



energy [r]evolution

A SUSTAINABLE WORLD ENERGY OUTLOOK

Deutsche Zusammenfassung



GWEC
GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL

EREC
EUROPEAN RENEWABLE
ENERGY COUNCIL

GREENPEACE

Herausgeber:

Greenpeace e.V., Große Elbstraße 39, 22767 Hamburg, Tel. 040 – 306 18-0,
Fax 040 – 306 18-100, E-Mail: mail@greenpeace.de, Internet: www.greenpeace.de,
Politische Vertretung Berlin, Marienstraße 19-20, 10117 Berlin, Tel. 030 – 30 88 99-0.

Englische Langfassung:

Energy [R]evolution – a sustainable world energy outlook
Greenpeace International 2012

Projektleitung: Sven Teske

Übersetzung: Daniel Bullinger

V.i.S.d.P.: Sven Teske

Stand: Juni 2012

Zusammenfassung – Übersetzung der Executive Summary

Einleitung

Das Szenario „Energie [R]evolution“ ist seit seiner ersten Veröffentlichung in Europa im Jahr 2005 weithin bekannt und sehr respektiert. Das vorliegende Szenario ist die vierte Ausgabe des weltweiten Energieszenarios, die bisherigen Ausgaben sind 2007, 2008 und 2010 erschienen. Das Energie [R]evolution Szenario wurde vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) erarbeitet, im Auftrag von Greenpeace International, dem Global Wind Energy Council (GWEC) und dem European Renewable Energy Council (EREC).

Die Energie [R]evolution 2012 zeigt praktische Wege zum Klimaschutz auf, wie wir unsere Welt aus der aktuellen Situation in den notwendigen Zustand überführen können, indem wir den Einsatz fossiler Brennstoffe beenden, CO₂-Emissionen senken und gleichzeitig die Sicherheit der Energieversorgung gewährleisten.

Das im Jahr 2010 veröffentlichte Szenario beinhaltete eine ausführliche Arbeitsplatz-Analyse. Diese Recherchen werden in der vorliegenden Ausgabe noch ausgeweitet und beziehen neue Nachfrage- und Transportprognosen, Daten zu neuen Lieferengpässen bei Öl und Gas sowie die technologischen und ökonomischen Aspekte von erneuerbaren Heiz- und Kühlsystemen mit ein. In der Ausgabe von 2010 gab es noch zwei Szenarien: Die einfache und die fortgeschrittene Energie [R]evolution. Die aktuelle Ausgabe stellt lediglich eines vor, das auf dem ehemaligen „fortgeschrittenen“ Szenario beruht.

Das Dilemma der fossilen Brennstoffe

Durch die steigende Energienachfrage gerät die Versorgung mit fossilen Brennstoffen unter Druck, wodurch auch der Druck zur Erschließung „unkonventioneller“ Ölvorkommen wächst. Vermehrte Bohrungen bedrohen abgelegene und empfindliche Lebensräume wie die Arktis, und das umweltzerstörende Ölsand-Projekt in Kanada wird vorangetrieben, um weitere marginale Vorkommen zu erschließen. Die Knappheit konventionellen Erdöls ist allerdings nicht der dringlichste Grund für die Abkehr von fossilen Brennstoffen: Ein erheblicher Rückgang ihrer Nutzung ist für die Rettung des Erdklimas unabdinglich. Der Wechsel von fossilen Brennstoffen hin zu erneuerbaren Energiequellen bietet außerdem viele Vorteile, wie z. B. Unabhängigkeit von den Weltmarktpreisen für fossile Brennstoffe und die Schaffung von Millionen neuer, grüner Arbeitsplätze. Ein Wechsel kann auch fast zwei Milliarden Menschen mit Energie versorgen, die derzeit keinen Zugang zu Energieleistungen haben. Die Energie [R]evolution 2012 hat sich näher angesehen, welche Maßnahmen erforderlich sind – für einen schnelleren Ausstieg aus der Nutzung von Erdöl, zur Bewahrung der Arktis vor der Ölsuche, zur Vermeidung gefährlicher Tiefseebohrungen und um Ölschiefervorkommen unangetastet zu lassen.

