben in extremen Temperaturen, dass der urchzeitlichen Mikrobe *Pyrolobus fumarii* auch 350 Grad heißes Wasser keinen Schaden antun kann, während ein Bärenstierchen zumindest noch acht Stunden in -269 Grad kaltem flüssigem Helium überlebt. Oder vom Kleinen ins Große: Über die innere Uhr des Menschen erfahren wir, dass

Gehirnströme im 0,1-Sekunden-Takt schwingen und die Abwehrkräfte des menschlichen Körpers und sein Schlafbedürfnis in einem Zyklus von 365 Tagen oszillieren.

Für die Veröffentlichung in Buchform wurden die Antworten noch einmal neu recherchiert und erweitert. Dass sie dennoch nicht der Weisheit letzter Schluss sein müssen, ist den Redakteuren durchaus bewusst. Deshalb bieten sie zur Fortsetzung der Diskussion die Internetseite www.geo.de/urknall an. »Wir haben ganz schön geschwitzt bei der Vorstellung, dass unsere Leser schlauer sein könnten als wir«, erzählt der »Geo«-Redakteur und Mitherausgeber Jens Rehländer. »Aber bislang haben weder Leser noch Wissenschaftler unsere Antworten in Frage gestellt.«

Langeweile kommt beim Lesen nicht auf. Eher fährt einem der Bus davon,



HIRNFORSCHUNG

Peter Hobson**Wie wir denken lernen****Gehirnentwicklung und die Rolle der Gefühle**

Aus dem Englischen von Christoph Trunk.

Walter, Düsseldorf 2003. 267 Seiten, € 29,90

Noch vor wenigen Jahren konnten sich Gehirnforscher wie Joseph LeDoux und Antonio Damasio etwas darauf zugute halten, ein bis dahin völlig vernachlässigtes Gebiet neu zu erkunden: die Rolle der Gefühle für die menschliche Verhaltenssteuerung. Jahrzehntlang war Kognitionsforschung die Ergründung rationalen Denkens gewesen; Gefühle hatte man als den störenden, irrationalen Sumpf in den Untergrund verbannt. Das hat sich mittlerweile völlig geändert. LeDoux (»Das Netz der Gefühle«) hat Emotionspsychologie und Neurobiologie in Einklang gebracht, Damasio (»Descartes' Irrtum«) dargelegt, dass wir gar nicht anders entscheiden können als »aus dem Bauch heraus«. Und nun geht Peter Hobson daran, unser Denken endgültig und buchstäblich vom Kopf auf die

oder die Milch kocht über, weil man so dringend erfahren möchte, warum Fledermäusen selbst bei ihrem fünf- bis sechsmonatigen Winterschlaf das Blut nicht zu Kopfe steigt.

»Wie laut war der Urknall?« ist weniger ein Lese- als vielmehr ein Stöberbuch. Ein ideales Geschenk für Kinder (auch die ganz großen), die gerne staunen und neugierig sind auf die Welt; die nicht minder neugierigen Eltern können es dann heimlich auch lesen.

Schade ist nur, dass die Gestaltung des Buchs mit einer lieblosen Grafik auf dem Einband und willkürlich zusammengesuchten Illustrationen nicht gerade zum Reinschauen animiert. Es ist bezeichnend, dass der Verlag sich auf der ersten Seite dafür entschuldigen muss, nicht alle Bildrechteinhaber um Druckerlaubnis gefragt zu haben. Trotzdem: ein Buch, das Spaß macht. Die Risiken und Nebenwirkungen bestehen im Wesentlichen darin, dass Kinder zu »Besserwissern« oder »Neunmalklugen« werden könnten.

Angelika Franz

Die Rezensentin ist promovierte Archäologin und Redakteurin bei »Abenteuer Archäologie« in Heidelberg.

Füße zu stellen: Nur dank der Gefühle sei der Mensch zum symbolischen und kreativen Denken in der Lage.

Vom ersten Schrei an strebt ein Kind danach, mit anderen Menschen in Beziehung zu treten. Es sucht Blickkontakt, ahmt nach und erkennt den emotionalen Gesichtsausdruck seines Gegenübers. So entsteht »primäre Intersubjektivität«: ein inniger Einklang und fein abgestimmter emotionaler Austausch zwischen Bezugsperson und Kind. Maßgeblich ist dabei, dass das Kind willens und fähig ist, sich in den anderen einzufühlen.

Im Alter von etwa einem Jahr erweitert sich dieser Prozess zur »sekundären Intersubjektivität«: Das Kind sucht den Austausch über etwas Drittes. Es erfasst die Haltung, die ein anderer gegenüber Dingen und Erfahrungen einnimmt – ▷

▷ wie die Angst der Mutter vor Schlangen oder die Neigung eines Spielgefährten zu seinem Lieblingst Teddy – und kann sie für sein eigenes Verhalten berücksichtigen. Solche »Einstellungen zu etwas« fallen für Hobson unter »Emotionen«, eine Klassifizierung, die gewöhnungsbedürftig, aber durchaus üblich und sinnvoll ist.

Wenn das Kind dann begriffen hat, dass es mehrere Perspektiven – zum Beispiel eine eigene und eine fremde – auf dasselbe Ding gibt, und zwischen ihnen wechseln kann, ist es nur noch ein klei-

Aber Autismus ist auch nur ein Nebenthema des vorliegenden Buchs.

