



Leseprobe

Thor Hanson

Von schrumpfenden Tintenfischen und windfesten Eidechsen

Faszinierende Antworten der Natur auf die Klimakrise - Leseempfehlung der NY Times. Nominiert für „Bestes Wissenschaftsbuch des Jahres“ 2023

Bestellen Sie mit einem Klick für 22,00 €



Seiten: 288

Erscheinungstermin: 26. Oktober 2022

Mehr Informationen zum Buch gibt es auf

www.penguinrandomhouse.de

Inhalte

- Buch lesen
- Mehr zum Autor

Zum Buch

Über die faszinierende Wechselbeziehung von Klimakrise und Evolution – die Leseempfehlung der NY Times Nominiert für „Bestes Wissenschaftsbuch des Jahres“ 2023

Wir wissen, die Anpassung an den menschengemachten Klimawandel ist ein **Wettlauf gegen die Zeit** – dabei ist die Natur uns mitunter schon einige große Schritte voraus.

Von gefräßigen Borkenkäfern, die dank gestiegener Temperaturen heute ganze Wälder bedrohen, bis zu Eidechsen, denen die **Evolution** mehr Griffkraft bescherte, damit sie nicht von immer häufiger auftretenden Tropenstürmen weggeweht werden: Während wir noch diskutieren, sind die **Antworten der Natur** auf den **Klimawandel** bereits in vollem Gang – und dabei ebenso beunruhigend wie auch faszinierend.

Feinfühlig und nuanciert, legt Naturschutzbiologe Thor Hanson die oft im verborgenen liegenden Geschichten vom **Kampf der Natur gegen ein sich rapide änderndes Klima** offen. Eine Reise an die Schauplätze des biologischen Wandels, welche die Konsequenzen der globalen Erwärmung unmittelbar greifbar macht und erahnen lässt, welche Tragweite unsere Entscheidungen für das Leben auf dem Planeten haben.

THOR HANSON

Von schrumpfenden Tintenfischen
und windfesten Eidechsen

THOR HANSON

Von
schrumpfenden
Tintenfischen
und windfesten
Eidechsen

Faszinierende Antworten
der Natur auf die Klimakrise

*Aus dem Amerikanischen von
Andrea Kunstmann*

Kösel

INHALT

Vorbemerkung	9
Vorwort: Geschichten erzählen	11
TEIL I Die Schuldigen (Veränderung und Kohlendioxid)	19
Kapitel 1: Nichts bleibt, wie es war	21
Kapitel 2: Böse Wetter	37
TEIL II Die Probleme (und Chancen)	49
Kapitel 3: Richtiger Ort, falsche Zeit	51
Kapitel 4: Der n-te Grad	66
Kapitel 5: Seltsame Bettgesellen	79
Kapitel 6: Schiere Notwendigkeiten	92
TEIL III Die Reaktionen	107
Kapitel 7: Wanderung	109
Kapitel 8: Anpassung	126
Kapitel 9: Evolution	142
Kapitel 10: Refugien	160
TEIL IV Die Folgen	177
Kapitel 11: Bis an die Grenze	179
Kapitel 12: Überraschung!	200
Kapitel 13: Früher war früher, jetzt ist jetzt	216
FAZIT Alles, was wir nur können	235

Danksagung	243
Glossar	245
Anmerkungen	253
Literatur	271

Für meinen Bruder

VORBEMERKUNG

Dieses Buch ist aus Neugier entstanden. Es geht darin um die Entdeckungen von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, einer per se sehr neugierigen Spezies Mensch. Auch wenn mein Thema in der Klimakrise wurzelt, geht es mir nicht darum, Alarm zu schlagen. Das haben andere Bücher getan, und diese Warnungen sind gültig. Mir geht es hier um deren Untermauerung: Ich will zeigen, dass die Biologie uns bereits jetzt lehrt, worauf wir uns in Sachen Klimawandel einzustellen haben. Dazu werde ich aus erster Hand von einem rasch expandierenden Forschungsgebiet berichten (und noch mehr Einblicke in die Forschung bietet das Literaturverzeichnis am Ende). Ich habe mich bemüht, auf kryptische Fachbegriffe weitgehend zu verzichten, und die unvermeidlichen erkläre ich hinten im Glossar. Anekdoten und Nebenbemerkungen, die meinen Erzählfluss stören, habe ich in die Anmerkungen verschoben, beispielsweise wie man die ultimative Käferfalle baut, wie langlebig der Urin von Buschratte ist oder wie man ein Entenei in Wasser auflöst. Ich hoffe, die vielen Einsichten, die ich beim Recherchieren und Schreiben gewonnen habe, werden auch beim Lesen für Aha-Erlebnisse sorgen und nicht nur Interesse wecken, sondern zum Handeln anregen. Wenn wir die Botschaft unter die Leute bringen wollen, müssen wir alle zusammen sehr laut werden.

