

**Unverkäufliche Leseprobe**



**James Suzman**  
**Sie nannten es Arbeit**  
Eine andere Geschichte der Menschheit

2022. 398 S., mit 20 Abbildungen  
ISBN 978-3-406-79303-5

Weitere Informationen finden Sie hier:  
<https://www.chbeck.de/33863655>

© Verlag C.H.Beck oHG, München  
Diese Leseprobe ist urheberrechtlich geschützt.  
Sie können gerne darauf verlinken.

Arbeit ist der Kern unserer modernen Gesellschaften. Doch warum überlassen wir ihr einen so großen Teil unseres Lebens? Und warum arbeiten wir immer mehr, obwohl wir so viel produzieren wie noch nie? Entspricht das unserer Natur? Warum fühlen sich dann immer mehr Menschen überlastet und ausgebrannt? Unsere Steinzeit-Vorfahren arbeiteten weit weniger als wir. Sie arbeiteten, um zu leben und lebten nicht, um zu arbeiten. Und dennoch waren sie relativ gesund und wurden älter als die meisten Menschen, die ihnen nachfolgten.

Erst die Sesshaftwerdung des Menschen und die zunehmende Arbeitsteilung in immer größer werdenden Städten schufen die Grundlagen für unser heutiges Verhältnis zur Arbeit, zu unserer Umwelt und zu uns selbst. James Suzman liefert ein beeindruckendes Panorama von der Steinzeit bis zur Gegenwart, und lässt uns eine Welt neu denken, in der die Wachstumsideologie nicht mehr unser Leben und unseren Planeten aussaugt.

*James Suzman* ist Sozialanthropologe und Autor des Buches «Affluence without Abundance» (Wohlstand ohne Überfluss), in dem er die Gesellschaften der Jäger und Sammler als erste Wohlstandsgesellschaften porträtierte. Er ist Direktor des anthropologischen Thinktanks Anthropos und Fellow am Robinson College der Cambridge University.

**JAMES SUZMAN**

# Sie nannten es Arbeit

Eine andere Geschichte  
der Menschheit

*Aus dem Englischen  
von Karl Heinz Siber*

**C.H.BECK**

Titel der englischen Originalausgabe:  
*Work. A History of how we spend our time*  
Zuerst erschienen bei Bloomsbury Publishing,  
London, Oxford, New York, New Delhi, Sydney  
Copyright: © James Suzman, 2020  
All Rights Reserved  
Illustrationen © Michelle Fava, 2020

Die ersten vier Auflagen des Buches  
erschieden 2021 und 2022  
in gebundener Form im Verlag C.H.Beck.

1. Auflage in Beck Paperback. 2022

Für die deutsche Ausgabe:  
© Verlag C.H.Beck oHG, München 2021  
[www.chbeck.de](http://www.chbeck.de)  
Satz: Fotosatz Amann, Memmingen  
Druck und Bindung: Druckerei C.H.Beck, Nördlingen  
Umschlaggestaltung: Rothfos & Gabler, Hamburg  
Umschlagabbildung: Composing mit Bildern von © Shutterstock  
Printed in Germany  
ISBN 978 3 406 79303 5



klimateutral produziert  
[www.chbeck.de/nachhaltig](http://www.chbeck.de/nachhaltig)

Warum muss die hässliche Kröte Arbeit  
Auf meinem Leben hocken?  
Kann ich nicht meinen Grips als Mistgabel nehmen  
Und einfach das Vieh verscheuchen?

*Philip Larkin, «Kröten»*

# INHALT

Einleitung: Die ökonomische Problemstellung .....	9
---	---

## **TEIL EINS: AM ANFANG**

1 Leben ist arbeiten .....	23
2 Ruhende Hände und fleißige Schnäbel .....	43
3 Werkzeuge und Fertigkeiten .....	65
4 Die weiteren Segnungen des Feuers .....	96

## **TEIL ZWEI: FREIGIEBIGE NATUR**

5 «Die ursprüngliche Überflussgesellschaft» .....	121
6 Geister im Urwald .....	138

## **TEIL DREI: ACKERN**

7 Von der Klippe gesprungen .....	165
8 Festessen und Hungersnöte .....	189
9 Zeit ist Geld .....	212
10 Die ersten Maschinen .....	233

## **TEIL VIER: GESCHÖPFE DER GROSSSTADT**

11 Helle Lichter .....	257
12 Die Malaise des grenzenlosen Anspruchsdenkens ..	275
13 Hochbegabt .....	301
14 Tod eines Gehaltsempfängers .....	329
15 Die neue Krankheit .....	354

Schlussbemerkung .....	372
------------------------	-----

Dank .....	377
Anmerkungen .....	379
Register .....	391

## EINLEITUNG

### Die ökonomische Problemstellung

Die erste industrielle Revolution entströmte den rußgeschwärzten Schornsteinen dampfkraftgetriebener Fabrikanlagen; die zweite speiste sich aus elektrischen Steckdosen; die dritte kam in Gestalt des elektronischen Mikroprozessors. Heute befinden wir uns mitten in einer vierten industriellen Revolution, geboren aus der Zusammenführung einer Anzahl neuer digitaler, biologischer und physikalischer Technologien. Diese Revolution werde, so sagt man uns, um ein Vielfaches umweltschonender sein als ihre Vorgängerinnen. Immerhin weiß noch niemand sicher, wie sie sich manifestieren wird, abgesehen von der Gewissheit, dass immer mehr Arbeitsgänge in unseren Fabriken, Büros und Wohnungen von automatisierten robotischen Systemen übernommen werden, die durch Algorithmen lernfähiger Rechner gesteuert werden.

Die Aussicht auf eine automatisierte Zukunft verdichtet sich in der Fantasie mancher Menschen zur Utopie einer robotischen Dienstleistungswelt. Andere sehen darin eher einen fatalen Schritt auf dem Weg in eine kybernetische Dystopie. Für viele jedoch wirft die Aussicht auf eine automatisierte Zukunft vor allem eine unmittelbare Frage auf: Was passiert, wenn ein Roboter meinen Job übernimmt?

Für diejenigen von uns, die in ihrem Beruf bislang noch nicht Gefahr laufen, durch Technik ersetzbar zu sein, manifestiert sich der Siegeszug jobverschlingender Roboter im Alltäglichen: in der Kakophonie robotischer Begrüßungen und Anweisungen aus den Lautsprechern der aufgereihten Selbstbedienungskassen unserer Supermärkte oder in den umständlichen Algorithmen, die uns bei unseren Ausflügen ins digitale Universum führen, oft aber auch irreführen.

Für die Hunderte Millionen Erwerbslosen, die in der Wellblech-Peripherie der Schwellen- und Entwicklungsländer von der Hand in den Mund leben – Länder, in denen das Wirtschaftswachstum zunehmend durch die Paarung modernster Technik mit mobilem Kapital vorangetrieben wird und daher wenig neue Arbeitsplätze schafft –, ist die Automatisierung ein noch ungleich akuterer Problem. Das gilt auch für viele angelernte Arbeitskräfte in den Industrieländern, für die der Streik die einzig verbleibende Chance zur Rettung ihrer Jobs vor Automaten und Robotern ist – deren größter Vorzug darin besteht, dass sie nie streiken. Und auch wenn es jetzt noch nicht danach aussehen mag, zeichnet sich ein ähnliches Schicksal auch für manche hochqualifizierte Berufe ab. Wenn künstliche Intelligenz die Aufgabe, künstliche Intelligenz zu programmieren, jetzt besser lösen kann als ein Mensch, dann deutet dies darauf hin, dass unsere Erfindungsgabe uns den bösen Streich gespielt hat, unsere Fabriken, Büros und Arbeitsumgebungen in Werkstätten des Teufels zu verwandeln, die uns die Hände in den Schoß legen lassen und unserem Leben Sinn und Struktur rauben.

Wenn das stimmt, tun wir gut daran, uns Sorgen zu machen. Immerhin arbeiten wir, um zu leben, und leben, um zu arbeiten, und sind so gestrickt, dass wir uns in fast jedem Beruf Sinn, Erfüllung und Stolz holen können, sei es aus der monotonen rhythmischen Gymnastik des Schrubbens von Fußböden oder sei es aus dem Ausbaldowern von Steuerschlupflöchern. Außerdem prägt die Arbeit, die wir machen, unsere Persönlichkeit, entscheidet über unsere Zukunftsaussichten, bestimmt darüber, wo und mit wem wir den Großteil unserer Zeit verbringen, beeinflusst unser Selbstwertgefühl, prägt viele unserer Wertvorstellungen und trägt auch zur Ausrichtung unserer politischen Loyalitäten bei. Das geht so weit, dass wir gerne Loblieder auf Leistungsträger anstimmen und die Faulheit von Drückebergern beklagen und dass alle unsere Politiker, gleich welcher Couleur, sich gebetsmühlenartig zum Ziel der Vollbeschäftigung bekennen.

Dem liegt die Überzeugung zugrunde, dass wir genetisch darauf angelegt sind, zu arbeiten, und dass die Entwicklung unserer Spezies durch eine einzigartige Verschränkung von zweckgerichteter Intelligenz und Arbeitssamkeit geprägt worden ist, die uns die Fähigkeit verliehen hat, Gesellschaften zu organisieren, die so viel mehr sind als die Summe ihrer Teile.

Unsere Ängste vor einer automatisierten Zukunft kontrastieren mit dem Optimismus vieler Denker und Träumer, die schon seit den ersten Geburtswehen der industriellen Revolution fest daran glaubten, die Automatisierung der Arbeit könne der Schlüssel zu einem wirtschaftlichen Schlaraffenland sein. Dazu gehörten Leute wie Adam Smith, der Begründer der Volkswirtschaftslehre, der 1776 von «nützlichen Maschinen [...] zur Erleichterung und Abkürzung der Arbeit» schwärmte,<sup>1</sup> oder Oscar Wilde, der sich ein Jahrhundert später eine Zukunft ausmalte, in der «Maschinen alle notwendige und unangenehme Arbeit verrichten» würden.<sup>2</sup> Keiner jedoch arbeitete diese Utopie so gründlich aus wie John Maynard Keynes, der einflussreichste Volkswirtschaftler des 20. Jahrhunderts. 1930 wagte er die Voraussage, dank Kapitalvermehrung, ständig weiter wachsender Produktivität und des technischen Fortschritts könnten oder müssten wir gegen Anfang des 21. Jahrhunderts im Eingangsbereich zu einem «gelobten Land» ankommen, mit einer Wirtschaft, die die Grundbedürfnisse aller Menschen mühelos stillen würde und in der infolgedessen niemand mehr als 15 Stunden pro Woche arbeiten werde.