Bedrohungen durch den Klimawandel

Der aufgrund steigender globaler Temperaturen drohende Klimawandel ist die bedeutendste ökologische Herausforderung, der sich die Welt am Anfang des 21. Jahrhunderts stellen muss. Er hat weitreichende Folgen für die soziale und ökonomische Stabilität der Welt, für ihre Naturschätze und insbesondere für die Art und Weise, wie wir unsere Energie erzeugen.

Um die verheerendsten Auswirkungen des Klimawandels zu verhindern, muss die globale Temperaturerhöhung möglichst weit unterhalb von 2°C bleiben. Dieses Ziel ist noch erreichbar, aber die Zeit wird knapp. Um unter der genannten Grenze zu bleiben, müssten die Treibhausgasemissionen bis 2015 ihren Maximalwert erreicht haben und danach zügig zurückgehen, um bis Mitte des 21. Jahrhunderts einen Wert zu erreichen, der möglichst nahe bei Null liegt. Das wichtigste Treibhausgas ist Kohlendioxid (CO₂), das durch die Nutzung fossiler Brennstoffe zur Energiegewinnung und im Verkehr entsteht. Die Begrenzung der globalen Temperaturzunahme auf 2°C wird oft als „sicheres Ausmaß“ für

die Erwärmung bezeichnet, doch dies entspricht nicht der Realität der neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse. Diese zeigen, dass eine Erwärmung um 2°C - gegenüber dem vorindustriellen Niveau - für viele entscheidende natürliche und menschliche Systeme ein nicht zu vertretendes Risiko darstellen würde¹. Selbst bei einer Erwärmung um 1,5°C werden für viele Regionen vermehrt Dürren, Hitzewellen und Überflutungen sowie andere negative Auswirkungen, wie eine zunehmende Wasserknappheit für bis zu 1,7 Milliarden Menschen, häufigere Waldbrände und Überflutungsrisiken, vorhergesagt. Ebenso schließt die Einhaltung des 2-Grad-Zieles massive Katastrophen keineswegs aus, wie etwa das Schmelzen von Inlandeisflächen. Ein teilweises Abschmelzen des grönländischen Inlandeises, und möglicherweise des westantarktischen Inlandeises, könnte auch dann eintreten, wenn die Erwärmung im Bereich von 0,8 – 3,8°C über dem aktuellen Wert läge². Wenn die steigenden Temperaturen innerhalb vertretbarer Grenzen bleiben sollen, müssen wir unsere Treibhausgasemissionen deutlich senken. Das ist sowohl ökologisch als auch ökonomisch sinnvoll.

Globale Verhandlungen

Die Unterzeichner der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC) von 1992 haben sich, in Anerkennung der globalen Bedrohung durch den Klimawandel, im Jahre 1997 auf das Kyoto-Protokoll geeinigt. Das Protokoll trat Anfang 2005 in Kraft und die 193 Mitglieder treffen sich seitdem regelmäßig, um über weitere Ausarbeitungen und Weiterentwicklungen des Abkommens zu verhandeln. Die USA hat als einziges, großes Industrieland das Protokoll nicht ratifiziert. Im Jahr 2011 gab allerdings Kanada seine Absicht bekannt, vom Protokoll zurückzutreten. 2009 in Kopenhagen waren die Mitglieder der UNFCCC nicht imstande, ein neues Klimaschutzabkommen mit ehrgeizigen und fairen Emissionssenkungen zu verabschieden. Auf der Vertragsstaatenkonferenz (COP) in Durban 2012 einigte man sich darauf, bis 2015 ein neues Abkommen zu schließen und eine zweite Verpflichtungsperiode Ende 2012 zu vereinbaren. Allerdings weisen die Untersuchungen des UN-Umweltprogramms (UNEP) zu den Klimaschutzverpflichtungen für 2020 eine erhebliche Lücke nach, zwischen dem, was aus wissenschaftlicher Sicht zur Einschränkung des Klimawandels erforderlich wäre und den von den Ländern geplanten Maßnahmen. Die von den Regierungen vorgeschlagenen Selbstverpflichtungen zur Begrenzung des Klimawandels können voraussichtlich eine globale Erwärmung um mindestens 2,5 bis 5 Grad gegenüber dem vorindustriellen Niveau zur Folge haben.³

