

Deutschlands Energiewende

Zukunftsweisende Vision oder realitätsferner Sonderweg?

GERD GANTEFÖR

›Nachhaltigkeit‹ wird von vielen Bürgern in Deutschland als oberstes Prinzip für alle Entscheidungen angesehen. Der Lebensraum Erde soll möglichst unverändert an die nachfolgenden Generationen übergeben werden. Angewendet auf das Problem der Energieversorgung führt dies zu einer Ablehnung der Kernenergie, da dabei das Risiko einer jahrtausendelangen Verstrahlung ganzer Regionen besteht. Weiterhin müssen die fossilen Energien Kohle, Erdgas und Erdöl durch erneuerbare Energien ersetzt werden, da das Kohlendioxid, das bei der Verbrennung entsteht, eine Klimaerwärmung verursacht. Parteien und Bürger sehen diese deutsche Energiewende als den Beginn eines neuen Zeitalters und alle anderen Länder der Erde sollen dem Vorbild Deutschlands folgen.

Die höchste Priorität beim deutschen Weg zu einer nachhaltigen Bewahrung des Lebensraums Erde hat der Ausstieg aus der Kernenergie. Dieser Ausstieg wäre mit dem Umstieg auf die Stromerzeugung aus Kohle und Erdgas relativ leicht zu bewältigen. An zweiter Stelle steht jedoch die Forderung nach einer drastischen Reduktion der Treibhausgasemissionen. Die Mittel zur Umsetzung dieses Ziels sind zum einen der Umstieg auf die erneuerbaren Energien und zum anderen das Energiesparen. Letzteres ist auch deswegen notwendig, da die Energie durch den Umstieg auf erneuerbare Ressourcen knapper und teurer werden wird. Für Deutschland ist die Umstellung auf die erneuerbaren Energien bei der Stromerzeugung zwar teuer, aber machbar. Die Stromerzeugung macht allerdings nur rund ein

Fünftel des gesamten Energieverbrauchs aus. Die Erzeugung des gesamten Primärenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien ist daher ein sehr viel ambitionierteres Ziel. Die Umstellung auf die erneuerbaren Energien soll den globalen Kohlendioxidausstoß eindämmen. Dazu müssten aber auch alle anderen Länder ihren Ausstoß reduzieren. Tatsächlich ist im Jahr 2010 der globale Kohlendioxidausstoß so stark gestiegen wie niemals zuvor in der Geschichte der Menschheit. Diese große Diskrepanz zwischen Theorie und Praxis lässt Zweifel am Sinn der deutschen Energiewende aufkeimen. Konkret stellen sich zwei Fragen:

- Werden die anderen Länder dem deutschen Vorbild folgen?
- Ist die Energiewende ein wirksames Mittel gegen die Klimaerwärmung?

In den ersten beiden Teilen des vorliegenden Beitrags werden diese Fragen beantwortet. Im dritten Teil wird ein neuer Weg zu einer langfristigen Stabilisierung der Lebensbedingungen aufgezeigt. Es wird sich zeigen, dass der heute so allgemein verwendete Begriff ›Nachhaltigkeit‹ neu interpretiert werden muss, um zukunftsfähige Handlungen von solchen, die ohne Relevanz für die Zukunft sind, unterscheiden zu können.

1. WERDEN DIE ANDEREN LÄNDER DEM DEUTSCHEN VORBILD FOLGEN?

1.1 Die deutsche Energiewende

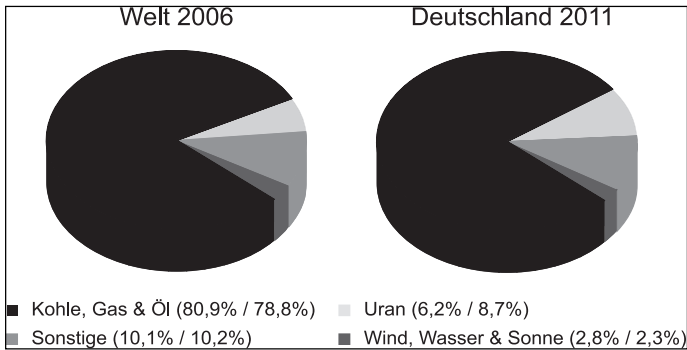
Die deutsche Energiewende hat zwei Ziele. Das erste Ziel ist der ›Ausstieg‹ aus der Kernenergie. Dies würde sich relativ leicht durch einen Ersatz der Kernkraftwerke durch Kohle- und Erdgaskraftwerke erreichen lassen. Allerdings widerspricht dieses Vorgehen dem zweiten Ziel der Energiewende: dem Klimaschutz, also der Verringerung der Treibhausgasemissionen. Dieser zweite Teil der Energiewende betrifft die gesamte Primärenergieerzeugung und damit eine rund zehnmals höhere Energiemenge als der Ausstieg aus der Kernenergie. Nicht nur die Stromerzeugung, sondern auch der Treibstoffverbrauch der Fahrzeuge, die Raumheizung und die industrielle Prozesswärmeerzeugung müssen auf erneuerbare Energien umgestellt wer-

den. Bisher (Stand 2011) stammt der weitaus größte Teil der Energie in Deutschland aus den drei fossilen Energieträgern Erdöl, Erdgas und Kohle sowie der Kernenergie. Im Rahmen der Energiewende sollen diese vier klassischen Energien durch die erneuerbaren Energien ersetzt werden. Es gibt vier ›grüne‹ Energien, die nennenswert zur Primärenergieversorgung einer Industriegesellschaft beitragen können: Biomasse¹, Wasser, Wind und Sonne. Für die Versorgung einer Industriegesellschaft werden Leistungen von einigen 100 Milliarden Watt benötigt. Viele der neuen sauberen Energien wie Geothermie oder Wellenkraftwerke werden auch in zwanzig Jahren nur einige 10 oder 100 Megawatt an Leistung liefern können und werden daher für die Versorgung Deutschlands auch mittelfristig keine Rolle spielen. Es gibt also nur vier erneuerbare Energien, die als Ersatz für die konventionellen Energien in Frage kommen.

Inzwischen wird mehr als 20% des Stroms aus erneuerbaren Energien erzeugt und diese Zahl suggeriert, dass die Energiewende bereits große Fortschritte gemacht habe. Aber die Elektrizität macht nur ein Fünftel des gesamten Endenergieverbrauchs aus. Tatsächlich lag 2011 der Anteil der erneuerbaren Energien bei 11% der Gesamtenergieerzeugung. Davon stammt der Großteil (7,7%) aus der Biomasse. Ein weiterer Ausbau dieser Energiequelle wäre aber angesichts einer halben Milliarde weltweit hungernder Menschen unverantwortlich. Deutscher Biodiesel und Bioethanol werden aus ärmeren Ländern importiert. Der Anbau der Energiepflanzen führt dort zur Abholzung riesiger Waldflächen, was wohl kaum das Ziel einer verantwortlichen Klima- und Umweltpolitik sein kann. Auch der Anbau von Energiepflanzen in Deutschland bewirkt indirekt eine Zunahme des Hungers in der Welt, denn Deutschland muss immer mehr Lebensmittel auf dem Weltmarkt einkaufen und treibt damit die Preise weiter nach oben. Global gesehen ist die Energieerzeugung aus Energiepflanzen wie Mais ohnehin unsinnig, denn die Menschen in den ärmeren Ländern benötigen ihre Ackerfläche dringend für die Nahrungsmittelerzeugung. Eine sinnvolle Energiewende kann also nur auf drei Energien – Sonne, Wind, Wasser – basieren.

1 Zu dieser Klasse gehören z.B. Holz, Stroh und aus Gülle, Mais, Bioabfällen u.a. gewonnene Biogase sowie Biotreibstoffe aus z.B. Palmöl und Soja.

