

dtv

Mit seiner beispielhaften Fernsehserie ›Querschnitte‹ hat Hoimar von Ditfurth sich einen Namen als Moderator der modernen Wissenschaften gemacht. Mit dieser Welt-Geschichte, in der er die »konsequentesten wie kühnsten Überlegungen heutiger Wissenschaft auf brillante und zugleich populäre Weise zusammenfaßt« (Wiesbadener Kurier), ist es ihm gelungen, ein packendes Gesamtbild der Entstehung, Entwicklung und Zukunft von Materie, Leben und menschlicher Kultur zu entwerfen. Das Ergebnis ist ein anschaulicher und spannender Report über 13 Milliarden Jahre Naturgeschichte, angefangen vom Urknall über die Entstehung des »Abfallprodukts« Erde, über die große Sauerstoffkatastrophe, die Erfindung der Warmblütigkeit (und damit die Voraussetzung für das menschliche Bewußtsein) bis hin zu der Möglichkeit interplanetarisch-galaktischer Kommunikation. Und durchgehend verzeichnet Ditfurth dabei das Vorwalten von Vernunft. Nur eine Vernunft, die von allem Anfang an im Spiel war, konnte eine Welt ordnen, die – alles in allem – vernünftig ist. Daraus ergibt sich eine der verblüffendsten Kernthesen dieses Buches: Es gibt Verstand auch ohne Gehirn.

Hoimar von Ditfurth, geboren am 15. Oktober 1921 in Berlin, war Professor für Psychiatrie und Neurologie. Seit 1969 arbeitete er als freier Wissenschaftspublizist. Seine Fernsehserie ›Querschnitte‹ gilt heute noch als Musterbeispiel für spannende und verantwortungsbewußte Darstellung von moderner Naturwissenschaft; seine Bücher haben Bestsellerauflagen erreicht, darunter ›Im Anfang war der Wasserstoff‹ (1972), ›Der Geist fiel nicht vom Himmel‹ (1976), ›Wir sind nicht nur von dieser Welt‹ (1981), ›So laßt uns denn ein Apfelbäumchen pflanzen. Es ist soweit‹ (1985), ›Innenansichten eines Artgenossen‹ (1989), ›Die Sterne leuchten, auch wenn wir sie nicht sehen‹ (1994), ›Die Wirklichkeit des Homo sapiens‹ (1995). Hoimar von Ditfurth starb am 1. November 1989.

Hoimar von Ditfurth

Im Anfang war der Wasserstoff

Mit 46 Abbildungen

Deutscher Taschenbuch Verlag

Ungekürzte Ausgabe
1. Auflage Mai 1981 (drv 1657)
18. Auflage Januar 2007
Deutscher Taschenbuch Verlag GmbH & Co. KG,
München
www.dtv.de

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt.
Sämtliche, auch auszugsweise Verwertungen bleiben vorbehalten.

© 1972 Hoffmann und Campe Verlag, Hamburg
ISBN 3-455-08854-6

Umschlagkonzept: Balk & Brumshagen
Umschlagfoto: Sonneneruptionen (Bavaria Bildagentur)
Gesamtherstellung: Druckerei C. H. Beck, Nördlingen
Gedruckt auf säurefreiem, chlorfrei gebleichtem Papier
Printed in Germany
ISBN-13: 978-3-423-33015-2
ISBN-10: 3-423-33015-5

Meiner Frau

Inhalt

Einleitung

Eine neue Perspektive 9

Erster Teil

Vom Urknall bis zur Entstehung der Erde 17

1. Es gab einen Anfang 19
2. Ein Platz an der Sonne 52
3. Die Evolution der Atmosphäre 68

Zweiter Teil

Die Entstehung des Lebens 103

4. Fiel das Leben vom Himmel? 105
5. Die Bausteine des Lebens 116
6. Natürlich oder übernatürlich? 134
7. Lebende Moleküle 144
8. Die erste Zelle und ihr Bauplan 153
9. Nachricht vom Saurier 167
10. Das Leben – Zufall oder Notwendigkeit? 179

