

Renews Spezial

Ausgabe 51 / Februar 2011

Hintergrundinformation
der Agentur für Erneuerbare Energien

Konflikte und Risiken der Energieversorgung

Erneuerbare Energien als
Beitrag zu Ressourcenver-
sorgung und Energiesicherheit

Verfasser:

era – energy research architecture
Björn Pieprzyk
Norbert Kortlüke
Stand: Februar 2011

Redaktion:

Undine Ziller

Herausgegeben von:

**Agentur für Erneuerbare
Energien e. V.**

Reinhardtstr. 18
10117 Berlin
Tel.: 030-200535-3
Fax: 030-200535-51
kontakt@unendlich-viel-energie.de

ISSN 2190-3581

Unterstützer:

Bundesverband Erneuerbare Energie
Bundesverband Solarwirtschaft
Bundesverband WindEnergie
GtV - Bundesverband Geothermie
Bundesverband Bioenergie
Fachverband Biogas
Verband der Deutschen Biokraftstoffindustrie
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

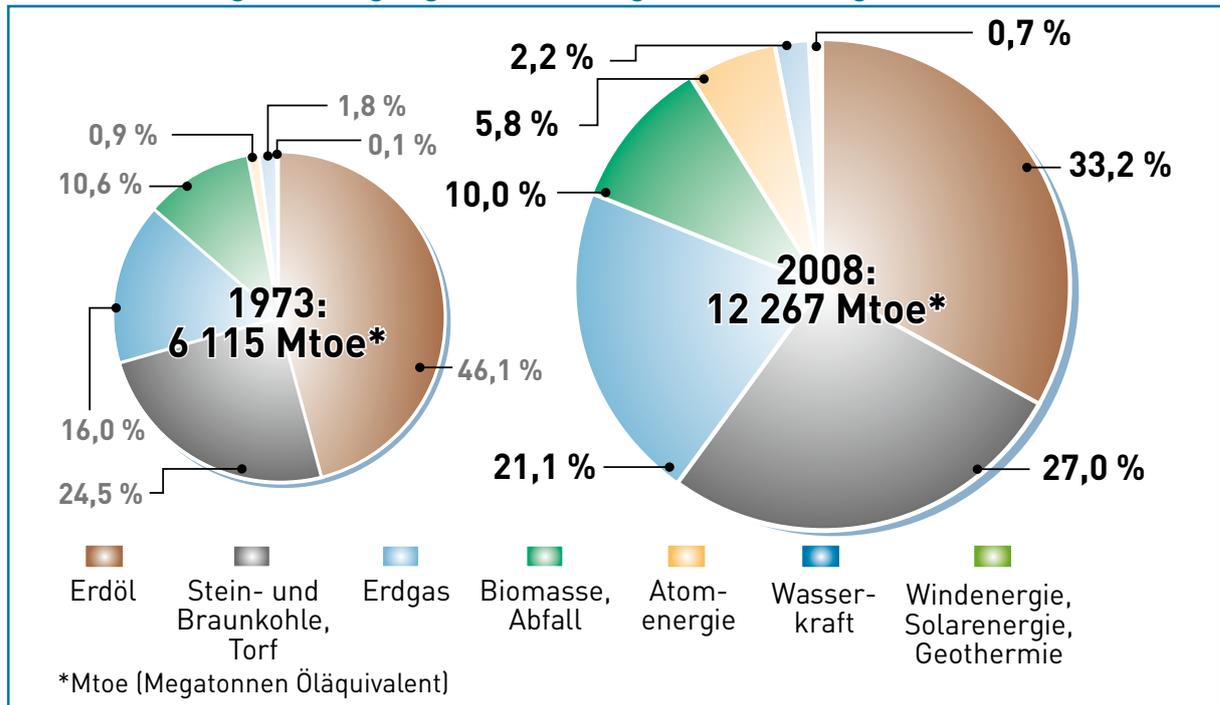
Inhalt

1	Energiesicherheit und Ressourcenverfügbarkeit	3
2	Risiko Knappheit: Schwinden die fossilen Ressourcen?	6
2.1	Wie entwickelt sich der Bedarf an Energierohstoffen?	6
2.2	Endliche Reserven und steigende Preise	7
2.3	Die deutsche Abhängigkeit von Energieimporten	9
3	Konzentration als Risiko	10
3.1	Regionale Konzentration als Risiko	10
3.2	Wettlauf um Rohstoffe	13
4	Risiko sozialer und militärischer Konflikte in Staaten mit Erdöl- und Erdgasvorkommen	14
4.1	Militärische Konflikte und Bürgerkriege	14
4.2	Soziale Konflikte	15
4.3	Transportrisiken von Erdöl und Erdgas	16
4.4	Wirtschaftliche Auswirkungen von Konflikten	19
5	Risiko Klimawandel	19
6	Unkonventionelle fossile Rohstoffe – Lösung oder Verschärfung des Problems?	21
7	Erneuerbare Energien: ein Beitrag zur Energiesicherheit	24
7.1	Dezentrale Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien	24
7.2	Importvermeidung durch Erneuerbare Energien	25
7.3	Beitrag zu Entwicklung und Konfliktlösung	26
7.4	Vermeidung von Klima- und Umweltrisiken	28
7.5	Potenziale der Erneuerbaren Energien	29
7.5.1	Potenziale in Deutschland	29
7.5.2	Potenziale der Erneuerbaren Energien in Europa	31
7.5.3	Weltweite Potenziale der Erneuerbaren Energien	32
7.6	Exkurs: Kupfer, Lithium und Seltene Erden - Nicht-Energetische Rohstoffe und Erneuerbare Energien	32
8	Abbildungsverzeichnis	35
9	Quellenverzeichnis	36

1 Energiesicherheit und Ressourcenverfügbarkeit

Energie ist die grundlegende Ressource für das Leben der Menschen. Fossile Rohstoffe wie Erdöl, Erdgas, Kohle und Uran haben seit der Industrialisierung das Wirtschaftsleben geprägt und die Entwicklung von Produktion, Transport und Handel ermöglicht. Bislang dominieren diese Rohstoffe den Energieverbrauch: Nach Angaben der Internationalen Energieagentur (IEA) tragen Erdöl und Kohle je zu etwa einem Drittel zur Primärenergieversorgung bei, Erdgas zu einem Fünftel. Erneuerbare Rohstoffe wie Brennholz, Dung oder biogener Abfall tragen etwa zehn Prozent zur Energieversorgung bei. Der Anteil von Wasserkraft liegt bei rund zwei Prozent, der von Technologien wie Wind- und Solarenergie sowie Geothermie bei etwa einem Prozent.¹

Weltweite Energieversorgung (Primärenergie) – Verteilung der Rohstoffe

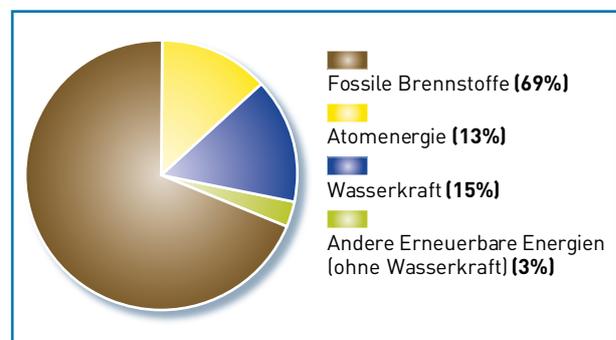


Quelle: IEA 2010

Abbildung 1: Entwicklung des weltweiten Primärenergieverbrauchs 1973 bis 2008²

Die Abhängigkeit von fossilen Rohstoffen wie Erdöl, Erdgas und Kohle ist mit Risiken verbunden und kann zu sozialen Konflikten und sogar zu militärischen Auseinandersetzungen führen. Denn Lieferengpässe oder schwankende Preise wirken sich direkt auf die landwirtschaftliche und industrielle Produktion sowie den Transportsektor aus. Mit der ökonomischen Stabilität ist damit auch die politische Stabilität heutiger Gesellschaften gefährdet.³

Anteil der Erneuerbaren Energien an der weltweiten Stromerzeugung 2008



Quelle: REN21 2010

Abbildung 2: Anteile an der weltweiten Stromerzeugung 2008

¹ IEA 2010a
² IEA 2010a
³ Europäische Kommission 2001, Kästner 2006

Energiesicherheit ist deshalb ein vielzitiertes Bestandteil der Außen- und Sicherheitspolitik großer Wirtschaftsmächte. Gemeint ist damit je nach Zusammenhang die ausreichende Verfügbarkeit von Ressourcen, der freie Zugang zu Rohstoffquellen oder die Wahrung innerer Stabilität. So betont auch das US-Militär die Bedeutung einer sicheren Versorgung mit Energierohstoffen für die nationale Sicherheit: „U.S. dependence on fossil fuels undermines economic stability, which is critical to national security.“⁴ In der Studie „Peak Oil“ des Zentrums für Transformation der Bundeswehr heißt es: „Erstens stellt ein globaler Mangel an Erdöl ein systemisches Risiko dar, denn durch seine vielseitige Verwendbarkeit als Energieträger und als chemischer Grundstoff wird so gut wie jedes gesellschaftliche Subsystem von einer Knappheit betroffen sein. Ein zukünftig verstärktes internationales Interesse ergibt sich zweitens aus der Tatsache, dass gleichzeitig mit der Verknappung eine dauerhafte geografische Konzentration der Erdöllagerstätten und der Transportinfrastrukturen stattfindet – und damit auch eine geopolitische Machtverschiebung.“⁵

Auch die NATO verweist 1999 im strategischen Konzept des Bündnisses darauf, dass der Transport wichtiger Ressourcen ein zentrales Sicherheitsinteresse ist: „Im Fall eines bewaffneten Angriffs auf das Gebiet der Bündnispartner, aus welcher Richtung auch immer, finden Artikel 5 und 6 des Vertrags von Washington Anwendung. Die Sicherheit des Bündnisses muss jedoch auch den globalen Kontext berücksichtigen. Sicherheitsinteressen des Bündnisses können von anderen Risiken umfassenderer Natur berührt werden, einschließlich Akte des Terrorismus, der Sabotage und des organisierten Verbrechens sowie der Unterbrechung der Zufuhr lebenswichtiger Ressourcen.“⁶

Dieses Hintergrundpapier zeigt, mit welchen Risiken die Nutzung fossiler Energierohstoffe verbunden ist und inwieweit der Umstieg auf Erneuerbare Energien die Konfliktpotenziale reduzieren kann. Zu den Risiken gehören die Verknappung von Erdöl- und Erdgasreserven (Kapitel 2) und die Konzentration des Rohstoffzugangs (Kapitel 3). Welche sozialen und militärischen Konflikte aus dem Abbau und dem Transport fossiler Rohstoffe resultieren können, untersucht Kapitel 4. Kapitel 5 analysiert das Risiko von Klimawandel und Umweltschäden. Welchen Einfluss die Förderung von unkonventionellen Rohstoffen – Teersanden, Schwerstölen und Ölschiefern – auf die Energiesicherheit hat, zeigt das Kapitel 6.

Kapitel 7 befasst sich mit dem Beitrag von Wind- und Sonnenenergie, Biomasse, Wasserkraft und Geothermie zur Energiesicherheit. Dazu gehört die dezentrale Verfügbarkeit der erneuerbaren Quellen, die zur Unabhängigkeit von fossilen Energieimporten beiträgt. Heute sind immer noch 1,4 Milliarden Menschen ohne Stromversorgung.⁷ Durch die Nutzung lokaler Ressourcen bieten die Erneuerbaren Energien neue Zugänge zur Energieversorgung und wirken der Energiearmut entgegen. Durch die Vermeidung von Treibhausgasemissionen tragen Erneuerbare Energien zudem dazu bei, die Risiken des Klimawandels zu reduzieren. Schließlich zeigt der Exkurs in Kapitel 8 die Bedeutung von nicht-energetischen Rohstoffen wie Kupfer und Seltenen Erden für die Technologien auf.

4) CNA Military Advisory Board 2009

5) Zentrum für Transformation

6) Nato 1999

7) IEA World Energy Outlook 2010b

2 Risiko Knappheit: Schwinden die fossilen Ressourcen?

2.1 Wie entwickelt sich der Bedarf an Energierohstoffen?

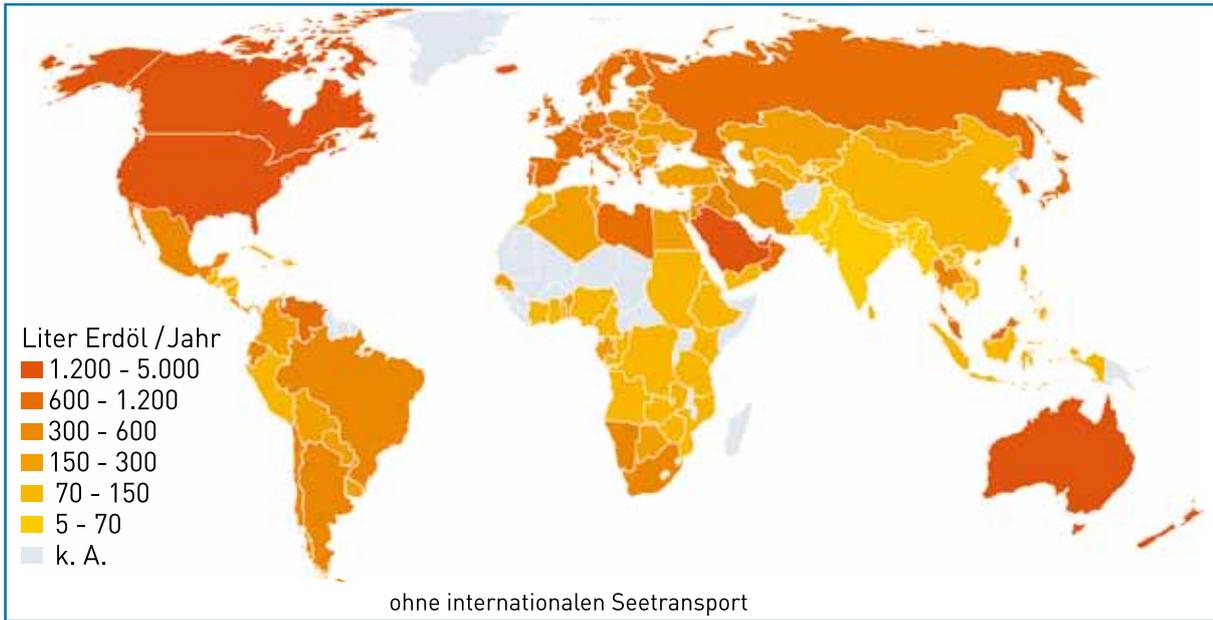
Die wirtschaftliche Entwicklung in Europa und Nordamerika, aber auch in Schwellen- und Entwicklungsländern ist in der Vergangenheit mit einem steigenden Energieverbrauch einhergegangen. Zwischen 1973 und 2008 hat sich der weltweite Primärenergieverbrauch der Internationalen Energieagentur (IEA) zufolge verdoppelt. Für die zukünftige Entwicklung gehen die Prognosen auseinander. In ihrem World Energy Outlook 2010 rechnet die IEA damit, dass der weltweite Primärenergieverbrauch bis 2035 um 36 Prozent ansteigt, auch wenn alle Staaten ihre klimapolitischen Ziele und Maßnahmen umsetzen.⁸ Das entspricht einem durchschnittlichen Wachstum von 1,4 Prozent pro Jahr. Schwellen- und Entwicklungsländer machen in dieser Prognose mit mehr als 90 Prozent den Großteil des Zuwachses aus, China allein mehr als ein Drittel. Andere Experten gehen hingegen davon aus, dass mit drastischen Effizienzmaßnahmen der weltweite Energieverbrauch langfristig gesenkt werden kann.⁹ Nach Berechnung des World Wildlife Fund (WWF) und Ecofys ist durch Einsparungen und eine effizientere Nutzung sogar ein Rückgang des Energiebedarfs um 20 Prozent bis 2050 möglich.¹⁰ Aber auch das Erreichen sehr ehrgeiziger Effizienzziele würde allein die Problematik der fossilen Energienutzung nicht lösen. Auch ein konstanter oder abnehmender Verbrauch endlicher Rohstoffe kann über kurz oder lang Engpässe auslösen, die Ausweitung von Tiefsee- oder Arktisbohrungen verursachen oder für eine zunehmende Förderung von Teersanden, Ölschiefern und Schwerstölen sorgen (unkonventionelle fossile Kraftstoffe siehe Kapitel 2.2 und 6).

Besonders ausgeprägt ist die Abhängigkeit von Erdöl im Verkehrssektor, dessen Energienachfrage fast zu 100 Prozent mit Erdöl gedeckt wird.¹¹ Die Abbildung 3 zeigt, wie ungleich sich der Erdölverbrauch im Verkehrssektor zwischen den Staaten verteilt. Nähern sich die Entwicklungs- und Schwellenländer im Bereich der Mobilität an den Pro-Kopfverbrauch der Industrieländer an, steigt der Gesamtbedarf an Energierohstoffen gewaltig. Francisco Blanch von der Bank of America Merrill Lynch prognostiziert einen rasanten Zuwachs, auch weil immer mehr Menschen in diesen Regionen über das ausreichende Kapital für den Kauf eines eigenen Autos verfügen: "Approximately 1.7bn consumers in emerging markets with a per capita income of \$5,000 to \$20,000 are eagerly waiting to buy cars, air-conditioning units, or white goods."¹²

Besonders in China und Indien wird ein massiver Anstieg des Erdölkonsums erwartet. Die Bank of America Merrill Lynch rechnet bis 2015 mit einem Verbrauchsanstieg um 2,8 Mio. Barrel/Tag in China und um 2,5 Mio. Barrel/Tag in Indien. Damit sind auch kurzfristige Engpässe in der weltweiten Erdölversorgung zu erwarten.

8) IEA World Energy Outlook 2010b
9) Greenpeace 2010, WWF 2011
10) WWF 2011
11) IEA 2009b
12) Evans-Pritchard 2010

Pro-Kopf-Energieverbrauch im Verkehrssektor



Quelle: IEA 2009

Abbildung 3: Erdölverbrauch pro Kopf¹³

2.2 Endliche Reserven und steigende Preise

Ob die Förderung der Energierohstoffe mit dem wachsenden weltweiten Verbrauch mithalten kann, ist fraglich. Der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) zufolge ist das globale Maximum der Erdöl-Förderung spätestens 2035 erreicht. Es kann aber, abhängig von vielen Faktoren, schon früher eintreten. Im BGR-Bericht zu Energierohstoffen 2010 heißt es: „Wie unvorhersehbar die Einflüsse auf die globale Erdölproduktion sind, zeigt das Beispiel des Erdölnunfalls im Golf von Mexiko im Jahr 2010. Durch derartige Ereignisse werden die wachsenden Herausforderungen der Suche nach und Gewinnung von Erdöl neu hinterfragt. Auswirkungen auf die globale Verfügbarkeit von Erdöl sind noch nicht absehbar.“¹⁴ Andere Wissenschaftler schätzen, dass der Förderhöhepunkt (Peak Oil) bereits heute überschritten ist.¹⁵

Die Reserven der meisten fossilen Energieträger reichen nur noch wenige Jahrzehnte

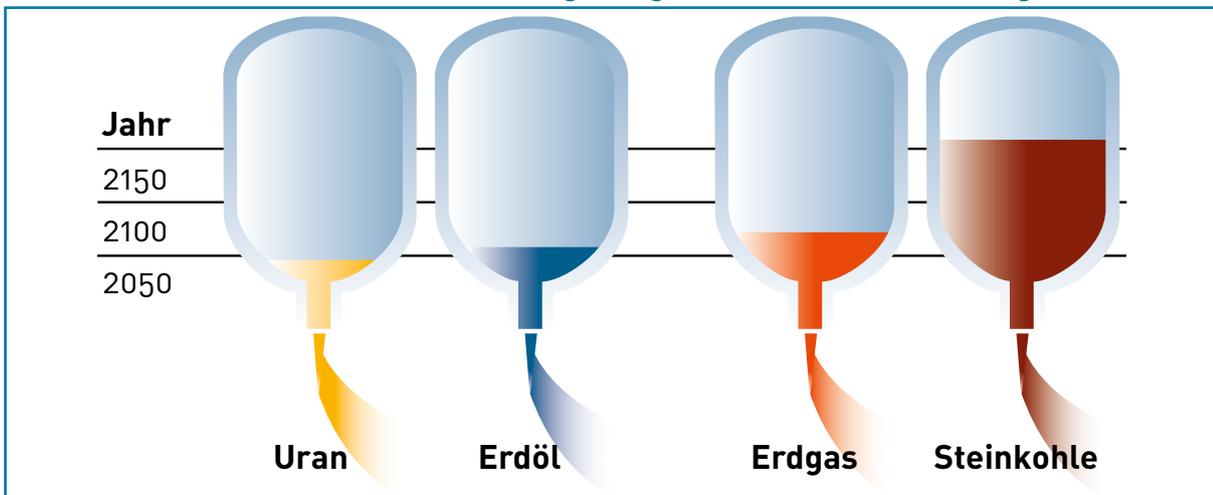


Abbildung 4: Reichweiten der fossilen Reserven bei heutigem Verbrauch.