Abbildung 1: Vergleich des deutschen Primärenergiemixes (Stand 2011) mit dem globalen Mittelwert aus dem Jahr 2006



Quelle: Gerd Ganteför, erstellt nach den Energiedaten des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie

Diese Energien trugen in Deutschland im Jahr 2011 mit lediglich 2,4% zur Primärenergieerzeugung bei, während 87,5% von den klassischen Energien stammten (siehe Abb. 1). Von den drei verbleibenden erneuerbaren Energien fällt aber noch eine weitere Energie aus: die Wasserkraft. Die Möglichkeiten der Energiegewinnung aus Laufwasserkraftwerken und Stauseen sind in Deutschland nahezu ausgeschöpft und ein weiterer Ausbau ist kaum noch möglich. Die Energiewende kann also nur auf dem Ausbau von Wind- und Sonnenenergie beruhen (vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie 2012).

Die deutsche Energiewende steht noch ganz am Anfang und bis heute unterscheidet sich der deutsche Primärenergiemix nur unwesentlich vom globalen Durchschnitt (siehe Abb. 1). Im Jahr 2011 betrug der Anteil der fossilen Energieträger Kohle, Erdöl und Erdgas in Deutschland 78,8%, während der weltweite Mittelwert im Jahr 2006 bei 80,9% lag. Dieser kleine Unterschied rechtfertigt keine Vorreiterrolle Deutschlands und es ist offensichtlich noch ein weiter Weg bis zu einer klimarelevanten Umsetzung der Energiewende.

Obwohl die deutsche Energiewende gerade erst begonnen hat, steigen die Kosten für die Volkswirtschaft bereits merklich. Einkommensschwache Haushalte können ihre Stromrechnung nicht mehr bezahlen und energieintensive Unternehmen drohen mit der Abwanderung ins Ausland. Wie viel die Energiewende schließlich kosten wird, ist schwer abzuschätzen. Ein

Kostenvergleich der konventionellen und der erneuerbaren Energien wird durch die unterschiedliche Besteuerung und Förderung der verschiedenen Energieformen erschwert. Die fossilen Energien unterliegen hohen Abgaben und Steuern, während die erneuerbaren Energien von Steuern und Abgaben weitestgehend befreit sind und zusätzlich durch vielfältige Programme auf Landes-, Bundes- und EU-Ebene direkte Fördermittel erhalten.

Auf der Basis der EEG-Umlage² ist es aber trotzdem möglich, zumindest eine grobe Kostenschätzung durchzuführen. Diese Umlage wird auf den Strompreis aufgeschlagen, den jeder Stromkunde bezahlen muss. Die Gelder werden für die Zahlung der Einspeisevergütungen an die Besitzer von Photovoltaikanlagen, Windparks und Biomassekraftwerken verwendet. Im Jahr 2010 betrug die Einspeisevergütung 3,6 Eurocent pro Kilowattstunde (kWh). Der Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch lag damals bei 17%. Unter der Annahme, dass alle Stromkunden die EEG-Umlage bezahlen, lassen sich nun die jährlichen Gesamtkosten für den 17%-Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung ausrechnen: 18 Milliarden Euro.³ Würde der Anteil der erneuerbaren Energien bei ansonsten gleichen Bedingungen auf 85% steigen, ergäbe dies jährliche Kosten von 90 Milliarden Euro. Für die vierzig Millionen Haushalte in Deutschland ergibt dies wiederum eine monatliche Belastung von 188 Euro (siehe Abb. 2). Nur ein kleiner Teil dieser Summe wird auf der Stromrechnung erscheinen. Bei der Abschätzung handelt es sich um eine volkswirtschaftliche Gesamtrechnung, denn die erhöhten Stromerzeugungskosten schlagen sich in unzähligen Preiserhöhungen aller Produkte nieder, die zu ihrer Herstellung Strom benötigen. Ein Beispiel sind die Bahnpreise, die aufgrund höherer Stromkosten bereits heute ansteigen. Die errechnete Summe von 188 Euro beinhaltet diese Preiserhöhungen und die höhere Stromrechnung für den Privathaushalt.

2 EEG: Kurztitel für Erneuerbare-Energien-Gesetz (Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien).

3 Diese Zahl ergibt sich aus der Multiplikation von 3,6 Cent pro kWh mit dem Endenergieverbrauch (nur Strom) von 500 Milliarden kWh. Dabei wird angenommen, dass alle Stromkunden die EEG-Umlage bezahlen. Da das nicht der Fall ist, ergibt die Rechnung einen zu hohen Wert. Da aber auf der anderen Seite viele direkte Fördermittel und Steuererleichterungen nicht erfasst werden, ergibt sich ein zu niedriger Wert. Beide Fehler kompensieren sich möglicherweise.

Abbildung 2: Tabelle zur Kostenschätzung der beiden Teilziele der Energiewende auf der Basis der EEG-Umlage im Jahr 2010

Kostenschätzung		Referenzjahr 2010
EEG-Umlage		3,7 ct/kWh
Anteil Erneuerbare Energien		17%
Stromverbrauch:		500 Milliarden kWh
Primärenergieverbrauch:		2.500 Milliarden kWh
Anteil	Gesamtkosten	pro Haushalt und Monat
17% Strom	18 Milliarden	37,5 Euro
85% Strom	90 Milliarden	188 Euro
60% Primär	318 Milliarden	662 Euro

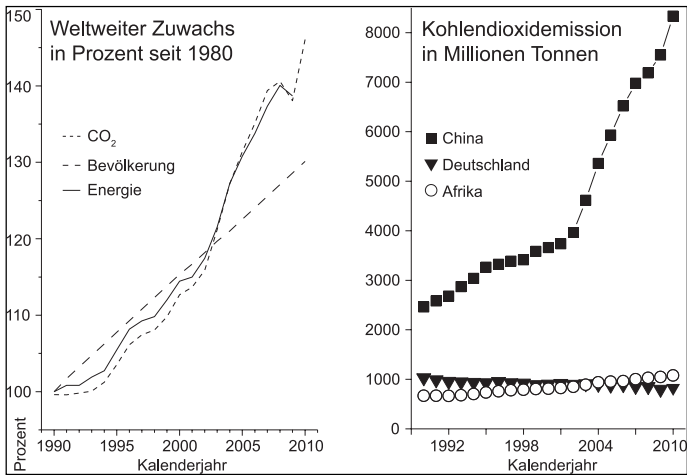
Quelle: Gerd Ganteför

Das zweite Ziel der Energiewende, der 60%-Umstieg bei der Primärenergieerzeugung, betrifft eine sehr viel größere Energiemenge und ist nach heutigen Bedingungen unbezahlbar. Die monatliche Belastung läge bei über 600 Euro pro Haushalt. In der Zukunft werden die Preise für die Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien weiter sinken, aber es werden Belastungen für den Netzausbau, die Speicherung und die Bereitstellung von Reservekraftwerken hinzukommen, die bisher in der Abschätzung nicht berücksichtigt wurden. Daher ist es durchaus möglich, dass die Zahlen in Abbildung 2 nicht so weit von der Realität entfernt sind.

1.2 Die globale Lage

Abbildung 3a zeigt die weltweite Entwicklung des Primärenergieverbrauchs und der Kohlendioxidemissionen über die letzten zwanzig Jahre. Beide Größen sind um 40% angestiegen. Die Kohlendioxidkurve folgt dabei fast deckungsgleich der Entwicklung des Energieverbrauchs, weil der weitaus größte Teil der Energie aus der Verbrennung von Kohle, Erdöl und Erdgas stammt. Abbildung 3a zeigt auch die Entwicklung der Weltbevölkerung, die im gleichen Zeitraum um 30% zugenommen hat. In Zahlen heißt dies, dass die Menschheit alle zwölf Jahre um eine Milliarde Menschen anwächst. Eine Milliarde Menschen leben zurzeit in Afrika. Um also die Bevölkerungsdichte konstant zu halten, wäre alle zwölf Jahre ein neuer Kontinent der Größe Afrikas notwendig.