Dritter Teil

Von der ersten Zelle bis zur Eroberung des Festlands 187

11. Kleine grüne Sklaven 189
12. Kooperation auf Zellebene 202
13. Anpassung durch Zufall? 219
14. Evolution im Laboratorium 230
15. Verstand ohne Gehirn 238
16. Der Sprung zum Mehrzeller 252
17. Der Auszug aus dem Wasser 272

Vierter Teil

Die Erfindung der Warmblütigkeit und die Entstehung von „Bewußtsein“ 281

18. Die stille Nacht der Dinosaurier 283

19. Programme aus der Steinzeit 298

20. Älter als alle Gehirne 308

Fünfter Teil

Die Geschichte der Zukunft 323

21. Auf dem Weg zum galaktischen Bewußtsein 325

Anmerkungen und Ergänzungen 345

Bildquellennachweis 360

Einleitung

Eine neue Perspektive

Vor etwa 20 Jahren produzierte der geniale amerikanische Filmregisseur Orson Welles einen Abenteuerfilm, der mit der originellsten Pointe abschloß, die ich bei einem Film dieses Genres bisher gesehen habe. Beim großen »Show-down«, der Schlußabrechnung, stellte sich der Oberschurke – Orson Welles spielte ihn selbst – seinem Todfeind in bequemer Schußentfernung, am hellichten Tage, ohne jede Deckung, und trotzdem praktisch unerreichbar.

Die Szene spielte auf einem Rummelplatz, und der Witz bestand darin, daß es dem von Welles verkörperten Gangster gelungen war, seinen Widersacher in ein Spiegelkabinett zu locken. Dort trat der Verfolgte seinem Jäger furchtlos entgegen, deutlich sichtbar, aber eben nicht nur einmal, sondern gleich dutzendfach vervielfältigt nebeneinander durch die spiegelnden Wände des raffiniert konstruierten optischen Labyrinthes.

Das Duell endete, wie es unter diesen Umständen enden mußte. In hilflosem Zorn feuerte der Verfolger Schuß auf Schuß auf die Abbilder seines Opfers. Er verursachte einen Haufen Scherben. Aber sein Revolver war leer, bevor er das Original selbst getroffen hatte.

Der Drehbucheinfall war großartig und geistreich. Eine raffiniertere Art der Tarnung ist kaum denkbar. Wenn man schon nicht die Möglichkeit hat, sich zu verstecken, und wenn man nicht in der Lage ist, sich unsichtbar zu machen, dann besteht der beste Ausweg darin, dem Verfolger zusätzliche Scheinziele anzubieten. In einfacherer Form geschieht das daher auch seit alters her im Kriege. Auch da versucht man, das Feuer des Feindes von den wirklichen Zielen durch Attrappen abzulenken, etwa durch den Bau von Schein-Flughäfen oder durch Panzer aus Pappe.

Wo immer wir auf einen solchen Trick stoßen, wo immer wir durch ein

solches Täuschungsmanöver womöglich selbst hereingelegt werden, da setzen wir als Ursache intelligentes Verhalten voraus. Ausgeklügelte und zweckmäßige Strategien dieser und anderer Art sind uns nur vorstellbar als das Resultat bewußter, scharfsinniger Überlegung. Diese Schlußfolgerung beruht aber auf einem Vorurteil. Dieses Vorurteil ist weit verbreitet und von grundsätzlicher Bedeutung, denn es verbaut uns allen bis heute das Verständnis für die Natur, für die ganze uns umgebende Welt und damit auch für die Rolle, die wir in dieser Welt spielen. In der Natur nämlich gab es die Spuren der Wirksamkeit von Verstand schon lange, ehe Gehirne existierten, die ein Bewußtsein ermöglichen.

Hier ein erstes Beispiel als Beweis: In Assam in Zentralindien lebt eine Raupe, die sich während der Puppen-Phase vor ihren Freißfeinden durch exakt den gleichen Trick schützt, der die Schlußpointe des eben geschilderten Filmes bildet. Es handelt sich um die Raupe des Kaiseratlas, den die Schmetterlingsforscher als *Attacus edwardsii* bezeichnen. Wie die meisten anderen Schmetterlingsraupen, so spinnt sich auch diese Raupe ein, wenn die Zeit zur Verpuppung gekommen ist. Außerdem hüllt sie sich noch in ein Blatt.