Quelle: BGR 2005, eigene Berechnungen

¹³) IEA 2009b

¹⁴) BGR 2010

¹⁵) Association for the Study of Peak Oil (2010): <http://peakoil.com/> bzw. <http://www.energiekrise.de/>

Vorkommen sind nicht gleich Vorkommen. Bei den Abschätzungen zu den Reichweiten von fossilen Rohstoffen in Abbildung 4 ist von *Reserven* die Rede, das heißt Vorkommen, die genau erfasst sind und wirtschaftlich gefördert werden können. Sind jedoch Erdöl- oder Erdgasressourcen gemeint, handelt es sich um die Mengen, „die geologisch nachgewiesen sind, aber derzeit nicht wirtschaftlich gewonnen werden und die Mengen, die nicht nachgewiesen sind, aber aus geologischen Gründen in dem betreffenden Gebiet erwartet werden können.“¹⁶ Die Internationale Energieagentur und die BGR gehen davon aus, dass die gesamten fossilen Energieressourcen weit über den bekannten Reserven liegen. Allerdings ist nicht die absolute Verfügbarkeit der Energierohstoffe (Ressourcen) entscheidend für die Energiesicherheit und Energiekonsum, sondern die Menge leicht zu erschließender Vorkommen (Reserven). Denn die Förderung von unkonventionellen Rohstoffen wie Teersanden, Schwerstölen oder Ölschiefern ist mit aufwändigen Fördertechniken, gravierenden Umweltproblemen und mit hohen Kosten verbunden (siehe Kapitel 6). „The age of cheap energy is over“, stellte IEA-Generaldirektor Nobuo Tanaka im November 2010 in einem Interview mit der Nachrichtenagentur Thomson Reuters fest.¹⁷

Die Verdreifachung der Produktion unkonventioneller fossiler Kraftstoffe in den letzten 10 Jahren ist ein Indiz dafür, dass leicht zu förderndes Erdöl zur Neige geht. Der Anteil der unkonventionellen Kraftstoffe aus Teersand, Schwerstöl, Kohle, Gas und Ölschiefer beträgt heute bereits fünf Prozent an der gesamten Welterdölproduktion. Außerdem nimmt der technische und finanzielle Aufwand zu, der betrieben wird, um konventionelles Erdöl zu produzieren: Die Erdölfelder liegen immer tiefer oder in entlegenen Gebieten wie der Arktis. Tiefseevorkommen machen seit 2006 etwa 50 Prozent aller Neufunde aus.¹⁸ Damit steigt auch der Energieaufwand, um aus alten Feldern Erdöl zu fördern.¹⁹ Auch wenn der Zeitpunkt des Peak Oil umstritten ist, deutet deshalb alles darauf hin, dass zumindest der „Peak Easy Oil“ bereits überschritten ist. „Peak Easy Oil“ bedeutet, dass Erdöl, das mit einfachen Methoden gefördert und verarbeitet wird, zur Neige geht. Damit steigen die Kosten der Erdölförderung ebenso wie die Bedeutung von unkonventionellen fossilen Kraftstoffen, um diesen Rückgang auszugleichen.

Die Preisentwicklung ist eine entscheidende Größe für die Risiken der Energieversorgung. Denn steigende Kosten für Energierohstoffe schlagen sich in der industriellen und landwirtschaftlichen Produktion und im Portemonnaie der Verbraucher nieder. Bis Anfang der siebziger Jahre lag der Ölpreis bei rund 3 Dollar pro Barrel, danach schwankte er jahrelang zwischen 10 und 30 US-Dollar pro Barrel. Seit Beginn des neuen Jahrtausends ist der Ölpreis deutlich angestiegen - auf bis zu 147 Dollar pro Barrel im Jahr 2008. Derzeit liegt er um die 100 Dollar pro Barrel.²⁰

16) BGR 2009

17) Thomson Reuters 2010

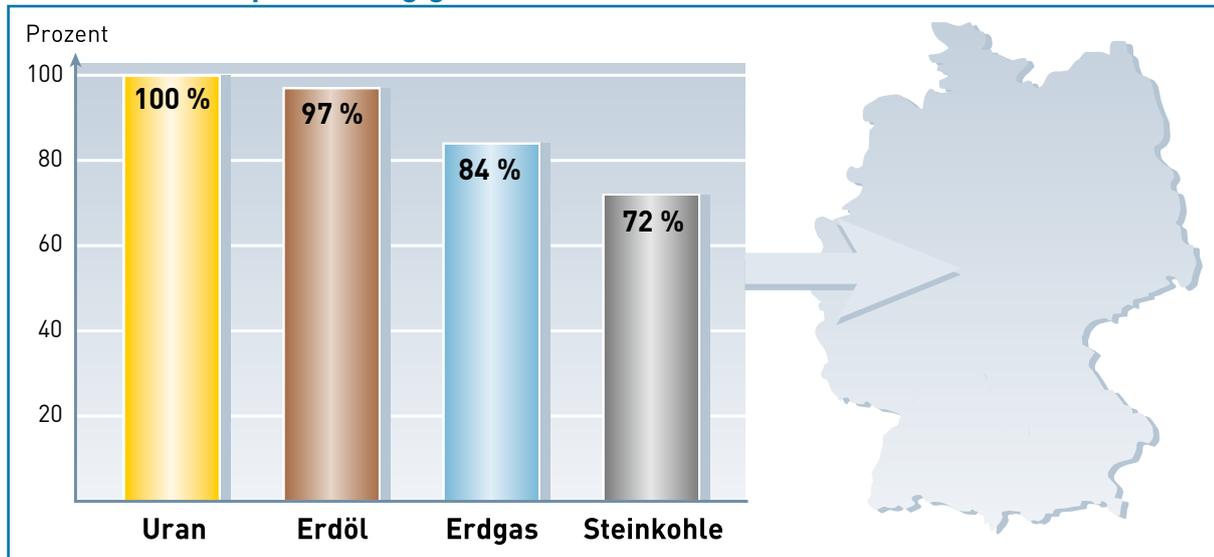
18) BGR 2010

19) ERA 2009

20) BP 2010, www.bloomberg.com/energy

2.3 Die deutsche Abhängigkeit von Energieimporten

Deutschlands Importabhängigkeit von fossilen Rohstoffen



Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Stand: 2009

Abbildung 5: Importquoten fossiler Energieträger 2009

Deutschland ist zum Großteil auf Importe von fossilen Energieressourcen angewiesen. Derzeit stammen fast 80 Prozent der hierzulande genutzten Rohstoffe aus dem Ausland – 1995 lag dieser Wert noch bei rund 68 Prozent.²¹ Etwa 84 Prozent des Erdgases und 72 Prozent der Steinkohle wurden 2008 importiert. Erdöl wird nahezu vollständig (97 Prozent) und Uran zu 100 Prozent importiert. Die heimische Erdölförderung beläuft sich auf rund 3,4 Millionen Tonnen – das sind nur etwa drei Prozent des Bedarfs.

Die Importkosten für Erdöl, Steinkohle, Erdgas und Uran beliefen sich in Deutschland im Jahr 2010 auf rund 65 Milliarden Euro. Bei einem Anteil von 9,4 Prozent am Primärenergieverbrauch haben die Erneuerbaren Energien im selben Jahr Energieimporte im Wert von 7,4 Milliarden Euro vermieden.

Die Abhängigkeit von Energierohstoffimporten betrifft die gesamte Europäische Union. Die Staatengemeinschaft ist weltweit nicht nur der größte Energieverbraucher sondern führt auch die Skala der Energieabhängigkeit an.²² Mehr als 54 Prozent der benötigten Primärenergieträger der 27 EU-Staaten werden importiert. Die Importquote bei Erdöl liegt bei 84 Prozent, bei Erdgas bei 62 Prozent.²³ Hauptlieferanten sind Russland, Norwegen, Libyen (Erdöl) und Algerien (Erdgas).

Energiekommissar Günther Oettinger schätzt die Situation so ein: „Viele EU-Mitglieder haben einen steigenden Energiebedarf. Gleichzeitig sinken unsere eigenen Vorkommen in der EU. In 2030 werden wir dann zu 70 Prozent von fremden Quellen abhängig sein. Da müssen wir unruhig werden.“²⁴

²¹ BGR 2009

²² EurActiv 2010

²³ Eurostat 2010

²⁴ Oettinger, G. 2010

3 Konzentration als Risiko

Die Verknappung der fossilen Rohstoffe einerseits und die Preisentwicklung andererseits stellen ein Risiko für die Energieversorgung dar. Aber auch die Konzentration der Vorkommen auf wenige Regionen und die Kontrolle des Zugangs durch wenige Akteure bringen Risiken für die Staaten mit sich, die auf Importe von fossilen Ressourcen angewiesen sind.

3.1 Regionale Konzentration als Risiko

Die globale Verteilung von Energieressourcen hängt stark vom einzelnen Energierohstoff ab. Während größere Kohlevorkommen weltweit relativ gleichmäßig verteilt sind, kommen große Erdöl- und Erdgasressourcen nur in wenigen Regionen der Welt vor (siehe Abbildung 6).²⁵

Globale Verteilung von Erdöl- und Erdgasvorkommen

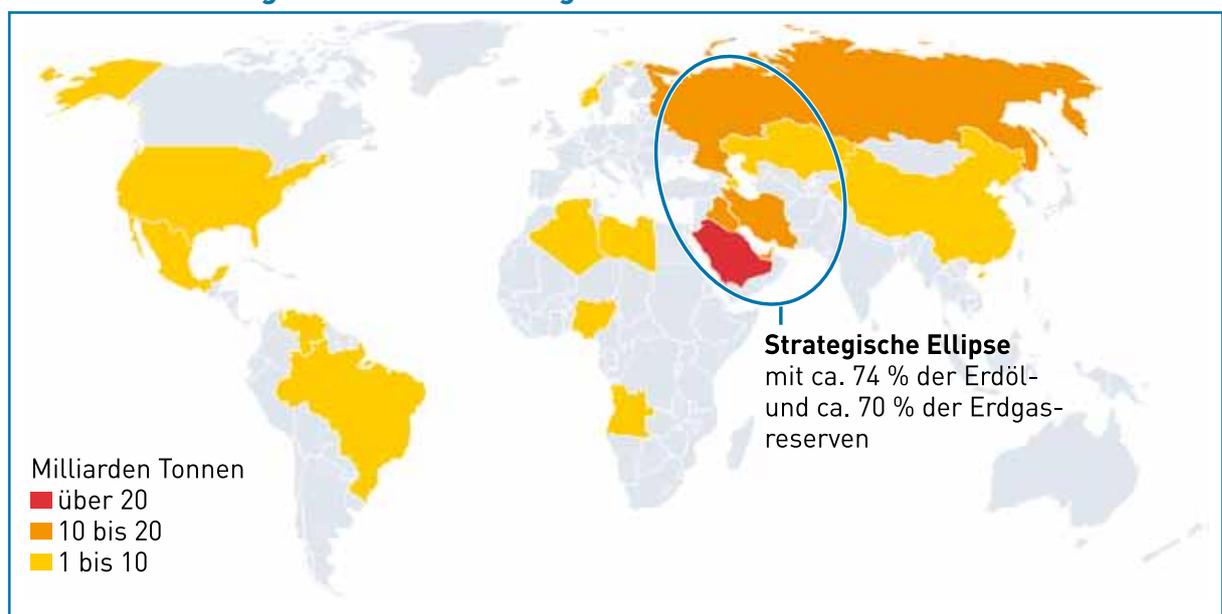


Abbildung 6: Verteilung der weltweiten konventionellen Erdöl- und Erdgasreserven²⁶

Der Großteil der Erdöl- und Erdgasvorkommen liegt in politisch instabilen Regionen, wie dem Nahen Osten, dem Kaukasus und der Region um das Kaspische Meer. Diese Region wird auch als „Strategische Ellipse“ bezeichnet, weil die dort konzentrierten Rohstoffe bedeutsam für die wirtschaftliche und politische Stabilität der Staaten weltweit sind. Konflikte in dieser Region berühren somit auch Fragen der inneren und äußeren Sicherheit in Deutschland und Europa.²⁷

Der „Political Instability Index“ der Economist Intelligence Unit – ein im Jahr 1946 gegründetes Forschungsinstitut der Wochenzeitschrift „The Economist“ – verdeutlicht dies (siehe Abbildung 7).²⁸ Der Economist-Index bewertet auf einer Skala von 0 (keine Gefährdung) bis 10 (höchste Gefährdung) das Risiko von sozialen und politischen Unruhen in 165 Staaten. Der Bewertung der politischen Instabilität liegen 15 Indikatoren zu Grunde wie z.B. soziale Ungleichheit, geschichtliche Entwicklung, Korruption, ethnische Fragmentierung, Status von Minderheiten, demokratische Entwicklung, Arbeitslosigkeit und Pro-Kopf-Einkommen. Mehr als die Hälfte der weltweiten Erdölexporte kommen aus Staaten, für die das Risiko von politischer Instabilität hoch bis sehr hoch eingeschätzt wird.²⁹

²⁵) Fichtner 2007

²⁶) Rempel, BGR [Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe] 2006

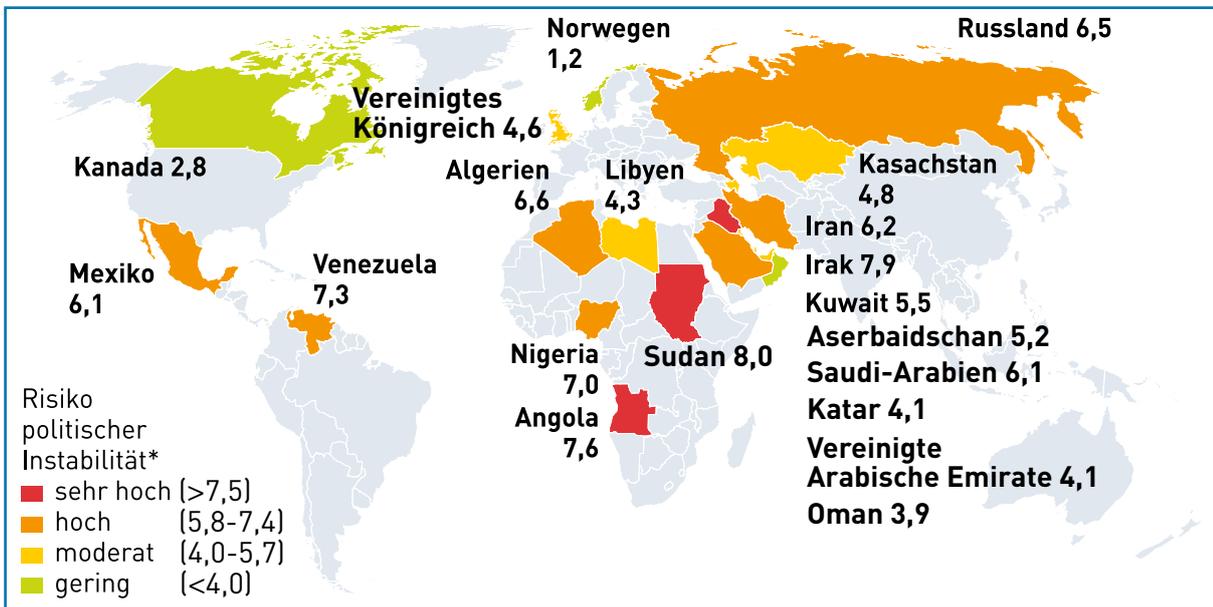
²⁷) Kästner 2006

²⁸) Economist Intelligence Unit 2009, www.eiu.com

²⁹) BGR 2010

Politische Instabilität von erdölproduzierenden Staaten

Punktzahl im Political Instability Index (The Economist) für die wichtigsten Erdölexporteure (kumuliert 80 Prozent der Erdölexporte)

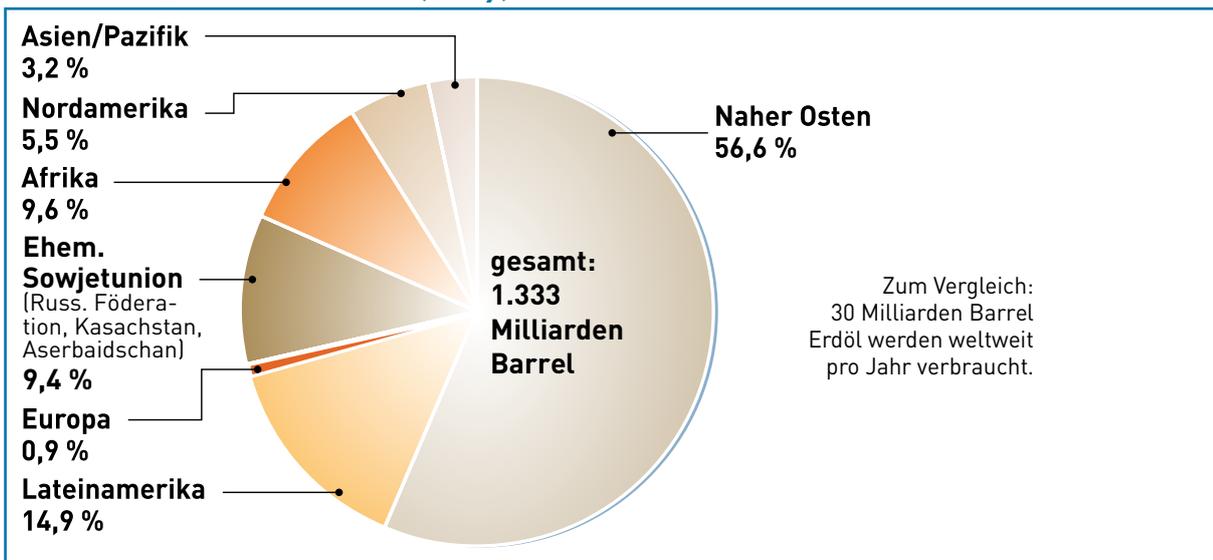


Quellen: Economist Intelligence Unit (2009) / BGR (2009)

Abbildung 7: Politische Instabilität der 20 wichtigsten Erdölexporteure³⁰

Derzeit werden weniger als 20 Prozent des weltweiten Erdöls in Nordeuropa und Nordamerika produziert – den Regionen die 35 Prozent des globalen Verbrauchs ausmachen. 1998 lag der Förderanteil dieser Staaten noch bei ca. 30 Prozent. Der Rückgang ist vor allem auf die abnehmende Erdölförderung in diesen Regionen zurückzuführen. Ihr Anteil wird in Zukunft weiter abnehmen, da in diesen Regionen weniger als 10 Prozent der weltweit gesicherten Reserven konventionellen Erdöls liegen und die Fördermengen stark sinken (siehe Abbildung 8).³¹