VORWORT

Geschichten erzählen

Ich sinne, Bruder, über eine Weissagung,
die ich dieser Tage las ...

WILLIAM SHAKESPEARE¹

Es war stockdunkel und regnete in Strömen, als ich mein Zelt aufschlug. Ich hoffte, den Hang weit genug hinaufgeklettert zu sein, um nicht einer Überschwemmung zum Opfer zu fallen. Drinnen fühlte es sich dann an wie im Schleudergang einer Waschmaschine. Der Wind rüttelte an den Zeltstäben, die nasse Zeltplane kam meinem Gesicht gefährlich nahe und ließ einen feinen Sprühregen auf mich niedergehen. Als der Sturm bis tief in die Nacht weiterwütete und mein Schlafsack sich langsam vollsog, begann ich an meinem Plan für die Frühjahrsferien zu zweifeln.

Ich hätte mit Freunden zum Angeln gehen können, also rumhängen und Bier trinken – was College-Studenten vor dem Abschlusssemester halt so machen. Stattdessen hatte ich in allerletzter Minute beschlossen, mir ein paar Brote zu schmieren, meine Campingausrüstung in den Rucksack zu stopfen und ein unberührtes Fleckchen in der südkalifornischen Wüste zu erkunden, aus dem später einmal der Joshua Tree National Park werden sollte. Ich wäre im Traum nicht auf die Idee gekommen, eine wasserdichte Plane und Regenklamotten mitzunehmen – es handelte sich schließlich um die trockenste Region Nordamerikas. Doch auch wenn diese erste Nacht zu den schlimmsten gehört, die ich je in einem Zelt verbracht habe, bewirkte der Regen wahre Wunder. Um mich herum erwachten durstige Samenkörner und Stauden zum Leben, und als die Wolkendecke in

den darauffolgenden Tagen aufriss, fand ich mich in einer der wunderbarsten Landschaften überhaupt wieder: einer blühenden Wüste. Meinen Feldnotizen zeichnen ein Bild der Überfülle goldener, blauer und violetter Blüten, wie mit dem Pinsel auf die rote Erde und den Granit getupft. Ich notierte über zwei Dutzend Arten, von fröhlichen Gänseblümchen über Glockenblumen bis hin zu selteneren Exemplaren mit eigenwilligen Namen wie Bienenfreund, Zweizahn und *Wislizenia refracta*. Am meisten jedoch schrieb ich über ein Gewächs, das keine Blüten, sondern eine ganz eigene Art von Schmuck trug.

Ich entdeckte es an einem schmalen Bergpass: eine Josua-Palm-lilie, deren Äste nach oben ragten wie die Zinken einer Harke. Schon aus der Entfernung hatte ich gesehen, wie eigenartig sie in der leichten Brise glitzerte, und als ich näher kam, verstand ich auch, warum. Der von den Felsen und der Steigung kanalisierte Wind hatte den Baum üppig mit Müll dekoriert: Plastiktüten, Lebensmittelverpackungen, zerfetzte Schnüre und Bänder sowie nicht weniger als drei Luftballons in unterschiedlichen Stadien der Erschlaffung. »Happy Birthday« konnte man auf einem noch entziffern, der an seiner verhedderten Schnur sachte vor sich hin zitterte. Damals dachte ich bei dem Müll an Früchte – eine eigenartige Ernte mitten in der Wildnis, etwa achtzig Kilometer von der nächsten größeren Stadt entfernt. Jahrzehnte später habe ich das Bild noch immer vor Augen, als eindringliches Symbol unserer folgenreichen Eingriffe in die Natur. Inzwischen weiß ich, dass das Problem weniger darin besteht, was der Luftstrom dort hinträgt – das Problem liegt vielmehr in der Luft selbst.

Zwei Monate nach diesem Ausflug machte ich meinen Bachelorabschluss und spezialisierte mich danach auf Naturschutzbiologie. Meine Abschlussprüfung fiel zufällig auf den Tag, an dem im Juni 1992 in Rio de Janeiro die UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung begann, bei der das erste internationale Abkommen zum Kli-

Aufrufe zum Handeln häufig in Konflikt mit der Politik, insbesondere in den Vereinigten Staaten. Es gab Proteste, Kampagnen, Debatten und – als ultimatives Symptom der wachsenden kollektiven Angst – eine ganze Reihe von Hollywood-Katastrophenfilmen.

Als Wissenschaftler zweifelte ich kein bisschen an der Dringlichkeit des Problems, haderte aber wie der Rest der Welt mit einer sinnvollen Reaktion. Die Widersprüchlichkeit meines Handelns entging mir nicht: Der CO₂-Ausstoß meiner Langstreckenflüge zur Feldforschung in Afrika oder Alaska ließ sich nicht durch Fahrgemeinschaften zum Flughafen kompensieren. Doch abgesehen von eher vagen Skrupeln schien mir die Klimaproblematik anfangs noch sehr weit entfernt, irgendwie alarmierend, aber nicht greifbar, wie eine Krankheit ohne Symptome.