Allein die Art und Weise, in der sie das bewerkstelligt, scheint schon für ein erstaunliches Maß an zielgerichteter Voraussicht zu sprechen. Denn ein grünes, saftiges Blatt ist viel zu elastisch und sperrig, als daß eine Raupe imstande wäre, es zu einer Schutzhülle zusammenzurollen. Die *Attacus*-Raupe löst dieses erste Problem auf die einfachste und zweckmäßigste Weise, die denkbar ist: Sie beißt den Stiel des Blattes durch (spinnt ihn vorher aber vorsorglich am Zweig fest, damit das Blatt nicht herunterfällt!). Als zwangsläufige Folge dieses Eingriffs beginnt das Blatt zu welken. Mit anderen Worten: Es trocknet ein. Ein eintrocknendes Blatt aber rollt sich zusammen. Wenige Stunden später verfügt die Raupe folglich über eine ideale Blattröhre zum Hineinkriechen. So weit, so gut. Schon bis hierher ist die Geschichte sehr erstaunlich, dabei ist das alles erst der Anfang.

Wenn man die Situation überdenkt, in welche die Raupe sich bis hierhin gebracht hat, um das wehrlose Puppenstadium möglichst sicher zu überstehen, stößt man sofort auf ein Problem. Zwar liefert ein welkes Blatt der Puppe als »Verpackung« zumindest Sichtschutz. Aber selbstverständlich fällt das trockene Blatt selbst unter all den übrigen grünen Blättern sofort auf. Da es nun bestimmte Räuber gibt, Vögel vor allem, die sich den ganzen Tag über mit fast nichts anderem beschäftigen als

damit, gezielt nach Futter und dabei eben auch nach Schmetterlingsraupen zu suchen, müßte sich das eigentlich verhängnisvoll auswirken. Früher oder später wird ein Vogel unweigerlich auch ein solches trockenes Blatt einmal untersuchen und dabei dann auf die wohlschmeckende Puppe stoßen. Da Vögel aus Erfahrungen dieser Art sehr wohl lernen, heißt das aber, daß der Räuber von da ab vermehrt auf welche Blätter achten wird, die isoliert zwischen grünem Laub herumhängen. So raffiniert der Trick mit der Herstellung der Blattröhre auch ist, im Endeffekt scheint das ganze bisher noch auf eine Vergrößerung der Risiken für die ihrem Schmetterlingsdasein entgegendämmernde Puppe hinauszulaufen.

Was könnte die Raupe tun, um diesen Nachteil zu vermeiden, ehe sie sich in ihrer Blattrolle der Erstarrung des Puppenstadiums überläßt? Nehmen wir einmal an, sie könnte uns fragen, welchen Rat würden wir ihr geben? Ich glaube, daß es den meisten von uns recht schwer fiel, in dieser Situation auf einen annehmbaren Ausweg zu verfallen und eine hilfreiche Empfehlung abzugeben.

Die Raupe des Kaiseratlas jedoch hat auch dieses Problem elegant und wirkungsvoll gelöst. Der Kern der Lösung, die das Tier anwendet, besteht in der gleichen Pointe, die Orson Welles vor 20 Jahren für den Schluß seines Filmes erfand. Die Raupe beißt einfach noch bei 5 oder 6 weiteren Blättern ebenfalls die Stengel durch und heftet diese neben das eine Blatt, das sie selbst als Puppe beziehen wird. Zuletzt hängen an dem Zweig daher 6 oder 7 trocken eingerollte Blätter nebeneinander. Nur ein einziges von ihnen enthält die Puppe als potentielle Beute. Die anderen sind leer. Sie haben die Funktion von Attrappen.