Das Thema Atomkraft

Die Atomindustrie verspricht, die Atomenergie könne sowohl zum Klimaschutz als auch zur Versorgungssicherheit beitragen. Diese Behauptungen werden jedoch nicht von den verfügbaren Daten bestätigt. Der jüngste Bericht zu den Perspektiven der Energietechnik, der von der Internationalen Energieagentur IEA veröffentlicht wurde, beinhaltet ein so genanntes ‚Blue-Map-Szenario‘, das von einer Vervielfachung der Atomkraftleistung von heute bis zum Jahr 2050 ausgeht. Um dies zu erreichen, müssten dem Bericht zufolge bis 2050 jedes Jahr durchschnittlich 32 Großreaktoren (je 1.000 MW_e) gebaut werden. Dem IEA-Szenario zufolge würde eine solch massive Ausweitung der Atomkraft den CO₂-Ausstoß jedoch nur um weniger als 5 Prozent senken. Eine realistischere Analyse zeigt, dass eine solche Ausweitung angesichts der bisherigen Entwicklungsgeschichte der Atomkraft und der globalen Produktionskapazität äußerst unrentabel wäre. Das schwere Atomunglück im japanischen Fukushima im März 2011, in Folge eines Tsunamis, ereignete sich 25 Jahre nach der verheerenden Explosion im Atomkraftwerk von Tschernobyl, in der ehemaligen Sowjetunion, und zeigt die Risiken der Atomenergie auf. Atomkraft ist schlicht unsicher, teuer, mit großen Entsorgungsproblemen behaftet und nicht in der Lage, die Emissionen in ausreichendem Maße zu senken.

¹ W. L. Hare. A Safe Landing for the Climate. State of the World. Worldwatch Institute. 2009.

² Joel B. Smith, Stephen H. Schneider, Michael Oppenheimer, Gary W. Yohe, William Hare, Michael D. Mastrandrea, Anand Patwardhan, Ian Burton, Jan Corfee-Morlot, Chris H. D. Magadza, Hans-Martin Füssel, A. Barrie Pittock, Atiq Rahman, Avelino Suarez, und Jean-Pascal van Ypersele: *Assessing dangerous climate change through an update of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) "reasons for concern"*. Proceedings of the National Academy of Sciences. Vor der Herausgabe der Druckversion am 26. Februar 2009 online veröffentlicht, doi: 10.1073/pnas.0812355106. Der Artikel steht zur freien Verfügung unter: <http://www.pnas.org/content/early/2009/02/25/0812355106.full.pdf>. Eine Kopie des Diagramms befindet sich in Anhang 1.

³ UNEP Bericht zur Emissionslücke

Klimawandel und Versorgungssicherheit

Versorgungssicherheit ist inzwischen der wichtigste Tagesordnungspunkt in der Energiepolitik – sowohl im Hinblick auf den Zugang zu Ressourcen als auch hinsichtlich der finanziellen Stabilität. Die in jüngster Zeit stark schwankenden Erdölpreise haben verschiedene Ursachen. Ein Grund für diese Preisschwankungen ist, dass das nachgewiesene Vorkommen von fossilen Brennstoffen immer weiter zurückgeht, und dass deren Abbau immer teurer wird. Einige „unkonventionelle“ Vorkommen, wie z. B. Ölschiefer, sind dadurch inzwischen wirtschaftlich rentabel geworden, was verheerende Folgen für die Umwelt vor Ort hat. Die Zeiten von „billigem Öl und Gas“ sind vorbei. Der atomare Brennstoff Uran ist ebenfalls ein begrenzter Rohstoff. Die Reserven an Erneuerbaren Energien, die weltweit technisch zugänglich wären, sind dagegen groß genug, um über 40 mal mehr Energie zu liefern, als die Welt derzeit verbraucht – und das auf unabsehbare Zeit, nach dem Sonderbericht der IPCC zu Erneuerbaren Energien (SRREN). Technologien zur Nutzung Erneuerbarer Energien sind technisch und wirtschaftlich unterschiedlich weit ausgereift, doch eine Reihe von verschiedenen Quellen bietet zunehmend attraktive Möglichkeiten. Kostensenkungen allein in den letzten zwei Jahren haben die Wirtschaftlichkeit der Erneuerbaren Energien grundlegend verändert, besonders im Bereich von Windkraft und Photovoltaik. Ob Wind, Sonne, Erdkruste oder das Meer - allen erneuerbaren Energiequellen ist gemein, dass sie kaum oder gar keine Treibhausgase erzeugen und eine nahezu unerschöpfliche Energiequelle darstellen. Einige Technologien sind bereits wettbewerbsfähig; die Solar- und Windkraftindustrie weisen schon seit über 10 Jahren ein zweistelliges Wachstum auf, wodurch die Technik weltweit immer schneller zum Einsatz kommt.

