

WILEY-VCH

Gerd Ganteför

Wir drehen am Klima

– na und?



ERLEBNIS
wissenschaft



Gerd Ganteför

Wir drehen am Klima – na und?

Gerd Ganteför schrieb auch:

Ganteför, Gerd

Klima – Der Weltuntergang findet nicht statt

2012

ISBN: 978-3-527-32863-5

Ganteför, Gerd

Alles NANO oder was?

Nanotechnologie für Neugierige

2013

ISBN: 978-3-527-32961-8

Weitere Bücher aus der Erlebnis Wissenschaft Reihe:

Hermans, Jo

Im Dunkeln hört man besser?

Alltag in 78 Fragen und Antworten

2014

ISBN: 978-3-527-33701-9

Hess, Siegfried

Opa, was macht ein Physiker?

Physik für Jung und Alt

2014

ISBN: 978-3-527-41263-1

Full, Roland

Vom Urknall zum Gummibärchen

2014

ISBN: 978-3-527-33601-2

Oreskes, Naomi/Conway, Erik M.

Die Machiavellis der Wissenschaft

Das Netzwerk des Leugnens

2014

ISBN: 978-3-527-41211-2

Groß, Michael

Invasion der Waschbären

und andere Expeditionen in die wilde Natur

2014

ISBN: 978-3-527-33668-5

Lindenzweig, Wilfried H.

Wissen macht schlau

Große Themen leicht erzählt

2014

ISBN: 978-3-527-33750-7

Zankl, Heinrich/Betz, Katja

Trotzdem genial

Darwin, Nietzsche, Hawking und Co.

2014

ISBN: 978-3-527-33410-0

Gerd Ganteför

Wir drehen am Klima – na und?

WILEY-VCH
Verlag GmbH & Co. KGaA

Autor**Gerd Ganteför**

Universität Konstanz
FB Physik
Universitätsstr. 10
78457 Konstanz
Deutschland

Alle Bücher von Wiley-VCH werden sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autoren, Herausgeber und Verlag in keinem Fall, einschließlich des vorliegenden Werkes, für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler irgendeine Haftung.

**Bibliografische Information
der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© 2015 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA,
Boschstr. 12, 69469 Weinheim, Germany

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Buches darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Photokopie, Mikroverfilmung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen oder übersetzt werden. Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen, Handelsnamen oder sonstigen Kennzeichen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass diese von jedermann frei benutzt werden dürfen. Vielmehr kann es sich auch dann um eingetragene Warenzeichen oder sonstige gesetzlich geschützte Kennzeichen handeln, wenn sie nicht eigens als solche markiert sind.

Print ISBN 978-3-527-33778-1

ePDF ISBN 978-3-527-68367-3

ePub ISBN 978-3-527-68369-7

Mobi ISBN 978-3-527-68368-0

Umschlaggestaltung Blusea Design, Simone Benjamin

Satz le-tex publishing services GmbH,
Leipzig, Deutschland

Druck und Bindung CPI Ebner & Spiegel, Ulm,
Deutschland

Gedruckt auf säurefreiem Papier.

Über den Autor



© Stephan Wagner, mit freundlicher Unterstützung des Deutschen Museums in München

Gerd Ganteför ist Physikprofessor an der Universität Konstanz. Er forscht im Bereich Clusterphysik und Nanotechnologie. Weiterhin ist er Research Professor im Department of Chemistry an der Johns Hopkins University in Baltimore, USA. In Konstanz hat er erfolgreiche Vorlesungen über Nanotechnologie sowie über Energie und Klima aufgebaut. Er ist Autor zahlreicher Fachartikel und hält öffentliche Vorträge zu vielfältigen Themen, insbesondere zur Energie- und Klimaproblematik und zu Chancen und Gefahren der Nanotechnologie. In der Reihe Erlebnis Wissenschaft erschienen seine Bücher »Klima – der Weltuntergang findet nicht statt« (2010) und »Alles NANO oder was?« (2013).

