

# Renews Spezial

Ausgabe 55 / Januar 2012

Hintergrundinformation  
der Agentur für Erneuerbare Energien

## Nachhaltigkeit von Bioenergie und fossilen Energieträgern im Vergleich

[www.unendlich-viel-energie.de](http://www.unendlich-viel-energie.de)



**Autor:**

Karsten Wiedemann

Stand: Januar 2012

**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](mailto:kontakt@unendlich-viel-energie.de)

ISSN 2190-3581

**Unterstützer:**

Bundesverband Erneuerbare Energie

Bundesverband Solarwirtschaft

Bundesverband WindEnergie

Bundesverband Wärmepumpe

GtV - Bundesverband Geothermie

Bundesverband Bioenergie

Fachverband Biogas

Verband der Deutschen Biokraftstoffindustrie

**Gefördert durch:**

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

## Inhalt

• <b>Das Konzept der Nachhaltigkeit in der Energieversorgung</b>	<b>4</b>
• <b>Fossile Energieträger und Bioenergie: Klimabilanz und Beiträge zur Energieversorgung</b>	<b>4</b>
– Strom und Wärme	4
– Verkehr	7
– Energiebilanz	10
• <b>Fossile Energieträger und Bioenergie: Chancen und Risiken</b>	<b>11</b>
– Nutzungskonkurrenzen	11
– Landnutzungswechsel	12
– Biodiversität	13
– Umweltschäden	14
• <b>Fossile Energieträger und Bioenergie: Beitrag zur Versorgungssicherheit</b>	<b>18</b>
– Potenziale	18
– Abhängigkeiten	20
– Wertschöpfung	21
• <b>Fossile Energieträger und Bioenergie: Soziale und politische Nachhaltigkeit</b>	<b>22</b>
• <b>Fazit</b>	<b>25</b>

## Das Konzept der Nachhaltigkeit in der Energieversorgung

Der Begriff der nachhaltigen Entwicklung taucht erstmals Ende der 1980er Jahre in einem Bericht der UN-Kommission für Umwelt und Entwicklung auf. Darin wird sie beschrieben als eine Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne die Bedürfnisse kommender Generationen zu gefährden. In der Forstwirtschaft gilt das Prinzip der Nachhaltigkeit schon seit zweihundert Jahren: Es darf nicht mehr Holz genutzt werden als nachwächst. Seit der UN-Konferenz über Umwelt und Entwicklung in Rio 1992 hat sich Nachhaltigkeit als ein Paradigma der internationalen Umwelt- und Entwicklungspolitik etabliert.

Neben der ökologischen Dimension umfasst Nachhaltigkeit aber auch soziale, ökonomische und politische Aspekte: Die Möglichkeit, Grundbedürfnisse zu befriedigen und ein selbstbestimmtes Leben zu führen. Letztendlich beschreibt der Begriff ein Konzept, welches eng verbunden ist mit der Erkenntnis über die Grenzen des wirtschaftlichen Wachstums und der Begrenztheit der verfügbaren Ressourcen. Die Energieversorgung weltweit setzt nach wie vor auf endliche Ressourcen: Bis zum Jahr 2035 könnte der Kohlebedarf nach IEA-Prognose um 65 Prozent steigen, bei Erdöl sind es 24 Prozent. Auch der Erdgasverbrauch steigt, pro Jahr um 2 Prozent. Das Verbrennen dieser Rohstoffe und der so hervorgerufene Ausstoß von Klimagasen wie Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) belastet die Atmosphäre für Jahrhunderte und damit künftige Generationen. Darum müssten die Emissionen bis 2050 um ca. 80 Prozent gesenkt werden, um die Erderwärmung auf zwei Grad Celsius zu begrenzen. Derzeit geht der Trend jedoch in die andere Richtung, der CO<sub>2</sub>-Ausstoß ist 2010 um sechs Prozent gegen über dem Vorjahr gestiegen.

Ein nachhaltiges Energiesystem zu etablieren, gehört damit zu den dringendsten Aufgaben: weniger Energieverbrauch und der Einsatz Erneuerbarer Energien. Der Bioenergie, bislang in Deutschland für 70 Prozent der Energiebereitstellung aus Erneuerbaren Energien zuständig, kommt dabei eine tragende Funktion zu. Als CO<sub>2</sub>-neutrale, auf nachwachsenden Rohstoffen oder Reststoffen beruhende Alternative zu fossilen Energieträgern kann sie einen wesentlichen Beitrag zu einer nachhaltigen Energieversorgung leisten, zumal sie im Gegensatz zur Sonnen- und Windenergie stetig verfügbar ist. Sie kann zur Wärme- und Stromproduktion wie auch als Kraftstoff eingesetzt werden. Am Einsatz von Bioenergie gab es in der Vergangenheit immer wieder Kritik aus ökologischer und ethischer Sicht. Bioenergieträger müssen sich deshalb an den verschiedenen Dimensionen der Nachhaltigkeit messen lassen. Anders als für den Einsatz von fossilen Energieträgern gelten für den Einsatz von flüssigen Bioenergieträgern sowie für Biogas als Kraftstoff in der EU bereits Nachhaltigkeitskriterien, die eine verantwortungsvolle Verwendung garantieren sollen.

## Fossile Energieträger und Bioenergie: Klimabilanz und Beiträge zur Energieversorgung

### Strom und Wärme

Im Jahr 2010 hatte die Biomasse einen Anteil von 7,7 Prozent am gesamten Energieverbrauch in Deutschland (Anteil Erneuerbare insgesamt 10,9 Prozent). Nicht erneuerbare Energieträger wie Kohle, Mineralöl, Erdgas sowie Uran hatten einen Anteil von 89,1 Prozent.

## Beitrag der Bioenergie zu Stromversorgung und Klimaschutz in Deutschland 2010

	Beitrag zur Stromversorgung	Vermiedene Treibhausgase
Gesamte Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien	103,4 Mrd. kWh	74,8 Mio. t CO <sub>2</sub> -Äq.
Strom aus Biomasse (biogene Festbrennstoffe wie z.B. Holz, flüssige Bioenergieträger wie z.B. Pflanzenöl und gasförmige Bioenergieträger wie z.B. Biogas, Klärgas und Deponiegas)	28,7 Mrd. kWh	19,1 Mio. t CO <sub>2</sub> -Äq.
Strom aus dem biogenen Anteil des Abfalls	4,7 Mrd. kWh	3,6 Mio. t CO <sub>2</sub> -Äq.
Anteil der Bioenergie an der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien	32 %	
Anteil der Bioenergie an der Stromversorgung	5,5 %	

Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)/Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare-Energien-Statistik (AG EE-Stat), August 2011

Vor allem bei der Wärmegewinnung aus regenerativen Quellen hat die Bioenergie eine tragende Rolle und deckt rund 92 Prozent des Gesamtbeitrags von Erneuerbaren Energien zur Wärmeversorgung ab. Holzenergie ist dabei die wichtigste Quelle. Sie macht knapp 75 Prozent des Anteils der Bioenergie zur Wärmebereitstellung aus.

