

PROF. DR. MICHAEL STERNER



SO RETTEN WIR DAS KLIMA

Wie wir uns unabhängig von
Kohle, Öl und Gas machen

KOMPLETTMEDIA

PROF. DR. MICHAEL STERNER

SO RETTEN WIR DAS KLIMA

Wie wir uns unabhängig von
Kohle, Öl und Gas machen

KOMPLETTMEDIA

Originalausgabe

1. Auflage 2023

Verlag Komplett-Media GmbH

2023, München

www.komplett-media.de

E-Book ISBN: 978-3-8312-7051-4

Lektorat: Redaktionsbüro Diana Napolitano, Augsburg

Korrektorat: Katharina Theml, Wiesbaden

Umschlaggestaltung: FAVORITBUERO, München

Layout & Satz: Buch-Werkstatt GmbH, Bad Aibling

Bookwire, Gesellschaft zum Vertrieb digitaler Medien mbH, Frankfurt am Main

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrecht zugelassen ist, bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Speicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen sowie für das Recht der öffentlichen Zugänglichmachung.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird bei Personenbezeichnungen und personenbezogenen Hauptwörtern in diesem Buch die männliche Form verwendet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung grundsätzlich für alle Geschlechter. Die verkürzte Sprachform hat nur redaktionelle Gründe und beinhaltet keine Wertung.

Hinweis: Mit CO₂-Emissionen oder Emissionen sind CO₂-äquivalente Emissionen in diesem Buch vereinfacht abgekürzt und schließen alle anderen Treibhausgasemissionen ein. Sie werden auch als Klimagase oder Klimaemissionen bezeichnet.

Für meine Kinder Amalia, Elias und Clara, meine liebe Frau Anne, meine Eltern und für alle Menschen, die in ihrem Wirkungsbereich die Welt ein Stückchen klimaneutraler machen.

INHALT

Vorwort

Klimaschutz

- Atmosphäre verbindet
- Menschengemacht
- Runter vom fossilen Berg
- Vegane Ernährung reicht? Unsere nationale CO₂-Bilanz
- Aber China! Und was ist mit uns?

Energiewende

- Mehr als Atom- und Kohleausstieg: eine industrielle Revolution
- Raus aus Kohle, Öl, Gas und Atom
- Sparen Sie Energie – und Geld
- Alle Energie geht von der Sonne aus – fast
- Erneuerbare: Wind- und Solarstrom als tragende Säulen
- Strom ersetzt das Feuer
- Sektoren dieser Welt – koppelt euch!

Mythen der Energiewende

- Windenergie
- Solarenergie
- Landschaftsverschandelung und Denkmalschutz
- Energieaufwand und Klimafreundlichkeit
- Blackouts und Speicher

Stromwende

- Wind und Sonne erfordern Flexibilität
- Flexible Kraftwerke
- Netze oder Speicher? Netze und Speicher!
- Geh mit der Sonne und dem Wind – das Lastmanagement
- Alle Speicher sind schon da, alle Speicher alle!
- Energie speichern wie die Natur – Happy Birthday Power-to-Gas
- Dunkelflaute? Abgespeichert!
- Meine persönliche Stromwende

Wärmewende

Warmes Heim, Glück allein!
Effiziente Gebäude
Erneuerbare Wärme
Meine persönliche Wärmewende

Verkehrswende

Die Mobilitätswende: Vermeiden, Verlagern, Verbessern
Die Antriebswende: Verbrenner versus Stromer mit Batterien
Die Kraftstoffwende: Sprit versus Strom
Streitpunkte E-Fuels und Oberleitungs-Lkw
Personenverkehr
Güterverkehr
Meine persönliche Verkehrswende

Industriewende

Elektronen und Moleküle – Wasserstoff und Power-to-X
Stahl
Chemie
Glas
Zement, Kalk und Beton – Steine und Erden
Papier
Aluminium, Kupfer und Co – Nichteisenmetalle
Prozesswärme und andere Industriezweige
Standortfragen – Should I stay or should I go?

Agrarwende, Forstwende und Abfall

Landwirtschaft und Ernährung
Holz- und Forstwirtschaft
Abfall und Abwasser
Meine persönliche Agrar- und Forstwende

Die große Transformation — Wege in die Klimaneutralität

Strom
Gebäudewärme
Verkehr
Industrie
Landwirtschaft und Abfall
Gesamtbild – zurück auf null
Energieeinsparung durch Verhaltensänderung = Suffizienz
Rohstoffe – ausreichend verfügbar?
Und was kostet das jetzt alles?

Umsetzung in Politik und Gesellschaft

Akzeptanz durch Teilhabe
Wind-Erntedankfest

For Future! Bewegung in der Gesellschaft
Bildung, Bildung, Bildung!
Wachstum über alles? Wirtschaftsform und Finanzen
Klimakommunikation in Medien und Kampagnen
Politische Instrumente und Handlungsoptionen
Joker CO₂-Entfernung und Klimaanpassung
Import versus heimische Produktion
Wasserstoffimport via H₂Global
Wie machen wir Klimaschutz zum Exportschlager?

Bewusstseinswende

Meine persönliche Bewusstseinswende
Moralische Instanzen – Mut ist überwundene Angst
Klimapsychologie – wie wir zu klimafreundlichem Verhalten kommen
Kinderhoffnung und Selbstwirksamkeit – Sonnenstrahlen statt Dinosauriersaft!