Weltweite Erdölvorkommen (2009)



Quelle: BP 2010

Abbildung 8: Weltweite Verteilung der gesicherten konventionellen Erdölreserven³²

³⁰ Economist Intelligence Unit 2009, BGR 2010

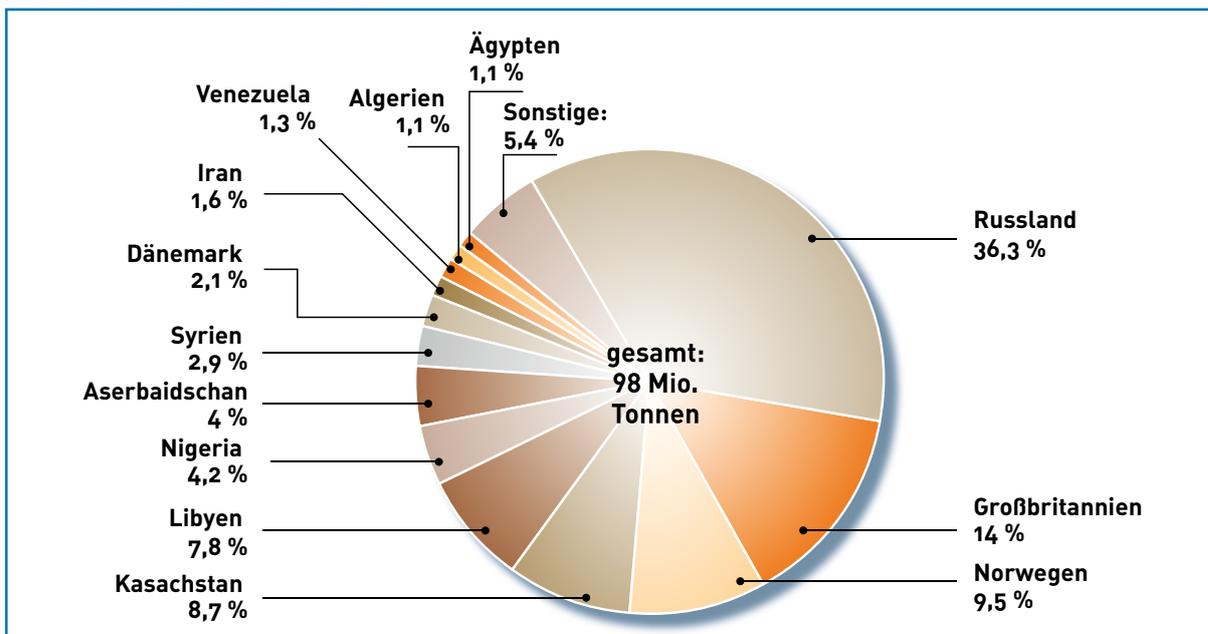
³¹ IEA 2008

³² BP 2010

Auch Deutschland ist in großem Maße von Erdölimporten abhängig – und damit auch sensibel für die politischen und wirtschaftlichen Risiken der Exportstaaten. Etwa 23 Prozent der deutschen Erdölimporte stammen aus Ländern wie Großbritannien und Norwegen, deren Risiken der Economist-Index als niedrig einschätzt (siehe Abbildung 9). Etwa die Hälfte stammt allerdings aus Regionen, deren Risiken für politische Instabilität als hoch bis sehr hoch eingestuft werden.

Deutsche Erdölimporte 2010

Anteile nach Herkunftsländern



Quelle: BAFA 2010

Abbildung 9: Deutsche Erdöleinfuhr nach Herkunftsländern: Anteil am gesamten Importvolumen³³

Russland nimmt bei der Lieferung von Erdöl und Erdgas für Deutschland und Europa eine besondere Stellung ein. Das Land verfügt über fast ein Drittel der weltweiten Erdgasreserven und ist weltweit führend was die Förderung von Erdgas (Platz 1) und Erdöl (Platz 2, gleichauf mit Saudi-Arabien) betrifft.³⁴ Zahlreiche Experten bescheinigen Russland die Möglichkeit, die Rohstoffvorkommen und die Kontrollfunktion als Transitland als politisches Mittel zu nutzen.³⁵

Das Rheinisch-Westfälische Institut für Wirtschaftsforschung sieht in der Abhängigkeit von russischem Erdgas und Erdöl einen zentralen Faktor für Versorgungsrisiken in Deutschland.³⁶ Mit einem Anteil von 36 Prozent ist Russland der größte deutsche Erdöl-Lieferant. Im Economist-Index erhält Russland mit 6,5 eine hohe Risikobewertung. In seinem Konfliktbarometer 2010 identifiziert das Heidelberger Institut für Internationale Konfliktforschung (HIK) außerdem sechs innerstaatliche Konflikte, die als „Krise“ oder „ernste Krise“ bewertet werden.³⁷ Hinzu kommen zwischenstaatliche Konflikte um Ressourcen, wie mit der Ukraine um Gaslieferungen, mit Norwegen und den USA um Erdöllagerstätten in der Arktis oder mit den Anrainern des Kaspischen Meeres um reiche Gasvorkommen.

33) BMWi 2009

34) BGR 2009

35) BMU 2007

36) Frondel, Ritter und Schmidt 2009

37) HIK 2010

3.2 Wettlauf um Rohstoffe

Der Begriff Energiesicherheit wird aufgrund spezifischer Perspektiven und Ausgangslagen von staatlichen Institutionen oder internationalen Organisationen unterschiedlich interpretiert. So definiert das 2006 erschienene „Grünbuch Energie“ der Europäischen Union Energiesicherheit als die Notwendigkeit der Diversifizierung und den Zugang zu unterschiedlichen Energieversorgern und -quellen: „Die Sicherung der Versorgung zielt keineswegs darauf ab, ein Höchstmaß an Energieautarkie zu erzielen oder die Abhängigkeit auf das geringstmögliche Niveau zu drosseln, sondern darauf, die mit dieser Abhängigkeit verbundenen Risiken zu mildern. Anzustreben sind unter anderem die Ausgewogenheit und Diversifizierung der verschiedenen Energiequellen (nach Energieträgern und geographischen Zonen) sowie der Beitritt der Erzeugerländer zur WTO.“³⁸

Staaten mit rasantem Wirtschaftswachstum wie China und Indien befürchten, dass ihren Volkswirtschaften der Rohstoffnachschub ausgeht. Für sie ist Energiesicherheit die Absicherung ihres Rohstoffbedarfs durch Kontrolle ausländischer Vorkommen, um ihre vollen Entwicklungspotenziale ausschöpfen zu können.³⁹ Staaten wie Japan, die stark vom Import fossiler Rohstoffe abhängig sind, streben hingegen offene Weltmärkte an. Große Öl- und Gasexporteure wie Russland oder Saudi-Arabien assoziieren mit Energiesicherheit die Wahrung verlässlicher Absatzmärkte.⁴⁰

So sichert sich die Russische Föderation Einfluss und Marktanteile in den ehemaligen Herrschaftsgebieten der Sowjetunion in Zentralasien und dem Südkaukasus. Hier investieren große staatliche Ölkonzerne in Förderkapazitäten und Transportinfrastruktur. Die Stationierung russischer Truppen und der Abschluss politischer Abkommen kommen hinzu. Gleichzeitig übt Russland Druck auf seine westlichen Nachbarn Weißrussland und Ukraine aus, um die Lieferungen von Öl und Gas durch die Transitpipelines abzusichern. Als größter Energielieferant des Westens strebt Russland eine neue Weltmachtstellung an.⁴¹ Nach Einschätzung des EU-Energiekommissars Günther Oettinger will Russland nicht nur Gas fördern und verkaufen, sondern der Gashändler der Welt werden. Deshalb versucht das Land zu verhindern, dass Europa eine direkte Gasleitung in das größte Gasfeld der Welt im Kaspischen Raum bekommt.⁴²

China gehört inzwischen zusammen mit den USA zu den größten Energiekonsumenten weltweit. Dem wachsenden Bedarf stehen aber nur beschränkte nationale Energieressourcen gegenüber. Auf diese Herausforderung reagiert China mit einer Energiestrategie, in deren Kern es darum geht, die direkte Kontrolle über die Erdöl- und Erdgasproduktion, Kohlevorkommen und die Förderung nicht-energetischer Rohstoffe (z.B. Seltene Erden) in den Exportländern zu erlangen.⁴³ Staatliche chinesische Unternehmen wie China National Offshore Oil Cooperation (Cnooc), China National Petroleum (CNPC) und Sinopec beteiligen sich an entsprechenden Konzernen der Exportländer in Lateinamerika, Afrika oder Asien. Auch in konfliktreichen und kriegsgeplagten Staaten sind chinesische Unternehmen aktiv, wie im Sudan oder Nigeria, Tschad, Mosambik, Irak, Usbekistan oder Kasachstan.⁴⁴

³⁸ Europäische Kommission 2001

³⁹ Siehe auch EurActiv 2010: Günther Oettinger sieht aufgrund der chinesischen Rohstoffpolitik Europas Energieversorgung gefährdet. Die europäische Industrie habe den frühzeitigen Ankauf von Schürf- und Förderrechten versäumt, Afrika sei weitgehend in den Händen der Chinesen, so der EU-Energiekommissar.

⁴⁰ Müller-Kraenner 2007

⁴¹ Ebd. 2007, EurActiv 2010

⁴² EurActiv 2010

⁴³ Ebd. 2007

⁴⁴ Geinnitz 2010

Neben einer direkten Beteiligung werden auch Kreditverträge zwischen China und anderen Staaten mit Verträgen über Erdöllieferungen verbunden. Im Jahr 2007 schlossen China und Venezuela beispielsweise solche Vereinbarungen ab: Kreditzusagen von 8 Mrd. Dollar wurden mit Erdöllieferungen von 0,5 Mio. Barrel pro Tag verknüpft.⁴⁵

Brasilien verfolgt eine ähnliche Politik. Unter der politischen Doktrin einer Süd-Süd-Strategie gegen die Ungleichgewichte im internationalen Handel, richtet sich die Energiestrategie Brasiliens auf frühere portugiesische Kolonien, wie Angola, Mosambik, Guinea-Bissau, Sao Tome oder die Kapverden. Der staatlich kontrollierte Ölkonzern Petrobras ist aber auch in Nigeria, Libyen, Namibia und Tansania aktiv. Neben den Ölvorkommen zeigt Brasilien verstärkt Interesse im Bergbaubereich und beteiligt sich an der Kupfer-, Nickel- und Eisenerzproduktion sowie an der Erschließung von Kohlevorkommen. Oft folgen auf die Rohstoffkonzerne Bauunternehmen aus Brasilien, die in den Bereichen Wohnungsbau, Straßen, Brücken und Staudämme aktiv werden. Aber auch als Weltmarktführer im Anbau von Zuckerrohr und Soja will Brasilien in Afrika investieren.⁴⁶

Weltweit sind 14 der größten Öl- und Gasfirmen in staatlicher Hand (National Oil Companies - NOC) und kontrollieren fast 80 Prozent aller Ölreserven.⁴⁷ NOCs müssen sich nicht auf den Finanzmärkten refinanzieren und nutzen stattdessen den Staat als Geldgeber. Das reduziert das Investitionsrisiko, vor allem bei schwer zu erschließenden Ölvorkommen. Diese Investitionen sind Teil einer Strategie der aufstrebenden Schwellenländer China, Indien und Brasilien, sich weltweit in Entwicklungsländern Rohstoffe zu sichern.⁴⁸

4 Risiko sozialer und militärischer Konflikte in Staaten mit Erdöl- und Erdgasvorkommen

Ressourcenkonflikte sind geprägt vom Gegensatz zwischen unbegrenzter Nachfrage nach Naturgütern einerseits und endlichem globalem Umweltraum andererseits. Anders formuliert geht es dabei um den Grundkonflikt zwischen ökonomischer Expansion und ökologischer Begrenzung. Ein Konflikt, der in früheren Zeiten zur Herabstufung oder gar zum Verschwinden historischer Zivilisationen geführt hat.

4.1 Militärische Konflikte und Bürgerkriege

Wie in Kapitel 2 dargestellt, liegt der Großteil der konventionellen Erdöl- und Erdgasvorkommen in politisch instabilen Regionen. Der Reichtum an Ressourcen geht nicht selten einher mit militärischen Konflikten zwischen Nachbarländern, innerstaatlichen Auseinandersetzungen und wirtschaftlichen und sozialen Missständen.⁴⁹ Experten sprechen dabei von einem „Fluch der Ressourcen“, d.h. dem Zusammenspiel von Rohstoffeinkünften, ungleicher Einkommensverteilung und Korruption, von einbrechender Landwirtschaft und industrieller Produktion, von Arbeitslosigkeit und sinkendem Pro-Kopf-Einkommen.⁵⁰

Einer Studie von Paul Collier und Anke Hoeffler zufolge liegt in einem Entwicklungsland mit einem durchschnittlichen Exportanteil das Risiko eines Bürgerkrieges bei 14 Prozent.⁵¹ Hat ein Entwicklungsland allerdings einen hohen Anteil an Rohstoffexporten (mehr als 30 Prozent), erhöht sich das Bürgerkriegsrisiko auf 22 Prozent. Ist Erdöl das Hauptexportgut, steigt das Risiko bis auf 40 Prozent.

⁴⁵ Petroleum Economist 2010

⁴⁶ Ryback 2010

⁴⁷ Deutsche Bank 2009, Goldthau, A. and Witte, J. M. 2008

⁴⁸ Goldthau und Witte 2008

⁴⁹ era 2009

⁵⁰ Auty 1993, Sachs und Warner 1995, Ross 2008

⁵¹ Collier und Hoeffler, 2000 zitiert in Seifert und Werner 2008

Ist dagegen ein Land überhaupt nicht von Rohstoffexporten abhängig, so liegt das Bürgerkriegsrisiko nur bei 0,5 Prozent. Der Zusammenhang zwischen Bürgerkriegsrisiko und Rohstoffreichtum hat unterschiedliche Gründe. Zum einen die Wut auf eine politische Elite, die Rohstoffeinnahmen einbehält, während die lokale Bevölkerung von diesen nicht profitiert. Zum anderen sind aber auch mehrere Fälle bekannt, dass Bürgerkriegsbewegungen von Ölkonzernen finanziert wurden, um sich so bei einem Sieg der Rebellen exklusive Förderrechte zu sichern.⁵² So z.B. im Algerienkrieg Ende der 50er Jahre, als die gegen die französische Kolonialmacht kämpfende FNL (Front de Liberation Nationale) Geld und Waffen vom italienischen Ölkonzern ENI erhielt. Oder im Bürgerkrieg im Kongo 1997, wo Oppositionsführer Denis Sassou-Nguesso seine Milizen finanzierte, in dem er zukünftige Öl-Förderechte an den damaligen französischen Ölkonzern Elf-Aquitaine verkaufte.

In der Region des Persischen Golfs versuchen westliche Staaten und Russland (bzw. die damalige Sowjetunion) seit Ende des 19. Jahrhunderts den Zugang zu Erdölvorkommen zu sichern.⁵³ Die USA, Großbritannien und die Sowjetunion waren insbesondere in die Kriege im Norden des persischen Golfes involviert - direkt mit Truppen oder indirekt durch Geldzahlungen und Waffenverkäufe. Die weiterhin schwelenden Konflikte in der Region sind mit hohen militärischen Kosten für alle Beteiligten verbunden. Nach Berechnungen der Deutschen Bank hat allein der 2. Golfkrieg (Second Gulf War ab 2003) Kosten in einer Höhe von 1.500 Milliarden US-Dollar verursacht.⁵⁴

4.2 Soziale Konflikte

Staaten, die reich an natürlichen Ressourcen sind, gelten oft auch als finanziell reich. So auch die Länder, die vom Erdöllexport profitieren. Bewertet man diese Länder aber nach Wohlstandsindikatoren wie dem Human-Development-Index (HDI) der UNO, dem Korruptions-Index von Transparency International, der Kindersterblichkeit je Tausend Geburten, der Lebenserwartung oder dem Anteil der Bevölkerung mit weniger als 1 USD Einkommen pro Tag, so sind negative soziale und ökonomische Auswirkungen der Erdölproduktion in vielen Ländern unverkennbar.⁵⁵ Untersuchungen zeigen, dass erdölreiche Länder tendenziell langsamer wachsen als nicht-produzierende Länder, dass sie autoritärer und konfliktreicher sind. Im Korruptions-Index von Transparency International belegen erdölproduzierenden Staaten wie Irak, Iran, Venezuela, Russland oder Nigeria hintere Plätze.⁵⁶

Der Ölboom der siebziger Jahre hat den erdölexportierenden Entwicklungsländern Reichtum und schnelles ökonomisches Wachstum gebracht. Trotzdem haben viele dieser Länder in den folgenden Jahren unter riesiger Auslandsverschuldung, hoher Arbeitslosigkeit und stagnierender oder rückgängiger Wirtschaftsentwicklung gelitten. Heute gehören sie zu den Staaten mit schwerwiegenden ökonomischen Problemen, da die lokale Produktion von Landwirtschafts- und Industriegütern vernachlässigt wurde.⁵⁷ Mindestens die Hälfte der OPEC-Mitglieder waren im Jahr 2005 – bezogen auf ihr Pro-Kopf-Einkommen – ärmer als vor 30 Jahren.⁵⁸

⁵² Ross, M.L. 2003, zitiert in Seifert und Werner 2008

⁵³ Chapman und Khanna 2004

⁵⁴ Deutsche Bank 2009

⁵⁵ era 2009

⁵⁶ Shaxson 2007, Karl 2007, era 2009

⁵⁷ Catholic Relief Services 2003

⁵⁸ Organization of Petroleum Exporting Countries, Ross 2008

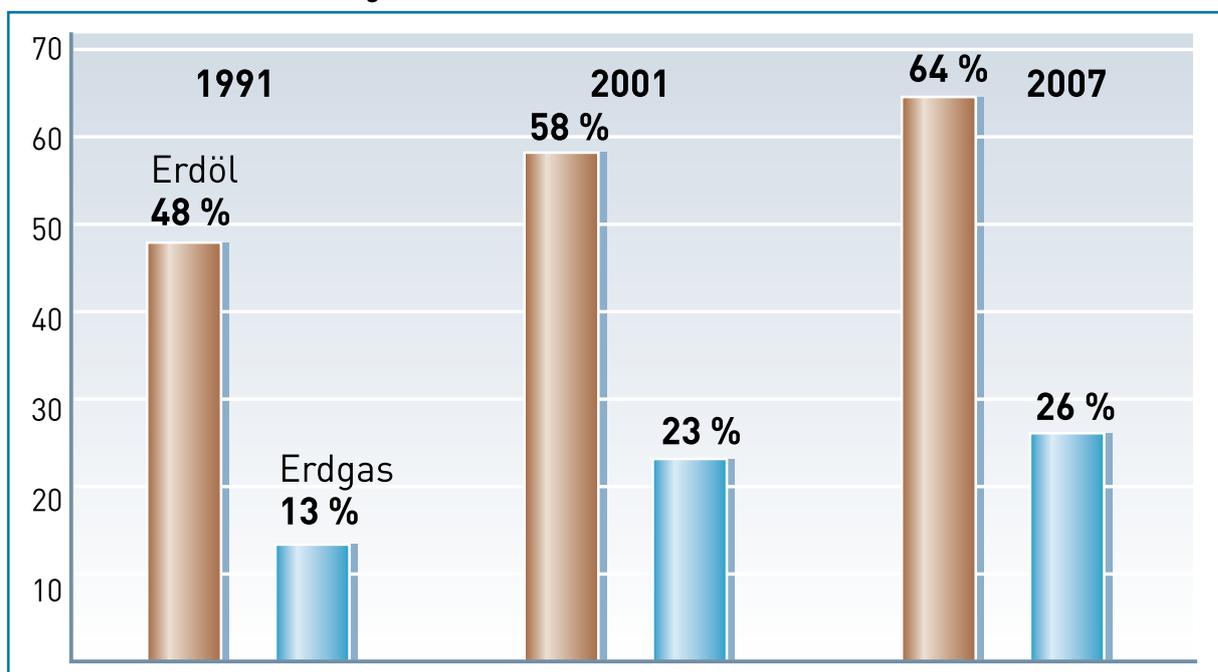
4.3 Transportrisiken von Erdöl und Erdgas

Die weltweiten Infrastrukturen und Transportwege für Erdöl und Erdgas sind ebenfalls Risiken ausgesetzt. Viele Pipelines verlaufen durch politisch instabile Regionen. Zudem können sie aufgrund ihrer strategischen Bedeutung Ziel militärischer oder terroristischer Angriffe sein.⁵⁹

In den vergangenen Jahren ist der Anteil des international gehandelten Erdöls und Erdgases stark angestiegen. Wurde 1991 noch die Hälfte des Erdöls im jeweiligen Förderland verbraucht, lag dieser Anteil 16 Jahre später noch bei 36 Prozent. Mit dem zunehmenden grenzüberschreitenden Handel steigt auch der Transport von Erdöl und Erdgas (siehe Abbildung 10).