## Beitrag der Bioenergie zu Wärmeversorgung und Klimaschutz in Deutschland 2010

	Beitrag zur Wärmeversorgung	Vermiedene Treibhausgase
Gesamte Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energien	136,1 Mrd. kWh	38,0 Mio. t CO <sub>2</sub> -Äq.
Wärme aus Biomasse (biogene Festbrennstoffe wie z.B. Holz, flüssige Bioenergieträger wie z.B. Pflanzenöl und gasförmige Bioenergieträger wie z.B. Biogas, Klärgas und Deponiegas)	113,4 Mrd. kWh	33,0 Mio. t CO <sub>2</sub> -Äq.
Wärme aus dem biogenen Anteil des Abfalls	11,9 Mrd. kWh	3,5 Mio. t CO <sub>2</sub> -Äq.
Anteil der Bioenergie an der Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energien	92 %	
Anteil der Bioenergie an der Wärmeverorgung	8,8 %	

Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)/Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare-Energien-Statistik (AG EE-Stat), August 2011

Bei der Verbrennung von Biomasse wird nur so viel Kohlendioxid freigesetzt, wie die Pflanze beim Wachstum aufgenommen hat. Biomasse ist damit CO<sub>2</sub>-neutral. Emissionen fallen allerdings beim Anbau an, durch Düngemittel, den Einsatz von Landmaschinen sowie durch Transport und Weiterverarbeitung.

Je nach Bioenergieträger und Nutzungspfad können sich dadurch sehr große Unterschiede in der Klimabilanz ergeben. Auch die Frage, ob durch den Anbau von Energiepflanzen eine Änderung der Bodennutzung erfolgt, muss dabei berücksichtigt werden. Die Emissionen liegen jedoch fast immer deutlich unter den Emissionen fossiler Energieträger. So verursacht beispielsweise eine Kilowattstunde (kWh) Wärme aus Holz in Deutschland durchschnittlich Emissionen in Höhe von 9-32 Gramm CO<sub>2</sub>-Äquivalenten. Zum Vergleich: Bei Heizöl sind es 313-319 Gramm, bei Erdgas 232-251 Gramm pro kWh. Insgesamt wurden durch den Einsatz von Bioenergie im Jahr 2010 in Deutschland 64,1 Millionen Tonnen Treibhausgase vermieden, rund die Hälfte der durch Erneuerbare Energien vermiedenen Treibhausgase.

### Beispiel Strom aus Biogasanlagen

Für eine Kilowattstunde Strom aus Biogas fallen durchschnittlich Emissionen in Höhe von 233 Gramm CO<sub>2</sub>-Äquivalenten an. Anbau, Düngung, Ernte, Verarbeitung, Eigenverbrauch und Verluste sind dabei berücksichtigt.

Die knapp 6.000 Biogasanlagen in Deutschland hatten im Jahr 2010 eine installierte Leistung von 2.291 Megawatt (MW). Zusammen lieferten sie rund 13,3 Milliarden Kilowattstunden Strom und 7,6 Milliarden Kilowattstunden Wärme an Haushalte. Diese Strom- und Wärmemenge machte den Einsatz von fossilen Energieträgern in entsprechendem Umfang überflüssig. Damit konnte dank Strom und Wärme aus Biogasanlagen eine Netto-Vermeidung von rund 8,7 Millionen Tonnen Treibhausgasen (CO<sub>2</sub>-Äq.) erzielt werden.

Den größten Beitrag zum Klimaschutz wie auch zur Energieversorgung leistet Biogas, wenn die bei der Verstromung anfallende Wärme mit genutzt wird, sei es direkt vor Ort oder über die Einspeisung in das Netz an einem anderen Ort. Wird das Biogas ausschließlich zur Wärmeproduktion genutzt, ist der Wirkungsgrad geringer. Auch der Beitrag zum Klimaschutz fällt dann geringer aus. Verdrängt eine Kilowattstunde Strom aus Biogasanlagen den Strom im deutschen Netz, werden wegen des noch sehr hohen Anteils von Kohlekraftwerken besonders viele Treibhausgase vermieden. Mit dem Ersetzen von Wärme aus fossilen Energieträgern alleine wären geringere Netto-Klimaschutzeffekte möglich.

### Beispiel Strom aus Braunkohlekraftwerken

Braunkohle ist mit Emissionen von durchschnittlich 1.102 Gramm CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro erzeugter Kilowattstunde Strom etwa zweieinhalb Mal klimaschädlicher als Erdgas. Im Jahr 2010 haben die Braunkohlekraftwerke an 15 Standorten in Deutschland mit ihrer installierten Bruttoleistung von 21.850 MW insgesamt 145,9 Milliarden Kilowattstunden Strom erzeugt. Sie deckten damit 23 Prozent des deutschen Strombedarfs.

Unter anderem, weil diese Luftverschmutzung im Zuge des Emissionshandels einen Preis bekommt, laufen weltweit Versuche, das bei der Kohleverstromung anfallende CO<sub>2</sub> abzutrennen und im Boden zu speichern (Carbon Capture and Storage, CCS). Unklar ist, ob das Verfahren technisch funktioniert und rentabel ist. Ob das Treibhausgas sicher und dauerhaft im Boden gelagert werden kann, ist ebenfalls fraglich.

Die modernsten Braunkohlekraftwerke erreichen in Deutschland einen elektrischen Wirkungsgrad von ca. 43 Prozent, im Durchschnitt jedoch nur rund 36 bis 38 Prozent. Eine effektive Wärmenutzung ist selten möglich, weshalb weiterhin ein großer Teil der eingesetzten Primärenergie als Abwärme verloren geht. Würde CCS-Technologie tatsächlich eingeführt, ginge der Wirkungsgrad um rund 8 bis 15 Prozent zurück, da die energieintensive Abscheidung und Verpressung von CO<sub>2</sub> wiederum einen erhöhten Prozessenergieverbrauch des Kraftwerks selbst zur Folge hätte.