Leider kommt die Gehirnentwicklung, die der deutsche Verlag vollmundig in den Titel genommen hat, überhaupt nicht vor. Dem Autor ist das nicht vorzuerwerfen; das Buch ist, so wie es steht, vollständig. Aber interessiert hätte es einen doch, welche Schäden im Nervensystem so spezifisch diese scheinbar komplexe Fähigkeit, Menschen als Menschen wahrzunehmen, verhindern. Zumal dieses Wissen zugleich aufklären könnte, wie

gesunde Menschen diese Leistung vollbringen. Spielen vielleicht die von Vittorio Gallese entdeck-

nehmen«), im menschlichen Umgang notwendig unterstellen, ganz gleich, ob es ihn wirklich gibt, und

▷ die Individualität eines Lebewesens, die es für uns moralisch bedeutsam macht.

Andere als Menschen wahrzunehmen und zu behandeln heißt, ihnen Subjektivität, freien Willen, Individualität zuzuschreiben. Es wäre spannend zu ergründen, wie das geschieht.

Auch für eine Theorie des Selbst, wie sie Damasio entwickelt hat, könnte Hobsons Theorie relevant sein. Autisten verfügen über ein Selbstkonzept, insofern es um die Repräsentation eines »Ich« in Raum und Zeit geht. Ein reiches, vollwertiges Selbst aber bildet sich erst in den vielfältigen Beziehungen zu anderen Menschen heraus, die Autisten fehlen. Das Selbst, ebenso wie das Denken, ist, wie Hobson betont, keine Eigenschaft des einzelnen Gehirns, sondern ein soziales Phänomen. Es gehört zu den großen Leistungen dieses anregenden Buchs, diesen vernachlässigten Aspekt in das Blickfeld von Gehirnforschern gerückt zu haben. Möglicherweise ist das der neue Trend, der in zehn Jahren ebenso Mode sein wird wie heute die Gefühle.

Konrad Lehmann

Der Rezensent ist promovierter Neuroanatom und arbeitet an der Universität Bielefeld über die Entwicklung der Gehirnstruktur von Säugetieren.

Wir unterstellen im täglichen Umgang miteinander stets den freien Willen – ob es ihn gibt oder nicht

ner Schritt dahin, ein Ding mal als es selbst, mal als etwas anderes zu betrachten – also zum Symbolgebrauch. Das Kind nimmt eine Kiste und tut so, als wäre es ein Auto: Es nimmt also gleichzeitig zwei unterschiedliche Haltungen zu der Kiste ein. Nahtlos schließt sich an solches Symbolspiel die höchste Form des Symbolgebrauchs an, die menschliche Sprache. Aus der emotionalen Einfühlung ist rationales Denken geworden.

Wie Hobson diese Theorie entwickelt und anhand zahlreicher Untersuchungen untermauert, ist – trotz einiger Wiederholungen – höchst spannend zu lesen. Hobson ist als Professor für Psychopathologie in London zugleich Experimentalpsychologe, Psychiater und ausgebildeter Psychoanalytiker. Über alle drei Disziplinen hat er sich seit langem dem Phänomen des Autismus angenähert, das ihm für seine Theorie als natürliches Läsionsexperiment dient: Man beobachte, wie sich das Denken bei Menschen entwickelt, denen von Geburt an die Fähigkeit fehlt, andere Menschen als fühlende Wesen zu erfahren. Tatsächlich zeigen autistische Kinder nie Symbolspiel und haben Schwierigkeiten mit dem Sprechenlernen. Ähnliche Störungen bilden sich überdurchschnittlich häufig auch bei blinden Kindern heraus, die ja ebenfalls daran gehindert sind, die Gefühle anderer Menschen und den Gegenstand von deren Aufmerksamkeit wahrzunehmen.

Hobsons Theorie kann nicht alle Symptome des Autismus erklären, etwa das stereotype Verhalten und die charakteristischen Wahrnehmungsstörungen. Man vermisst auch eine Erklärung, warum Autisten, ohne angeblich Symbole verstehen zu können, trotzdem oft sprechen lernen.

»Spiegelneuronen« eine Rolle, jene Nervenzellen, die gleichermaßen feuern, wenn ein Affe eine Bewegung selbst ausführt, wie wenn er sie beobachtet?

Auf der Einfühlung in Mitmenschen, die ja stets eine Zuschreibung von Eigenschaften und Zuständen ist, basieren verschiedene Begriffe der Philosophie:

▷ Subjektivität: Hobson legt dar, dass ein gesundes Kleinkind Menschen von vornherein als eine Einheit aus Körper und Bewusstsein erlebt und nicht etwa als »Dinge«, von denen es später erfährt, dass sie auch Bewusstsein haben.

▷ der freie Wille, den wir, wie Peter Strawson gezeigt hat (»Freiheit und Übel-



ZOOLOGIE

**Jean-François Hellio und Nicolas van Ingen (Bilder),
Philippe und Guillemette de Grissac (Texte)**

Die verborgene Welt der Vögel

Aus dem Französischen von Marion Pausch.
Franckh-Kosmos, Stuttgart 2002. 176 Seiten, € 34,90

Wer die Flugkünste der Vögel bewundern möchte, schaue nur in den Himmel. Und wer sich an ihrem Gesang erfreuen will, öffne im Frühjahr einfach das Fenster. Wer allerdings in die »verborgene Welt der Vögel« eindringen und seine Entdeckungen auch noch im Bild festhalten will, der darf wie die Fotografen dieses Buchs weder Kosten noch Mühen scheuen und muss zudem über schier endlose Geduld verfügen.

Jean-François Hellio und Nicolas van Ingen zählen zu den renommiertesten Naturfotografen Frankreichs. In über

zwanzigjähriger Erfahrung haben sie gelernt, dass ein guter Schnappschuss oftmals viele Stunden in unbequemer Position erfordert – in eisiger Winternacht oder an einem glühend heißen Sommertag. Außergewöhnliche Fotos erhält man eben nur dann, wenn man am richtigen Ort im perfekten Augenblick auf den Auslöser drückt.