Entwicklung des internationalen Erdöl- und Erdgashandels 1991-2007

Anteile der zwischen Staaten gehandelten Rohstoffe in Prozent



Quelle: BP 2008

Abbildung 10: Entwicklung des internationalen Erdöl und Erdgashandels⁶⁰

Die Mengen an Erdgas, die per Pipeline oder per Schiff transportiert werden, sind zwischen 2001 und 2007 um 40 Prozent angestiegen (siehe Abbildung 11).

⁵⁹ Stevens 2009
⁶⁰ BP 2008

Transportwege des Erdgashandels 2001 - 2007 nach Transportart in Milliarden Kubikmetern

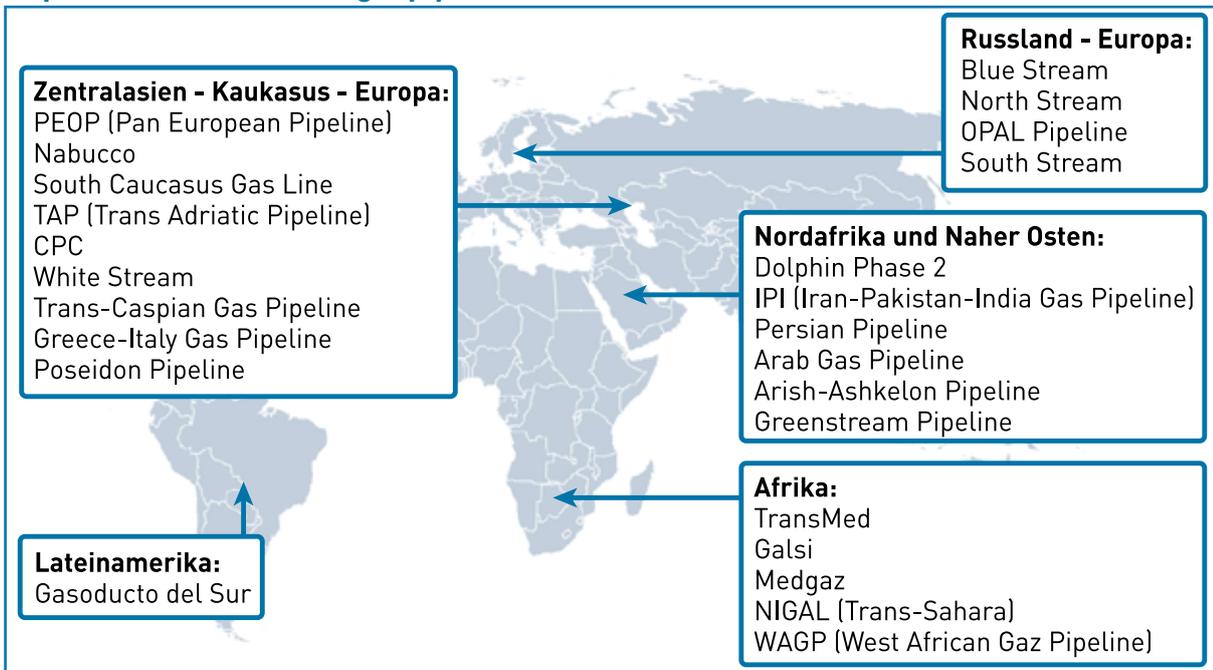


Quelle: BP 2008

Abbildung 11: Entwicklung des internationalen Gastransports 2001 - 2007⁶¹

Auch zukünftig steigt der Bedarf an Transportkapazitäten für Erdöl und Erdgas, wie die große Anzahl an geplanten Pipelines zeigt (siehe Abbildung 12).

Geplante Erdöl- und Erdgaspipelines



Quelle: Stevens 2009

Abbildung 12: Geplante Erdöl- und Erdgaspipelines⁶²

⁶¹ BP 2008
⁶² Stevens 2009

Um Konfliktregionen auszuweichen, werden für den Verlauf der Pipelines oft große Umwege in Kauf genommen, wie bei der 1.760 Kilometer langen Baku-Tiflis-Ceyhan-Pipeline (BTC). In der 3,6 Milliarden Euro teuren Pipeline fließt Öl von Baku in Aserbaidschan über Tiflis in Georgien bis nach Ceyhan an der Mittelmeerküste der Türkei. Sie bietet dem kaspischen Erdöl eine geographisch günstigste Anbindung an den europäischen und nordamerikanischen Markt. Keines der ölreichen Länder am Kaspischen Meer verfügt über einen direkten Zugang zum offenen Meer und damit zu den Weltmärkten. Der Verlauf der BTC soll konfliktreiche Länder wie Iran oder Armenien vermeiden. Allerdings sind damit neue Risiken entstanden, da die Pipeline jetzt über erdbebengefährdete Gebiete verläuft. Der Pipelinetransport wird außerdem durch den Streit um Transitgebühren belastet, wie der immer wieder aufflammende Konflikt zwischen Russland und der Ukraine zeigt.⁶³ Der Gaskonflikt zwischen beiden Ländern macht auch deutlich, wie Pipelines von den Transitstaaten als Druckmittel genutzt werden können.

Der Schiffstransport von Erdöl und Erdgas ist ebenfalls mit Risiken verbunden. Wichtige Erdöltransportrouten sind von Transportengpässen oder Piraterie betroffen. Nach Schätzungen des Institute for the Analysis of Global Security (IAGS) betragen allein die Kosten für die Bewachung der Tanker im Persischen Golf jährlich zwischen 50 und 60 Milliarden Dollar.⁶⁴

Risiko Transport

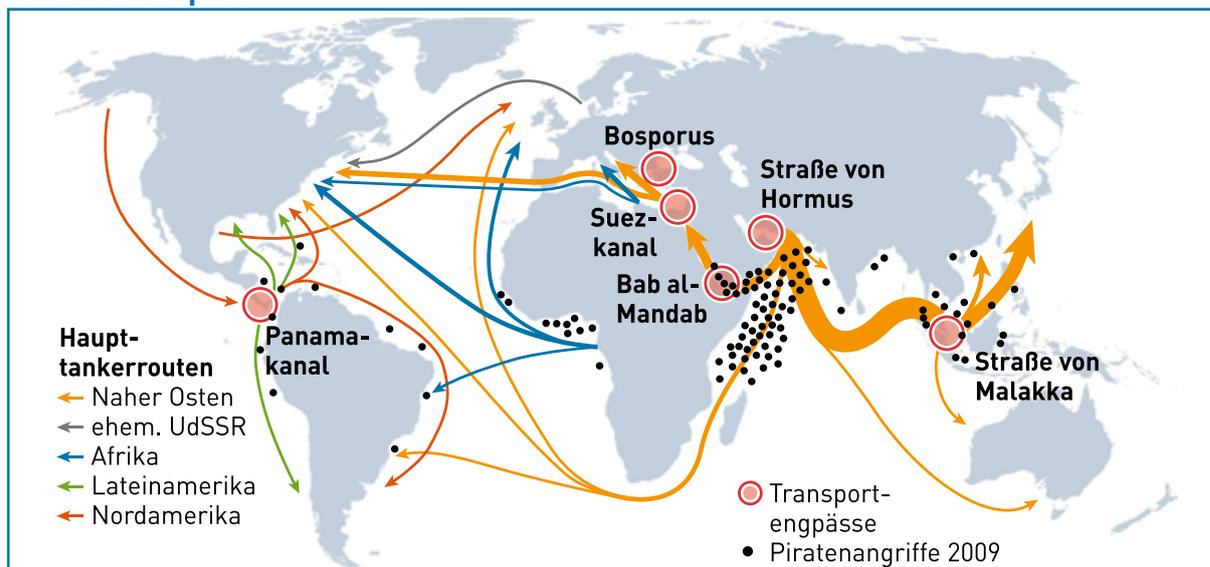


Abbildung 13: Gefährdung von Erdöltankertransporten⁶⁵

Paul Stevens vom Royal Institute of International Affairs stellt fest, dass diese Sicherheitsprobleme der Erdöl- und Erdgastransporte dauerhaft bestehen bleiben: "Ultimately international oil and gas markets must live with the potential instability. The only way to mitigate this would be through diversification for both consumers and producers, as far as is economically practical."⁶⁶

Auch Oberst a.D. Roland Kästner bestätigt, dass bei weitem nicht alle Transportwege weltweit militärisch gesichert werden können. Der militärische Einsatz stellt seiner Ansicht nach nur eine Notlösung mit unabsehbarem Ausgang dar.⁶⁷

⁶³) Stevens 2009

⁶⁴) Luft 2006

⁶⁵) Secure American Future 2009

⁶⁶) Stevens 2009

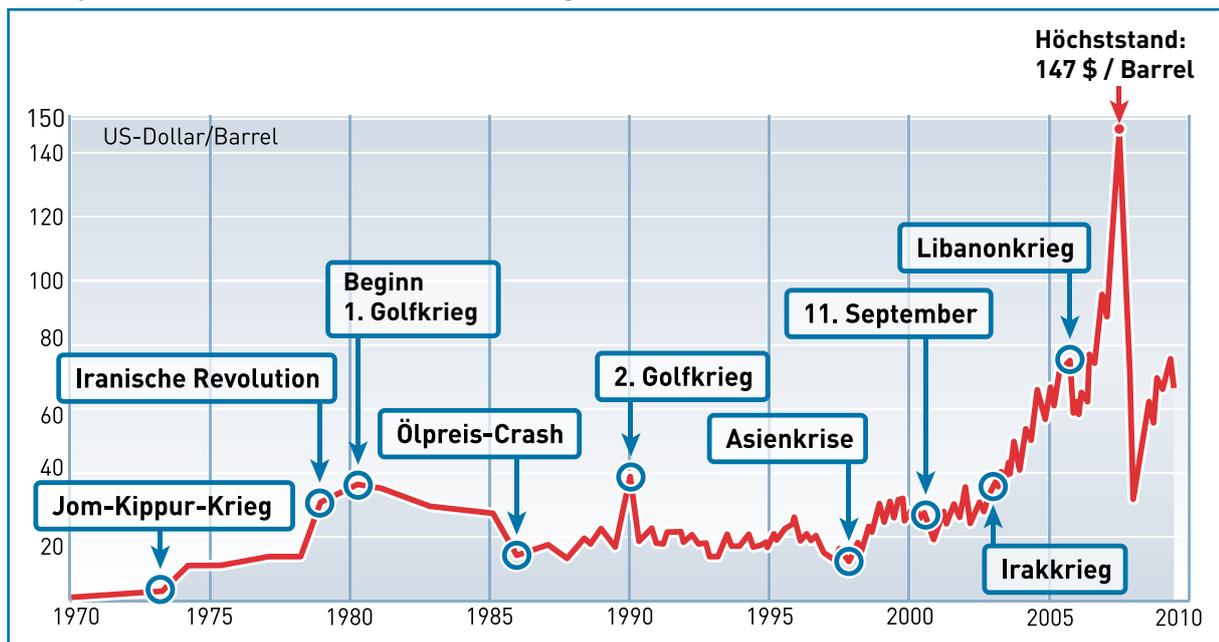
⁶⁷) Kästner 2006

4.4 Wirtschaftliche Auswirkungen von Konflikten

Die Fluktuation der Erdölpreise stellt ein Risiko für die Weltwirtschaft dar (siehe Abbildung 14).⁶⁸ Steigen die weltweiten Erdölpreise aufgrund der Verknappung des Angebots, des steigenden Verbrauchs oder aufgrund militärischer Konflikte, macht sich das auf dem Weltölmarkt bemerkbar. Besonders problematisch sind sprunghafte Preisanstiege, auf die die Wirtschaft nicht schnell genug mit Anpassungsmaßnahmen reagieren kann, wie Investitionen in eine effizientere Nutzung des Rohstoffs. Nach Berechnungen des National Defense Council Foundation der USA hat allein der Ölpreisanstieg in den 80er Jahren zu wirtschaftlichen Schäden in der Höhe von 2,2 bis 2,5 Billionen Dollar geführt.⁶⁹

Ölpreisentwicklung 1970-2010

Rohölpreis 1970 - 2010, nicht inflationsbereinigt



Quelle: BP/Bloomberg

Abbildung 14: Einfluss von militärischen Konflikten auf die Ölpreisentwicklung⁷⁰

5 Risiko Klimawandel

Neben den bisher aufgeführten militärischen und sozialen Konflikten der Erdöl- und Erdgasproduktion verstärken sich die Risiken des Klimawandels durch die Förderung und den Einsatz fossiler Energierohstoffe. Das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) prognostiziert in seinem Bericht aus dem Jahr 2008 den Rückgang der weltweiten Ernteerträge bedingt durch den Klimawandel und parallel zu einem weiteren Wachstum der Weltbevölkerung.⁷¹ Gleichzeitig wird Experten zufolge die Zahl der Menschen, die an Wassermangel leiden, von derzeit 1,7 Milliarden auf 5 Milliarden im Jahr 2025 zunehmen. Insbesondere die Wasserverfügbarkeit in ohnehin schon wasserarmen Gegenden wird abnehmen, speziell in subtropischen Gebieten. Auch Krankheiten wie Malaria und Cholera nehmen damit zu.

⁶⁸) Kästner 2006, Europäische Kommission 2001

⁶⁹) NDCF 2003

⁷⁰) BP 2010, www.bloomberg.com/energy

⁷¹) IPCC 2008

Gleichzeitig führen zunehmend schwere Niederschläge sowie die Erhöhung des Meeresspiegels zu Überschwemmungskatastrophen, wie 2010 in Pakistan und zum Jahreswechsel 2010/2011 in Australien. Insbesondere Insel- und Küstenstaaten sind durch den Anstieg des Meeresspiegels in ihrer territorialen Existenz bedroht.⁷² Diese Auswirkungen des Klimawandels bedingen eine weitere Zunahme von Umwelt- und Klimaflüchtlingen, die aus ihren derzeitigen Siedlungsbereichen in andere Regionen der Welt flüchten.

Stern-Report: Klimaschäden kosten mehr als Klimaschutz

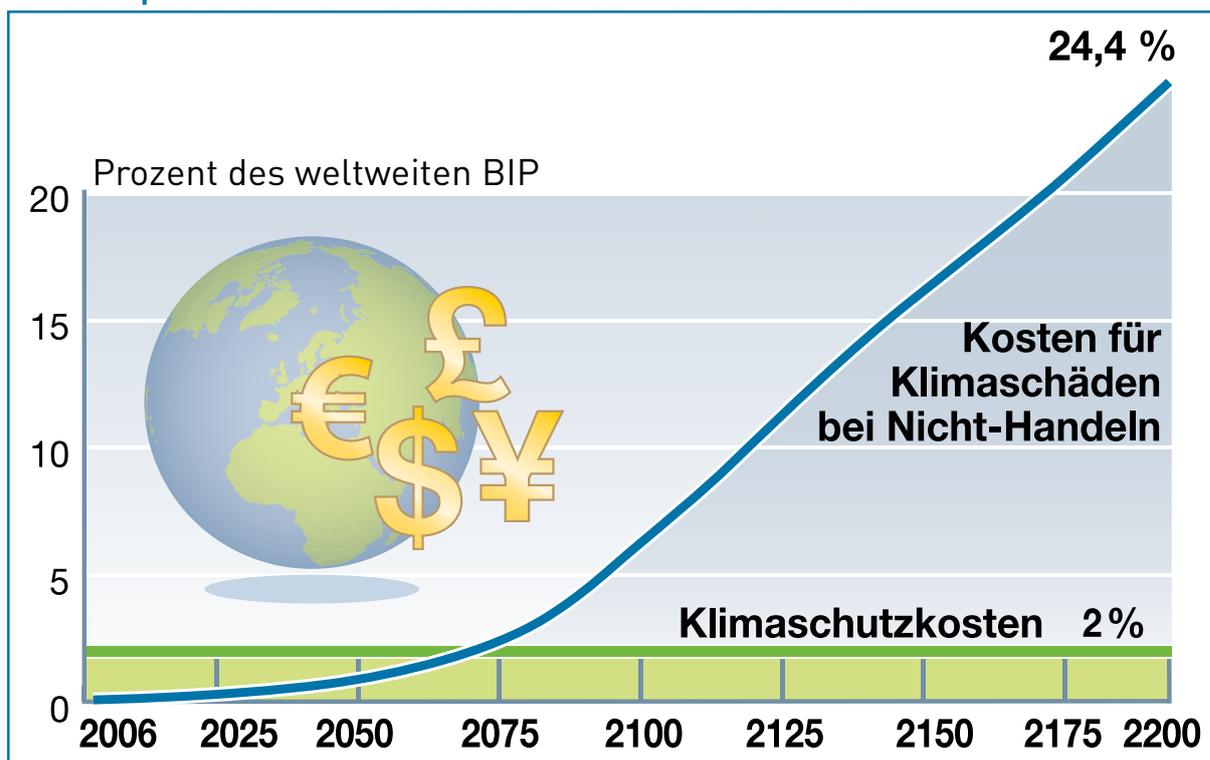


Abbildung 15: Kosten des Klimawandels und des Klimaschutzes

Nach Analyse des britischen Ökonomen Nicolas Stern müssten jährlich zwei Prozent des weltweiten Bruttoinlandsprodukts (BIP) für den Klimaschutz ausgegeben werden, um den Klimawandel einzudämmen. Dem gegenüber steht ein Vielfaches an Kosten, wenn keine ausreichenden Maßnahmen getroffen werden. Stern geht davon aus, dass bei einem „Weiter wie bisher“ im Jahr 2200 Umwelt- und Klimaschäden in Höhe von bis zu 25 Prozent des BIP drohen.⁷³

⁷² IPCC 2008

⁷³ Stern 2006/2008

6 Unkonventionelle fossile Rohstoffe – Lösung oder Verschärfung des Problems?

Jenseits der heute geförderten konventionellen Erdöl- und Erdgasvorkommen rechnen Experten mit bis zu vier mal größeren Vorkommen an sogenannten unkonventionellen Ölen und Gasen.⁷⁴ Es gibt keine einheitliche Definition für unkonventionelles Erdöl als Rohstoff. Diese Arbeit verwendet wie die BGR und Meyer-Renschhausen eine enge Definition und bezeichnet als unkonventionelles Erdöl die Vorkommen, die aufwendig aufzubereiten sind, um die Eigenschaften von Rohöl zu erreichen. Nach dieser Definition gehören zu den unkonventionellen Erdölen Bitumen oder Rohöl aus Teersand, Schwerstöl und Schwelöl oder Rohöl aus Schiefer. Als unkonventionelles Erdgas wird Erdgas aus dichten Gesteinen (dichte Speicher), Kohleflözgas, Erdgas aus Aquiferen und Gashydrat bezeichnet.