Folgende Tabelle zeigt die gegenüber fossilen Energieträgern deutlich bessere Klimabilanz der Bioenergie pro erzeugter Kilowattstunde Strom.

### Spezifische Emissionen der Stromerzeugung

Angaben in Gramm pro Kilowattstunde erzeugten Stroms im deutschen Kraftwerkspark 2009 inklusive Vorketten.

	CO <sub>2</sub> -Äq.** g/kWh <sub>el</sub>	CO <sub>2</sub> g/kWh <sub>el</sub>	CH <sub>4</sub> g/kWh <sub>el</sub>	SO <sub>2</sub> g/kWh <sub>el</sub>	NO <sub>x</sub> g/kWh <sub>el</sub>
Braunkohle	1.102	1.090	0,03	0,71	0,76
Steinkohle	956	864	3,84	0,60	0,61
Erdgas	438	407	1,37	0,02	0,60
Erdöl	834	825	0,24	1,13	0,87
Uran*		31-61			
Wasserkraft	5	3	0,05	0,01	0,01
Windenergie	12	11	0,03	0,03	0,03
Photovoltaik	69	64	0,18	0,21	0,16
Geothermie	310	294	0,63	0,26	0,31
Feste Biomasse	18	6	0,03	0,18	0,88
Flüssige Biomasse	197	122	0,71	0,49	1,11
Biogas	233	101	2,61	0,22	2,09
Klär- und Deponiegas	51	0	2,34	0,14	1,80

Quellen: UBA 2010, \*Öko-Institut 2007

\*\* Kohlendioxidäquivalente beinhalten hier die Treibhausgase CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O.

### Verkehr

Weltweit ist der Straßen-, Luft- und Seeverkehr zu über 90 Prozent vom Erdöl abhängig. 52 Prozent des geförderten Öls werden im Transportsektor konsumiert, Tendenz steigend. Der weltweite Kraftfahrzeugbestand könnte sich bis zum Jahr 2030 verdoppeln. Biokraftstoffe können einen Teil der herkömmlichen Kraftstoffe ersetzen, insbesondere dort, wo es auf lange Sicht keine Alternativen zu Verbrennungsmotoren gibt, etwa im Güter- und Luftverkehr. Sie sind neben der Nutzung von erneuerbarem Strom im Schienenverkehr die bisher einzige relevante Alternative zu fossilen Energieträgern im Verkehrssektor.

### Beitrag der Bioenergie zu Kraftstoffverbrauch und Klimaschutz in Deutschland 2010

	Beitrag zur Kraftstoffversorgung	Vermiedene Treibhausgase
Gesamter Kraftstoffverbrauch	52,2 Mio. t	
Kraftstoffe aus Biomasse	3,9 Mio. t	5,0 Mio. t CO <sub>2</sub> -Äq.
- Biodiesel	2,6 Mio. t	3,6 Mio. t CO <sub>2</sub> -Äq.
- Bioethanol	1,2 Mio. t	1,2 Mio. t CO <sub>2</sub> -Äq.
- Pflanzenöl	0,1 Mio. t	0,1 Mio. t CO <sub>2</sub> -Äq.
Anteil der Bioenergie am gesamten Kraftstoffverbrauch	5,8 %	

Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)/Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare-Energien-Statistik (AG EE-Stat), August 2011

Im Jahr 2010 deckten Biokraftstoffe 5,8 Prozent des Kraftstoffverbrauches in Deutschland ab. Seit 2007 gibt das Biokraftstoffquotengesetz einen Mindestanteil von Biokraftstoffen am Absatz der

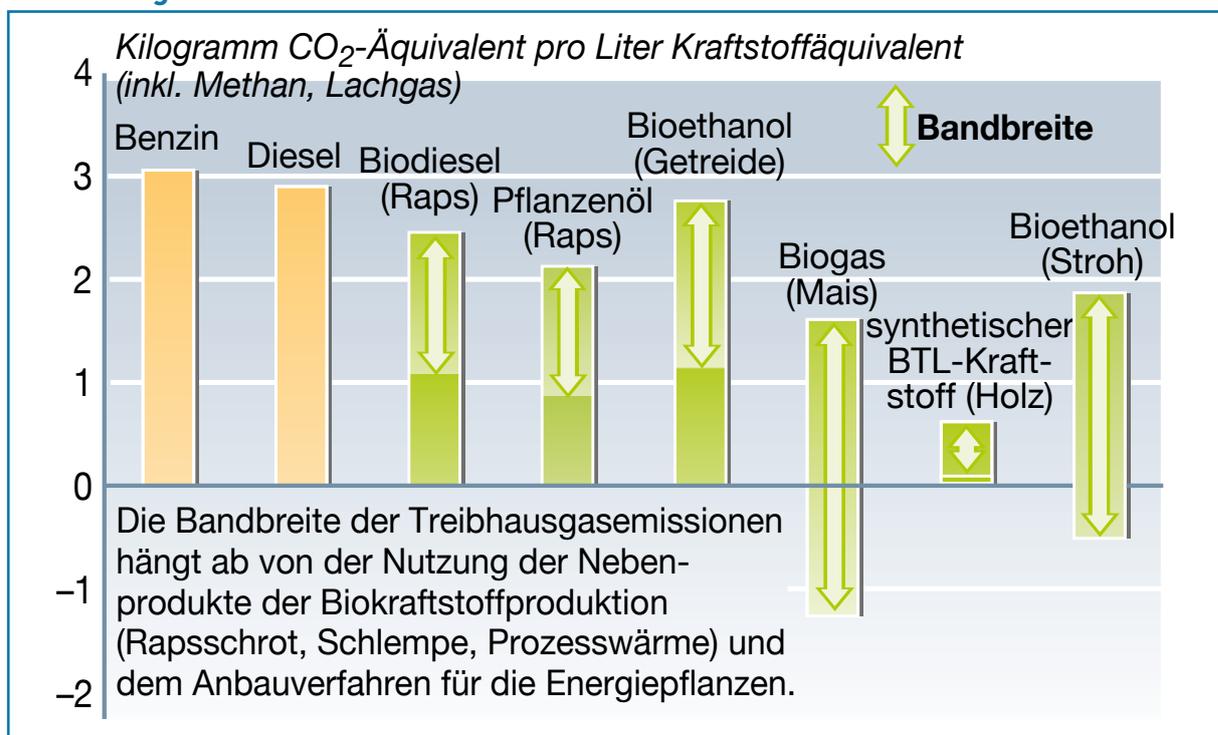
Mineralölanbieter vor. Ab dem Jahr 2015 wird diese prozentuale Mengenvorgabe für den Biokraftstoffanteil umgestellt. Ab diesem Zeitpunkt muss eine bestimmte Menge Treibhausgase durch Biokraftstoffe reduziert werden. Je nachdem, wie viele Biokraftstoffe mit hoher Treibhausgaseinsparung und wie viele Biokraftstoffe mit niedrigerer Treibhausgaseinsparung angeboten werden, ergibt sich dann eine Gesamtmenge, die jährlich in der Summe mindestens eine bestimmte, vom Gesetzgeber vorgegebene Menge Treibhausgase vermeidet.