Mein Verhalten war ganz typisch: In Sachen Klimawandel ist die Kluft zwischen unserem Wissen und unserer Bereitschaft und Fähigkeit zu handeln eklatant – was der langjährige Klimaaktivist George Marshall in seinem Buch *Don't Even Think About It* auf den Punkt brachte, in dessen Titelformulierung sowohl die Verdrängung des Problems als auch die Weigerung, über echte Veränderungen nachzudenken, mitschwingt. Er zeigt, dass das menschliche Gehirn hervorragend darin ist, abstrakte Bedrohungen zu begreifen und zugleich zu ignorieren. Wenn Konsequenzen nur graduell oder in der Zukunft spürbar werden, legt unsere Ratio sie »zur Wiedervorlage« ab, statt eine eher emotionale, instinktgesteuerte Schnellreaktion einzuleiten. (Wir sind viel besser darin, auf die direkte Bedrohung von Leib und Leben zu reagieren, auf fliegende Speere oder angreifende Löwen, also die Sorte von Problemen, mit denen unsere Vorfahren konfrontiert waren.) Marshalls Buch endet mit einer ganzen Reihe von Strategien zur Überbrückung dieser mentalen Blockade, die zu einem großen Teil auf einer weiteren Fähigkeit beruhen, die das menschliche Hirn gut beherrscht: Geschichten erzählen.

Ein Narrativ macht komplexe Ideen viel leichter nachvollziehbar.

Nicht ohne Grund bettete Platon viele seiner philosophischen Dialoge in das Drama um Sokrates' Verurteilung ein oder unterrichtete Carl Sagan Astrophysik an Bord eines imaginären Raumschiffs voll blinkender Lichter. Geschichten besetzen Regionen unseres Gehirns, die von bloßen Fakten nicht erreicht werden, und sie setzen Botenstoffe frei, die unser Denken, Fühlen und Erinnern nachweislich verändern.² Auch beim Klimawandel hängt unser Verständnis und Handeln zu einem großen Teil davon ab, wie einerseits wir von ihm erzählen und was andererseits er uns erzählen kann. Meine eigene Sichtweise hat sich im Lauf meiner Berufstätigkeit von großer Distanz zu äußerster Faszination gewandelt – durch Geschichten. Nicht die, die in den Medien oder in politischen Debatten vorkommen, sondern solche, die auf einer fundamentalen Ebene passieren: im Leben der Pflanzen und Tiere, mit denen ich mich beschäftige.

Wie Biologinnen und Biologen auf der ganzen Welt kann auch ich beobachten, wie der Klimawandel mit jedem Projekt stärker in den Fokus rückt – denn während die Menschheit seit dreißig Jahren um einen vernünftigen Umgang damit ringt, muss jede andere Spezies auf diesem Planeten längst damit fertigwerden – was uns daran erinnert, dass die Auswirkungen jedes zukünftigen Szenarios, so komplex oder umstritten es sein mag, letztlich davon abhängen, wie die einzelnen Tiere und Pflanzen darauf reagieren. Wenn die Lebewesen auf der Erde in allen Situationen gleich gut klarkämen, wäre es völlig unerheblich, dass wir am Wetter herumdoktern. Nur sind Lebensbedingungen leider nicht universell. Biodiversität beruht auf Spezialisierung, das heißt, Millionen von Arten sind ganz exakt an die in ihrer Nische herrschenden Gegebenheiten angepasst. Veränderungen erzwingen Reaktionen, und wenn sie sehr schnell kommen, werden möglicherweise ganze Ökosysteme auf den Kopf gestellt. Vor allem das Tempo des Klimawandels macht ihn zu einer Klimakrise. Zugleich stellt er für die Wissenschaft und Landwirtschaft, für Vogelbeobachterinnen und Gärtner, für Hobbynaturforscherinnen und

überhaupt alle, die sich für die Natur interessieren, eine Chance dar. Nie zuvor konnten wir ein so einschneidendes biologisches Ereignis so hautnah mitverfolgen, und wenn die ersten Auswirkungen richtungsweisend sind, können wir aus ihnen bereits eine Menge ableiten. Denn nicht nur der Planet verändert sich schneller, als wir erwartet haben, sondern auch die Tiere und Pflanzen, die auf ihm zu Hause sind.

