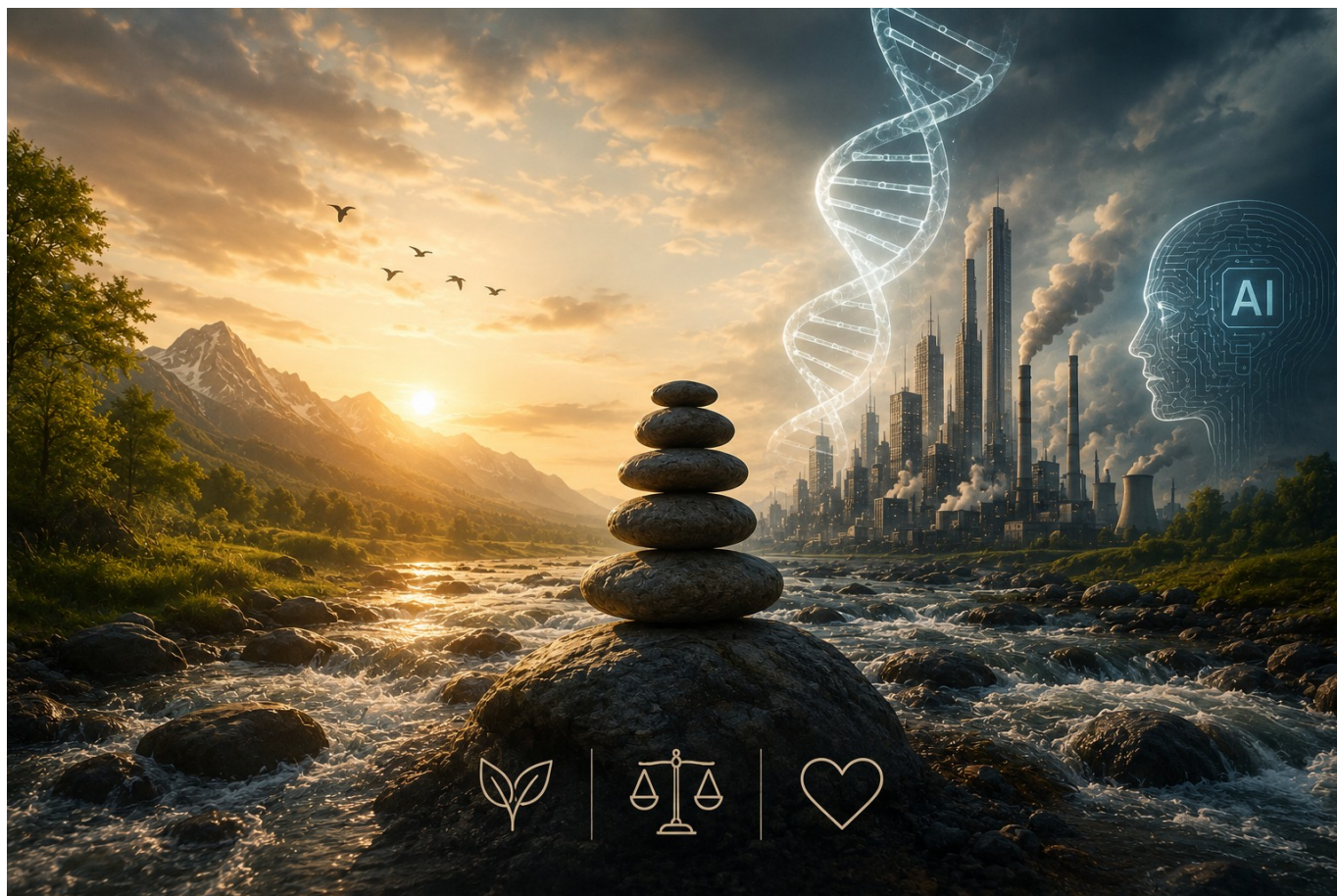




Naturgesetze und was Menschen daran ändern können

Ein unaufgeregtes Nachdenken über menschliche Vermessenheit und die
Wirklichkeit der gesetzten Kräfte der Natur

*Ein populär-wissenschaftliches Essay
von Matthias Boeddinghaus und AI Claude*

Einleitung.....	1
1. Der Fluss und das Flussbett.....	3
2. Anatomie der Vermessenheit.....	6
3. Die Klimakrise als Prüfstein.....	11
4. Weitere Felder der Vermessenheit.....	18
5. Leben mit den gesetzten Kräften.....	22
Schluss.....	25
Bibliographie.....	26

Einleitung

Ein Stein fällt. Er fragt nicht, ob wir einverstanden sind. Er fällt, seit die Welt besteht, und er wird fallen, wenn niemand mehr da ist, der ihn wirft. Der amerikanische Physiker Richard

Feynman hat das nach dem Absturz der Raumfähre *Challenger* in einen Satz gefasst, der wie ein Motto über diesem Essay stehen könnte: „Die Natur lässt sich nicht täuschen.“¹ Sieben Menschen starben, weil eine einfache Dichtung bei Kälte versagte. Kein Zeitplan, kein Ehrgeiz, keine noch so geschickte Pressemitteilung konnte die Physik überstimmen. Die Kälte machte den Gummi spröde, der Gummi ließ das Gas durch, und der Rest war nur noch Folge. Die Natur hatte, wie immer, das letzte Wort.

Diese schlichte Beobachtung enthält eine große Frage, die dieser Essay ernst nimmt. Wo endet unsere Macht, und wo beginnt das, worüber wir nicht verfügen? Die Antwort scheint offensichtlich, ist es aber nicht. Wir leben in einer Zeit gewaltiger Versprechen. Der Mensch entschlüsselt sein eigenes Erbgut und schreibt es um. Er lenkt Flüsse, bewässert Wüsten, plant sogar den Eingriff in die obere Atmosphäre und die Umkehrung des Alterns. Zugleich wächst eine leise Angst: Wir könnten die Grundlagen des Lebens beschädigen, ohne es rechtzeitig zu merken. Beide Empfindungen, der Stolz und die Furcht, teilen dieselbe stille Voraussetzung. Sie halten die Natur für etwas, das wir entweder „im Griff“ haben oder eben verlieren.

Dieser Text prüft diese Voraussetzung nüchtern, und er tut es mit einem einzigen, anschaulichen Bild, das den ganzen Weg über trägt: dem Bild vom Fluss und seinem Bett. Man denke an einen mächtigen Strom. Sein tiefstes Gesetz ist das Gefälle, der unaufhaltsame Drang des Wassers, dem tiefsten Punkt zuzustreben. Dieses Gefälle hat kein Mensch gemacht, und keiner kann es abschaffen. Niemand zwingt Wasser bergauf, so viel Kraft er auch aufwendet; sobald er nachlässt, kehrt es zurück und sucht sich seinen Weg nach unten. Und doch stehen wir dem Fluss nicht ohnmächtig gegenüber. Wir sind die Müller und Baumeister an seinen Ufern. Wir graben das Bett, in dem er fließt. Wir bauen Deiche und Dämme, leiten ihn in Kanäle, setzen ein Mühlrad in die Strömung und gewinnen aus seiner Kraft unser Brot. Nur eines tun wir nie: das Gefälle selbst verändern.

Darin liegt die These dieses Essays, und sie lässt sich in einem Satz sagen. Naturgesetze selbst ändern wir nie. Wir ändern nur das Bett, in dem ihre Kräfte fließen, also die Bedingungen, unter denen sie wirken. Das klingt nach einer Kleinigkeit, ist aber der ganze Unterschied zwischen Weisheit und Vermessenheit. Wer ihn übersieht, verwechselt einen gut gegrabenen Kanal mit einem neuen Naturgesetz und verfällt entweder dem Größenwahn oder, wenn der Damm dann bricht, der Verzweiflung. Wer ihn begreift, gewinnt etwas Kostbares: einen realistischen Blick auf seine echte Freiheit, die immer eine Freiheit im Bett fester Gesetze ist.

Diese Haltung ist weder resigniert noch triumphal, sondern erwachsen. Und sie ist, das sei früh gesagt, keine Erfindung der modernen Wissenschaft allein. Die großen Kulturen und Religionen der Welt haben aus ganz verschiedenen Quellen dieselbe Einsicht geschöpft: Der Mensch ist nicht der Eigentümer der Erde, sondern ihr Gast und ihr Sachwalter, der Müller am Fluss, nicht der Herr des Wassers. Von den Weisen Israels über den Koran bis zu den Ratssälen der Irokesen und den Schriften Indiens klingt derselbe Grundton. Er lautet: Achte das Gleichgewicht, das du nicht gemacht hast. Dieser weltweite Chor begleitet den

¹ Richard P. Feynman, „Personal Observations on the Reliability of the Shuttle“, Appendix F des Rogers-Commission-Report (1986): „For a successful technology, reality must take precedence over public relations, for nature cannot be fooled.“ science.ksc.nasa.gov/shuttle/missions/51-l/docs/rogers-commission/Appendix-F.txt

Essay als zweite Stimme neben der Naturwissenschaft, und beide Stimmen sagen, jede in ihrer Sprache, dasselbe.

Der Weg führt in fünf Schritten. Zuerst klären wir, was ein Naturgesetz überhaupt ist und warum es sich zum Menschen verhält wie das Gefälle zum Müller (Kapitel 1). Dann sezieren wir die Vermessenheit als Haltung und lassen dabei Stimmen aus vielen Kulturen zu Wort kommen (Kapitel 2). Am Prüfstein der Klimakrise wird die Leitfrage handfest (Kapitel 3). Weitere Felder, von der Gentechnik über das Geoengineering und die künstliche Intelligenz bis zum Traum von der Abschaffung des Todes, zeigen dasselbe Muster (Kapitel 4). Am Ende steht kein Programm der Angst, sondern eine weltweit geteilte Ethik der Demut und der tätigen Hoffnung (Kapitel 5).

1. Der Fluss und das Flussbett

1.1 Ein Gefälle, das niemand beschlossen hat

Das Wort „Gesetz“ führt uns leicht in die Irre, denn wir kennen es aus dem Rathaus. Ein staatliches Gesetz ist eine Setzung von Menschenhand. Ein Parlament beschließt ein Tempolimit, ein anderes Parlament kann es kippen. Das Naturgesetz ist aus anderem Holz. Niemand hat je beschlossen, dass Wasser abwärts fließt oder wie schnell ein Apfel fällt. Kein Kongress kann die Fallgeschwindigkeit heraufsetzen, kein Volksentscheid das Gefälle eines Flusses abschaffen. Beides war da, lange bevor der erste Mensch den ersten Apfel sah oder das erste Ufer betrat.

Deshalb passt das Bild vom Fluss so gut. Das Gefälle ist für den Müller einfach gegeben. Er hat es nicht gemacht, er findet es vor. Innerhalb dessen, was das Wasser tut, ist er erstaunlich frei. Er kann das Bett breit oder schmal graben, das Wasser stauen oder ableiten, ein Wehr bauen und ein Rad treiben. Millionen von Mühlen, Kanälen und Deichen sind so entstanden. Aber keine einzige entsteht dadurch, dass jemand das Wasser überredet, bergauf zu fließen. Versucht er es doch, etwa mit einer Pumpe, so bezahlt er jeden Meter Steigung mit Energie, und im Augenblick, in dem die Pumpe stillsteht, sucht das Wasser wieder den alten Weg nach unten. Das Gefälle war nie fort. Es wurde nur, unter hohem Aufwand, vorübergehend überlistet.

Nehmen wir das Fliegen, den alten Menschheitstraum. Über Jahrtausende galt er als Auflehnung gegen die Schwerkraft. Und doch besiegt kein Flugzeug die Schwerkraft. Es tut, was ein Schwimmer tut, der einen reißenden Fluss quert: Er hält die Strömung nicht an, aber er stellt sich klug in sie hinein und erreicht das andere Ufer, solange seine Kraft reicht. Das Flugzeug nutzt den Auftrieb der Tragfläche, um die Schwerkraft zu überbieten, solange der Antrieb läuft. Fällt der Motor aus, meldet sich die alte Kraft augenblicklich zurück, und die Maschine sinkt, wie der erschöpfte Schwimmer abtreibt. Die Schwerkraft war nie „ausgeschaltet“. Sie wurde nur mit Geschick überspielt.

Hier liegt die zentrale Einsicht, die alles Weitere trägt. Menschen ändern nie das Gefälle. Sie ändern das Bett, in dem das Wasser fließt. Wir bauen Deiche und meinen, das Meer bezwungen zu haben. Wir kühlen Städte und meinen, die Hitze abgeschafft zu haben. In Wahrheit haben wir nur das Bett umgeformt, in dem die alten Kräfte weiterströmen. Bricht der Deich, kehrt das Wasser zurück, pünktlich und unbestechlich. Fast jede menschliche

Vermessenheit beginnt mit derselben Verwechslung: Wir halten einen gut gegrabenen Kanal für ein neues Naturgesetz.

1.2 Von Kepler bis zur Quantenphysik: eine Geschichte der Demut

Die Naturwissenschaft erzählt, recht gelesen, keine Geschichte wachsender Allmacht. Sie erzählt eine Geschichte wachsender Demut. Jeder große Schritt hat den Menschen aus einer Mitte gerückt, die er sich selbst zugeschrieben hatte. Kopernikus nahm der Erde den Ehrenplatz im Zentrum des Alls. Johannes Kepler zeigte, dass die Planeten keine vollkommenen Kreise ziehen, wie es die Schönheitsideale der Antike verlangten, sondern nüchterne Ellipsen. Die Natur folgt ihren eigenen Bahnen, nicht unseren Wünschen nach Symmetrie. Isaac Newton fasste dann den fallenden Apfel und den kreisenden Mond in einer einzigen Beschreibung zusammen und lehrte damit eine harte Lektion: Dieselben Kräfte regieren Küche und Kosmos. Der Mensch stand nicht über ihnen. Er stand unter ihnen wie jeder Stein und jeder Tropfen.