Nehmen wir einmal an, einem Vogel fielen die sechs nebeneinanderhängenden welken Blätter auf, und er begänne sie zu untersuchen. Seine Chance, gleich beim ersten Versuch die Puppe zu erwischen, betrüge nur 1:5. Eine Risikoversicherung dieser Größenordnung verschafft einer regungs- und bewußtlosen Schmetterlingspuppe schon einen entscheidenden Vorteil im großen Überlebensspiel. Und mit jedem weiteren leeren Blatt nimmt das Interesse des Vogels weiter ab, sich mit welken Blättern in Zukunft noch zu beschäftigen.

Aber der Trick der Raupe ist selbst dann noch wertvoll, wenn ein Vogel aus Zufall tatsächlich schon beim ersten Versuch sofort einen Treffer ziehen sollte, indem er gleich auf das richtige Blatt stößt. Dieser Erfolg nämlich dürfte das Tier dazu ermuntern, mit einer gewissen Hartnäckigkeit nun auch die übrigen Blätter nach Beute zu untersuchen. Bei

diesem Ablauf der Ereignisse würde der Vogel unweigerlich auf eine ununterbrochene Folge von Nieten stoßen. Man wird daher annehmen dürfen, daß er, wenn er den Platz schließlich verläßt, dies in dem Gefühl tun wird, daß trockene Blätter bei der Suche nach Futter, alles in allem, doch kein lohnendes Objekt sind. Dann ist zwar die eine Puppe zugrunde gegangen, dem Vogel die Freude an der Untersuchung trockener Blätter aber wenigstens für die Zukunft so weit verleidet, daß die übrigen Attacus-Raupen, die im Schutze der gleichen Tarnung auf ihr Erwachen als Schmetterlinge warten, von ihm nicht mehr behelligt werden.

Selbst bei einem Menschen würde uns eine so ausgeklügelte Taktik der Selbstverteidigung als besonders raffinierte List erscheinen, die ein beträchtliches Maß von Intelligenz verriete. Wie ist es möglich, daß eine Raupe es fertigbringt, sich auf diese Weise zu schützen, obwohl der Bau ihres Zentralnervensystems ebenso wie ihr sonstiges Verhalten den sicheren Schluß zuläßt, daß sie nicht über Intelligenz verfügt, daß sie ganz sicher weder zur Voraussicht noch zu logischer Schlußfolgerung befähigt ist?

Es ist verständlich, wenn die Naturforscher früherer Generationen angesichts solcher Beobachtungen an ein »Wunder« glaubten. Wenn sie meinten, hier gebe es nichts zu erklären oder zu erforschen, hier habe offensichtlich Gott selbst seinen Geschöpfen das erforderliche Wissen eingegeben, um auf diese Weise väterlich für ihr Wohlergehen zu sorgen. Mit dieser Formulierung resignierten sie allerdings als Naturforscher. Auch das moderne Wort »Instinkt« ist hier nicht, wie viele Menschen glauben, eine Erklärung. Es ist nichts weiter als ein Fachausdruck, auf den die Wissenschaftler sich geeinigt haben, um bestimmte Formen angeborenen Verhaltens zusammenzufassen.

Was erklärt es schon, wenn wir, um noch einmal auf unser Beispiel zurückzukommen, einfach sagen, der Raupe des Kaiseratlas sei das beschriebene Tarnverhalten eben »angeboren«? Das ist zwar richtig, und immerhin ist mit dieser Formulierung auch schon der richtige und bedeutsame Sachverhalt ausgedrückt, daß die Leistung, die uns hier so erstaunt, nicht von der Raupe selbst stammt. Aber wir wollen doch etwas ganz anderes wissen. Wir wollen wissen, wer hier auf den so verblüffend gescheiterten Gedanken gekommen ist, daß man sich durch die Produktion von Attrappen tarnen kann. Welchem Gehirn der höchst originelle Einfall entsprungen ist, daß man Vögeln die Lust an der Suche dadurch verderben kann, daß man ihre Chancen, etwas zu finden, auf eine so hinterhältige Weise reduziert.