Mit meinem Buch erkunde ich diese neue Welt, in der Tiere vom Käfer bis zum Rankenfußkrebs (und auch die Josua-Palmlilie) sich durch Anpassung und hin und wieder sogar messbare Weiterentwicklung der Herausforderung eines rapiden Wandels stellen müssen – und zwar genau jetzt. Abgesehen von einer kurzen Einführung in die Kohlendioxid-Problematik werde ich nicht detailliert erklären, warum und wie die Erwärmung sich vollzieht, und ich gehe auch nicht auf die vielen Kontroversen ein, die wirksame politische Maßnahmen nach wie vor erschweren. All das sind wichtige Themen, sie wurden jedoch in den Medien und anderswo bereits ausführlich behandelt. (Eine ganz ausgezeichnete Zusammenfassung liefert Andrew Desslers hellsichtige und unparteiische *Introduction to Modern Climate Change* (nur englisch); oder auf Deutsch sehr knapp: *Der Klimawandel: Diagnose, Prognose, Therapie* von Stefan Rahmstorf und Hans Joachim Schellnhuber). Stattdessen taucht dieses Buch in das ein, was manche schon als eigenes neues Teilgebiet abgrenzen: die Biologie des Klimawandels. In den ersten Kapiteln schildere ich, wie die Wissenschaft überhaupt darauf kam, dass unser Klima sich verändert und Treibhausgase dafür verantwortlich sind. Danach beschäftige ich mich mit drei zentralen Fragen dieses neuen Forschungsgebiets: Erstens, vor welche Probleme stellt der Klimawandel Tiere und Pflanzen? Zweitens, wie reagieren die einzelnen Spezies darauf? Und drittens, welche Schlüsse können wir daraus für die Zukunft ziehen – ihre und unsere?

Nach der Lektüre werden Sie mir hoffentlich zustimmen, dass der

Klimawandel unsere Neugier ebenso verdient wie unsere Besorgnis. Denn ein Problem ist nur schwer zu lösen, wenn man sich nicht dafür interessiert. Glücklicherweise handelt es sich um eine ausgesprochen faszinierende Krise, die unsere Lebenswelt so tiefgreifend erfasst, dass es sich lohnt, täglich darüber nachzudenken. So schreibe ich diese Sätze an einem milden Frühlingsnachmittag mit weit geöffneter Tür, um das Summen der Insekten im Garten und das Zwitschern der gerade aus südlicheren Gefilden eingetroffenen Grasmücken zu hören. Alles an dieser Szenerie hängt mit den global steigenden Temperaturen zusammen: der Zeitpunkt des Pollenflugs und Vogelzugs, die geöffnete Tür und auch die Tatsache, dass ich ein kurzärmeliges T-Shirt tragen kann, ohne zu frieren. Wenn wir die biologischen Reaktionen auf die Klimaveränderungen verstehen, hilft uns das vielleicht zu begreifen, welche Rolle wir in Zukunft dabei spielen sollten, und so hoffe ich, dass die Geschichten in meinem Buch zugleich informieren und inspirieren. Anders ausgedrückt, wenn Heuschrecken, Hummeln und Schmetterlinge in der Lage sind, ihr Verhalten zu ändern, dann wir doch sicherlich auch. Wir können von Pflanzen und Tieren viel darüber lernen, was auf uns zukommt, denn für viele von ihnen, ebenso wie für viele von uns, ist diese Zukunft bereits Gegenwart.

KAPITEL 1

Nichts bleibt, wie es war

Jede Veränderung in den Lebens- und
Denkgewohnheiten ist lästig.

THORSTEIN VEBLEN⁴

Ich hörte sie, bevor ich sie sah, denn sie kreischten über mir wie zwei geistesgestörte Hähne. Angesichts des anhaltenden Lärms fand ich es unvorstellbar, dass irgendein zurechnungsfähiger Mensch sich diese Vögel ins Haus holte. Und doch war es ausgerechnet die starke Nachfrage im Tierhandel, die aus den einst weit verbreiteten Großen Soldatenaras eine gefährdete Art gemacht hatte. Drei Jahre lang hatte ich mich mit ihrer wichtigsten Nahrungsquelle in ihrem früheren Haupthabitat befasst, doch um einen von ihnen tatsächlich zu Gesicht zu bekommen, musste ich eine zweitägige Reise ins Hinterland auf mich nehmen, erst im Bus, dann im Boot und schließlich in einem motorisierten Kanu. Als zwei der Papageien dann tatsächlich von einem Baumwipfel aufstiegen und über den Fluss segelten, verspürte ich die Euphorie eines lang herbeigesehnten Augenblicks, und mir wurde zugleich klar, warum Ara-Liebhaber nur allzu gern bereit waren, über ihr lautes Gezeter hinwegzusehen. Selbst aus der Entfernung leuchteten ihre grünen Federn im Sonnenlicht, durchsetzt von karmesinroten, kastanienbraunen und bronzefarbenen Akzenten, gerahmt von Blau der breiten Flügel – als wäre jede Farbe der Umgebung, vom Himmel über den Fluss bis zum Regenwald, in diesem Gefieder zum Leben erweckt worden.