Die Umweltverschmutzungen durch den Abbau unkonventioneller Erdöle und -gase sind gravierend. Ob Zerstörung des Waldes, Verschmutzung des Grundwassers, der Atmosphäre oder des Bodens, fast alle Naturgüter der Erde sind von diesem Eingriff betroffen. Zudem bringen sie erhöhte Risiken für Krankheiten bei den Menschen mit sich, die in der Nähe der Abbaugebiete wohnen.⁷⁵ Aber auch die Schäden der Erdölförderung auf hoher See, wie zuletzt beim Untergang der Förderplattform „Deepwater Horizon“ im Golf von Mexiko, zeigen die Umweltgefahren auf. Bei dieser Havarie traten schätzungsweise 5 Millionen Barrel Erdöl aus und verschmutzten Meereswasser und Küste.⁷⁶

Die zukünftig gewinnbaren unkonventionellen Erdölressourcen werden auf mehr als das Doppelte der konventionellen Erdölreserven geschätzt. Die gesamte Erdölmenge der Teersand-, Schwerstöl- und Ölschieferlagerstätten beträgt nach Schätzungen zwischen 6.600 und 9.000 Milliarden Barrel. Die unkonventionellen Vorkommen könnten damit theoretisch für 200 bis 300 Jahre den heutigen Erdölbedarf decken. Davon kann laut Internationaler Energieagentur nur jedoch ein Viertel technisch gewonnen werden (siehe Abbildung 16).⁷⁷

Die maximalen Schätzwerte der gesamten in den Lagerstätten vorhandenen Teersand-, Schwerstöl- und Ölschiefervorkommen sind mit jeweils ca. 3.000 Milliarden Barrel (d.h. 100 Jahre Reichweite) ungefähr gleich groß.⁷⁸ Die gewinnbaren Mengen gehen aber wegen der unterschiedlich hohen Ausbeutefaktoren weit auseinander. Während etwa ein Drittel der Teersand-Vorkommen als gewinnbar gelten, können etwa bis zu 13 Prozent der Schwerstöl-Vorkommen gefördert werden.

Mehr als 60 Prozent der weltweiten Vorkommen an unkonventionellem Erdöl befinden sich in Nord- und Südamerika: Teersand in Kanada, Schwerstöl in Venezuela und Ölschiefer in den USA. Weitere sehr große Vorkommen liegen in Russland (Ölsande und Ölschiefer), Kasachstan (Ölschiefer) und im Mittleren Osten (Schwerstöl). Nennenswerte Ölschieferlagerstätten gibt es außerdem noch in der Republik Kongo, in Brasilien, Italien, Marokko, Jordanien, Australien, Estland, China, Israel, Thailand und Kanada.

⁷⁴ IEA 2008a, BGR 2009, Meyer-Renschhausen 2007

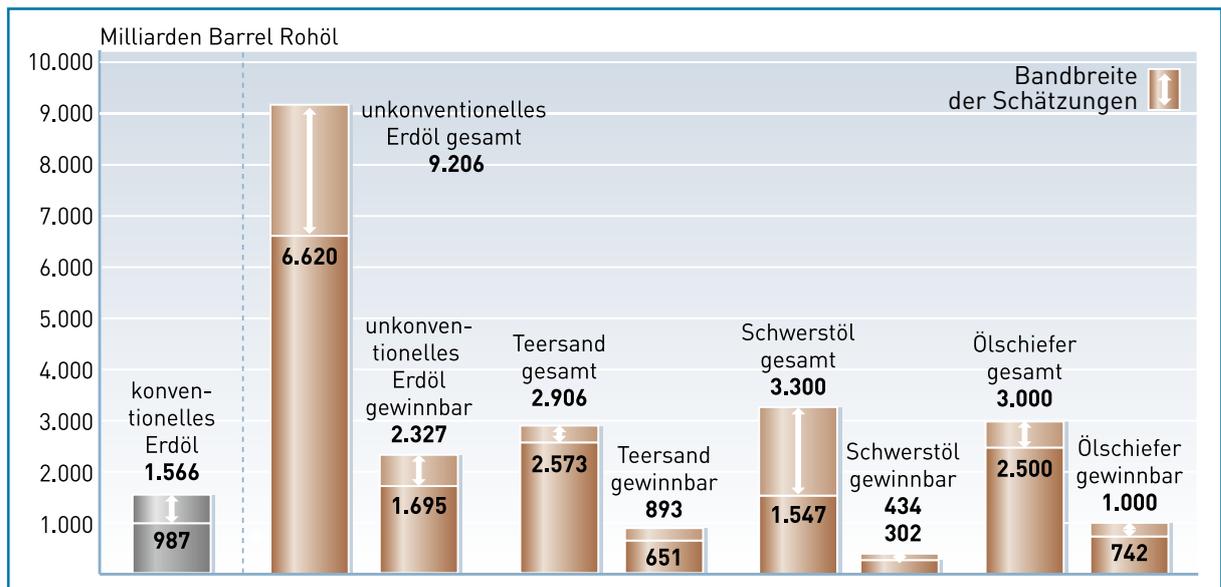
⁷⁵ efa 2009.

⁷⁶ Zeit Online, 29.10.2010.

⁷⁷ IEA 2008a, Die In-Place-Menge bezeichnet die gesamte Erdölmenge, die sich in einer Lagerstätte befindet. Aus technischen Gründen können nur maximal 30 Prozent der In-Place-Mengen unkonventioneller Erdöle gefördert werden.

⁷⁸ IEA 2008a, BGR 2009, Meyer-Renschhausen 2007. Die Angaben zu der Verteilung der globalen Ölsandvorkommen schwanken sehr stark. Meyer und Attanasi bewerten die In-Place-Ölsandmengen in Nigeria mit über 400 Mrd. Barrel fast um den Faktor 100 höher als die BGR. Zitiert in Meyer-Renschhausen.

Vorkommen unkonventioneller Erdöle



Quelle: era 2009, BGR 2009

Abbildung 16: Vorkommen unkonventioneller Erdöle⁷⁹

Kohle und Erdgas sind weitere wichtige Rohstoffe für die Produktion fossiler Kraftstoffe, beispielsweise für synthetische Kraftstoffe, die durch die Verflüssigung von Kohle (Coal-to-Liquid) oder Gas (Gas-to-Liquid) gewonnen werden.

Kohle hat einen Anteil von mehr als 75 Prozent an den globalen fossilen Energievorkommen. Die BGR schätzt die Gesamtkohleressourcen auf rund 21 Billionen Tonnen, davon 16,4 Billionen Tonnen Hartkohle und 4,4 Billionen Tonnen Weichbraunkohle.⁸⁰

Erdgas hat einen Anteil von über 20 Prozent an den globalen fossilen Vorkommen. An den gesamten Erdgasressourcen von 3.000 Billionen Kubikmeter hat konventionelles Erdgas aber nur einen Anteil von 8 Prozent.

Zu den unkonventionellen Vorkommen von Erdgas gehören:

- Erdgas aus dichten Gesteinen, das in nur gering durchlässigem Gestein eingelagert ist.
- Kohleflözgase, die in Verbindung mit Kohle vorkommen:
 - o Flözgas, das aus Kohleflözen durch Bohrungen freigesetzt wird
 - o Grubengas, das durch Bergbautätigkeit im Grubengelände unmittelbar oder später austritt.⁸¹

Die größten unkonventionellen Erdgasmengen stellen Gashydrat mit 1.000 Billionen Kubikmeter und Erdgas in Aquiferen mit 800 Billionen Kubikmeter dar, deren Gewinnung aber noch sehr ungewiss ist.⁸² Die Förderung von Erdgas aus dichten Speichern und Kohlevorkommen wird weltweit immer bedeutender und ist in den USA bereits stark verbreitet. Der Anteil von unkonventionellem Erdgas an der gesamten Förderung in den USA ist in den vergangenen 10 Jahren von 28 Prozent auf 46 Prozent gestiegen.⁸³ Die Gewinnung von Erdgas in Tonsteinen (Shale Gas) in den USA hat sich in diesem Zeitraum sogar verdreifacht.

⁷⁹ era 2009

⁸⁰ BGR 2009

⁸¹ BGR 2009

⁸² Die weltweiten Angaben zu gespeichertem Erdgasmengen in Gashydraten weisen mit Schätzungen zwischen 1.000 und 120.000 Bill. m³ eine sehr große Bandbreite auf. BGR 2009

⁸³ Davon sind 68 % Tight Gas (Gas aus Sandstein), 21 % Coal Bed Methan und 11 % Shale Gas (Gas aus Tongesteinen) NCI 2008

Der Vergleich der Treibhausgasbilanzen verschiedener fossiler Kraftstoffe zeigt, dass die Emissionen unkonventioneller Kraftstoffe bis zu zweieinhalb Mal höher sind als die konventionellen Erdöls (siehe Abbildung 17).⁸⁴ Am schlechtesten schneiden Kraftstoffe aus Kohle ab. Coal-to-Liquid (CTL) aus Synthesegas der Untertage-Kohlevergasung (Underground Coal Gasification) hat die schlechteste Klimabilanz mit fast 830 g Kohlendioxid-Äquivalent pro erzeugter Kilowattstunde ($\text{CO}_2\text{eq/kWh}$).

Die Produktion von Kraftstoffen aus Ölschiefer führt zu Treibhausgasemissionen, die um 30 bis 75 Prozent höher sind als die von konventionellem Erdöl.⁸⁵ Ebenso liegen Kraftstoffe aus Teersand, CTL-Kraftstoffe oder Schwerstöl deutlich über den deutschen Dieselreferenzwert. Auch konventionelle Kraftstoffe können sehr hohe Treibhausgasemissionen ausweisen. Tiefseeöle aus Tiefen von 5.000 Metern, wie sie vor der Küste Brasiliens, Angolas oder auch im Golf von Mexiko gefördert werden sollen, können aufgrund des hohen technischen Förderaufwandes sogar höhere Emissionen als Teersand verursachen.

Klimawirkung von Teersand, Ölschiefer und Co.

CO_2 -Ausstoß pro Kilometer in Gramm

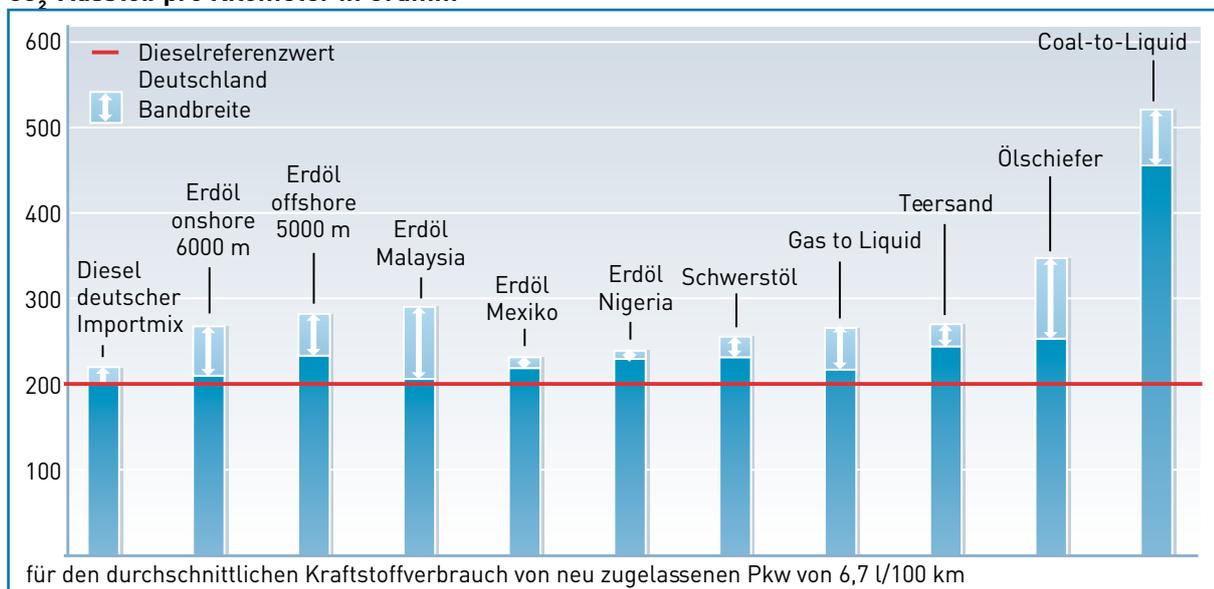


Abbildung 17: Treibhausgasemissionen von fossilen Kraftstoffen⁸⁶

Die Nutzung unkonventioneller Rohstoffe wird zu einem erheblichen Anstieg der Treibhausgasemissionen schon auf Basis des jetzigen Kraftstoffverbrauchs führen. Wenn aber wie in Kapitel 4 dargestellt, der Kraftstoffverbrauch in den nächsten Jahren weltweit erheblich zunimmt, können auch die Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor stark ansteigen und damit zu einer Verschärfung des Klimawandels beitragen.

Damit trägt die Gewinnung unkonventioneller fossiler Rohstoffe zwar einerseits zur Diversifizierung der Rohstoffquellen bei. Allerdings verschärfen sich die Risiken: Einerseits führen höhere Treibhausgasemissionen zu einem forcierten Klimawandel und damit zu steigenden Schäden für die Volkswirtschaften. Andererseits treibt der technische Förderaufwand die Kosten in die Höhe und erhöht die Gefahr von steigenden Rohstoffpreisen – mit negativen Auswirkungen auf die Wirtschaftsleistung.

⁸⁴ Als Vergleichswert dient der deutsche Dieselreferenzwert von GEMIS 4.5

⁸⁵ Brandt 2007 a,b,c

⁸⁶ era 2009

7 Erneuerbare Energien: ein Beitrag zur Energiesicherheit

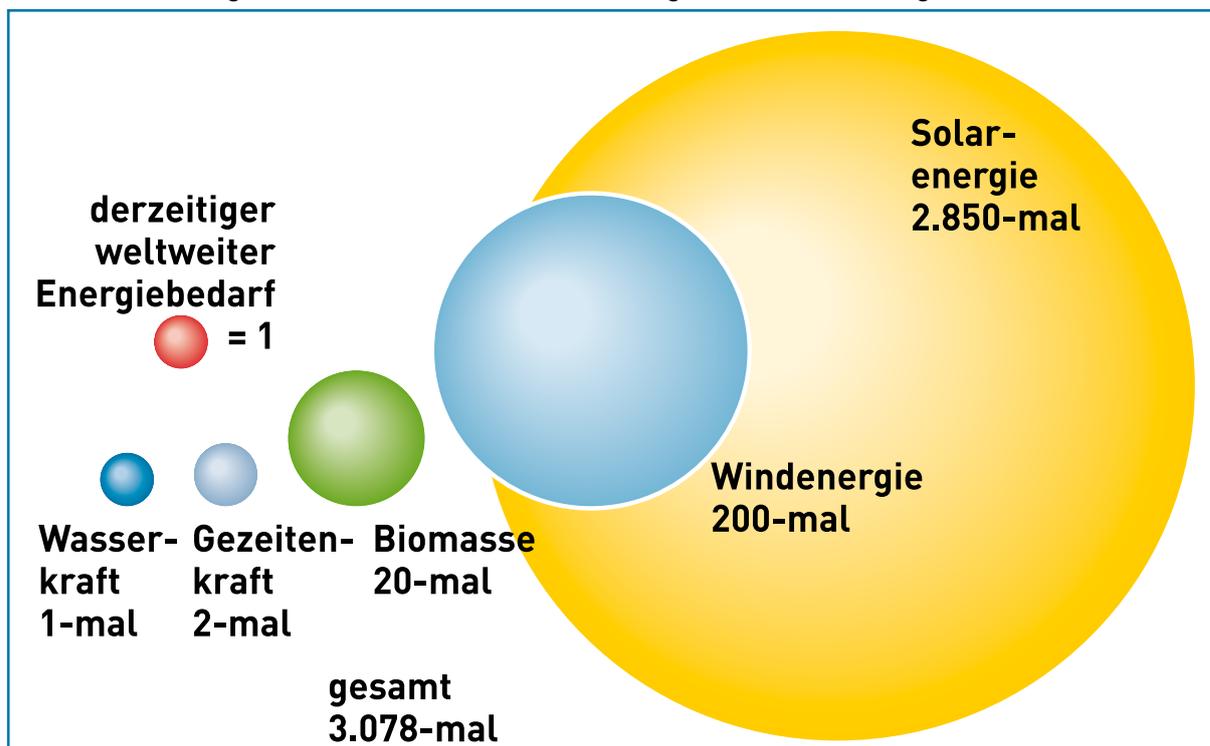
Der Umstieg auf Erneuerbare Energien kann dazu beitragen, die Risiken der Energieversorgung zu mindern. Die globalen Potenziale zeigen, dass Wind- und Sonnenenergie, Biomasse, Wasserkraft und Erdwärme den Energiebedarf decken und fossile Rohstoffe und Atomenergie ersetzen können. Das im Kapitel 2.1 zitierte Gutachten von Ecofys und WWF zeigt, dass eine Vollversorgung aus Erneuerbaren Quellen weltweit bereits bis 2050 möglich ist.⁸⁷ Voraussetzung ist allerdings, dass der Energiebedarf bis dahin deutlich zurückgeht. Durch ihre dezentrale Verfügbarkeit bieten Erneuerbare Energien die Chance zur Teilhabe an der Energieversorgung und damit einen Weg, Energiearmut und damit verbundene Konflikte zu reduzieren. Gleichzeitig vermeiden diese Technologien den Ausstoß von Treibhausgasen und dämmen damit Risiken eines fortschreitenden Klimawandels ein.

7.1 Dezentrale Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien

Mit den Erneuerbaren Energien stehen Alternativen zur fossilen Energieversorgung zur Verfügung. Die Abbildung 18 zeigt die natürlichen Potenziale auf, die Erneuerbare Ressourcen wie Sonne, Wind, Wasser, Biomasse, Geothermie, Gezeiten- und Wellenkraft zur Nutzung bieten.⁸⁸ Es wird deutlich, dass die natürlichen Potenziale ausreichen würden, um den weltweiten Energiebedarf mehrfach abzudecken. Die Erschließung dieser Potenziale ist aber eine Frage der technologischen Weiterentwicklung.

Natürliche Potenziale Erneuerbarer Energien

Erneuerbare Energien könnten 3.078-mal den derzeitigen weltweiten Energiebedarf decken



Quelle: FVEE

Abbildung 18: Natürliche Potenziale Erneuerbarer Energien⁸⁹

⁸⁷ WWF / Ecofys 2010

⁸⁸ FVEE 2010

⁸⁹ FVEE 2010

Ein wesentlicher Vorteil der Erneuerbaren Energien ist ihre Vielfalt. Während Wind, Wasser- und Gezeitenkraft zur Stromerzeugung eingesetzt werden, kann aus Solarenergie durch Photovoltaik, solarthermische Kraftwerke und Solarkollektoren sowohl Strom als auch Wärme gewonnen werden. Auch die Erdwärme (Geothermie) kann zur Strom- und Wärmeerzeugung genutzt werden. Mit der Bioenergie steht ein All-Rounder zur Verfügung, denn mit ihr können zusätzlich zu Strom und Wärme auch noch Biokraftstoffe erzeugt werden.

7.2 Importvermeidung durch Erneuerbare Energien

Im Jahr 2010 haben die Erneuerbaren Energien in Deutschland fossile Energieimporte in Höhe von insgesamt 7,4 Mrd. Euro vermieden. Davon entfallen 3,3 Mrd. Euro auf vermiedene Mineralölprodukte, 2,4 Mrd. Euro auf Erdgas- und 1,7 Mrd. Euro auf Steinkohleimporte.