Oftmals kommen Hellio und van Ingen ihren Motiven nicht nur mit dem Objektiv auf geradezu spektakuläre Weise nahe. Dann entstehen Aufnahmen, die nicht nur fotografisch, sondern auch wissenschaftlich einzigartige Leistungen



◀ Die Bienenfresser (hier in der Bucht von Audierne in der Bretagne) pflegen ein besonders zärtliches Balzritual. »Bis das Weibchen seine Eier legt, versäumen sie keine Gelegenheit, einander kleine Geschenke zu machen. Libellen, Bremsen und Bienen wandern von einem Schnabel zum anderen, selbst im Augenblick der Paarung.«



dieses Vogelbuch jene wohlbekannten Idyllen bunten Vogellebens: etwa den »Pinguintanz« (das auffällige Balzritual) der Haubentaucher, den Flug der Singeschwäne, das Turnier der Kampfläufer, die Hochzeit der Bienenfresser (Bilder) oder das im mütterlichen Rückengefieder eingekuschelte Höckerschwanküken.

Der Bildband behandelt die Themen Balz (»Zeit für die Liebe«), Brut und Jungenaufzucht (»Vom Ei zum Vogel«), Nahrungsbeschaffung (»Jäger und Fischer«), Vogelzug (»Die große Reise«) sowie Vögel als Anpassungskünstler (»Fit für das Leben«). Das abschließende Kapitel »Seltene Vögel« versammelt Aufnahmen von Raritäten wie Schneeeule, Großstrappe oder Gelbschnabeltaucher. Neben dem Register der abgelichteten Arten enthält der Anhang noch einige Literatur- und Beobachtungstipps sowie Adressenhinweise auf Vogelwarten und Vogelschutzverbände.

Die Begleittexte dieses »Vogelalbums« schrieb das Ehepaar Philippe und Guillemette de Grissac. Jedes Kapitel beginnt mit einigen allgemeinen Bemerkungen zur Biologie der Vögel, bevor es auf einzelne Arten und Bilder eingeht. Leider sind die meisten Textpassagen in der Ich-Form verfasst. Der Leser gerät da leicht in Verwirrung, denn nirgendwo – auch nicht im Anhang – wird deutlich, wer nun eigentlich was erlebt, fotografiert und beschrieben hat. Selbst im von beiden Bildautoren unterzeichneten Vorwort wird die Ich-Form verwendet.

Dieses Ärgernis wird jedoch mehr als ausgeglichen durch das bestehende Bildmaterial und die vielen einfühlsamen Naturschilderungen. Ein Genuss für alle, die im »Buch der Natur« hin und wieder einfach nur blättern wollen, um still zu betrachten, anstatt nach dem Zähl- und Messbaren zu fahnden.

Reinhard Lassek

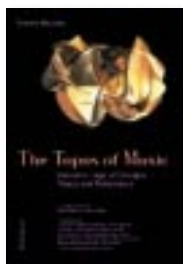
Der Rezensent ist promovierter Biologe und arbeitet als freier Journalist in Celle. ▶

sind, Momentaufnahmen, die etwas von der verborgenen Welt der Vögel verraten und darüber hinaus vom Glück des menschlichen Beobachters und der Intensität seines Naturerlebnisses.

Ein solches Dokument ist jene Fotoserie, die Hellio und van Ingen an einem vereisten Bach in Frankreich gelang: Ein Rotkehlchen und eine Amsel beobachten einen Eisvogel bei der Jagd und beginnen schließlich selbst damit, an jenem Eisloch kleine Fische zu fangen. Von unerbittlicher Kälte zeugt auch jene Aufnahme, die eine Wasserralle zeigt, die einen im Schnee liegenden Amselkadaver anpickt.

Ganz andere Nöte dokumentieren jene Fotos von Zugvögeln, die völlig erschöpft an der Küste von El Memghar (Mauretanien) gestrandet sind: etwa jener Wespenbussard, der sich mit letzter Kraft noch aus dem Wasser an den Sand ziehen kann, bevor er an Entkräftung stirbt. Oder jene Pfuhlschnepfe, die sich kaum mehr auf den Beinen zu halten vermag und daher ihre Flügel quasi als Krücken zur Fortbewegung nutzt. Ein Goldschakal trägt die leichte Beute schließlich davon.

Doch neben solch dramatischen Szenen des Überlebenskampfes bietet auch



MUSIKTHEORIE

Guerino Mazzola

The Topos of Music**Geometric Logic of Concepts, Theory, and Performance**

Birkhäuser, Basel 2002. 1368 Seiten + CD, € 128,-

Der Züricher Mathematiker Guerino Mazzola hat in den 1980er Jahren neue, vor allem algebraische und geometrische Methoden zur mathematischen Modellierung von Musik entwickelt. Sein 1990 erschienenes Buch »Geometrie der Töne« (Spektrum der Wissenschaft 9/1992, S. 130) gibt eine einführende Darstellung mit ersten Resultaten. Ursprünglich wollten Autor und Verlag dieses Werk nur ins Englische übersetzen und damit die Musiktheorie des Autors der internationalen Öffentlichkeit zugänglich machen.

Diese Forschungsrichtung nahm jedoch in den letzten zehn Jahren einen gewaltigen Aufschwung. Methoden aus Logik und Semiotik kamen hinzu, der Computer avancierte zum viel verwendeten Experimentiergerät, Forschungsgruppen in der Schweiz, Deutschland, Frankreich, Italien und Mexiko entstanden und kooperieren auf vielfältige Wei-

se. Aus der anfangs geplanten Übersetzung wurde ein Kompendium mit weit über tausend Seiten, 17 Teilen und fast 70 Kapiteln, nahezu 600 Literaturverweisen und einer umfangreichen CD-Rom mit Programmen.