Die Schwellenwerte in puncto Produktivität und Kapitalvermehrung, die nach Keynes' Berechnungen den Zugang zu diesem «gelobten Land» ermöglichen würden, haben wir schon vor einigen Jahrzehnten erreicht, doch offensichtlich ist die Menschheit noch nicht so weit, dass sie die Fortschrittsdividende einstreichen könnte. Die meisten von uns arbeiten noch genauso fleißig wie unsere Großeltern und Urgroßeltern, und unsere Regierungen starren heute noch ebenso gebannt auf die Parameter Wirtschaftswachstum und Vollbeschäftigung wie vor Jahrzehnten. Und damit nicht genug: Private und staatliche Pensionskassen ächzen unter der Last ihrer Zahlungsverpflichtungen an eine immer älter werdende Rentnerbevölkerung, und von vielen von uns wird erwartet, dass wir bis zu zehn Jahre länger arbeiten als unsere Großelterngeneration vor 50 Jahren; trotz aller unerhörten Fortschritte in Technik und Produktivität verzeichnen einige der fortgeschrittenen Volkswirtschaften der Welt, etwa Japan und Südkorea, nach amtlichen Angaben Hunderte unnötiger Todesfälle infolge überstundenbedingter Erschöpfung.

Anscheinend ist die Menschheit also noch nicht bereit, ihre kollektive Dividende einzufordern. Wenn wir ergründen wollen, warum das so ist, müssen wir uns erst einmal klarmachen, dass unsere Beziehung zur

Arbeit sehr viel interessanter und verwickelter ist, als die meisten herkömmlichen Volkswirtschaftler uns glauben machen.

Nach Überzeugung von Keynes würde die Ankunft der Menschheit in dem von ihm erträumten wirtschaftlichen Schlaraffenland der größte Triumph unserer Spezies sein, hätten wir dann doch nicht weniger geschafft, als «die wichtigste, allerdringlichste Aufgabe der Menschheit» zu lösen – «nicht nur der Menschheit, sondern des gesamten biologischen Königreichs von den Anfängen des Lebens in seinen primitivsten Formen».

Das akute Problem, das Keynes hier im Auge hatte, tauchte in der klassischen Volkswirtschaftslehre als das «ökonomische Problem» auf, manchmal auch unter der Bezeichnung «Knappheitsproblem». Es besagt: Wir sind rationale Wesen mit unersättlichem Appetit, und da die Erde einfach nicht genug Ressourcen hergibt, um allen Menschen alle Wünsche zu erfüllen, herrscht eine immerwährende Knappheit. Die Vorstellung, unsere Bedürfnisse seien unbegrenzt, unsere Ressourcen jedoch allesamt begrenzt, residiert nah am pochenden Herzen der «Wirtschaftslehre», definiert als die Lehre von der Art und Weise, wie Menschen mit knappen Ressourcen haushalten, in dem Bestreben, die eigenen Bedürfnisse und Wünsche zu erfüllen. Dasselbe Prinzip liegt auch unseren Märkten und unseren Finanz-, Beschäftigungs- und Geldsystemen zugrunde. Für den klassischen Ökonomen ist es also die Knappheit, die uns dazu bringt, zu arbeiten, denn nur durch Arbeit – indem wir herstellen, produzieren und mit knappen Ressourcen handeln – kommen wir dem Ziel näher, die Kluft zwischen unseren anscheinend grenzenlosen Wünschen und unseren begrenzten Mitteln zu überbrücken.

Das Knappheits-Paradigma zeichnet ein wenig erfreuliches Bild von unserer Spezies. Es will uns lehren, die Evolution habe uns zu selbstsüchtigen Geschöpfen gemacht, verdammt dazu, für immer Geiseln unerfüllbarer Bedürfnisse zu bleiben. Während diese Grundannahmen über die menschliche Natur vielen in unserer industrialisierten Welt offenkundig und selbstverständlich erscheinen mögen, stoßen sie bei vielen anderen, etwa bei den Ju/'Hoansi-«Buschmännern» der südafrikanischen Kalahari, die bis zur Jahrtausendwende noch als Jäger und Sammler lebten, auf Unverständnis.

Seit den frühen 1990er Jahren dokumentiere ich die oft traumatisch verlaufenden Begegnungen der Ju/'Hoansi mit einer scheinbar unaufhaltsam expandierenden Weltwirtschaft. Es ist eine Geschichte mit vielen brutalen Kapiteln, und sie spielt entlang einer Frontlinie zwischen zwei grundlegend verschiedenen Lebensweisen, die auf jeweils höchst unterschiedlichen sozialen und wirtschaftlichen Philosophien gründen und auf höchst unterschiedlichen Annahmen zum Wesen der Knappheit beruhen. Den Ju/'Hoansi erscheinen die Marktwirtschaft und die ihr zugrunde liegenden Annahmen über die menschliche Natur ebenso rätselhaft wie unbefriedigend. Sie sind damit nicht allein. Auch andere Gesellschaften, die bis ins 20. Jahrhundert hinein als Jäger und Sammler lebten, von den Hadzabe Ostafrikas bis zu den Inuit der Arktis, haben sich sehr schwer damit getan, den Normen eines auf immerwährender Knappheit beruhenden Wirtschaftssystems einen Sinn abzugewinnen und sich ihnen anzupassen.

Als Keynes erstmals sein wirtschaftliches Schlaraffenland beschrieb, war die Erforschung von Jäger-und-Sammler-Gesellschaften kaum mehr als ein Seitenarm der als wissenschaftliche Disziplin gerade erst im Entstehen begriffenen Sozialanthropologie. Selbst wenn Keynes den Wunsch gehabt hätte, mehr über Jäger und Sammler zu erfahren, hätte er nicht sehr viel gefunden, das die damals vorherrschende Auffassung in Frage gestellt hätte, das Leben sei in solchen primitiven Gesellschaften ein ständiger Kampf gegen das Verhungern. Und er hätte auch nichts gefunden, das Zweifel an der Überzeugung gesät hätte, dass die Menschheit allen gelegentlichen Rückschlägen zum Trotz eine Geschichte des ständigen Fortschritts schrieb und dass unser Bedürfnis, zu arbeiten, zu produzieren, zu bauen und zu tauschen, angespornt von unserem gleichsam angeborenen Bedürfnis, das Problem der wirtschaftlichen Knappheit zu lösen, die diesen Fortschritt antreibende Kraft ist.

Doch wie wir jetzt wissen, stimmt es gar nicht, dass Jäger und Sammler wie die Ju/'Hoansi ständig am Rand des Verhungerns lebten. In Wirklichkeit waren sie normalerweise wohlgenährt, hatten eine höhere Lebenserwartung als die meisten Ackerbau-Gesellschaften, arbeiteten selten mehr als 15 Stunden die Woche und verbrachten einen Großteil ihrer Zeit damit, sich zu regenerieren und ihre Hobbys zu pflegen. Wie wir ferner wissen, war ihnen dies möglich, weil sie nicht routinemäßig Nahrungsmittel

## 14 EINLEITUNG

einlagerten oder horteten, kaum Interesse am Erwerb von Vermögenswerten oder Status hatten und im Wesentlichen nur arbeiteten, um ihren kurzfristigen materiellen Bedarf zu decken. Während die «Wirtschaftslehre» besagt, wir seien allesamt dazu verdammt, in der Zwickmühle zwischen unseren unbegrenzten Bedürfnissen und unseren begrenzten Mitteln zu leben, begnügten sich die Jäger und Sammler mit einigen wenigen materiellen Bedürfnissen, für deren Stillung ein paar Stunden Arbeit genügten. Das Wirtschaftsleben dieser Gesellschaften gründete auf der Prämisse, dass stets für alle genug da ist, und nicht auf der Angst vor einer Verknappung. Wir haben guten Grund zu der Annahme, dass unsere Vorfahren während mindestens 95 Prozent der 300 000-jährigen Geschichte des Homo sapiens als Jäger und Sammler lebten, was die Vermutung nahelegt, dass unsere Annahmen über die Angst vor dem Mangel und unsere Einstellung zur Arbeit erst nach dem Übergang zum Ackerbau entstanden sind.

Die Einsicht, dass sich während der längsten Zeit unserer Geschichte als Menschheit unsere Vorfahren nicht so viele Sorgen über Knappheit gemacht haben, wie wir es heute tun, sollte uns daran gemahnen, dass wir unter Arbeit sehr viel mehr verstehen als nur das, was wir tun, um gegen das Knappheitsproblem anzugehen. Das ist etwas, das uns allen bewusst ist: Wir bezeichnen gewohnheitsmäßig zweckgerichtete Aktivitäten aller Art jenseits unserer Erwerbstätigkeit als «Arbeit». Wir können zum Beispiel an unseren Beziehungen arbeiten, an unserer körperlichen Fitness oder sogar an unserer Freizeitgestaltung.

Wenn Volkswirtschaftler «Arbeit» als den Aufwand an Zeit und Energie definieren, den wir treiben, um unsere Bedürfnisse und Wünsche zu befriedigen, lassen sie zwei offenkundige Probleme außer Acht. Das erste ist, dass vielfach das Einzige, was Arbeit von Freizeitbeschäftigung unterscheidet, der Kontext ist, einschließlich der Frage, ob wir für das, was wir tun, bezahlt werden oder ob wir dafür bezahlen. Einen Elch zu erlegen, ist für einen vorzeitlichen Jäger Arbeit, für viele heutige Jäger hingegen eine aufregende und oft sehr teure Freizeitaktivität; eine Zeichnung anzufertigen, ist für einen Künstler Arbeit, dagegen für Millionen Hobbykünstler ein Freizeitvergnügen. Die Pflege von Beziehungen zu politischen Strippenziehern ist für einen Lobbyisten Arbeit, während für die

meisten von uns die Pflege unserer Freundschaftsbeziehungen etwas ist, das uns Freude bereitet. Das zweite Problem ist, dass über den Energieaufwand hinaus, den wir treiben, um unsere grundlegenden Bedürfnisse zu befriedigen – nach Nahrung, Wasser, Luft, Wärme, Gemeinschaft und Sicherheit –, nur ein sehr geringes Maß an Einigkeit darüber besteht, welche Dinge wir zum Leben wirklich brauchen. Unsere Grundbedürfnisse verzahnen sich oft so eng mit unseren Wünschen, dass sich beide nicht mehr entwirren lassen. So mancher wird steif und fest behaupten, ein Frühstückscroissant mit einer guten Tasse Kaffee dazu sei ein Grundbedürfnis; für andere ist es vielleicht ein Luxus.