Abbildung 3a und 3b:



3a: Wachstum der Weltbevölkerung, des globalen Primärenergieverbrauchs und der weltweiten Kohlendioxidemissionen während der letzten zwanzig Jahre. Referenzwert sind die Zahlen für 1990 (= 100%). 3b: Entwicklung der Kohlendioxidemissionen während der letzten zwanzig Jahre in China, Deutschland und Afrika. Quelle: Gerd Ganteför

Die Bevölkerungsdichte ist ein wichtiger Parameter für die Energiewende. Aus der Fläche eines Landes lässt sich nur eine begrenzte Menge an Energie aus Wasser, Sonne, Wind und Biomasse gewinnen. So wäre es zum Beispiel einfach, Deutschland ausschließlich aus erneuerbaren Energien zu versorgen, wenn die Bevölkerungszahl unterhalb von zwanzig Millionen läge und damit die Bevölkerungsdichte fünffach geringer wäre. Das starke Wachstum der Weltbevölkerung erschwert einen globalen Umstieg auf die erneuerbaren Energien und es ist fragwürdig, ob der Ausbau dieser Energien mit der Bevölkerungszunahme Schritt halten könnte, selbst wenn alle Länder den Umstieg anstreben würden.

Bis zum Jahr 2003 folgt die Kurve des Energieverbrauchs der Zunahme der Weltbevölkerung, da mehr Menschen mehr Energie verbrauchen. Aber in den letzten Jahren stieg der Energieverbrauch sogar stärker an als die Zahl der Menschen. Es gibt nicht nur mehr Menschen, sondern gleichzeitig steigt auch deren Lebensstandard und damit der Pro-Kopf-Energieverbrauch. Das globale Bruttoinlandsprodukt hat sich in den letzten

zwanzig Jahren verdoppelt und für viele Menschen bedeutet dies, dass sie aus der bittersten Armut entkommen konnten. Der Anstieg des globalen Lebensstandards ist also eine positive Entwicklung, auch wenn er mit einem noch stärkeren Anstieg des Energieverbrauchs verbunden ist.

Primärenergieverbrauch und Kohlendioxidemissionen sind in den letzten zwanzig Jahren nur einmal gesunken (im Jahr 2008, vgl. Abb. 3a). Ansonsten sind die Emissionen immer von Jahr zu Jahr gestiegen. Die Ursache für die Abnahme waren aber nicht die Sparbemühungen der internationalen Gemeinschaft, sondern die Finanz- und Wirtschaftskrise. Schwere Wirtschaftskrisen bewirken eine Drosselung der Industrieproduktion und eine allgemeine Abnahme des Lebensstandards. In der Folge nimmt der globale Energieverbrauch ab. Diese gegenseitige Abhängigkeit von Energieverbrauch, Wirtschaftsleistung und Lebensstandard macht es schwierig, Energie zu sparen. Energiesparmaßnahmen wie die Einführung von CO₂-Zertifikaten oder die Erhöhung der Strompreise senken den Lebensstandard. In den reichen Ländern mögen solche Maßnahmen keine gravierenden Folgen haben, aber für die halbe Milliarde Menschen, die in bitterster Armut lebt, ist das nicht akzeptabel.

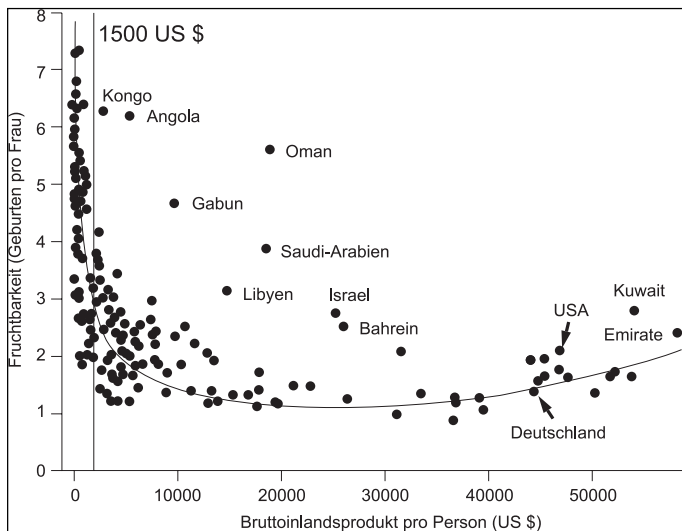
Die einzelnen Länder tragen unterschiedlich stark zu den weltweiten Kohlendioxidemissionen bei. Abbildung 3b zeigt als Beispiel die Veränderung der Kohlendioxidemissionen für drei ausgewählte Länder und Regionen: Deutschland, Afrika und China. Die Emissionen in Deutschland sind um rund 20% gesunken, während parallel die etwa gleich großen Emissionen in Afrika langsam ansteigen. Deutschland emittiert so viel Kohlendioxid wie ganz Afrika. Viele Menschen in Afrika sind unvorstellbar arm und verbrauchen daher kaum Energie. Die Lebenserwartung ist eng mit dem Lebensstandard verknüpft und in einigen Ländern südlich der Sahara liegt sie sogar unter fünfzig Jahren (zum Vergleich, in Deutschland liegt diese bei rund achtzig Jahren). Auch hier wird die enge Verknüpfung zwischen Lebensstandard und Energieverbrauch deutlich. Abbildung 3b zeigt aber auch, dass es praktisch keine Rolle spielt, wie sich die Kohlendioxidemissionen in Deutschland oder in Afrika verändern. In den bevölkerungsreichen Schwellenländern mit ihrem starken Wirtschaftswachstum sind die Kohlendioxidemissionen in den letzten Jahren extrem stark angestiegen und dominieren die globale Veränderung der Emissionen. Allein in China steigen die Emissionen in zwei Jahren um den Betrag an, den Deutschland jährlich insgesamt emittiert. Würde also Deutschland seine

Emissionen auf Null reduzieren, würde diese Einsparung innerhalb von zwei Jahren allein durch den Zuwachs in China kompensiert werden. Dort ging während der letzten zehn Jahre im Durchschnitt jede Woche ein neues Kohlekraftwerk ans Netz.

1.3 Die Situation in den wenig entwickelten Ländern

Die Energiewende ist also teuer und wird in Deutschland zu großen Belastungen für die Bürger und die Industrie führen. Eine vernünftige obere Grenze für die Ausgaben einer Volkswirtschaft für die Energie liegt bei 10% des Bruttoinlandsprodukts. Jeder Prozentpunkt mehr würde Kürzungen in anderen Bereichen wie der Bildung, den Sozialausgaben oder im Gesundheitssystem mit sich bringen. Das gilt auch für Länder mit einem sehr viel geringeren Volkseinkommen und diese Länder können sich daher nur sehr preiswerte Energien leisten. Abbildung 4 zeigt den Zusammenhang zwischen dem Bevölkerungswachstum und der Armut. Das Pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukt wird als Maß für den Lebensstandard genommen und kann vereinfachend als mittleres Jahreseinkommen angesehen werden. Für eine stabile Bevölkerung sollte die Geburtenrate zwischen zwei und drei Kindern liegen. Das Bevölkerungswachstum findet hauptsächlich in den bitterarmen Ländern statt, die ein jährliches Pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukt von weniger als 1.500 US-Dollar aufweisen. Die Menschen in diesen Ländern leben also von weniger als einem Fünfzigstel des Durchschnittseinkommens eines Deutschen. Sie können daher auch nur entsprechend weniger für die Energie bezahlen. In Abbildung 4 wird als Armutsgrenze ein Pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukt von 1.500 US-Dollar angenommen, da unterhalb von diesem Wert die Geburtenrate stark ansteigt. Die Länder, die sich in dieser Zone großer Armut befinden, haben zusammen etwa drei Milliarden Einwohner. Ein Beispiel für einen extrem hohen Grad an Armut ist Bangladesch. In diesem Land leben doppelt so viele Menschen wie in Deutschland. Das dicht bevölkerte Land hat ein Bruttoinlandsprodukt von 87 Milliarden Euro. Die Kosten für den ersten Teil der deutsche Energiewende (90 Milliarden Euro, Abb. 2) sind also etwa so hoch wie das gesamte Volkseinkommen dieses Landes.