Energieeffizienz ist ein schlummernder Riese – und bietet die kostenwirksamste Möglichkeit, den Energiesektor umzustrukturieren. Sie bietet ein enormes Potential, unseren Energieverbrauch zu senken und gleichzeitig ein gleichbleibendes Niveau an Energieleistungen sicherzustellen. Neue Geschäftsmodelle zur Umsetzung der Energieeffizienz müssten entwickelt und politisch stärker unterstützt werden. Diese Studie führt eine Reihe von Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz auf, die den Energiebedarf in der Industrie, in Privathaushalten, in Geschäftsbetrieben, im Dienstleistungsbereich sowie im Transport- und Verkehrswesen erheblich reduzieren könnten.

Die zentralen Grundsätze der Energie [R]evolution

Experten sind sich darin einig, dass dieser grundsätzliche Wandel in der Art und Weise, wie wir Energie erzeugen und verbrauchen, sofort beginnen muss. Und innerhalb der nächsten zehn Jahre muss er bereits weit vorangeschritten sein, um die schlimmsten Folgen des Klimawandels noch abzuwenden.⁴ Diese Herausforderung bedeutet, dass die Art und Weise, wie wir Energie erzeugen, verbrauchen und verteilen, komplett umgestellt werden muss, ohne dabei das Wirtschaftswachstum zu beeinträchtigen. Die fünf zentralen Grundsätze hinter diesem Wandel der Energy [R]evolution sind:

- Einsatz erneuerbarer Lösungen, insbesondere durch dezentrale Energiesysteme
- Berücksichtigung der natürlichen Grenzen unserer Umwelt
- Stufenweise Abschaltung verschmutzender, nicht-nachhaltiger Energiequellen
- Mehr Gerechtigkeit bei der Nutzung von Ressourcen
- Entkoppelung des Wirtschaftswachstums vom Verbrauch fossiler Brennstoffe

Dezentrale Energiesysteme, bei denen Strom und Wärme in unmittelbarer Nähe des Endabnehmers erzeugt werden, vermeiden Überlastungen der Netze und Verluste bei der Energieverteilung. Investitionen in die „Klima-Infrastruktur“, wie etwa intelligente, interaktive Stromnetze und Verbundsysteme, um große Energiemengen aus Offshore-Windparks und Sonnenwärmekraftwerken zu transportieren, sind unerlässlich. Der Aufbau von kleinen regionalen Stromnetzen (micro grids), insbesondere für Menschen in entlegenen Regionen, wird ein zentrales Instrument für die Bereitstellung einer nachhaltigen Stromversorgung für die fast zwei Milliarden Menschen sein, die derzeit keinen Zugang dazu haben.

⁴ IPCC – Sonderbericht über Erneuerbare Energien, Kapitel 1, Mai 2011

Prognosen und Wirklichkeit

Prognose der Ende 2010 weltweit installierten Windkraftleistung in der ersten Ausgabe des globalen Energie [R]evolution Szenarios, veröffentlicht im Januar 2007.

>> 156 GW

Tatsächlich Ende 2010 weltweit installierte Leistung aus Erneuerbaren Energien. Ende 2011 wurden bereits 237 GW installiert.

>> 197 GW

Es muss noch mehr geschehen.

Die Energie [R]evolution – Kernergebnisse

Erneuerbare Energien deckten im Jahr 2009 13,5 Prozent des weltweiten primären Energiebedarfs. Die hauptsächliche Energiequelle ist Biomasse, die vorwiegend als Heizstoff verwendet wird.