Inhaltsverzeichnis

	Über den Autor	<i>V</i>
	Vorwort	<i>XI</i>
	Danksagung	<i>XIII</i>
1	Einleitung	<i>1</i>
	1.1 Zukunftsvisionen	<i>1</i>
	1.2 Der Zeitgeist: die Brille, die die Sicht auf die Realität erschwert	<i>7</i>
	1.3 Welche Vision könnte Realität werden?	<i>11</i>
	Literatur	<i>14</i>
2	Geschichte	<i>15</i>
	2.1 Energie ist Leben	<i>16</i>
	2.2 Die drei Phasen der Entwicklung der Zivilisation	<i>17</i>
	2.3 Die nächste Phase?	<i>24</i>
	2.4 Phase IV	<i>26</i>
	Literatur	<i>27</i>
3	Die deutsche Energiewende	<i>29</i>
	3.1 Die Energiewende hat gerade erst begonnen	<i>30</i>
	3.2 Das Erneuerbare-Energien-Gesetz	<i>31</i>
	3.3 Wasser und Biomasse fallen aus	<i>33</i>
	3.4 Das deutsche Solarwunder	<i>35</i>
	3.5 Vier Gründe, warum die Energiewende scheitern wird	<i>37</i>
	3.6 Fazit	<i>47</i>
	Literatur	<i>47</i>
4	Die globale Lage	<i>51</i>
	4.1 Die vier großen Probleme	<i>52</i>
	4.2 Armut als Ursache des Bevölkerungswachstums	<i>55</i>
	4.3 Ein hoher Lebensstandard als Luxusgut?	<i>56</i>

- 4.4 Der Ressourcenverbrauch 58
- 4.5 Verknappung der Rohstoffe 60
- 4.6 Verknappung der Energieträger 61
- 4.7 Prognose des Energieverbrauchs und der Kohlendioxidemissionen 65
- Literatur 67

- 5 Lehrbuchwissen: Das Klima 69**
 - 5.1 Die Vergangenheit des Klimas 72
 - 5.2 Der natürliche Treibhauseffekt 74
 - 5.3 Die menschengemachte Erwärmung 77
 - 5.4 Klimaprognosen 80
 - 5.5 Die Glaubwürdigkeit der Klimamodellierung 85
 - 5.6 Die Vorhersagen für das Jahr 2100 86
 - 5.7 Mehr Zeit, aber das Problem bleibt 88
 - 5.8 Fazit 90
 - Literatur 91

- 6 Andere Meinungen: Klima 93**
 - 6.1 Woher stammt das Kohlendioxid? 96
 - 6.2 Der Treibhauseffekt des Kohlendioxids 97
 - 6.3 Die Sättigung der Infrarotabsorption 98
 - 6.4 Die Zunahme des Eises an den Polen 99
 - 6.5 Schwankungen der Sonnenintensität 100
 - 6.6 Der Einfluss der kosmischen Strahlung 103
 - 6.7 Die Ursache der Kleinen Eiszeit 109
 - 6.8 Methan aus dem Permafrost 110
 - 6.9 Übertreibungen der Klimaprognosen 112
 - 6.10 Die Zuverlässigkeit der Klimaprognosen 113
 - 6.11 Natürliche Klimazyklen 114
 - 6.12 Die Zunahme der Extremereignisse 116
 - 6.13 Die Erde ergrünt 117
 - 6.14 Fazit 118
 - Literatur 120

- 7 Andere Meinungen: Energie 125**
 - 7.1 Die Ziele der Energiewende 126
 - 7.2 Warum Deutschland? 128
 - 7.3 Die Große Transformation 130
 - 7.4 Die Energiewende als Jobwunder 131

- 7.5 Die Sonne schickt keine Rechnung 132
- 7.6 Die Reichweite der konventionellen Energien 134
- 7.7 Die Preise für Kohle, Erdgas und Erdöl 135
- 7.8 Fracking 135
- 7.9 Die Unabhängigkeit von Energieimporten 136
- 7.10 Energiespeicherung 137
- 7.11 Das Smart Grid 139
 - Literatur 140

- 8 Wertediskussion 143**
 - 8.1 Was ist wertvoller – die Natur oder der Mensch? 143
 - 8.2 Gibt es ein natürliches Gleichgewicht? 145
 - 8.3 Ist die Natur ein Paradies? 148
 - 8.4 Die drei Säulen der Nachhaltigkeit 149
 - 8.5 Klimakontrolle: Dürfen wir das? 153
 - 8.6 Wirkliche und übertriebene Gefahren 155
 - 8.7 Die Demontage der westlichen Werte 158
 - 8.8 Bevormundung oder notwendiger Klimaschutz? 159
 - 8.9 Umverteilung von Arm nach Reich 160
 - 8.10 Fazit 160
 - Literatur 162

