

TECHNIK

Rolf Dieter Schraft, Martin Hägele, Kai Wegener

Service Roboter Visionen

Hanser, München 2004. 223 Seiten, € 24,90



Gemeint sind nicht die Automaten, die Autos montieren oder auf vorprogrammierten Wegen die Lackspritzpistole führen. Es geht um Roboter für Dienstleistungen wie Staub-

saugen, Fensterputzen oder andere, beliebig komplizierte Tätigkeiten. Wenn auch der vor Jahren erhoffte Boom ausgeblieben ist, rechnet Rolf Dieter Schraft, Leiter des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung in Stuttgart, für die Zukunft mit einer rasanten Entwicklung.

Schraft, seine Koautoren vom selben Institut sowie eine Vielzahl weiterer Au-

toren stellen die derzeit wichtigsten Typen von Service-Robotern kurz vor und geben Ausblicke auf weitere Entwicklungen. Hintergrundinformationen, etwa wie Roboter in ihrer Umgebung navigieren oder wie künstliche Intelligenz funktioniert, ergänzen die Darstellung.

Einsteiger sind erstaunt ob der vielen, zum Teil bizarren Robotertypen, darunter Gänse hütende, Schnecken sammelnde oder Gurken erntende Blechkameraden. Im Laufe der Lektüre bekommt man eine Vorstellung davon, wie schwierig die technische Umsetzung selbst einfachster Funktionen ist: Einen Korridor entlang von einer Tür zu anderen zu laufen ist für uns ein Kinderspiel, für einen Roboter jedoch ein überaus kompliziertes Unterfangen.

Das Buch ist einsteigerfreundlich, übersichtlich, ansprechend bebildert und im Wesentlichen leicht verständlich geschrieben. Diese angenehmen Eigenschaften gehen natürlich zu Lasten der fachlichen Details. Dennoch: Der Überblick, den das Werk bietet, und seine gelungene Bebilderung machen es zur lohnenden Anschaffung – für Einsteiger und interessierte Amateure sowieso, aber vielleicht auch für Experten.

Frank Schubert

Der Rezensent ist Redakteur bei »Astronomie Heute« in Heidelberg.



«Armar» vom Forschungszentrum Informatik der Universität Karlsruhe soll Objekte und Personen identifizieren und entsprechend reagieren können. Oben ein automatischer Rasenmäher

BIOLOGIE

Ernst Mayr

Das ist Evolution

Aus dem amerikanischen Englisch von Sebastian Vogel. C. Bertelsmann, München 2003. 378 Seiten, € 23,90



Für ein Übersichtswerk über ein derart umfangreiches Gebiet würde ein Verlag üblicherweise verschiedene kompetente Autoren zusammenspannen. Der heute 100-jährige Ernst Mayr hat es ganz allein geschrieben und damit ein einzigartiges Werk aus einem Guss geschaffen.

Ernst Mayr, geboren in Kempten im Allgäu und emeritierter Professor am Museum of Comparative Zoology in Harvard, hat als Beobachter und Sammler begonnen und alle Folgeschritte zum Ornithologen, Systematiker, Theoretiker und Bio-Philosophen selbst durchlaufen. Es geht ihm um die Erklärung der genetischen Evolution mit all ihren Fassetten,

ein Vorhaben, für das er sich seit Langem als kompetent erwiesen hat.

Das Buch ist allgemein verständlich geschrieben. Die rund 200 Unterkapitel in 12 Hauptkapiteln sind so lapidar gehalten wie der Buchtitel: Kurz und präzise werden die unterschiedlichsten wissenschaftlichen Gesichtspunkte abgehandelt, die für die Evolutionslehre eine Rolle spielen. Es ist eine leichte Betonung derjenigen Fragen zu spüren, welche in Amerika im Streit zwischen Evolutionsforschern und kreationistischen Evolutionsgegnern gerade wieder neu aufgelegt werden.