Der Anteil der Erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung beträgt etwa 19,3 Prozent, der Anteil an Heizstoff rund 25 Prozent, hiervon ist ein erheblicher Teil traditionellen Anwendungen wie Brennholz zuzurechnen. Ungefähr 81 Prozent des primären Energiebedarfs werden heute noch über fossile Brennstoffe und 5,5 Prozent durch Atomkraft gedeckt.

Das Szenario der Energie [R]evolution beschreibt Entwicklungswege hin zu einer nachhaltigen Energieversorgung, die die dringend erforderliche CO₂-Senkung sowie die Abkehr von der Atomkraft erreicht, ohne dafür auf unkonventionelle Ölvorkommen zuzugreifen. Die Ergebnisse der Energie [R]evolution werden durch die folgenden Maßnahmen erreicht:

- **Einschränkung des globalen Energiebedarfs:** Zur Berechnung des voraussichtlichen weltweiten Energiebedarfs werden die Bevölkerungsentwicklung, das Wachstum des Bruttoinlandsproduktes und die Intensität der Energienutzung herangezogen. Unter unveränderter Weiterführung bestehender Rahmenbedingungen (Referenzszenario) steigt der Primärenergiebedarf um 61 Prozent, von ca. 500 EJ/a (Exajoule pro Jahr) im Jahr 2009 auf ca. 806 EJ/a im Jahr 2050. Im Szenario der Energie [R]evolution steigt die Nachfrage bis 2020 lediglich um 10 Prozent im Vergleich zum aktuellen Verbrauch und sinkt danach etwas auf das Niveau von 2009.
- **Kontrolle des globalen Strombedarfs:** Das Energie [R]evolution Szenario geht von einer überproportionalen Steigerung des Strombedarfs aus – vorwiegend in privaten Haushalten und im Dienstleistungsbereich. Mit Hilfe ausreichender Effizienzmaßnahmen kann jedoch eine größere Zunahme verhindert werden, so dass der Strombedarf im Jahr 2050 bei etwa 41.000 liegt. Im Vergleich zum Referenzszenario lässt sich durch Effizienzmaßnahmen die Erzeugung von 12.800 Terawattstunden pro Jahr vermeiden.
- **Reduzierung des globalen Wärmebedarfs:** Die Potentiale zur Effizienzsteigerung sind im Heizungssektor noch größer als im Stromsektor. Im Energie [R]evolution Szenario kann die Nachfrage nach Wärme im Endverbrauch langfristig deutlich gesenkt werden. Im Vergleich zum Referenzszenario lässt sich durch effizienzsteigernde Maßnahmen bis zum Jahr 2050 Energie einsparen, die einem Verbrauch von 46.500 Petajoule pro Jahr entspricht. Die niedrigere Nachfrage lässt sich durch die energetische Sanierung bestehender Wohngebäude und durch die Einführung von Niedrigenergiestandards bei Neubauten erreichen, einschließlich „Energie-plus-Häuser“, damit können Menschen denselben Komfort und dieselben Energieleistungen wie bisher genießen.
- **Entwicklung des globalen industriellen Energiebedarfs:** In beiden Szenarien steigt der Energiebedarf der Industrie. Während das Wirtschaftswachstum im Referenzszenario und im Energie [R]evolution Szenario identisch ist, verringert sich im alternativen Fall die Erhöhung des Gesamtenergiebedarfs aufgrund einer schnelleren Zunahme in der Intensität der Energienutzung. Die Entkoppelung von

Wirtschaftswachstum und Energiebedarf ist der Schlüssel zum Erreichen einer nachhaltigen Energieversorgung bis 2050. Das Energie [R]evolution Szenario benötigt 40 Prozent weniger Energie pro Dollar Bruttoinlandsprodukt als das Referenzszenario.