Bis zum Jahr 2020 sollen EU-weit zehn Prozent der im Verkehrssektor verbrauchten Energie aus erneuerbaren Quellen stammen. Dieses Ziel kann neben Biokraftstoffen z.B. durch erneuerbaren Strom in Elektrofahrzeugen und Eisenbahnen erreicht werden. Aus aktueller Sicht werden Bioethanol und Biodiesel aber den größten Anteil leisten, da Alternativen noch nicht marktreif sind.

Gegenüber fossilen Kraftstoffen verfügen Biokraftstoffe über CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial. Wie weit die Emissionen der Biokraftstoffe unter denen der fossilen Kraftstoffe liegen, hängt von den eingesetzten Energiepflanzen sowie dem Anbau und Produktionsverfahren ab (vgl. Renew's Spezial 34 „Anbau von Energiepflanzen“, Renew's Spezial 53 „Zertifizierung von Bioenergie“).

Während z.B. der Ausstoß von Lachgas durch Dünger sowie der Verbrauch fossilen Diesels z.B. beim Pflügen mit einem Traktor die CO<sub>2</sub>-Bilanz belasten, kann die Verwertung von Nebenprodukten, die bei der Produktion von Biokraftstoffen anfallen und weiterverwertet werden (z.B. die bei der Destillation von Getreide verbleibende Schlempe, Rapsschrot, Glycerin, Prozesswärme), der CO<sub>2</sub>-Bilanz wieder gutgeschrieben werden.

### Treibhausgasemissionen von fossilen und Biokraftstoffen



Biokraftstoffe der Zukunft auf Basis von Reststoffen oder Algen sollen noch deutlich mehr Emissionen sparen als die heute verfügbaren Biokraftstoffe. Aber auch die CO<sub>2</sub>-Bilanz von herkömmlichen Biokraftstoffen lässt sich wesentlich verbessern, etwa wenn die bei der Produktion anfallenden Reststoffe genutzt werden, zum Beispiel für die Produktion von Biogas.

## Nachhaltigkeitskriterien für Biokraftstoffe

In der EU verwendete Biokraftstoffe müssen über einen Nachweis der nachhaltigen Herstellungsweise verfügen. Flüssige bzw. gasförmige Bioenergieträger dürfen nur dann auf die Mindestquoten angerechnet werden, wenn für den Anbau keine wertvollen Flächen wie Wälder oder Torfmoore umgebrochen wurden. Zudem müssen Biokraftstoffe bezogen auf die gesamte Produktionskette gegenüber herkömmlichen Kraftstoffen eine Ersparnis an Treibhausgasen von mindestens 35 Prozent erbringen. Ab dem Jahr 2017 wird dieser Wert auf 50 Prozent erhöht, für neu gebaute Biokraftstoff-Produktionsanlagen auf 60 Prozent. Internationale Zertifizierungssysteme kontrollieren die gesamte Produktionskette eines Biokraftstoffs. Die nachfolgende Tabelle listet die geforderte Treibhausgasreduktion auf.

Ein Liter Bioethanol aus Zuckerrüben stößt nach dem Stand der Wissenschaft durchschnittlich rund 61 Prozent weniger THG-Emissionen aus als die entsprechende Menge fossilen Benzins mit demselben Energiegehalt. Weist der Anbieter von Bioethanol nicht durch eine individuelle Berechnung nach, dass sein Produkt eine bestimmte THG-Reduktion erzielt, wird der Standardwert angesetzt, d.h. pauschal angenommen, dass 52 Prozent weniger emittiert wird. Damit wäre die Mindesteinsparung von 35 Prozent erreicht.

### Geforderte Reduktion von THG-Emissionen in der Erneuerbare-Energien-Richtlinie der EU

Herstellungsweg des Biokraftstoffs	Typischer Wert für THG-Minderung	Standardwert
Biodiesel aus Raps	45 %	38 %
Reines Rapsöl	58 %	57 %
Biodiesel aus Sojabohnen	40 %	31 %
Biodiesel aus Palmöl (Verarbeitung mit Methanbindung an der Ölmühle)	62 %	56 %
Biodiesel aus Palmöl (Prozessbrennstoff nicht spezifiziert)	36 %	19 %
Bioethanol aus Zuckerrüben	61 %	52 %
Bioethanol aus Weizen (Braunkohle als Prozessbrennstoff in KWK-Anlage)	32 %	16 %
Bioethanol aus Weizen (Stroh als Prozessbrennstoff in KWK-Anlage)	69 %	69 %
Bioethanol aus Mais (in der EU erzeugt, Erdgas als Prozessbrennstoff)	56 %	49 %
Bioethanol aus Zuckerrohr	71 %	71 %
Hydriertes Palmöl (Verarbeitung mit Methanbindung an der Ölmühle)	68 %	65 %
Hydriertes Rapsöl	51 %	47 %
Biogas aus Trockenmist als komprimiertes Erdgas (aufbereitetes Biogas, Biomethan)	86 %	82 %
Biogas aus Gülle als komprimiertes Erdgas (aufbereitetes Biogas, Biomethan)	84 %	81 %

Für fossile Kraftstoffe muss ein entsprechender Nachhaltigkeits-Nachweis nicht geführt werden. Die für jeden Autotyp angegebenen CO<sub>2</sub>-Werte pro Kilometer („120-Gramm-Ziel“) beziehen sich nur auf die Emissionen, die anfallen, wenn der Kraftstoff im Motor verbrennt.