Alles ist mit allem verbunden – Verantwortung übernehmen!

Danksagung
Über den Autor
Link zu Abbildungen
Anmerkungen

VORWORT

Die Welt braucht unseren Schutz. Klimaschutz.

Wie wir raus aus der Klima- und Energiekrise finden und unser Leben und Wirtschaften klimaneutral gestalten – einzeln und als Gesellschaft, das möchte ich Ihnen in diesem Buch aufzeigen.

Die dafür notwendigen Technologien sind da. Diese Abkehr von fossiler Energie und Umkehr zurück zur 100 Prozent erneuerbaren, klimaneutralen Wirtschaft ist ökonomisch rentabel und ökologisch absolut erforderlich. Die Energiewende bringt uns auch Energiesicherheit. Wir müssen sie nur wollen, gesellschaftlich und politisch.

Im Zentrum steht dabei die Sonne, von der alle Kraft ausgeht: Sie treibt den Wasserkreislauf und damit die Wasserkraft an. Sie sorgt für Hochs und Tiefs und damit den Wind, und sie lässt die Pflanzen wachsen, die wir als Biomasse für Energie, Materialien oder als CO₂-Staubsauger in Wäldern und Mooren nutzen können.

Alle Kraft? Nicht ganz: Es gibt noch die Wärme der Erde und die Kraft zwischen Mond und Erde, die es zu nutzen gilt.

Die Erneuerbaren, allen voran Wind und Solar, sind mit Abstand die günstigsten Energiequellen mit dem größten Potenzial und dem geringsten Flächenverbrauch.

Wir ernten sie direkt aus der Natur am einfachsten in Form von Strom. Bei allen Erneuerbaren bis auf Biomasse geht das ohne Feuer und weitere Umwandlungsschritte. Wir nutzen diesen Strom direkt in der Digitalisierung, der E-Mobilität oder Wärmepumpen und indirekt über Wasserstoff und deren Folgeprodukte.

Auch das Speicherproblem ist gelöst. Für kurze Zeiträume über Batterien und für längere über erneuerbares Gas wie Wasserstoff in der Gasinfrastruktur, die alles hat, was in der Strominfrastruktur fehlt: gigantische Speicher und Leitungen.

Den Wasserstoff können wir weiterverarbeitet auch als synthetische Kraftstoffe in Form von Benzin, Kerosin und Diesel nutzen und darüber für die klimaneutrale Industrie sogar Stahl, Glas, Düngemittel und chemische Grundstoffe wie Methanol gewinnen.

Wasserstoff ist aber nur ein Energieträger, die Energiequelle bleiben die Erneuerbaren. Erneuerbarer Strom wird also zum Nukleus der Energieversorgung und der Schlüssel des Exit-Rooms »Klima- und Energiekrise«.

In der Energietechnik und Energiewirtschaft ging es seit den Diskussionen der Gefahr durch Atomkraft und der Klimawirkung von CO₂ immer stets emotional hoch her. Es ist gut, sich sachlich zu streiten, aber über die Jahre wurden regelrecht fachliche Schützengräben ausgehoben von Menschen, die ihre berufliche Lebenszeit voll und ganz entweder der Kohlekraft, der Atomkraft oder auch der Solarenergie oder dem Wasserstoff verschrieben haben. Entsprechend ideologisch wird die Debatte, wenn Vertreter der jeweiligen Gattung aufeinandertreffen. Dieses Buch besitzt nicht den Anspruch, diesen Konflikt aufzuheben.

Mir geht es vielmehr darum, die energietechnischen Zusammenhänge möglichst einfach zu erklären und damit einer breiteren Öffentlichkeit als dem Fachpublikum zur Verfügung zu stellen und Sie als Leser dazu zu befähigen, an der für uns alle essenziellen gesellschaftlichen Diskussion zur Lösung der Klimakrise teilzunehmen und selbst Teil der Lösung zu werden.

2011 sagte ich zu meinem Wissenschaftskollegen Joachim Nitsch, der beim DLR-Institut mit mir über mehrere Jahre die Leitstudien zur Energiezukunft Deutschlands für das Umweltbundesministerium verfasste: »Lass uns ein Buch schreiben: ›Energiewende einfach erklärt‹. Wir müssen unser Wissen aus den Studien unter die Menschen bringen.« 12 Jahre später ist es nun endlich so weit.

Oft heißt es in der Klimadiskussion: Wir brauchen einen Plan, einen Masterplan der Energiewende. Er liegt jetzt in Ihren Händen. Kommen Sie also herein, lassen Sie sich inspirieren und überraschen von den vielfältigen Lösungen der Klima- und Energiekrise, und werden Sie selbst aktiv. Das Lesen dieses Buches ist der erste Schritt.

Es ist eine Wegbeschreibung, welche die Lösungen der Klima- und Energiekrise in allen Lebens- und Wirtschaftsbereichen aufzeigt und auf unsere persönlichen Möglichkeiten eingeht.

Dieses Buch räumt mit allen Mythen, Fake News und Unwissen der Energiewende auf und gibt Ihnen Argumente, Vorstellungen und Bilder an die Hand, mit denen Sie Ihre Argumentation stärken und festigen und Ideen für die ersten Schritte entwickeln.