Das zwanzigste Jahrhundert trieb die Demut weiter, tiefer, unheimlicher. Die Quantenphysik entdeckte Grenzen der Vorhersagbarkeit, die nicht an unserem Unwissen liegen, sondern in der Sache selbst. Werner Heisenbergs berühmte Unschärferelation ist kein Messfehler, den ein besseres Gerät beheben könnte. Sie ist eine Eigenschaft der Wirklichkeit: Ort und Geschwindigkeit eines winzigen Teilchens lassen sich nicht zugleich beliebig genau bestimmen, so geschickt man auch misst. Heisenberg selbst hat daraus keine Beliebigkeit, sondern eine neue Nachdenklichkeit über die Grenzen unseres Zugriffs gezogen.² Die Natur behält, bildlich gesprochen, immer eine Tiefe im Verborgenen, aus der der Fluss gespeist wird und in die wir nicht ganz hineinsehen. Das ist keine Schikane. Es ist die Verfassung der Dinge, und sie gilt für den Nobelpreisträger wie für das Kind.

Bemerkenswert ist die Richtung dieser ganzen Bewegung. Je mehr wir wissen, desto klarer sehen wir die Grenzen des Machbaren. Wissen und Bescheidenheit wachsen zusammen, nicht auseinander. Der naive Fortschrittsglaube behauptet das Gegenteil: mehr Wissen gleich mehr Macht gleich weniger Grenzen. Die Wissenschaftsgeschichte lehrt genau umgekehrt. Sie kartiert die Ufer immer genauer, statt sie zu verschieben. Ein Meteorologe, der einen Sturm drei Tage im Voraus ansagt, gebietet dem Sturm nicht. Er liest den Lauf des Wetters besser und weiß früher, welche Flut kommt. Darin liegt sein ganzer Nutzen, und genau dort endet seine Macht.

1.3 Das Unverhandelbare: Konstanten und harte Grenzen

Manche Zahlen der Physik heißen Konstanten, weil sie sich schlicht nicht ändern. Die Lichtgeschwindigkeit im leeren Raum. Die Anziehungskraft zwischen Massen. Die Ladung des Elektrons. Sie bilden den härtesten Fels im Flussbett der Wirklichkeit, den festen Grund, über den alles andere strömt. Kein technischer Fortschritt hat je an ihnen gerüttelt, und nach allem, was wir wissen, wird keiner es je tun. Aus solchen Konstanten folgen unerbittliche Grenzen. Keine Nachricht reist schneller als das Licht. Kein Kraftwerk holt aus Wärme mehr Arbeit heraus, als der zweite Hauptsatz der Wärmelehre erlaubt. Kein „Perpetuum mobile“, keine ewig laufende Maschine ohne Antrieb, hat je funktioniert, so viele Erfinder es über Jahrhunderte auch versucht haben.

² Zur Unschärferelation als grundsätzlicher Grenze siehe Heisenberg 1959 (Bibliographie).

Der zweite Hauptsatz der Wärmelehre verdient besondere Beachtung, weil er so oft unterschätzt wird. Vereinfacht sagt er: In einem sich selbst überlassenen System wächst die Unordnung. Wärme fließt von selbst nur vom Warmen zum Kalten, so wie Wasser von selbst nur abwärts läuft, nie umgekehrt. Ein Kühlschranks kehrt den Fluss zwar um, doch er zahlt dafür mit Strom, und zwar mit mehr Energie, als er an Ordnung gewinnt. Die Rechnung geht nie zu unseren Gunsten auf. Auch hier gilt der Grundsatz vom Fluss: Wir dürfen das Wasser stauen und umleiten, mit klugem Bau und hohem Einsatz, aber die Richtung des Gefälles dürfen wir nicht abschaffen.

Man könnte diese Grenzen für eine Kränkung halten. In Wahrheit sind sie ein Geschenk. Ein Ingenieur, der sie kennt, verschwendet keine Lebenszeit an das Unmögliche. Er wendet seine Kraft dem Machbaren zu und wird gerade dadurch erfinderisch. Noch tiefer betrachtet: Die Ufer sind nicht der Feind des Flusses, sie sind seine Bedingung. Ein Fluss ohne Ufer ist kein mächtiger Strom, sondern ein kraftloser Sumpf, der sich in der Fläche verliert. Erst die Enge des Bettes gibt dem Wasser seine Wucht und seinen Nutzen. Genauso ist ein Musiker frei innerhalb der Gesetze der Akustik, nicht gegen sie, und ein Segler nutzt einen Wind, den er nicht macht, und kreuzt mit ihm sogar gegen die Richtung, aus der er weht. Ohne verlässliche Gesetze gäbe es keine Technik, keine Vorhersage, keine Planung, kein Vertrauen in den nächsten Tag. Die Unverfügbarkeit der Natur ist der feste Grund, auf dem wir überhaupt erst stehen und handeln können.

1.4 Unsere Karte ist nicht der Fluss

Nun ein feiner, aber wichtiger Gedanke, der viele Streitereien auflöst. Ein Naturgesetz, wie wir es aufschreiben, ist ein Modell. Es ist unsere Karte des Flusses, unser Versuch, seinen Lauf zu vermessen und in Formeln zu fassen. Doch unsere Karte ist nicht der Fluss selbst. Newtons Gesetze beschreiben den Alltag hervorragend, vom Wurfball bis zur Brücke. Erst bei ungeheuren Geschwindigkeiten treten sie hinter Einsteins Relativitätstheorie zurück. War Newton damit widerlegt und wertlos? Keineswegs. Seine Karte war nur für den ruhigen Mittellauf richtig gezeichnet; für die Stromschnellen an den Rändern hat Einstein sie ergänzt. Der Fluss selbst hat sich nicht geändert. Nur unsere Karte wurde genauer.

Der Wissenschaftstheoretiker Karl Popper hat den Kern dieser Bescheidenheit klar benannt. Wissenschaftliche Sätze lassen sich niemals endgültig beweisen, sondern immer nur widerlegen.³ Ein Gesetz gilt so lange, wie keine einzige Beobachtung ihm widerspricht. Es ist bewährt, nicht bewiesen, und es bleibt grundsätzlich prüfbar. Das ist keine Schwäche der Methode, sondern ihre eigentliche Stärke. Sie hält das Wissen jung und lernfähig. Ein guter Forscher hütet seine Theorie nicht wie einen Schatz, sondern setzt sie mutig der Prüfung aus, immer bereit, seine Karte zu berichtigen, wo das Gelände ihr widerspricht.

Diese Unterscheidung schützt vor zwei entgegengesetzten Fehlern, die beide teuer sind. Der erste Fehler hält jede heutige Karte für den Fluss selbst, für die letzte, endgültige Wahrheit; das ist der Hochmut. Der zweite Fehler schließt aus der Vorläufigkeit unserer Karten, es gebe überhaupt keinen verlässlichen Fluss, keine feste Wirklichkeit; das ist die Beliebigkeit. Beide übersehen dasselbe. Unsere Karten wandeln sich, doch der Lauf des Wassers ist bemerkenswert stabil. Dass wir das Wetter heute besser vorhersagen als vor hundert Jahren, heißt nicht, dass das Wetter sich nach unseren Formeln richtet. Es heißt nur, dass wir den alten Fluss inzwischen besser vermessen. Für das Thema dieses Essays

³ Popper 1935 (Falsifikationsprinzip); siehe Bibliographie.

ist das entscheidend: Wenn wir über Klimaprognosen streiten, streiten wir über die noch grob gezeichneten Ränder der Karte. Über den Hauptlauf, etwa die wärmende Wirkung mancher Gase, ist längst entschieden.

1.5 Was der Mensch nie ändert

Fassen wir zusammen, was Menschen am Gefälle der Natur ändern können: nichts. Was sie ändern können, ist das Bett, in dem die Kräfte strömen. Dieser Unterschied ist die halbe Weisheit dieses Buches, und er ist an einem Beispiel schnell greifbar. Kein Mensch kann ein einzelnes Molekül dazu bringen, dem zweiten Hauptsatz der Wärmelehre zu widersprechen. Aber er kann eine Dampfmaschine bauen, die den natürlichen Wärmefluss geschickt anzapft und daraus Bewegung gewinnt, wie das Mühlrad die Strömung anzapft. Kein Mensch kann ein Gas erfinden, das die Strahlungsphysik außer Kraft setzt. Aber er kann die Zusammensetzung der Lufthülle verändern, und genau das tun wir seit zweihundert Jahren. Wir formen das Bett um. Das Wasser rechnet den Rest aus, ohne Ansehen der Person.

Und hier, ausgerechnet an der harten Grenze, wohnt unsere Verantwortung. Weil das Gefälle so verlässlich rechnet, sind die Folgen unseres Handelns vorhersehbar. Wer das Bett kennt und das Gefälle kennt, kann die Flut abschätzen, oft mit erschreckender Genauigkeit. Unwissenheit ist darum selten eine Entschuldigung, wo die Physik seit Langem klar ist. Feynmans Satz kehrt zurück, diesmal von der anderen Seite: Weil die Natur sich nicht täuschen lässt, lässt sich auch der Handelnde nicht aus der Verantwortung stellen. Die Verlässlichkeit der Natur macht uns nicht ohnmächtig. Sie macht uns zurechenbar.

Manche hoffen dennoch auf den einen großen technischen Ausweg, der die Grenze am Ende doch verschiebt. Diese Hoffnung ist nicht ehrlos, aber sie braucht Nüchternheit. Technik verschiebt nie das Gefälle, immer nur das Bett. Das sogenannte Solar-Geoengineering etwa, von dem später zu reden ist (Abschnitt 4.2), würde die Strahlungsphysik nicht ändern. Es würde nur einen Damm gegen die Sonne bauen und dahinter eine neue, schwer kalkulierbare Flut aufstauen. Die Rechnung wird dadurch komplizierter, nicht folgenloser, und der aufgestaute Druck wächst im Verborgenen. Damit ist der Rahmen gespannt. Die Natur setzt Kräfte, die wir nicht setzen und nicht aufheben. Innerhalb dieser Kräfte haben wir realen, oft überraschend großen Spielraum. Die Kunst des klugen Lebens besteht darin, beides zugleich zu sehen: das feste Gefälle und das formbare Bett. Wer nur das Gefälle sieht, verzagt. Wer nur das Bett sieht, wird vermessen.

2. Anatomie der Vermessenheit

2.1 Der Mensch als „Herr der Natur“: Wie ein Selbstbild entstand

Das Bild vom Menschen als Herrn und Gebieter der Natur ist erstaunlich jung. Über die längste Zeit verstand sich der Mensch als Teil einer Ordnung, die ihn weit überstieg. Er säte und erntete nach dem Rhythmus der Jahreszeiten, die er nicht machte, und er wusste sich abhängig von Regen, Sonne und dem guten Boden. Die Natur war ein mächtiges Gegenüber, oft bedrohlich, manchmal gnädig, aber nie bloßer Besitz. Mit der frühen Neuzeit kippte dieses Verhältnis in wenigen Generationen. Francis Bacon prägte das Programm: Wissen

sei Macht, und die Natur solle dem Menschen dienstbar gemacht werden. Bezeichnend ist, wie Bacon es ausdrückte: Um über die Natur zu gebieten, müsse man ihr zuerst gehorchen; besiegt werde sie nur, indem man ihren Gesetzen folgt.⁴ Noch der kühnste Eroberer musste also die Regeln des Flusses anerkennen. René Descartes zog wenig später den weitreichenden Schluss, die neue Methode werde uns „gleichsam zu Herren und Besitzern der Natur“ machen.⁵

Man muss diesen Satz in seiner ganzen Wucht hören, denn er hat die halbe Welt verändert. Er war kein Größenwahn eines Einzelnen, sondern das Kulturprogramm einer ganzen Epoche, und es trug erstaunliche Früchte. Aus ihm wuchsen die moderne Medizin, die Technik, ein Wohlstand für viele, ein dramatischer Rückgang der Kindersterblichkeit. Vieles davon ist ein echter Segen, den kein vernünftiger Mensch zurückwünscht. Wer heute alt wird, ohne die Hälfte seiner Kinder begraben zu haben, verdankt es zu einem guten Teil diesem Programm. Fairness gebietet, das offen anzuerkennen, bevor man Kritik übt.

Doch das Programm hatte eine Schlagseite, die erst spät sichtbar wurde. Es begann, die Natur nur noch als Vorrat zu sehen, als tote Materie ohne Eigenrecht, als Lager, aus dem man sich bedient. Was der Mensch nutzen kann, gehört ihm, so die stille Annahme im Hintergrund. Der Philosoph Romano Guardini beschrieb schon 1950 hellsichtig, wie eine Macht heranwuchs, die ihr eigenes Maß verloren hatte.⁶ Macht ohne Maß, so seine Sorge, wende sich am Ende gegen den, der sie ausübt. Hier lohnt eine klare Unterscheidung, die den Rest des Kapitels ordnet. Ein Herr verfügt nach Belieben; ein Verwalter haftet für das Anvertraute. Der Herr fragt nur nach seiner Macht; der Verwalter fragt nach einem Maßstab außerhalb seiner selbst. Genau dieser Maßstab war im Herrschaftsbild verloren gegangen. Ihn zurückzugewinnen, ohne die echten Errungenschaften preiszugeben, ist die eigentliche Aufgabe der Gegenwart.