41 Abbildungen, 19 Kästen, 8 Tabellen und ein Glossar erklären Details.

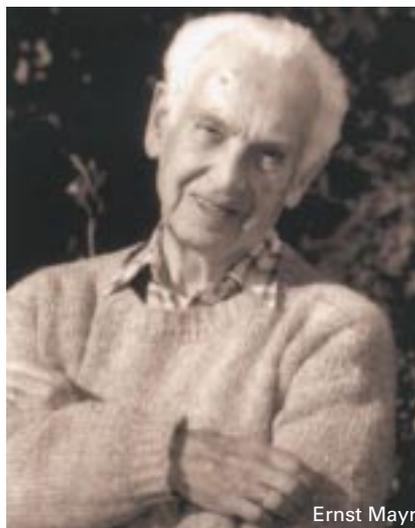
Zwei Anhänge fassen häufige Fragen und Kritiken zur Evolutionstheorie zusammen. Personen- sowie Orts- und Sachregister erleichtern das Suchen, und das nicht ganz zuverlässige Literaturverzeichnis kann helfen, weiter gehende Neugier zu befriedigen.

Die immer wieder umstrittene Frage, welche lebendige Einheit Objekt der natürlichen Selektion ist, wird klar beantwortet: Selektion – also das nichtzufällige Überleben – bezieht sich auf das Individuum mit seinen Fortpflanzungschancen. Nichtzufälliges Überleben gründet auf Eigenschaften, die von den Genen programmiert wurden. Da in folgenden Generationen nur Gene, nicht aber Individuen identisch wieder auftreten, spielt sich Evolution an Genen und ihren Programmen ab; diese müssen aber von Individuen zu Markte getragen werden und sich in ihnen dem Tauglichkeitstest der Selektion stellen. Wegen einiger durchschlagend ungeeigneter genetischer Ei-

genschaften kann ein Individuum, einschließlich seiner anderen, durchaus tauglichen genetischen Eigenschaften, von der Fortpflanzung ausgeschlossen bleiben. Welche Umwelt- und sozialen Faktoren selektieren (warum immer wieder »selektionieren«?), wird eingehend erläutert.

Bei dem Umfang des Themas darf nicht verwundern, dass ich dem Altmeister in einigen wesentlichen Punkten widersprechen muss. So übergeht Mayr, wie im englischen Sprachraum üblich, weithin den für die Evolution wichtigen Unterschied zwischen ungeschlechtlicher Vermehrung (durch Zweiteilung, Knospung und Stecklinge; Klonen) und eingeschlechtlicher Vermehrung (durch Jungfernzeugung oder Parthenogenese; so entstehen zum Beispiel bei Bienen und anderen Hautflüglern die Männchen). Neuerdings heißt beides »asexual« und wird auch einheitlich als »ungeschlechtlich« übersetzt. Aber: Zur Parthenogenese sind im Gegensatz zur ungeschlechtlichen Vermehrung Gameten (Eizellen) erforderlich, und diese Variante geschlechtlicher Vermehrung erzeugt nicht durchweg genetisch identische Organismen: Drohnen stimmen weder im Körperbau noch im Verhalten mit ihrer Mutter überein und sind auch untereinander genetisch nicht identisch.

Alle Formen der Artbildung setzen den »Erwerb wirksamer Isolationsmechanismen« voraus. Doch dass bei Vögeln die geografische Trennung der einzig vorkommende Isolationsmechanismus sei, wird von den brutparasitischen afrikanischen Witwenvögeln (*Viduinæ*) wider-



Ernst Mayr

legt, die als Nestlinge den Gesang ihrer jeweiligen Prachtfinken-Wirtseltern erlernen, später daran sowohl ihren Brutwirt als auch ihren Paarungspartner erkennen und so Abstammungslinien mit reproduktiver Isolation bilden, die durch den Gesang herbeigeführt wird.

Wirtspflanzen-Spezifität wird epigenetisch durch Prägung erworben, die Gesangsspezifität der Witwenvögel durch soziales Lernen und Tradition. Diese Formen des Lernens fehlen im Buch, spielen dann aber unter der Hand eine wichtige Rolle in der Evolution des Menschen, nicht nur für seine Werkzeugkultur, sondern vor allem bei der Entstehung von Ethik durch »Lehren eines Religionsstifters oder Philosophen«. Das impliziert Traditionen, also »die Weitergabe kultureller Informationen«, die beim Menschen ein zentraler Aspekt des Lebens ist.