Die Verhaltensforscher, deren Thema die Untersuchung angeborener Verhaltensweisen ist, haben darauf heute in vielen Fällen schon einleuchtende und überraschend vollständige Antworten gefunden. Wir werden uns mit ihnen in diesem Buch noch ausführlich beschäftigen. Vorweggenommen sei hier aber schon eine Konsequenz ihrer Untersuchungen, die eine außerordentlich wichtige Einsicht betrifft: die Erkenntnis, daß es in der belebten Natur Intelligenz gibt, die nicht an irgendeinen konkreten Organismus gebunden ist, daß – anders ausgedrückt – Verstand möglich ist, ohne daß ein Gehirn existiert, das ihn beherbergt.

Niemand kann bestreiten, daß die Art und Weise, in der die Raupe des indischen Schmetterlings aus Blättern Schutzhüllen präpariert, zweckmäßig ist, und daß das Tier auf diese Weise die noch in der Zukunft liegende Schutzbedürftigkeit der bewegungslosen Puppe, in die es sich verwandeln wird, vorwegnimmt. Ebenso wenig läßt sich leugnen, daß der Bau von Attrappen, die neben die eigene Position gehängt werden, das Verhalten von Vögeln und speziell die Bedingungen, unter denen Vögel lernen und Erfahrungen machen, mit überraschender Präzision berücksichtigt.

Andererseits steht fest, daß die praktisch hirmlöse Raupe selbst sicher nicht intelligent ist. Ihr Verhalten weist in dem geschilderten Falle dennoch bestimmte Kriterien auf, die wir mit Recht als spezifisch »intelligent« ansehen: Zweckmäßigkeit, Vorwegnahme künftiger Ereignisse, Berücksichtigung der wahrscheinlichen Reaktion von Lebewesen einer ganz anderen Spezies. In diesen Fällen sprechen die modernen Verhaltensforscher, auch Konrad Lorenz, daher gelegentlich und beiläufig auch von »lern-analogen« oder »intelligenz-analogen« Verhalten.

Selbstverständlich gelten diese Überlegungen nicht nur für das hier strapazierte und alle anderen bekannten Beispiele von Tarnung und Mimikry bei Tieren und Pflanzen (1). Ich habe dieses Beispiel herausgegriffen, weil es das, worauf es mir ankommt, mit besonderer Deutlichkeit demonstriert. Alle diese Überlegungen gelten ebenso auch für andere Formen biologischer Anpassung und im Grunde sogar, wie wir noch sehen werden, ausnahmslos für den ganzen Bereich nicht nur der belebten, sondern auch der unbelebten Natur.

Daraus ergibt sich eine außerordentlich bedeutungsvolle und aufregende Schlußfolgerung, auf die wir noch wiederholt stoßen werden und die ich hier vorläufig mit der Feststellung umschreiben will, daß

Geist und Verstand offensichtlich nicht erst mit uns Menschen in diese Welt hineingekommen sind. Diese Einsicht ist, wie mir scheint, eine der wichtigsten Lehren, die wir aus den Ergebnissen der modernen Naturwissenschaft ziehen können. Zielstrebigkeit und Anpassung, Lernen und Probieren, den schöpferischen Einfall ebenso wie Gedächtnis und Phantasie, das alles gab es, wie ich in diesem Buch im einzelnen zu zeigen versuchen werde, schon lange, bevor es Gehirne gab. Wir müssen umlernen: Intelligenz gibt es nicht deshalb, weil die Natur es fertigbrachte, Gehirne zu entwickeln, die das Phänomen »Intelligenz« am Ende einer langen Entwicklungsreihe schließlich ermöglicht hätten.

Wenn man die Geschichte der Entstehung des Lebens auf der Erde, die Entstehung der Erde selbst und ihrer Atmosphäre und die kosmischen Bedingungen, die all dem zugrunde liegen, vorurteilslos so betrachtet, wie unsere heutige Wissenschaft sie in immer weiteren Einzelheiten zutage fördert, dann drängt sich eine ganz andere, eigentlich genau die entgegengesetzte Perspektive auf:

Die Natur hat nur deshalb nicht bloß Leben, sondern schließlich auch Gehirne und zuletzt unser menschliches Bewußtsein hervorbringen können, weil es Geist, Phantasie und Zielstrebigkeit in dieser Welt schon immer gegeben hat, vom ersten Augenblick ihres Bestehens an.