Durch ihre Dezentralität weisen Erneuerbare Energien eine vergleichsweise geringe Importnotwendigkeit auf. Die Potenziale von Sonne, Wind, Biomasse, Erdwärme und Wasserkraft sind zwar weltweit unterschiedlich verteilt, aber überall existent. Wo eine Erneuerbare Energieart weniger vorhanden ist (z.B. Wasserkraft), sind doch in der Regel andere Energiequellen wie Sonneneinstrahlung und Windkraft nutzbar. Außerdem werden in Pilot- und Forschungsprojekten bereits Technologien erprobt, die weitere Potenziale erschließen können – beispielsweise die Nutzung der Gezeiten- und Wellenkraftwerke an den Küsten.

Auch mit der Biomasse stehen sehr große Energiepotenziale zur Verfügung, ohne dass Nutzungskonkurrenzen zur Lebensmittelversorgung oder stofflichen Verwendung entstehen müssen. Weltweit wird derzeit ein Bruchteil der nachwachsenden Biomasse für die Energieerzeugung eingesetzt. Berechnungen kommen mit einer konservativen Abschätzung der Biomasseerträge zu dem Ergebnis, dass der Anbau von Energiepflanzen auf einem Viertel der weltweit degradierten Flächen, die Hälfte des heutigen Kraftstoffverbrauchs abdecken kann (siehe Abbildung 19).⁹⁰ Gleichzeitig würde mit diesem Anbau auf degradierten Böden ein Beitrag zur Biodiversität geleistet und insbesondere in den Entwicklungsländern eine neue Einkommensmöglichkeit für die ansässige Bevölkerung geschaffen.

Auch kann die Bioenergie, eingebettet in einer landwirtschaftspolitischen Gesamtstrategie, einen wichtigen Beitrag zur Nahrungsmittelsicherheit leisten, wenn in Infrastruktur, Agrartechnik und insbesondere Beratung investiert wird. Die heutigen Probleme der Landwirtschaft in Entwicklungsländern sind nämlich oft auf das Fehlen von angepassten und nachhaltigen Bewirtschaftsmethoden zurückzuführen.⁹¹

⁹⁰ WWF / Ecofys 2010
⁹¹ FVEE 2010

Flächenpotenziale für Energiepflanzen

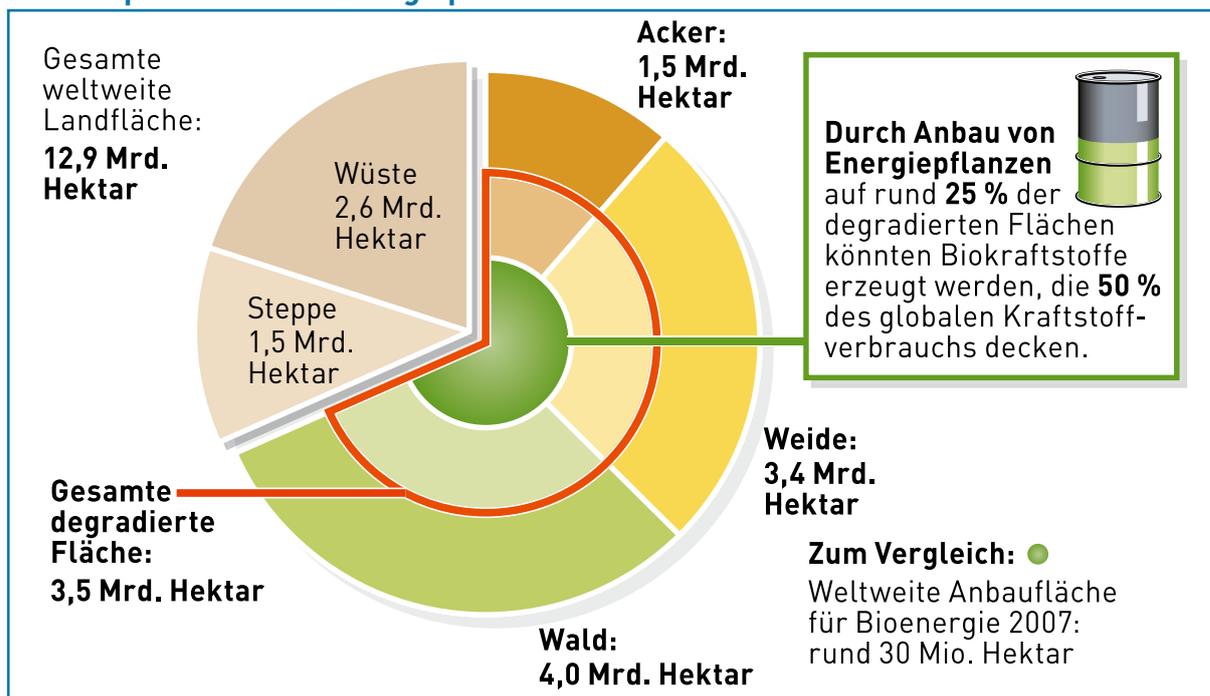


Abbildung 19: Geringer Flächenbedarf für hohe Anteile von Biokraftstoffen⁹²

7.3 Beitrag zu Entwicklung und Konfliktlösung

Mit dem Einsatz Erneuerbarer Energien verringert sich das sicherheitspolitische Risiko terroristischer Angriffe oder militärischer Konflikte. Wie in Kapitel 4.3 beschrieben, sind die Transportwege eine Achillesferse der fossilen Energierohstoffe. Durch die Dezentralität der Erneuerbaren Energien reduzieren sich Transportbedarf und Transportwege und damit auch die Gefahr terroristischer Angriffe. Weil Biomasse für energetische Zwecke in vielen Erdteilen angebaut werden kann, ist das Risiko von Piratenangriffen gering, da sich der Biomassetransport nicht auf wenigen Schiffsrouten konzentriert, wie das bei Erdöl der Fall ist. Auch die Notwendigkeit, Rohstoffe an der Lagerstätte militärisch zu sichern, ist bei den Erneuerbaren Energien weniger gegeben. Auch wenn sich die Wege reduzieren, so sind dennoch bei den Erneuerbaren Energien Transporte notwendig. Sei es der Transport von Biokraftstoffen oder Biogas durch Pipelines oder die Weiterleitung von Strom durch Verbundnetze.

Anlässlich der Jahrestagung des Forschungsverbundes Erneuerbare Energien im Jahr 2009 betonte Dr. Robert Klinke, Referatsleiter „Internationale Energiepolitik“ im Auswärtigen Amt, diesen Aspekt und zeigte auf, wie eng die Energiefrage mit der Entwicklungsfrage verbunden ist. Klinke zufolge beschränkt der fehlende Zugang zu Elektrizität von mehr als einer Milliarde Menschen die fundamentalen Grundlagen der Entwicklung, wie Ausbildung oder medizinische Versorgung.⁹³ Nur ein freier Zugang zu den Energiereserven und neue Wege in der Energieversorgung, die nicht zu einer Bedrohung der gemeinsamen Lebensgrundlage der Weltbevölkerung führen, können Klinke zufolge gerechte Entwicklungschancen aufzeigen.

⁹² FAO zitiert in Metzger und Hüttermann 2/2009

⁹³ Klinke 2009

Die Friedensdividende, die Erneuerbare Energien erwirtschaften, steht im Mittelpunkt einer Studie im Auftrag des Bundesumweltministeriums. Forscher des Wuppertal Instituts und von Adelphi Consult haben sechs Felder identifiziert, in denen Erneuerbare Energien friedensstiftende Wirkung entfalten: dazu gehören Energiesicherheit, innere Sicherheit, Klimasicherheit und Entwicklung.⁹⁴ Erneuerbare Ressourcen können auch bei militärischen Einsätzen der Bundeswehr zum Einsatz kommen, z.B. in Form von Biokraftstoffen, Brennstoffzellen oder von Inselsystemen zur Stromversorgung. Unabhängig von diesen mobilen Einsätzen setzt die die Bundeswehr heute bereits in ihren Liegenschaften auf eine Strom- und Wärmeversorgung aus Erneuerbaren Energien, beispielsweise in der Universität der Bundeswehr München oder der Generalfeldmarschall-Rommel-Kaserne in Augustdorf.

Im „Global Status Report Renewables 2010“ gibt das internationale Netzwerk REN21 einen Überblick über netzferne Anwendungen von Erneuerbaren Energien in ländlichen Gebieten von Entwicklungsländern.⁹⁵ Zwar werden solarbetriebene Beleuchtung, Kleinwasserkraft oder Biogassysteme nicht systematisch erfasst. Aus einschlägigen Programmberichten geht aber hervor, dass bisher rund zwei Millionen Haushalte in Afrika, Indien, Bangladesch, Nordwest-China und Sri Lanka mithilfe von Solaranlagen Zugang zu Beleuchtung und Elektrizität haben. Hinzu kommen mit Biogas betriebene Kocher, von denen REN21 25 Millionen in China, 4 Millionen in Indien, 200.000 in Nepal und 150.000 in Vietnam verzeichnet. Mit Sonnenenergie betriebene Pumpen werden zudem zur Bewässerung genutzt.

Eine kritische Sichtweise auf die friedenssichernde Wirkung Erneuerbarer Ressourcen bietet Tamara Neubauer in ihrem Beitrag „Hoffnungsträger erneuerbare Ressourcen – Friedenssicherung oder beschleunigte Entropiezunahme“.⁹⁶ Die Autorin konstatiert, dass politische Machtstrukturen durch den Umstieg auf Erneuerbare Energie nicht notwendigerweise aufgehoben werden, da nicht zuletzt technologisches „Know How“ als Ressource ebenso umkämpft und ungleich verteilt ist. Sie kommt zu der Schlußfolgerung, dass der Beitrag der Erneuerbaren Energien zur Friedenssicherung letztendlich davon abhängt, wer Zugang zu den neuen Technologien hat und wie exklusiv dieser Zugang ist. Die Nutzung der Erneuerbaren Energien kann aber auch mit Konflikten, wie zum Beispiel im Bereich der Wasserkraft und Bioenergie verbunden sein. Der Bau von Wasserkraftwerken mit Großstaudämmen führt oft zu regionalen, überregionalen und manchmal auch zwischenstaatlichen Konflikten, ausgelöst durch die immensen Umweltauswirkungen und sozioökonomischen Effekte dieser Projekte.

⁹⁴ Adelphi Consult und Wuppertal Institut 2007

⁹⁵ REN21 2010

⁹⁶ Neubauer 2008

Auch eine ungesteuerte Bioenergienutzung kann zu Nutzungskonflikten und Umweltschäden führen. So kann zum Beispiel der unsachgemäße Anbau von Energiepflanzen Umweltprobleme verursachen. Um diese Auswirkungen zu vermeiden, wurde in Deutschland und auf europäischer Ebene die Zertifizierung von Biomasse eingeführt. Die Biokraftstoffproduktion kann aber auch indirekte Landnutzungsänderungen (Indirect Land Use Change – ILUC) verursachen, wenn der Anbau von Energiepflanzen die vorherigen Anbauprodukte in andere Regionen der Welt verdrängt und dort zu einer Ausdehnung der landwirtschaftlichen Flächen führt. Ob für den größeren Bedarf an Agrarflächen Regenwald gerodet wird, ist allerdings vor allem von vielen politisch-sozialen Faktoren abhängig, wie dem steigenden Anbau von Futtermitteln für die Fleischproduktion, einer fehlenden Flächennutzungsplanung oder Korruption.⁹⁷ Die Abholzung von Regenwald ist deshalb keine zwangsläufige Folge der Bioenergienutzung. Denn weltweit stehen große Flächenpotenziale zur Verfügung, die eine Ausweitung der Agrarfläche ermöglichen:

- Ertragssteigerungspotenziale sind besonders in den Tropen sehr hoch. Der Greenpeace-Studie "Protection Money" zufolge kann beispielsweise in Indonesien die Palmölproduktion durch effizientere Bewirtschaftungsmethoden ohne Flächenzuwachs verdoppelt werden.⁹⁸
- Nach Berechnungen des Global Sustainable Bioenergy Project könnten in Brasilien 100 Millionen Hektar Weideland für die Biokraftstoffproduktion genutzt werden, ohne die Viehbestände reduzieren zu müssen.⁹⁹
- Nach Berechnungen des Masdar Institute of Science and Technology eignen sich weltweit 150 Millionen Hektar Küstengebiet für die landwirtschaftliche Nutzung von salztoleranten Pflanzen (Halophyten). Auf dieser Fläche könnten Energiepflanzen für mindestens 6 Prozent des heutigen Erdölverbrauchs produziert werden.¹⁰⁰

Die großen Flächenpotenziale zeigen, dass die Biokraftstoffproduktion weltweit ohne negative Verdrängungseffekte gesteigert werden kann, wenn entsprechende Maßnahmen zur Steuerung der Biomassenutzung ergriffen werden. Dazu gehören regionale Ansätze zur Steuerung von indirekten Landnutzungsänderungen, Anreize für die Nutzung von degradierten Flächen, bilaterale Verträge und eine restriktive Flächennutzungsplanung.¹⁰¹

7.4 Vermeidung von Klima- und Umweltrisiken

Ursache des Klimawandels ist der von Menschen bewirkte Ausstoß von Treibhausgasen, der zu einer Erwärmung der Erdoberfläche führt. Wie in Kapitel 5 beschrieben, hat der Klimawandel weitreichende Auswirkungen für Mensch und Umwelt. Deshalb wurde auf der UN-Klimakonferenz in Cancun (Mexiko) beschlossen, die Erderwärmung auf zwei Grad zu beschränken.¹⁰² Dies gelingt aber nur, wenn der CO₂-Ausstoß in den nächsten Jahren massiv gesenkt wird. Erneuerbare Energien können zum Erreichen dieses Zieles einen großen Beitrag leisten. Schon jetzt vermeiden die Erneuerbaren Energien in Deutschland ca. 110 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalent pro Jahr. Einer Branchen-Prognose zufolge können es im Jahr 2020 rund 290 Millionen Tonnen sein.¹⁰³ In der Europäischen Union gehen die Branchenverbände davon aus, dass die Erneuerbaren Energien im Jahr 2020 gut 1.100 Millionen Tonnen CO₂ einsparen.¹⁰⁴

⁹⁷ Geist H. J., Lambin E. F. 2002, O'Hare et al. 2010, Kline, K., Dale V. H., Lee R. und Leiby P. 2009

⁹⁸ Greenpeace 2010

⁹⁹ Lynd, L. R. 2010

¹⁰⁰ Sgouridis, S. et al. 2010

¹⁰¹ Lahl 2010. World Resources Institut 2010

¹⁰² UNFCCC 2010

¹⁰³ BEE 2009

¹⁰⁴ Pieprzyk B. und Kortlüke N. 2010, www.repap2020.eu

CO₂-Reduktion durch Erneuerbare Energien in Europa

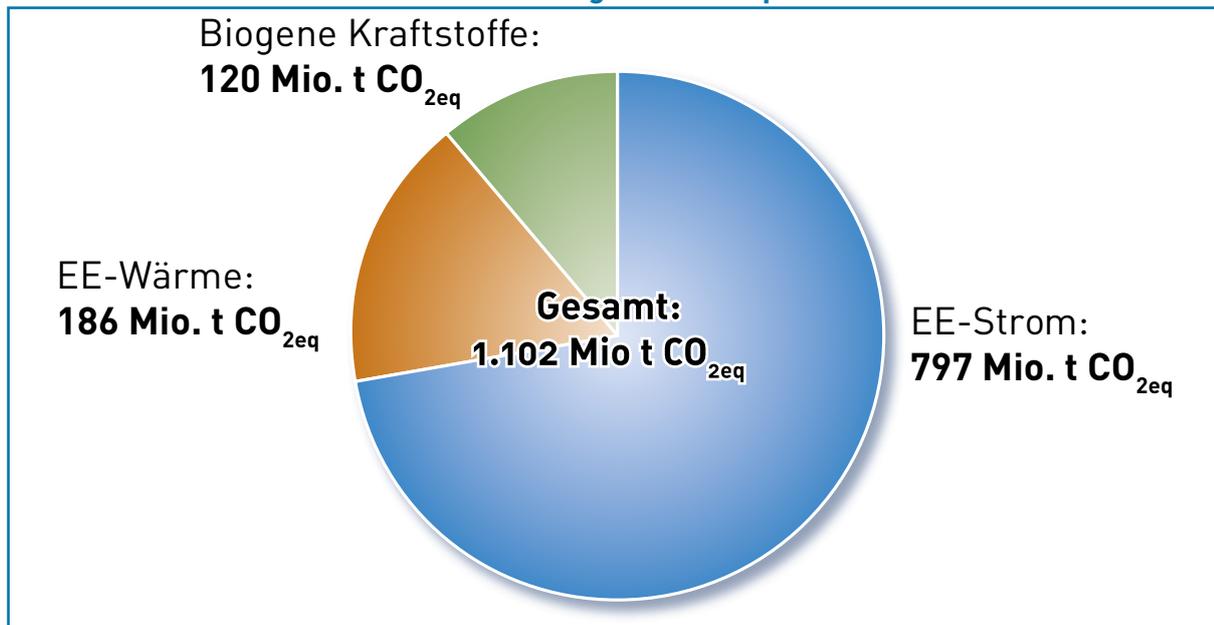


Abbildung 20: Treibhausgaseinsparungen durch Erneuerbare Energien in Europa (EU-27) im Jahr 2020 (Neuanlagen ab 1990 in Millionen Tonnen CO₂eq)¹⁰⁵

7.5 Potenziale der Erneuerbaren Energien

Im folgenden Kapitel werden Szenarien vorgestellt, nach denen Erneuerbare Energien in den kommenden Jahrzehnten in Deutschland, Europa und weltweit sowohl fossile Energien als auch Atomenergie ersetzen können.

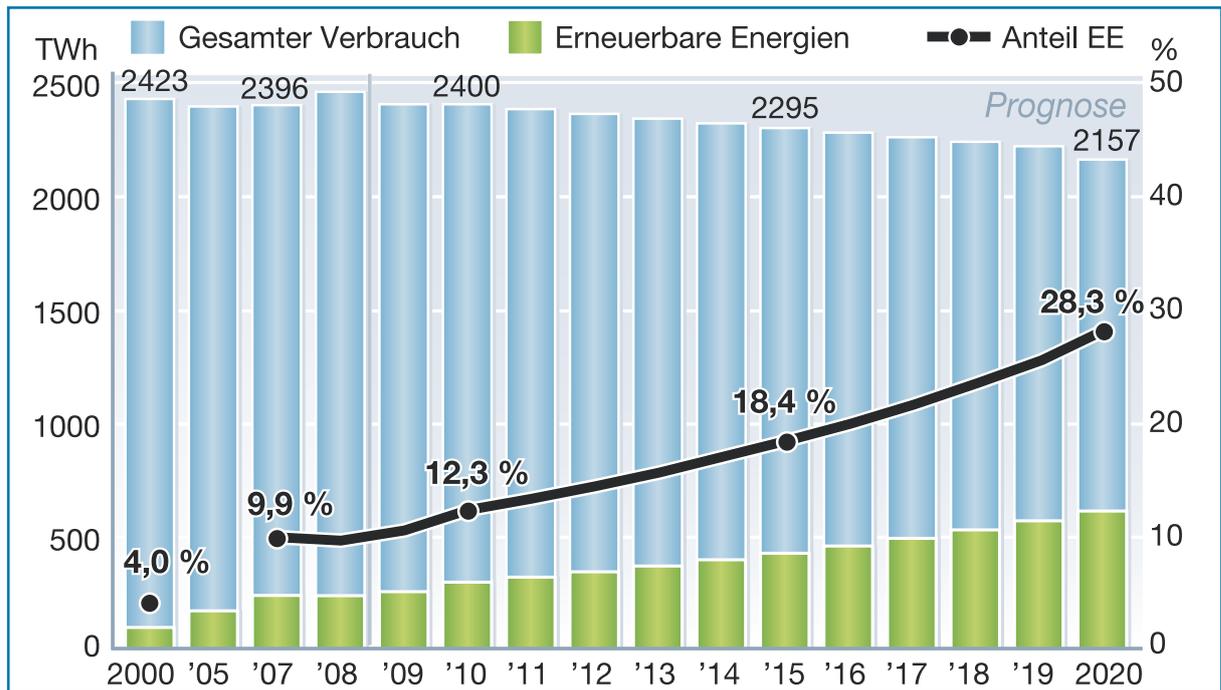
7.5.1 Potenziale in Deutschland

Mit dem Stromeinspeisungsgesetz (1991) und der Einführung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) (2000) wurden in Deutschland verlässliche Rahmenbedingungen für den Ausbau der Erneuerbaren Energien im Stromsektor geschaffen. Der Anteil von Wind- und Sonnenenergie, Biomasse, Wasserkraft und Geothermie am Stromverbrauch ist bis 2010 auf rund 17 Prozent angestiegen. Auch im Bereich der Erneuerbaren Wärme und der Biokraftstoffe sorgen gesetzliche Rahmenbedingungen für einen weiteren Ausbau.