- 9 Geschichte der Wetter- und Klimakontrolle 165**
 - 9.1 Die Geschichte der Wetterkontrolle 165
 - 9.2 Die Geschichte der Klimakontrolle 171
 - 9.3 Fazit 179
 - Literatur 180

- 10 Klimakontrolle 183**
 - 10.1 Klimakontrolle wäre auch ohne die menschengemachte
Klimaerwärmung nötig 184
 - 10.2 Klimakontrolle als konsequente Fortsetzung einer
historischen Entwicklung 186
 - 10.3 Ein Wandel im Zeitgeist 187
 - 10.4 Kühlung mit Schwefel-Aerosolen: eine Nachahmung der
Natur 189
 - 10.5 Kühlung durch mehr Wolken 196
 - 10.6 Kühlung durch weniger Wolken 203
 - 10.7 Andere Methoden der Abschwächung der eingestrahelten
Sonnenenergie 205

10.8	Das CLOUD-Experiment	206
10.9	Die Düngung des Ozeans	208
10.10	Die chemische Extraktion des Kohlendioxids	212
10.11	Künstliche Bäume	212
10.12	Fazit	213
	Literatur	216
11	Ein Weg in die Zukunft	219
11.1	Globale Lösungen für globale Probleme	219
11.2	Die Armut	220
11.3	Das Bevölkerungswachstum	222
11.4	Der Ressourcenverbrauch	222
11.5	Das Klimaproblem	223
11.6	Die nächste Phase?	225
	Sachverzeichnis	229

Vorwort

Deutschland lebt in einer Illusion. Die Energiewende sei eine Erfolgsstory und alle Nationen werden Deutschland folgen. Die Wende koste nur so viel wie eine »Kugel Eis«, sie rette das Klima und sie sei ein Jobwunder. Auf den Rausch folgt die Ernüchterung. Die Energiewende vernichtet Arbeitsplätze, sie ist unbezahlbar und sie rettet das Klima nicht. Die Energieexperten in den seriösen Forschungsinstituten wissen schon lange, dass es eine globale Wende nicht geben wird. Dem Bürger wurde jahrelang erklärt, dass ohne Energiewende die Klimakatastrophe droht. Nun scheitert die Wende. Aber was sagt man jetzt dem Bürger? Also macht man weiter, solange es irgendwie geht.

Derweil steigen weltweit die Treibhausgasemissionen immer weiter. Es ist etwas wärmer geworden, aber das hat zunächst sogar Vorteile. Langfristig könnten jedoch die Klimaforscher recht behalten. Und was dann? Ich habe das Buch für die Zukunft geschrieben, wenn es offensichtlich wird, dass die Energiewende scheitert. Auch dann droht kein Weltuntergang, wie ich bereits in meinem ersten Buch dargelegt habe. Aber es wäre gut, rechtzeitig über Alternativen nachzudenken, wenn es schließlich doch zu warm werden sollte. Das wird frühestens in 50 Jahren geschehen. Die einzige dann noch verbliebene Option ist die aktive Kühlung des Klimas. Das Buch gibt einen Überblick über die technischen Möglichkeiten der Klimakühlung. Es könnte langfristig der einzige noch mögliche Weg in eine menschenwürdige Zukunft sein.

Dezember 2014

Gerd Ganteför

Danksagung

Die wichtigste Person, die dieses Buch ermöglicht hat, ist meine Frau. Alle Kapitel gingen durch ihre Endkontrolle und mussten lesbar, interessant und verständlich sein. Ich danke auch meinen beiden Lektoren, Frau Wüst und Herrn Preuss, sowie dem Verlag Wiley-VCH für die Möglichkeit, ein Buch zu veröffentlichen, das so gar nicht zum aktuellen Zeitgeist in Deutschland passt. Das Buch konnte ich nur schreiben, weil die sehr guten Arbeitsbedingungen an der Universität Konstanz es mir erlaubt haben.