Die Definition von «Arbeit», auf die sich wohl die meisten von uns einigen könnten – Jäger und Sammler ebenso wie Derivatehändler in Nadelstreifen und Subsistenzbauern mit schwieligen Händen –, besagt, Arbeit sei jede zweckgerichtete Verausgabung von Energie für die Bewältigung einer Aufgabe oder die Erreichung eines Ziels. Von dem Moment an, als Menschen erstmals begannen, die Welt um sie herum aufzuteilen und die Erfahrungen, die sie dabei machten, in Begriffe, Worte und Ideen zu gießen, hatten sie mit Sicherheit eine Vorstellung von «Arbeit» oder einen Begriff davon. Zusammen mit Liebe, Elternschaft, Musik und Totenklage ist Arbeit eines der wenigen Konzepte, an denen sich Anthropologen ebenso entlanghangeln konnten wie Reisende, die es in fremde Gestade verschlug. Überall dort, wo eine fremde Sprache oder verwirrende Sitten und Gebräuche die Kommunikation erschweren, kann die simple Tat, jemandem praktische Hilfe bei der Lösung eines Problems zu leisten, Misstrauen oder andere Hemmnisse viel schneller beseitigen, als gestammelte Worte es könnten. Eine helfende Handreichung ist ein Ausdruck guten Willens und öffnet, wie ein Tanz oder ein Lied, die Tür zu sinnstiftenden Gemeinsamkeiten und einem Gleichklang der Erfahrungen.

Wenn wir uns von der Vorstellung verabschieden, die menschliche Existenz werde für immer und ewig im Zeichen des Knappheitsproblems stehen, bewirkt das mehr, als nur die Definition von «Arbeit» über den Zweck der bloßen Existenzsicherung hinaus zu erweitern. Es öffnet uns vielmehr ein neues Sichtfenster, durch das wir unsere tiefe historische Beziehung zur Arbeit neu betrachten können, von den Anfängen des Lebens bis zu unserer geschäftigen Gegenwart. Es wirft auch eine Reihe

neuer Fragen auf: Warum messen wir Heutigen der Arbeit eine so viel größere Bedeutung bei, als unsere jagenden und sammelnden Vorfahren es taten? Warum bleiben wir im Zeitalter eines nie da gewesenen Überflusses so fixiert auf das Schreckgespenst der Knappheit?

Um diese Fragen beantworten zu können, müssen wir weit über die Grenzen der herkömmlichen Volkswirtschaftslehre hinausgehen – in die Welt der Physik, der Evolutionsbiologie und der Zoologie. Noch wichtiger ist vielleicht, dass wir der Frage mit einer sozialanthropologischen Sichtweise zu Leibe rücken. Nur die sozialanthropologische Erforschung von Gesellschaften, die bis ins 20. Jahrhundert hinein als Jäger und Sammler lebten, versetzt uns in die Lage, die Steinwerkzeuge, die Felszeichnungen und die Knochenfragmente zum Leben zu erwecken, die die einzigen noch reichlich vorhandenen materiellen Zeugen dafür sind, wie unsere nichtsesshaften Vorfahren lebten und arbeiteten. Der sozialanthropologische Ansatz ist auch der einzige, der uns überhaupt die Chance bietet, herauszufinden, wie die unterschiedlichen Spielarten von Arbeit, mit denen wir unseren Lebensunterhalt bestreiten, unsere Wahrnehmung und Deutung der Welt prägen. Dieser breit aufgefächerte Ansatz eröffnet uns überraschende Einsichten in die weit in die Vergangenheit zurückreichenden Wurzeln dessen, was oft als dezidiert moderne Herausforderung gesehen wird. Er offenbart uns zum Beispiel, dass und wie unser Verhältnis zu Maschinen an die Beziehung der ersten Ackerbauern zu ihren Zugpferden und den anderen Lasttieren, die ihnen die Arbeit erleichterten, erinnert und anknüpft und auf welch bemerkenswerte Weise unsere Ängste vor der Automatisierung an die Ängste erinnern, die in Sklavenhalter-Gesellschaften so vielen Menschen schlaflose Nächte bereiteten.

Wenn wir darangehen, die Geschichte unseres Verhältnisses zur Arbeit abzustecken, kristallisieren sich zwei einander mehrfach schneidende Pfade heraus, denen zu folgen sich vorrangig anbietet.

Der erste Pfad zeichnet die Geschichte unserer Beziehung zur Energie nach. Arbeit beinhaltet in ihrer grundlegenden Form immer einen Energietransfer, und die Fähigkeit, bestimmte Arten von Arbeit zu leisten, unterscheidet lebende Organismen von toter, unbeseelter Materie. Denn nur lebende Organismen laden sich aktiv mit Energie auf zu dem aus-

drücklichen Zweck, zu leben, zu wachsen und sich zu reproduzieren. Beim Beschreiten dieses Pfades stellt sich heraus, dass wir nicht die einzige Spezies sind, die routinemäßig überschüssige Energie besitzt oder die in eine apathische, niedergedrückte und demoralisierte Stimmung gerät, wenn sich ihr kein Ziel bietet und sie keine sinnvolle Arbeit hat. Daraus ergibt sich eine ganze Reihe weitergehender Fragen zum Wesen der Arbeit und zu unserem Verhältnis zu ihr. Beispielsweise die Frage, ob auch Lebewesen wie ein Bakterium, eine Pflanze oder ein Kutschpferd arbeiten? Wenn ja, wie und wodurch unterscheidet sich ihre Arbeit von der der Menschen und der von Menschen gebauten Maschinen? Und was verrät uns dies über unsere Art zu arbeiten?

Dieser Pfad beginnt in dem Moment, da zum ersten Mal eine chaotische Ansammlung unterschiedlicher Moleküle durch Einwirkung von Energie zu einem lebenden Organismus zusammenwuchs. Der Pfad weitete sich ständig und mit zunehmendem Tempo in dem Maß, wie das Leben sich über die Erdoberfläche ausbreitete und im Zuge seiner Fortentwicklung neue Energiequellen erschloss, darunter Sonnenstrahlung und Sauerstoff, Feuer, fleischliche Nahrung und schließlich fossile Brennstoffe, die wir für uns arbeiten lassen können.

Der zweite Pfad verläuft entlang der evolutionären und kulturellen «Reise» der Menschheit. Zu den frühen physischen Meilensteinen dieser Reise gehören grobe Steinwerkzeuge, Herdstellen und «Kieselperlen». Spätere Meilensteine erscheinen in Gestalt von leistungsfähigen Kraftmaschinen, Megastädten, Wertpapierbörsen, Agrarfabriken, Nationalstaaten und weltumspannenden Netzwerken energiehungriger Rechenmaschinen. Zugleich liegen am Rande dieses Pfades aber auch viele unsichtbare Meilensteine, in Form von Ideen, Konzepten, Ambitionen, Hoffnungen, Gewohnheiten, Ritualen, Praktiken, Institutionen und Geschichten – die Bausteine unserer Kulturen und unserer Geschichte. Wenn wir diese Reise Revue passieren lassen, können wir nachvollziehen, mit welcher bemerkenswerter Planmäßigkeit unsere Vorfahren die Fähigkeit entwickelten, zahlreiche neue Fertigkeiten unterschiedlichster Art zu erwerben, bis hin zu dem Punkt, dass wir mittlerweile in der Lage sind, Sinn, Freude und höchste Zufriedenheit aus unterschiedlichsten Aktivitäten – wie Pyramiden bauen, Löcher graben und Papier vollkritzeln – zu schöpfen. Wir lernen daraus auch, wie die Arbeiten, die unsere Vorfahren verrich-

teten, und die Fertigkeiten, die sie sich dabei nach und nach aneigneten, ihre Wahrnehmung der sie umgebenden Welt und ihre Interaktionen mit ihr geprägt haben.

Die Punkte, an denen diese beiden Pfade konvergieren, sind die wichtigsten, wenn es darum geht, ein Verständnis für unser heutiges Verhältnis zur Arbeit zu gewinnen. Der erste dieser Konvergenzpunkte wurde erreicht, als die Menschen das Feuer zu beherrschen lernten, was vielleicht schon vor einer Million Jahren passierte. Indem sie lernten, einen Teil ihres Energiebedarfs an die Flammen zu delegieren, verschafften sie sich den Vorteil, nicht mehr so viel Zeit für die Nahrungsbeschaffung aufwenden zu müssen, sich in der kalten Jahreszeit warmzuhalten und ihren Speisezettel erheblich zu erweitern, alles Errungenschaften, die die Entwicklung eines zunehmend energiehungrigen, zunehmend leistungsfähigeren menschlichen Gehirns vorantrieben.

Der zweite entscheidende Schnittpunkt liegt erst verhältnismäßig kurz zurück und war nach allem, was wir wissen, sehr viel umwälzender. Es begann vor rund 12 000 Jahren damit, dass unsere Vorfahren auf die Idee kamen und sich angewöhnten, Nahrungsmittel einzulagern und mit dem Anbau von Nutzpflanzen zu experimentieren, ein Schritt, der ihre Beziehungen zu ihrer Umwelt, zueinander, zum Problem der Knappheit und zur Arbeit transformierte. Bei der Beschäftigung mit diesem Überschneidungspunkt zeigt sich auch, ein wie großer Teil der formalen volkswirtschaftlichen Architektur, in die wir unser Arbeitsleben heute organisatorisch einbetten, auf den Ackerbau zurückgeht und wie eng unsere Vorstellungen von Gleichheit und Status mit unserer Einstellung zur Arbeit verknüpft sind.

Ein dritter Überschneidungspunkt findet sich dort, wo die Menschen sich in Städten zu sammeln begannen; das geschah vor rund 8000 Jahren, als manche Ackerbau-Gesellschaften es schafften, so große Nahrungsüberschüsse zu erwirtschaften, dass damit eine wachsende Stadtbevölkerung versorgt werden konnte. Und auch diese Etappe verkörpert ein wichtiges neues Kapitel in der Geschichte der Arbeit, definiert nicht etwa durch die Notwendigkeit, in Feldarbeit investierte Energie in Feldfrüchte umzuwandeln, sondern vielmehr durch das gebieterische Bedürfnis, Energie zu verausgaben. Die Geburt der ersten Städte legte den Keim für die Entstehung und Entwicklung einer ganz neuen Palette von Fertigkeit-

ten, Berufen, Arbeitsabläufen und Gewerben, die unter den Bedingungen einer Subsistenzwirtschaft oder in Jäger-und-Sammler-Gesellschaften undenkbar gewesen wären.

Die Entstehung großer Dörfer, aus denen später Kleinstädte und am Ende Großstädte wurden, leistete auch einen wichtigen Beitrag dazu, dass sich die Dynamik der Sparsamkeit und des Knappheitsproblems grundlegend veränderte. Weil die physischen Bedürfnisse der meisten Stadtbewohner von Bauern befriedigt wurden, die in der ländlichen Umgebung Nahrungsmittel erzeugten, verlegten sie ihre rastlose Energie auf das Streben nach Status, Wohlstand, Vergnügungen, Muße und Macht. Die Städte wurden sehr schnell zu Retorten der Ungleichheit, ein Prozess, der beschleunigt wurde durch den Umstand, dass zwischen den Stadtbewohnern nicht mehr die engen verwandtschaftlichen und gesellschaftlichen Bindungen bestanden, wie sie für kleine ländliche Dorfgemeinschaften typisch waren. Infolgedessen verknüpften Stadtbewohner ihre gesellschaftliche Identität in zunehmendem Maß mit ihrer Arbeit und schmiedeten ihre sozialen Bindungen eher innerhalb der Gruppe derjenigen, die im selben Metier wie sie selbst tätig waren.