Das Buch behandelt eine immense Fülle an Themen, von der sehr detaillierten Darstellung der mathematischen Theorie über deren Anwendung auf zentrale Fragen der Musikwissenschaft bis zur Umsetzung der bereitgestellten Methoden in Computerprogramme. Dabei verfolgt der Autor das höchst anspruchsvolle Ziel, alle diese Gesichtspunkte einem zentralen Prinzip unterzuordnen, das er mit dem griechischen Wort »Topos« (Ort) beschreibt. Damit bezieht er sich sowohl auf die Position, die der Musik im Gefüge der geistigen Gegenstände zuzuweisen ist, als auch auf die mathematische Struktur namens »Topos«, die im Rahmen der Kategorientheorie eine enge Ver-

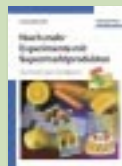
flechtung von Logik und Geometrie ermöglicht. Das gesamte musikalische Zeichensystem könne mit Hilfe dieser mathematischen Struktur beschrieben und untersucht werden: Das ist Mazzolas zentrale These, deren Begründung den Hauptteil des Buchs ausmacht. Die Doppelbedeutung seines Titels drückt den Anspruch des Werkes aus: die Zusammenführung von philosophischer Einsicht mit mathematischer Konkretheit.

Die Fülle des behandelten Materials, die Stringenz des Vorgehens und Qualität wie Quantität der Resultate belegen überzeugend den beachtlichen Erfolg dieses sehr jungen Forschungszweigs. Der Weg zu dieser Überzeugung ist jedoch für den Leser lang und qualvoll.

»The Topos of Music« ist keine Einführung in die mathematische Musiktheorie. Die Art der Darstellung ist alles andere als eingängig, und die benötigten Vorkenntnisse sind erheblich. Bereits die Theorie der Denotatoren, die der Autor mit einem als »naiv« bezeichneten Zugang einführt, erfordert große Vertrautheit mit anspruchsvollen mathematischen Strukturen, Methoden und vor allem Denkweisen; erst recht gilt das, sobald Mazzola wenige Seiten später zum allgemeinen Formalismus übergeht. Wer dieses Werk ernsthaft studiert, muss ein großes Sortiment mathematischer Kenntnisse parat haben: von den Grundlagen der Mengenlehre und Logik bis weit in die Kategorien- und Topostheorie, über vielfältige algebraische Strukturen bis hin zu Mannigfaltigkeiten, Varietäten und Schemata, den Anfängen der allgemeinen und algebraischen Topologie, Differentialgeometrie einschließlich Vektorfeldern, dynamischen Systemen und partiellen Differenzialgleichungen. Auch für professionelle Mathematiker empfiehlt sich vor der Lektüre eine gezielte Auffrischung ihres Wissens.

Das hohe Einstiegsniveau kann man dem Autor nicht unbedingt zum Vorwurf machen. Ein Lehrbuch der Quantenmechanik beginnt typischerweise auch mit der Axiomatik, ohne sich mit Motivationen oder historischen Bemerkungen aufzuhalten, und setzt Kenntnisse über Hilbert-Räume und Ähnliches schlicht voraus. Nur gibt es zur Quantenmechanik ausreichend Bücher, die diese Lücken überbrücken. Zu Mazzolas mathematischer Musiktheorie steht dagegen nur die »Geometrie der Töne« zur Verfügung; zur Topostheorie gibt es et-

Die 5x5-Rezension des Monats von wissenschaft-online



Georg Schwedt

Noch mehr Experimente mit SupermarktproduktenWiley-VCH, Weinheim 2003,
248 Seiten, € 29,90

Der Blickwinkel, unter dem wir diesmal unseren Einkaufswagen durch die Regalreihen schieben und die vielfältige Produktpalette beäugen, ist ein anderer als bei Schwedts erstem Band »Experimente mit Supermarktprodukten«. Standen dort die Waren im Vordergrund und bestimmten den Aufbau des Buchs, so rangiert hier die Chemie an erster Stelle – wie der Buchuntertitel »Das Periodensystem als Wegweiser« schon verrät.

Schwedt ergänzt die relativ trockenen Versuchsvorschriften immer wieder durch thematisch passende, kurzweilige Anekdoten, liefert viele historische Hinter-

grundinformationen und illustriert das Buch zusätzlich mit zahlreichen Abbildungen alter Apparaturen.

Aus der Rezension von Elisabeth Addicks

5x5 Rubriken	Punkte				
	1	2	3	4	5
Inhalt					
Didaktik					
Suchen/Finden					
Lesespaß					
Preis/Leistung					
Gesamtpunktzahl	17				

Den kompletten Text und zahlreiche weitere Rezensionen von wissenschaft-online finden Sie im Internet unter

<http://www.wissenschaft-online.de/5x5>

liche Einführungen, die allerdings meist sehr spezielle Ziele verfolgen.

Ist Musik wirklich so komplex, dass sie diesen monumentalen theoretischen Apparat erfordert? Mazzola ist davon überzeugt. Komponisten wie Bach, Haydn, Mozart oder Beethoven waren Genies, und um ihren Meisterwerken gerecht zu werden, seien in Tiefe und Leistungsfähigkeit angemessene Modelle unumgänglich. Das Universum, »Gottes Meisterwerk«, erfordere zu seinem Verständnis auch nicht gerade wenig an Wissenschaft. Nur hat Mazzola sein theoretisches Instrumentarium sehr großzügig angelegt, ohne dass zu erkennen wäre, wozu die so geschaffene, kaum überschaubare Breite und Vielfalt nötig oder nützlich ist.