1

Einleitung

1.1 Zukunftsvisionen

Wie wird die Erde in einigen Hundert Jahren aussehen? Wird es noch Menschen geben oder wird die Erde unbewohnbar sein? Und wenn es noch Menschen gibt: Wie werden sie leben? Viele heute lebende Menschen haben Angst vor der Zukunft, weil sie glauben, dass die vom Menschen geschaffene Technologie unsere Umwelt zerstören wird. Das betrifft insbesondere die Energie. Die moderne Industriegesellschaft mit ihrem hohen Lebensstandard beruht auf der massiven Nutzung der vier großen Energiequellen Kohle, Erdöl, Erdgas und Kernenergie. Bei der Verbrennung von Kohle, Erdöl und Erdgas entsteht das Treibhausgas Kohlendioxid. Das Gas ist die Hauptursache der Klimaerwärmung, die laut den Prognosen der Klimaforscher zu einem dramatischen Anstieg des Meeresspiegels, verheerenden Stürmen, häufigeren und längeren Dürren und katastrophalen Überflutungen führen wird. Die vierte der klassischen Energien, die Kernenergie, verursacht zwar keine Klimaveränderungen, aber es besteht die Gefahr von nuklearen Katastrophen wie in Tschernobyl und Fukushima, wobei ganze Landstriche unbewohnbar werden. Daher sind selbst Mitbürger, die sonst der Umweltbewegung skeptisch gegenüberstehen, der Meinung, dass die Menschheit langfristig auf die vier erneuerbaren Energien Biomasse, Wind, Wasser und Sonne umsteigen sollte. Aber es ist fraglich, ob dieser Umstieg rechtzeitig gelingen wird. Eine der vier erneuerbaren Energien, die Biomasse, kann nicht in großem Umfang für die globale Energieerzeugung eingesetzt werden. Das würde den Hunger in der Welt verschärfen. Auch die Menge an Energie, die sich aus der Wasserkraft gewinnen lässt, ist begrenzt. Sie hängt von der Menge an Regen und der Höhe der Berge ab. In Deutschland wird



Abb. 1.1 Eine außer Kontrolle geratene Klimaerwärmung könnte zu immer heftigeren Extremereignissen führen. Es wird unerträglich heiß, Stürme peitschen die

Landschaft. Die Menschen werden abwechselnd von Dürren und Überschwemmungen heimgesucht (Quelle: Getty Images/Stockphoto; Clint Spencer).

diese Energiequelle bereits zu fast 100 % genutzt und ein weiterer Ausbau ist kaum möglich. Den Menschen bleiben letztlich also nur zwei erneuerbare Energien übrig, die im Prinzip weiter ausgebaut werden können: die Windenergie und die Sonnenenergie. Aber ist das realistisch? Ist es technisch möglich und bezahlbar, ausreichend viel Energie für die 10 oder 12 Mrd. Menschen, die in 100 Jahren auf der Erde leben werden, hauptsächlich mit diesen beiden Energieformen zu erzeugen? Wenn die erneuerbaren Energien nicht ausreichen, wird eine globale Energiewende scheitern. Der Verbrauch an Erdöl, Erdgas und Kohle würde weiter wachsen und dann die Klimakatastrophe drohen. Die globale mittlere Temperatur steigt dann um weit mehr als nur 2 °C, der Meeresspiegel erhöht sich um viele Meter und Extremereignisse wie Stürme, Dürren und Überschwemmungen nehmen ein unerträgliches Ausmaß an. Diese »Klimahölle« (Abb. 1.1) ist eine Möglichkeit, wie die Zukunft der Menschheit aussehen könnte.

Ein anderes pessimistisches Szenario geht von einer globalen Verarmung als Folge der Energie- und Ressourcenverknappung aus. Der heutige hohe Lebensstandard der Industrieländer könnte der Gipfelpunkt einer zyklischen Entwicklung sein. Der Lebensstandard ist so