Damit kommen Sie aus der Betroffenheit ins aktive Handeln, was Mut gibt und Mut macht. Wir sind nicht handlungsunfähig. Im Gegenteil. Ich möchte Sie ermutigen,

sich mit Fakten, Argumenten und Herzblut einzubringen. Es geht um unsere gemeinsame Zukunft: von Ihnen, von mir, unseren Eltern, Kindern und Kindeskindern und unserem ganzen Planeten Erde. Wir tragen kollektiv die Verantwortung für das Desaster und auch für den Ausweg. Jedes zehntel Grad Erderwärmung zählt! Übernehmen Sie Verantwortung für Ihren Teil.

■ Sie sind nicht ohn-mächtig, sondern macht-voll. Mit diesem Buch ermächtige ich Sie mit Fakten, Argumenten und Optionen. Nutzen Sie Ihre Macht: Machen Sie mit!

Ihr
Michael Sterner
Regensburg, im Oktober 2022

KLIMASCHUTZ

»I listen to the wind, to the wind of my soul.
Where I'll end up, well, I think only God really knows.«
The Wind / Cat Stevens

Atmosphäre verbindet

Alles ist mit allem verbunden. Jede Zelle mit jeder Zelle, jeder Mensch mit jedem Menschen, eingebettet in ein Universum voller Wunder und Fragezeichen. Einzigartig, wie jeder ist. Eingebettet in eine Atmosphäre voller guter, frischer Luft. Luft, die uns verbindet mit jedem Atemzug. Das merken wir über einen Virus, aber auch über den Sauerstoff, den wir einatmen und das CO₂, das wir ausatmen. Zum Beispiel in einem Raum mit vielen Menschen.

Genau so ist es mit dem Raum Atmosphäre, den wir gemeinsam bewohnen. Was man sät, erntet man. Alles kommt zurück. So auch jedes Kilogramm fossiles CO₂, das wir verbrennen und in die Atmosphäre werfen. Jedes Kilogramm, Tonne für Tonne fügt dem ganzen Erdsystem Leid zu und überfordert es in vielfältiger Art und Weise. Deshalb sollten wir das umgehend sein lassen. Ein solches Bewusstsein brauchen wir. Ein Bewusstsein der Verbundenheit und der Verantwortung.

Seit viel zu langer Zeit nutzt der Mensch die Atmosphäre als Mülltonne für die Verbrennungsprodukte aus Kohle, Öl

und Gas. Diese führen zum ungebremsten Klimawandel, der wiederum Extremwetter und Naturkatastrophen rund um den Globus verursacht, wodurch vielen Menschen die Lebensgrundlagen genommen, ihre Häuser weggefegt werden und ihr Hab und Gut wegschwemmt oder verbrannt wird.

Sind Sie davor sicher? Die Flutkatastrophen in Westdeutschland oder Pakistan, die Waldbrände in Australien, USA und Europa, die steigenden Meeresspiegel und die Gletscherschmelzen, die an der ganzjährigen Schiffbarkeit unserer Flüsse und der Grundwasserversorgung rütteln, zeigen uns: Nein, Sie sind nicht sicher! Sie würden gern auswandern oder umziehen? Eine Flucht woandershin würde nichts bringen: Auch im vermeintlich kühlen Kanada brennen Städte ab. Ein Haus auf einem Hügel ohne Wald mag zwar vor Hochwasser, Meeresspiegelanstieg und Waldbränden geschützt sein. Vor einem Tornado allerdings nicht. Egal, wo Sie hinziehen – die Klimakatastrophen ziehen nach. Also können sich selbst die Superreichen Anwesen im schwer erreichbaren Neuseeland errichten, doch ohne Erfolg: Vor dem Klima kann keiner flüchten.

Es betrifft gar nicht in erster Linie nur uns im wohlhabenden Norden. Die meisten betroffenen Menschen leben auf der südlichen Erdhalbkugel und werden durch Dürren und Überschwemmungen zu uns getrieben – aus schierer Existenzangst und reinem Überlebenswillen. Gleichzeitig sehen wir nicht, dass es das CO₂ unserer Gas- und Ölheizungen, unserer Autos, unserer Kohlekraftwerke ist, welches diese Völkerwanderungen antreibt.

Wir haben laut Weltbank und UN mittlerweile mehr Klima- als Kriegsflüchtlinge.¹ Dieser Trend verstärkt sich zunehmend, und es könnten mehrere Hundert Millionen sein in den nächsten 30 Jahren.² Können wir alle Klimaflüchtlinge aufnehmen? Theoretisch ja, praktisch kaum.

Daher sollte es umso mehr unsere dringendste Aufgabe sein, die Lebensräume der Menschheit global zu erhalten, um den Frieden zu wahren.

Konsequent ist es, wenn wir das auch in Gesetzen, Maßnahmen und Beschlüssen umsetzen. So auch im Pariser Klimaschutzabkommen, das die Erderwärmung zwar auf deutlich unter 2 Grad begrenzen will – doch die Sanktionen bei Verstößen fehlen.³ Wir sind heute bereits global bei 1,1 Grad, und es bleibt nicht mehr viel Zeit, klimaneutral zu werden und die Erderwärmung auf ein erträgliches Maß zu begrenzen.⁴ Wir wissen und spüren mittlerweile hautnah, dass das Unterlassen von Klimaschutz wesentlich teurer ist als Maßnahmen für den Klimaschutz: regional, national und global. Keine Energiewende, kein Verbrenner-Aus, kein Heizungstausch und kein Umbau der Industrie sind so teuer wie der Verlust von Lebensraum und das Leben von Milliarden Menschen und Tieren.