Die Branchenprognose des Bundesverbands Erneuerbare Energie (BEE) geht davon aus, dass Wind- und Sonnenenergie, Biomasse, Wasserkraft und Geothermie bis 2020 insgesamt 28 Prozent des gesamten Endenergieverbrauchs in Deutschland decken können (siehe Abbildung 21). Der Prognose zufolge können die Erneuerbaren bis 2020 ein Viertel der Wärmeversorgung übernehmen, 19 Prozent des Energieverbrauchs im Verkehr stellen und 47 Prozent des Stromverbrauchs in Deutschland decken.¹⁰⁶

¹⁰⁵) Pieprzyk B. und Kortlücke N. 2010
¹⁰⁶) BEE 2009

Branchen-Prognose: Beitrag der Erneuerbaren Energien bis 2020



Quelle: Branchenprognose (Stand: 10/2009)

Abbildung 21: Prognose: Anteil der Erneuerbaren Energien in Deutschland am gesamten Endenergieverbrauch 2020 in Prozent

Insgesamt sind dies rund 600 Terawattstunden (TWh) des gesamten Energieverbrauchs. Mit rund 300 TWh wird die Hälfte der Erneuerbaren Energien 2020 durch Bioenergie erbracht, die Windenergie folgt mit rund 150 TWh. Die restlichen TWh stellen Solarenergie, Geothermie und Umweltwärme sowie die Wasserkraft. Aussagen des Sachverständigenrats für Umweltfragen (SRU) sowie einer Studie des Umweltbundesamtes (UBA) zufolge ist eine Vollversorgung durch Erneuerbare Energien im Strombereich bis 2050 möglich, ohne dass es zu einer Laufzeitverlängerung der Atomkraftwerke oder zum Neubau von Kohlekraftwerken kommen muss.¹⁰⁷ Gleichzeitig wird ein wichtiger Beitrag zum Klimaschutz geleistet und zu der Zielsetzung, bis 2050 die Treibhausgasemissionen in Deutschland insgesamt um 80 bis 95 Prozent zu senken.

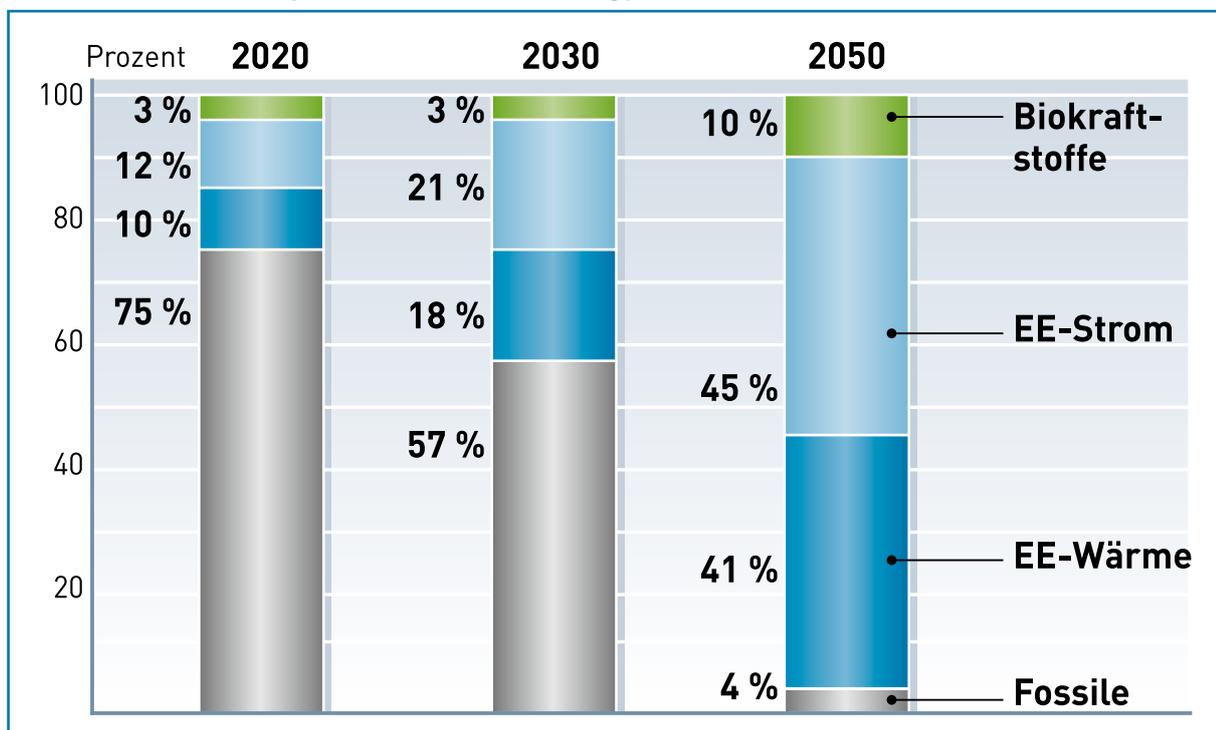
Während sich die beiden genannten Studien nur auf die Stromversorgung beziehen, geht das vom Forschungsverbund Erneuerbare Energien (FVEE) als Beitrag für das Energiekonzept der Bundesregierung erarbeitete „Energiekonzept 2050“ weiter.¹⁰⁸ In diesem Konzept wird dargestellt, wie eine 100-prozentige Versorgung durch Erneuerbare Energien bis 2050 nicht nur im Strom-, sondern auch im Wärme- und Verkehrssektor erreicht werden kann. Das Konzept des FVEE beschreibt dabei eine zuverlässige, sichere und kostengünstige Energieversorgung auf Basis der Erneuerbaren Energien. Die Studie geht davon aus, dass die Technologien der Erneuerbaren Energien und ihre Potenziale sehr viel höher sind als der Gesamtenergiebedarf, auch bei einem schwankenden Beitrag oder dem vorübergehenden Ausfall einer Technologie. Die Bereitstellung von Alternativen kann in jedem Fall eine 100-prozentige Versorgung auf Basis Erneuerbarer Energien sicherstellen.

¹⁰⁷) SRU 2011, UBA 2010
¹⁰⁸) FVEE 2010

7.5.2 Potenziale der Erneuerbaren Energien in Europa

Auch in Europa leisten die Erneuerbaren Energien bereits einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz. Durch einen zügigen Ausbau bis 2020 können sie einen zentralen Beitrag zur Minderung der Treibhausgase in der Europäischen Union leisten. Die derzeitige Zielsetzung der EU bis 2020 (20 Prozent Erneuerbare Energien, 20 Prozent Energieeffizienz und 20 Prozent CO₂-Einsparung), ist dabei aus Sicht der europäischen Erneuerbaren-Energien-Verbände nicht sehr ambitioniert. Auch das weiterreichende EU-Ziel einer 30-prozentigen CO₂-Einsparung kann aus Sicht der Branchenverbände bis 2020 erreicht werden. Wie die Abbildung 22 zeigt, ist es einer Studie des European Renewable Energy Council (EREC) zufolge möglich, den Energiebedarf auf Basis Erneuerbarer Energien im Jahr 2050 in der Europäischen Union bis zu 100 Prozent abzusichern.¹⁰⁹

Szenarien des European Renewable Energy Council



Quelle: EREC 2010

Abbildung 22: Energieszenarien für die EU-27¹¹⁰

¹⁰⁹) EREC 2010

¹¹⁰) EREC 2010

7.5.3 Weltweite Potenziale der Erneuerbaren Energien

In der von Greenpeace, EREC, dem Zentrum für Luft- und Raumfahrttechnik (DLR) und dem niederländischen Consultingbüro Ecofys erstellten Studie „energy [r]evolution – A Sustainable World Energy Outlook“ wird aufgezeigt, wie die Energieversorgung der Welt im Jahr 2050 und darüber hinaus aussehen kann.¹¹¹ Danach ist es möglich, bis zur Mitte dieses Jahrhunderts im Strombereich weltweit 95 Prozent der Stromerzeugung über Erneuerbare Energien abzudecken (siehe Abbildung 23). Im Wärmesektor wird ein Anteil von 91 Prozent des Energiebedarfs durch Erneuerbare Energien errechnet. Dies geht einher mit einer Verringerung des Ölbedarfs um 70 Prozent und des Kohlebedarfs um 95 Prozent bis 2050. Gleichzeitig würde dies eine Reduzierung der weltweiten CO₂-Emissionen um 80 Prozent bedeuten. Begleitet werden muss dieser Umbau der Energieversorgung mit einer Entwicklungs- und Agrarpolitik, die die Entwicklungschancen der Schwellen- und Entwicklungsländer verbessert.

Globales Energieszenario: energy (r)evolution

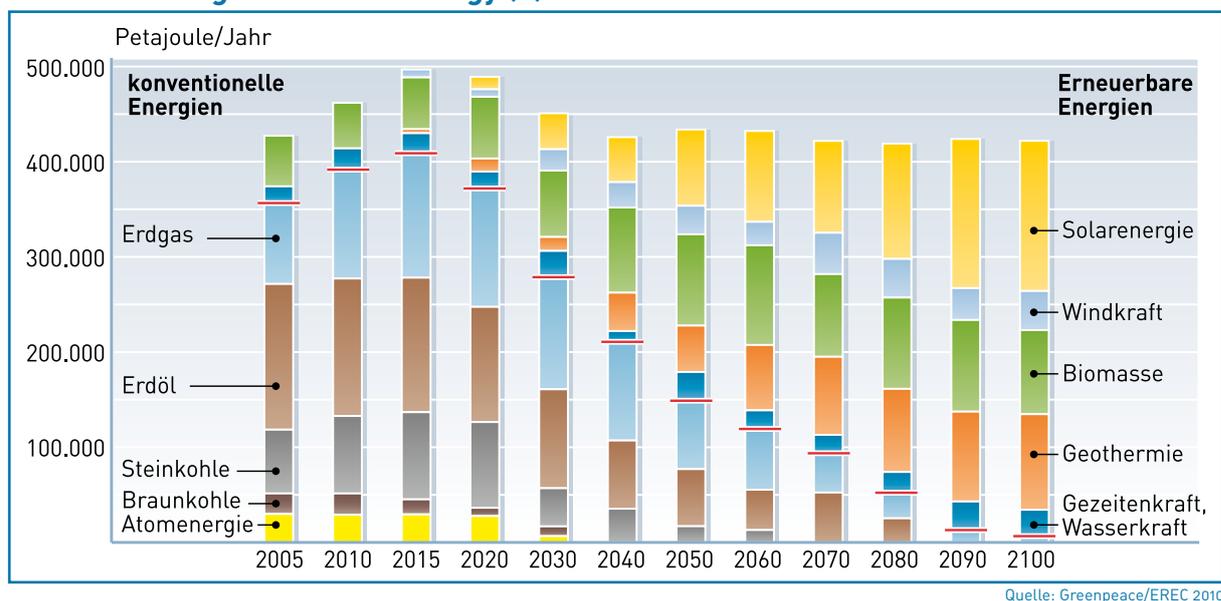


Abbildung 23: Anteile der Energiearten nach dem Szenario von Greenpeace und EREC¹¹²

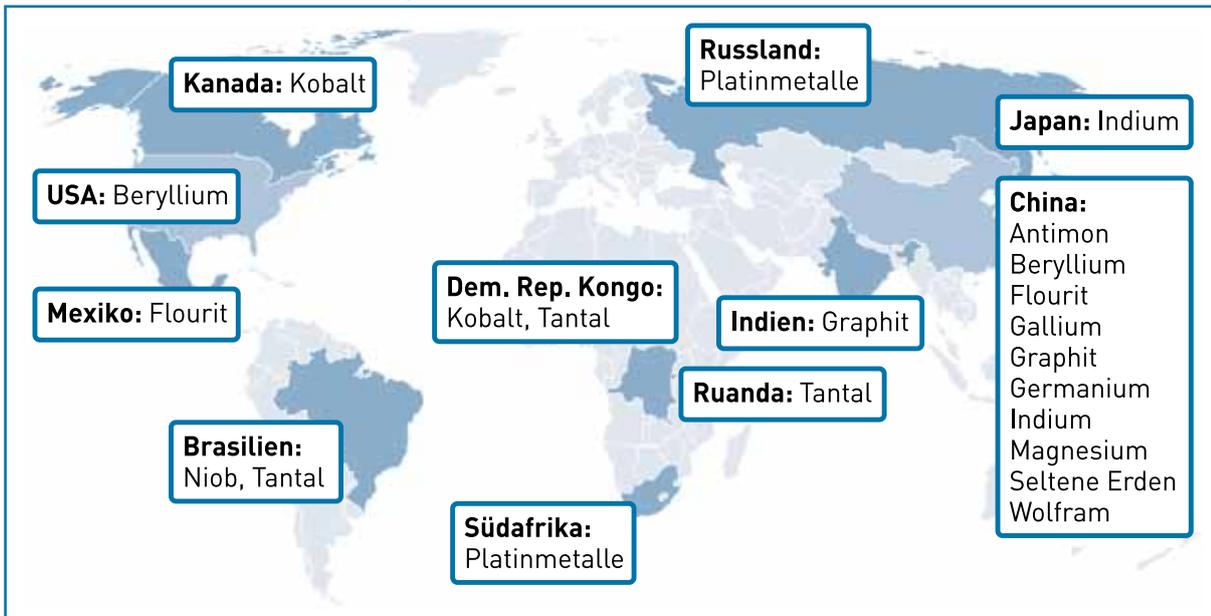
¹¹¹ Greenpeace / EREC 2010

¹¹² Greenpeace / EREC 2010

7.6 Exkurs: Kupfer, Lithium und Seltene Erden - Nicht-Energetische Rohstoffe und Erneuerbare Energien

Auch die Verfügbarkeit von nicht-energetischen Rohstoffen hat Einfluss auf die Sicherheit der Energieversorgung. Denn Metalle wie Kupfer oder Seltene Erden werden in Technologien zur Strom-, Wärme- und Kraftstoffherzeugung eingesetzt – auch im Bereich der Erneuerbaren Energien.

Vorkommen von nicht-energetischen Rohstoffen



Quelle: EU-Kommission 2010

Abbildung 24: Konzentration seltener Rohstoffe ¹¹³

Die Europäische Kommission hat in ihrer Ressourcenstrategie 14 Rohstoffe als besonders kritisch in ihrer Verfügbarkeit definiert¹¹⁴: Dazu gehören z.B. Gallium, Indium, oder auch die sogenannten Seltenen Erden. Zu den Seltenen Erden gehören beispielsweise Neodym, Holmium, Erbium, Lutetium und Lanthan. Zur Überwindung möglicher Engpässe schlägt die EU-Kommission u.a. ein verstärktes Recycling von rohstoffhaltigen Produkten, eine Verbesserung der allgemeinen Werkstoffeffizienz bei knappen Rohstoffen und eine verstärkte Erforschung von Ersatzwerkstoffen vor.

Während die Rohstoffe Kupfer (wichtig bei Windkraftanlagen, Elektrofahrzeugen und der Stromübertragung) und Lithium (wichtig innerhalb der Batterietechnik für Elektrofahrzeuge und als Speicher), nach Angaben der EU ausreichend vorhanden sind, gehören Kobalt oder Neodym sowie zwölf weitere Rohstoffe zu den kritischen Rohstoffen.¹¹⁵

Kobalt wird unter anderem in Lithium-Ionen- und Nickel-Metallhydrid-Akkus und bei der Fischer-Tropsch-Synthese bei Kraftstoffen verwendet.¹¹⁶ Es kommt als Begleitstoff bei Nickel-, Kupfer-, Silber- und Eisenerz vor. Als wichtigste Förderländer können mit insgesamt 55 Prozent die Demokratische Republik Kongo und Sambia genannt werden. Da Kobalt ein recht seltenes und teures Metall ist, bietet sich Recycling als Sekundärproduktion an. Das Kobaltrecycling, speziell die Rückgewinnung aus Batterien, ist jedoch noch nicht vollständig ausgebaut.

¹¹³ EU Kommission 2010

¹¹⁴ EU Kommission 2010

¹¹⁵ Fraunhofer ISI 2009

¹¹⁶ Fraunhofer ISI 2009

Die weltweiten Reserven von Seltenen Erden, die einer wirtschaftlichen Nutzung zugeführt werden könnten, schätzt das Öko-Institut auf 99.000.000 Tonnen.¹¹⁷ Davon wurden nach Angaben des Öko-Instituts und des US-amerikanischen Geological Survey (USGS) im Jahr 2009 weltweit ca. 124.000 Tonnen gefördert. Größtes Förderland ist mit 95 Prozent der globalen Mengen China, obwohl das Land nur über 38 Prozent der Reserven verfügt. Weitere maßgebliche Vorkommen gibt es in den früheren Staaten der Sowjetunion, in den USA oder auch in Australien.

Nicht alle Seltenen Erden betreffen den Bereich der Erneuerbaren Energien. Allerdings werden einige Rohstoffe bei der Herstellung von Windturbinen, Dünnschicht-Photovoltaikmodulen, bei Lithium-Ionen-Batterien, Elektromotoren und synthetischen Kraftstoffen verwendet. So kommt Neodym bei Hochleistungs-Permanentmagneten in Elektromotoren oder als ND-Magneten bei getriebelosen Windturbinen zum Einsatz.¹¹⁸ Im Bereich der Elektromotoren treibt die Bundesregierung im Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität die Erforschung von Reluktanzmotoren voran, um Alternativen zu finden.¹¹⁹ Bei der Windkraft liegt der Anteil getriebeloser Anlagen global bei 14 Prozent. 86 Prozent aller Anlagen laufen mit traditionellen Antriebstechniken. Hier müssen die Verlässlichkeit und Effizienz dieser Antriebstechniken verbessert werden. Bei der Herstellung der ND-Magneten können Produktionsverluste bei der Herstellung der Magneten vermieden und ein Recycling der Magneten nach der Nutzung aufgebaut werden. Auch läuft derzeit die Entwicklung alternativer Technologien, beispielsweise die HTS-Technologien (High Temperatures Superconductor), die für Windturbinen mit einer Leistung von 10 und mehr Megawatt geplant sind.

Die derzeit steigenden Preise für Seltene Erden und andere kritische Rohstoffe bieten Anreize, eine Recyclingstruktur für Europa aufzubauen. Das Öko-Institut geht davon aus, dass mit den entsprechenden politischen Anstrengungen ein solches Recyclingsystem innerhalb von fünf bis zehn Jahren in Europa entstehen kann.¹²⁰ Neben der Knappheit kommt bei Seltenen Erden zudem die Problematik von giftigen Abfällen beim Abbau vor. Nur durch den Einsatz von Umwelttechnologien, einer Zertifizierung von knappen Rohstoffen und einem nachhaltigen Bergbau können diese Probleme begrenzt werden. In den letzten Jahren sind hierfür vielfältige Initiativen angestoßen worden. Beispielhaft sei dafür die Initiative der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Kooperation mit den Staaten Ruanda und Kongo aus dem Jahr 2010 genannt, die dort ein Pilotprojekt für einen zertifizierten Handel mit Rohstoffen durchführen oder das Green Lead Projekt, welches in Kooperation des United Nations Environment Programme mit nationalen Behörden und der Bergbauindustrie in einigen Ländern durchgeführt wird.¹²¹ In diesem Projekt geht es um die Zertifizierung der Herstellung von Blei-Säure-Batterien nach nachhaltigen Kriterien wie Umweltverträglichkeit, Gesundheits- und Arbeitsschutz sowie soziale Verantwortung.