hoch wie noch nie und geht mit einem hohen Energie- und Ressourcenverbrauch einher. Die erneuerbaren Energien, die die knapper werdenden konventionellen Energieträger ersetzen könnten, sind ebenfalls knapp und es kostet viel mehr Aufwand, Energie aus diesen Quellen zu gewinnen. Die Gesellschaft der Zukunft ist in diesem Szenarium eine Energiespargesellschaft. Der Mangel an Energie bestimmt den Alltag der Bürger. Der technologische Fortschritt kann dieses Problem mildern, indem die wenige Energie besser genutzt wird, aber die Bemühungen um eine Erhöhung der Energieeffizienz sind teuer. Der Ressourcenverbrauch kann durch Maßnahmen wie Recycling oder eine längere Lebensdauer der Produkte reduziert werden, aber auch diese Maßnahmen sind teuer. In einer Energiespargesellschaft wird insbesondere die Mobilität der Bürger eingeschränkt, denn Autos, Flugzeuge und Schnellzüge können nur mit einem hohen Energieaufwand betrieben werden. Das Gleiche gilt für die Industrieproduktion. Wird die Energie knapp, werden alle Produkte, für deren Herstellung Energie benötigt wird, teurer. In gewisser Weise ähnelt diese Gesellschaft einer Zeit vor 100 Jahren, als die Menschen ärmer waren, viel zu Fuß gingen und sich kaum Luxusgüter leisten konnten. Insofern ist es eine zyklische Entwicklung. Ein gravierender Unterschied ist allerdings die sehr viel höhere Bevölkerungszahl. Bei einem Sinken des Lebensstandards und einem weiterhin starken Bevölkerungswachstum droht eine globale Verarmung. Die Menschen werden in überbevölkerten Städten in kleinen Wohnungen zusammengepfercht. Ansätze zu dieser Entwicklung lassen sich in den Großstädten der wenig entwickelten Länder beobachten. In Indien, Nigeria oder Brasilien findet ein Wettlauf zwischen der wirtschaftlichen Entwicklung und dem Bevölkerungswachstum statt (Abb. 1.2). Heute ist offen, ob das Bevölkerungswachstum diesen Wettlauf gewinnen wird und die überbevölkerte Erde in den Zustand bitterster Armut zurückfällt. Armut ist der Nährboden für Fundamentalismus. Eine Verarmung bedeutet also auch Terrorismus und Bürgerkriege.

Eine dritte Vision ist die einer idealen ökologischen Gesellschaft, in der die Bürger zu einer Lebensweise in Harmonie mit der Natur zurückgefunden haben. Nach dem Ende der Konsum- und Industriegesellschaft leben die Menschen in autarken Nullenergiehäusern und beziehen ihren Strom aus Solardachanlagen und Windrädern (Abb. 1.3). Die meisten Güter des täglichen Bedarfs stellen die Bürger mit geringem Material- und Energieverbrauch selber her und vieles wird re-



Abb. 1.2 Das Bild einer heutigen brasilianischen Großstadt illustriert den Wettlauf zwischen der Bevölkerungszunahme, die zur Verarmung und dem Entstehen von Slums führt (unten im Bild), und dem Wirt-

schaftsaufschwung der Industriegesellschaft, die akzeptablen Wohnraum schaffen kann (oben im Bild) (Quelle: Rocinha Favela, fotografiert von Alicia Nijdam 2008).



Abb. 1.3 Zukunftsvision eines Lebens in Harmonie mit der Natur in einer fast unberührten Landschaft. Autobahnen und Industrierwerke gibt es nicht mehr (© Gerd Ganteför).

cycelt. Die Lebensdauer der Haushaltsgeräte und Kleidungsstücke erstreckt sich über viele Jahrzehnte und es ist kaum nötig, etwas Neues zu kaufen. Private Fahrzeuge gibt es, abgesehen von E-Bikes, nicht. Die Menschen reisen weniger, und wenn sie reisen, dann mit öffentlichen Verkehrsmitteln. Auch arbeiten müssen sie weniger, weil sie weniger konsumieren. Der Schulunterricht kann größtenteils per Computer zu Hause erteilt werden und arbeiten können sie ebenfalls zu Hause. In kleinen Zentren erhalten die verstreut lebenden Menschen die wenigen Dinge, die sie nicht selber herstellen können. Die Landschaft dieses ökologischen Zukunftsstaats ähnelt dem Aussehen der Erde vor dem Erscheinen des Menschen. Es ist die Vision einer nachhaltigen Gesellschaft ohne Industrie, ohne Großstädte, ohne Flughäfen und ohne Autobahnen, in der die Menschen müßig in einer fast unberührten Natur einen hohen Lebensstandard genießen.

Bis in die 1970er-Jahre hinein waren die Menschen in den Industrieländern Technik und Wissenschaft gegenüber sehr aufgeschlossen und blickten zuversichtlich auf die Innovationen, die die Zukunft bringen würde. In dieser Phase der Technik-Euphorie beherrschte eine ganz andere Zukunftsvision das Denken der Menschen: die Vorstellung einer Hochtechnologie-Zivilisation (Abb. 1.4). Dieses Szenario ist die Extrapolation der historischen Entwicklung seit der industriellen Revolution. Vor 150 Jahren hätte niemand geglaubt, dass es möglich sein wür-