Ich habe das selbst hautnah erlebt. 1995 wurde das Kyoto-Protokoll verabschiedet. Ich war damals 17, als unser Religionslehrer in der Berufsschule uns die UN-Konferenzen in Rio de Janeiro und Kyoto erklärte und uns ermutigte, uns für den Erhalt der Schöpfung und im Klimaschutz zu engagieren. Nach Abschluss der Ausbildung im Elektrohandwerk und Abitur auf dem zweiten Bildungsweg ging ich von 1998 bis 2000 in den Entwicklungsdienst nach Kenia in Ostafrika, um dort Solaranlagen und Batteriespeicher für Schulen und Internate zu installieren. Unser Dieselgenerator für die Wasserpumpe war zeitgleich Tankstelle für das ganze Maasai-Dorf Dol Dol, drei Stunden Buckelpiste entfernt von der nächsten Stadt Nanyuki. Wir haben damals schon die Auswirkungen des Klimawandels über eine anderthalbjährige Dürre erlebt mit Wasserknappheit, grau-braunen Böden und Maasais, die die

letzten Akazien fällten, damit ihr Weidevieh Nahrung hatte. Die Folge: Sie migrierten irgendwann familienweise dorthin, wo es noch grüne Vegetation gab. Unsere staubige Hauptstraße war links und rechts gesäumt von Kuhkadavern, welche den Marsch in der Hitze nicht mehr überstanden haben. Schon damals dachte ich mir: Wir fahren hier mühsam Ölfässer mit Diesel heran, verbrennen ihn und feuern damit den Exodus der lokalen Bevölkerung an, obwohl uns unendlich viel Sonne auf den Kopf scheint.

Sieben Jahre später war ich Referent im Wissenschaftlichen Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU). Das Gutachten »Klimawandel und Sicherheit« war frisch erschienen, das genau das thematisierte: klimabedingte Migration durch Rückgang an Süßwasserressourcen, Nahrungsmittelproduktion und Zunahme an Sturm- und Flutkatastrophen.⁵ Es fand kaum Gehör in der Politik.

Ich war bei einer Vorstellung für die Bundeswehr bei Potsdam dabei. Mit den Generälen wurden Optionen von Militäreinsätzen zur Grenzsicherung gegen Flüchtlinge im Jahr 2040 diskutiert. Wie schnell Szenarien Realität werden können, ergab sich 2015 auf dem Balkan, wo genau das passierte.⁶ Einer der Treiber der Flüchtlingsströme aus Syrien war unter anderem die folgenschwerste Dürre, die das Land seit Beginn der Wetteraufzeichnungen erlebt hatte.⁷

Kriege um Öl und Gas tun ihr Übriges, um ganze Regionen wie den Nahen Osten zu destabilisieren. Die Klimaschäden haben wir nicht nur dort, sondern auch bei uns und global. Klimawandel heißt nicht nur, dass es global wärmer wird, sondern dass es auch immer mehr Extremwetter gibt. Hitze, Dürren, Überschwemmungen, Waldbrände, Starkregen, Sturzfluten, Stürme sind mittlerweile allgegenwärtig. Ebenso die Klimaflucht nach Deutschland.

Es ist also nur eine Frage der Zeit, bis neue Völkerwanderungen einsetzen. Nicht als Schicksal der Natur, sondern von uns Menschen verursacht.

Menschengemacht

Trotz jahrzehntelanger fundierter Arbeit der Klimawissenschaftler begegnet uns immer noch manche Skepsis, ob der Mensch tatsächlich schuld an der gegenwärtigen Erderwärmung ist.

Richtig, es gab und gibt natürliche Klimaschwankungen, deren Ursachen aber den gegenwärtigen Temperaturanstieg nicht erklären können.⁸ Auch wenn der Anteil von CO₂ aus der Verbrennung von Kohle, Öl und Gas und anderer Klimagase in der Luft im Promillebereich verschwindend gering sind, kann ein eindeutiger, fester Zusammenhang zwischen diesem menschengemachten Anteil und dem beobachteten Temperaturanstieg festgestellt werden. Das betrifft nicht das Wetter von heute und morgen, sondern die langen Zeiträume über Jahrzehnte. Das Klima.

Richtig, es gab immer wieder in der Vergangenheit einzelne Warm- und Kaltzeiten. Diese haben sich allerdings auf einzelne Regionen wie Grönland oder Südamerika beschränkt. Noch nie in der Geschichte der Zivilisation haben wir eine globale Heißzeit wie diese gegenwärtige erlebt. Noch nie seitdem wir uns sesshaft gemacht haben und Landwirtschaft betreiben. Das ist alles sehr gut nachweisbar und evidenzbasiert.⁹

Richtig, es gibt einen natürlichen CO₂-Kreislauf, und Pflanzen brauchen CO₂ für ihr Wachstum. Der Kohlenstoff, der über Jahrmillionen in Kohle, Öl und Gas gespeichert war, stammt auch aus der Atmosphäre. Aber seine Freisetzung in kürzester Zeit können die natürlichen Kohlenstoffsinken wie

Wälder, Moore und Ozeane nicht schnell genug aufnehmen oder nehmen dabei, wie im Falle der Versauerung der Meere, selbst Schaden.¹⁰

Die 2-Grad-Grenze ist nicht willkürlich gewählt. Sie ist nach dem Klimaforscher Hans Joachim Schellnhuber die Brandschutzmauer, die uns vor dem Kippen der Ökosysteme und dem Klimakollaps bewahren soll. Zusammen mit seinen Kollegen hat er das 2-Grad-Ziel über den WBGU bereits 1995 in die Politik getragen.¹¹