Die kulturelle Evolution bestimmter Fähigkeiten, die den Menschen einzigartig im Tierreich macht, kann verschiedene kulturbestimmte Abstammungslinien zur Folge haben, wenngleich sie mangels tragfähiger Isolationsmechanismen nicht zur Aufspaltung in verschiedene Arten geführt hat. Kulturelle Evolution durch Traditionsbildung kann die Evolution – den genetischen Wandel aller Individuen in einer Population – maßgeblich beeinflussen. Das lässt Mayr unerwähnt, obwohl er Verhalten als Schrittmacher der Evolution behandelt: Eine (kulturell entstandene) Vorliebe für ein neues Nahrungsmittel lässt einen neuen Selektionsdruck entstehen, der dann evolutionären Wandel nach sich zieht.

Dieses zunehmend wichtiger werdende Thema kulturell-genetischer Koevolution lässt Ernst Mayr auch in Kapitel 12 »Aktuelle Themen der Evolutionsforschung« unberücksichtigt. Es wäre für eine vollständige »Standortbestimmung der Evolution zu Beginn des 21. Jahrhunderts«, die der Klappentext verheißt, zu ergänzen.

Bei aller Kritik: Dies ist ein sehr empfehlenswertes Lehrbuch für wissbegierige Laien und auch für denkerisch begabte Spezialisten aus anderen Wissenschaftszweigen, die, vielleicht als Ethikräte in Regierungskommissionen berufen, noch nicht ganz verstanden haben, wie biologische Evolution abläuft.

Wolfgang Wickler

Der Rezensent ist kommissarischer Leiter des Max-Planck-Instituts für Verhaltensphysiologie in Seewiesen.

ANZEIGE

WISSENSCHAFTSGESCHICHTE

Peter Pesic**Die Spione im Unendlichen****Kepler, Newton, Einstein und die Geheimnisse des Universums**Aus dem Amerikanischen von Dietmar Zimmer.
Klett-Cotta, Stuttgart 2003. 224 Seiten, € 19,50

Dieses Buch ist nicht noch ein Abriss der modernen Naturwissenschaft, etwa im Stil von Stephen Hawking's Bestseller »Eine kurze Geschichte der Zeit«, sondern eine originelle und aufschlussreiche Anekdotensammlung über die Begründer der empirischen Naturforschung. Spektrum-Leser kennen den Autor bereits als Verfasser des Artikels »Die Identität der Quanten« (Januar 2003). Er ist studierter Physiker und Konzertpianist, Insider und Außenstehender zugleich, was ihm einen ziemlich schrägen, aber für den Leser ergiebigen Blickwinkel verschafft.

Was für Menschen setzten in der Renaissance die Samenkörner, aus denen die gewaltigen Bäume der empirischen Wissenschaften aufwuchsen? Pesic zufolge waren sie alles andere als trockene Rechenknechte, engstirnige Federfuch-

ser, sinnfeindliche Stubengelehrte. Eine geradezu erotische Neugier, der Natur ihre Geheimnisse zu entlocken, trieb sie hinaus ins Unbekannte. Die Welt erschien ihnen als Labyrinth, in dessen Zentrum der Schlüssel zur Naturbeherrschung liegt, oder als rätselhaftes Kryptogramm, das nur dem mathematisch Kundigen den Klartext offenbart.

Francis Bacon (1561–1626), Johannes Kepler (1571–1630) und Isaac Newton (1642–1727) waren nicht nur kühne Entdecker, sondern auch geschickte Agitatoren. In ihren Schriften arbeiteten sie mit allen rhetorischen Tricks, um das Publikum für die neue Wissenschaft zu gewinnen. Bacon entwirft in seinem »Neu-Atlantis« ein utopisches Gesellschaftsmodell, in dem der Verstand regiert – was eine großzügige Deregulierung sexueller Konventionen durchaus

einschließt. Kepler lässt wie ein heutiger Krimiautor den Leser zappeln und an allen Wegen, Irrwegen und Sackgassen seiner kosmologischen Überlegungen teilhaben, um erst am Ende die Auflösung – das heliozentrische System mit elliptischen Planetenbahnen und den drei Kepler'schen Gesetzen – zu präsentieren.