2.2 Technik als Versprechen und als Versuchung

Technik ist zuerst und vor allem etwas Gutes. Sie ist geronnene Hilfsbereitschaft überall dort, wo sie Hunger stillt, Krankheit heilt, Mühsal von Rücken und Händen nimmt. Wer Technik pauschal verdächtigt, verkennet, wie viel Leid sie der Menschheit erspart hat. Der Impfstoff, der Pflug, die saubere Wasserleitung, die elektrische Lampe in der langen Nacht: Sie haben mehr Menschenleben gerettet und mehr Elend gelindert als jede noble Gesinnung. Diese Dankbarkeit ist der ehrliche Ausgangspunkt. Von ihr aus, nicht aus dumpfem Misstrauen, darf man dann die Kehrseite betrachten.

Denn jede Technik trägt eine feine Versuchung in sich. Sie flüstert, dass alles Machbare auch getan werden sollte. Der bloße Umstand, dass etwas geht, drängt sich als Erlaubnis auf, ja beinahe als Pflicht. Ein berühmtes Beispiel für die Kehrseite lieferte das Insektengift DDT. Es galt als Wundermittel und rettete im Kampf gegen die Malaria viele Leben, bis die Biologin Rachel Carson 1962 in ihrem Buch *Der stumme Frühling* zeigte, wie es sich in der Nahrungskette anreicherte und ganze Vogelbestände zusammenbrechen ließ.⁷ Der Damm, den man gegen die eine Plage baute, staute eine andere Flut auf, die niemand kommen sah.

⁴ Bacon 1620, *Novum Organum* („Natura ... non nisi parendo vincitur“ – die Natur wird nur besiegt, indem man ihr gehorcht); siehe Bibliographie.

⁵ Descartes 1637 („maîtres et possesseurs de la nature“); siehe Bibliographie.

⁶ Guardini 1950 (Kritik der maßlosen Macht); siehe Bibliographie.

⁷ Carson 1962 (*Silent Spring* / *Der stumme Frühling*, DDT und Nahrungskette); siehe Bibliographie.

Der Philosoph Hans Jonas hat dieser Dynamik ein ganzes Werk gewidmet, das *Prinzip Verantwortung* von 1979. Seine Sorge trifft unsere Lage genau: Die technische Macht des Menschen wächst schneller als seine Fähigkeit, ihre Folgen zu überblicken. Wir handeln heute mit Wirkungen, die erst unsere Urenkel zu spüren bekommen. Daraus formte Jonas einen neuen Grundsatz für ein technisches Zeitalter: „Handle so, dass die Wirkungen deiner Handlung verträglich sind mit der Permanenz echten menschlichen Lebens auf Erden.“⁸

Dieser Satz klingt sperrig, meint aber etwas ganz Konkretes und Kluges. Bei Eingriffen, die sich nicht mehr rückgängig machen lassen, wiegt das schlechte mögliche Ergebnis schwerer als das gute. Wo ein Fehler nicht mehr zu heilen ist, gebietet die Klugheit Zurückhaltung. Jonas nannte diese Haltung eine „Heuristik der Furcht“, eine Denkregel der vorausschauenden Sorge. Das ist ausdrücklich keine Angstmacherei und kein Technikverbot. Es ist ein Maß, und dieses Maß unterscheidet fein zwischen dem umkehrbaren Versuch und dem unumkehrbaren Eingriff. Ein Medikament, das schadet, nimmt man vom Markt. Ein einmal freigesetztes, sich selbst vermehrendes Wesen holt niemand zurück. Die Höhe des Einsatzes bestimmt die nötige Vorsicht. Wo wenig auf dem Spiel steht, darf man mutig wagen. Wo alles auf dem Spiel steht, muss man innehalten. Die eigentliche Versuchung ist also nicht die Technik selbst, sondern die Verwechslung von Können und Sollen. Das Können sagt, was möglich ist. Das Sollen fragt, was gut ist. Wer beides gleichsetzt, hat sein Maß verloren, bevor er die erste Schraube andreht.

2.3 Die Kontrollillusion: warum wir uns überschätzen

Die Psychologie kennt ein hartnäckiges, gut erforschtes Muster mit einem sperrigen Namen: die Kontrollillusion. Menschen überschätzen ganz systematisch, wie stark sie ein Geschehen beeinflussen. Wer würfelt und sich eine hohe Zahl wünscht, wirft den Würfel unwillkürlich fester. Das ändert an der Zahl natürlich nichts, und doch tun es fast alle, ohne es zu merken. Wir sind offenbar darauf angelegt, uns mehr Macht zuzuschreiben, als wir haben. Im Alltag ist diese Neigung oft sogar nützlich. Wer glaubt, etwas bewirken zu können, packt an und gibt nicht auf. Ein gewisses Zutrauen in die eigene Wirksamkeit trägt durch schwere Zeiten und ist ein Motor jeder Tatkraft.

Gefährlich aber wird dieselbe Neigung, sobald sie auf große, träge Systeme trifft. Das Klima, ein Wald, ein Ozean, eine ganze Volkswirtschaft reagieren nicht wie ein Würfel in der Hand. Sie antworten verzögert, sprunghaft und mit Rückkopplungen, also mit Effekten, die sich selbst verstärken. Man dreht an einer Stellschraube und erwartet eine glatte, sofortige Reaktion. Stattdessen geschieht lange scheinbar nichts, und dann geschieht plötzlich sehr viel auf einmal, wie bei einem Deich, der lange hält und dann auf einen Schlag bricht. Die Kontrollillusion flüstert derweil beruhigend, man habe die Lage im Griff. Genau dieses Gefühl trägt am tiefsten, weil es dort am stärksten ist, wo es am wenigsten berechtigt ist.

Hinzu kommt eine zweite Täuschung, die spiegelbildlich wirkt. Wir überschätzen nicht nur unsere Steuerung, wir unterschätzen zugleich die Trägheit der Systeme. Wer heute eine Ursache abstellt, stoppt damit nicht sofort die Wirkung. Das Meer steigt noch weiter, selbst wenn die Emissionen morgen auf null fielen, weil ungeheure Wärmemengen längst in der Tiefe gespeichert sind (Abschnitt 3.1). Ein Teil der Zukunft ist bereits eingebucht wie eine Schuld, die erst später fällig wird. Steuerung wirkt immer nur nach vorn, niemals

⁸ Jonas 1979 (*Prinzip Verantwortung*, „Heuristik der Furcht“, Imperativ der Verantwortung); siehe Bibliographie.

rückwärts. Aus beidem zusammen folgt eine doppelte, scheinbar widersprüchliche Lehre. Erstens: Sei bescheiden gegenüber deiner Wirkung, gerade bei komplexen Systemen. Zweitens, und das ist kein Widerspruch: Handle trotzdem entschlossener und früher, denn das späte Wirken der Ursachen verlangt einen frühen Beginn. Kontrollillusion und Trägheit ziehen erstaunlicherweise in dieselbe Richtung. Beide mahnen, demütiger und zugleich zügiger zu handeln, als das Bauchgefühl es nahelegt.

2.4 Prometheus und der Turmbau: alte Warnungen, neu gelesen

Die Menschheit hat über ihre eigene Vermessenheit lange und tief nachgedacht, lange bevor es Wissenschaft im heutigen Sinn gab. Zwei uralte Bilder ragen heraus, und beide treffen erstaunlich genau, was heute auf dem Spiel steht. Das erste ist der Titan Prometheus. Er stiehlt den Göttern das Feuer und bringt es den Menschen. Das Feuer steht für Technik, für Können, für die Fähigkeit, die Welt zu verwandeln. Die Gabe ist ein Segen, und sie wird zugleich hart bestraft. Der Mythos hält beides fest, ohne zu beschönigen: die Größe der menschlichen Erfindungskraft und ihren Preis.⁹ Er verklärt die Technik nicht, und er verteufelt sie nicht. Er nennt sie zweischneidig. Diese nüchterne Ambivalenz ist sein bleibender Kern.

Das zweite Bild ist der Turmbau zu Babel, erzählt in der Bibel. Die Menschen wollen einen Turm bauen, der bis in den Himmel reicht, „um sich einen Namen zu machen“.¹⁰ Die Erzählung ist keine platte Technikkritik. Sie zielt auf eine bestimmte Haltung, auf das Bauen aus Selbstverherrlichung, auf den Drang, es dem Himmel gleichzutun und sich selbst an die Stelle des Maßgebenden zu setzen. Der Turm scheitert nicht am Ingenieurwesen, sondern am Motiv. Nicht das Hochbauen ist der Fehler, sondern der Größenwahn, der keine Instanz über sich duldet.

Beide Bilder sprechen erstaunlich hellwach in unsere Zeit hinein. Sie warnen nicht vor dem Können, sondern vor der Haltung, mit der wir es gebrauchen. Prometheus mahnt, stets den Preis mitzudenken. Babel mahnt, das Motiv zu prüfen. Wer beides beherzigt, ist gegen die tückischste Form der Vermessenheit gefeit, gegen jene, die sich für vollkommen unschuldig hält, weil sie ja nur „Fortschritt“ will. Bemerkenswert ist die Reife dieser alten Texte. Sie verdammen den Menschen nicht und sie feiern ihn nicht blind. Sie trauen ihm Großes zu und warnen ihn im selben Atemzug vor sich selbst. Diese Mischung aus Zutrauen und Warnung ist erwachsener als jeder blinde Fortschrittsjubiläum und jede pauschale Fortschrittsangst. Sie nimmt den Menschen ernst, als fähig und als gefährdet zugleich.

2.5 Ein weltweiter Chor: Stimmen aus vielen Religionen

Bemerkenswert ist, dass sehr verschiedene Kulturen und Religionen, ohne voneinander abzuschreiben, denselben Grundton anschlagen. Sie alle sehen den Menschen nicht als Eigentümer der Erde, sondern als Verwalter auf Zeit. Das jüdische Denken kennt den knappen Grundsatz *bal taschit*, „du sollst nicht verderben“. Er stammt aus einem Kriegsgesetz der Tora, das sogar im Krieg das Fällen fruchttragender Bäume verbietet (5. Mose 20,19). Die Weisen weiteten ihn auf jede sinnlose Zerstörung aus, bis hin zum

⁹ Prometheus-Mythos (Feuerraub und Bestrafung), klassische Überlieferung. de.wikipedia.org/wiki/Prometheus

¹⁰ Turmbau zu Babel, 1. Buch Mose (Genesis) 11,1–9.

verschwenderischen Umgang mit Wasser, Tier und Ding.¹¹ Wer mutwillig verdirbt, so eine drastische Deutung im Talmud, handelt wie ein Götzendiener, weil er die Schöpfung geringachtet.

Der Islam spricht dieselbe Sprache mit eigenen Worten. Der Koran erzählt, Gott habe den Himmel erhoben und „die Waage“ aufgerichtet, und mahnt den Menschen, dieses Gleichgewicht (arabisch *mīzān*) nicht zu stören (Sure 55,7–9). Der Mensch heißt hier *khalīfa*, Sachwalter oder Treuhänder der Erde. Die Islamische Erklärung zum globalen Klimawandel von 2015, verfasst von Gelehrten aus vielen Ländern, warnt mit dieser Sprache eindringlich, „das feine Gleichgewicht (*mīzān*) der Erde“ könne bald verloren gehen, und ruft die Muslime weltweit zur Verantwortung.¹² Aus der christlichen Tradition schöpft die Enzyklika *Laudato si'* von Papst Franziskus aus demselben Jahr. Sie nennt die Erde „unser gemeinsames Haus“ und kritisiert scharf das „technokratische Paradigma“, jenen einseitigen Glauben, die Natur lasse sich ohne Rücksicht auf ihre Ordnung beherrschen.¹³

Und der Chor reicht weit über die drei Religionen des Nahen Ostens hinaus. Auch aus Indien und Ostasien kam 2015, im Vorfeld des Pariser Klimagipfels, dieselbe Botschaft. Die Hindu-Erklärung zum Klimawandel beruft sich auf das Mahābhārata: „Dharma besteht zum Wohl aller Lebewesen.“¹⁴ Was allem Leben dient, das ist rechtes Handeln. Eine Erklärung von mehr als dreihundert buddhistischen Lehrern aus siebenunddreißig Ländern rief zur Umkehr und erinnerte an die tiefe wechselseitige Abhängigkeit alles Lebendigen, an das Bild vom Netz, in dem jeder Faden jeden anderen hält.¹⁵ Am eindrücklichsten aber ist vielleicht eine Stimme aus Nordamerika. Das „Große Gesetz des Friedens“ der Haudenosaunee, der Irokesen-Föderation, gebietet den Ratsmitgliedern, bei jeder Entscheidung „nicht nur die Gegenwart, sondern auch die kommenden Generationen“ zu bedenken, bis hin zu den „noch Ungeborenen, deren Gesichter noch unter der Erde ruhen“. ¹⁶ Daraus wurde der berühmte Grundsatz der siebten Generation: Prüfe jede große Entscheidung daran, wie sie sich rund sieben Generationen, also gut anderthalb Jahrhunderte, in die Zukunft auswirkt.