Und dieses Kippen ist bedrohlich nahe: Die Meldungen über auftauenden Permafrost in Sibirien, abschwächende Atlantikzirkulation, verschwindende Korallenriffe, sterbende Wälder und immer schneller schmelzende Gletscher reißen nicht ab.¹² Zuletzt zeigten Forschungsergebnisse, dass einer der größten Eisschilde in der Antarktis nahe am Kollaps ist.¹³ In der Folge könnte die gesamte Westantarktis instabil werden und einen Meeresspiegelanstieg von etwa 1 bis 3 Metern über mehrere Jahrhunderte auslösen. Das würde viele Küstenregionen gnadenlos überfluten und zig Millionen Menschen und Tiere in die Flucht treiben. Das beträfe Mumbai, Shanghai, Tokio, New York und über 100 weitere Millionenstädte.¹⁴ Ebenso die küstennahe Infrastruktur wie Flughäfen, Häfen und etwa 200 Atomkraftwerke mit Meerwasserkühlung wie Fukushima eines war.¹⁵ Das zeigt, wie dramatisch die Lage ist.

Laut dem konservativen IPCC wird der Meeresspiegel selbst bei Stabilisierung der globalen Temperatur bis 2030 und darüber hinaus weiter mit »sehr hoher Sicherheit« steigen.

Nun kann sich die Menschheit auf über Jahrhunderte steigende Meeresspiegel einstellen. Bei allen anderen Klimakatastrophen wie Hitzewellen, Dürren und

Überschwemmungen ist das wesentlich weniger der Fall. Diese entstehen häufig durch lang anhaltende Wetterperioden. Die Hauptwindrichtung in Deutschland und Europa ist Westwind. Der Motor hinter den Höhenwinden in 12 bis 15 Kilometern Höhe ist die Temperaturdifferenz zwischen Arktis und Tropen, welche durch die Erderwärmung immer kleiner wird - und damit der Westwind schwächer. Diese Jetstreams schlängeln sich über große Gebiete und setzen sich bis zu mehreren Wochen fest. So kann auf der einen Seite in Tiefdruckgebieten Starkregen, Hagel oder sogar Schnee fallen. In gegenüberliegenden Hochdruckgebieten kann extreme Hitze und Trockenheit entstehen. Beides führt zu Ernteaussfällen und Zerstörung von Infrastruktur. So schneit es in Texas und Ägypten, während 100 Kilometer nördlich vom Polarkreis in Sibirien eine Temperatur von 30 Grad herrscht.

Und ja, es ist richtig: Wir beantragen als Wissenschaftler öffentliche Gelder und sind dadurch auf die Unterstützung von staatlichen Stellen angewiesen. Ich habe es aber noch nie erlebt, dass Einfluss auf unsere Ergebnisse von staatlicher Seite genommen worden wäre. Selbst nicht in den direkten Beratungsgremien der Bundesregierung wie dem WBGU. Unsere Ergebnisse publizieren wir nach einem ausgefeilten Qualitätssicherungsprozess mit Begutachtung durch Dritte, von denen wir nicht mal wissen, wer das sein wird, nur dass sie Wissenschaftler sind. Erst wenn ein Ergebnis diesem »Vier-Augen«-Prinzip standhält, findet es seinen Weg in die Fachzeitschriften. Den fundierten und reflektierten Aussagen der Klimawissenschaftler ist also zu vertrauen.

Selbst wenn wir all diesen Zahlen, Daten und Fakten keinen Glauben schenken, spüren wir es doch intuitiv:

Das Klima ändert sich in einer Art und Weise, wie wir es noch nicht als Menschheit erfahren haben.

Runter vom fossilen Berg

Kohle, Öl und Gas haben unseren Fortschritt befeuert und uns viel Mühe und Arbeit erspart – vor allem auf den Feldern. Denken Sie daran, wenn Sie das nächste Mal einen Traktor sehen. Aber wir wissen mittlerweile sicher, dass der damit verbundene Ausstoß von CO₂ und anderen Treibhausgasen die Fenster der Atmosphäre für die Wärmestrahlung der Erde schließt und uns in die Klimakrise geführt hat. Wir haben einen Berg von CO₂-Emissionen aufgebaut, von dem wir schleunigst wieder runtermüssen. Aber keine Angst, die Lösungen sind längst da.

Das fossile Zeitalter wird ein Fingerschnipsen in der Menschheitsgeschichte bleiben.

Wir hatten über Jahrtausende eine 100 Prozent erneuerbare Energieversorgung. Diese ist auch heute wieder technisch möglich, ökologisch das Gebot der Stunde und ökonomisch günstiger als die fossile, atomare Version unserer Welt – selbst wenn die externen Kosten wie Gesundheits- und Umweltschäden der Nutzung von Atomkraft, Kohle, Öl und Gas nicht eingerechnet werden.

Wir haben seit Beginn der Zivilisation primär erneuerbare Energie genutzt: Holz zum Heizen und Kochen. Das war unser größter Primärenergieträger – und er ist es nach wie vor in 60 bis 70 Ländern der Welt.¹⁶

Ähnlich lange nutzen wir die Solarenergie für Trocknungsprozesse. Die Wasserkraft kam hinzu zum Getreidemahlen, ebenso die Windenergie. Die Windkraft war

auch die Antriebsenergie für Segelschiffe quer durch die Welt. Es gäbe kein »Great Britain« oder »United Kingdom« ohne die Windkraft.