Zufrieden beobachtete ich, wie die Vögel von der nicaraguani-schen zur costa-ricanischen Seite des Flusses wechselten und hinter

einer niedrigen Hügelkette verschwanden. Es schien der passende Abschluss meines Forschungsprojekts in Mittelamerika, mich wenigstens einmal persönlich von der Wiederansiedlung der Aras überzeugen zu können, die meine Tätigkeit hatte fördern sollen, auch wenn ich nicht unmittelbar zu Aras geforscht hatte. Meine Arbeit belegte, dass Almendros (*Dipteryx Panamensis*, auf deren mandelartige Früchte diese Papageienart angewiesen ist) sich über verstreute Waldstücke hinweg fortpflanzen können, da die einzelnen Areale durch die Bestäubungsleistung fleißiger Bienen über weite Strecken miteinander verbunden sind. Diese Erkenntnis diente der Rechtfertigung für ein neues Gesetz, das Almendros im östlichen Tiefland von Costa Rica unter Schutz stellte, wo der Regenwald aufgrund von Rinderzucht und Obstanbau durch Weiden, Straßen und Anbauflächen zerstückelt war. Man hoffte, dass mit dem Erhalt der richtigen Baumart die Aras zurückkehren würden, dass sie sich ihre alten Lebensräume zurückeroberten würden, von ihrem Rückzugsort bis nach Norden, dem ausgedehnten nicaraguanischen Naturschutzgebiet, für das ich eine so weite Reise auf mich genommen hatte. Nun stellte sich heraus, dass sie damit schon begonnen hatten. In den folgenden Jahren nahmen Hunderte Vögel den gleichen Weg, den ich beobachtet hatte, über den San-Juan-Fluss Richtung Süden, und sorgten dafür, dass der Anblick (und das Gekreische) der Großen Soldatenaras in Teilen Costa Ricas endlich wieder zur Normalität wurde.

Eine Zeit lang wurde die Geschichte als leuchtendes Beispiel für den Erfolg solcher Naturschutzprojekte gefeiert: Die wiederangesiedelten Vögel fanden in den Almendros nicht nur eine Futterquelle, sie nisteten auch in Löchern der dicken Stämme und zogen darin ihren Nachwuchs groß. Bald hingegen begriff die Wissenschaft, dass das Schicksal der grünen Aras und ihrer Lieblingsbäume ein viel besseres Beispiel für ein ganz anderes und viel folgenreicheres Phänomen waren.

Im Rückblick fällt mir auf, dass der Begriff Klimawandel in all den im Zusammenhang mit meiner Almendro-Forschung veröffentlichten Proposals, Berichten und Peer-Reviews kein einziges Mal auftaucht. Damals schien er für eine so spezielle und regional begrenzte Studie überhaupt nicht relevant – und das, obwohl ich währenddessen einen vielsagenden Hinweis erhielt, in Form einer Nebenbemerkung einer Wissenschaftlerin, die in der gleichen Forschungsstation arbeitete. Ihre Daten belegten, dass Almendros bei Hitze ihre Blattatmung beschleunigen, also den Vorgang, mit dem Pflanzen Sauerstoff in ihre Zellen transportieren: Die Bäume begannen gewissermaßen zu hecheln. Dieses und andere Stresssymptome waren auf einem wärmer werdenden Planeten kein gutes Zeichen, und als später Klimamodelle Voraussagen zu Mittelamerika trafen, wurde klar, dass die Almendros in der Klemme saßen. »Bis zum Ende des Jahrhunderts wird's deine Studienobjekte nicht mehr geben«, prophezeite mir ein Experte. Das Überleben dieser Bäume, so erklärte er, hänge davon ab, ob es ihnen gelänge, in größere Höhen auszuweichen, wo noch die von ihnen bevorzugten Temperaturen herrschten. Damit wurde etwas, das ich mehr oder weniger als Nachtrag publiziert hatte, plötzlich zu meinem wichtigsten Forschungsergebnis: Flughunde konnten Almendro-Samen achthundert Meter und weiter transportieren. War das schnell und weit genug, um der Hitze zu entfliehen? Bewegten sich die Flughunde in die richtige Richtung? Konnten die Almendros überhaupt in höher gelegenen Wäldern Fuß fassen, wo schon so viele andere Baumarten siedelten? Und was bedeutete das alles für die Aras, von denen man einfach erwartete, dass sie weiter nach Norden in kühlere Gebiete ziehen würden, unabhängig von der viel langsameren Verbreitung von Samen? Die Geschichte von den Aras und den Almendros stand plötzlich nicht mehr für die innige Verbindung zwischen Papagei und Baum, sondern für die vielen Unwägbarkeiten auf einem sich wandelnden Planeten.