MATHEMATIK

Robert und Ellen Kaplan

Das Unendliche denken

Eine Verführung zur Mathematik

Aus dem Amerikanischen von Hainer Kober.
Econ, München 2003. 412 Seiten, € 25,-

Einige der erfolgreichsten Mathematik-Bücher der letzten Jahre sind einzelnen Zahlen gewidmet: der Kreiszahl π , der Basis der natürlichen Logarithmen e oder auch der Null. Ihr Hauptthema – die jeweilige Zahl – hält viele historische und kulturelle Bezüge und allerlei Einzelheiten, die auch Mathematikern nicht immer bekannt sind, gut zusammen, ohne dass die Autoren allzu sehr ins mathematische Detail gehen müssen. Damit heben sich diese »Zahlenbücher« wohltuend von älteren Mathematikbüchern für Laien ab, die vor allem das erklären, was die Mathematiker traditionell für wichtig erachten – mit dem Effekt, dass sie den bewährten Kanon aus Geometrie, Algebra und Kombinatorik wiedergeben und sich im Inhalt kaum voneinander unterscheiden.

Robert Kaplan, der mit einem Buch über die Null vor drei Jahren einen großen Erfolg feierte, hat nun zusammen mit seiner Frau Ellen ein Buch über das Unendliche geschrieben. In seinem Stil ist es den Zahlenbüchern ähnlich; aber insgesamt gehört es doch eher zur zweiten Kategorie der traditionellen Bücher.

In den ersten vier Kapiteln erklärt das Ehepaar die natürlichen, rationalen, irra-

Einem bestimmten – nicht gerade kleinen – Personenkreis rät Mazzola rundweg von der Lektüre ab, nämlich denjenigen, die »darauf bestehen, dass Präzision und Schönheit einander ausschließen und dass Mathematik nur Tautologien produziere und deshalb zu substanziellem Wissen nichts beitragen könne«. Schon richtig, dieses Buch ist nichts für Ignoranten; aber Mazzolas mathematische Musiktheorie wird nur dann eine Breitenwirkung erzielen, wenn es ihr gelingt, diese Ignoranzbarriere zu durchbrechen. »The Topos of Music« leistet dazu leider nur einen bescheidenen Beitrag.

Andreas Nestke

Der Rezensent ist promovierter Mathematiker und lehrt Mathematik an Fachhochschulen in Berlin.

tionalen und komplexen Zahlen, die Gruppen- und Körperaxiome, Eigenschaften der Primzahlen sowie Folgen und Reihen. Es folgen Themen aus der Geometrie – unter anderem die Konstruktion der Mittelpunkte von In- und Umkreis bei Dreiecken. Der Weg führt weiter über die Konstruierbarkeit von gleichmäßigen n -Ecken zur komplexen Zahlenebene und der projektiven Geometrie. Das Schlusskapitel ist dem abzählbar und überabzählbar Unendlichen sowie den Ordinal- und Kardinalzahlen gewidmet.

Wer einige der Begriffe in dieser Aufzählung nicht kennt, wird das Buch mit Gewinn lesen können. Man spürt auf jeder Seite die Begeisterung der Autoren. Das rüstige Ehepaar – er ist Jahrgang 1933, sie 1936 – hat Übung darin, mathematische Ideen zu vermitteln: Vor neun Jahren gründeten die beiden in Cambridge (Massachusetts) einen Mathematik-Zirkel, der vor allem unter Kindern und Jugendlichen beliebt ist.

Die Autoren schrecken auch vor Beweisen nicht zurück, sodass die Leser gelegentlich die Chance haben, ein wenig in die Tiefe zu gehen und die vorgestellten Theorien in ihrem Kern zu verstehen. Einige längere Beweise stehen in dem ▷

WICHTIGE ONLINE- ADRESSEN

» Dipl.-Ing. Ronald Meyer VDI

Entwicklung, Konstruktion,
Technische Berechnung
Strömungsmechanik
www.etastern.de

» DOK – Düsseldorfer Optik-Kontor

Kontaktlinsen online bestellen
www.dok.de

» Kernmechanik –

die neue Quantenphysik.

Neue Erkenntnisse und Beweise

www.kernmechanik.de

» PAN-TEXT® Übersetzungen GmbH

Kompetente Fachübersetzungen, DTP
Industrie – Technik – Medizin – Verträge etc.
www.pantext.com

Hier können Sie den Leserinnen und Lesern von Spektrum der Wissenschaft Ihre WWW-Adresse mitteilen. Für € 80,00 pro Monat (zzgl. MwSt.) erhalten Sie einen maximal fünfzeiligen Eintrag, der zusätzlich auf der Internetseite von Spektrum der Wissenschaft erscheint. Mehr Informationen dazu von

GWP media-marketing
Mareike Grigo
Telefon: 0211 887 2394
E-Mail: m.grigo@vhb.de

▶ Leonhard Euler (1707–1783), Vater von dreizehn Kindern und auch in der Mathematik von unerschöpflicher Fruchtbarkeit



▷ ausführlichen Anhang am Ende des Buchs, andere finden sich auf einer (englischsprachigen) Internetseite der Autoren.