- **Stromerzeugung:** Ein dynamisch wachsender Markt für Erneuerbare Energien kompensiert die Abkehr von der Atomenergie und die geringere Anzahl von Kraftwerken für fossile Brennstoffe. Bis 2050 werden 94 Prozent des weltweit produzierten Stroms aus Erneuerbaren Energien gewonnen. „Neue“ Erneuerbare Energien – vor allem Windkraft, Photovoltaik und Erdwärme – werden 60 Prozent der Stromerzeugung ausmachen. Das Energie [R]evolution Szenario prognostiziert eine unmittelbare Marktentwicklung mit hohen jährlichen Wachstumsraten. Erneuerbare Energien werden bereits im Jahr 2020 einen Anteil von 37 Prozent erreicht haben und bis 2030 einen Anteil von 61 Prozent. Die installierte Leistung an Erneuerbaren Energien wird 2030 fast 7.400 Gigawatt und bis zum Jahr 2050 15.100 Gigawatt erreichen.
- **Künftige Kosten der Stromerzeugung:** Im Energie [R]evolution Szenario steigen die Kosten der Stromerzeugung geringfügig gegenüber dem Referenzszenario. Dieser Unterschied bleibt bis 2020 durchschnittlich bei unter 0,6 US Cent pro Kilowattstunde. Wenn allerdings die Preise für fossile Brennstoffe höher steigen als im Modell angenommen, verringert sich diese Differenz. Die Kosten der Stromerzeugung werden im Energie [R]evolution Szenario bis zum Jahr 2025 wirtschaftlich vorteilhaft sein und bis 2050 werden die Kosten deutlich niedriger sein: Etwa 8 US-Cent pro Kilowattstunde – oder 45 Prozent unter den Kosten im Referenzszenario.
- **Die künftigen Stromkosten:** Im Referenzszenario führt eine ungebremszte Zunahme des Bedarfs dazu, dass die Gesamtkosten der Stromversorgung von heute 2.364 Milliarden US Dollar pro Jahr auf über 8.830 Milliarden US Dollar im Jahr 2050 steigen. Das Energie [R]evolution Szenario trägt zur Stabilisierung der Energiekosten bei, indem es die Energieeffizienz erhöht und auf Erneuerbare Energien umschwenkt, so dass die langfristigen Kosten der Stromversorgung im Jahr 2050 22 Prozent niedriger als im Referenzszenario sind (geschätzte Kosten für Effizienzsteigerungen bereits eingerechnet).
- **Künftige Investition in die Stromerzeugung:** Die weltweiten Gesamtinvestitionen, die bis 2020 für den Bau neuer Kraftwerke erforderlich sind, liegen beim Referenzszenario im Bereich von 11,5 Billionen US Dollar und beim Energie [R]evolution Szenario im Bereich von 20,1 Billionen US Dollar. Die Notwendigkeit, den Bestand alternder Kraftwerke in OECD-Ländern zu ersetzen und neue Kraftwerke in Entwicklungsländern zu errichten, wird der wichtigste Investitionsmotor sein. Abhängig von den Gegebenheiten vor Ort können Erneuerbare Energien (z. B. Wind in einer Gegend mit hohem Windaufkommen) Strom zu Kosten erzeugen, die mit denen von Kohle- oder Erdgas-Kraftwerken durchaus vergleichbar sind. Photovoltaik-Anlagen erreichen in vielen Industrieländern bereits jetzt Netzparität. Um das Energie [R]evolution Szenario bis zum Jahr 2050 Wirklichkeit werden zu lassen, müssten 50.400 Milliarden US Dollar in den Stromsektor investiert werden (einschließlich Investitionen in den Ersatz von Kraftwerken, die das Ende ihrer wirtschaftlichen Lebensdauer erreicht haben). Im Referenzszenario verteilen sich die Gesamtinvestitionen bis 2050 im Verhältnis von 48 Prozent für konventionelle Kraftwerke und 52 Prozent für Erneuerbare Energien, einschließlich Heizkraftwerke mit Kraft-Wärme-Kopplung (KWK). Im Energie [R]evolution Szenario verlagern sich 95 Prozent der globalen Investitionen auf Erneuerbare Energien und Heizkraftwerke. Die Investitionen im Stromsektor, die bis zum Jahr 2030 tatsächlich in fossile Brennstoffe fließen, entfallen überwiegend auf KWK-Anlagen. Die durchschnittliche jährliche Investition im Stromsektor von heute bis zum Jahr 2050 läge im Energie [R]evolution Szenario bei 1.260 Milliarden US Dollar, verglichen mit 555 Milliarden im Referenzszenario.
- **Einsparungen bei den Brennstoffkosten:** Da bei Erneuerbaren Energien, mit Ausnahme von Biomasse, keine Brennstoffkosten anfallen, erreichen die Einsparungen bei den Brennstoffkosten im Energie [R]evolution Szenario bis 2050 insgesamt 52.800 Milliarden US Dollar, oder 1.320 Milliarden US Dollar pro Jahr. Die Kosteneinsparungen beim Brennstoff wären also mehr als doppelt so hoch wie die gesamten zusätzlichen Investitionen im Referenzszenario. Nach 2050 würden diese