Als Biologen hätte mich die Bedrohung der Almendros wohl nicht

drei Metern) bald nicht mehr geben würde, ganz schwummrig. Und zwar nicht nur aus Sentimentalität oder schierer Verblüffung, sondern weil Widerstand gegen Veränderungen ein Grundpfeiler der menschlichen Psyche ist, beruhend auf dem instinktiven Gefühl von Geborgenheit und Sicherheit in einem vertrauten Umfeld und dem Bedürfnis nach sozialem Zusammenhalt und Beständigkeit. Daraus resultiert eine weit verbreitete Geisteshaltung, die Zeichentrickfilmheld Homer Simpson in die treffenden Worte fasste: »Keinen neuen Kram!«

Ganz bestimmt war ich nicht der Erste, den der Gedanke an eine sich verändernde Umwelt aus dem Konzept brachte. Diese Tatsache hat die Menschheit eigentlich schon immer gerne verdrängt und es vorgezogen, die Natur als etwas Unveränderliches aufzufassen. Sicher, es gab die Jahreszeiten und hin und wieder mal eine Dürre oder Überschwemmung, doch die Erde, die Ozeane und die dazugehörigen Lebewesen waren gesetzt. Der griechische Philosoph Parmenides ging sogar so weit, beweisen zu wollen, dass Veränderung unmöglich sei. Aus Nichts wird nichts, so sein Argument, und genauso wenig kann etwas aus bereits Existierendem entstehen, denn »was ist ... ist.«⁵

Aristoteles bog sich das Argument ein wenig zurecht und behauptete, Objekte könnten ihre Form ändern, solange die zugrundeliegende Essenz weiter bestehe. So könne aus einer Eichel eine Eiche wachsen oder Bronze zu einer Statue gegossen werden. Doch all das bezog sich auf sichtbare Umwandlungsprozesse im Alltag und brachte die Idee der unveränderlichen Natur nicht ins Wanken. Aristoteles erdachte für die Natur auch eine streng hierarchische Ordnung, in der Pflanzen auf einer ganz niedrigen Stufe standen und Komplexeres wie Tiere (und griechische Philosophen) ganz oben.

Spätere Gelehrte übernahmen diese Vorstellung und schmückten sie aus, sodass jeder neu entdeckten Art eine Rangstufe zugeteilt wurde, ebenso wie Edelmetallen, Planeten, Sternen und sogar unter-

schiedlichen Arten von Engeln. Dieses Paradigma konnte sich fast zweitausend Jahre lang halten und mündete in die Taxonomie des großen Sortierers Carl von Linné, der 1737 festhielt, allen echten Spezies »hat die Natur feste Grenzen gesetzt, die sie nicht überschreiten können« und »ihre Zahl bleibt für immer genau gleich«. ⁶ Doch noch während von Linné diese Worte niederschrieb, erschütterten bereits neue Ideen die alte Weltansicht in ihren Grundfesten. Die Beweise dafür, dass Wandel in der Natur nicht nur nichts Ungewöhnliches, sondern treibende Kraft ist, stammten lustigerweise von Steinen, die in Aristoteles' Hierarchie ganz unten standen.

Schwer vorstellbar, dass es viele Lesewillige durch alle 1 548 Seiten von James Huttons Wälzer *Theory of the Earth* (1795) geschafft haben, ganz zu schweigen vom 2193 Seiten dicken Begleitbuch *Principles of Knowledge*. Und doch konnte die abschreckende Weitschweifigkeit des Schottens nicht von der Wirkmacht seiner zentralen geologischen These ablenken: dass nämlich die Fundamente der Kontinente und Inseln in einem Prozess kontinuierlicher Erosion und Sedimentation entstanden sind, von der Hitze der Erde erst gefestigt, dann angehoben. Anstelle einer unveränderlichen Landschaft ging er von einer sich über riesige Zeitspannen fortsetzenden »Abfolge von Welten« aus. ⁷ Ein radikaler Gedanke, für den allerdings in den zu jener Zeit in ganz Großbritannien gegrabenen Minenschächten unzählige Beweise auftauchten. In der Industriellen Revolution stieg die Nachfrage nach Kohle und Metallen, was als Nebeneffekt einen Blick in die Tiefe der Zeit ermöglichte; das überall freigelegte Urgestein hatte jede Menge alte Geschichten zu erzählen. Es enthielt Meeresfossilien, was Huttons Auffassung, Gestein – auch das hoch oben auf Hügeln und Bergen befindliche – hätte sich aus den Sedimenten der Ozeane geformt, unterstützte. Man stieß im Untergrund auf die Überbleibsel seltsamer Pflanzen und unbekannter Tiere, weswegen man davon ausgehen musste, dass nicht nur die Landschaft, sondern auch das Leben in ferner Vergangenheit ganz anders ausgesehen hatte. Damit

drängte sich eine beunruhigende Frage auf: Wo waren all diese Lebewesen abgeblieben?