Dies ist der entscheidende Punkt: Daß Prinzipien, die wir im allgemeinen ganz selbstverständlich der »psychischen« Sphäre vorbehalten glauben, in Wirklichkeit schon in der vorbewußten Welt, sogar schon im Bereiche des Anorganischen wirksam und nachweisbar sind, diese Erkenntnis ist wahrscheinlich die bedeutungsvollste Konsequenz der modernen Naturwissenschaft. Die Folgerungen, die sich aus dieser Entdeckung für das menschliche Selbstverständnis und ebenso für unser Weltverständnis ergeben, sind in mancher Hinsicht revolutionierend. Daß unter diesem Aspekt der von vielen Gebildeten auch heute noch bestrittene geistige Rang der Naturwissenschaft unübersehbar hervortritt, daß aus dieser Perspektive die künstliche und wirklichkeitsfremde Aufteilung der Wissenschaft in »Geisteswissenschaft« und »Naturwissenschaft« endgültig unsinnig wird, sei nur am Rande erwähnt.

Der Angelpunkt der Geschichte, die in diesem Buch erzählt werden soll, ist die von der modernen Wissenschaft aufgedeckte Tatsache, daß sich die Spuren von Geist und Intelligenz in der Welt und in der Natur schon lange vor der Entstehung des Menschen, vor der Entstehung von Bewußtsein überhaupt nachweisen lassen. Das ist nicht etwa ideologisch gemeint (wenn diese Einsicht ganz sicher auch tiefgreifende weltanschau-

liche Konsequenzen haben wird). Das ist auch nicht etwa im Sinne der schwärmerisch-kurzschließenden Folgerung gemeint, daß sich hinter der Ordnung, die uns in der belebten Natur überall begegnet, ein die Natur transzendierender ordnender Geist gleichsam verberge. Diese Schlußfolgerung mag legitim und diskutabel sein. Sie ist hier aber nicht gemeint.

Erst wenn dieses naheliegende Mißverständnis ausgeschlossen ist, wird erkennbar, worum es geht: Der Wissenschaft ist es heute gelungen, den Ablauf der Geschichte der Welt in seinen wesentlichen Umrissen zu rekonstruieren. Je deutlicher das Bild des gewaltigen, über Jahrmilliarden sich hinziehenden Ablaufs dabei wird, um so deutlicher wird erkennbar, daß Lernfähigkeit, das Sammeln von Erfahrungen, Phantasie, tastendes Probieren, spontaner Einfall und ähnliche Kategorien diesen Ablauf von Anfang an regiert haben. Das ist wieder nicht etwa nur in dem Sinne gemeint, daß der komplizierte Ablauf auf den Betrachter immer von neuem zweckmäßig, sinnvoll, vernünftig oder phantasievoll »wirkt«. Gemeint ist vielmehr die bisher kaum beachtete Tatsache, daß sich die genannten Prinzipien in allen für ihre Definition wesentlichen Einzelheiten in dieser Geschichte konkret nachweisen lassen.

Offensichtlich ist es nur ein Vorurteil, wenn wir bis heute geglaubt haben, daß Leistungen dieser Art die Existenz eines Gehirns voraussetzen, das sie vollbringt. Daß insbesondere Phantasie, schöpferischer Einfall oder die Vorwegnahme zukünftiger Möglichkeiten die Existenz unseres, des menschlichen, Gehirns voraussetzen. Die Beobachtung der Raupe des indischen Kaiseratlas lehrt uns, daß derartige Leistungen in dieser Welt sehr viel älter sind als die ältesten Gehirne.

Wir neigen unausrottbar dazu, uns als Mittelpunkt zu sehen. Schritt für Schritt befreit die Erforschung der Wirklichkeit, die Naturwissenschaft, uns von dieser Illusion. Sie wies uns nach, daß wir nicht im Mittelpunkt einer Scheibe leben und daß die kugelförmige Erde um eine Sonne kreist, die nicht im Mittelpunkt des Universums steht.