Nur über das eigentliche Thema des Buchs lernt man wenig. Zwar taucht in jedem Kapitel das Unendliche auf – es gibt unendlich viele Primzahlen, zwischen zwei beliebigen rationalen Zahlen liegen immer unendlich viele andere, in der projektiven Geometrie werden »unendlich ferne Punkte« eingeführt. Man bekommt den – zutreffenden – Eindruck, dass das Unendliche praktisch überall in der Mathematik auftaucht und viele Gesichter hat.

Aber es gelingt den Autoren nicht, diese Bruchstücke zu einem einheitlichen Bild zusammenzufügen. Sie erzählen zwar viele Anekdoten und machen philosophische Anmerkungen, auch versuchen sie in drei über das Buch verteilten »Zwischenspielen«, immer wieder zum Hauptthema zurückzufinden. Aber sie

bringen über 150 bedeutende Mathematiker, Schriftsteller, Komponisten und Politiker ins Spiel, wodurch ihr Text unvermeidlich an der Oberfläche bleibt. Viele Anspielungen setzen beim Leser eine recht hohe literarische Bildung voraus, andere scheinen ins Leere zu gehen. Was lernt man daraus, dass bei der Erklärung der Körperaxiome die Addition und die Multiplikation mit Romulus und Remus verglichen werden, da sie gemeinsam vom Distributivgesetz »ge-

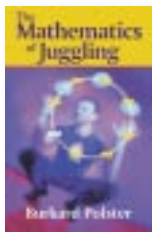
säugt« werden, aber dennoch »unabhängig« sind? Es wimmelt von solchen Stilblüten.

Was das Buch interessant macht, sind deshalb vor allem die mathematischen Inhalte. So legen die Autoren großen Wert auf die elementare Geometrie, die in der Schule eine immer geringere Rolle spielt, aber mit ihren anschaulichen Beweisen einen guten Einstieg in das mathematische Denken gibt. Ebenso lesenswert ist das Kapitel über das Zusammenspiel von Geometrie und Algebra bei der Frage, welche geometrischen Objekte (wie n -Ecke) mit Lineal und Zirkel konstruierbar sind.

Mittlerweile gibt es eine große Nachfrage nach Mathematikbüchern für Schüler, die über den Tellerrand der Schulmathematik schauen möchten. Diese Bücher werden gern als Prämien und Geschenke nach Mathematik-Wettbewerben verteilt. Hier könnten Robert und Ellen Kaplan ihre Leser finden. Aber die in den letzten Jahren erschienenen Bücher von Ian Stewart, Keith Devlin und William Dunham sind besser.

Vasco Alexander Schmidt

Der Rezensent ist Mathematiker und promovierter Linguist; er arbeitet als technischer Redakteur und Wissenschaftsjournalist in Walldorf.



ANGEWANDTE MATHEMATIK

Burkard Polster

The Mathematics of Juggling

Springer, New York 2003. 226 Seiten, \$ 39,95

Burkard Polster arbeitet als Mathematiker in Australien und ist selber Jongleur. Der Schwerpunkt des Buchs liegt allerdings deutlich auf der mathematischen Seite.

Ausgehend vom einfachen Jonglieren mit einer Hand über *multiplex* (gleichzeitiges Fangen oder Werfen mehrerer Bälle) geht Polster erst auf Seite 85 zum eigentlichen Jonglieren mit zwei oder mehr Händen (*multihand juggling*) über; ab zwei Jongleuren heißt das dann *passing*. Die Jongliermuster werden durch Zahlenfolgen (*site swaps*) beschrieben; dabei bleibt unberücksichtigt, ob der Ball trickreich unter dem Bein oder hinter dem Rücken geworfen wird. Die Zahlen geben die Flugdauer des Wurfs an; zum Beispiel kommt bei dem *site swap* 534 der erste Ball nach fünf Takten, der zweite nach

drei und der dritte nach vier Takten an. Dadurch tauschen die ersten beiden Bälle die Reihenfolge. Der Autor leitet Algorithmen her, mit denen man feststellen kann, ob eine Zahlenfolge jonglierbar ist oder nicht. Zu gegebener Periode und maximaler Wurfhöhe kann man sämtliche jonglierbaren Muster aufzählen und auch bestimmen, mit welchen Würfeln man den Übergang von einem zu einem anderen Muster schafft.

Auf Seite 117 erreicht Polster endlich *practical juggling*, aber die als Beispiele verwendeten Muster sind entweder praktisch unmöglich oder trivial. Das vorausgesetzte mathematische Niveau schwankt stark und ist über weite Strecken ziemlich hoch. Meine vier Semester höhere Mathematik für Ingenieure brachten keinen Vorteil gegenüber dem Schulwissen. Ne-

ben ein paar Flüchtigkeitsfehlern fallen auch Inkonsistenzen auf: An mehreren Stellen wechseln die Bezeichnungen von wesentlichen Variablen. Bis Seite 85 bedeutet h die Höhe der Würfe, danach die Anzahl der Hände.

Es folgen knapp vierzig Seiten über *bell ringing*. Die Kunst, Kirchenglocken so zu läuten, dass jede Reihenfolge genau einmal vorkommt, hat Tradition im Commonwealth. Der Bezug zum Jonglieren ist allerdings gering.

Dieses Buch bietet einen guten Überblick über die Jongliertheorie. Wer sich allerdings schon etwas damit beschäftigt hat, dem bietet es nicht viel Neues für das Jonglieren in der Praxis. Wer sich von affinen Weyl-Gruppen, Galois-Funktionen und Möbius-Inversionen nicht abschrecken lässt, möge das Werk mit Gewinn durcharbeiten.

Werner Riebesele

Der Rezensent hat Maschinenbau studiert, ist derzeit Konstrukteur im Bereich Luftfahrtantriebe und betätigt sich seit 14 Jahren als aktiver und theoretischer Jongleur.