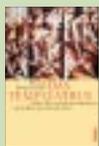
Newton wiederum treibt mit seinen Lesern ein Versteckspiel, mit dem Ziel, sich durch Schwerverständlichkeit gegen zeitgenössische Kritiker zu schützen. Der Begründer der klassischen Physik schrieb umfangreiche Geheimtexte über Alchemie, versuchte sich in nächtlichen Experimenten an »Kopulationen« von Gold und Quecksilber und vertrat eine ketzerisch-fundamentalistische Auslegung der Bibel, die ihn Kopf und Kragen hätte kosten können. Seine Erkenntnis, dass der Fall eines Apfels und der Weg der Planeten demselben Gesetz gehorchen, wurde ihm durch die astrologisch-alchemistische Überzeugung nahe gelegt, der Lauf der Gestirne bestimme letztlich alle irdischen Vorgänge.

Auch bei Albert Einstein sucht Pesic in der intellektuellen Biografie nach privaten Motiven für ein lebenslanges Streben nach Naturerkenntnis. Ein Schlüssel-Erlebnis war die frühe Bekanntschaft mit Euklids Geometrie, die den gesamten Raum der Erfahrung auf wenige Axiome zurückführt. Später kam die Berührung mit den Schriften des Philosophen Spinoza hinzu, dessen strengen Determinismus und Pantheismus Einstein als geistesverwandt empfand. Bekanntlich kritisierte Einstein später die Quantentheorie als unvollständig: Eine Theorie, die nur Wahrscheinlichkeitsaussagen zulässt und die Frage, wie ein nicht beobachtetes Mikroobjekt »an sich« beschaffen sei, für sinnlos erklärt, widersprach seinem Wissenschaftsverständnis. Bis zu seinem Tod bemühte Einstein sich um eine einheitliche Feldtheorie, welche die unendliche Vielfalt der Natur nach Art der euklidischen Axiome auf einige abstrakt-mathematische Aussagen reduzieren sollte.

Den Studenten begegnet die Physik heute als fertige Formelsammlung, die experimentelle Daten zusammenfasst. Bei Pesic lernt der Leser die sinnlichen Antriebe kennen, die Menschen veranlassen haben, als neugierige Spione in das Labyrinth der Natur einzudringen.

Michael Springer

Der Rezensent ist Physiker und ständiger Mitarbeiter bei Spektrum der Wissenschaft.

Die 5x5-Rezension des Monats von wissenschaft-online**Peter Borscheid****Das Tempo-Virus****Eine Kulturgeschichte der Beschleunigung**

Campus, Frankfurt am Main 2004, 409 Seiten, € 24,90



Der Historiker Peter Borscheid stellt in dieser faszinierenden Kultur- und Technikgeschichte dar, wie über die Jahrhunderte das Beschleunigungsprinzip das gesamte Alltagsleben okkupierte und auch vor der Evolution des menschlichen Organismus nicht Halt machte. Wie es in die Welt gekommen ist, kann Borscheid nicht schlüssig erklären. Aber er arbeitet präzise heraus, über welche Wege und Irrwege es sich ausgebreitet hat, um sich am Ende überall durchzusetzen.

Entgegen dem Titel hält Borscheid die Beschleunigung des gesellschaftlichen Lebens nicht für eine Krankheit, sondern

für eine große Errungenschaft. Er protestiert nur dagegen, allem und jedem dieselbe Zeitordnung aufzuzwingen zu wollen.