Abbildung 4: Zusammenhang zwischen Geburtenrate und Armut



Jeder Punkt steht für ein Land. Die Position im Diagramm ergibt sich aus der mittleren Kinderzahl pro Frau und dem jährlichen Pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukt. Für die meisten Länder oberhalb der Armutsschwelle von 1.500 US-Dollar liegt die Zahl der Kinder bei zwei. Das bedeutet eine stabile Bevölkerung. Unterhalb der Armutsschwelle steigt die Kinderzahl stark an. Quelle: Gerd Ganteför

1.4 Die historische Entwicklung

Energie ist das Lebenselixier eines Industriestaats. Die enge Verknüpfung von Energieverfügbarkeit und Lebensstandard zeigt ein historischer Rückblick. Die Wirtschaftsentwicklung in Mitteleuropa kann in drei Phasen eingeteilt werden. Diese Phasen unterscheiden sich in der Art ihrer Energieversorgung und der damit verknüpften Produktivität. Mit jeder neuen Phase stiegen Energieverbrauch, Produktivität und Lebensstandard. In Phase I, die bis etwa 500 n. Chr. andauerte, gab es nur eine einzige Energiequelle, die heute mit dem Begriff ›Biomasse‹ bezeichnet wird: Getreide, Feldfrüchte, Obst, Holz, Gras, etc. Alle Arbeiten mussten die Menschen mit dem ›Motor‹ Muskelkraft selbst verrichten. Auch die Güter des täglichen Bedarfs stellten die Bürger selbst her. In dieser Phase produzierte ein Bauer gerade genug für sich selbst und über 90% der Bevölkerung arbeitete in der

Landwirtschaft. Der Verdienst lag umgerechnet auf heutige Verhältnisse bei 10 Eurocent pro Stunde und die Menschen waren bitterarm. Die Energie aus der Biomasse reichte nur knapp zum Überleben aus. Die Phase II begann mit der Nutzung der Wasserkraft. Der Mensch erhielt Zugang zu einer neuen, zusätzlichen Energieform. Das folgende Zitat veranschaulicht die Bedeutung, die Historiker dieser Erfindung beimessen:

»Der Kraftantrieb durch das Wasserrad ist eine menschliche Fundamentalerfindung, die wichtigste überhaupt in der Geschichte der Energie vor der Verwertung der Dampfkraft. Und die Erschließung dieser neuen, von der Biomasse unabhängigen Energiequelle ist vielleicht sogar der Beginn der Kultur des Abendlandes.« (Metz 2005: 33)

Die Wasserkraft wurde in Manufakturen für vielfältige Arbeitsprozesse eingesetzt. Auch die Landwirtschaft wurde produktiver, zum Beispiel durch eine verbesserte Technik des Pflügens. Mit der zusätzlichen Energie aus der Wasserkraft stieg der Lebensstandard um das Zehnfache. Die Windkraft wurde nur in geringerem Maße genutzt, denn sie war für den Betrieb einer Manufaktur zu unzuverlässig. Der Besitzer musste seine Angestellten nach Hause schicken, wenn kein Wind wehte. Daher nutzten mittelalterliche Betriebe hauptsächlich die Wasserkraft. Diesen Unterschied zwischen den beiden Energieformen beschreibt heute der Begriff ›grundlastfähig‹. Umgerechnet auf heutige Verhältnisse haben die Menschen damals 1 Euro pro Stunde verdient. Die dritte Phase begann um 1800 mit der Erfindung der Dampfmaschine. Zuerst war es nur die Kohle, die zusammen mit der Dampfmaschine die menschliche Muskelkraft ver Hundertfache. Später kamen Erdöl, Erdgas und die Kernenergie hinzu. Auch moderne Automotoren, Kohlekraftwerke und Kernkraftwerke beruhen letztlich auf dem Prinzip der Dampfmaschine. Die hohe Verfügbarkeit der neuen Energieträger resultierte zusammen mit der Entwicklung immer leistungsfähigerer Maschinen in einer nochmaligen Steigerung der Produktivität um den Faktor zehn. Die hohe Produktivität in der Landwirtschaft ermöglicht es, dass heute achtzig Millionen Menschen bequem auf der relativ kleinen Fläche Deutschlands leben können. Ein Bauer kann hundertfünfzig Menschen ernähren und nur noch 2% der Bevölkerung arbeiten in der Landwirtschaft. Entsprechend der hohen Produktivität liegt der Stundenlohn eines Arbeiters nun bei rund 10 Euro.

Die Verfügbarkeit der Energie ist eng mit der Energiedichte verknüpft. In einer relativ kleinen Menge an Erdöl oder Uran steckt eine enorm große Energiemenge.⁴ Umgekehrt ist die Energiedichte bei Sonne, Wind und Biomasse relativ gering und es sind große Anlagen mit einem hohen Flächenverbrauch notwendig, um die Energieproduktion auch nur eines Kohlekraftwerks zu ersetzen. Ein extremes Beispiel ist die Biomasse. Für den Ersatz von einem 1-Gigawatt-Block eines Kohlekraftwerks durch Strom aus Biomasse ist eine Ackerfläche von 4.000 Quadratkilometern notwendig. In geringerem Umfang gilt dies auch für die Energie aus Sonne und Wind. Die ausgedehnten Solar- und Windparks sind im Vergleich zu den konventionellen Energien teuer und haben eine niedrigere Produktivität. Daher entspräche ein vollständiger Umstieg auf die erneuerbaren Energien teilweise auch einem Rückschritt in die Phase II. Allerdings ist in Deutschland bisher nur die Stromproduktion, also nur rund 20% des gesamten Endenergieverbrauchs, von den gesetzlichen Regelungen der Energiewende betroffen. Eine Ausweitung des Umstiegs auf die gesamte Energieerzeugung hätte ernste Folgen für das Industrieland Deutschland und wird wohl kaum ernsthaft erwogen werden.

1.5 Thesen

Die deutsche Energiewende berührt die drei Themenbereiche Energieversorgung, Klimaveränderung und Bevölkerungsentwicklung. Alle drei Themen sind eng mit dem Wirtschaftswachstum verknüpft. Das Netzwerk der Ursache- und Wirkungsbeziehungen ist daher ungewöhnlich komplex und es ist hilfreich, die Ausführungen der Kapitel 1.1 bis 1.4 vor der Beantwortung der ersten Frage in Thesenform zusammenzufassen:

- Die deutsche Energiewende Teil 1 (Strom) ist teuer, aber machbar.

4 Zum Vergleich: Die Reichweite von U-Booten veranschaulicht die drastischen Unterschiede in der Energiedichte der verschiedenen Energien. Batterien, deren Energiedichte mit der von erneuerbaren Energien vergleichbar ist, reichen für einen Tag. Die Tankfüllung eines dieselgetriebenen U-Boots (Schnorchelfahrt) reicht einen Monat und ein Atom-U-Boot braucht niemals neue Brennstäbe. Der Atomreaktor liefert für die vierzig Jahre, die ein U-Boot in Betrieb ist, Energie im Überfluss.

- Die deutsche Energiewende Teil 2 (Gesamtenergie) ist unbezahlbar.
- Die Weltbevölkerung wächst alle zwölf Jahre um eine Milliarde.
- Ein Leben in bitterer Armut führt zu hohen Geburtenraten.
- Mit höherem Lebensstandard sinken die Geburtenraten.
- Es gibt drei Milliarden Menschen, die in bitterer Armut leben.
- Die historische Entwicklung kann in drei Phasen eingeteilt werden. In jeder Phase haben sich Produktivität, Lebensstandard und Energieverbrauch verzehnfacht.
- Länder, die sich noch in Phase I und II befinden, streben in Phase III.