117) Öko-Institut 2011

118) Fraunhofer ISI 2009 und Öko-Institut 2011

119) Bundesregierung 2009, www.ggemo.de

120) Öko-Institut 2011

121) Öko-Institut 2011

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung des weltweiten Primärenergieverbrauchs 1973 - 2008	4
Abbildung 2: Anteile an der weltweiten Stromerzeugung 2008	4
Abbildung 3: Erdölverbrauch pro Kopf	7
Abbildung 4: Reichweiten der fossilen Reserven bei heutigem Verbrauch	7
Abbildung 5: Importquoten fossiler Energieträger 2009	9
Abbildung 6: Verteilung der weltweiten konventionellen Erdöl- und Erdgasreserven	10
Abbildung 7: Politische Instabilität der 20 wichtigsten Erdölexporteure	11
Abbildung 8: Weltweite Verteilung der gesicherten konventionellen Erdölreserven	11
Abbildung 9: Deutsche Erdöleinfuhr nach Herkunftsländern: Anteil am gesamten Importvolumen	12
Abbildung 10: Entwicklung des internationalen Erdöl und Erdgashandels	16
Abbildung 11: Entwicklung des internationalen Gastransports 2001 - 2007	17
Abbildung 12: Geplante Erdöl- und Erdgaspipelines	17
Abbildung 13: Gefährdung von Erdöltankertransporten	18
Abbildung 14: Einfluss von militärischen Konflikten auf die Ölpreisentwicklung	19
Abbildung 15: Kosten des Klimawandels und des Klimaschutzes	20
Abbildung 16: Vorkommen unkonventioneller Erdöle	22
Abbildung 17: Treibhausgasemissionen von fossilen Kraftstoffen	23
Abbildung 18: Globale natürliche Potenziale Erneuerbarer Energien	24
Abbildung 19: Geringer Flächenbedarf für hohe Anteile von Biokraftstoffen	26
Abbildung 20: Treibhausgaseinsparungen durch Erneuerbare Energien in Europa (EU-27) in 2020 (Neuanlagen ab 1990 in Millionen Tonnen CO ₂ eq)	29
Abbildung 21: Anteil der Erneuerbaren Energien in Deutschland am gesamten Endenergieverbrauch 2020 in Prozent	30
Abbildung 22: Energieszenarien für die EU-27	31
Abbildung 23: Anteile der Energiearten nach dem Szenario von Greenpeace und EREC	32
Abbildung 24: Konzentration seltener Rohstoffe	33

9 Quellenverzeichnis

Agentur für Erneuerbare Energien (2009): Globale Bioenergienutzung – Potenziale und Nutzungspfade

Adelphi Consult / Wuppertal Institut (2007): Die sicherheitspolitische Bedeutung erneuerbarer Energien, Studie im Auftrag des Bundesumweltministeriums

Auty R.M. (1993): Sustaining Development in Mineral Economics: The Resource Curse Thesis, London: Routledge

BEE (2009): Bundesverband Erneuerbare Energie: Wege in die moderne Energiewirtschaft – Anforderungen an eine zukunftsfähige Energiepolitik bis 2020. Berlin

BP British Petroleum (2008): BP Statistical Review of World Energy

BP British Petroleum (2010): BP Statistical Review of World Energy

BGR – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2009): Energierohstoffe 2009. Reserven, Ressourcen, Verfügbarkeit. Erdöl, Erdgas, Kohle, Kernbrennstoffe, Geothermische Energie. Juni 2009

BGR - Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2010): Kurzstudie "Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen"

Brandt, A. R. (2007a): Converting Oil Shale to Liquid Fuels: Energy Inputs and Greenhouse Gas Emissions of the Shell in Situ Conversion Process: Energy Inputs and Greenhouse Gas Emissions. Working paper, Energy and Resources Group, University of California, Berkeley, 30.06.2007

Brandt, A. R. (2007b): Comparing the Alberta Taciuk Processor and the Shell In Situ Conversion Process – Energy Inputs and Greenhouse Gas Emissions. Energy and Resources Group, University of California, Berkeley

Brandt, A. R. (2007c): Converting Green River oil shale to liquid fuels with ATP and ICP technologies: Life-cycle comparison of energy efficiency and GHG emissions. Energy and Resources Group, University of California, Berkeley, 27th Oil Shale Symposium, Colorado School of Mines, 17.10.2007

Bundesamt für Ausfuhrkontrolle (BAFA) (2011): Rohölimporte Dezember 2010, http://www.bafa.de/bafa/de/energie/mineraloel_rohoel/energieinfo_rohoel/2010/dezember.html

Bundesregierung (2009): Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität, www.ggemo.de

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2009): Zahlen und Fakten Energiedaten. Nationale und Internationale Entwicklung. Letzte Aktualisierung: 03.09.2009

Catholic Relief Services (2003): Bottom of the Barrel: Africa's Oil Boom and the Poor

Chapman, D. und Khanna, N. (2004): The Fourth Gulf War: Persian Gulf Oil and Global Security. Department of Economics Working Paper WP0501. Binghamton University. <http://econ.binghamton.edu/wp05/WP0501.pdf>

CNA Military Advisory Board (2009): Powering America's Defense: Energy and the Risks to National Security. Mai 2009

Collier, P. und Hoeffler, A. (2000): Greed and Grievance in Civil War

Deutsche Bank (2009): The Peak Oil Market – Price dynamics at the end of the oil age. New York

Diamond, Jared (2005): Kollaps – Warum Gesellschaften überleben oder untergehen. Frankfurt am Main

EASAC – European Academies Science Advisory Council (2007): A study on the EU oil shale industry – viewed in the Light of the Estonian experience. Committee on Industry, Research and Energy of the European Parliament

Economist Intelligence Unit (2009): Manning the barricades. Special Report. www.eui.com.

era – energy research architecture (2009): Auswirkungen fossiler Kraftstoffe – Treibhausgasemissionen, Umweltfolgen und sozioökonomische Effekte.

EREC (2010): Re-thinking 2050. A 100% renewable Energy Vision for the European Union. Brüssel, April 2010

EurActiv (2010): Oettinger: Russland will Gashändler der Welt werden. www.euractiv.de

Europäische Kommission (2001): Grünbuch – Hin zu einer europäischen Strategie für Energieversorgungssicherheit

Europäische Kommission (2010): Critical raw materials for the EU. Brüssel, Juni 2010

Eurostat (2010): Energy production and imports
http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Energy_production_and_imports#Imports

Evans-Pritchard, A. (2010): Barclays and Bank of America see looming oil crunch. 18.02.2010.
<http://www.telegraph.co.uk>

Fichtner, F. O., (2007): Die außenpolitische Dimension der deutschen Energiepolitik – Risiken und Bedrohungen. Saarbrücken

Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (2009): Rohstoffe für Zukunftstechnologien

Fronde M., Ritter N., Schmidt C. M. (2009): Deutschlands Energieversorgungsrisiko gestern, heute und morgen. In: Zeitschrift für Energiewirtschaft 01/2009

FVEE (2010): Energiekonzept 2050

Geinnitz, Christian (2010): Der Rohstoffmoloch aus Fernost. FAZ, 07.07.2010

Geist H. J., Lambin E. F. (2002): Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. BioScience Vol. 52, #2, p. 143-150

Goldthau, A. and Witte, J. M. (2008): Global Energy Governance. In: Internationale Politik. April 2008

Greenpeace, EREC (2010): energy [r]evolution – A Sustainable World Energy Outlook. Hamburg

Greenpeace (2010): Protection Money

www.greenpeace.org/international/Global/international/publications/forests/2010/REDD_alert_Protection_Money_English.pdf

Heidelberger Institut für Friedens- und Konfliktforschung (2010): Conflict Barometer 2010.

<http://www.hiik.de/de/konfliktbarometer/>

Hurst, C. (2008): The Terrorist Threat to Liquefied Natural Gas: Fact or Fiction? IAGS Institute for the Analysis of Global Security, Washington

IEA International Energy Agency (2008): World Energy Outlook

IEA International Energy Agency (2009a): Key World Energy Statistics

IEA International Energy Agency (2009b): Transport, Energy and CO₂. Moving Toward Sustainability

IEA International Energy Agency (2010a): Key World Energy Statistics. 2010

IEA International Energy Agency (2010b): World Energy Outlook 2010

IPCC Fourth Assessment Report (2008): Climate Change 2007. Geneva

Karl, T. L. (2007): Oil-led-development: Social, political and economic consequences

Kästner, R. (2006): Energiepolitik = Sicherheitspolitik? Problemanalyse und Ausblick. Vortrag auf der Jahreskonferenz Erneuerbare Energie

Kline, K., Dale V. H., Lee R. und Leiby P. (2009): In Defense of Biofuels, Done Right. Issues in Science and Technology 25(3): 75-84. <http://www.issues.org/25.3/kline.html>

Klinke, Robert (2009): Internationale Energiepolitik. Vortrag auf der Jahrestagung des FVEE, November 2009

Luft, G. (2008): Oil and the New Economic Order. Institute for the Analysis of Global Security, Washington

Lahl, U. (2010): iLUC und Biokraftstoffe in der Analyse. Regionale Quantifizierung klimaschädlicher Landnutzungsänderungen und Optionen zu deren Bekämpfung

Lippische Landeszeitung (2011): Bundeswehr in Augustdorf setzt auf erneuerbare Energien. 3.2.2011

Luft, G. (2006): Dependence on Middle East energy and its impact on global security. Institute for the Analysis of Global Security. Washington

Lynd, L. R. (2010): Gracefully Reconciling Large-Scale Bioenergy Production With Competing Demands. Vortrag auf dem Latin American Continental Convention of the Global Sustainable Bioenergy Project. FAPESP São Paulo, Brazil March 23, 2010

http://www.fapesp.br/eventos/2010/03/gsb/Lee_Lynd_15h30_230310.pdf

Meyer-Renschauen, M. (2007): Ölsandgewinnung und -verarbeitung. Technologie – Ökonomie – Umweltaspekte. Marburg

Metzger, J. O. und Hüttermann, A. (2009): Sustainable global energy supply based on lignocellulosic biomass from afforestation of degraded areas. In: Naturwissenschaften, Vol. 96, Nr. 2, Februar 2009

Müller-Kraenner, Sascha (2007): Energiesicherheit – Die neue Vermessung der Welt. München

Nabiev, R. (2003): Baku-Tiflis-Ceyhan Pipeline: Wider die russische Monopolstellung. In: Eurasisches Magazin. 2003, Heft 10

Nato (1999): The Alliance's Strategic Concept.
http://www.nato.int/cps/en/natolive/official_texts_27433.htm

NDCF (The National Defense Council Foundation) (2003): America's Achilles Heel. The Hidden Costs of Imported Oil. A Strategy for Energy Independence. Washington, 2003

Neubauer T. (2008): Hoffnungsträger erneuerbare Ressourcen – Friedensicherung oder beschleunigte Entropiezunahme. Österreichisches Studienzentrums für Frieden und Konfliktlösung

Oettinger, G. (2010): Rede im Berliner „Capital Club“ am 13. September 2010.
www.european-circle.de/marktwirtschaft/meldung/datum/2010/09/20/energieversorgung-stark-gefaehrdet.html

O'Hare, M. et al. 2010: Air Resources Board Expert Workgroup on Indirect Land Use Change. Subgroup: Uncertainty. Final report

Öko-Institut (2011): Study on Rare Earth and Their Recycling

Petroleum Economist (2010): Venezuela: China secures long-term oil supply, Chávez secures finance. Mai 2010

Pieprzyk B. und Kortlüke N. (2010): Beitrag der Erneuerbaren Energien zu den europäischen Klimaschutzzielen bis 2020.

Porath, S. (1999): Erzeugung von Chemierohstoffen aus Kukersit durch Pyrolyse.

Rempel, H. (2006): Globale Verfügbarkeit nicht-erneuerbarer Energierohstoffe. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. Arbeitskreis geographische Energieforschung. Köln, 17.11.2006

REN21 (2010): Global Status Report Renewables 2010, Paris

Ross, M. L. (2003): Natural Resources and Civil War: An Overview

Ross, M. L. (2008): Blood Barrels: Why Oil Wealth Fuels Conflict. In: Foreign Affairs, Mai/Juni 2008

Ryback, Andrzej (2010): Investitionen in Afrika – Lulas Wettrennen um Rohstoffe. In: Financial Times Deutschland, 29.06.2010

Sachs, J. D. und Warner, A. M. (1995): Natural resource abundance and economic growth. NBER (National Bureau of Economic Research), Working Paper 5398

Sachs, W. (2009): Ressourcenkonflikte – kleine Topografie der Entzündlichkeit der Welt. In: Jahrbuch Ökologie 2010, Umwälzung der Welt – Konflikte um Ressourcen, Stuttgart

Sato, S. und Enomoto, M. (1997): Development of new estimation method for CO₂ evolved from oil shale. Energy Resources Department, National Institute for Resources and Environment 16-3, Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan

Secure American Future (2009a): Reliability of Foreign Energy Sources.
<http://www.secureamericanfuture.org/reliability.php> , Stand: 18.10.2010

Secure American Future (2009b): Geographic Choke Points.
<http://www.secureamericanfuture.org/chokepoints.php>, Stand: 18.10.2010

Seifert, T. und Werner, K. (2008): Schwarzbuch Öl

Sgouridis, S. et al. (2010): Saline Bioenergy Lifecycle Potential of Integrated Seawater Agriculture Systems. Vortrag auf der Konferenz "World Biofuels Markets" 15-17 März 2010 in Amsterdam

Shaxson, N. (2007): Poisoned Wells: The dirty Politics of African Oil. Palgrave Macmillan

SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen) (2010): Wege zu 100% erneuerbare Stromversorgung bis 2050, Sondergutachten

Stern N. (2006): Stern Review Report

Stern N. (2008): Towards a Global Deal on Climate Change, Lecture for the Center for Global Development

Stevens, P. (2009): Transit Troubles. Pipelines as a Source of Conflict. Royal Institute of International Affairs (Chatham House), London

Sundquist, E. T. und Miller, G. A. (1980): Oil Shales And Carbon Dioxide. In: Science, 16.5.1980, Ausgabe 208

Thomson Reuters (2010): Inside Energy: Interview mit IEA-Generaldirektor Nobuo Tanaka.
http://insider.thomsonreuters.com/link.html?ctype=group_channel&chid=3&cid=161412&shareToken=MzpjMGloZmVmOC1lZmMyLTRlMmUtODEwNi0zMjZmY2Q3OTU4MzE%3D%0A

Transparency International (2010): Corruption Perceptions Index 2010.
<http://www.transparency.de/Tabellarisches-Ranking.1745.0.html>

Umweltbundesamt (UBA) (2010): Energieziel 2050: 100% Strom aus erneuerbaren Quellen. Dessau, Juli 2010, www.uba.de/uba-info-medien/3997.html

Universität der Bundeswehr München (2011): Universität schont die Umwelt und spart Geld. Pressemitteilung vom 9.2.2011

UNFCCC (2010): Outcome of the work of the Ad Hoc Working Group on long-term Co-operative Action under the Convention, COP 16, Cancun/Mexiko

World Resources Institut 2010: Low Carbon Palm Oil for Indonesia?

<http://www.wri.org/stories/2010/05/low-carbon-palm-oil-indonesia>.

<http://www.projectpotico.org/>

World Wide Fund for Nature WWF (2004): Umstrittenen BTC-Pipeline im Kaukasus: Umweltministerin Lebanidse wirft den Betreibern um BP vor, Auflagen nicht zu erfüllen. Presseinformation vom 27.07.2004

World Wide Fund for Nature WWF (2011): The Energy Report. 100 % Renewable Energy by 2050

World Wind Energy Association (2010): World Wind Energy report 2009, Bonn

Zeit Online (2010): Regierungskommission erhebt schwere Vorwürfe gegen BP, 29.10.2010

Zentrum für Transformation der Bundeswehr (2010): Peak Oil. Sicherheitspolitische Implikationen knapper Ressourcen. Teilstudie 1. Streitkräfte, Fähigkeiten und Technologien im 21. Jahrhundert – Umweltdimensionen von Sicherheit

In der Reihe RENEWS Spezial sind bisher erschienen:

Titel der Ausgabe	Nr.	Datum
Erneuerbare im Netz – Die notwendige Anpassung der Versorgungsinfrastruktur	50	Feb 11
Klima- und Umweltschutz durch Erneuerbare Energien	49	Feb 11
Erneuerbare Energien – Ein Gewinn für den Wirtschaftsstandort Deutschland	48	Jan 11
Erneuerbare Wärme – Klimafreundlich, wirtschaftlich, technisch ausgereift	47	Jan 11
Kommunale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien	46	Dez 10
Solarparks – Chancen für die Biodiversität	45	Dez 10
Bundesländervergleich Erneuerbare Energien 2010	44	Nov 10
Holzenergie – Bedeutung, Potenziale, Herausforderungen	43	Okt 10
Erneuerbare Energien – Mehr Unabhängigkeit vom Erdöl	42	Sep 10
20 Jahre Förderung von Strom aus Erneuerbaren Energien in Deutschland - eine Erfolgsgeschichte	41	Sept 10
Kosten und Potenziale von Photovoltaik und solarthermischen Kraftwerken	40	Aug 10
Biokraftstoffe	38	Aug 10
Innovationsentwicklung der Erneuerbaren Energien	37	Juli 10
Daten und Fakten Biokraftstoffe 2009	36	Juli 10
Grundlastkraftwerke und Erneuerbare Energien – ein Systemkonflikt?	35	Juni 10
Anbau von Energiepflanzen	34	Juni 10
Erneuerbare Energien und Elektromobilität	33	Juni 10
Wirtschaftsfaktor Erneuerbare Energien in Deutschland	32	Juni 10
Akzeptanz der Erneuerbaren Energien in der deutschen Bevölkerung	31	Mai 10
Erneuerbare Elektromobilität	30	April 10
Strom speichern	29	April 10
Kosten und Nutzen des Ausbaus Erneuerbarer Energien	28	März 10
10 Jahre Erneuerbare-Energien-Gesetz - 20 Jahre Stromeinspeisungsgesetz	27	März 10
Kosten und Preise für Strom – Fossile, Atomstrom und Erneuerbare Energien im Vergleich	26	Feb 10
Häuslebauer nehmen Erneuerbare-Energien- Wärmegesetz gut an Umfrage unter 500 Bauunternehmen, Planungs- und Architekturbüros	24	Jan 10
Erneuerbare Energien in der Fläche	23	Jan 10
Reststoffe für Bioenergie nutzen	22	Jan 10
Regionale Wertschöpfung durch die Nutzung Erneuerbarer Energien	21	Dez 09
Biogas – Daten und Fakten 2009 –Energiebereitstellung	20	Nov 09
Wärme speichern	18	Nov 09
Zertifizierung von Bioenergieträgern	15	Nov 09
Erneuerbare Mobilität	12	April 09
Erneuerbare-Energien-Gesetz vs. Emissionshandel?	11	März 09
Stromversorgung 2020 – Wege in eine moderne Energiewirtschaft	10	Jan 09
Deutscher Mittelstand für Erneuerbare Energien	9	Nov 09
Stromlücke oder Luxusproblem	8	Nov 09
Kombikraftwerk	7	Okt 07

Siehe auch: <http://www.unendlich-viel-energie.de/de/service/mediathek/renewsspezial.html>

**Agentur für Erneuerbare
Energien e.V.**

Reinhardtstr. 18

10117 Berlin

Tel.: 030-200535-3

Fax: 030-200535-51

kontakt@unendlich-viel-energie.de

ISSN 2190-3581

www.unendlich-viel-energie.de