Mit der Entwicklung der Dampfmaschine auf Basis fossiler Kohle startete die industrielle Revolution. Wir gingen durch ein Kohlezeitalter, das seinen Höhepunkt um etwa 1900 hatte, als viele Häuser und Fabriken Kohleschlote hatten. Fast alles lief mit Kohle: auch Loks und Schiffe.

Mit der Erfindung der Verbrennungsmotoren, der zunehmenden Erschließung von Ölquellen und dem Aufbau des Tankstellennetzes gingen wir zur Ölwirtschaft über. Nach den Weltkriegern war die Kernenergie en vogue, genauso wie Erdgas immer mehr erschlossen wurde. Immer mehr fossile Energie, immer mehr Emissionen. Stetig steigend. Wir wissen seit Langem, dass wir von diesem fossilen Emissionsberg wieder runtermüssen. Wenn wir alles Öl und Gas förderten und jede Kohle ausgräben und verbrannten, dann landeten wir im Nirvana, und die Erde würde allein ohne uns weitermachen. Es ist an der Zeit, zu erneuerbaren Energien wie Holz, Wind und Sonne zurückzukehren.

»Ja, aber Windräder sind nicht schön anzusehen.«
Welch ein Luxusproblem!

Unsere Energieversorgung war über Jahrtausende oberirdisch: Das knisternde Holz zum Kochen und Heizen kam aus den Wäldern und Nahrung für die Pferde von den Feldern. Wind, Sonne und die Wasserkraft wurden ebenso genutzt. Seit der industriellen Revolution wurde die Energieversorgung größtenteils unterirdisch, denn die in der Natur gespeicherten Energieträger wie Kohle, Gas und Öl befinden sich weitgehend außerhalb unserer Sichtweite.

Das wird sich nun zwangsläufig ändern, nicht weil der fossile Tresor schon leer würde (das tut er allerdings auch

über kurz oder lang), sondern weil der damit verbundene CO₂-Ausstoß unsere Lebenswelt bedroht. Die Energieversorgung wird damit wieder oberirdisch – und erneuerbar wie früher, allerdings auf einem ganz anderen Niveau. Heute nutzen wir viel mehr Energie als vor der industriellen Revolution, als diese nur selten und lokal an natürliche Grenzen stieß.

Daher lautet das erste Gebot der Stunde Energieeffizienz. Was wir nicht verbrauchen, muss nicht erzeugt werden.

Für den verbleibenden Energiebedarf sind die erneuerbaren Potenziale mehr als ausreichend: Allein die Nutzung von 2 Prozent unserer Landesfläche für Windkraft kann weit über 50 Prozent unseres Strombedarfs in Deutschland decken.¹⁷

Wir werden in Zukunft also überall Wind- und Solaranlagen sehen. Und wer das nicht möchte und keine bezahlbare, technisch machbare und gesellschaftlich akzeptierte Alternative nennen kann, der sollte auf Strom verzichten, kein Handy mehr laden, keinen Kühlschrank mehr nutzen und nicht mehr tanken oder im Supermarkt einkaufen.

Vegane Ernährung reicht? Unsere nationale CO₂-Bilanz

Können wir den Klimawandel über eine vegane Ernährung oder die Renaissance der Kernkraft respektive der Kernfusion stoppen? Auf manchen Demos von Fridays for Future gibt es entsprechende Plakate.

So einfach ist es nicht. Denn etwa 90 Prozent der Treibhausgasemissionen in Deutschland kommen aus der

Nutzung von Kohle, Erdöl und Erdgas.¹⁸ Global beträgt dieser Anteil 75 Prozent.¹⁹ In Deutschland stammen 33 Prozent aus der Energiewirtschaft. Die Ursache ist vorwiegend die Kohleverstromung. Erdöl und Erdgas für Gebäudewärme tragen 15 Prozent bei. Aus dem Verkehr stammen 19 Prozent, verursacht vor allem durch die Verbrennung von Diesel, Benzin und Kerosin in Motoren und Turbinen. Die Industrie nutzt alle Arten fossiler Energieträger und hat einen Anteil von 24 Prozent an den Treibhausgasemissionen. Die Landwirtschaft selbst hat in Deutschland nur einen Anteil von 8 Prozent, der Rest ist Abfall und Abwasser mit 1 Prozent.

Warum wird die Ernährung dennoch so als großer Hebel für mehr Klimaschutz propagiert? Weil Landwirtschaft und Ernährung zu Emissionen führen, die in anderen Bereichen gezählt werden: Die Verarbeitung von Milch fällt unter industrielle Produktion oder der Transport der Lebensmittel unter Verkehr. Die Emissionen aus dem Sojaanbau, der teilweise mit Urwaldrodungen einhergeht, werden im Ursprungsland wie Brasilien und nicht in Deutschland im Sektor Landwirtschaft bilanziert.

Ich erlebe oft Studierende, die voller Stolz sagen, dass sie sich vegan ernähren und daher superklimafreundlich leben, und im nächsten Atemzug von dem Urlaub auf Ibiza berichten. Ich empfehle an der Stelle immer, die persönliche CO₂-Bilanz zu berechnen, wofür es vom Umweltbundesamt das passende Tool gibt.²⁰

Im Schnitt wirft jeder Deutsche jährlich 11 Tonnen CO₂ in die Atmosphäre, die wir als gemeinsame Mülltonne benutzen.²¹ Das liegt 60 Prozent über dem globalen Durchschnitt.