Man muss keiner dieser Traditionen angehören, um ihren gemeinsamen Kern anzuerkennen. Der Verfasser dieses Essays schreibt aus christlicher Überzeugung und aus

¹¹ Jüdischer Grundsatz *bal taschchit* („nicht verderben“), abgeleitet aus 5. Mose (Dtn) 20,19; rabbinisch auf jede sinnlose Zerstörung ausgeweitet. myjewishlearning.com/article/bal-tashchit-the-torah-prohibits-wasteful-destruction/

¹² Islamic Declaration on Global Climate Change (Istanbul, Aug. 2015): Mensch als *khalīfa*; Sorge um das „feine Gleichgewicht (*mīzān*)“. ifees.org.uk/about/islamicdeclaration/; vgl. Koran 55,7–9

¹³ Papst Franziskus, Enzyklika *Laudato si'* (24. Mai 2015): „gemeinsames Haus“, Kritik des „technokratischen Paradigmas“, „Schrei der Erde“. vatican.va/content/francesco/en/encyclicals/documents/papa-francesco_20150524_enciclica-laudato-si.html

¹⁴ Hindu Declaration on Climate Change (Parliament of the World's Religions, 2015); Zitat aus dem *Mahābhārata*: „Dharma besteht zum Wohl aller Lebewesen.“ hinduamerican.org/hindu-declaration-climate-change-2015

¹⁵ „The Time to Act is Now: A Buddhist Declaration on Climate Change“ (2015), unterzeichnet von über 300 buddhistischen Lehrern aus 37 Ländern. plumvillage.org/articles/buddhist-climate-change-statement-to-world-leaders-2015

¹⁶ „Großes Gesetz des Friedens“ der Haudenosaunee (Irokesen); Grundsatz der siebten Generation: bedenke „nicht nur die Gegenwart, sondern auch die kommenden Generationen“. ictinc.ca/blog/seventh-generation-principle

der Nächstenliebe, die daraus folgt. Doch er sieht mit Dankbarkeit, dass die Einsicht in unsere Rolle als Verwalter weltweit und über alle Grenzen des Glaubens hinweg gewachsen ist. Der Glaube kann diese Haltung tief begründen und dem Herzen nahebringen. Aber er ersetzt kein Sachargument. Wo eine Frage physikalisch entschieden ist, entscheidet die Physik, nicht die Frömmigkeit. Gerade dieser Respekt vor der Sache macht den weltweiten Chor glaubwürdig: Er stellt sich nicht gegen das Wissen, sondern gibt ihm ein Herz. Verschiedene Völker haben, jedes für sich, denselben Fluss betrachtet und sind zu demselben Schluss gekommen: Achte sein Gefälle, dann trägt er dich.

3. Die Klimakrise als Prüfstein

3.1 Was gesichert ist: die Physik des Treibhauseffekts

Beginnen wir mit dem Festen, mit dem, worüber unter Fachleuten kein ernsthafter Streit besteht. Der Treibhauseffekt ist kein Modell und keine Prognose, sondern gemessene Physik, so solide wie das Fallgesetz. Bestimmte Gase in der Luft, vor allem Kohlendioxid, Methan und Wasserdampf, lassen das sichtbare Sonnenlicht nahezu ungehindert zur Erde durch, halten aber einen Teil der Wärme zurück, die der Boden wieder abstrahlt. Man kennt den Effekt vom Auto in der Sonne: Das Licht kommt hinein, die Wärme kommt schwerer heraus. Ohne diesen Effekt wäre die Erde ein lebloser Eisball von etwa minus achtzehn Grad. Er ist also die Bedingung des Lebens, nicht sein Feind. Erst sein Übermaß wird zum Problem.

Die Grundlagen wurden schon im neunzehnten Jahrhundert im Labor gelegt und seither ungezählte Male bestätigt. Dass Kohlendioxid Wärmestrahlung schluckt, gehört zum festen Hauptlauf unseres Flusses, nicht zu den unsicheren Rändern der Karte. Man kann diese Wirkung nicht wegdiskutieren, man kann nur das Bett verändern, indem man mehr oder weniger von dem Gas in die Luft bringt. Und genau das haben wir getan, in einem Tempo ohne Beispiel. Wie ohne Beispiel, das zeigt ein Blick tief in die Vergangenheit. In Eisbohrkernen aus der Antarktis ist die Zusammensetzung der Luft von 800.000 Jahren eingeschlossen, Jahresschicht für Jahresschicht. Über diese ganze, unvorstellbar lange Zeit schwankte der Kohlendioxidgehalt zwischen etwa 170 und 300 Teilen pro Million (die Fachleute sagen „ppm“), im Takt der Eiszeiten. Nie, in 800.000 Jahren nicht ein einziges Mal, stieg er über rund 300 ppm.¹⁷ Vor der Industrialisierung lag er bei etwa 280 ppm. Im Mai 2025 überschritt er am Mauna-Loa-Observatorium auf Hawaii erstmals 430 ppm.¹⁸ Wir haben also das Bett des Flusses so umgeformt, wie es in fast einer Million Jahren nicht geschah.

¹⁷ Eisbohrkern-Daten (EPICA Dome C, Vostok): CO₂ schwankte über 800.000 Jahre zwischen ~170 und ~300 ppm; höchster vorindustrieller Wert ~298,6 ppm, nie überschritten. NOAA/CDIAC: cdiac.ess-dive.lbl.gov/trends/co2/ice_core_co2.html

¹⁸ NOAA / Scripps: CO₂ am Mauna Loa erstmals über 430 ppm (Mai 2025); vorindustriell rund 280 ppm. today.ucsd.edu/story/annual-carbon-dioxide-peak-passes-another-milestone; gml.noaa.gov/ccgg/trends/

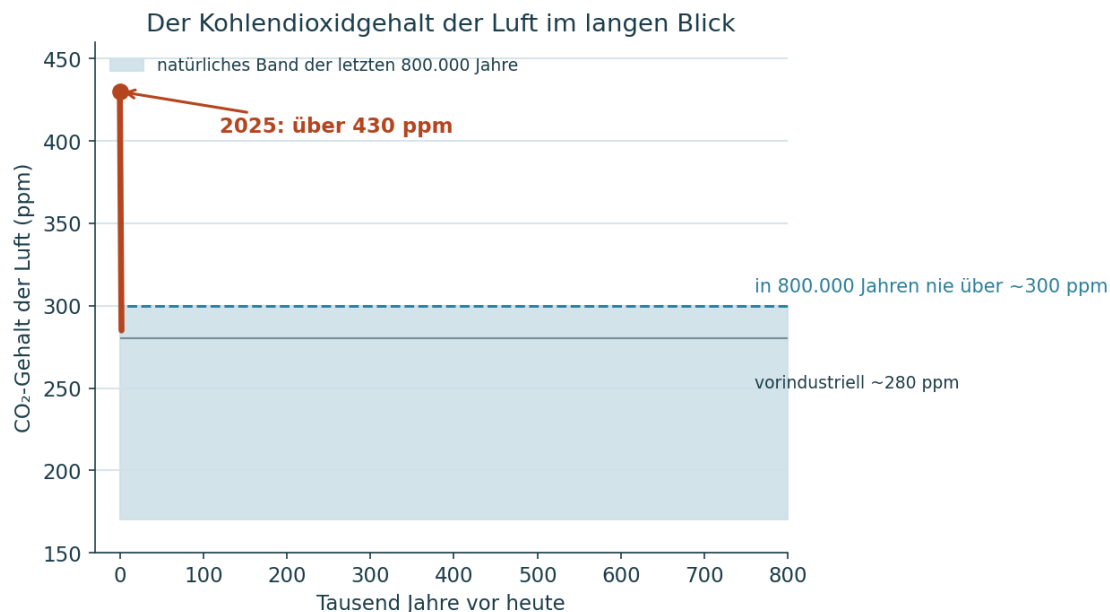


Abb. 1: Der Kohlendioxidgehalt der Luft im langen Blick. Über 800.000 Jahre blieb er im schmalen Band zwischen rund 170 und 300 ppm (grau). Heute liegt er bei über 430 ppm – weit außerhalb von allem, was die Menschheit je erlebt hat. Datenquelle: Eisbohrkerne EPICA/Vostok (NOAA); NOAA/Scripps 2025.

Parallel dazu ist die weltweite Durchschnittstemperatur gestiegen, und auch hier lohnt der lange Blick. Die Weltorganisation für Meteorologie (WMO) bestätigte 2024 als das wärmste Jahr seit Beginn der Messungen, mit rund 1,55 Grad über dem vorindustriellen Niveau; es war das erste Kalenderjahr, das die vielzitierte Marke von 1,5 Grad überschritt.¹⁹ Rund anderthalb Grad, das klingt harmlos, fast nach einem lauen Frühlingstag. Doch es ist ein Mittelwert über den ganzen Globus, über Ozeane und Kontinente, über Sommer und Winter. Regional und in einzelnen Jahreszeiten sind die Ausschläge weit größer, und gerade die Extreme, die Hitzewellen und Starkregen, richten den Schaden an. Ein Punkt ist dabei für alles Weitere zentral: die Trägheit. Die Ozeane speichern gewaltige Wärme und geben sie nur langsam ab. Selbst bei einem sofortigen Stopp aller Emissionen stiege die Temperatur eine Weile weiter. Ein großer Teil der Wirkung ist bereits eingebucht. Das ist keine frohe Botschaft, aber eine wichtige, denn sie verschiebt die Frage vom „Ob“ zum „Wie stark“ und „Wie schnell“.

3.2 Was offen bleibt: Prognosen, Kipppunkte, ehrliche Unsicherheit

Nun zum weniger Festen, und hier ist Redlichkeit die erste Pflicht. Sobald wir von der gemessenen Physik zur Vorhersage der Zukunft übergehen, verlassen wir den festen Hauptlauf und betreten die noch grob gezeichneten Ränder unserer Karte (Abschnitt 1.4). Klimamodelle rechnen mit Annahmen über künftige Emissionen, über die Bildung von Wolken, über sich selbst verstärkende Effekte. Manche dieser Größen sind gut verstanden, andere noch schlecht. Entsprechend breit ist die Spanne der Ergebnisse. Der Weltklimarat IPCC, der den Wissensstand von tausenden Fachleuten bündelt, drückt das ehrlich in

¹⁹ WMO: 2024 wärmstes Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen, ~1,55 °C über 1850–1900; Copernicus: erstes Kalenderjahr über 1,5 °C. wmo.int/news/media-centre/wmo-confirms-2024-warmest-year-record-about-155degc-above-pre-industrial-level

Wahrscheinlichkeiten und in abgestuften Vertrauensgraden aus, nicht in falscher Gewissheit. Wer diese Ehrlichkeit gegen die Wissenschaft wendet und ruft, „die wissen es ja selbst nicht“, verwechselt die offene Frage nach dem genauen Tempo mit einer angeblichen Unklarheit über die Richtung.

Zur Redlichkeit gehört zugleich, die ernst gemeinten Einwände beim Namen zu nennen und nicht mit einer Handbewegung abzutun. Gerade aus den Geowissenschaften kommt Widerspruch gegen die gängige Deutung. Der Agrarwissenschaftler Wolfgang Merbach etwa fragt zugespitzt, ob der Klimawandel „Apokalypse oder Herausforderung“ sei, und warnt davor, die Erwärmung einseitig allein dem menschengemachten Kohlendioxid anzulasten.²⁰ Die Geowissenschaftler Ulrich Berner und Alfred Hollerbach führen drei Argumente ins Feld.²¹ Erstens: Klima habe sich immer gewandelt; über Jahrmillionen wechselten Eiszeitalter und Heißzeiten, und selbst in den letzten tausend Jahren gab es das mittelalterliche Klimaoptimum und die „Kleine Eiszeit“ – Schwankungen, die keine Industrie verursacht hat. Zweitens: In jener Zeit sei der CO₂-Gehalt nahezu konstant geblieben, während das Klima schwankte; also müssten andere Kräfte am Werk sein, allen voran die Sonne, deren wechselnde Aktivität sich an Spuren wie den Atomen C14 und Be10 ablesen lasse. Drittens: Modellrechnungen legten nahe, dass selbst teure Emissionsminderungen das Klima kaum messbar änderten. Das sind keine leichtfertigen Parolen, sondern eine Position, die man nicht durch Empörung, sondern nur durch Argumente prüfen kann.

Prüft man sie, so behält sie einen wahren Kern und trifft doch im Entscheidenden nicht. Wahr ist: Das Klima hat sich immer gewandelt, und Sonne, Vulkane und langsame Bahnschwankungen der Erde sind reale Antriebe, die kein seriöser Forscher leugnet. Der Blick der Paläoklimatologen in die Tiefe der Erdgeschichte ist ein wertvolles Korrektiv gegen die Vorstellung, vor dem Menschen sei das Klima ein ruhender See gewesen. Falsch aber wäre der Schluss, daraus folge, der Mensch könne heute nichts bewirken. Denn erstens ist nicht der Wandel an sich das Neue, sondern sein Tempo: Der heutige Sprung des CO₂-Gehalts geschah in gut hundert Jahren, nicht in Jahrtausenden, und führte weit über alles hinaus, was die Eisbohrkerne aus 800.000 Jahren zeigen (Abschnitt 3.1). Zweitens lässt sich ausgerechnet die Sonne als Haupttreiber der jüngsten Erwärmung ziemlich sicher ausschließen. Ihre Strahlung hat seit den 1970er Jahren leicht abgenommen, während die Temperatur weiter kletterte; beide Kurven laufen seit einem halben Jahrhundert auseinander.²² Was in früheren Jahrhunderten viel erklärte, erklärt die Erwärmung seit 1980 gerade nicht mehr. Und drittens misst die Strahlungsphysik die wärmende Wirkung des Kohlendioxids im Labor, unabhängig von jedem Zukunftsmodell. So bleibt die geowissenschaftliche Mahnung ein wichtiges Gegengewicht gegen Übertreibung – aber sie stürzt den festen Kern nicht um.

²⁰ Wolfgang Merbach, „Klimawandel – Apokalypse oder Herausforderung?“, in: *Evangelische Verantwortung* 7+8/2019 (Evangelischer Arbeitskreis der CDU/CSU). Kritische Sicht auf das anthropogene Erwärmungsmodell des IPCC. Siehe Bibliographie.

²¹ Ulrich Berner / Alfred Hollerbach, „Klimawandel und CO₂ aus geowissenschaftlicher Sicht“ (Hannover). Paläoklimatische Gegenposition: natürliche Variabilität, solarer Einfluss, Zweifel an der Wirksamkeit von Minderungsmaßnahmen. Siehe Bibliographie.