Aus der Rezension von Frank Ufen

5x5 Rubriken	Punkte				
	1	2	3	4	5
Inhalt	■	■	■	■	■
Vermittlung	■	■	■	■	■
Verständlichkeit	■	■	■	■	■
Lesespaß	■	■	■	■	■
Preis/Leistung	■	■	■	■	■
Gesamtpunktzahl	21				

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

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

ANZEIGE

POLITIK

Maude Barlow und Tony Clarke**Blaues Gold****Das globale Geschäft mit dem Wasser**

Aus dem kanadischen Englisch von
Gabriele Gockel, Thomas Wollermann und Bernhard Jendricke,
Kollektiv Druck-Reif. Antje Kunstmann, München 2003. 340 Seiten, € 24,90



Das Cover der deutschen Ausgabe ist so einfach wie genial. Eine Flasche Wasser symbolisiert das lebensnotwendige Nahrungsmittel, aber auch das boomende Geschäft. Mit einem Anstieg von 2,5 auf 22,3 Milliarden Liter ist der weltweite Konsum von Flaschenwasser zwischen 1980 und 2000 regelrecht explodiert. Allem Anschein nach leben wir im Überfluss, und dass die klaren Quellen versiegen könnten, kommt uns nicht in den Sinn. Doch es ist nur eine Frage der Zeit, so die Autoren, bis das Süßwasser zur Neige geht.

Glaubt man Maude Barlow, der Vorsitzenden der größten Bürgerrechtsorganisation Kanadas, und Tony Clarke, dem Direktor des Polaris Institute of Canada, so sind die durch den Menschen hervorgerufenen Schäden im Wasserhaushalt kaum noch zu beheben. Die Krise, so titelt das erste Kapitel des fast emotionalen Buchs, wird vor allem durch Verschmutzung der Umwelt, Bebauung und Begräddigung natürlicher Flussläufe sowie Klimaveränderung hervorgerufen. Dadurch sinkt die Verfügbarkeit von Süßwasser pro Einwohner rapide. Die wachsende Bevölkerungszahl ist dabei noch nicht einmal berücksichtigt. Zu allem Überfluss lassen sich Landwirtschaft und Industrie nicht davon abbringen, sich einen immer größeren Schluck aus den globalen Süßwasserreserven zu genehmigen.

Spätestens bei diesem Thema fahren die beiden Kanadier ihre Geschütze auf, die sich im zweiten Teil »Politik« entladen. Den gravierendsten Einschnitt in die Versorgung mit Wasser sehen sie in den globalen Machenschaften rund um das »Blaue Gold«. Schon längst haben internationale Großkonzerne wie der Wassergigant Suez oder die Nahrungsmittelproduzenten Nestlé und Unilever erkannt, dass Wasser eine ebenso Gewinn bringende Ressource ist wie Gold oder Erdöl. Unbemerkt von der Öffentlichkeit wurden die ersten Nägel in Richtung weltweiter Vermarktung schon eingeschlagen: Im Jahr 2000 wurde der Zugang zum Wasser von Weltbank und Vereinten Na-

tionen offiziell zum »menschlichen Bedürfnis« statt zum »Menschenrecht« deklariert. Diese unauffällige Bestimmung ermöglicht es der Privatwirtschaft, die Versorgung mit dem lebensnotwendigen Stoff allein unter kommerziellen Gesichtspunkten zu betreiben. Dass dabei vor allem wirtschaftlich schwache Länder mit geringen Niederschlägen betroffen sind, leuchtet ein. Doch die Fülle der detailliert aufgeführten Beispiele, so richtig und einprägsam sie alle sind, erschlägt den Leser. Fast möchte man auf der Stelle in die Küche stürzen, um einen Eimer Wasser als Reserve beiseite zu stellen.

Zum Glück zeigen Barlow und Clarke im anschließenden Kapitel einen »Weg aus der Krise«. Allerdings sind ihre zahlreichen Gegenmaßnahmen nicht so praktikabel wie bloßes Wassersparen. Vielmehr empfehlen sie zehn Schritte zu einer wassersicheren Zukunft, etwa die Unterstützung der Anti-Staudamm-Bewegung. Die weltweit 40 000 Stauseen

bedecken fast ein Prozent der Erdoberfläche und haben an die 60 Millionen Menschen von ihrer Siedlungsfläche verdrängt. Gegen die damit verbundene Armut, gegen den Rückgang der Artenvielfalt und für die Rettung natürlicher Flussläufe kämpfen mittlerweile unzählige Menschen, die aber noch kaum Gehör finden.