»Aussterben« war eine höchst theoretische Vorstellung, bis der französische Naturforscher Georges Cuvier anfang, sich mit Elefanten zu beschäftigen. Kurz nachdem Hutton in der Geologie mit der Vorstellung von Beständigkeit Schluss gemacht hatte, übernahm Cuvier das für die Biologie. Mit seiner sorgfältigen Analyse fossiler Elefantenzähne konnte er zeigen, wie eklatant sich Mastodons⁸ und Wollhaarmammuts nicht nur voneinander unterschieden, sondern auch von sämtlichen lebenden Elefantenarten. Er sprach von verlorenen Arten, und da Elefanten sehr groß und somit schwer zu übersehen waren, konnten Zweifler schlecht behaupten, Mammuts und Mastodons wären da draußen noch irgendwo unterwegs und harreten ihrer Entdeckung. (Interessanterweise hoffte der Mastodon-Fan und dritte US-Präsident Thomas Jefferson genau darauf, weswegen er die Mitglieder der Lewis-und-Clark-Epedition 1804 beauftragte, im amerikanischen Westen nach Tieren Ausschau zu halten, die man »für selten oder ausgestorben hält«.⁹) Cuvier verbrachte seine gesamte Laufbahn damit, den eigenen Standpunkt unmissverständlich klarzumachen: Er beschrieb ausgestorbene Formen von Schildkröte über Faultier bis Kurzschwanzflugsaurier. Mit am nachhaltigsten war allerdings seine Beobachtung, dass bestimmte Spezies nicht langsam, ein Exemplar nach dem anderen, aussterben, sondern dass immer wieder ganze Gemeinschaften auf einmal aus der fossilen Überlieferung verschwinden und in höheren, jüngeren Schichten von einer ganz anderen Gattung ersetzt werden. Cuvier wandte sich damit gegen Huttons Vorstellung eines graduellen geologischen Wandels; er ging davon aus, dass Urlandschaften (und alle ihre Bewohner) wiederholt von Fluten oder anderen Katastrophen zerstört worden sein mussten. Als allgemeingültiges Erklärungsmodell wurde der sogenannte Katastrophismus letztendlich widerlegt, denn abgesehen von vereinzelt Erdbeben oder Vulkanausbrüchen verlaufen geo-

logische Veränderungsprozesse in der Tat sehr langsam, genau wie Hutton angenommen hatte. Doch Cuviers Fossilien zeigten zumindest, dass es hin und wieder durchaus zu abrupten und sehr großflächigen Aussterbe-Ereignissen kommen konnte – ein erster Hinweis auf die Fähigkeit der Natur, sich sehr schnell zu verändern. Und eine Vorstellung, mit dem sich der größte Naturforscher der folgenden Generation nur schwer anfreunden konnte.

Da die Theorien von Hutton und Cuvier sowohl religiöse als auch wissenschaftliche Dogmen herausforderten, folgten Jahrzehnte der Auseinandersetzungen. Viele Gelehrte zogen die Bibel als Gegenargument heran: Wenn Spuren marinen Lebens in Steinen enthalten war, mussten sie während der Sintflut hineingeraten sein, und unbekannte Fossilien waren eben Tiere, die es nicht in die Arche Noah geschafft hatten. Andere akzeptieren die Vorstellung früherer Erdzeitalter, stellten hingegen andere Theorien zur Gesteinsbildung und Entstehung von Fossilien sowie zum Übergang von einer Phase zur nächsten auf. Diese Debatten faszinierten den jungen Charles Darwin, der sich zu Beginn seiner Laufbahn intensiv mit Geologie beschäftigte. Er bezeichnete sich selbst als überzeugten Jünger Huttons, dessen Theorien Charles Lyell, ein wichtiger Geologe des 19. Jahrhunderts und guter Freund Darwins, populär gemacht und ausgebaut hatte.¹⁰ Darwin sammelte während der Expeditionsreise mit der *Beagle* Tausende von Fossilien und Gesteinsproben (oft zu Lasten seiner zoologischen Forschung) und freute sich auf die Galapagos-Inseln nicht wegen ihrer Finken, sondern »weil es dort so viele aktive Vulkane gibt«.¹¹ Später belegte er seine Theorie zur Entstehung der Arten mit Fossilienfunden, ebenso wie Alfred Russell Wallace. Die zeitgleiche Publikation ihrer Aufsätze zur Evolution durch natürliche Selektion im Jahr 1858 – und Darwins *Die Entstehung der Arten* ein Jahr später – vollbrachten in der Biologie, was Hutton für die Geologie geleistet hatte: Veränderung als grundlegenden Prozess anzuerkennen und ihn durch einen überzeugenden Mechanismus zu er-