Auch heute noch ist für die meisten Menschen die Erde der geistige Mittelpunkt der Welt, nämlich, wie sie allen Ernstes glauben, im ganzen unermesslich großen Kosmos der einzige Ort, an dem sich Leben, Bewußtsein und Intelligenz entwickelt haben. Daß auch diese Überzeugung in Wahrheit nur wieder eine neue Verkleidung ist, in der uns der alte Mittelpunktswahn begegnet, diese Einsicht verbreitet sich heute langsam, aber unaufhaltsam im Zusammenhang mit dem Eindringen wissenschaftlicher Forschung in den Raum außerhalb unserer Erde.

Bei jedem dieser Schritte haben wir mit einer Denkgewohnheit brechen müssen. In jedem Falle erschien uns der neue Anblick der Wirklichkeit anfangs als absurd, schien er dem Selbstverständlichen zu widersprechen. Frühere Generationen reagierten darauf entsprechend. Giordano Bruno büßte für die fundamentale, das Bewußtsein der Menschheit zutiefst erschütternde Entdeckung, daß unsere Sonne nur einer unter unzähligen Sternen in einem unermesslich großen Weltall ist, auf dem Scheiterhaufen.

Charles Darwin blieb ein ähnliches Schicksal nur deshalb erspart, weil man mit dem Verbrennen unliebsamer Zeitgenossen vor 100 Jahren nicht mehr so schnell bei der Hand war. Seine bedeutsame Entdeckung, daß der Mensch nicht gleichsam als ein Sonderfall »von außen« in die Natur hineingesetzt ist, sondern daß er dazu gehört, verwandt mit allem, was da krecht und fleucht, und mit ihm zusammen im Verlaufe ein und derselben Entwicklungsgeschichte entstanden – diese radikale Umkehr der Perspektive macht den großen englischen Forscher bis auf den heutigen Tag noch bei vielen suspekt oder gar verhaßt.

So erscheint es uns auch als selbstverständlich und keiner weiteren Begründung bedürftig, daß bestimmte Leistungen, die wir als »rationale« oder »psychische« Leistungen bezeichnen, nur von unserem Gehirn vollbracht werden können und daß die Welt ohne diese Leistungen auskommen mußte, bevor es uns gab. Die Geschichte der Natur legt den Verdacht nahe, daß auch das nur wieder ein anderer Ausdruck des anthropozentrischen Mittelpunktwahns ist. In Wirklichkeit verfügen wir, wie es scheint, nur deshalb über Bewußtsein und Intelligenz, weil die Möglichkeiten von Bewußtsein und Intelligenz in dieser Welt von Anfang an angelegt waren und nachweisbar sind.

Ihren Spuren wollen wir in diesem Buch nachgehen, indem wir die Geschichte der Entstehung und Entwicklung der Welt nachvollziehen, soweit uns die Ergebnisse der Wissenschaft heute schon die Möglichkeit dazu geben. Das ist nicht einfach nur eine aufregende und faszinierende Geschichte. Weil in ihr von Anfang an auch die Wurzeln unserer eigenen Existenz enthalten sind, erfahren wir dabei auch etwas über uns selbst.

Erster Teil

Vom Urknall bis zur Entstehung der Erde

1. Es gab einen Anfang

Im Frühjahr 1965 hörten Arno A. Penzias und Robert W. Wilson als erste Menschen das Echo der Entstehung der Welt – nur: sie wußten es nicht.

Penzias und Wilson arbeiteten in der Forschungsabteilung der Elektro-Firma Bell Telephone an der Entwicklung einer Spezial-Empfangsantenne. Es war noch die Zeit der Echo-Satelliten, jener riesigen Kugeln aus papierdünner Aluminium-Folie, die man mit bloßem Auge in ihrer Umlaufbahn am Nachthimmel verfolgen konnte, weil ihre polierte Oberfläche das Licht der Sonne wie ein Spiegel reflektierte. Die »Echos« waren, wie ihr Name verrät, »passive« Satelliten. Sie konnten selbst nichts messen und keine Botschaften zur Erde zurücksenden. Sie wogen kaum mehr als 60 kg, wurden als Päckchen zusammengefaltet in 1500 km Höhe geschossen und dort durch Treibgas zu Kugeln von 30 Meter Durchmesser aufgeblasen.