1.6 Die Antwort auf die Frage ›Werden die anderen Länder dem deutschen Vorbild folgen?‹

Die Mehrheit der Länder der Erde kann dem deutschen Vorbild nicht folgen. Eine halbe Milliarde Menschen befindet sich noch heute in Phase I der historischen Entwicklung. Sie lebt auf einem Lohnniveau von einem Hundertstel des deutschen Durchschnittslohns. Weitere drei Milliarden Menschen leben hinsichtlich ihres Lebensstandards und der Produktivität in Phase II der historischen Entwicklung. Für diese Menschen sind die erneuerbaren Energien zu teuer und eine Energiewende würde sie in eine ärmere Phase zurückwerfen. Dies hätte die fatale Konsequenz, dass die Geburtenraten wieder steigen würden. Nur die Industrieländer der Phase III könnten dem deutschen Vorbild folgen, werden es aber nicht tun, da dies massive Nachteile im globalen Wettbewerb hätte und zu einer Reduktion des Lebensstandards führen würde. Aber auch Deutschland selbst wird den zweiten Teil der Energiewende, den Umstieg bei der gesamten Primärenergieerzeugung, wegen der zu hohen Kosten nicht umsetzen können. Aber bereits der erste Teil der Energiewende wird zu einer Reduktion des Lebensstandards führen, die hauptsächlich die einkommensschwachen Schichten belasten wird.

2. IST DIE DEUTSCHE ENERGIEWENDE EIN WIRKSAMES MITTEL GEGEN DIE KLIMAERWÄRMUNG?

2.1 Die Klimaerwärmung

Jedes Jahr werden große Mengen des Treibhausgases Kohlendioxid in die Atmosphäre abgegeben. Diese Menge nimmt pro Jahr weiter zu (siehe Abb. 3a). Aber selbst wenn die jährlichen Emissionen konstant blieben, würde die Menge an Kohlendioxid in der Atmosphäre ansteigen. Die Atmosphäre speichert das Gas für lange Zeit und solange es weiter Emissionen gibt, steigt die Konzentration. Angenommen, es würde aus der Verbrennung fossiler Energieträger kein Kohlendioxid mehr hinzu kommen, würde das überschüssige Kohlendioxid langsam über Hunderte von Jahren abgebaut werden und der vorindustrielle Gleichgewichtswert könnte sich schließlich wieder einstellen. Kohlendioxid ist ein ungiftiges Spurengas, das von Natur aus in der Erdatmosphäre enthalten ist. Die natürliche Konzentration liegt bei 0,28 Promille. Seit der industriellen Revolution ist dieser Wert auf knapp 0,4 Promille angestiegen. Zurzeit nimmt die Kohlendioxidkonzentration jedes Jahr um 0,0015 Promille zu. Bei dieser Rate wird sich die Konzentration in hundert Jahren gegenüber dem natürlichen Gleichgewichtswert verdoppelt haben. Da es sich um ein ungiftiges Spurengas handelt, hat diese Zunahme kaum direkte Konsequenzen. Pflanzen benötigen das Kohlendioxid für ihren Stoffwechsel und tatsächlich gibt es durch die Zunahme einen schwachen Düngeneffekt: Die Pflanzen wachsen besser. Aber es gibt eine indirekte Auswirkung dieser Zunahme: Das Gas verändert den Wärmehaushalt der Erde. Es behindert die Wärmeabstrahlung von der Erdoberfläche. Tagsüber wird die Erdoberfläche durch die Sonneneinstrahlung aufgeheizt und nachts kühlt sich die Erde wieder ab, indem Wärmestrahlung von der Oberfläche durch die Atmosphäre ins Weltall abgestrahlt wird. Die Temperaturen schwanken im Tag- und Nachtrhythmus sowie im Zyklus der Jahreszeiten um eine mittlere Temperatur von plus 15 °C. Ohne die Atmosphäre läge diese mittlere Temperatur bei minus 15 °C und alle Meere wären eingefroren. Bestimmte Gase in der Erdatmosphäre behindern die Wärmeabstrahlung von der Erdoberfläche und wirken dadurch wie eine Wärmeisolation. Deshalb ist es auf hohen Bergen kalt, da die Atmosphäre oberhalb der Bergspitzen dünner ist und die Wärmestrahlung fast ungehindert ins Weltall entweichen kann. Nur

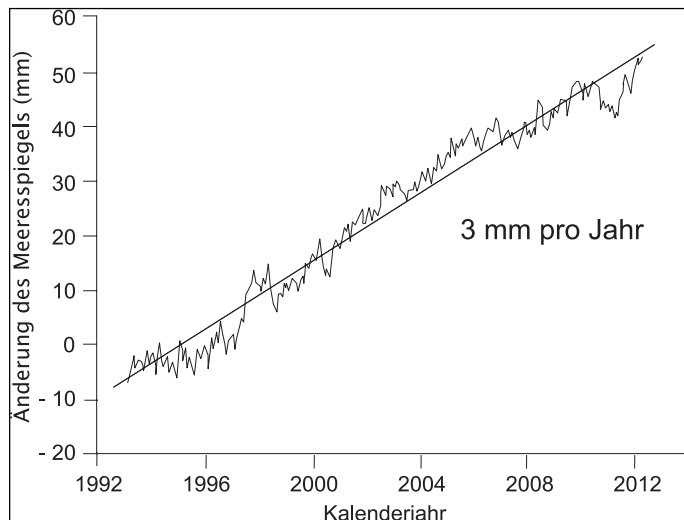
ganz bestimmte Gase, die sogenannten Treibhausgase, bewirken eine Wärmeisolation. Eines der wichtigsten Treibhausgase ist das Kohlendioxid. Obwohl es nur in geringer Menge in der Atmosphäre enthalten ist, absorbiert es die Wärmestrahlung relativ stark. Steigt die Konzentration an Kohlendioxid an, wird es zwangsläufig wärmer. Die Erde reagiert allerdings langsam auf diese Klimaveränderung und es kann Jahrzehnte oder sogar Jahrhunderte dauern, bis sich ein neues Gleichgewicht eingestellt hat. Die Ozeane der Erde benötigen sogar einige hundert Jahre, um sich zu erwärmen oder wieder abzukühlen. Wenn allerdings für weitere hundert Jahre fossile Brennstoffe im heutigen Umfang oder sogar in noch größeren Mengen verbrannt werden, könnte dies die Erde langfristig, das heißt in drei- bis fünfhundert Jahren, in eine *akryogene* Warmphase treiben. *Akryogen* bedeutet, dass die Pole eisfrei sind. Das war bis vor 35 Millionen Jahren der normale Zustand der Erde, als das Klima rund 8 °C wärmer war als heute. Der Meeresspiegel wäre dann rund 80 Meter höher und der Kölner Dom würde, wie vom Spiegel proklamiert, nur noch zur Hälfte aus dem Wasser ragen.⁵

Der Abtauprozess der Eisschilde hat bereits eingesetzt, aber auch er ist langsam. Abbildung 5 zeigt die Veränderung des Meeresspiegels in den letzten zwanzig Jahren. Solche Messungen lassen sich heute mit satellitengestützten Techniken sehr genau durchführen. Der Meeresspiegel ist im Mittel um 3 Millimeter pro Jahr angestiegen. Bis der Kölner Dom unter Wasser steht, dauert es also noch 25.000 Jahre. Das ist eine sehr lange Zeitspanne. Vor 25.000 Jahren war die Erde in der Hochphase der letzten Eiszeit und Köln befand sich unter einem kilometerdicken Eisanzer. Innerhalb solcher für den Menschen kaum vorstellbar langen Zeiten finden also auch natürliche Klimaveränderungen statt. Ohne die menschengemachte Klimaerwärmung wäre die Erde heute auf dem Weg in die nächste Eiszeit. Dieser langsame Abkühlprozess zieht sich über viele Jahrtausende hin und die kleine Eiszeit vor rund dreihundert Jahren war möglicherweise ein erster Vorbote der großen Eiszeit.⁶ Diese langsame Abkühlung wird nun durch die schnellere menschengemachte Klimaerwärmung unterbrochen.

5 Vgl. hierzu den Spiegel-Titel »Die Klima-Katastrophe« vom 11.8.1986.

6 Während es sich bei der kleinen Eiszeit nur um eine harmlose Temperaturschwankung von ca. 1 °C im Laufe der Warmzeit handelt, geht die große Eiszeit

Abbildung 5: Satellitendaten zur Veränderung des Meeresspiegels



Der Meeresspiegel steigt annähernd kontinuierlich mit einer Rate von 3 Millimeter pro Jahr. Quelle: Gerd Ganteför

Die Erwärmung findet innerhalb weniger hundert Jahre statt und ist damit zehnmal schneller als die natürliche langsamere Abkühlung. In tausend Jahren werden jedoch die fossilen Energieträger weitestgehend erschöpft sein und der Kohlendioxidgehalt wird sich normalisieren. Schließlich wird sich die langsame Abkühlung weiter fortsetzen.