Erneuerbaren Energien dann weiterhin Strom erzeugen, ohne dass weitere Brennstoffkosten anfielen, wogegen die Kosten für Kohle und Erdgas weiterhin eine Belastung für die einzelnen Volkswirtschaften darstellen werden.

- **Wärmeversorgung:** Erneuerbare Energien liefern zurzeit 25 Prozent des globalen Energiebedarfs für die Wärmeerzeugung, wobei der größte Teil davon aus Biomasse gewonnen wird. Im Energie [R]evolution Szenario liefern Erneuerbare Energien im Jahr 2030 über 50 Prozent des gesamten weltweiten Wärmebedarfs, 2050 sind es bereits über 90 Prozent. Energieeffizienzmaßnahmen können die aktuelle Nachfrage nach Wärme um 10 Prozent senken und trotzdem noch zu einer Verbesserung der Lebensbedingungen einer stetig wachsenden Bevölkerung beitragen.
- **Künftige Investitionen im Wärmesektor:** Der Wärmesektor des Energie [R]evolution Szenarios würde eine erhebliche Überarbeitung der bisherigen Investitionsstrategien in Technologien zur Wärmeerzeugung erfordern. Insbesondere ist eine enorme Erhöhung der Zahl der Anlagen erforderlich, um das Potential der noch nicht weit verbreiteten Solarenergie, Geothermie und Wärmepumpentechnik auszuschöpfen. Die installierte Leistung muss bei solarthermischen Anlagen um den Faktor 60, bei der Geothermie und bei Wärmepumpen um einen Faktor von mehr als 3.000 erhöht werden. Da die technische Komplexität in diesem Sektor sehr stark variiert, kann das Energie [R]evolution Szenario nur grob berechnet werden, wonach bis 2050 etwa 27 Billionen US Dollar an Investitionen in erneuerbare Technologien zur Wärmeerzeugung notwendig wären. Darin enthalten sind Investitionen für den Austausch der Anlage nach Ablauf der wirtschaftlichen Nutzungsdauer, diese Summe beträgt etwa 670 Milliarden US Dollar im Jahr.
- **Künftige Arbeitsplätze im Energiesektor:** Das Energie [R]evolution Szenario führt weltweit zu mehr Arbeitsplätzen im Energiesektor als bei einer unveränderten Fortsetzung der bisherigen Politik. Während im Referenzszenario die Anzahl der Arbeitsplätze im Energiebereich von derzeit 20,6 Millionen zwischen 2010 und 2015 auf 18,7 Millionen zurückgeht, steigt sie im Energie [R]evolution Szenario auf 23,3 Millionen Arbeitsplätze. Im Bereich der Erneuerbaren Energien steigt die Beschäftigung insgesamt von rund 7 Millionen im Jahre 2010 auf 12 Millionen im Jahr 2015 und 13 Millionen in 2020 – 4,9 Millionen mehr als im Referenzszenario.
- **Globales Verkehrswesen:** Im Transport- und Verkehrssektor wird der Energieverbrauch laut Energie [R]evolution Szenario bis 2020 aufgrund der rasch wachsenden Nachfrage nach Leistungen voraussichtlich weiterhin steigen. Danach geht er bis 2050 auf das aktuelle Nachfrageniveau zurück. Im Vergleich zum Referenzszenario sinkt die Nachfrage nach verkehrsbezogener Energie bis zum Jahr 2050 insgesamt um 60 Prozent bzw. um etwa 90.000 Petajoule pro Jahr. Der Energiebedarf für Transport und Verkehr steigt demnach im Energie [R]evolution Szenario zwischen 2009 und 2050 lediglich um 26 Prozent auf ca. 60.500 Petajoule pro Jahr. Deutliche Einsparungen werden durch die Verlagerung hin zu kleineren Autos erreicht, die von wirtschaftlichen Anreizen ausgelöst wird, sowie durch eine deutliche Verschiebung der Antriebstechnik hin zu Elektroantrieben – hinzu kommt eine Verringerung der jährlich gefahrenen Kilometer um 0,25 Prozent pro Jahr. In der Energy [R]evolution wird Strom im Jahr 2030 12 Prozent der Gesamtenergie für den Verkehrssektor liefern, während sein Anteil im Jahr 2050 bei 44 Prozent liegt.
- **Primärenergieverbrauch:** Im Energie [R]evolution Szenario sinkt der Bedarf an Primärenergie bis 2050 um 40 Prozent im Vergleich zum Referenzszenario. Bei dieser Prognose stammt nahezu die gesamte weltweite Stromversorgung, einschließlich des Großteils der für Gebäude und Industrie benötigten Energie, aus erneuerbaren Quellen. Der Verkehrssektor, besonders die Luft- und Schifffahrt, wäre der letzte Bereich, der ganz ohne fossile Brennstoffe auskäme.
- **Entwicklung der CO₂-Emissionen:** Die weltweiten CO₂-Emissionen steigen im Referenzszenario um 62 Prozent, während sie im Energie [R]evolution Szenario von 27.925 Millionen Tonnen 2009 auf 3.076 Millionen Tonnen 2050 zurückgehen. Die jährlichen Pro-Kopf-Emissionen sinken von 4,1 Tonnen CO₂ auf 2,4 Tonnen CO₂ im Jahr 2030 und 0,3 Tonnen CO₂ im Jahr 2050. Selbst bei einem Ausstieg aus der Atomenergie und einer steigenden Nachfrage werden die CO₂-Emissionen im Stromsektor zurückgehen. Langfristig werden Effizienzsteigerungen und die vermehrte Nutzung von