Die hoch über der irdischen Atmosphäre treibenden Riesenkugeln reflektierten nicht nur das Sonnenlicht. Sie sollten vor allem Funk-signale zur Erdoberfläche zurückspiegeln. Mit Hilfe dieser Signale ließ sich ihre Umlaufbahn genauestens vermessen und auf die kleinen Unregelmäßigkeiten überprüfen, die aus dem Widerstand der selbst in dieser Höhe noch vorhandenen obersten Schichten der Stratosphäre resultierten. Nach diesem Prinzip wurden mit dem Echo-Projekt in den Jahren zwischen 1960 und 1966 die Bedingungen in der obersten Erdatmosphäre erforscht.

Zum Auffangen der von diesen Ballon-Satelliten reflektierten Funk-signale hatten die Wissenschaftler Spezialantennen gebaut, die auch sehr schwache Signale noch aufnehmen konnten und außerdem so beschaffen waren, daß sie Störungen nach Möglichkeit ausblendeten. Die von Penzias und Wilson zu diesem Zweck konstruierte Antenne

sah aus wie ein riesiges, mehr als 10 Meter langes Horn, an dessen einem Ende eine seitliche Öffnung mit dem beachtlichen Format von 6 mal 8 Metern klaffte, während sich das andere Ende trichterförmig verjüngte und in der eigentlichen Meßapparatur endete. Das Ganze erinnerte ein wenig an eines jener altertümlichen Hörrohre, mit denen sich in früheren Zeiten die Schwerhörigen ausrüsteten. Es hatte grundsätzlich auch die gleiche Funktion.

Was Penzias und Wilson im Frühjahr 1965 bei ihren Versuchen fast zur Verzweiflung brachte, war ein »*excess radio noise*«, ein Störungsrauschen in ihrem Empfänger, dessen Quelle die beiden Experten trotz aller Bemühungen nicht aufspüren konnten. Dabei hätte das eigentlich relativ einfach sein müssen. Alles sprach dafür, daß die Ursache im Gerät selber liegen mußte. Die beiden Forscher konnten ihre mobile Antenne drehen, in welche Richtung sie wollten, an dem Rauschen änderte sich nichts. Eine von außen kommende Störung schien ihnen damit ausgeschlossen. Aber auch in der Empfangsapparatur ließ sich kein Fehler finden.

Durch einen Zufall hörte der Physiker Robert H. Dicke von den Schwierigkeiten der beiden Nachrichtentechniker. Dicke arbeitete an der berühmten Princeton-Universität und beschäftigte sich seit Jahren mit kosmologischen Problemen. Im Zusammenhang damit hatte man in seiner Abteilung neuartige Apparaturen zur Messung und Untersuchung kosmischer Radiostrahlung konstruiert. Dicke war daher vertraut mit den Problemen, mit denen man sich bei Bell Telephone herumschlug. Außerdem waren beide Institute nicht weit voneinander entfernt. Also nahm man eines Tages Kontakt auf.

Als Dicke die ersten Einzelheiten über den Charakter des »Störungsrauschens« erfuhr, das Penzias und Wilson seit Monaten so sehr auf die Nerven ging, alarmierte er sofort seine Mitarbeiter und fuhr mit ihnen nach Holmdel in die Forschungsabteilung von Bell Telephone. Was man ihm dort erzählte und was er an Ort und Stelle sah, beseitigte fast sofort die letzten Zweifel: Das geheimnisvolle Rauschen, das die Kollegen in Holmdel irritierte, kam doch von außen. Es war ein kosmisches Phänomen, das er selbst, Dicke, schon viele Jahre zuvor auf Grund theoretischer Überlegungen vorausgesagt hatte.

Seit Jahren hatten er und seine Mitarbeiter vergeblich versucht, genau diese Art kosmischer Strahlung nachzuweisen. Penzias und Wilson waren jetzt durch einen reinen Zufall auf das Phänomen gestoßen, ohne bis zu dem Besuch des Princeton-Teams auch nur zu ahnen, was ihnen