Solche plakativen Parolen, die »Herren des Wassers« in die Schranken zu weisen und die soziale Ungleichheit zu bekämpfen, bleiben fromme Wünsche. Ohne konkrete Adressen oder Personen, an die man sich wenden kann, bleibt der betroffene Leser allein, bleiben die sicherlich erstrebenswerten Ziele des Buchs eine Fata Morgana. Da können auch die im Buch hinten angefügte »Vertragsinitiative zum gemeinsamen Gebrauch und zum Schutz des globalen Gemeinschaftsguts Wasser« und die reichhaltige Literaturliste nicht weiterhelfen. Der einzig greifbare Hinweis ist die in der Danksagung erwähnte Website des Council of Canadians (www.canadians.org), auf der die Materialien des Blue Planet Project, einer internationalen Bürgerbewegung zum Schutz des Wassers, zu finden sind. Und es lohnt sich, dort nachzuschauen!

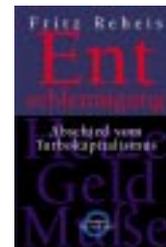
Nardine Löser

Die Rezensentin ist Diplombiologin und Wissenschaftsjournalistin in Rostock.

LEBENSFÜHRUNG

Fritz Reheis**Entschleunigung****Abschied vom Turbokapitalismus**

Riemann, München 2003. 320 Seiten, € 20,-



Unsere Leben verläuft nicht nur schneller denn je; auch der gegenwärtige Zuwachs an Geschwindigkeit ist beispiellos. Transportzeiten verkürzen sich, Reisen um die halbe Welt werden zur Normalität, Information ist ständig und überall verfügbar, Entscheidungsprozesse beschleunigen sich dramatisch, und die Arbeitsumwelt ändert sich in atemberaubendem Tempo.

Nachdem so viele Prozesse so viel weniger Zeit erfordern, müsste eigentlich für deren Nutzer mehr Zeit übrig bleiben. Das ist aber ganz offensichtlich nicht der Fall. Einen wesentlichen Teil der eingesparten Zeit muss der Mensch in Form von Arbeitszeit wieder aufwenden, um

die Segnungen der modernen Technik bezahlen zu können. Und Beschleunigung wird nicht nur angeboten, sondern auch eingefordert: Mit der verfügbaren Geschwindigkeit steigen die Ansprüche des Einzelnen ebenso wie die Anforderungen an dessen Arbeitsleistung. Insbesondere eröffnen die neuen Techniken den Arbeitnehmern neue Möglichkeiten der Konkurrenz untereinander. Dadurch sieht mancher von ihnen sich genötigt, mehr und härter zu arbeiten als je zuvor, alle paar Jahre den Arbeitsort zu wechseln und damit das Verkümmern privater Beziehungen in Kauf zu nehmen.

Der Effekt der Zeitspartetechniken ist, dass kein Mensch mehr Zeit hat. Muße,

Selbstbesinnung, Seelenfriede und die Weiterentwicklung der Persönlichkeit bleiben auf der Strecke, nicht zu reden von den elementaren Freuden des Lebens. Wenn sogar das Erzbischöfliche Ordinariat in München sich zu dem dringenden Appell an die Menschen veranlasst sieht, mehr Zeit für – unter anderem – Intimität und Sexualität aufzuwenden, muss es schon schlimm um unser Seelenheil stehen.

Fritz Reheis, Gymnasiallehrer in Neustadt bei Coburg, Philosoph und promovierter Soziologe, hat in langjähriger Ar-

Die Kirche rät: Mehr Zeit für Sex

beit viele Belege für das gesammelt, was er die »Beschleunigungskrankheit der Gesellschaft« nennt. Darunter sind Kuriositäten wie der Schnell-Bestattungsunternehmer, der den Trauernden Gelegenheit gibt, binnen dreißig Sekunden formvollendet Abschied von dem lieben Verstorbenen zu nehmen. Und mit etwas gewaltsamer Argumentation gelingt es ihm auch, den Terroranschlag vom 11. September, das Massaker am Gutenberg-Gymnasium in Erfurt und die Jahrhundertüberschwemmung der Elbe als Symptome der Beschleunigungskrankheit zu deuten. Aber das darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass Reheis mit seiner Diagnose einen wesentlichen Zug moderner Gesellschaften getroffen hat.