Der Anstieg des Meeresspiegels ist ein ernstes Problem, aber er ist eben langsam. In den nächsten hundert Jahren wird der Meeresspiegel um knapp 1 Meter ansteigen und dieses Problem lässt sich mit relativ einfachen Mitteln des Küstenschutzes in den Griff bekommen. Viele Bürger haben darüber hinaus die Befürchtung, dass die Klimaerwärmung zu häufigeren und stärkeren Stürmen sowie zu vermehrten Dürren führen könnte. Hurrikane wie Katrina und Sandy hat es aber schon vor dreihundert Jahren gegeben und ihre Stärke und Häufigkeit hing nicht von der Temperatur ab. Tatsächlich gab es während der Eiszeit, als es erheblich kälter war als heute, verheerende Stürme. Es ist also keineswegs gesichert, dass die Klimaerwär-

mit einem Temperatursturz von ca. 6 °C bis 8 °C und der Vergletscherung weiter Teile Europas einher.

nung zu mehr Stürmen führen wird. Dürren wird es sogar weniger geben und auch der Weltklimarat sagt für die Zukunft eine Zunahme der Regenfälle vorher, da bei höherer Temperatur mehr Wasser aus den Ozeanen verdunstet (vgl. IPCC 2007; Ganteför 2010). Das wirklich ernste Klimaproblem ist der Anstieg des Meeresspiegels und langfristig muss die Menschheit eine Lösung für dieses Problem finden.

Ohne eine rasche und drastische Reduktion der Kohlendioxidemissionen wird sich der Kohlendioxidgehalt der Atmosphäre in hundert Jahren verdoppelt haben. Nach den Berechnungen der Klimaforscher führt das zu einer Temperaturerhöhung zwischen 2 bis 6 °C. Genauere Vorhersagen sind bisher nicht möglich, da das Klima von vielen Faktoren beeinflusst wird, die sich gegenseitig verstärken oder dämpfen können. Der wahrscheinlichste Wert liegt bei einer Temperaturzunahme von 3 °C. Diese Temperatur ist allerdings nur der Beitrag des Kohlendioxids. Das Klimagas Methan, das zum Beispiel in großen Mengen in der Landwirtschaft freigesetzt wird, wird diesen Temperaturanstieg noch weiter verstärken, so dass eine Erwärmung um 4 °C wahrscheinlich ist. Vor rund hunderttausend Jahren gab es schon einmal eine Klimaperiode, in der es wärmer war als heute. In der Eem-Warmzeit war es 2 °C wärmer und der Meeresspiegel lag um 4 bis 6 Meter höher als heute. Die Region der heutigen Niederlande war damals überflutet und am Rhein gab es Flusspferde. Wenn bereits eine moderate Erwärmung um nur 2 °C derartig heftige Konsequenzen hat, dann wäre eine Erwärmung um 4 °C nicht akzeptabel.

2.2 Die Wirkung der Energiewende auf das Klima

Da in Deutschland ein Ausbau der Wasserkraft kaum möglich und ein Ausbau der Energiegewinnung aus Biomasse nicht zu verantworten ist, kann die Energiewende nach heutigem Wissen nur auf der Photovoltaik und der Windenergie basieren. Neue Wind- und Solarparks sind in Deutschland überall im Bau und die Stromproduktion aus diesen beiden Energieformen wächst jährlich um 12 Milliarden kWh. Um einen Anteil von 85% an der Stromerzeugung zu erreichen, müssen noch weitere 300 Milliarden kWh aus Kern- und Kohlekraftwerken durch Strom aus Sonne und Wind ersetzt werden. Bei der aktuellen Ausbaurate wird das noch fünfundsiebzig Jahre dauern. Eine klimarelevante Reduktion der Kohlendioxidemissionen erfordert allerdings einen Umstieg bei der gesamten Pri-

märenergieerzeugung. In Deutschland ist bisher nur ein moderater Umstieg von einem lediglich 60%-Anteil erneuerbarer Energien an der Primärenergieerzeugung vorgesehen. Zum Erreichen dieses Zieles ist eine jährliche Energieerzeugung von weiteren 1.200 Milliarden kWh aus erneuerbaren Energien notwendig. Dies würde bei der aktuellen Ausbaurate hundert Jahre dauern. Auch wenn schließlich alle anderen Länder dem deutschen Vorbild folgen sollten, werden sie damit frühestens in ein oder zwei Jahrzehnten beginnen. Auch wird der Ausbau der erneuerbaren Energien dort langsamer erfolgen, da die meisten Länder sehr viel ärmer sind als das Industrie- und Exportland Deutschland. Eine globale Energiewende wird also deutlich länger dauern als die Energiewende in Deutschland. Die Energiewende kann demnach die drohende Verdoppelung des Kohlendioxidgehalts nicht aufhalten und wird möglicherweise gar keine Wirkung auf die Entwicklung des Klimas der Erde haben.

2.3 Thesen und die Antwort auf die Frage ›Ist die Energiewende ein wirksames Mittel gegen die Klimaerwärmung?‹

Die Ausführungen der Kapitel 2.1 und 2.2 lassen sich ebenfalls in Thesenform zusammenfassen:

- Der Kohlendioxidgehalt der Atmosphäre wird sich in hundert Jahren verdoppeln.
- Eine klimarelevante Umsetzung der Energiewende dauert hundert Jahre.
- Eine Verdopplung des Kohlendioxidgehalts bewirkt eine Erwärmung um mehr als 4 °C.
- Eine Erwärmung um 4 °C oder mehr ist nicht akzeptabel.

Eine globale Energiewende käme zu spät, um eine Verdoppelung des Kohlendioxidgehalts und damit eine Klimaerwärmung von 4 °C zu verhindern. Selbst das intensive Ausbauprogramm Deutschlands ist zu langsam und der Rest der Welt hat noch nicht einmal damit begonnen, die Kohlendioxidemissionen zu reduzieren. Die Energiewende ist daher nicht der richtige Weg, um eine zu starke Klimaerwärmung zu bekämpfen.

3. EIN NEUER WEG

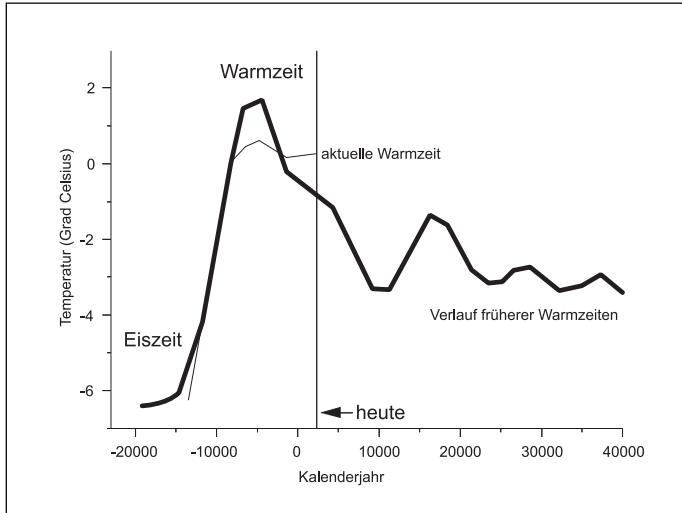
3.1 Der Weg ›zurück‹

Mehrheitlich wird unter ›Nachhaltigkeit‹ der Übergang zu umweltschonenderen und sanfteren Technologien sowie insbesondere die Reduktion des Energieverbrauchs verstanden. Die Störung des Gleichgewichts der Natur soll reduziert werden. Historisch gesehen ist es eine Rückkehr zu den alten Energien Biomasse, Wasser und Sonne. Die früheren Phasen in der historischen Entwicklung zeichneten sich durch einen geringen Energieverbrauch und eine nahezu perfekte Ressourcenschonung aus. Es wurde nur so viel verbraucht, wie die Natur dem Menschen jedes Jahr zur Verfügung stellte. Mit dieser Rückkehr zu einer Lebensweise in Harmonie mit der Natur hofft man, dass die Natur von selbst wieder in ihr Gleichgewicht zurückfindet und so die Lebensbedingungen – allen voran das Klima – für alle Zeit stabil bleiben. Dieser Weg wird daher als der Weg ›zurück‹ bezeichnet. Er basiert auf der Vorstellung einer ›freundlichen‹ Natur, die von sich aus dem Menschen perfekte Lebensbedingungen bietet.