ARCHÄOLOGIE

Dieter Hertel

Die Mauern von Troia

Mythos und Geschichte im antiken Iliion

C. H. Beck, München 2003. 420 Seiten, € 98,-

Der Troianische Krieg dauert an«, war jüngst im Feuilleton der »Welt« zu lesen. Anlass war das Erscheinen des zweiten Buchs von Dieter Hertel, Privatdozent für Klassische Archäologie an der Universität zu Köln. Offenbar gehört er zu der Phalanx von Historikern, Philologen und Archäologen, die gegen den Leiter der Ausgrabungen in Troia, Manfred Korfmann, zu Felde ziehen. Der Ur- und Frühgeschichtler von der Universität Tübingen steht mit seiner Person für eine Deutung der bisherigen Funde, die seinen Kritikern maßlos übertrieben scheint.

Kurz zusammengefasst klingt sie so: Troia sei im 2. Jahrtausend v. Chr. eine Metropole des anatolischen Kulturkreises gewesen, die von ihrer strategisch günstigen Lage an der Kreuzung diverser Handelsrouten zu Lande und zur See profitiert habe. In einem Krieg mit mykenischen Fürsten um 1200 v. Chr. zerstört, verfielen Akropolis und Siedlung und wurden um 950 v. Chr. ganz verlassen. Etwa 200 Jahre später besiedelten griechische Kolonisten erneut die Region. Das Wissen um den gewonnenen Krieg sei aber dank des strengen Versmaßes in der mykenischen Dichtkunst mündlich über Jahrhunderte tradiert worden, bis Homer um 720 v. Chr. im Angesicht der Ruinen Troias und mit diesem Kern von Versen die »Ilias« formulierte.

Die Gegenposition lautet: Es hat nie viel mehr als den Burgberg von Hisarlik gegeben, jedenfalls keinen mächtigen anatolischen Stadtstaat. Die Ilias ist reine Dichtung. Diese Position vertritt auch Dieter Hertel. In seiner Habilitationsschrift war er 1993 dem Mythos Troia nachgegangen, hat die archäologischen Funde neu bewertet und schriftliche

Quellen herangezogen. Er hat nicht nur selbst in Troia gearbeitet, sondern auch Notizen und Berichte der ersten Ausgräber Wilhelm Dörpfeld (1853–1940) und Carl Blegen (1911–1971) sowie eine Dissertation über Heinrich Schliemann (1822–1890) ausgewertet. Bei C. H. Beck erschien 2001 ein darauf basierendes Taschenbuch (»Troia. Archäologie – Geschichte – Mythos«) und nun das größere Werk.

Die Existenz der Person Homer zweifelt Hertel nicht an, wohl aber die Deutung der Ilias als Zeitzeugnis. Zum Beispiel argumentiert er, eine vor wenigen Jahren wiederentdeckte Anlage mit in den Fels getriebenen, Quellwasser führenden Stollen sei keinesfalls der Waschplatz mit zwei Brunnen, den Hektor und Achill nach Homers Dichtung während ihres Duells erreichten – eine Passage, die Korfmann gern zitiert. Der Dichter erwähne nämlich, so Hertel, eine warme Quelle, die in Troia nicht nachweisbar sei, andererseits berichte er nicht, dass die Wasch-

gruben von Menschenhand geschaffen seien. Im Bestreben, die Dichtung auf andere Säulen zu stellen, mutmaßt Hertel sodann, Homer habe sich vielleicht von den geografischen Verhältnissen im Ida-Gebirge inspirieren lassen. Dort entspringt der Troia passierende Fluss Skamander aus mehreren Quellen, darunter einer warmen.

Warum diese Deutung die Gegebenheiten besser erklären soll, hat sich mir nicht erschlossen. Immerhin ist jenes Gebirge fünfzig Kilometer entfernt. Könnte sich Homer nicht auch von den Schlammgruben der alten Quelhöhle die Inspiration geholt haben, um sein Szenario des Duells auszuschnüffeln?

Zu Beginn des zweiten Großkapitels »Das griechische, hellenistische und kaiserzeitliche Iliion als Erinnerungsort an die mythische Zeit« startet Hertel seine schärfste Attacke: Die kulturelle Einordnung der Siedlungsschicht Troia VII b 3 – der letzten vor Homer – sei schlicht falsch. So sprächen beispielsweise Funde griechischer Keramiken für eine deutlich frühere Kolonisierung. Dass die in Troia grabenden Archäologen solche Funde als Zeugnis für Handel mit dem griechischen Festland diskutieren, erwähnt Hertel nicht. Seines Erachtens spricht alles dafür, dass die Siedlung ▶



▶ Südlicher Rest der Außenschale der Rundbastion (Steinlage aus großen Blöcken auf kleinsten Fundament in der unteren Ecke ganz rechts) aus der Zeit um 400 v. Chr. Das Foto wurde während der Grabungen von Wilhelm Dörpfeld 1893/1894 aufgenommen.

▷ Troia VIII schon im späten 11. Jahrhundert entstand und bis 900 v. Chr. nach und nach griechisch wurde. Ein langsamer Übergang der kulturellen Zugehörigkeit aber bedeutet: Den Troianischen Krieg hat es nie gegeben.