²² NASA, „What Is the Sun's Role in Climate Change?“, Carbon Brief; IPCC AR6: Die Sonnenstrahlung nahm seit den 1970er Jahren leicht ab, während die Temperatur stieg; der solare Beitrag zur Erwärmung seit vorindustrieller Zeit ist verschwindend gering. science.nasa.gov/earth/climate-change/what-is-the-suns-role-in-climate-change/; carbonbrief.org/why-the-sun-is-not-responsible-for-recent-climate-change/

Besonders umstritten und zugleich besonders wichtig sind die sogenannten Kipppunkte. Ein Kipppunkt ist eine Schwelle, jenseits derer ein System abrupt und oft unumkehrbar in einen ganz anderen Zustand umschlägt, so wie ein Stuhl, den man immer weiter nach hinten kippt, bis er plötzlich fällt. Beispiele sind das Abschmelzen großer Eisschilde oder das Absterben ganzer Wälder. Der IPCC definiert solche Schwellen klar, betont aber im selben Atemzug, dass ihr genauer Zeitpunkt und ihr Ausmaß hochgradig unsicher sind.²³ Für das Auftauen der dauerhaft gefrorenen Böden etwa besteht hohe Sicherheit, dass dabei zusätzliche Treibhausgase frei werden, aber nur geringe Sicherheit darüber, wann und wie viel.²⁴

Diese Unsicherheit schneidet in beide Richtungen, und gerade das wird gern übersehen. Sie könnte bedeuten, dass es glimpflicher ausgeht als befürchtet. Sie könnte ebenso gut bedeuten, dass es schlimmer kommt. Genau hier greift die kluge Regel aus Abschnitt 2.2: Bei möglichen, aber unumkehrbaren Katastrophen wiegt das schlechte Szenario schwerer, nicht weil es wahrscheinlicher wäre, sondern weil sein Schaden nicht mehr zurückzunehmen ist. Man versichert sein Haus ja auch nicht, weil es sicher brennt, sondern weil ein Brand alles vernichten würde. Unsicherheit ist somit kein Grund zur Sorglosigkeit, sondern gerade ein Grund zur Vorsicht. Man kennt die Richtung des Weges, man streitet über sein Tempo und seine genauen Kurven. Das ist ein gewaltiger Unterschied, und ihn sauber zu ziehen, ist die halbe Redlichkeit in dieser Debatte.

3.3 Zwischen Panik und Verharmlosung

Die öffentliche Debatte zerfällt oft in zwei Lager, die sich spiegelbildlich gleichen, obwohl sie sich für Todfeinde halten. Beide vergehen sich an der Nüchternheit, die das Thema verlangt. Das eine Lager verharmlost. Es pickt einzelne Unsicherheiten heraus und erklärt damit gleich das Ganze für ungewiss. Es verwechselt, wie beschrieben, die offene Frage nach dem Tempo mit einer angeblichen Unklarheit der Grundlagen. Manchmal steckt handfestes Interesse dahinter, manchmal bloß die Bequemlichkeit. Denn Verharmlosung ist angenehm: Sie verpflichtet zu nichts. Sie ist aber unredlich, weil sie das Gesicherte kleinredet und die Zeit verspielt, in der Handeln noch billig wäre.

Das andere Lager verfällt der Panik. Es stellt jede Prognose als feststehende Gewissheit dar, zieht die Zeithorizonte zusammen und spricht vom unmittelbaren Weltuntergang. Diese Haltung meint es oft gut, richtet aber schweren Schaden an. Sie erzeugt Lähmung statt Tatkraft, denn wer glaubt, es sei ohnehin schon zu spät, der rührt keinen Finger mehr. Und sie ist genauso unredlich wie ihr Gegenteil, weil sie Unsicheres als sicher verkauft und die Menschen mit einer Angst belädt, die weder trägt noch bewegt.

Beide Extreme teilen im Grunde denselben Fehler: Sie ertragen die Unsicherheit nicht. Das eine Lager flieht vor ihr, indem es das Problem leugnet, das andere, indem es das Problem ins Unermessliche steigert. Nüchternheit dagegen heißt, die Unsicherheit auszuhalten und trotzdem klug zu handeln. Das ist anstrengender als jede bequeme Gewissheit, doch es ist die einzige erwachsene Haltung. Für den Ton dieses Essays folgt daraus eine klare Linie. Keine Panikmache, kein Skandalisieren, keine Weltuntergangsrhetorik, aber auch keine

²³ IPCC AR6 zu Kipppunkten; Einordnung bei Carbon Brief. carbonbrief.org/in-depth-qa-the-ipccs-sixth-assessment-report-on-climate-science/

²⁴ IPCC AR6: hohe Sicherheit zur Kohlenstofffreisetzung aus Permafrost, geringe Sicherheit zu Zeitpunkt und Ausmaß. climatetippingpoints.info/2021/10/31/ipcc-ar6-climate-tipping-points-feedbacks/

Verharmlosung des Gesicherten. Die Aufgabe ist schlicht und schwer zugleich: das Feste fest zu nennen und das Offene offen. Wer das kann, entzieht beiden Lagern den Boden. Er ersetzt die laute Empörung durch eine stille Verlässlichkeit, und gerade diese überzeugt am Ende mehr als jeder Alarm.

3.4 Was wir ändern können – und was nicht

Jetzt wird die Leitfrage dieses Buches ganz konkret. Was können wir am Klima tatsächlich ändern, und was nicht? Nicht ändern können wir das Gefälle, also die Physik. Die wärmende Wirkung des Kohlendioxids steht fest wie ein Fels im Strom. Nicht ändern können wir auch die bereits eingebuchte Erwärmung. Die Wärme, die längst im Ozean steckt, das Kohlendioxid, das sich über Jahrzehnte angesammelt hat, das ist Vergangenheit, die weiterwirkt. Ein Teil des Anstiegs kommt auf uns zu, ganz gleich, was wir heute beschließen. Wie weit dieser Anstieg reicht, führt der Blick auf den Meeresspiegel drastisch vor Augen. Er ist seit 1900 bereits um rund zwanzig Zentimeter gestiegen, und die Rate hat sich zuletzt beschleunigt.²⁵ Der Weltklimarat rechnet für das Jahr 2100 je nach Emissionspfad mit einem weiteren Anstieg von etwa einem halben bis zu einem ganzen Meter; ein rasches Abschmelzen der Eisschilde könnte ihn sogar in Richtung zwei Meter treiben. Und über längere Zeiträume, bis zum Jahr 2300, reicht die Spanne bei hohen Emissionen von 1,7 bis zu 6,8 Metern.²⁶ Das sind keine Millimeter mehr, das sind versunkene Küsten und Städte. Der lange Zeitraum macht aus einer scheinbar kleinen Jahresrate eine gewaltige Ansage.

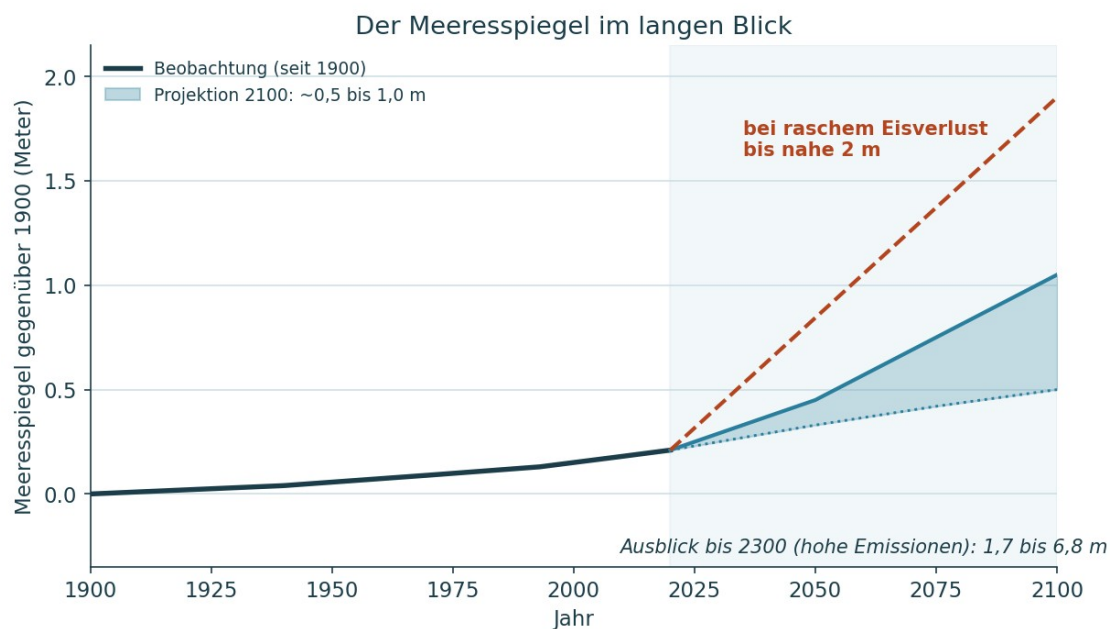


Abb. 2: Der Meeresspiegel im langen Blick. Seit 1900 rund 20 cm gestiegen (schwarze Linie); bis 2100 je nach Emissionen rund 0,5 bis 1 m, mit raschem Eisverlust bis nahe 2 m

²⁵ NASA/JPL: Anstiegsrate des Meeresspiegels von 2,1 auf 4,5 mm/Jahr (Satellitenrekord 1993–2024); seit 1900 rund 20 cm. science.nasa.gov/photojournal/satellite-record-of-sea-level-rise-from-1993-to-2024/

²⁶ IPCC AR6: mittlerer Meeresspiegelanstieg bis 2100 je nach Szenario ~0,3–1,0 m (bei raschem Eisverlust bis ~2 m nicht auszuschließen); bis 2300 bei hohen Emissionen 1,7–6,8 m. ipcc.ch/report/ar6/wg1/figures/summary-for-policymakers/figure-spm-8/

(schattierter Bereich). Bis 2300 sind bei hohen Emissionen 1,7 bis 6,8 m möglich. Datenquelle: IPCC AR6.

Ändern aber können wir das Bett, das wir graben: die Menge der Treibhausgase, die wir dem Fluss zuführen. Das ist der Hebel, und es ist ein realer, kräftiger Hebel. Jede Tonne Kohlendioxid, die wir nicht ausstoßen, erhöht die künftige Erwärmung nicht weiter. Der Zusammenhang ist nach heutigem Wissen annähernd geradlinig: Weniger Ausstoß bedeutet weniger zusätzliche Erwärmung, ziemlich direkt und ohne verborgene Schwelle. Das ist im Kern eine ermutigende Nachricht, und sie wird viel zu selten laut gesagt. Denn sie heißt: Jedes Handeln zählt, und es ist in dem Sinne nie „zu spät“, dass sich das Bemühen nicht mehr lohnte. Jedes Zehntelgrad, das wir vermeiden, jeder Zentimeter Meeresspiegel, den wir dem Fluss nicht zumuten, ist ein Gewinn an bewohnbarer Zukunft.

Zugleich mahnt die Trägheit des Systems zur Geduld. Selbst entschlossenes Handeln zeigt seine volle Wirkung erst über Jahre und Jahrzehnte. Das enttäuscht die Kontrollillusion, die schnelle, sichtbare Erfolge erwartet (Abschnitt 2.3), aber es entwertet das Handeln kein bisschen. Wer einen Baum pflanzt, sitzt selten selbst in seinem Schatten, und doch pflanzt er ihn für die, die nach ihm kommen. Die verzögerte Wirkung ist ein Grund, früher anzufangen, niemals ein Grund, es zu lassen. Die ehrliche Bilanz lautet also: begrenzte Macht, aber echte Macht. Wir können das Gefälle der Natur nicht überlisten, doch wir können das Bett so graben, dass die Flut erträglich bleibt. Zwischen dem Wahn der Allmacht und der Lähmung der Ohnmacht liegt der schmale, feste Grund verantwortlichen Handelns, und auf diesem Grund lässt sich stehen.

3.5 Minderung und Anpassung: der weltweite Handlungsraum

Praktisch ruht die Antwort auf zwei Säulen, und keine kann die andere ersetzen. Die erste heißt Minderung: weniger Treibhausgase ausstoßen. Hier gibt es Grund zu nüchternem Optimismus, jenseits aller Beschönigung. Erneuerbare Energien sind längst keine Zukunftsmusik mehr. Im Jahr 2024 lieferten sie bereits rund zweiunddreißig Prozent des weltweiten Stroms; der Anteil von Wind und Sonne allein sprang von einem mageren Prozent im Jahr 2005 auf fünfzehn Prozent im Jahr 2024, und die Internationale Energieagentur erwartet, dass die Erneuerbaren bis 2030 auf fast die Hälfte der globalen Stromerzeugung wachsen.²⁷ Das ist keine Eintagsfliege, sondern eine strukturelle Verschiebung, die sich beschleunigt. Auch hier wird kein Naturgesetz überlistet. Es wird nur ein anderes Bett gegraben, indem man Energie ohne fossilen Kohlenstoff gewinnt, so wie der Müller lernt, das Wasser sauberer zu nutzen.