3.2 Es gibt kein Gleichgewicht der Natur

Der Weg ›zurück‹ geht von der Voraussetzung aus, dass es ein natürliches Gleichgewicht der Natur gibt. Das Klima war aber zu keinem Zeitpunkt während der letzten eine Million Jahre in einem stabilen Gleichgewichtszustand. Die Daten aus den Eisbohrkernen des antarktischen und grönländischen Eisschildes beweisen, dass wir in einem Erdzeitalter leben, in dem lang anhaltende Eiszeiten von relativ kurzen Warmzeiten unterbrochen werden. Die Warmzeiten der Vergangenheit dauerten etwa zehntausend Jahre und danach wurde es wieder kalt (siehe Abb. 6). Die heutige Warmzeit, die vor zehntausend Jahren begann, könnte also langsam zu Ende gehen. In einer Eiszeit sind große Teile der nördlichen Hemisphäre von einer kilometerdicken Eisschicht bedeckt und dies würde für Milliarden Menschen den Tod bedeuten. Die Ursache für diese Klimaschwankungen sind subtile Änderungen der Bahn der Erde um die Sonne und zurzeit befindet sich die Erde unaufhaltsam wieder auf dem Weg in die nächste Eiszeit.

Abbildung 6: Vergleich des gemittelten Verlaufs der letzten drei Warmzeiten mit der Temperaturkurve der aktuellen Warmzeit



Eine Temperaturabnahme im Übergang in die nächste Eiszeit ist überfällig. Quelle: Gerd Ganteför

Zusätzlich kann es während des langsamen Übergangs zu schnellen Klimaschwankungen, zu sogenannten »Umkippprozessen« (engl. *Tipping Events*) kommen. Das Erdklima kippt für einige Jahrhunderte in kühlere oder wärmere Zustände. Während einer Warmzeit ist dies mit einer heftigen Abkühlung, also dem vorübergehenden Einsetzen einer Eiszeit, verbunden. Zu Beginn der aktuellen Warmphase kam es zu einem solchen Umkippprozess und die vorangegangene Eiszeit kehrte für rund tausend Jahre zurück. Diese Umkippprozesse geschehen ohne offensichtlichen Anlass. Aber auch während der aktuellen relativ stabilen Warmphase kam es zu kleineren Klimaschwankungen. Mittelalterliche Texte und Bilder berichten von einer für Nordeuropa katastrophalen Abkühlung zwischen 1550 und 1850. Heute wird diese Phase »Kleine Eiszeit« genannt (vgl. PNAS 2009; Ganteför 2010). Dabei handelte es sich um eine vergleichsweise geringfügige Abkühlung von 1 °C, die vermutlich durch Vulkanausbrüche und eine verringerte Sonneneinstrahlung ausgelöst wurde. Aber auch diese geringe Abkühlung hatte für viele Menschen dramatische Folgen. Die Ernteerträge

gingen zurück oder fielen in besonders kalten Jahren ganz aus, Teile von Nordeuropa wurden unbewohnbar.

Die aktuelle Klimaerwärmung unterbricht also den langfristigen Trend in die nächste Eiszeit. Grundsätzlich sind wärmere Phasen den kälteren vorzuziehen, aber die drohende Erwärmung wird nach den Vorhersagen der Klimamodelle zu stark ausfallen. Auch hier zeigt sich die grundsätzliche Instabilität des Klimas. Ist ein Trend einmal angestoßen, verstärkt er sich und aus einer zunächst kleinen Schwankung wird langfristig eine große Klimaveränderung, die sich erst nach einigen hundert Jahren stabilisiert.

3.3 Nachhaltigkeit erfordert eine aktive Klimakontrolle

Es ist also prinzipiell unmöglich, die Erde unverändert an die zukünftigen Generationen zu übergeben. Im nächsten Jahrhundert droht ein Übergang in ein zu warmes Klima, denn die Energiewende kann diese menschengemachte Erwärmung nicht aufhalten. Langfristig droht dagegen der Übergang zur nächsten Eiszeit, der von spontanen Umkippprozessen begleitet werden könnte. Das Klima würde zwischen Eiszeit und Warmzeit hin und her schwanken. Im Sinne einer Verantwortung für die zukünftigen Generationen muss also das Klima der Erde stabilisiert werden. Dies erfordert eine aktive Klimakontrolle. Es gibt verschiedene Techniken, die dazu geeignet sind und es muss noch genauer erforscht werden, welche davon mit möglichst wenig unerwünschten Nebenwirkungen auskommen.

Eine dieser Techniken basiert auf der Nachahmung eines natürlichen Effekts. Nach jedem großen Vulkanausbruch gab es in der Vergangenheit der Erde eine Klimaabkühlung um 1 °C bis 2 °C. Der bekannteste Fall ist das Jahr 1815, das als Jahr ohne Sommer in die Geschichte eingegangen ist. In Deutschland hat es damals im Juli geschneit, es kam zu einem Ausfall der Ernte und in deren Folge zu Hungersnöten. Die Ursache der Abkühlung war der Vulkanausbruch des Tambora in Indonesien, der große Mengen an Schwefeldioxid in die Atmosphäre abgegeben hat. Schwefeldioxid ist ein farbloses Gas, das sich mit Wasser zu Aerosolpartikeln verbindet, die mehrere Jahre lang in der oberen Atmosphäre verbleiben können. Die Aerosolpartikel reflektieren einen Teil des Sonnenlichts und deswegen erreicht weniger Sonnenlicht die Erdoberfläche. In der Folge sinkt die Temperatur. Künstliche Aerosole lassen sich im Prinzip durch Flugzeuge erzeugen und bei der richtigen Wahl der Partikel kann möglicherweise oh-

ne zu große Nebenwirkungen eine globale Klimaabkühlung erreicht werden. Allerdings werden zur Herstellung der Aerosole und zum Betrieb der Flugzeuge große Energiemengen benötigt. Das gilt auch für andere Methoden der Klimakontrolle, die in der Wissenschaft diskutiert werden. Generell sind die benötigten Energiemengen größer als die Energiemenge, die bei der Erzeugung des Kohlendioxids frei wurde. Eine aktive Kühlung des globalen Klimas ist mit wenig Energie also nicht möglich.

3.4 Nachhaltigkeit erfordert die Stabilisierung der Bevölkerungszahl

Abbildung 3a zeigt, dass das Bevölkerungswachstum mit einem stetig steigenden Energieverbrauch und parallel ansteigenden Kohlendioxidemissionen verknüpft ist. Sowohl die Klimaerwärmung als auch der Ressourcenverbrauch werden durch den wachsenden Bevölkerungsdruck angetrieben. Nur wenn es gelingt, die Bevölkerungszahl auf der Erde zu stabilisieren, können die Lebensbedingungen nachhaltig bewahrt werden. Der ausgeprägte Zusammenhang zwischen Lebensstandard und Geburtenrate (siehe Abb. 5) zeigt, wie die Bevölkerung stabilisiert werden kann: Wenn der Lebensstandard der Menschen über die Armutsschwelle von 1.500 US-Dollar pro Person ansteigt, dann sinken die Geburtenraten nahezu von selbst auf einen vertretbaren Wert von zwei bis drei Kindern. Dazu ist ein starkes Wirtschaftswachstum in den armen Ländern notwendig. Die Verfügbarkeit ausreichender Mengen an bezahlbarer Energie ist die notwendige Voraussetzung für dieses Wirtschaftswachstum. Nachhaltigkeit erfordert also bei dem Problem der Bevölkerungszunahme nicht ein Energiesparen, sondern ganz im Gegenteil ein Mehr an bezahlbarer Energie. In diesen Ländern wird also der Verbrauch von Kohle und Erdgas weiter ansteigen und auch Kernkraftwerke werden dort vermehrt gebaut werden. Kohle, Erdgas und Uran gibt es noch für mindestens zweihundert Jahre in ausreichender Menge. Diese Ressourcen werden im Rahmen dieser Entwicklung zwar weiter verbraucht werden, aber wenn es dadurch gelingt, die Bevölkerungszahl zu stabilisieren, ist dieser Preis vertretbar.