Warum tun wir massenhaft Dinge, die wir eigentlich nicht wollen oder deren Folgen wir zumindest nicht beabsichtigt haben? Bei dem Versuch der Erklärung greift Reheis tief in die Kiste der fundamentalen Ursachen – und kann nicht überzeugen. Die genetische Grundausstattung des Menschen, der Kapitalismus in seiner modernen, verschärften Form (»Turbokapitalismus«) und vor allem die Institution des Zinseszinses: Diese Ursachen gibt es zweifellos, aber eben schon lange, weswegen sie kaum erklären können, warum uns die Beschleunigungskrankheit just in diesem historischen Moment befällt.

Eine andere Erklärung, die Reheis weniger pointiert vorbringt, ist profaner, aber glaubwürdiger: Jedes Mal, wenn eine neue Technik neue Möglichkeiten eröffnet, wie zum Beispiel zum gegenwärtigen Zeitpunkt, geht es zunächst den abhängig Beschäftigten (einschließlich ▷

PREISRÄTSEL

Kindergeburtstag

Von Roland Mildner

Der kleine Patrick hat seine Freunde zum Kindergeburtstag eingeladen. Seine Mutter gibt ihm 15 Euro, damit er selbst den Kuchen besorgen kann. In der Konditorei nebenan fragt ihn die Verkäuferin nach seinen Wünschen. »Ich möchte für genau 15 Euro Kuchen haben, und zwar solchen, solchen und solchen Kuchen!«, sagt Patrick. Dabei zeigt er auf drei Kuchensorten, die pro Stück 0,80 Euro, 1,- Euro und 1,10 Euro kosten.

Wie viele Möglichkeiten hat die Verkäuferin, den Kuchen zusammenzustellen,

sodass Patrick von jeder der drei Kuchensorten mindestens ein Stück erhält und der Preis genau 15 Euro beträgt?

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 drei Bücher und CDs mit Soundtrack zum Film »Genesis«. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Es werden alle Lösungen berücksichtigt, die bis Dienstag, 14. Dezember 2004, eingehen.

Lösung zu »Binäres Spielchen« (Oktober 2004)

Das kleinste Primzahlpaar, bei dem Ben gewinnt, ist 5 und 7. Dasjenige, bei welchem Marc gewinnt, ist 5 und 11. Bei der Primzahlliste 7, 11, 13, 17 gewinnt Ben.

Anhängen einer Null an die binäre Ziffernfolge zur Zahl d macht daraus die Zahl $2d$; durch Anhängen einer Eins ergibt sich $2d+1$. Das gilt auch für das Rechnen modulo einer Primzahl p : Wenn d bei der Division durch p den Rest r lässt, dann lässt $2d$ den Rest $2r$ und $2d+1$ den Rest $2r+1$, jeweils modulo p gerechnet; das heißt, wenn das Ergebnis ($2r$ oder $2r+1$) gleich p oder größer ist, muss man p subtrahieren. Zum besseren Überblick schreibt man zu jeder erzeugten Zahl ihre »Resteliste« auf, das heißt die Liste der Reste bei Division durch jede Primzahl der Primzahlliste.

Für Ben kommt es darauf an, bei seiner einzigen Gelegenheit, eine Ziffer anzuhängen, eine Null in der Resteliste zu erreichen. Marc muss folglich den Rest $r=(p-1)/2$ vermeiden, weil sonst Ben durch Anfügen einer Eins den Rest $p=0$ modulo p erreichen würde.

Bei der Primzahlliste 5, 7 muss also Marc den Rest 2 für die Primzahl 5 und

3 für die Primzahl 7 verhindern. Ein aussichtsloses Unterfangen: Für die erste Eins ist die Resteliste (1, 1). Durch Anhängen einer Null wird sie zu (2, 2), durch Anhängen einer Eins zu (3, 3).