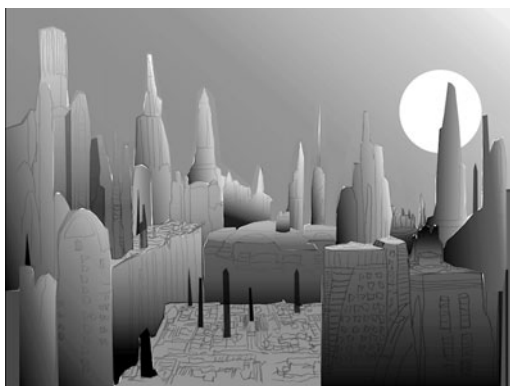


Abb. 1.4 Vision einer Hochtechnologie-Zivilisation, in der die Menschen einen noch höheren Lebensstandard genießen als heute. Es ist die Extrapolation der bisherigen

historischen Entwicklung. Diese Vision passt nicht zum heutigen Zeitgeist, der von Zukunftsängsten, Technologieskepsis und Pessimismus geprägt ist (© Gerd Ganteför).

de, in wenigen Stunden einen anderen Kontinent zu erreichen. Auch war es undenkbar, dass jeder Bürger ein Auto haben würde, mit dem er an einem Tag Deutschland durchqueren könnte. Der Fortschritt der letzten 100 Jahre hat das Leben der Menschen in den Industriestaaten ungeheuer erleichtert und gewährte jedem Bürger ein großes Maß an Selbstbestimmung und Privatsphäre. Insbesondere beim Reisen wird diese Freiheit erkennbar, aber es sind auch viele andere Dinge, die einem Menschen aus dem 19. Jahrhundert als unvorstellbarer Luxus erscheinen würden.

Die Zukunftsgesellschaft, die dem heute lebenden Menschen als Science-Fiction erscheint, basiert auf der Annahme, dass die technologische Entwicklung so wie bisher weitergeht und alle Probleme löst. Die Technik muss auch die Probleme lösen, die sie selber verursacht hat. Filter und Kläranlagen sorgen für eine saubere Umwelt und voll automatisierte Recyclinganlagen ermöglichen es, trotz knapper werdender Ressourcen am Modell der Konsum- und Industriegesellschaft festzuhalten. Auch das Klimaproblem könnte mit technischen Methoden behoben werden, sollte die Reduktion der Treibhausgasemissionen zu spät oder gar nicht erfolgen. Eine solche Zivilisation kann nur auf der Basis von leistungsstarken Energiequellen existieren, die noch mehr und noch preiswertere Energie liefern können als die konventionellen Energien heute. Es ist eine Vision einer Zukunft der Menschen, die in dicht bevölkerten Städten leben, die aber hochmodern sind und jedem Menschen viel Platz und angenehmen Luxus bieten.

Es stellt sich die Frage, welches der Zukunftsszenarien wünschenswert wäre, wenn wir die Wahl hätten. Das ist sicher nicht die Vision einer übermäßigen Klimaerwärmung mit weltuntergangsähnlichen Stürmen, Überschwemmungen und Dürren. Die Vision einer verarmten, überbevölkerten und von Terrorismus und Bürgerkriegen verwüsteten Erde ist noch erschreckender. Es ist auch möglich, dass beide Visionen Realität werden. Ein verarmter und überbevölkerter Planet wird von den Folgen einer übermäßigen Klimaerwärmung gebeutelt. Daneben gibt es die zwei optimistischen Szenarien. In der ökologischen Zukunft schaffen es die Nationen der Erde rechtzeitig, die Treibhausgasemissionen zu reduzieren und die Zivilisation auf ein Leben in Harmonie mit der Natur umzustellen. Es hört sich an wie der Traum eines umweltbewussten Idealisten, aber es ist die sehr konkrete Forderung eines Gremiums der Bundesregierung. Der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen – kurz WBGU –

fordert in seiner Studie zur »Großen Transformation« [1] den schnellen Umstieg in eine ideale ökologische Gesellschaft. Ob eine Rückkehr zu einem Leben in Harmonie mit der Natur für moderne Großstadtbewohner attraktiv wäre, ist fragwürdig. Viele Bewohner heutiger Großstädte werden das Szenarium einer hoch technisierten Zukunftsgesellschaft wohl für die attraktivste Variante halten, weil sie ihre hohe Mobilität und ihr Konsumverhalten beibehalten möchten.