Den vierten Überschneidungspunkt markiert das Aufkommen von Fabriken, Eisenhütten und anderen Ruß und Rauch ausstoßenden Arbeitsstätten, entstanden dank der erlangten Fähigkeit westeuropäischer Völker, die in fossilen Bodenschätzen gespeicherte Energie zu gewinnen und zu nutzen und aus ihr einen bis dahin nicht vorstellbar gewesenen materiellen Wohlstand zu schöpfen. In dieser Etappe, die im frühen 18. Jahrhundert beginnt, sehen wir eine abrupte Expansion beider Pfade. Auf beiden geht es zunehmend enger zu, entsprechend der rapiden Zunahme der Zahl und Größe von Städten und einem starken Wachstum sowohl der menschlichen Bevölkerung als auch der von unseren Vorfahren domestizierten Tier- und Pflanzenpopulationen. Ein weiterer Grund für den immer dichteren Verkehr auf beiden Pfaden war die Potenzierung unserer Fixiertheit auf Knappheit und Arbeit – paradoxerweise nach Anbruch eines Zeitalters, das uns einen wachsenden Überfluss an Dingen bescherte. Noch ist es zwar zu früh, ein Urteil zu fällen, aber es fällt schwer, sich des Verdachts zu erwehren, dass künftige Historiker nicht mehr zwischen der ersten, zweiten, dritten und vierten industriellen Re-

## 20 EINLEITUNG

volution unterscheiden, sondern dass sie stattdessen die gesamte Ära, innerhalb derer sich diese Revolutionen vollzogen, als eine der entscheidenden für die Beziehung unserer Spezies zur Arbeit einstufen werden.

TEIL EINS

AM ANFANG

## Leben ist arbeiten

Es herrschte an diesem Nachmittag im Frühjahr 1994 eine so sengende Hitze, dass sogar die Kinder mit ihren Lederhaut-Fußsohlen quietschten, wenn sie von einem Schattenplatz zu einem anderen über ein paar Meter glühenden Sandes spurteten. Es ging kein Lüftchen, und der Land Cruiser des Missionars wirbelte, als er die sandbedeckte Holperstrecke zum Skoonheid Resettlement Camp in der namibischen Kalahari-Wüste heraufdonnerte, dicke Staubwolken auf, die noch lange, nachdem das Fahrzeug zum Stehen gekommen war, in der Luft hingen.

Für die knapp 200 Ju/'Hoansi-Buschmänner, die sich vor der brennenden Sonne verkrochen hatten, waren Tage, an denen ein Missionar zu Besuch kam, eine willkommene Abwechslung von dem langweiligen Warten auf staatliche Lebensmittellieferungen. Es war auch deutlich unterhaltsamer, als kreuz und quer durch die Wüste zu schlappen, von einer der weitläufigen Rinderfarmen zur nächsten, in der Hoffnung, der eine oder andere weiße Farmer werde sich bewegen lassen, sie für eine Arbeit zu engagieren. Nachdem sie ein halbes Jahrhundert lang unter der Peitsche der weißen Viehzüchter gelebt hatten, die ihnen ihr Land genommen hatten, waren selbst die skeptischen in der Gruppe der Meinung, es sei ein Gebot der Vernunft, sich anzuhören, was die geweihten irdischen Gesandten des Gottes der Rinderfarmer ihnen zu sagen hatten.

Als die Sonne sich zum westlichen Horizont hin senkte, kletterte der Missionar aus seinem Land Cruiser, baute an der Heckklappe eine improvisierte Kanzel auf und rief die Gemeinde zusammen. Es war noch immer glühend heiß, und die Leute suchten sich mit schläfrigen Bewegungen einen Sitzplatz im Schattenmosaik des Baumes. Das Unkomfor-

table daran war, dass der Schatten des Baumes umso länger wurde, je tiefer die Sonne sank, sodass die Gemeinde immer wieder nachrücken musste, um im Schatten zu bleiben, was jedes Mal ein allgemeines Aufstehen und wieder Hinsetzen mit viel Ellenbogeneinsatz und Rangelei mit sich brachte. Es führte auch dazu, dass das Gros der Gemeinde sich zunehmend weiter von der improvisierten Kanzel entfernte, sodass der Missionar seine Predigt in laut bellendem Ton halten musste.

Die Szenerie verlieh dem Ereignis eine gewisse biblische Schwere. Nicht genug damit, dass die Sonne den Missionar in eine in die Augen stechende Corona tauchte, spielte sie, ebenso wie der Mond, der bald darauf im Osten aufging, und der Baum, unter dem die Menschen saßen, eine Hauptrolle in der Geschichte, die der Missionar erzählte: von der Schöpfung und vom Sündenfall.

Er begann damit, dass er seine Schäfchen an den Grund erinnerte, aus dem Menschen jeden Sonntag zur Andacht zusammenkamen: weil Gott sechs Tage lang unermüdlich daran gearbeitet hatte, Himmel, Erde, Meere, Sonne, Mond, Vögel, Tiere, Fische usw. zu erschaffen, und erst am siebten Tag, als die Arbeit getan war, geruht hatte. Weil die Menschen nach dem Bild Gottes erschaffen worden seien, werde auch von ihnen erwartet, so ermahnte er seine Zuhörer, jeweils sechs Tage zu arbeiten und sich am siebenten auszuruhen – und ihrem Gott für die unzähligen Wohltaten zu danken, die er ihnen erwies.

Die Worte, mit denen der Missionar seine Predigt eröffnete, wurden mit dem Nicken einiger Köpfe und mit einem «Amen» aus dem Mund der engagierteren Gemeindemitglieder quittiert. Die meisten taten sich jedoch schwer, sich konkret vorzustellen, für welche Wohltaten sie dankbar sein sollten. Sie wussten, was es hieß, Schwerarbeit zu leisten, wussten auch, wie wichtig es ist, sich genug Zeit zum Ausruhen zu nehmen. Doch wie es sich anfühlen würde, an den materiellen Belohnungen für ihre Mühen teilzuhaben, konnten sie sich nicht vorstellen. Im Verlauf eines halben Jahrhunderts war es ihrer Hände Arbeit gewesen, die aus einem semiariden Landstrich in kraftraubender Plackerei Weidegründe für profitable Viehfarmen gemacht hatte. Die ganze Zeit über hatten die Farmer, die sich nie scheuten, ihren Ju/'Hoansi-Arbeitern mit der Peitsche jeden Müßiggang auszutreiben, sich jeden Sonntag frei genommen.

Der Missionar schilderte den Versammelten, wie der Herrgott Adam

und Eva eingeschränkt hatte, den Garten Eden zu pflegen, und wie danach die Schlange die beiden verführt hatte, eine Todsünde zu begehen, woraufhin der Allmächtige «die Erde verflucht» und die Söhne und Töchter Adams und Evas zu lebenslanger Feldarbeit verurteilt hatte.

Diese Geschichte aus der Bibel leuchtete den Ju/'Hoansi eher ein als viele andere, die sie von Missionaren gehört hatten – nicht nur weil sie alle wussten, wie sich die Versuchung anfühlte, mit einer Person zu schlafen, mit der sich das nicht gehörte. Sie sahen darin eine Parabel ihrer eigenen jüngeren Geschichte. Alle älteren Ju/'Hoansi in Skoonheid konnten sich an die Zeit erinnern, als dieses Land ihnen allein gehört hatte und sie einzig und allein davon gelebt hatten, wilde Tiere zu jagen und wild wachsende Früchte, Knollen und Gemüse zu sammeln. Sie wussten noch sehr gut, dass die Halbwüste, die ihre Heimat war, wie der Garten Eden ein stetiges (wenn auch launisches) Füllhorn war und ihnen fast immer genug zu essen lieferte, wenn sie dafür, oft kurz entschlossen, ein paar Stunden aufwandten. Manche von ihnen vermuteten jetzt, dass vielleicht sie selbst irgendeine Todsünde begangen hatten, wonach dann ab den 1920er Jahren weiße Farmer und uniformierte Kolonialpolizei – erst wenige, dann eine anschwellende Flut – in die Kalahari gekommen waren, mit Pferden, Schusswaffen, Wasserpumpen, Stacheldraht, Rindern und seltsamen Gesetzen, und das ganze Land für sich in Besitz genommen hatten.

Die weißen Farmer hatten schnell gemerkt, dass Viehzucht in einer so landwirtschaftsfeindlichen Region wie der Kalahari nur unter Einsatz vieler Arbeitskräfte funktionieren konnte. Sie stellten Kommandos auf, die Jagd auf die «wilden» Buschmänner machten, um sie zur Sklavenarbeit zu zwingen, nahmen Kinder der Buschmänner als Geiseln, um den Gehorsam der Eltern zu erzwingen, und veranstalteten regelmäßige Auspeitschungen, um ihnen die «Tugenden harter Arbeit» beizubringen. Ihrer traditionellen Lebensgrundlagen beraubt, lernten die Ju/'Hoansi, dass sie, wie Adam und Eva, für die weißen Farmer schuften mussten, um zu überleben.

30 Jahre lang fanden sie sich mit diesem Dasein ab. Als aber Namibia 1990 seine Unabhängigkeit von Südafrika erlangte, hielt der technische Fortschritt Einzug, mit der Folge, dass die Rinderfarmen produktiver wurden und in zunehmend geringerem Maß auf menschliche Arbeitskräfte angewiesen waren. Als die Regierung von den Farmern verlangte,

sie müssten ihre Arbeiter fest anstellen, ihnen marktübliche Löhne zahlen und sie anständig unterbringen, jagten viele Rinderfarmer ihre Leute einfach davon. Aus ihrer Sicht war es sehr viel wirtschaftlicher und sehr viel weniger Ärger verheißend, Geld in die Anschaffung der richtigen Maschinen zu investieren und den Betrieb mit möglichst wenig Personal weiterzuführen. Vielen Ju/'Hoansi blieb daraufhin kaum etwas anderes übrig, als ihr Lager an irgendeinem Straßenrand aufzuschlagen, an der Peripherie eines der weiter nördlich gelegenen Herero-Dörfer ein Stück Boden zu beackern oder sich in einem der zwei kleinen Reservate («Resettlement Areas») einzuquartieren, wo es wenig mehr zu tun gab, als herumzusitzen und auf die nächste Proviantlieferung zu warten.