Bei der Primzahlliste 5, 11 dagegen muss Marc die Reste 2 und 5 vermeiden. Und das gelingt ihm folgendermaßen (erste Zeile angehängte Ziffer, zweite Zeile Rest modulo 5, dritte Zeile Rest modulo 11):

```
1 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0
1 3 1 3 1 3 1 3 1 3 1
1 3 6 2 4 9 7 4 8 6 1
```

Da nun die ursprüngliche Resteliste (1, 1) wieder erreicht ist, wiederholt sich der Prozess zyklisch, und Marc kann bis in alle Ewigkeit abwechselnd Einsen und Nullen anhängen.

Bei der Primzahlliste 7, 11, 13, 17 hält Marc nur bis höchstens zu seinem 14. Zug durch, nämlich bis 1001011101000 oder 10010111101001, wonach Ben jeweils durch Anhängen einer Eins das Spiel beendet.

Die Gewinner der drei Puzzles »Kristall« sind Norbert Krämer, Mannheim; Thorsten Titzmann, Gießen; und Kurt Doppler, Unterehrendingen (Schweiz).

Lust auf noch mehr Rätsel? Unser Wissenschaftsportal [wissenschaft-online \(www.wissenschaft-online.de\)](http://www.wissenschaft-online.de) bietet Ihnen unter dem Fachgebiet »Mathematik« jeden Monat eine neue mathematische Knochelei.

▷ der Scheinselbstständigen) an den Kragen. Bis diese einen Weg gefunden haben, ihre Interessen unter den neuen Bedingungen zur Geltung zu bringen, vergeht eben eine erhebliche Zeit.

Die dritte Erklärung ist wenig schmeichelhaft, aber schmerzlich zutreffend: Wir tun nicht, was wir eigentlich wollen, weil wir nicht merken, was wir eigentlich wollen, oder nicht die Willensstärke aufbringen, nach dieser Einsicht zu handeln. Reheis erklärt einen individuellen »Ausbruch aus dem Hamsterrad« für praktisch unmöglich, es sei denn, man wäre sehr reich oder bereit, das soziale Netz zu missbrauchen. Diesen Pessimismus halte ich für stark übertrieben; aber es ist nicht einfach, einem gesellschaftlichen Leitbild, das die Hektik zum Standard erhebt, konsequent zuwiderzuhandeln.

In den letzten Kapiteln zur Therapie der Krankheit präsentiert Reheis zunächst die lieb gewordenen Lösungen der Vergangenheit: Über eine allgemein anerkannte Autorität (die katholische Lösung) oder durch demokratische Willensbildung (die sozialdemokratische Lösung) wird den gesellschaftlichen Prozessen eine dem menschlichen Eigenrhythmus zuträglichste Höchstgeschwindigkeit verordnet, an die sich alle zu halten haben. Es ehrt den Autor, dass er diese Lösungen, die ihm – und mir – gefühlsmäßig sympathisch sind, als untauglich verwirft. Langsamkeit ist kein Wert an sich; auch ich bin nicht bereit, mir den Spaß an einer spontanen Fernreise oder einem Quicke verderben zu lassen – schon gar nicht vom Erzbischof.

Wie aber sollen dann die zurzeit verkanteten Werte der Muße, der Seelenruhe und des selbstbestimmten Lebens wieder ihren Platz im öffentlichen Bewusstsein gewinnen? Reheis nennt mehrere Bewegungen, welche die Entschleunigung anstreben, zumindest als eines unter mehreren Zielen. Dass die Genießervereinigung »Slow food« und die Globalisierungskritiker der Organisation »attac« sich vor denselben Karren spannen lassen könnten, wirkt zwar einigermaßen komisch. Auch die anderen von Reheis aufgeführten Pflänzchen sind alle noch sehr zart. Aber dafür kann er nichts. Eher ist es ihm hoch anzurechnen, dass er der noch kaum entwickelten öffentlichen Diskussion Anstöße gegeben hat.

Christoph Pöppe

Der Rezensent ist Redakteur bei Spektrum der Wissenschaft.