²⁷ IEA, Renewables 2024: Erneuerbare rund 32 % des Weltstroms; Wind + Solar von 1 % (2005) auf 15 % (2024); bis 2030 fast die Hälfte des Weltstroms erwartet. [iea.org/reports/renewables-2024/global-overview](https://www.iea.org/reports/renewables-2024/global-overview); [carbonbrief.org/iea-renewables-will-be-worlds-top-power-source-by-2026/](https://www.carbonbrief.org/iea-renewables-will-be-worlds-top-power-source-by-2026/)

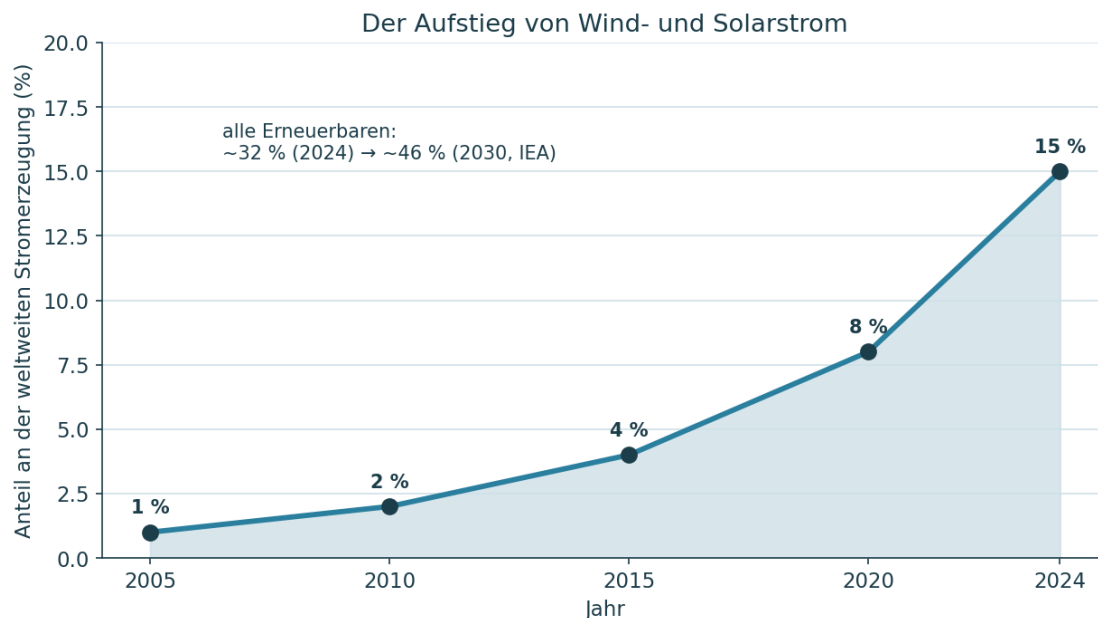


Abb. 3: Der Aufstieg von Wind- und Solarstrom an der weltweiten Stromerzeugung: von 1 Prozent (2005) über 4 Prozent (2015) auf 15 Prozent (2024). Alle Erneuerbaren zusammen liefern bereits rund ein Drittel und sollen bis 2030 auf fast die Hälfte wachsen. Datenquelle: IEA / Carbon Brief 2024.

Die zweite Säule heißt Anpassung: sich auf jene Folgen einstellen, die nicht mehr zu vermeiden sind. Dazu gehören Deiche und schattige, begrünte Städte, dürrafeste Landwirtschaft und Frühwarnsysteme für Hitze und Sturm. Anpassung ist kein Eingeständnis der Niederlage, sondern die vernünftige Antwort auf die eingebuchte Erwärmung (Abschnitt 3.4). Wer nur auf Minderung setzt und die Anpassung vergisst, lässt jene im Stich, die schon heute unter Fluten und Dürren leiden, und das sind zuerst die Ärmsten. Minderung und Anpassung verhalten sich zum Meeresspiegel wie zwei Hände am selben Werk: Die eine bremst den weiteren Anstieg für die Zukunft, die andere schützt die Küsten, solange er anhält.

Entscheidend ist, dass dies eine weltweite Aufgabe ist, die kein Land allein löst. Das Klima kennt keine Grenzen; eine Tonne Kohlendioxid wirkt gleich, ob sie in Bochum oder in Schanghai aufsteigt. Genau deshalb haben sich 2015 in Paris nahezu alle Staaten der Erde völkerrechtlich verpflichtet, die Erwärmung deutlich unter zwei Grad zu halten und Anstrengungen für 1,5 Grad zu unternehmen.²⁸ Dieses Abkommen ist unvollkommen und wird oft zu zögerlich umgesetzt, doch es ist ein bemerkenswertes Zeichen. Es zeigt, dass die Menschheit fähig ist, über alle Gräben hinweg dieselbe physikalische Rechnung anzuerkennen. Weder das Nichtstun der Verharmloser noch die kopflose Hektik der Panik führt weiter. Was trägt, sind stetige, überprüfbare Schritte auf beiden Feldern, im Kleinen wie im Großen. Kleine verlässliche Taten schlagen große folgenlose Gesten. So wird aus abstrakter Physik eine konkrete, machbare Arbeit, und aus lähmender Sorge eine Aufgabe, die man heute beginnen kann.

²⁸ Übereinkommen von Paris (2015), Art. 2: Begrenzung der Erwärmung auf deutlich unter 2 °C, Anstrengungen für 1,5 °C. unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement

4. Weitere Felder der Vermessenheit

4.1 Gentechnik und der Traum vom gemachten Menschen

Das Klima ist nicht das einzige Feld, auf dem sich Können und Sollen verwechseln lassen. Die Gentechnik zeigt dasselbe Muster in verdichteter, geradezu erschreckender Form. Mit der sogenannten Genschere, einem Werkzeug namens CRISPR, lässt sich das Erbgut heute so gezielt verändern wie ein Text mit dem Rotstift. In der Medizin eröffnet das große, echte Chancen. Erbkrankheiten, deren Ursache in einem einzigen fehlerhaften Baustein liegt, könnten eines Tages heilbar werden. Das ist geronnene Nächstenliebe, wo es Leid mindert, und niemand sollte diese Aussicht leichtfertig verspielen.

Doch im Jahr 2018 überschritt der chinesische Forscher He Jiankui eine Grenze, vor der die ganze Fachwelt gewarnt hatte. Er verkündete die Geburt zweier Mädchen, deren Erbgut er als Embryonen verändert hatte, um sie gegen das HI-Virus widerstandsfähig zu machen.²⁹ Die Reaktion war ein fast einhelliger Aufschrei der Empörung. Achtzehn führende Wissenschaftler und Ethiker forderten in der Fachzeitschrift *Nature* ein weltweites Moratorium, also einen verbindlichen Aufschub, für alle vererbbaaren Eingriffe in die menschliche Keimbahn.³⁰ Warum diese Schärfe bei einem angeblichen Fortschritt?

Weil hier die Regel aus Abschnitt 2.2 mit voller Wucht greift. Ein Eingriff in die Keimbahn ist unumkehrbar in einem ganz besonderen Sinn: Die Veränderung wird an alle Nachkommen weitergereicht, in Ewigkeit. Ein Fehler ließe sich nicht zurücknehmen, nicht bei den betroffenen Kindern und nicht bei deren Kindern. Und die Folgen sind kaum zu überblicken, weil ein einzelnes Gen selten nur eine einzige Aufgabe hat. Wer an einer Schraube dreht, verstellt oft ungewollt ein halbes Dutzend anderer. Die Vermessenheit liegt also nicht im Können, sondern in der Bereitschaft, Unumkehrbares zu wagen, bevor man die Folgen auch nur ansatzweise versteht. Auch hier gilt das Grundbild vom Fluss: Der Mensch ändert kein Gesetz der Vererbung. Er lenkt einen einzelnen Nebenarm im gewaltigen Strom des Lebendigen um. Doch die biologischen Kräfte, nach denen dieser Arm dann weiterströmt, bleiben, wie sie sind, mit allen bekannten und allen noch unbekannten Wirbeln. Die Grenze der Manipulation ist hier vor allem die Grenze unseres Wissens über die Folgen.

4.2 Geoengineering: die Natur „reparieren“?

Wenn die Minderung der Emissionen zu langsam vorankommt, lockt ein scheinbar eleganter Ausweg: das Klima technisch herunterkühlen. Die bekannteste Idee heißt Solar-Geoengineering, genauer die Einbringung feiner Partikel in die obere Atmosphäre, die einen Teil des Sonnenlichts ins All zurückstreuen sollen, gleichsam ein künstlicher, dauerhafter Schleier vor der Sonne. Der Gedanke ist verführerisch, weil er billig und schnell wirken könnte. Doch er ist ein Musterbeispiel für genau jene Vermessenheit, die dieser Essay untersucht. Die Partikel würden die Strahlungsphysik nicht ändern, kein Gefälle der Natur. Sie würden nur einen Damm gegen die Sonne aufwerfen, während der Fluss der Treibhausgase dahinter unvermindert weiter anschwillt. Studien warnen vor verändertem

²⁹ He Jiankui, genmanipulierte Zwillinge (Nov. 2018), [weithin beurteilt. sciencehistory.org/stories/distillations-pod/the-crispr-babies/](https://www.sciencehistory.org/stories/distillations-pod/the-crispr-babies/)

³⁰ Lander u. a.: Aufruf zum Moratorium für Keimbahn-Editierung, *Nature* 2019. [nature.com/articles/d41586-019-00788-5](https://www.nature.com/articles/d41586-019-00788-5)

Niederschlag, vor regionalen Verschiebungen, die dem einen Land den Regen nehmen und dem anderen Fluten bringen, und vor handfesten geopolitischen Konflikten.³¹

Besonders tückisch ist der sogenannte Terminationsschock, und hier zeigt das Bild vom Damm seine ganze Kraft. Einmal begonnen, müsste die künstliche Beschattung lückenlos über Jahrzehnte fortgesetzt werden. Hinter dem Damm aber staut sich die ganze verhinderte Erwärmung weiter auf, unsichtbar, mit wachsendem Druck. Brüche der Damm plötzlich, etwa durch Krieg, Krise oder schlichtes Versagen, dann schnellte die Temperatur in wenigen Jahren nach oben, schneller, als sich irgendein Ökosystem anpassen könnte. Man hätte die Erwärmung nicht behoben, sondern nur hinter einer Mauer verborgen und die Rechnung mit Zins und Zinseszins in die Zukunft verschoben. Rund sechzig Wissenschaftler haben deshalb ein Moratorium für solche Eingriffe gefordert.³²

Hier zeigt sich die Kontrollillusion (Abschnitt 2.3) in Reinkultur. Man wähnt sich als Herr eines planetaren Systems und übersieht die Rückkopplungen und die tückische Abhängigkeit, in die man sich begibt. Wer den künstlichen Schleier einmal aufgespannt hat, kann ihn nicht mehr gefahrlos schließen, so wenig wie man einen randvollen Stausee einfach ablassen kann. Die vermeintliche Reparatur erzeugt eine neue, dauerhafte Verwundbarkeit. Fairerweise sei gesagt: Die bloße Erforschung solcher Verfahren ist nicht schon verwerflich, denn Wissen über Notfalloptionen kann klug sein. Vermessen wäre erst der Einsatz, die Verwechslung eines schlecht verstandenen Notbehelfs mit einer echten Lösung. Auch hier gilt der Grundsatz: Das Gefälle der Physik lässt sich nicht reparieren, nur aufstauen, und jeder Damm hat seinen Preis.

4.3 Künstliche Intelligenz und die Grenzen des Machbaren

Ein Feld, das gerade unsere Gegenwart umkrempelt, ist die künstliche Intelligenz. Auch hier begegnet uns die alte Verwechslung, diesmal die von Können und Verstehen. Moderne KI-Systeme leisten Erstaunliches. Sie schreiben flüssige Texte, erkennen Muster in gewaltigen Datenmengen, unterstützen Ärzte bei der Diagnose. Das ist ein realer Fortschritt, der Arbeit erleichtert und Wissen zugänglich macht. Zugleich neigen wir stark dazu, diesen Systemen mehr zuzuschreiben, als sie leisten. Ein Programm, das druckreif formuliert, wirkt, als verstünde es, was es sagt. Doch dieser Eindruck ist eine Zuschreibung von uns, kein belegter Tatbestand. Wir kleben dem Werkzeug eine menschliche Eigenschaft an, die es nicht besitzt.

Die Vermessenheit liegt hier weniger in der Technik als in unserer Deutung. Wir übertragen menschliche Kategorien wie Verstehen, Wollen und Wissen auf Systeme, die im Kern Wahrscheinlichkeiten berechnen. Diese Verwechslung hat handfeste Folgen. Sie verleitet dazu, einer Maschine Urteile zu überlassen, die ihr nicht zustehen, und Verantwortung abzuschieben, die beim Menschen bleiben muss. Eine Maschine haftet nicht und schämt sich nicht. Der Mensch, der sie einsetzt, haftet sehr wohl. Wer das vergisst, hat schon verloren, bevor die erste Fehlentscheidung fällt.

³¹ Risiken der stratosphärischen Aerosolinjektion (u. a. Niederschlag, Terminationsschock). srm360.org/article/what-is-termination-shock/

³² Aufruf von rund 60 Wissenschaftlern zum Moratorium für Solar-Geoengineering; Project Drawdown: „Not Recommended“. drawdown.org/explorer/deploy-stratospheric-aerosol-injection

Dazu kommen harte, prinzipielle Grenzen der Berechenbarkeit, die kein noch so starker Rechner je überwindet. Manche Probleme sind nachweislich nicht in vernünftiger Zeit lösbar, ganz gleich, wie schnell die Maschinen werden. Andere Systeme sind von Natur aus chaotisch: Winzige Ungenauigkeiten in den Ausgangsdaten wachsen so rasch an, dass langfristige Vorhersagen grundsätzlich scheitern müssen, wie ein Blatt, dessen Weg im Wildwasser nach wenigen Metern nicht mehr vorherzusagen ist. Das Wetter jenseits von etwa zwei Wochen gehört dazu, und keine Rechenleistung der Welt wird diese Grenze je aufheben. Sie liegt in der Sache selbst, so wie die Konstanten aus Abschnitt 1.3. Die kluge Haltung ist deshalb auch hier die Demut. Künstliche Intelligenz ist ein mächtiges Werkzeug, das wir mit Augenmaß nutzen sollten. Sie ersetzt weder das menschliche Urteil noch die menschliche Verantwortung. Wer sie für ein Orakel hält, überschätzt sie und unterschätzt sich selbst. Das Werkzeug ist immer nur so gut wie die Hand, die es führt, und wie das Maß, das diese Hand kennt.