erneuerbarem Strom für Fahrzeuge ebenfalls die Emissionen im Transport- und Verkehrsbereich senken. Mit einem Anteil von 33 Prozent an den CO₂-Emissionen im Jahre 2050 wird der Verkehrssektor die Hauptquelle von Emissionen sein, gefolgt von der Industrie und der Stromerzeugung. Bis 2050 liegen die CO₂-Emissionen, die auf die globale Energiewirtschaft zurückzuführen sind, 85 Prozent unter dem Niveau von 1990.

Änderungen der Energiepolitik

Um die Energie [R]evolution Wirklichkeit werden zu lassen und gefährliche Klimaänderungen zu verhindern, fordern Greenpeace, GWEC (Global Wind Energy Council) und EREC (European Renewable Energy Council) die folgenden politischen Richtlinien und Maßnahmen im Energiesektor:

1. Stufenweise Abschaffung aller Subventionen für fossile Brennstoffe und Atomenergie.
2. Internalisierung der externen (sozialen und ökologischen) Kosten der Energieproduktion durch Emissionsrechtehandel.
3. Vorschrift strenger Effizienzstandards für alle Energie verbrauchenden Geräte, Gebäude und Fahrzeuge.
4. Formulierung rechtlich verbindlicher Zielvorgaben für Erneuerbare Energien und Kraft-Wärme-Kopplung.
5. Reform der Strommärkte durch Garantie auf bevorzugten Zugang zum Stromversorgungsnetz für Erzeuger von Strom aus erneuerbaren Quellen.
6. Gewährung klar definierter und stabiler Renditen für Investoren, zum Beispiel durch Einspeisetarifprogramme.
7. Umsetzung besserer Kennzeichnungs- und Auskunftsmechanismen für ein weiterreichendes Angebot umweltbezogener Produktinformationen.
8. Erhöhung der Forschungs- und Entwicklungsetats für Erneuerbare Energien und Energieeffizienz.