3.5 Der Weg ›vorwärts‹

Für eine aktive Stabilisierung des Weltklimas ist sehr viel Energie notwendig – mehr, als heute zur Verfügung steht. Auch für die Reduktion des Bevölkerungswachstums wird viel Energie benötigt, denn die Geburtenraten sinken, wenn der Lebensstandard steigt und das erfordert viel bezahlbare Energie. Für eine nachhaltige Lösung beider Probleme, der nachhaltigen Stabilisierung des Klimas und der Stabilisierung der Bevölkerungszahl, ist also sehr viel preiswerte Energie erforderlich. Der Weg ›zurück‹ ist dagegen in vielerlei Hinsicht nicht nachhaltig. Zum einen kommt die Energiewende zu spät, um die Klimaerwärmung zu verhindern. Darüberhinaus blockiert sie andere Lösungen des Klimaproblems, da die erneuerbaren Energien mit ihrer geringen Energiedichte zu schwach sind, um eine aktive Klimakontrolle zu ermöglichen. Weiterhin bietet sie auch für das Bevölkerungsproblem keine Lösung an. Im Gegenteil: Eine Energiewende, sollte sie global umgesetzt werden, wird zu einem Absinken des Lebensstandards führen und damit zu einem Wiederanstieg der Geburtenraten in den armen Ländern.

In den nächsten Jahrzehnten wird also mehr preiswerte Energie benötigt, um in den armen Ländern das Wirtschaftswachstum zu ermöglichen. Bezahlbare Energie kann aus der Verbrennung von Kohle und Erdgas erzeugt werden. Das heißt aber auch, dass die Kohlendioxidemissionen weiter ansteigen werden und mit ihnen die globale mittlere Temperatur. In den nächsten hundert Jahren wird der Klimawandel noch moderate Auswirkungen haben. Der Meeresspiegel wird maximal um 1 Meter steigen. Die Erwärmung wird zu vielen weiteren lokalen Klimaveränderungen führen, die aber nicht katastrophal sind. Denn durch eine moderate Klimaerwärmung werden auch große Landflächen im hohen Norden bewohnbar und die Grenze für Ackerbau und Viehzucht wird sich weiter nach Norden verschieben. Die Witterungsperiode wird länger und die Niederschläge werden global zunehmen, so dass mit höheren Ernteerträgen zu rechnen ist. Vorerst wird die Klimaerwärmung also auch positive Folgen haben – auch wenn darüber in den Medien nicht berichtet wird. Die Zahl der Menschen wird auf mehr als zehn Milliarden ansteigen und dann hoffentlich konstant bleiben.

In fünfzig oder hundert Jahren wird die Klimaerwärmung immer stärkere Auswirkungen haben. Schließlich wird es notwendig werden, die Er-

wärmung auf einen Maximalwert zu begrenzen. Bis dahin werden hoffentlich stärkere Energiequellen zur Verfügung stehen, die es den dann lebenden Menschen ermöglichen, das Klima zu steuern. Welche Energiequellen das sein werden, darüber lässt sich heute nur spekulieren. Die heute bekannten Naturgesetze erlauben prinzipiell die Erzeugung ausreichend großer Energiemengen aus den beiden Formen der Kernenergie, der Kernspaltung und der Fusion.

3.6 Eine neue Interpretation von Nachhaltigkeit

Die herkömmliche Interpretation der Nachhaltigkeit beruht auf dem Bild einer ›freundlichen‹ Natur, die sich ohne Störung des Menschen im Gleichgewicht befindet. Die Umweltbelastungen der Industriegesellschaft stören dieses Gleichgewicht und schließlich werden die Umweltbedingungen in einen neuen Gleichgewichtszustand übergehen, der für die Menschen nachteilig ist (siehe Abb. 8 links). Tatsächlich gibt es aber keinen natürlichen Gleichgewichtszustand, sondern nur Übergänge und Veränderungen. Sogar der Sauerstoff der Luft, der für die Menschen lebenswichtig ist, ist nur ein Stoffwechselprodukt von Lebewesen, die vor Hunderten von Millionen Jahren lebten. Sie verursachten eine Veränderung der Zusammensetzung der Atmosphäre und viele Tiere und Pflanzen, für die Sauerstoff giftig ist, sind damals ausgestorben. Die Natur ist grundsätzlich nicht nachhaltig, sondern in ständiger, wenn auch langsamer Veränderung begriffen. Um die Lebensbedingungen der zukünftigen Generationen zu bewahren, ist eine aktive Stabilisierung durch den Menschen unumgänglich (siehe Abb. 8 rechts). Das erfordert mehr Technik und mehr Energie. Auch die Zunahme der Bevölkerung erfordert aktive Maßnahmen, für die mehr Technologie und vor allem mehr Energie benötigt werden. Nachhaltigkeit kann also nicht durch weniger Energie und weniger Technik erreicht werden, sondern ganz im Gegenteil nur durch mehr Energie und mehr Technik. Die Natur muss gesteuert werden, sonst werden in der Zukunft nur sehr viel weniger Menschen auf der Erde leben können.

3.7 Thesen und Schlussfolgerungen

Die Ausführungen der Kapitel 3.1 bis 3.6 werden in folgenden Thesen zusammengefasst:

- Nachhaltigkeit erfordert die Stabilisierung der Bevölkerungszahl.
- Nachhaltigkeit erfordert die Stabilisierung des Klimas.
- Für die Stabilisierung der Bevölkerungszahl und des Klimas wird sehr viel Energie benötigt.
- Nur der Weg ›vorwärts‹ zu mehr Energie und mehr Technik ist nachhaltig.

Deutschland befindet sich mit der Energiewende auf einem ideologiegetriebenen Sonderweg, der keine Lösung für die großen Probleme der Zukunft bietet. Die knappen und teuren erneuerbaren Energien eignen sich nicht dazu, das Bevölkerungswachstum zu bremsen oder die Klimaerwärmung zu bekämpfen. Stattdessen benötigen die armen Länder preiswerte Energien in großer Menge, um ihrer Bevölkerung ein Leben oberhalb der Schwelle bitterster Armut zu ermöglichen. Die Kohlendioxidemissionen werden daher in der Zukunft nicht abnehmen, sondern weiter zunehmen. Die Klimaerwärmung wird also fortschreiten. In fünfzig bis hundert Jahren wird eine aktive Klimakontrolle notwendig werden und diese erfordert enorme Mengen an Energie. Nur der Weg ›vorwärts‹ zu mehr Energie und mehr Technik ist nachhaltig. Neben dem Ausbau der preiswerten konventionellen Energien Kohle, Erdgas und Uran müssen neue leistungsstarke Energiequellen erschlossen werden. Dazu gehört beispielsweise die Fusion.

LITERATUR

- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2012): Energiedaten des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie. Gesamtausgabe, Stand 02.11.2012, <http://www.bmwi.de> vom 04.01.2013.
- Ganteför, Gerd (2010): Klima. Der Weltuntergang findet nicht statt, Weinheim.
- Metz, Karl Heinz (2005): Ursprünge der Zukunft: Die Geschichte der Technik in der westlichen Zivilisation, Paderborn.
- PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences 2009): Tipping dynamics on Earth, Vol. 106, No. 49, vom 08.12.2009.
- IPCC (Intergovernmental Panel of Climate Change/Weltklimarat 2007): 4. Bericht aus dem Jahr 2007. Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger (Deutsche Version), <http://www.ipcc.ch> vom 24.09.2009.