1.2 Der Zeitgeist: die Brille, die die Sicht auf die Realität erschwert

Nur ein klarer Blick auf die Wirklichkeit ermöglicht es zu entscheiden, welche Szenarien tatsächlich eintreten könnten und welche nicht. Das Gleiche gilt für die Maßnahmen, mit denen ungünstige Entwicklungen wie eine Verarmung, eine Überbevölkerung oder eine übermäßige Klimaerwärmung verhindert werden können. Ideologische Wunschvorstellungen helfen beim Kampf gegen Probleme nicht und sie verhindern sogar wirkungsvolle Lösungen. Ein Beispiel ist die Pest. Zu Zeiten der Pest waren Bakterien unbekannt. Stattdessen nutzten Ideologen die Katastrophe, um die Menschen von ihren Glaubensvorstellungen zu überzeugen. Besonders extrem waren die Flagellanten, die die Pest als Strafe Gottes für Völlerei und Unzucht deklarierten (Abb. 1.5). Die Bürger sollten Buße tun, indem sie sich selbst auspeitschten und dann würde die Pest verschwinden. Heute wissen wir, dass nur der Bau einer Kanalisation, Quarantänemaßnahmen und Antibiotika tatsächlich etwas gegen die Pest hätten ausrichten können. Die Flagellanten, die von ihrem Glauben überzeugt waren, hätten naturwissenschaftliche Lösungen vermutlich nicht akzeptiert.

Bis heute ist es schwierig, die Realität zu erkennen und ideologiefreie, vernünftige Entscheidungen zu treffen. Die Schaltzentralen einer Industrienation sind Flughäfen, Autobahnen, Bahnhöfe, Kraftwerke und Industriebetriebe. Das gilt insbesondere für ein Land, das eine führende Exportnation sein will. Umso erstaunlicher ist es, dass sich viele Bürgerinitiativen gegen Flughäfen, Autobahnen, Bahnhöfe, Kraftwerke und Industriebetriebe richten. Das Verhalten der Bürger wirkt – zumindest aus der Entfernung – irrational. Aber es gibt Gründe für dieses Verhalten. Ein Grund ist die Angst. In keinem Land der Welt haben die Menschen so viel Angst vor der Klimaerwärmung,



Abb. 1.5 Mittelalterliche Darstellung der Flagellanten, die durch Büßen die Pest bekämpfen wollten (Quelle: Flagellanten. Holzschnitt, 1493, Schedel'sche Weltchronik, Blatt CCXVr.).

der Kernenergie, dem Fracking, dem Artensterben, den Nanopartikeln oder der Handystrahlung wie in Deutschland. Die deutschen Medien sind Weltmeister im Verbreiten von Horrorszenarien [2]. Aber Angst ist ein schlechter Ratgeber, wenn es um die Lösung ernster Probleme geht.

Katastrophenprophezeiungen wie die Klimaerwärmung haben eine lange Tradition. Während der letzten 2000 Jahre gab es alle 20 oder 30 Jahre einen Propheten, der einen neuen Weltuntergang vorhersagte. Die Ursache war in vielen Fällen die Rache der Götter für das Fehlverhalten der Menschen. Die Art des Weltuntergangs variierte, aber besonders häufig waren es Überschwemmungen. Es gibt viele gute Gründe, Weltuntergangsprophet zu werden. Propheten können, wenn sie überzeugend auftreten, rasch berühmt und reich werden. Auch für Religionsgemeinschaften und politische Parteien sind Katastrophen-szenarien nützlich. Eine drohende Katastrophe ist ein schlagendes Argument für den Beitritt zu einer Sekte oder die Wahl einer Partei. Die Naturwissenschaft kämpft gegen die Angst. Manchmal wird sie allerdings missbraucht, um die Glaubwürdigkeit einer Katastrophenvorhersage zu erhöhen. Ein erstes Beispiel für eine anscheinend präzise und wissenschaftlich fundierte Vorhersage war die des Astrologen Johannes Carion (Abb. 1.6). Er prophezeite für den 15.7.1525 eine Überflutung der Stadt Berlin. Die Begründung ist auf den ersten Blick wissenschaftlich überzeugend: Alle damals bekannten Planeten stan-



Abb. 1.6 Johannes Carion (1499–1537). Er war einer der ersten Gelehrten, der auf der Basis einer physikalisch richtigen Überlegung eine Katastrophe vorhersagte. Allerdings hatte er sich um den Faktor 1000 verrechnet und die Katastrophe blieb aus (Bildnis von Lucas Cranach dem Älteren (1472–1553) um etwa 1530; Gemäldegalerie Berlin).