Die Vorkette, also die Förderung des Erdöls, der Transport und die Verarbeitung werden bei dieser Bilanzierung ausgeklammert. Werden diese Emissionen mit einbezogen (Well-to-Wheel-Betrachtung, WTW), verschlechtert sich die tatsächliche Emissionsbilanz pro gefahrenen Kilometer bei fossilen Kraftstoffen. Genau wie bei Biokraftstoffen (Emissionen aus Anbau, Düngung, Ernte, Transport, Weiterverarbeitung, usw.) sollte jedoch eine ganzheitliche Bilanzierung diese Emissionen mit berücksichtigen. Wie genau die Bilanz ausfällt, hängt von verschiedenen Faktoren ab:

- Tiefe des Erdölfeldes aus dem gefördert wurde;
- Wasseranteil im geförderten Öl;
- Viskosität des Öls.

Je größer der Aufwand, das Erdöl zu fördern, desto schlechter die Energiebilanz: Angesichts knapper werdender Ressourcen bei gleichzeitig wachsendem Energiebedarf werden in zunehmendem Maße unkonventionelle fossile Rohstoffe gefördert, wie Rohöl aus Ölsanden oder Schiefer, Erdgas aus dichten Gesteinen (Shelfgas) oder Aquiferen<sup>1</sup>. Die Förderung dieser Rohstoffe ist ungleich aufwendiger, energieintensiver und bringt enorme Risiken für die Umwelt mit sich. Deshalb rechnet sie sich erst mit steigenden Ölpreisen. Im Vergleich zu konventionellen fossilen Kraftstoffen, haben Kraftstoffe aus unkonventionellen fossilen Ressourcen eine bis zu anderthalb Mal schlechtere Treibhausgasbilanz. Unkonventionelle Kraftstoffe tragen zu gut fünf Prozent zur weltweiten Kraftstoffproduktion bei, Tendenz steigend. Rund die Hälfte der neu gefundenen Ölquellen liegt in Tiefseegebieten. Die Emissionsbilanz von fossilen Kraftstoffen wird sich deshalb weiter verschlechtern.

### Energiebilanz

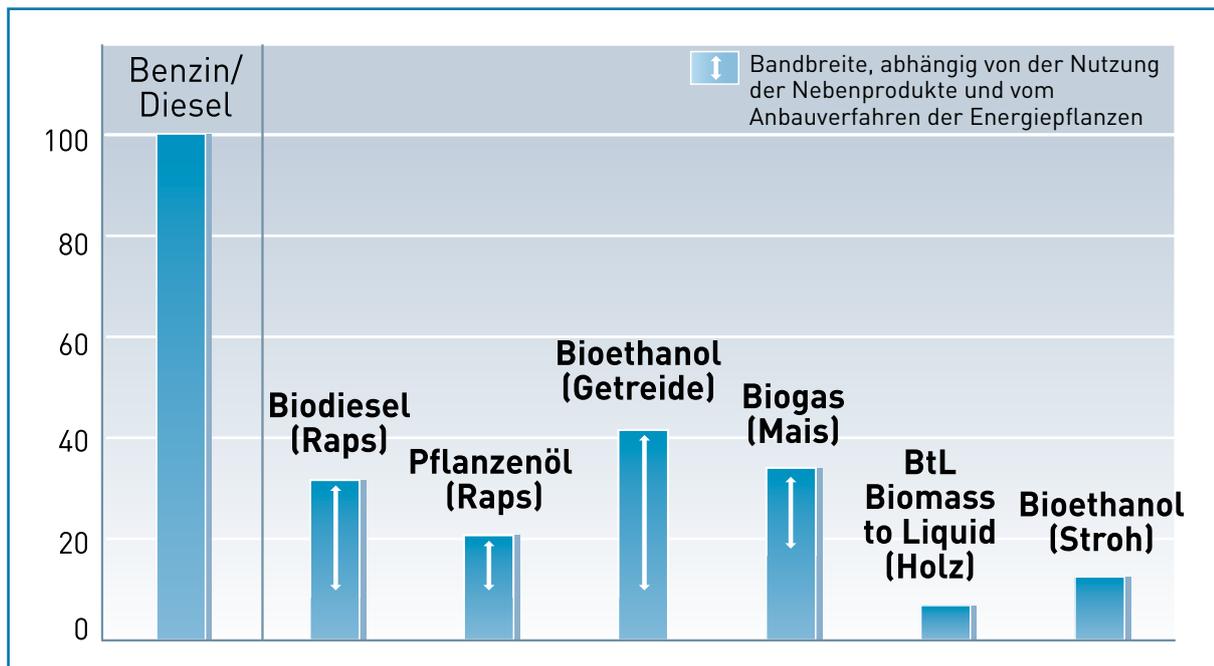
Die Nutzung der Biomasse ist ein zeitlich wie räumlich zergliedertes Verfahren. Für die Bereitstellung ist ein Input an Primärenergie notwendig, in der Regel fossilen Ursprungs, z.B. für Anbau, Düngung, Ernte, Transport und Aufbereitung. Einen Großteil macht der Rohstoff Biomasse aus, der vor allem dank Sonnenenergie wächst. Für die Produktion von Bioenergieträgern, beispielsweise Biokraftstoffen, muss daher deutlich weniger Energie aufgewandt werden als für herkömmliche Kraftstoffe, wie die folgende Grafik zeigt.

---

<sup>1</sup> Eine einheitliche Definition für unkonventionelles Erdöl existiert nicht. Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) sieht die Unterscheidung in der technisch aufwendigeren Gewinnung von unkonventionellen Erdölen. Sie zählt Bitumen oder Rohöl aus Ölsanden, sowie Schweröl und Schwelöl aus Ölsanden dazu.

## Einsparung fossiler Energierohstoffe durch Biokraftstoffe

Aufgewendete fossile Primärenergie (Input) für die Produktion von Kraftstoff; Index Benzin/Diesel = 100



Quellen: IFEU 2005; Ökoinstitut 2008; Stand: 7/2010

Nicht nur bei der Produktion von fossilem Diesel oder Benzin ist im Vergleich zu Bioenergie ein hoher Primärenergieaufwand erforderlich. Ein Steinkohlekraftwerk benötigt für die Erzeugung einer Kilowattstunde Strom rund 2,5 Kilowattstunden Primärenergie aus Kohle (vgl. Renews Spezial 49 „Klima- und Umweltschutz durch Erneuerbare Energien“).