4.4 Endlichkeit: Ressourcen und das Maß der Erde

Eine stille, aber grundlegende Grenze ist die schlichte Endlichkeit unseres Planeten. Die Erde ist ein begrenztes System. Ihre Vorräte an Metallen, an fruchtbarem Boden, an sauberem Süßwasser sind nicht unendlich. Das ist keine Weltanschauung, sondern nüchterne Arithmetik. Schon 1972 rechnete der Bericht *Die Grenzen des Wachstums* an den Club von Rom vor, dass unbegrenztes Wachstum in einer begrenzten Welt an harte Schranken stößt.³³ Man hat den Bericht viel gescholten und in Einzelheiten korrigiert, doch sein Grundgedanke steht: Wer schneller schöpft, als der Brunnen nachfüllt, trifft irgendwann auf den Grund. Die neuere Wissenschaft hat dafür einen präzisen Begriff geprägt, die „planetaren Grenzen“. Ein Forscherteam um den Schweden Johan Rockström hat neun solcher Grenzen bestimmt, vom Klimawandel über die Vielfalt der Arten bis zu den Kreisläufen von Stickstoff und Phosphor, jenen Stoffen, die als Dünger unsere Felder tragen.³⁴ Nach dem Stand von 2023 sind bereits sechs dieser neun Grenzen überschritten.³⁵ Das heißt nicht, dass morgen die Welt untergeht. Es heißt, dass wir uns außerhalb des sicheren Bettes bewegen, das die Erde uns über Jahrtausende bot.

Auch hier arbeitet die Verlässlichkeit der Natur unbestechlich gegen jede Illusion. Man kann einen Rohstoff schneller verbrauchen, als er nachwächst, aber immer nur eine Weile. Dann meldet sich die Endlichkeit zurück, so pünktlich wie die Schwerkraft. Der Traum vom ewigen Wachstum in einem endlichen System ist die wirtschaftliche Form der Vermessenheit; er ignoriert ein Gefälle, das sich nicht ignorieren lässt. Und doch verdient die Gegenposition ein faires Gehör. Menschlicher Erfindungsreichtum hat schon viele Grenzen verschoben, die einst als ehern galten. Effizienz, Wiederverwertung und der Ersatz knapper Stoffe durch häufige sind real und wichtig. Doch all das gräbt nur ein neues Bett; es hebt die Endlichkeit nicht auf. Effizienz kauft Zeit; sie erschafft nichts aus dem Nichts.

Genau hier klingt jene weltweite Weisheit wieder an, von der schon die Rede war (Abschnitt 2.5). Der jüdische Grundsatz *bal taschchit*, nicht zu verderben, und der

³³ Meadows u. a. 1972 (*Die Grenzen des Wachstums*, Bericht an den Club von Rom); siehe Bibliographie.

³⁴ Rockström/Klum 2015 (planetare Grenzen, allgemeinverständlich dargestellt); siehe Bibliographie.

³⁵ Stockholm Resilience Centre (2023): 6 von 9 planetaren Grenzen überschritten. stockholmresilience.org/research/research-news/2023-09-13-all-planetary-boundaries-mapped-out-for-the-first-time-six-of-nine-crossed.html

islamische Ruf, das Gleichgewicht (*mīzān*) zu wahren, sind keine frommen Sprüche aus alter Zeit. Sie sind praktische Klugheitsregeln für das Leben in einem endlichen Haus. Die klügste Antwort auf die Endlichkeit ist deshalb weder der blinde Glaube an grenzenlosen Ersatz noch die Verzweiflung, sondern die Kreislaufwirtschaft: nutzen, was da ist, und im Kreis führen, statt zu verbrauchen und wegzuerwerfen, so wie die Natur selbst kein Abfallprodukt kennt, sondern alles wieder einspeist. Die Demografie fügt dem eine menschliche Note hinzu. Die Weltbevölkerung wächst noch, wenn auch langsamer als früher, und mehr Menschen bedeuten mehr Bedürfnisse im selben begrenzten Raum. Das ist kein Grund zur Menschenfeindschaft, denn jeder Mensch ist ein Wert und nicht bloß eine Last. Es ist ein Grund, den vorhandenen Wohlstand klüger und gerechter zu teilen, statt auf eine unendliche Ausdehnung zu setzen, die das Bett des Flusses nicht hergibt.

4.5 Der eigene Körper und der Tod: das letzte Unverfügbare

Am Ende steht die Grenze, die jeden Menschen ganz persönlich betrifft, den eigenen Körper und das eigene Sterben. Keine Technik hat sie je aufgehoben, und dieser Essay spricht darüber nüchtern und ohne Angst. Die Medizin hat Bewundernswertes geleistet, das sei zuerst und dankbar gesagt. Die Lebenserwartung ist in gut hundert Jahren dramatisch gestiegen. Krankheiten, die einst ein sicheres Todesurteil waren, sind heute heilbar. Der Kampf gegen vermeidbares Leid ist zutiefst menschlich und soll mit aller Kraft weitergehen. Wer hier bremsen wollte, verkennte den Auftrag der Nächstenliebe.

Doch gerade hier hat sich der alte Traum vom Sieg über die Natur einen neuen, mächtigen Schauplatz gesucht, und der Trend ist unübersehbar. In den Forschungszentren des Silicon Valley ist aus dem Kampf gegen einzelne Krankheiten der Kampf gegen das Altern selbst geworden. Milliarden schwere Unternehmen arbeiten offen daran, den Alterungsprozess zu verlangsamen oder gar umzukehren. Der Google-Konzern Alphabet gründete dafür bereits 2013 die Firma Calico. 2022 startete mit Altos Labs ein weiteres Unternehmen, ausgestattet mit rund drei Milliarden Dollar und unter anderem finanziert von Amazon-Gründer Jeff Bezos; es will Körperzellen mit der Technik der „zellulären Umprogrammierung“ gleichsam in einen jüngeren Zustand zurückversetzen.³⁶ Dahinter steht, mehr oder weniger offen ausgesprochen, eine kühne Hoffnung: Der Tod sei am Ende kein Schicksal, sondern nur ein weiteres technisches Problem, das man mit genug Geld und Rechenkraft schon lösen werde. Manche träumen laut davon, das Altern abzuschaffen, das Bewusstsein auf Rechner zu überspielen, die Sterblichkeit ganz zu überwinden.

So bewundernswert die Forschung im Einzelnen sein mag, so deutlich zeigt dieser Trend die vertraute Verwechslung. Wir können das Ufer befestigen, an dem unser Leben verläuft, wir können den Lauf verbreitern und verlangsamen, indem wir Krankheit lindern, Schmerz nehmen, Jahre schenken. Aber der Fluss erreicht am Ende das Meer. Das Altern zu verlangsamen ist ein legitimes, oft segensreiches Ziel; die Endlichkeit selbst abzuschaffen ist etwas anderes. Sie ist keine bloße Krankheit, sondern gehört zur Verfasstheit alles Lebendigen. Was lebt, ist endlich. Das ist keine Strafe und kein Konstruktionsfehler, sondern die Bedingung, unter der Leben überhaupt erst Gestalt, Ernst und Sinn gewinnt. Ein Leben ohne Horizont wäre nicht unendlich reich, sondern unendlich beliebig.

³⁶ Altos Labs (2022, rund 3 Mrd. US-Dollar, u. a. finanziert von Jeff Bezos): zelluläre Umprogrammierung zur Verjüngung; Alphabet/Google gründete Calico bereits 2013. technologyreview.com/2021/09/04/1034364/altos-labs-silicon-valleys-jeff-bezos-milner-bet-living-forever/

Hier zeigt das Grundbild dieses Buches seine menschlichste Seite. Die Vermessenheit läge darin, die Verlängerung des Lebens mit der Aufhebung des Todes zu verwechseln und über der Jagd nach zusätzlichen Jahren das Leben selbst zu versäumen. Die Annahme der eigenen Endlichkeit ist dabei kein finsterer Fatalismus, im Gegenteil. Sie ist die stille Bedingung eines erfüllten Lebens. Wer weiß, dass seine Zeit begrenzt ist, der wählt, was wirklich zählt, und verschwendet sie nicht. Gerade die Grenze gibt jedem Tun sein Gewicht. So schließt sich der Bogen zum Anfang dieses Kapitels: Das Unverfügbare ist nicht der Feind des guten Lebens, sondern sein Rahmen, so wie die Ufer den Strom erst zum Strom machen.

5. Leben mit den gesetzten Kräften

5.1 Erkennen statt beherrschen

Was folgt aus alldem für die Haltung, mit der wir der Natur begegnen? Zuerst dies: Erkennen wiegt schwerer als Beherrschen. Wer den Lauf des Flusses kennt, handelt klug, auch ohne ihm zu gebieten. Der Bauer beherrscht das Wetter nicht, aber er kennt die Jahreszeiten und sät zur rechten Zeit. Der Flößer gebietet der Strömung nicht, aber er liest sie, weicht dem Strudel aus und lässt sich von der Kraft des Wassers tragen, die er niemals selbst erzeugen könnte. Das ist kein Verzicht auf Wirksamkeit, sondern ihre reife, erwachsene Form. Man wirkt mit den Kräften, nicht gegen sie, und wird gerade dadurch stark. Diese Haltung ist uralte und tausendfach bewährt, und sie ist der lauten Vermessenheit haushoch überlegen.

Erkennen heißt auch, die eigene Karte nicht mit dem Fluss selbst zu verwechseln (Abschnitt 1.4). Wer wirklich erkennt, bleibt lernbereit. Er hält seine Landkarte für eine Karte, nicht für die Landschaft, und ist jederzeit bereit, sie zu berichtigen, wenn das Gelände ihr widerspricht. Diese Bescheidenheit im Wissen ist kein Zweifel an der Wissenschaft, sondern ihre eigentliche Tugend, die Bereitschaft, sich vom Sachverhalt belehren zu lassen. Feynmans Wort gilt auch hier: Die Natur lässt sich nicht täuschen, und darum lohnt es sich nicht, ihr etwas vorzumachen; man kommt weiter, wenn man ihr genau zuhört.

Die Umkehrung dieser Haltung ist der Machbarkeitswahn, der zuerst handelt und erst hinterher fragt. Er verwechselt das Eingreifen mit dem Verstehen und die bloße Bewegung mit dem Fortschritt. Das Erkennen dreht die Reihenfolge um: erst verstehen, dann handeln, und im Handeln weiter verstehen. Das ist langsamer und weniger heldenhaft, aber es ist der einzige Weg, der nicht mit schöner Regelmäßigkeit in die Katastrophe führt. So verstanden ist Wissen keine Waffe gegen die Natur, sondern eine Weise, mit ihr zu leben. Es macht uns nicht zu Herren, sondern zu klugen Mitbewohnern eines Hauses, das wir nicht gebaut haben und dessen Statik wir achten müssen. Genau diese Bescheidenheit eröffnet, paradox genug, den größten Handlungsraum.

5.2 Verantwortung im Bereich des Möglichen

Verantwortung braucht Realismus, sonst erdrückt sie den, der sie ernst nimmt. Man kann nur für das haften, was man tatsächlich beeinflusst. Die klare Grenze zwischen dem Verfügbaren und dem Unverfügbaren ist daher keine Ausrede, sondern eine echte

Entlastung. Ich bin nicht schuld am Fallgesetz und nicht am Lauf der Gestirne. Ich bin verantwortlich für das, was ich mit meinem Abschnitt des Flusses tue, für das Bett, das ich in meiner Reichweite grabe. Diese Unterscheidung befreit von falscher Last und schärft zugleich die echte. Wer meint, für alles auf der Welt verantwortlich zu sein, wird handlungsunfähig und resigniert. Wer seine reale Reichweite kennt, kann sie tatsächlich ausschöpfen.

Der Maßstab des Hans Jonas (Abschnitt 2.2) gibt hier die Richtung, und er lässt sich auch dem Nichtphilosophen leicht sagen. Handle so, dass die Folgen deines Tuns mit einem menschenwürdigen Leben auch der Späteren vereinbar bleiben. Das ist kein Ruf nach Vollkommenheit, den ohnehin niemand erfüllen könnte, sondern ein Ruf nach Rücksicht auf jene, die nach uns kommen und keine Stimme in unseren heutigen Entscheidungen haben. Genau das meint auch der schöne Grundsatz der siebten Generation aus dem Recht der Haudenosaunee (Abschnitt 2.5): Bedenke bei jeder großen Entscheidung die Ungeborenen, deren Gesichter noch unter der Erde ruhen. Verantwortung reicht so weit über die eigene Lebensspanne hinaus, wie unser Handeln es tut, und es tut es heute weiter denn je.

Wichtig ist dabei die richtige Ebene, damit niemand überfordert wird. Nicht jede Last liegt auf den Schultern des Einzelnen. Manche Probleme lösen sich nur gemeinsam, durch kluge Regeln, faire Preise und verlässliche Institutionen. Den Einzelnen mit der ganzen Weltlast zu beladen, ist ebenso unfair wie unwirksam und treibt am Ende nur in Verzweiflung oder Zynismus. Verantwortung ist vielmehr gestuft: der Einzelne im Kreis seines Lebens, die Gemeinschaft und der Staat im Großen, die Völkergemeinschaft im Globalen, wie im Pariser Abkommen (Abschnitt 3.5). Diese Ebenen gehören zusammen und dürfen einander nicht als Ausrede dienen. Wie greifbar die mittlere Ebene sein kann, zeigen etwa die Kirchengemeinden. Viele haben ihre Gebäude energetisch erneuert und gleichen unvermeidbare Emissionen über kirchliche Fonds wie die „Klima-Kollekte“ aus, die seit 2011 Kohlendioxid kompensiert und zugleich Klimaschutzprojekte im globalen Süden fördert.³⁷ Solche Schritte sind klein, aber verlässlich – genau die Art von Handeln, die dieser Essay meint. So wird Verantwortung tragbar. Sie fragt nicht: Kannst du im Alleingang die Welt retten? Sie fragt viel bescheidener und viel wirksamer: Was liegt in deiner Reichweite, und tust du es? Diese Frage kann jeder Mensch beantworten, an jedem einzelnen Tag, und viele solcher Antworten summieren sich zu dem, was Gesellschaften bewegen.