den in einer Reihe und verstärkten so die Springflut, die an diesem Tag ohnehin drohte. Die Politik in Berlin glaubte ihm:

»... Die kurfürstliche Familie, die hohen Beamten und die Staatskasse sollten auf der schwindelnden Höhe des ‚Kreuzbergs‘ in Sicherheit gebracht werden. Gegen Abend kam ein kleiner Gewitterregen, und es wurde den Herren auf dem Ararat en miniature recht ungemütlich und bänglich; als aber die Sonne wieder durch die Wolken brach, da ermannte sich der einzige Mann unter den Herrschaften, die Kurfürstin Elisabeth, und überredete ihren Gemahl zur Heimkehr, da offenbar der Weltuntergang abgesagt worden sei.« [3]

Die Überlegung des Herrn Carion enthielt einen Rechenfehler: Die Flut erhöhte sich nicht um die 100 m, die Herr Carion prophezeite, sondern nur um 1 mm. Es gab keine Flut, aber Herr Carion wurde trotzdem berühmt.

Die lange Reihe der Untergangsvisionen lässt sich bis in die heutige Zeit weiter verfolgen. Ein berühmtes Beispiel ist der Club of Rome mit seinem Buch *Die Grenzen des Wachstums* [4], dessen Autoren 1972 unter anderem die folgenden Prognosen veröffentlichten:

»Bei der gegenwärtigen Verbrauchssteigerung reichen die Rohstoffvorräte für Aluminium nur noch 31 Jahre, für Kupfer 36 Jahre ... Silber, Zink und Uran können noch in diesem Jahrhundert knapp werden« [4].

»Mehr als dreieinhalb Milliarden Menschen bevölkern bereits unseren sterbenden Planeten – und etwa die Hälfte von ihnen wird verhungern«, Paul Ehrlich 1972 (aus [5]).

Und so geht es bis heute weiter: Baumsterben, Vogelgrippe, SARS, Schweinepest, Rinderwahnsinn, Ozonloch, das Versiegen des Golfstroms und die Klimaerwärmung. Es ist eine endlose Folge von Panikmeldungen, die zwar häufig eine sachliche Grundlage haben, aber übertrieben werden. Aus dem Jahr 2013 stammt eine Pressemeldung zu der angeblich extremen Gefahr, die heute, drei Jahre nach dem Unglück, von den havarierten Reaktoren in Fukushima ausgeht:

»Die Wahrscheinlichkeit, dass die Rettung gelingt, geht gegen Null. Die Menschheit könnte beim Scheitern der Versuche, die gebrauchten Brennelemente des KKW Fukushima zu bergen, in einer bisher nicht gekannten Weise durch Strahlen geschädigt werden« Deutsche Wirtschaftsnachrichten vom 6.1.2013 [6].

In dem Artikel wird betont, dass der Untergang der gesamten Menschheit nicht zu befürchten sei, da »die Menschheit ziemlich robust sei«. Tatsächlich sind abgebrannte Brennstäbe sehr gefährlich, aber die Strahlung klingt über Wochen und Monate immer weiter ab. Das wissen nur Spezialisten und damit ist der Weg frei für die Medien, mit übertriebenen Schlagzeilen Aufmerksamkeit zu erhaschen. Auch beim Klima wird mit Übertreibungen nicht gespart. Jeder Sturm und jede Flut sind heute ein Jahrhundert- oder ein Jahrtausendereignis. Dem Bürger wird der Eindruck vermittelt, dass es vor der menschengemachten Klimaerwärmung keine solchen Ereignisse gegeben hätte. Das ist falsch. Beispielsweise sind das Ijsselmeer und der Jadebusen erst wenige Hundert Jahre alt und ihre Entstehung verdanken sie sehr viel katastrophaleren Überflutungen als die Überschwemmungen der letzten Jahre in Deutschland.

Die ununterbrochene Serie von Katastrophenvorhersagen zeigt inzwischen ernsthafte Auswirkungen auf das Denken der Menschen. Die Bevölkerung wird zunehmend technologieskeptisch oder sogar technologiefeindlich. Immer häufiger sind die Reaktionen nicht mehr logisch nachvollziehbar. Dagegen basieren brauchbare Lösungen auf nachprüfbaren Fakten und einer ideologiefreien wissenschaftlichen Abwägung der möglichen Alternativen. Darum geht es in dem hier vorliegenden Buch.