## Fossile Energieträger und Bioenergie: Chancen und Risiken

### Nutzungskonkurrenzen

Bioenergie und speziell Biokraftstoffe gerieten in den Jahren 2007 und 2008 angesichts steigender Agrarpreise in die Kritik (Tank-Teller-Diskussion). In Mexiko blieben billige Maisimporte aus den USA aus, die dort in die Bioethanolproduktion gingen. Insgesamt wird bislang jedoch nur ein kleiner Teil der Weltagrarproduktion energetisch genutzt. 6,4 Prozent der globalen Getreideernte flossen 2009 in die Biokraftstoffproduktion, 5 Prozent des weltweiten Palmöls wird zu Biodiesel verarbeitet. Um eine Konkurrenz zum Futter- bzw. Nahrungsmittelanbau dennoch zu vermeiden, können Energiepflanzen für die Biokraftstoffproduktion in Zukunft verstärkt auf degradierten Flächen angebaut werden. Weltweit gibt es rund 3,5 Milliarden Hektar solcher Flächen. Die Hälfte des weltweiten Bedarfes an Kraftstoffen könnte gedeckt werden, wenn auf nur einem Viertel dieser Flächen standortangepasste Energiepflanzen angebaut würden, durchschnittliche Ernteerträge vorausgesetzt. (Vgl. Renews Spezial 38, „Biokraftstoffe - Marktentwicklung, Klima- und Umweltbilanz und Nutzungskonkurrenzen“).

In Deutschland wurden im Jahr 2011 schätzungsweise auf 1,97 Millionen Hektar Energiepflanzen angebaut, rund 0,8 Mio. Hektar davon für Biogas (s. Tabelle). EU-weit liegt Deutschland damit an der Spitze. Die gesamte Agrarfläche Deutschlands beträgt circa 17 Mio. Hektar. Zwar gibt es in einigen Regionen Flächenknappheit, dort wo intensive Viehwirtschaft und Biogaserzeugung zusammenreffen. Bezogen auf das gesamte Bundesgebiet gibt es aber noch Ausbaupotenziale.

## Anbauflächen für Energiepflanzen in Deutschland

	Fläche (in Hektar) 2010	Fläche (in Hektar) 2011*
Pflanzen für Biogas (z.B. Mais)	650.000	800.000
Raps für Biodiesel/Pflanzenöl	940.000	910.000
Pflanzen für Bioethanol (z.B. Zuckerrüben, Getreide)	240.000	250.000
Kurzumtriebsplantagen (KUP) für Festbrennstoffe (z.B. Pappeln, Weiden)	4.000	6.000
<b>Summe</b>	<b>1.834.000</b>	<b>1.966.000</b>

Quellen: FNR 2011; \*Werte geschätzt

Das Deutsche Biomasseforschungszentrum (DBFZ) geht von einem Flächenpotenzial für Energiepflanzen in Deutschland von 3,7 Millionen Hektar innerhalb der kommenden zehn Jahre aus, ohne in Konkurrenz zur Nahrungsmittel- und Futtermittelproduktion zu geraten. Die Anbaufläche für Energiepflanzen könnte also fast verdoppelt werden, da die Nachfrage nach Futter- und Nahrungsmitteln in Deutschland rückläufig ist und dank steigender Erträge mehr Biomasse von der gleichen Fläche geerntet werden kann.

Flächendruck kann sich auch durch den Abbau fossiler Energieträger ergeben. Großflächigen Landschaftsverbrauch hat der Abbau von Ölsanden in Kanada zur Folge (30.000 Quadratkilometer, entsprechend der Fläche Nordrhein-Westfalens). Größere Ölfördergebiete, u.a. in Sibirien und im Nigerdelta, sind durch Verseuchung von Böden und Grundwasser für die landwirtschaftliche Nutzung ausgeschlossen. Im Vergleich dazu fällt der Flächenverbrauch des deutschen Braunkohletagebaus (rund 100 Quadratkilometer, Umsiedlung von 300.000 Menschen) relativ gering aus.

Indirekte, aber noch gravierendere Folgen für die Verfügbarkeit landwirtschaftlicher Nutzflächen hat das Verbrennen fossiler Energieträger als Motor des Klimawandels. Der Weltklimarat der Vereinten Nationen, IPCC, erwartet eine Zunahme von Wetterextremen wie Dürren, Starkniederschlägen und Überschwemmungen, die in vielen Regionen der Welt Ernten vernichten oder verringern sowie zu einer Zunahme von Waldbränden führen. Ertragsrückgänge und Wassermangel verschärfen die lebensbedrohliche Lage in den bereits heute instabilen Regionen von Entwicklungs- und Schwellenländern insbesondere Afrikas und Asiens. Hinzu kommt, dass selbst bei einer Begrenzung des Temperaturanstiegs auf 2 Grad Celsius im Laufe des 21. Jahrhunderts laut IPCC ein Anstieg des Meeresspiegels um mindestens einen Meter zu erwarten ist. Ohne aufwändige Schutzmaßnahmen würden in Bangladesch ca. 3 Mio. Hektar Land und in Vietnam rund 2,5 Mio. Hektar dicht bevölkerter Küstenregionen überflutet, wovon insgesamt bis zu 30 Mio. Menschen betroffen wären.

### Landnutzungswechsel

Für eine Klimabilanz von Bioenergieträgern sind die Auswirkungen von direkten und indirekten Landnutzungswechseln relevant. Dies gilt vor allem für Biomasse aus Schwellen- und Entwicklungsländern. Wird beispielsweise für eine Palmölplantage Wald gerodet, schlägt sich dies negativ auf die Klimabilanz des produzierten Biokraftstoffes nieder. Schwierig zu erfassen sind die Folgen der indirekten Landnutzungswechsel, wenn also neue Flächen für den Anbau von Energiepflanzen erschlossen werden auf zuvor ungenutzten bzw. für andere Zwecke genutzten Böden. Durch den Umbruch der Flächen entstehen zusätzliche Emissionen. Noch werden diese in den Nachhaltigkeitskriterien für Biokraftstoffe nicht berücksichtigt, da eine eindeutige Beziehung nicht pauschal in jeder Region und für jede Anbaukultur unterstellt werden kann. Landnutzungsänderungen erfolgen nicht alleine aufgrund steigender Nachfrage für Bioenergie,

sondern sind von einer Vielzahl von Faktoren abhängig, z.B. der Futtermittelnachfrage, Agrarpreisentwicklungen oder Holzraubbau. Eine von der EU-Kommission in Auftrag gegebene Studie des International Food Policy Research Institute (IFPRI) zeigt, dass Emissionen aus Landnutzungswechseln die Klimabilanz einzelner Biokraftstoffarten negativ beeinflussen können. Die Autoren betonen allerdings, dass auch andere landwirtschaftliche Sektoren in die Emissionsbilanz einbezogen werden müssen. Ein Bericht der EU-Kommissionen, wie der sogenannte ILUC-Faktor (Indirect land use change) in die Klimabilanz von Biokraftstoffen einfließen soll, wird erwartet.