Doch woher stammt dann die Mär von Kampf und Heldentum? Hertel wagt sich nun seinerseits auf das Terrain der Deutung und zeigt Korfmann, was eine Harke ist: Er führt die Sage im Wesentlichen auf die antike Burgmauer zurück. Sie stammte schon aus der Phase Troia VI (1700–1250 v. Chr.), die frühen griechischen Siedler hätten sie also bereits vorgefunden und in ihre Niederlassung integriert. Zwangsläufig seien Mythen um die Mauer entstanden, um ihre Existenz zu erklären. Denn in Gesellschaften mit mündlicher Überlieferung würden historische Ereignisse allenfalls neunzig Jahre lang unverändert be-

Ist die Ilias am Ende entstanden, um die Existenz einer Mauer zu erklären?

wahrt; das Wissen um die wahre Entstehung von Troia VIII sei also längst verschwunden gewesen. Klar war den Nachkommen der Kolonisten: Nicht-Griechen hatten die Wehr errichtet, und sie war offenbar unzerstört. Dieser Widerspruch soll Vorstellungen von langwieriger Belagerung und listenreicher Eroberung hervorgebracht haben. Odysseus als Artefakt einer nichtschriftlichen Überlieferung! So viel Deutungsfantasie ist eindrucksvoll.

Immerhin bieten die letzten, von aktuellen Streitigkeiten unbelasteten hundert Seiten eine Fülle historischer Informationen über die Rolle Ilios im Kontext der hellenistischen und später der römischen Welt. Das Buch wendet sich allerdings in Sprache und Machart nur an Fachkollegen, für den Laien ist der Stoff kaum zu verdauen. Das verdeutlicht einen wenig beachteten Aspekt des neuen Streits um Troia: Auf dem Prüfstand steht auch eine junge Archäologie, die Publikumsmedien nicht scheut und dazu eine für Laien verständliche Sprache verwendet. Die zahlreichen Archäologen, denen das zu weit geht, werden Trost in Dieter Hertels Habilitationsschrift finden.

Klaus-Dieter Linsmeier

Der Rezensent ist Redakteur bei Spektrum der Wissenschaft. ◀

PREISRÄTSEL

Jans Kalkulation

Von Pierre Tougne

Jan kennt seine Kühe. Er weiß, dass 25 seiner Kühe in vier Tagen eine Weide von 20 Ar kahl fressen, während für 27 Tiere eine Weide von 24 Ar fünf Tage reicht.

Wenn er die Herde auf eine Weide treibt, hat das Gras stets die gleiche Höhe. Außerdem wächst das Gras auf seinen Weiden stetig und mit konstanter Geschwindigkeit nach.

Lösung zu »Eine Frage des Alters« (Januar 2004)

Von Karl erfährt man das Alter aus dem Dialog zuverlässig. Er ist 17 Jahre alt. Pia hingegen könnte drei, sieben oder 21 Jahre alt sein.

Karl sagte: »Wärs du doppelt so alt wie ich und noch siebzehn Jahre älter, dann wäre mein Alter ein ganzzahliger Teiler deines Alters.« Thomas Günther aus Großenkneten übersetzte das in die Gleichung

$$2k + 17 = nk.$$

Dabei ist k das Alter von Karl, und sowohl n als auch k sind natürliche Zahlen. Aufgelöst nach k ergibt sich

$$k = 17/(n-2).$$

Da 17 eine Primzahl ist, kommen als Teiler nur 1 und 17 in Frage. Weil zudem Karl älter als 1 Jahr ist, entfällt $n = 19$. Damit ist $n = 3$ die einzige Mög-

Wie groß muss eine Weide sein, auf der 100 Kühe 16 Tage grasen können?

Schicken Sie Ihre Lösung in einem frankierten Brief oder auf einer Postkarte an Spektrum der Wissenschaft, Leserservice, Postfach 104840, D-69038 Heidelberg.

Unter den Einsendern der richtigen Lösung verlosen wir fünf Spiele »Brain-twister«. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Es werden alle Lösungen berücksichtigt, die bis Dienstag, 16. März 2004, eingehen.

lichkeit, die Gleichung zu erfüllen. Karls Alter beträgt also 17 Jahre.

Mit diesem Wissen folgt aus Pias Aussage »mein Alter würde deines teilen, wenn du vier Jahre älter wärs« die Gleichung

$$17 + 4 = mp$$

(p ist das Alter von Pia, m und p sind natürliche Zahlen). Daraus folgt

$$p = 21/m.$$

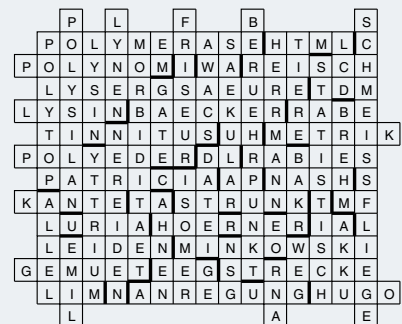
Als Lösung für m kommen 1, 3, 7 und 21 in Frage. Da auch Pia älter als ein Jahr sein muss, kann sie entweder drei, sieben oder 21 Jahre alt sein.

Die Gewinner der drei schwebenden Kugelschreiber »U.F.O. Pen« sind Brigitte Holzer, St. Wendel; Peter Day, Pulheim; und Sabine Baumann, Köln.

Erratum

Bei den Lösungen des Jubiläumsrätsels

haben wir im Januarheft versehentlich eine veraltete Version für das September-Rätsel abgedruckt. Die richtige Lösung finden Sie im Bild rechts. Bei der Konstruktion der Lösungstexte und daher auch bei der Ermittlung der Gewinner lag die korrekte, im Septemberheft abgedruckte Version des Rätsels zu Grunde. Es ist also alles mit rechten Dingen zugegangen.



Lust auf noch mehr Rätsel? Unser Wissenschaftsportal www.wissenschaft-online.de bietet Ihnen unter dem Fachgebiet »Mathematik« jeden Monat eine neue mathematische Knochelei.