An diesem Punkt verlor die Geschichte vom Sündenfall für die Ju/'Hoansi viel von ihrem Sinn. Denn wenn sie, wie Adam und Eva, vom lieben Gott zu lebenslanger schwerer Feldarbeit verurteilt worden waren, weshalb waren sie dann jetzt von ihren Farmern, die ihnen sagten, sie hätten keine Arbeit mehr für sie, vom Feld gejagt worden?

Sigmund Freud war der Überzeugung, alle Mythen unserer Welt – auch die biblische Erzählung von Adam und Eva – bürden in sich den Geheimschlüssel zum Verständnis unserer «psychosexuellen Entwicklung». Dagegen vertrat sein Kollege und Rivale Carl Gustav Jung die These, Mythen seien nichts weniger als die destillierte Essenz des «kollektiven Unbewussten» der Menschheit. Und für Claude Lévi-Strauss, den geistigen Leuchtturm eines großen Teils der Sozialanthropologie des 20. Jahrhunderts, bildeten die gesammelten Mythologien unserer Welt zusammengekommen ein großes und unübersichtliches Rätselbild, das, wenn es sich richtig entschlüsseln ließe, die «Tiefenstrukturen» der menschlichen Psyche offenbaren würde.

Ob uns die diversen Mythen und Mythologien unserer Welt nun ein Fenster zu unserem «kollektiven Unbewussten» öffnen oder nicht, ob sie unsere sexuellen Blockierungen erklären können oder nicht oder ob sie uns Einblick in die Tiefenstrukturen unserer Psyche gewähren, sei dahingestellt. Ganz sicher offenbaren sie uns jedoch Einsichten in einige universelle Aspekte der menschlichen Erfahrung. Einer davon ist die Vorstellung, dass unsere Welt – so vollkommen sie zum Zeitpunkt der Schöpfung

gewesen sein mag – ein Spielball chaotischer Kräfte war und bleiben wird und dass wir Menschen etwas dafür tun müssen, diese Kräfte in Schach zu halten.

In den Reihen der Gemeinde, die an jenem heißen Nachmittag in Skoonheid dem Missionar lauschte, befanden sich ein paar «Alte». Sie waren die letzten unter den Ju/'Hoansi, die noch den größeren Teil ihres Lebens als Jäger und Sammler verbracht hatten. Das Trauma der gewaltsamen Vertreibung aus ihrem traditionellen Leben ertrugen sie mit jenem stoischen Gleichmut, der für das Leben traditioneller Jäger und Sammler typisch war; während sie auf den Tod warteten, suchten und fanden sie Trost darin, einander immer wieder die «Geschichten vom Anfang» zu erzählen – die Schöpfungsmythen, die sie als Kinder gehört und sich eingepägt hatten.

Bevor christliche Missionare bei den Ju/'Hoansi auftauchten und ihnen die biblische Schöpfungsgeschichte erzählten, hatten sie einen eigenen Schöpfungsmythos gehabt, dem zufolge die Welt in zwei aufeinanderfolgenden Schritten erschaffen wurde: In der ersten Phase schuf der Allmächtige sich selbst, seine Frauen, einen niederen Trickstergott namens «G//aua», die Erde, den Regen, den Blitz, Löcher im Boden, die als Sammelbecken für Regenwasser dienten, Pflanzen, Tiere und schließlich die Menschen. Dann widmete er sich jedoch, noch bevor er mit der Schöpfung fertig war, einer anderen Aufgabe und ließ die unfertige Welt in einem Zustand chaotischer Ratlosigkeit zurück. Es gab keine gesellschaftlichen Regeln, keine Sitten und Gebräuche; Menschen und Tiere schlüpfen von einer körperlichen Gestalt in die andere, paarten sich nach Belieben durcheinander, fraßen einander auf und legten alle möglichen haarsträubenden Verhaltensweisen an den Tag. Glücklicherweise ließ der Schöpfer seine Arbeit nicht endgültig unvollendet, sondern tauchte irgendwann wieder auf und stellte sie fertig. Er sorgte für Regeln und Ordnung auf der Welt, indem er zunächst die unterschiedlichen Arten trennte und mit Namen versah und jeder ihre jeweils eigenen Sitten und Gebräuche, Regeln und Merkmale verordnete.

Die «Geschichten vom Anfang», die die alten Männer von Skoonheid sich mit so großer Freude erzählten, spielen allesamt in der Periode, in der der Schöpfer sich sein ausgedehntes kosmisches Sabbatjahr nahm und sein Werk unvollendet zurückließ – vielleicht weil er, wie einer der

alten Männer vermutete, ebenso eine Ruhepause brauchte wie der christliche Gott. Die meisten dieser Geschichten handeln davon, wie in der Phase der Abwesenheit des Schöpfers der Trickster G//aia seine große Zeit hatte und überall, wo er auftauchte, Mord und Totschlag und Chaos stiftete. In einer dieser Geschichten schneidet der G//aia sich den eigenen Anus aus dem Fleisch, kocht ihn und serviert ihn seiner Familie – und bricht in hysterisches Gelächter aus, als seine Leute ihm Komplimente für das wohlschmeckende Gericht machen. In anderen Geschichten kocht und verspeist er seine Frau, vergewaltigt seine Mutter, raubt Eltern ihre Kinder und begeht grausige Mordtaten.

Der G//aia gab keine Ruhe, auch nicht als der Schöpfer zurückkehrte, um sein Werk zu vollenden; vielmehr spukt er seither hinter den Kulissen der ordentlichen Welt und spielt ihr böartige Streiche. Während die Ju/'Hoansi also ihren Schöpfer und Gott mit Ordnung, Berechenbarkeit, Regeln, Umgangsformen und Kontinuität assoziierten, war der G//aia für sie der Inbegriff von Undingen wie Willkür, Chaos, Zwiespältigkeit, Zwietracht und Unordnung. Sie entdeckten seine teuflische Hand in den unterschiedlichsten Dingen, die sie erlebten, beispielsweise wenn Löwen ein artuntypisches Verhalten zeigten, wenn einen der ihnen eine rätselhafte Krankheit befiel, wenn eine Bogensehne riss oder ein Speer brach oder wenn eine geheimnisvolle innere Stimme sie dazu animierte, mit der Partnerin oder dem Partner eines anderen zu schlafen, obwohl sie genau wussten, dass dies zu Zwietracht führen würde.

Die alten Männer waren sich völlig sicher, dass die Schlange, die in der Schöpfungsgeschichte des Missionars Adam und Eva verführte, niemand anders gewesen sein konnte als der Trickster G//aia in einer seiner unzähligen Verkleidungen. Lügen zu verbreiten, Menschen zum Ausleben verbotener Wünsche zu überreden und dann schadenfroh zu beobachten, wie das Leben der Opfer seiner Streiche in die Brüche ging, entsprach exakt dem für den G//aia typischen Handlungsmuster.

Die Ju/'Hoansi sind bei weitem nicht das einzige Volk, das die verführerische Schlange aus dem Garten Eden für ein Alter Ego ihrer eigenen kosmischen Chaosanzettler hielt: Trickster, Unruhestifter und Zerstörer – wie Odins aus der Art geschlagener Sohn Loki, der in den Mythen vieler indigener Kulturen Nordamerikas als Kojote und Rabe auftritt, oder Anansi, die jähzornige, vielgestaltige Spinne, die durch viele west-

afrikanische und karibische Mythologien wabert – haben seit Anbeginn der Zeit Unheil angerichtet, dessen Scherben die Menschen dann wegräumen mussten.

Es ist kein Zufall, dass der Gegensatz zwischen Chaos und Ordnung in vielen Mythologien unserer Welt eine Rolle spielt. Immerhin postuliert auch die Naturwissenschaft eine universelle Beziehung zwischen Unordnung und Arbeit, die erstmals in der aufregenden Epoche der Aufklärung in Westeuropa ausformuliert wurde.

Gaspard-Gustave Coriolis liebte das Billardspiel – ein Hobby, in das er viele glückselige Stunden praktischer «Forschung» investierte, einer Forschung, deren Ergebnisse er in dem Buch *Théorie mathématique des effets du jeu de billard* veröffentlichte, das in der Fangemeinde der beiden populärsten Billard-Abkömmlinge, Snooker und Pool, bis heute Kultstatus genießt. Coriolis kam im Revolutionssommer 1792 auf die Welt, in dem die französische Nationalversammlung die Monarchie für abgeschafft erklärte und das Königspaar Ludwig XVI. und Marie Antoinette aus dem Schloss Versailles in den Vorraum der Guillotine verschleppte. Coriolis war freilich ein Revolutionär anderer Sorte. Er gehörte zu der Avantgarde derjenigen, die der theologischen Dogmatik den Rücken kehrten und stattdessen auf Vernunft und Verstand setzten, auf die Erklärungsmacht der Mathematik und auf die Stringenz naturwissenschaftlicher Methoden, um hinter die Geheimnisse der Welt zu kommen, und die im Gefolge dieser Umwälzung des Denkens das industrielle Zeitalter einläuteten, indem sie die transformativen Kräfte der fossilen Brennstoffe mobilisierten.

An Coriolis erinnert man sich heute am ehesten als den Entdecker des «Coriolis-Effekts», ohne den die Meteorologen die Verwirbelungen bei rotierenden Hoch- oder Tiefdrucksystemen oder das eigenwillige Verhalten von Meeresströmungen nicht realistisch modellieren könnten. Doch was für uns an dieser Stelle wichtiger ist: Coriolis war derjenige, der den Begriff «Arbeit» ins Lexikon der modernen Naturwissenschaften einführte.

Coriolis' Interesse am Billardspiel ging weit über das Vergnügen hinaus, das ihm das Klickern und Klackern der Elfenbeinkugeln bei ihren Zusammenstößen bereitete. In seinen Augen ließ sich anhand des Bil-

lardspiels die grenzenlose Erklärungspotenz der Mathematik demonstrieren; der Billardtisch war ein Ort, an dem Leute wie er einige der fundamentalen Gesetze, die das physische Universum regieren, beobachten und sie spielerisch erproben konnten. Nicht nur dass man die Kugeln als Modelle der Himmelskörper interpretieren konnte, deren Bewegungen Kopernikus beschrieben hatte, setzte Coriolis auch jedes Mal, wenn er das Billardqueue auf seine Hand legte, die elementaren Grundregeln der Geometrie, wie von Euklid, Pythagoras und Archimedes formuliert, in Bewegung. Immer wenn seine Spielkugel, von der Ausholbewegung seines Arms angetrieben, mit einer der anderen beiden Kugeln kollidierte, gehorchten beide Kugeln zuverlässig den von Sir Isaac Newton ein knappes Jahrhundert zuvor entdeckten Gesetzmäßigkeiten von Masse, Bewegung und Kraft. Aus dem Verhalten der Kugeln ergab sich auch eine ganze Reihe von Fragen hinsichtlich Reibung, Elastizität und Energietransfer.