Wenn wir so weitermachen wie bisher, ist unser CO₂-Budget in weniger als zehn Jahren erschöpft.

Das größte Problem dabei ist, dass den Menschen genau das nicht bewusst ist. Weil CO₂ ein Gas ist und so locker flockig durch Schornstein und Auspuff geht. Wer denkt schon daran, wenn er Sprit tankt oder die Gasheizung aufdreht?

Unser CO₂-Müll mit 11 Tonnen pro Kopf und Jahr ist ein Vielfaches größer als unser Hausmüll mit nur 187 Kilogramm: 60-mal mehr!

Wenn wir alle zwei Wochen unser CO₂ gesammelt an die Straße bringen müssten zur Abholung, wären wir längst müde davon. Wir müssten alle zwei Wochen nicht eine Mülltonne, sondern 60 Mülltonnen rausstellen!

Und wie lächerlich ein CO₂-Preis von 25 Euro pro Tonne erscheint, zeigt auch der Vergleich mit dem Hausmüll, wo die Mülltonne für Hausmüll im Schnitt 318 Euro pro Jahr kostet.²² Das mit dem Gewicht des Hausmülls multipliziert ergibt einen Entsorgungspreis von 1.700 Euro pro Tonne – fast 70-mal mehr als die Tonne CO₂. Aus den Berechnungen der Klimafolgeschäden des Umweltbundesamtes leiten sich 180 Euro pro Tonne als adäquater Preis für CO₂ ab. Diesen fordern wir auch bei der Klimainitiative Scientists4Future.

Wir hatten an unserer Hochschule im Rahmen von Fridays for Future eine Oberstufenklasse zu Besuch. Vor dem Gang in die Mensa haben die Schüler die CO₂-Bilanz eines jeden Gerichts ausgerechnet: Veganer Basmatireis mit Gemüse: 0,5 Kilogramm CO₂. Die vegetarischen Käsespätzle waren mit 1 Kilogramm CO₂ beim doppelten, fleischarmes Chili

con Carne mit 2,2 Kilogramm CO₂ und der fleischlastige Rinderschmorbraten mit 3 Kilogramm CO₂ beim 6-fachen des veganen Gerichts. Eine vegane Ernährung rettet also nicht das Klima, ist aber ein wichtiger persönlicher Beitrag, den jeder selbst in der Hand hat – im Gegensatz zu vielem anderen.

Im Lauf des Buches vertiefen wir diese Betrachtungen in den Kapiteln der Agrar- und Bewusstseinswende. Zweifelsohne, wir müssen alle runter vom fossilen Berg der CO₂-Emissionen. Das geht nicht, in dem jeder auf den anderen wartet. Jeder Einzelne kann etwas tun, jede Abteilung, jeder Verein, jede Firma, jedes Land.

Aber China! Und was ist mit uns?

Sie kennen das sicher aus Gesprächen und Talk-Shows: »Was sollen wir von Deutschland aus das Klima retten? Wir verursachen doch nur 2 Prozent der globalen CO₂-Emissionen.« Richtig: China hat einen Anteil von 33 Prozent, die USA knapp 13 Prozent, Indien 7 Prozent, Russland 5 Prozent und wir »nur« 1,8 Prozent.²³ Warum sind unsere 2 Prozent dennoch relevant, und warum ist unser Handeln in Deutschland auch global entscheidend?²⁴

1. Wir stellen 1 Prozent der Weltbevölkerung und verursachen aber das Doppelte an Emissionen, die uns zustehen würden. Wir verursachen sogar ein Vielfaches der Emissionen pro Kopf im Vergleich zu den Ländern wie China oder Indien, auf die viele zeigen.
2. Wir sind global auf Platz 4, wenn wir alle fossilen Emissionen seit 1850 bis heute aufsummieren und tragen dadurch einen wesentlichen Teil der Verantwortung an den globalen Klimakatastrophen.

3. Wir exportieren weltmeisterlich Technologie wie Fahrzeuge oder Maschinen und Anlagen in die ganze Welt, die dann als saubere Technologien zum Klimaschutz beitragen oder auch nicht.
4. Unser Handeln ist Vorbild für viele Nationen. Allein das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) zur Förderung von Ökostrom seit dem Jahr 2000 wurde in über 80 Ländern kopiert und übernommen.²⁵ Im Ausland höre ich oft Stimmen, die sagen: »Wenn ihr das hinbekommt als Industrienation, hat das eine Strahlkraft auf andere Nationen.«

Auch das Argument »Wenn China, Indien oder die USA nicht mitziehen, bringt unser Handeln nichts« lässt sich leicht entkräften. Diese Länder schauen ebenfalls auf die EU und werden sich nur dazu verpflichten, schärfere Klimaziele zu erfüllen, wenn auch die EU mitzieht. Innerhalb der EU hat Deutschland als größte Volkswirtschaft eine leitende und prägende Funktion. Und selbst wenn diese Länder nicht mitziehen, gibt es neben diesem politischen Argument noch ein moralisches. Wir tragen die Verantwortung für unseren Teil der Klimakatastrophe. Dazu haben wir uns mit dem Pariser Klimaschutzabkommen auch völkerrechtlich bindend verpflichtet.