In Deutschland produzierte Biokraftstoffe nutzen überwiegend heimisch erzeugte Biomasse. Nach Untersuchungen von Greenpeace und dem Verband der Deutschen Biokraftstoffindustrie (VDB) wurden 2009 rund fünf Prozent des in Deutschland verbrauchten Biodiesels aus Palmöl gewonnen (vgl. Renewes Spezial 38, „Biokraftstoffe - Marktentwicklung, Klima- und Umweltbilanz und Nutzungskonkurrenzen“). Im Sommer 2011 schätzte Greenpeace nach Proben an deutschen Tankstellen den Anteil von Palmöl auf acht Prozent an der Gesamtmenge des in Deutschland verbrauchten Biodiesels. Im Jahresdurchschnitt dürfte dieser jedoch ähnlich niedrig liegen wie 2009, da in den Wintermonaten die Beimischung von Palmöl aus technischen Gründen normalerweise niedriger ausfällt.

Klare politische Rahmenbedingungen zur Landnutzung und ein strenger Waldschutz in den betroffenen Ländern könnten problematische Landnutzungsänderungen verhindern oder zumindest bremsen. Notwendig wären nicht nur strenge Nachhaltigkeitskriterien für importierte Biomasse zur Biokraftstoffproduktion, sondern vor allem für die Futter- und Nahrungsmittelproduktion, da in diese Bereiche der weitaus größte Teil der Importe ökologisch zweifelhafter Herkunft fließt.

## **Biodiversität**

Durch den standortangepassten Anbau von Biomasse für die energetische Nutzung kann Kohlenstoff im Boden gespeichert und damit die Humusbilanz verbessert werden<sup>2</sup>. Energiepflanzen können dazu beitragen, bestehende Fruchtfolgen aufzulockern. Ein Wechsel zwischen Mais und Grünroggen wirkt sich beispielsweise positiv auf Erosions- und Grundwasserschutz aus. Wenn eine bestimmte Anbaukultur, wie in einigen nordwestdeutschen Viehzuchtregionen der Mais, bei den Energiepflanzen dominiert und gleichzeitig bereits ein hoher Flächenanteil von Mais als Futtermittel herrscht, kann dies negative Auswirkungen auf die Qualität der Böden und die Artenvielfalt haben. Auch die Akzeptanz von Bioenergie leidet darunter. Mit verschiedenen Forschungsvorgaben soll die Palette an eingesetzten Energiepflanzen in der landwirtschaftlichen Praxis erweitert werden. Ein Beispiel ist das Verbundprojekt „Entwicklung und Vergleich von standortangepassten Anbausystemen für Energiepflanzen“ (EVA). Darüber hinaus werden in und um Maisfelder zunehmend Blühstreifen ausgesät, die die Artenvielfalt erhöhen sollen. Die Vorgaben der „Guten fachlichen Praxis“ (GfP) sowie die Vorgaben der EU bezüglich des Agrarsektors geben zudem einen Rahmen, nach dem Fruchtfolgen und Humusbilanzen eingehalten werden müssen. Es lässt sich feststellen, dass die nicht nachhaltige Nutzung von Biomasse negative Auswirkungen auf Biodiversität haben kann, während sich eine nachhaltige Nutzung von Biomasse positiv auswirken kann. Dieses Problem ist jedoch kein ausschließliches Phänomen der Bioenergie, sondern der landwirtschaftlichen Praxis im Allgemeinen.

<sup>2</sup> Kurzumtriebsplantagen speichern Studien zufolge über eine Tonne CO<sub>2</sub> pro Hektar (Vgl. Renewes Spezial 34 „Anbau von Energiepflanzen - Umweltauswirkungen, Nutzungskonkurrenzen und Potenziale“).

## Energie aus Naturschutzflächen

Die energetische Nutzung von Biomasse aus Naturschutzflächen, beispielsweise von Gräsern aus extensiv bewirtschaftetem Grünland, trägt zum Erhalt dieser artenreichen Flächen bei. Blicke das Gras ungenutzt liegen, würden Wiesen schnell verholzen und die Artenvielfalt zurückgehen. Die Pflege dieser Flächen kostet Geld, welches sich mittels der energetischen Nutzung erwirtschaften ließe. Allein in Europa gibt es rund 90 Millionen Hektar solcher Grünlandflächen.

Fossile Energieträger schaden der Biodiversität indirekt in großem Umfang. Das Verbrennen von fossilen Energieträgern ist einer der Hauptgründe für den menschengemachten Klimawandel. Klimawissenschaftler beobachten durch Klimaveränderungen eine Verschiebung von Vegetationszonen. Den betroffenen Ökosysteme und ihren jeweiligen Arten bleibt zu wenig Zeit, um sich an diese Veränderungen anzupassen. Tiere und Pflanzen sind vom Aussterben bedroht, da sich ihr bisheriges natürliches Lebensumfeld stark verändert. Der Weltklimarat der Vereinten Nationen, IPCC, warnt davor, dass bei einem Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur von 2 bis 3 Grad Celsius rund 20 bis 30 Prozent der Tier- und Pflanzenarten den rapiden Veränderungen ihrer Ökosysteme nicht folgen können und einem erhöhten Aussterberisiko ausgesetzt sind.

## Umweltschäden

Neben den beschriebenen indirekten Folgen der Nutzung fossiler Energieträger kann bereits die Förderung fossiler Energieträger direkte Schäden für Mensch und Umwelt verursachen. Besonders deutlich wird dies im Fall der Erdölförderung, zuletzt im Frühjahr 2010 mit der Ölkatastrophe im Golf von Mexiko.

## Ölkatastrophen

**1978:** Der Tanker „Amoco Cadiz“ sinkt vor der Bretagne. 227 Mio. Liter Erdöl laufen aus. Der Ölteppich verseucht 360 Kilometer Atlantikküste.

**1989:** Der Öltanker „Exxon Valdez“ läuft vor der Südküste Alaskas auf Grund. 40 Mio. Liter Erdöl gelangen ins Meer.

**1999:** Der Tanker „Erika“ sinkt vor der Bretagne. 20 Mio. Liter Erdöl laufen aus. Der Ölteppich verseucht 400 Kilometer Atlantikküste. Bis zu 300.000 Vögel verenden.

**2002:** Der Tanker „Prestige“ sinkt vor Galizien. 63 Mio. Liter Erdöl laufen aus. Der Ölteppich verseucht 2.000 Kilometer Atlantikküste. Ca. 250.000 Vögel verenden.