Es kann daher nicht überraschen, dass Coriolis' wichtigste Beiträge zum naturwissenschaftlichen und mathematischen Erkenntnisfortschritt mit den Auswirkungen von Bewegung auf rotierende Kugeln zu tun hatten: etwa mit der Frage, wie viel kinetische Energie ein Gegenstand wie eine Billardkugel aufgrund ihrer Bewegung besitzt oder wie genau die Stoßkraft des menschlichen Arms durch das Queue auf die Kugel übertragen wird und sie auf dem Tisch umherschickt.

In einem 1828 entstandenen Text, in dem Coriolis einen Spezialfall des letztgenannten Vorgangs beschrieb, führte er erstmals den Begriff «Arbeit» ein als Bezeichnung für die Kraft, die erforderlich ist, um einen Gegenstand so zu beschleunigen, dass er eine bestimmte Strecke zurücklegt.<sup>1</sup>

Wenn Coriolis die Einwirkung auf eine Billardkugel, um sie in Bewegung zu setzen, als «Arbeit» bezeichnete, bezog er diese Definition natürlich nicht ausschließlich auf das Billardspiel. Die ersten wirtschaftlich arbeitenden Dampfmaschinen waren erst ein paar Jahre zuvor entwickelt worden und zeigten, dass Feuer sehr viel mehr leisten konnte, als nur Fleisch zu braten und in einem Schmiedeofen Eisen zu schmelzen. Es lag aber kein befriedigendes Maß für die Bestimmung der Leistungsfähigkeit der Dampfmaschinen vor, die Europas industrielle Revolution antrieben. Coriolis wollte die Leistungsfähigkeit von Wasserrädern, Zugpferden,

Dampfmaschinen und arbeitenden Menschen möglichst exakt beschreiben, messen und vergleichbar machen.

Viele andere Mathematiker und Techniker hatten zu dem Zeitpunkt schon Konzepte formuliert, die im Großen und Ganzen dem entsprachen, was Coriolis als «Arbeit» bezeichnete; doch keinem war eine treffende Begrifflichkeit dafür eingefallen. Manche sprachen vom «dynamischen Effekt», andere von der «Leistungskraft», wieder andere von einer «bewegenden Kraft».

Die von Coriolis vorgelegten Gleichungen fanden rasch Anklang bei seinen Forscherkollegen, doch was sie am meisten beeindruckte, war seine Terminologie. Es schien, als habe er für das ihnen vorschwebende Konzept endlich die perfekte Bezeichnung gefunden, die ihnen jahrelang auf der Zunge gelegen hatte. Abgesehen davon, dass das Wort «Arbeit» das trifft, was Dampfmaschinen ihrer Bestimmung gemäß tun, besitzt das französische Wort *travail* eine gleichsam poetische Qualität, die in vielen anderen Sprachen dem entsprechenden Begriff nicht anhaftet. Das Wort weckt Assoziationen nicht nur an Anstrengung, sondern auch an die Ausbeutung leibeigener Bauern im damaligen Frankreich – des «Dritten Standes» –, die jahrhundertlang auf den Feldern perückentragender Aristokraten und Monarchen mit einem Hang zum Größenwahn geschuftet hatten. Indem Coriolis dem Wort «Arbeit» eine neue Konnotation hinzufügte, die auf das Potenzial von Maschinen verwies, die Bauernschaft vom Fluch lebenslanger erzwungener Plackerei zu erlösen, erweckte er eine embryonale Version des später von John Maynard Keynes aufgegriffenen Traums von einem durch die Segnungen der Technik erreichbaren Schlaraffenland zum Leben.

Der physikalische Begriff «Arbeit» bezeichnet heute alle Prozesse, bei denen Energie übertragen wird, sei es auf kosmischer Ebene bei der Entstehung von Galaxien und Sternen oder sei es im subatomaren Bereich. Naturwissenschaftlich betrachtet, wurde bei der Entstehung des Universums Arbeit in ungeheurer Größenordnung geleistet. Was das Leben zu einem so erstaunlichen Phänomen macht und was alles Lebende fundamental von toter Materie unterscheidet, ist die Vielfalt höchst ungewöhnlicher Arten von Arbeit, die lebende Organismen leisten.

Lebende Dinge besitzen eine Reihe spezieller Merkmale, die man bei toter Materie nicht findet. Das offenkundigste und wichtigste dieser Merkmale ist, dass lebende Dinge selbsttätig Energie zapfen und sie dazu verwenden, ihre Atome und Moleküle zu Zellen zusammenzufügen, ihre Zellen zu Organen und ihre Organe zu Körpern; dass sie wachsen und sich reproduzieren und dass sie, sobald sie diese Aktivität einstellen, absterben und, ihrer Energie verlustig gegangen, zu toter Materie zerfallen. Um es auf eine Kurzformel zu bringen: Leben heißt arbeiten.

Im Universum tummelt sich ein erstaunliches Spektrum komplexer und dynamischer Systeme – von Galaxien bis hin zu Planeten –, die wir manchmal als «lebende Systeme» bezeichnen. Doch anders als zelluläre Organismen, holt sich keines dieser Systeme aktiv Energie aus externen Quellen und setzt diese in Arbeit im Dienst der Selbsterhaltung und der Reproduktion um. Ein «lebender» Stern holt sich nicht aktiv Energie aus seiner Umgebung, um den eigenen Vorrat aufzufüllen. Und er produziert auch keine Nachkommen, die irgendwann heranwachsen und ihm gleichen werden. Die Arbeit, die er leistet, bestreitet er mit Energie, die aus dem Zerfall seiner eigenen Masse stammt, und er «stirbt», wenn diese Energiequelle erschöpft ist.

Lebende Systeme leisten Arbeit, um zu überleben, zu wachsen und sich zu vervielfachen, in scheinbarem Widerspruch zum nach Ansicht mancher Physiker «Grundgesetz des Universums», dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik, auch als Entropiesatz bekannt. Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik beschreibt die Eigenschaft oder Neigung aller Energie, sich gleichmäßig im Universum als Ganzem zu verteilen. Gestalt geworden in den vielen Trickstern, die in den Mythologien unserer Welt ihr Unwesen treiben, zersprengt die Entropie gnadenlos jede vom Universum zwischenzeitlich geschaffene Ordnung. Wie der böse Trickstergott Loki aus der nordischen Mythologie kündigt uns der zweite Hauptsatz der Thermodynamik an, dass die Entropie zum Weltuntergang führen wird – nicht etwa weil sie das Universum vernichten würde, sondern weil, sobald sie ihr Ziel erreicht hat, alle Energie gleichmäßig über das gesamte Universum zu verteilen, keine freie Energie mehr vorhanden sein wird, mit der Folge, dass keine Arbeit mehr im physikalischen Sinn geleistet werden kann.

Wenn wir eine intuitive Vorstellung von Entropie oder zumindest von

einigen ihrer Aspekte besitzen, dann weil dieser Trickster uns aus jedem Schatten heraus zuzwinkert. Wir entdecken ihn im Altern unserer Gebäude und unseres Körpers, im Niedergang von Reichen, in der Art und Weise, wie Milch sich in unserem Kaffee auflöst, und in der ständigen Anstrengung, die es uns kostet, eine wie auch immer geartete Ordnung in unserem Leben, unserer Gesellschaft und unserer Welt aufrechtzuerhalten.

Den Pionieren der industriellen Revolution offenbarte sich die Entropie als der «böse Geist», der ihre Versuche zum Scheitern brachte, die vollkommen effiziente Dampfmaschine zu konstruieren.

In allen ihren Experimenten stellten sie fest, dass nichts die Wärme daran hindern konnte, sich gleichmäßig im Inneren eines Dampfkessels zu verteilen und dann durch dessen metallische Außenhaut in die Umgebung zu entweichen. Wie sie weiter herausfanden, floss Wärmeenergie stets vom heißen zum kälteren Körper, und wenn sich die Wärme erst einmal gleichmäßig verteilt hatte, war es unmöglich, den Prozess umzukehren, ohne weitere Energie zuzuführen. Wenn eine Tasse Tee auf Zimmertemperatur abgekühlt ist, besteht keine Chance, dass sie von sich aus Energie aus der Umgebung aufnimmt und der Tee wieder heiß wird. Wollte man das, was die Entropie bewirkt hat, rückgängig machen, erfordert das physikalische Arbeit, für die Energie von außerhalb des Systems zugeführt werden müsste. Um Ihren Tee wieder auf genießbare Temperatur zu bringen, benötigen Sie zusätzliche Energie.

Für eine Weile galt der Entropiesatz als seltsames Findelkind der physikalischen Theoriebildung. Dann, zwischen 1872 und 1875, machte sich der österreichische Physiker Ludwig Boltzmann ans Durchrechnen. Er konnte zeigen, dass sich das Verhalten der Wärme zwanglos mit den Mitteln der Wahrscheinlichkeitsrechnung beschreiben ließ.<sup>2</sup> Es gebe, so sein Kalkül, für Wärme unendlich viele Möglichkeiten, sich unter den Millionen Molekülen, die sich in einem Esslöffel Wasser tummeln, zu verteilen; die Wahrscheinlichkeit, dass sie sich konzentriert in einigen wenigen Molekülen sammle, sei gleich null. Anders gesagt: Da die Moleküle in Bewegung sind und miteinander interagieren, ist die Wahrscheinlichkeit einer gleichmäßigen Verteilung der Energie so überwältigend hoch, dass man jede andere Möglichkeit ausschließen kann. Per Analogieschluss

ließ sich aus diesem wahrscheinlichkeitstheoretischen Kalkül folgern, dass es sich mit der Energie im größten aller «Behälter», dem Universum, im Prinzip ebenso verhält.

Boltzmann formulierte das mathematische Modell, das er für die Beschreibung der Entropie vorlegte, so, dass es von vornherein über das Verhalten technischer Systeme im engeren Sinn hinauswies und die Möglichkeit eröffnete, auf intuitivem Weg die Entropie auch bei verfallenden Gebäuden, erodierenden Gebirgen, explodierenden Sternen, verschütteter Milch, erkalteten Tassen Tee, bei sterbenden Menschen und sogar bei demokratischen Gesellschaften am Werk zu sehen.