Der Klimaforscher Stefan Rahmstorf stellt das »Zwei-Prozent-Argument« wunderbar auf den Kopf:

»Würde man die gesamte Weltbevölkerung in 50 Gruppen einteilen, von denen jede zwei Prozent der globalen Emissionen verursacht – folgt daraus dann, dass niemand etwas machen muss?«²⁶

Mitnichten. Nur wenn jede Nation diese Verantwortung übernimmt, erreichen wir als Weltgemeinschaft das

gemeinsame Klimaziel. Dafür braucht es Vorbilder und Vorreiter.

ENERGIEWENDE

»All I ever wanted
all I ever needed
is here in my arms.«

Enjoy the silence | Depeche Mode

Mehr als Atom- und Kohleausstieg: eine industrielle Revolution

Der Begriff »Energiewende« stammt aus den Anfängen der ökologischen Bewegung der 1980er-Jahre in Deutschland und bezeichnete eine Wende weg von fossilen und atomaren Energiequellen hin zu erneuerbaren Energien. Damit verbunden war eine deutliche Senkung des Energieverbrauchs durch eine effizientere Lebens- und Wirtschaftsweise.

Die Vorkämpfer der Energiewende, wie Dr. Michael Stöhr, wurden zwar auch in konservativen und wirtschaftsnahen Kreisen beachtet, aber ihre Erkenntnisse wurden vom Tisch gewischt. Wer zum Beispiel das Glaubensbekenntnis, dass es nie möglich sein würde, die gesamte Energieversorgung auf erneuerbare Energien umzustellen, nicht mitbetete, wurde belächelt und ignoriert.

Die Atomindustrie schaltete noch 1993 große Anzeigen in der Süddeutschen Zeitung nach der ersten UN-Klimakonferenz in Rio de Janeiro, um auf die Notwendigkeit der Atomkraft hinzuweisen, denn: »(...) regenerative

Energien, wie Sonne, Wasser oder Wind können auch langfristig nicht mehr als 4 Prozent unseres Strombedarfs decken.« Keine Geringere als die frisch eingeweihte Umweltministerin Angela Merkel sagte diesen Satz wortwörtlich nach Ihrer Amtsübernahme.²⁷ Sie fiel auf diese Entmutigungskampagne der Atomlobby rein.

Nachdem in den 2000er-Jahren durch die Einführung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes sich Wind, Solar und Co immer mehr den Weg bahnten und Dr. Michael Specht, Leiter des Fachgebiets Regenerative Energieträger und Verfahren am Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung in Stuttgart, und ich als Gruppenleiter Energiesystemanalyse am Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik in Kassel mit anderen zusammen 2009 mit der Erfindung von Power-to-Gas eine Lösung für das Speicherproblem aufzeigten, in Pilotanlagen demonstrierten und in Studien dokumentierten, änderte sich das.²⁸ Das Mantra »100 Prozent erneuerbar geht nicht« war gebrochen.

Im »Energiekonzept« der Großen Koalition von 2010 wurden die erneuerbaren Energien erstmals als »tragende Säule zukünftiger Energieversorgung genannt«. Ein Paradigmenwechsel nach 40 Jahren, begonnen bei der Ölkrise über die Anti-Atombewegung bis hin zur Laufzeitverlängerung der Atomkraft, die nun als »Brückentechnologie« bezeichnet wurde.²⁹

Bereits ein Jahr später wurde dieses Energiekonzept im Zuge der Atomkatastrophe von Fukushima überarbeitet, und der Begriff »Energiewende« tauchte als Überschrift eines Gesetzespakets auf, der unter anderem den erneuten Ausstieg der Atomkraft umfasste.³⁰ Nachdem der erste Atomausstieg im Jahr 2002 beschlossen, 2010 unter Schwarz-Gelb zurückgenommen und 2011 erneut gefasst wurde, wird der Begriff »Energiewende« als Synonym für

diesen zweiten Atomausstieg unter Bundeskanzlerin Merkel verwendet.

Aber Energiewende ist so viel mehr als nur der Atomausstieg. Sie bedeutet die vollständige Abkehr von fossilen Energieträgern und deren Ersatz durch erneuerbare Energien in allen Sektoren und Formen, wie der energetischen und stofflichen Nutzung von Kohle, Öl und Gas.

Um das zu verdeutlichen, haben wir als Energieforscher vor einigen Jahren begonnen, auch von der Stromwende, der Wärmewende, der Verkehrswende und der Industriegewende zu sprechen. Das entstand aus der energiewirtschaftlichen Bilanzierung der Verbrauchssektoren für Energie und korreliert mit dem Sektorenbegriff für Klimagas: Energiewirtschaft (Strom), Gebäude (Wärme), Verkehr (Transport und Mobilität), Industrie, Landwirtschaft und Abfall.

Zur Energiewende gehört das Energiesparen sowie die Steigerung der Energieeffizienz aller Sektoren und der Ausbau erneuerbarer Energien.

Das bedeutet primär den Zubau von Wind- und Solaranlagen. Diese sind die günstigsten und flächeneffizientesten erneuerbaren Energien mit großem Potenzial. Damit wird erneuerbarer Strom zur primär genutzten Energieform. Global gesehen wird mittlerweile mehr in Wind- und Solarstrom investiert als in konventionelle Kraftwerke. Die Produktionskosten für Wind- und Strom liegen weltweit und auch in Deutschland im Mittel bei 4 bis 6 Cent pro Kilowattstunde, die niedrigsten global bei etwa 2 Cent pro Kilowattstunde.³¹