5.3 Vorsorge statt Alarmismus

Zwischen der Sorglosigkeit und der Panik liegt eine unscheinbare, kostbare Tugend: die Vorsorge. Sie ist die praktische Gestalt der Demut, und sie handelt, bevor der Schaden da ist, ohne dabei in Hektik zu verfallen. Das Vorsorgeprinzip ist im Grunde ganz einfach und jedem aus dem Alltag vertraut. Wo ein Schaden groß und womöglich unumkehrbar wäre, wartet man nicht auf die letzte Gewissheit, bevor man vorbeugt. Man kauft eine Feuerversicherung nicht, weil das Haus sicher abbrennt, sondern weil es abbrennen könnte und der Verlust dann total wäre. Diese schlichte Alltagsklugheit gilt genauso im Großen, beim Klima, beim Erbgut, bei den Ökosystemen.

³⁷ „Klima-Kollekte“ – kirchlicher CO₂-Kompensationsfonds (seit 2011); Beispiele kirchlicher Energiewende und Schöpfungsbewahrung in: *Gemeinde.Praktisch*, Ausgabe „Klimawandel“ (2023). klima-kollekte.de

Vorsorge ist das genaue Gegenteil von Alarmismus, auch wenn beide auf Gefahr reagieren. Der Alarmist ruft „Feuer!“ auch dort, wo keines ist, und stumpft die Menschen ab, bis sie beim echten Feuer nicht mehr hinhören. Der Vorsorgende prüft still und regelmäßig den Deich und den Rauchmelder. Er erzeugt keine Angst, sondern Verlässlichkeit, und er behält im Ernstfall die Ruhe, gerade weil er vorbereitet ist. Genau diese Ruhe fehlt beiden Extremen aus Abschnitt 3.3, dem Verharmloser wie dem Panischen. Klugheit heißt zudem, das Umkehrbare säuberlich vom Unumkehrbaren zu trennen. Beim Umkehrbaren darf man mutig und fröhlich probieren, denn ein Fehler lässt sich korrigieren und lehrt sogar etwas. Beim Unumkehrbaren dagegen gebietet dieselbe Klugheit Zurückhaltung.

Diese eine, einfache Regel ordnet erstaunlich viele Streitfragen unserer Zeit. Sie erlaubt und ermutigt die Innovation überall dort, wo ein Irrtum billig und heilbar ist, und sie mahnt zur Vorsicht dort, wo ein Irrtum alles kosten könnte. Vorsorge ist damit weder eine Bremse noch ein Gaspedal, sondern eine Lenkung. Sie will nicht weniger Handeln, sondern klügeres. Sie richtet die vorhandene Kraft auf das Wesentliche und verschwendet sie nicht an blinde Panik oder bequeme Verdrängung. In einer aufgeregten, lauten Zeit ist diese stille Klugheit vielleicht die knappste aller Ressourcen, und ganz sicher eine der wertvollsten.

5.4 Die Erde bewahren: eine weltweite, interreligiöse Ethik

Aus allem Bisherigen wächst eine Ethik, die man religiös oder ganz weltlich begründen kann und die, wie wir sahen, rund um den Globus dieselben Früchte trägt. Ihr Kern ist die Demut, verstanden nicht als Kleinmut oder Duckmäuserei, sondern als das richtige Maß. Demut in diesem Sinn sieht die Grenze und den Spielraum zugleich. Sie überhebt sich nicht dort, wo die Natur nicht nachgibt, und sie verzagt nicht dort, wo Handeln möglich ist. Diese doppelte Klarsicht ist selten und kostbar. Der Vermessene sieht immer nur den Spielraum, der Fatalist immer nur die Grenze. Die Demut sieht beides und findet gerade darin ihren festen Stand.

Das uralte Bild vom Verwalter bündelt diese Ethik und verbindet über alle Grenzen hinweg. Ein Verwalter besitzt nicht, er haftet. Er darf nutzen, aber er muss weitergeben, was ihm anvertraut ist, möglichst nicht schlechter, als er es empfangt. Dieses eine Bild kehrt, wie gezeigt, in vielen Sprachen wieder (Abschnitt 2.5). Das Judentum spricht vom Verbot des sinnlosen Verderbens, der Islam vom Menschen als Treuhänder (*khalīfa*), der das Gleichgewicht (*mīzān*) zu hüten hat. Das Christentum ruft in *Laudato si'* dazu auf, das „gemeinsame Haus“ zu bewahren und den „Schrei der Erde“ gemeinsam mit dem „Schrei der Armen“ zu hören.³⁸ Der Hinduismus stellt das Handeln in den Dienst „des Wohls aller Lebewesen“, und der Buddhismus erinnert an die tiefe wechselseitige Abhängigkeit alles Seienden. Dass so verschiedene Wege zum selben Ziel führen, ist kein Zufall. Es spricht dafür, dass hier etwas Wahres und zutiefst Menschliches berührt wird.

Eine solche Ethik der Demut ist im Kern eine Ethik der Nächstenliebe, die sich über die Zeit hinweg erstreckt. Die Folgen unseres Handelns treffen Menschen, die wir nie zu Gesicht bekommen. Sie können sich nicht wehren und nicht zustimmen, und gerade deshalb verdienen sie unsere Rücksicht am meisten. Wer flussaufwärts das Wasser vergiftet, schadet allen, die unterhalb wohnen, auch wenn er sie nie sieht. Das ist kein bloßes Bild: Es

³⁸ Papst Franziskus, Enzyklika *Laudato si'* (24. Mai 2015): „gemeinsames Haus“, Kritik des „technokratischen Paradigmas“, „Schrei der Erde“. vatican.va/content/francesco/en/encyclicals/documents/papa-francesco_20150524_enciclica-laudato-si.html

sind gerade die ärmeren Länder, die am wenigsten zur Erwärmung beigetragen haben und ihre Folgen doch am härtesten tragen; sie zahlen den Preis für etwas, das sie nicht verursacht haben.³⁹ Demut denkt den Fernsten mit, den Fremden und den noch nicht Geborenen. Dabei moralisiert diese Ethik nicht und verurteilt niemanden von oben herab. Sie lädt vielmehr ein. Sie zeigt, dass ein maßvolles Leben kein ärmeres ist, sondern ein reicheres, weil es von der Erschöpfung des grenzenlosen Immer-mehr befreit. Wer sein Maß kennt, muss nicht alles haben. Er kann genug haben. Und genug ist, recht bedacht, ein Reichtum, den keine Grenze der Welt mehr schmälern kann.

5.5 Hoffnung als Haltung

Am Ende steht die Hoffnung, und sie ist etwas anderes als bloßer Optimismus. Der Optimist rechnet fest mit einem guten Ausgang und wird bitter, wenn er ausbleibt. Die Hoffnung dagegen handelt richtig, auch wenn der Ausgang offen bleibt, und gerade diese Hoffnung braucht unsere Zeit. Die nüchterne Bilanz dieses Buches gibt ihr guten Grund. Wir können das Gefälle der Natur nicht ändern, das ist die feste Grenze. Aber wir können das Bett graben, in dem seine Kräfte fließen, und dieser Spielraum ist groß. Der Anteil sauberer Energie wächst rasch, Wissen verbreitet sich, das Bewusstsein wandelt sich weltweit und über alle Kulturen hinweg. Nichts davon ist Weltuntergang. Vieles davon ist ein Anfang.

Zugleich bleibt die Hoffnung ehrlich, auch über das Scheitern. Manches wird misslingen, manche Grenze werden wir schmerzhaft zu spüren bekommen, und manche Schwelle ist vielleicht schon überschritten. Doch das entwertet das Handeln nicht. Der Wert einer guten Tat hängt nicht am garantierten Erfolg, sondern an ihrer Richtigkeit. Wer das begreift, wird von keiner schlechten Nachricht mehr gelähmt. Er tut das Seine, so gut er kann, und überlässt den Ausgang getrost der Zeit und einer Ordnung, die größer ist als er. Vor allem ist die Hoffnung das wirksamste Gegengift gegen beide Extreme. Die Panik nimmt die Hoffnung, indem sie das Ende ausruft. Die Verharmlosung nimmt sie, indem sie die Aufgabe leugnet. Die Hoffnung hält beharrlich die Mitte: Es gibt etwas zu tun, und es lohnt sich.

So endet dieses Nachdenken dort, wo es begann, beim fallenden Stein und bei Feynmans Wort, dass die Natur sich nicht täuschen lässt. Der Stein fällt, ob wir wollen oder nicht; der Fluss sucht sein Gefälle und wird es über uns hinaus behalten. Doch wie wir das Bett graben und was wir aus der Kraft des Wassers machen, das liegt sehr wohl in unserer Hand. Die gesetzten Kräfte der Natur sind nicht unser Gegner. Sie sind der verlässliche Grund, auf dem verantwortliches Handeln überhaupt erst möglich wird. Wer das von Herzen erkennt, hat die Vermessenheit hinter sich gelassen und dafür jene größere Freiheit gefunden, die immer im rechten Maß wohnt.

Schluss

Am Ende steht ein einfaches Ergebnis, das sich in einem Satz sagen lässt. Menschen ändern keine Naturgesetze; sie ändern nur das Bett, in dem deren Kräfte fließen. Wir machen das Gefälle der Wirklichkeit nicht, wir graben nur Kanäle in seinem Gelände, klug oder töricht. Diese eine Unterscheidung zwischen dem festen Gefälle und dem formbaren Bett ordnet

³⁹ *Fluter* – Magazin der Bundeszentrale für politische Bildung (bpb), Ausgabe „Klima“ (2019): zur Klimagerechtigkeit – die Ärmsten tragen Folgen, die sie kaum mitverursacht haben. fluter.de

die großen Streitfragen der Gegenwart. Sie schützt vor der Vermessenheit, die sich für allmächtig hält, und ebenso vor dem Fatalismus, der sich vorschnell für ohnmächtig erklärt.

Die Klimakrise war der Prüfstein (Kapitel 3), und an ihr zeigte sich beides mit aller Schärfe: die harte Grenze der Physik und der reale, keineswegs kleine Spielraum des Handelns. Dasselbe Muster kehrte auf jedem weiteren Feld wieder, in der Gentechnik, im Geoengineering, in der künstlichen Intelligenz, in der Endlichkeit der Ressourcen und im Traum von der Abschaffung des Todes (Kapitel 4). Überall dieselbe Lehre: Nicht das Können ist das Problem, sondern die Verwechslung von Können und Sollen. Und überall dieselbe Ermutigung: Der Chor der Kulturen und Religionen (Abschnitt 2.5) stimmt mit der Naturwissenschaft in einem Grundton überein, der Achtung vor dem Gleichgewicht, das wir nicht gemacht haben.

Daraus folgt ein Aufruf, der niemanden überfordert. Handle in deiner Reichweite, und handle in dem Maß, das die Sache verlangt. Trenne dabei sorgfältig das Umkehrbare vom Unumkehrbaren; wage beim Ersten und zögere beim Zweiten. Und lass dich weder von der Panik lähmen noch von der Verharmlosung einschläfern. Zum Schluss ein ganz konkreter Handlungshinweis, den jeder sofort erproben kann. Prüfen Sie in dieser Woche eine einzige Entscheidung Ihres Alltags oder Ihrer Arbeit auf ihre Umkehrbarkeit. Fragen Sie schlicht: Lässt sich die Wirkung dieses Schrittes zurücknehmen, falls er sich als Fehler erweist? Wo die ehrliche Antwort Nein lautet, gilt erhöhte Sorgfalt. Diese eine Gewohnheit, die Frage nach der Umkehrbarkeit, ist die praktische Summe dieses ganzen Buches. Sie kostet nichts als ein wenig Aufmerksamkeit und schützt doch vor der teuersten Form der Vermessenheit, vor jener, die sich nicht mehr rückgängig machen lässt.

Bibliographie

Bacon, Francis: *Novum Organum*. London, 1620 (dt. *Neues Organon*, zahlreiche Ausgaben).

Berner, Ulrich; Hollerbach, Alfred: *Klimawandel und CO₂ aus geowissenschaftlicher Sicht*. Hannover (Manuskript/Vortrag).

Carson, Rachel: *Silent Spring*. Boston: Houghton Mifflin, 1962 (dt. *Der stumme Frühling*, München: Beck, 1963).

Descartes, René: *Discours de la méthode*. Leiden, 1637 (dt. *Von der Methode des richtigen Vernunftgebrauchs*, zahlreiche Ausgaben).

Guardini, Romano: *Das Ende der Neuzeit. Ein Versuch zur Orientierung*. Würzburg: Matthias-Grünwald-Verlag, 1950.

Heisenberg, Werner: *Physik und Philosophie*. Stuttgart: Hirzel, 1959.

Jonas, Hans: *Das Prinzip Verantwortung. Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation*. Frankfurt am Main: Insel Verlag, 1979.

Meadows, Dennis; Meadows, Donella; Randers, Jørgen; Behrens, William W.: *Die Grenzen des Wachstums. Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit*. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt, 1972.

Merbach, Wolfgang: *Klimawandel – Apokalypse oder Herausforderung?* In: Evangelische Verantwortung 7+8/2019, hrsg. vom Evangelischen Arbeitskreis der CDU/CSU.

Popper, Karl R.: *Logik der Forschung*. Wien: Springer, 1935.

Rockström, Johan; Klum, Mattias: *Big World, Small Planet. Wie wir die Zukunft unseres Planeten gestalten*. Berlin: Ullstein, 2015.