Zustände geringer Entropie sind «hochgradig geordnet». Denken wir etwa an ein Kinderzimmer, wenn die Eltern das Kind gezwungen haben, aufzuräumen und seine Spielsachen, Kleider, Bücher und Schleimbecher in Schubladen und Schränken zu verstauen. Dagegen entspricht ein Zustand hoher Entropie demselben Kinderzimmer ein paar Stunden später, wenn das Kind mit allen seinen Sachen wieder hantiert und sie wild durcheinandergeworfen hat. Den Boltzmann'schen Berechnungen zufolge ist physikalisch jede erdenkliche Anordnung kindlicher Spielsachen in einem Zimmer gleich wahrscheinlich, wenn Kinder, was offenbar zutrifft, nichts anderes sind als Zufallsverteiler von Gegenständen aller Art. Es besteht natürlich eine verschwindend geringe Wahrscheinlichkeit, dass sie selbst in ihrer Eigenschaft als Zufallsverteiler von Sachen per Zufall einmal alle ihre Dinge in den dafür vorgesehenen Fächern und Schubladen platzieren, sodass das Zimmer aufgeräumt aussieht. Das Problem ist, dass es unendlich mehr Möglichkeiten für eine chaotische Anordnung der Dinge gibt als für eine aufgeräumte; daher versetzen Kinder mit hoher Wahrscheinlichkeit ihr Zimmer in ein Chaos, bis ein Elternteil sie dazu zwingt, die nötige Arbeit – und die nötige Energie – aufzuwenden, um das Zimmer wieder in einen akzeptablen Zustand niedriger Entropie zu versetzen.

Es gibt Entropie-Systeme, die um viele Größenordnungen einfacher sind als ein chaotisches Kinderzimmer, aber es gibt auch den altherwürdigen Rubik-Würfel, und der vermittelt uns ein Gefühl für die mathematischen Größenordnungen, um die es geht. Dieser Trickwürfel mit seinen sechs Seiten in sechs verschiedenen Farben, eingeteilt in jeweils neun Quadrate und mit einer Gelenkmechanik, die es dem Spieler erlaubt, jede

der sechs Seiten unabhängig von den anderen zu drehen und so die farbigen Quadrate durchzumischen, bietet 43 252 003 274 489 856 000 «falsche» Lösungen und nur eine einzige richtige.<sup>3</sup>

1886, vier Jahre nachdem Charles Darwin in der Westminster Abbey beigesetzt worden war, erhielt Boltzmann die Einladung, im Rahmen einer prestigeträchtigen Vortragsreihe an der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien seine Auffassungen zur Entropie vorzustellen.

«Wenn Sie mich nach meiner innersten Überzeugung fragen, ob unser Jahrhundert das Jahrhundert des Eisens oder das Jahrhundert des Dampfs oder der Elektrizität heißen wird», eröffnete Boltzmann seinen Zuhörern, «antworte ich ohne zu zögern: Es wird das Jahrhundert der mechanischen Sicht der Natur genannt, das Jahrhundert von Darwin.»<sup>4</sup>

Die Arbeit Boltzmanns, der eine Generation jünger war als Darwin, war nicht weniger eine Kampfansage an die göttliche Autorität als die Theorie Darwins, der zufolge die Vielfalt des Lebens auf der Erde das Werk der Evolution und nicht das eines göttlichen Schöpfers ist. In einem Universum, das den Gesetzen der Thermodynamik gehorchte, war kein Raum für göttliche Gebote – die Geschehnisse aller Dinge waren vorherbestimmt.

Dass Boltzmann Darwin bewunderte, hatte nicht allein damit zu tun, dass beide religiöse Dogmen anzweifelten. Boltzmann sah im Prozess der biologischen Evolution auch die fleißige Hand der Entropie am Werk, eine Vorstellung, die erst eine weitere Generation später vom Quantenphysiker und Nobelpreisträger Erwin Schrödinger, am bekanntesten dadurch, dass er imaginäre Katzen in imaginäre Kisten gepackt hat, vollends ausgearbeitet wurde.

Schrödinger war überzeugt, dass dem Verhältnis zwischen Leben und Entropie fundamentale Bedeutung zukam. Vor ihm hatten schon andere, nicht zuletzt Boltzmann, die These vertreten, lebende Organismen seien thermodynamische Maschinen: Nicht anders als Dampfmaschinen, benötigten sie Treibstoff in Gestalt von Nahrung, Luft und Wasser, und wenn sie Energie in Arbeit umsetzten, verwandelte sich, wie bei der Dampfmaschine, ein Teil davon in Wärme, die sich ins Universum verflüchtigte. Doch niemand hatte diesen Gedanken zwingend zu Ende geführt, bis Schrödinger 1943 am Trinity College in Dublin einen Zyklus von Vorträgen hielt.

Schrödingers Vater war ein begeisterter Hobbygärtner gewesen. Seine besondere Begeisterung hatte der Kunst gegolten, der Evolution nachzuhelfen, indem er akribisch die Samen von Pflanzen mit bestimmten vorteilhaften Merkmalen auswählte und pflanzte. Von diesen züchterischen Experimenten seines Vaters inspiriert, kultivierte Schrödinger ein Interesse an Vererbung und Evolution, das ihn nicht losließ, auch nachdem er schon lange die theoretische Physik zum Hauptgegenstand seiner wissenschaftlichen Neugier gemacht hatte.

Bevor Schrödinger seine Dubliner Vorträge hielt, die ein Jahr später in einem Büchlein mit dem Titel *Was ist Leben?* im Druck erschienen, war die Biologie ein Waisenkind unter den Naturwissenschaften gewesen.<sup>5</sup> Die meisten Wissenschaftler hatten sich bis dahin mit der Vorstellung zufriedengegeben, dass das Leben nach seinen eigenen seltsamen und spezifischen Regeln funktioniert. Dagegen vertrat Schrödinger die Überzeugung, die Biologie solle als gleichberechtigtes Mitglied in die Familie der Naturwissenschaften aufgenommen werden. Die Dubliner Vorträge waren der Versuch, seine Zuhörer davon zu überzeugen, dass die Wissenschaft vom Leben, die Biologie, einfach nur ein weiterer, wenn auch komplexer, Zweig der Physik und Chemie war. Dass es Physikern und Chemikern bis dato noch nicht gelungen war, das Leben gründlich zu erforschen, dürfe kein Grund sein, an der Möglichkeit einer solchen Erforschung zu zweifeln.

Schrödingers Aussagen über die nach seiner Ansicht höchst bemerkenswerten Fähigkeiten der Atome und Moleküle in unseren Körperzellen – DNA und RNA –, Informationen zu verschlüsseln und Anweisungen zu erteilen, inspirierten eine Generation von Wissenschaftlern dazu, ihre Forscherlaufbahn der Entschlüsselung der chemischen und physikalischen Grundlagen des Lebens zu widmen. Zu den Pionieren der Molekularbiologie gehörte der in Cambridge forschende Francis Crick, der zusammen mit James Watson ein Jahrzehnt später die charakteristische Doppelhelix-Gestalt der DNA erriet.

Das Staunen Schrödingers über die Fähigkeit «unglaublich kleiner Atomgruppen»,<sup>6</sup> die die Bausteine eines Genoms sind, aus Milliarden anderer Atome Gebilde wie Haare, Leber, Finger, Augäpfel usw. wachsen zu lassen, war umso größer, als diese Atome dabei allem Anschein nach gegen den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik verstießen. Anders als

fast alle anderen Bestandteile unseres Universums, die eine Tendenz zum zunehmenden Verlust von Ordnung zu zeigen schienen, maßten lebende Systeme es sich an, Materie zusammenzufügen und daraus mit hoher Präzision erstaunlich komplexe Strukturen zu bilden, die freie Energie einsaugten und sich vermehrten.

Aber auch wenn lebende Organismen scheinbar die einzigen hochentwickelten systematischen Verletzer des Entropiesatzes waren, war dem systemisch denkenden Schrödinger klar, dass die Vorstellung eines unabhängig vom (oder sogar im Gegensatz zum) zweiten Hauptsatz der Thermodynamik existierenden Lebens unzulässig war. Die lebenden Systeme mussten ihren Beitrag zur allgemeinen Entropie im Universum leisten, und sie taten das, so seine Schlussfolgerung, indem sie freie Energie einfingen und in physikalische Arbeit umwandelten, womit sie Wärme produzierten und damit die Entropie des Universums erhöhten. Schrödinger wies bei dieser Gelegenheit auf den folgenden Zusammenhang hin: Je größer und komplexer ein Organismus ist, desto mehr Arbeit muss er leisten, um am Leben zu bleiben, wachsen und sich vermehren zu können, was bedeutet, dass komplexe Strukturen wie lebende Organismen häufig einen sehr viel größeren energetischen Beitrag zur Gesamt-Entropie des Universums leisten als unbelebte Objekte wie etwa Gestein.

Wenn wir «Leben» anhand der Arbeit definieren können, die Lebewesen leisten, muss schon der Prozess der Umwandlung anorganischer irdischer Materie in lebende, organische Materie mit Arbeit verbunden gewesen sein – es muss eine energiereiche Initialzündung gegeben haben, die den Motor des uranfänglichen Lebens in Gang setzte. Woher genau diese initiale Energie kam, steht nicht fest. Sie könnte uns in Gestalt eines Funkens vom Finger eines Gottes zugeflogen sein, aber sehr viel wahrscheinlicher ist, dass sie aus geochemischen Reaktionen entsprang, die die frühe Erde zu einer kochenden und bebenden Retorte machten, oder aus dem Zerfall radioaktiven Materials in einem urweltlichen Erdmantel, der allmählich in Richtung Entropie marschierte.

Dass die Abiogenese – der Prozess, der zum erstmaligen Erscheinen von Leben auf der Erde führte – Arbeit beinhaltet, ist vielleicht der am wenigsten rätselhafte Teil der Geschichte. Bis zur Wende zum dritten Jahrtausend deutete die Mehrzahl der wissenschaftlich erhobenen Daten

darauf hin, dass die Entstehung des Lebens ein so unwahrscheinlicher Zufall war, dass man fast mit Sicherheit annehmen konnte, die Erde sei der einzige belebte Ort im Universum. Inzwischen bewegt sich das Pendel – zumindest für manche Forscher – in die entgegengesetzte Richtung. Diese Gelehrten neigen eher zu der Überzeugung, die Entstehung des Lebens sei unvermeidlich gewesen, und die Entropie, dieser Trickstergott, sei nicht nur ein Zerstörer, sondern habe sich vielleicht sogar als Lebensschöpfer betätigt. Diese Sichtweise beruht auf dem Gedanken, biologische Systeme könnten plötzlich auf der Bildfläche erscheinen, weil sie Wärmeenergie effizienter in alle Winde verteilen als viele anorganische Gebilde und so die Gesamt-Entropie des Universums steigern.<sup>7</sup>

Zu den Dingen, die die Pioniere dieser Denkrichtung überzeugten, gehörten digitale Simulationen, die ergaben, dass in einer Situation, in der Atome und Moleküle einer hochgradig gebündelten Energiequelle (wie der Sonnenstrahlung) ausgesetzt sind und zusätzlich in einem Energiemedium (wie dem Meer) schwimmen, bestimmte Teilchen sich spontan zu Gebilden unterschiedlichster Art und Form zusammenschließen, als wollten sie per Versuch und Irrtum herausfinden, welche Anordnung Wärmeenergie am wirksamsten zerstreut.<sup>8</sup> Im Rahmen dieses Denkmodells besteht eine ziemlich große Chance, dass eine der zahllosen möglichen Anordnungen, die die Atome und Moleküle «durchprobieren», die Eigenschaft besitzt, tote anorganische Materie in lebende Organismen zu verwandeln.