zwei frischgebackene Paläontologen den sogenannten Punktualismus (engl. *punctuated equilibrium*) vor. Seit dem Promotionsstudium waren Niles Eldredge und Stephen Jay Gould befreundet und arbeiteten zusammen. Ihre Theorie gab eine neue Antwort auf eine Frage, die die Paläontologie seit Langem beschäftigte: Wo waren die *Missing Links*? Wenn die Evolution tatsächlich ein so langsamer und stetiger Vorgang war, sollte die fossile Überlieferung dann nicht voller Übergangsstadien von einer Form zur nächsten sein? Stattdessen schienen manche fossilen Spezies unvermittelt aufzutauchen und dann mehr oder weniger unverändert in Gesteinsschichten weiterzubestehen, die Tausende, wenn nicht gar Millionen Jahre abbildeten. Das Problem war Darwin wohl bewusst, er nannte es »vielleicht die handgreiflichste und gewichtigste Einrede, die man meiner Theorie entgegenhalten kann«. ¹² In *Die Entstehung der Arten* widmete er ein ganzes Kapitel einer Erklärung, auf die man bis dahin immer zurückgegriffen hatte: »der äußersten Unvollständigkeit der geologischen Überlieferung«. ¹³ Da sich Gestein nur unter speziellen Bedingungen bildet und nur ein Bruchteil davon überhaupt Fossilien enthält, sind viele Spezies (und ihre Übergangsformen) nicht zu finden – in Darwins einprägsamen Worten: »Ich für meinen Teil betrachte [...] den natürlichen Schöpfungsbericht als eine Geschichte der Erde, [...] hier und da ein kurzes Kapitel erhalten, und von jeder Seite sind nur da und dort ein paar Zeilen übrig«. ¹⁴ Eldredge und Gould stellten die Grenzen der geologischen Überlieferung gar nicht infrage, gingen aber davon aus, dass eine weitere Möglichkeit für den Mangel an Übergangsformen verantwortlich sein könnte: schnelle Evolution. Wenn neue Arten in schnellem Wechsel entstanden statt im Ablauf von Äonen, dann bliebe – aus geologischer Sicht – schlicht keine Zeit, um Spuren ihrer Transformation zu hinterlassen.

Der Punktualismus forderte das Denken über Evolution heraus, ohne sie grundlegend infrage zu stellen: Natürliche Selektion und all die anderen von Darwin aufgestellten Grundprinzipien blieben nach

wie vor gültig. Anders war nur das Tempo. Der Prozess, der Ausbrüche schneller Aktivität (*punctuations* – Unterbrechungen) ebenso wie lange Perioden der Stabilität (*equilibrium* – Verharren) beinhaltete, konnte die fossile Überlieferung von Trilobiten bis zu Pferden erklären, weswegen die Fans dieser Theorie sie umfassend anwandten.¹⁵ Kritische Stimmen hielten sie für eine Fehlinterpretation: Eldredge und Gould würden eine Nebentendenz sprunghafter Entwicklungen überbewerten. Die Debatte ist noch nicht zu Ende, doch ganz gleich, ob es sich um ein verbreitetes oder seltenes Phänomen handelt und wodurch es ausgelöst wird, beinhaltet der Punktualismus eine wichtige Idee: Die Geschwindigkeit evolutionären Wandels variiert, und dieser Wandel kann zumindest in einigen Fällen sehr schnell erfolgen.

Innerhalb von zwei Jahrhunderten entwickelte sich die wissenschaftliche wie populäre Auffassung von der ewigen und unberührten Natur über etwas, das sich in winzigen Schritten ganz allmählich verändert, hin zu etwas, das zu sehr raschen und plötzlichen Veränderungen in der Lage ist. Entsprechend weitete sich aus Sicht der Biologie ihr Forschungsauftrag. Statt Arten nur zu katalogisieren, begann sie deren Geschichte und Beziehungen zu entschlüsseln und nach messbaren Zeichen für eine Evolution in Aktion zu suchen. Wie reagieren Pflanzen und Tiere auf ihre Umgebung und aufeinander? Was macht bestimmte Arten so widerstandsfähig, dass sie Millionen von Jahren überdauern, während andere (wie die Almendros) von kleinsten Störungen beeinträchtigt werden? Welche Bedingungen sorgen für Aktivitätsimpulse, sowohl bei der Entstehung als auch beim Aussterben von Arten? Fragen, die sich angesichts einer wachsenden Gewissheit stellten: In immer mehr Untersuchungen zu sämtlichen Ökosystemen dieser Welt schälte sich eine Spezies als übermächtiger Hauptfaktor der Veränderung heraus.

Traditionelle Auffassungen räumten dem menschlichen Handeln keinen allzu großen Einfluss auf die Natur ein. Landwirtschaft, Jagd