Die lange Geschichte des Lebens auf der Erde beruht nach heutiger Auffassung auf der Fähigkeit des Lebens, Energie aus fortschreitend neuen Quellen zu gewinnen – zuerst aus der Wärme des Erdmantels, dann aus dem Sonnenlicht, dann aus Sauerstoff und schließlich auch aus dem Fleisch anderer Lebewesen, während sich parallel dazu zunehmend komplexere, energiehungrigere und mehr Arbeit (im physikalischen Sinn) leistende Lebensformen entwickelten.<sup>9</sup>

Die ersten Lebewesen auf dem Planeten Erde waren mit großer Sicherheit einfache einzellige Organismen, die, wie die Bakterien, weder einen Zellkern noch Mitochondrien besaßen. Sie «ernährten» sich wahrscheinlich von der durch biochemische Reaktionen zwischen Wasser und Ge-

stein freigesetzten Energie und lernten, diese Energie auf ein hochspezialisiertes Molekül zu übertragen, das sie in seinen chemischen Bindungen speicherte und sie freigab, wenn diese Bindungen aufgesprengt wurden, wodurch der Organismus Arbeit leisten konnte. Dieses Molekül, das Adenosintriphosphat oder ATP, ist die Energiequelle, die alle Zellen – von denen der einzelligen Bakterien bis zu denen eines zweibeinigen Vielzellers, beispielsweise eines Anthropologen – nutzen, um physikalische Arbeit zu leisten, und mit deren Hilfe sie ihr inneres Gleichgewicht bewahren, wachsen und sich vermehren.

Schon seit sehr langer Zeit existiert auf der Erde Leben, das sich freie Energie einverleibt, sie in ATP-Molekülen speichert und in Arbeit umsetzt, die unseren Planeten verändert. In allen Weltgegenden belegen fossile Funde, dass schon vor 3,5 Milliarden Jahren Bakterien auf der Erde gelebt haben. Es gibt darüber hinaus weitere, aber umstrittene fossile Belege für die Existenz von Leben vor 4,2 Milliarden Jahren, also nur 300 Millionen Jahre nach der Geburt der Erde.

Die bakterienartigen Pioniere des Lebens auf der Erde mussten mit Bedingungen zurechtkommen, die aus der Sicht der meisten heutigen Lebensformen erstaunlich lebensfeindlich waren. Einmal abgesehen davon, dass die junge Erde ein brodelnder Hexenkessel vulkanischer Aktivität war und von einem fast kontinuierlichen Meteoritenhagel bombardiert wurde, enthielt ihre Atmosphäre wenig Sauerstoff, und es gab keine Ozonschicht, die empfindliche Organismen davor geschützt hätte, von der Sonnenstrahlung gedörrt zu werden. Aus diesem Grund verrichteten die ersten irdischen Lebensformen ihre Arbeit in sicherer Deckung vor der brennenden Sonne.

Doch im Lauf der Zeit entwickelten sich dank einer weiteren exklusiven Eigenschaft des Lebens, seiner Fähigkeit zur Evolution, neue Arten, die die Fähigkeit besaßen, Energie aus anderen Quellen zu schöpfen und andere Lebensräume zu besiedeln, in denen sie überleben und sich vermehren konnten. Irgendwann, wahrscheinlich vor rund 2,7 Milliarden Jahren, versetzte eine Abfolge günstiger genetischer Mutationen einige Lebensformen in die Lage, sich aus der Dunkelheit hervorzuwagen, mit dem alten Feind des Lebens, dem Sonnenlicht, Freundschaft zu schließen und dessen Energie für einen Prozess namens Fotosynthese zu nutzen. Diese Organismen, die Cyanobakterien, leben und gedeihen noch heute.

Wir sehen sie in den Bakterienteppichen, die auf Teichen und Seen schwimmen.

Die Cyanobakterien breiteten sich aus und verwandelten mit ihrer Arbeit die Erdoberfläche in ein Makrohabitat, das irgendwann weitaus komplexere Lebensformen mit viel höherem Energiebedarf ernähren konnte. Sie bewerkstelligten dies zunächst dadurch, dass sie atmosphärischen Stickstoff in anorganische Verbindungen wie Nitrate und Ammoniak verwandelten, die Pflanzen für ihr Wachstum brauchten. Des Weiteren gingen sie daran, Kohlendioxid in Sauerstoff zu transformieren, und leisteten damit den entscheidenden Beitrag zur «Großen Sauerstoffkatastrophe», die vor rund 2,45 Milliarden Jahren ihren Anfang nahm und zur allmählichen Entstehung der sauerstoffreichen Atmosphäre führte, die heute unser Lebenselixier ist.

Die Große Sauerstoffkatastrophe bescherte dem Leben auf der Erde nicht nur eine neue zusätzliche Energiequelle, sondern bedeutete auch eine enorme Vergrößerung der ihm zur Verfügung stehenden Energiemenge. Chemische Reaktionen unter Beteiligung von Sauerstoff setzen wesentlich mehr Energie frei als chemische Interaktionen zwischen den meisten anderen Elementen, was bedeutet, dass aerobe (Sauerstoff atmende) Organismen das Potenzial haben, größer und beweglicher zu werden als anaerobe Organismen, und sehr viel mehr physikalische Arbeit leisten können.

Neue, komplexer aufgebaute lebende Organismen, sogenannte Eukaryoten, entwickelten sich, die dem energiereicher gewordenen Milieu etwas abgewinnen konnten. Sehr viel höher entwickelt und energiehungeriger als ihre prokaryotischen Vorgänger, bestanden die Eukaryoten aus Zellen mit einem Kern, vermehrten sich durch sexuelle Paarung und waren in der Lage, komplexe Proteine aller Art herzustellen. Die Forschung geht davon aus, dass manche Eukaryoten Mutationsformen ausbildeten, die in der Lage waren, andere Organismen, denen sie begegneten, einzufangen und deren Energie für sich einzuspannen, indem sie sie durch permeable äußere Zellmembranen hindurch aufsaugten und für sich vereinnahmten. Die eingefangenen Zellen hatten keine andere Wahl, als die Energie, die sie aus der Umwelt gewannen, mit ihrem neuen «Feudalherrn» zu teilen; nach heutiger Auffassung war das einer der Prozesse, die im Verlauf der Evolution zur Entstehung vielseitiger Organis-

men beigetragen haben. Die urwüchsigeren Algen, aus denen sich die ersten der Pflanzen entwickelten, die schließlich zum Ergrünen der bis dahin kahlen Landmassen der Erde führten, waren vermutlich Nachkommen von Eukaryoten, die sich Cyanobakterien einverleibten.

Die ersten Lebewesen, die sowohl Zellgewebe als auch ein richtiggehendes Nervensystem aufwiesen, entwickelten sich nach heutigem Wissen vor rund 700 Millionen Jahren in den Ozeanen. Doch erst vor rund 540 Millionen Jahren, im bahnbrechenden kambrischen Erdzeitalter, begann der atemberaubende Siegeszug des tierischen Lebens auf der Erde. Die fossilen Überreste aus dieser Periode belegen die Existenz von Vertretern aller wichtigen Phyla – Äste und Zweige des Lebensbaums –, die noch heute unsere Welt bevölkern.

Zusätzliche Energie, bezogen aus dem wachsenden Sauerstoffgehalt der Atmosphäre und des Meerwassers, war sicher ein wichtiger Beschleuniger der «kambrischen Explosion». Was jedoch eine wahrscheinlich noch wichtigere Rolle spielte, war der Umstand, dass die Evolution eine gezielt erscheinende Selektion zugunsten bestimmter Lebensformen mit sich brachte, die ihre Energie aus einer neuen Quelle bezogen, die noch einmal deutlich mehr hergab als der Sauerstoff: Sie verspeisten andere lebende Organismen, die sich bereits die Mühe gemacht hatten, Energie aus der Umwelt zu tanken und sie zusammen mit lebenswichtigen Nährstoffen in ihrem Fleisch, ihren Organen und ihren Knochen zu speichern.

Spätestens vor rund 650 Millionen Jahren hatte sich auch in der Stratosphäre genug atmosphärischer Sauerstoff angesammelt, um die Bildung einer Ozonschicht zu ermöglichen, mächtig genug, um lebensfeindliche ultraviolette Strahlung so weit abzuschirmen, dass einige Lebensformen neue Lebensräume in den Küstenbereichen der Ozeane besiedeln konnten, ohne geröstet zu werden. Innerhalb von rund 200 Millionen Jahren eroberte die Biosphäre große Teile der Landmasse der Erde und bildete Zug um Zug miteinander vernetzte, sehr komplexe ozeanische und terrestrische Ökosysteme voller Organismen unterschiedlichsten Typs, die fleißig freie Energie einsammelten und sie dazu nutzten, am Leben zu bleiben, ihren Energieumsatz zu erhöhen und sich zu vermehren.

Viele dieser neuen Lebensformen machten von dieser Energie einen Gebrauch, der erkennbar an Verhaltensweisen erinnert, die wir Menschen mit «Arbeit» verbinden. Auch wenn die Biosphäre noch zu einem

erheblichen Teil aus Bakterien bestand, traten immer mehr größere landlebende Tiere auf den Plan, die die Arbeit, die von lebenden Organismen geleistet wurde, wesensmäßig veränderten. Größere Tiere benötigen sehr viel Nahrung, können aber auch sehr viel mehr physikalische Arbeit leisten als relativ unbewegliche Mikroorganismen. Tiere haben etwa die Fähigkeit, zu buddeln, zu jagen, zu fliehen, zu graben, zu fliegen, zu fressen, zu kämpfen, zu koten, Sachen zu transportieren und manchmal sogar Bauten zu errichten.

Die Tatsache, dass, physikalisch betrachtet, alle Lebewesen Arbeit leisten und dass die Biosphäre der Erde im Lauf von Millionen Generationen durch die stetige Arbeit lebender Organismen und ihrer von der Evolution hervorgebrachten Ableger gestaltet wurde, wirft eine offenkundige Frage auf: Wodurch unterscheidet sich die Arbeit, die beispielsweise ein Baum, ein Tintenfisch oder ein Zebra leistet, von der Arbeit, mit der sich unsere Spezies an die Schwelle zur künstlichen Intelligenz herangearbeitet hat?

---

Mehr Informationen zu diesem und vielen weiteren Büchern aus dem Verlag C.H.Beck finden Sie unter: [www.chbeck.de](http://www.chbeck.de)