**2010:** Infolge der Explosion der Bohrplattform „Deep Water Horizon“ im Golf von Mexiko laufen rund 700 Mio. Liter Erdöl aus und ein ca. 9.900 Quadratkilometer großer Ölteppich bildet sich. Das Unglück gilt als bisher schwerste Ölpest, die weite Teile des Golfs von Mexiko verseucht.

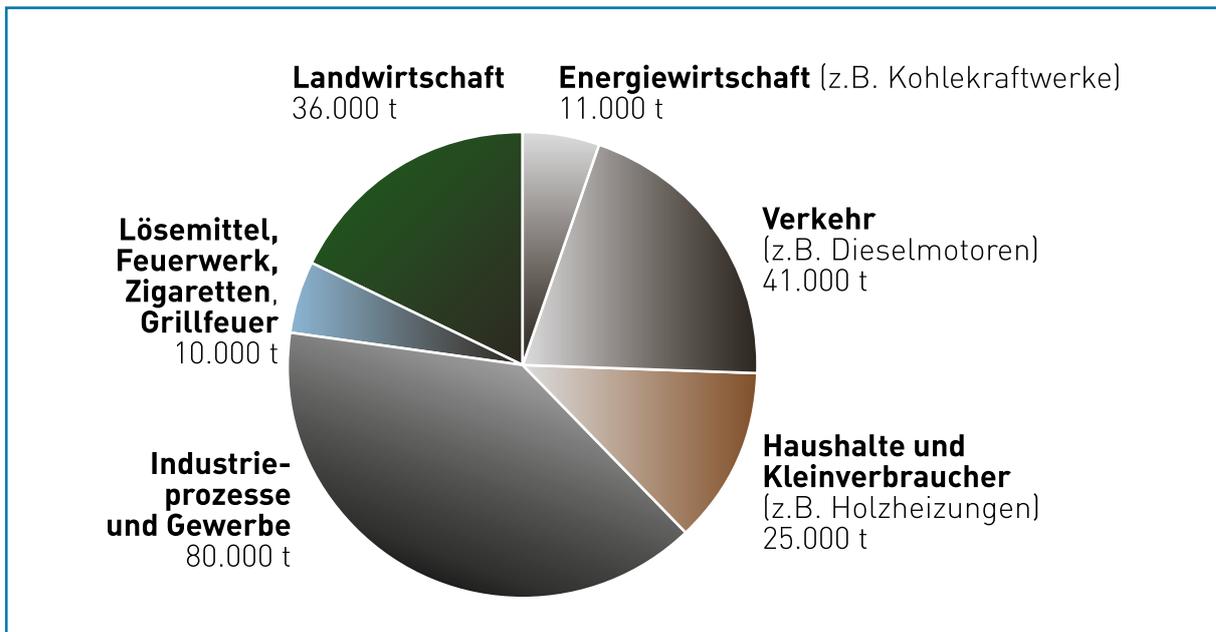
Jährlich versickern bereits bei Förderung und Transport von Erdöl in Russland bis zu 33 Mio. Liter Erdöl. Das sind 7 Prozent der russischen Jahresproduktion. In Sibirien sind mindestens 8.400 Quadratkilometer Land durch Erdöl verseucht, vergleichbar mit der Hälfte der Fläche Schleswig-Holsteins.

Auch anderswo verursacht die Ölförderung große Umweltschäden: In Nigeria, Afrikas größtem Erdölförderer, sickern jährlich zehntausende Liter Erdöl aus undichten Pipelines in den Boden. Besonders betroffen ist das Nigerdelta; Grundwasser und Ackerböden sind dort verseucht. In dem Gebiet wird zudem das bei der Ölförderung anfallende Erdgas abgefackelt, eine Menge die etwa 15 Prozent des Erdgasverbrauchs Deutschlands entspricht. Dabei werden nicht nur CO<sub>2</sub>, sondern auch Schwermetalle und Chemikalien freigesetzt.

In der kanadischen Provinz Alberta werden auf 30.000 Quadratkilometern, einer Fläche von der Größe Nordrhein-Westfalens, Ölsande aus tieferen Erdschichten gefördert. Teersandvorkommen gibt es dort auf einer Fläche von 140.000 Quadratkilometern. Gefördert wird mittels Bergbau- oder des so genannten Insitu-Verfahrens. Dabei wird heißer Wasserdampf ins Gestein geschossen um dies zu verflüssigen. Die existierenden Borealwälder werden stark abgeholzt, was einen Verlust der Artenvielfalt zur Folge hat. Zudem speichern die kanadischen Wälder pro Hektar doppelt so viel Kohlenstoff wie die südamerikanischen Tropenwälder. Rund 22 Prozent des weltweit auf dem Land gespeicherten Kohlenstoffes lagern dort. Bei der Verarbeitung der Ölsande zu Öl fallen giftige Schlacken an, die in Rückhaltebecken lagern. Diese haben zusammengenommen mittlerweile eine Fläche von der Größe des Ammersees in Bayern (47 Quadratkilometer). Schätzungsweise gelangen täglich 11 Millionen Liter dieser Giftstoffe ins Grundwasser und in den Fluss Athabasca. Weil die Teersande aufwendig gefördert und das Öl herausgepresst werden muss, werden bei der Ölproduktion aus Ölsanden im Vergleich zur Leichtölförderung drei Mal so viele CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kubikmeter freigesetzt. Würde Kanada die gesamten Teersandvorkommen fördern, entstünden CO<sub>2</sub>-Emissionen im Umfang von 105 Gigatonnen. Das ist mehr als das 100-fache des jährlichen CO<sub>2</sub>-Ausstoßes von Deutschland.

Die Strom- und Wärmeerzeugung aus Braun- und Steinkohle setzt nicht nur CO<sub>2</sub>, sondern auch andere Schadstoffe wie Ruß oder Stickoxide frei, die die Atemwege schädigen. Allein 11.000 Tonnen Feinstaub werden pro Jahr in Deutschland in der Energiewirtschaft verursacht, unter anderem in Kohlekraftwerken. Auch beim Verbrennen von Holz, zum Beispiel in der Holzheizung, entsteht Feinstaub. Allerdings liegen diese Werte in modernen Anlagen in einem nicht gesundheitsbelastenden Rahmen. Holzpellettheizungen unterlaufen bei den Feinstaubemissionen schon 2010 deutlich die ab 2020 geltenden Grenzwerte der Bundesimmissionschutzverordnung.

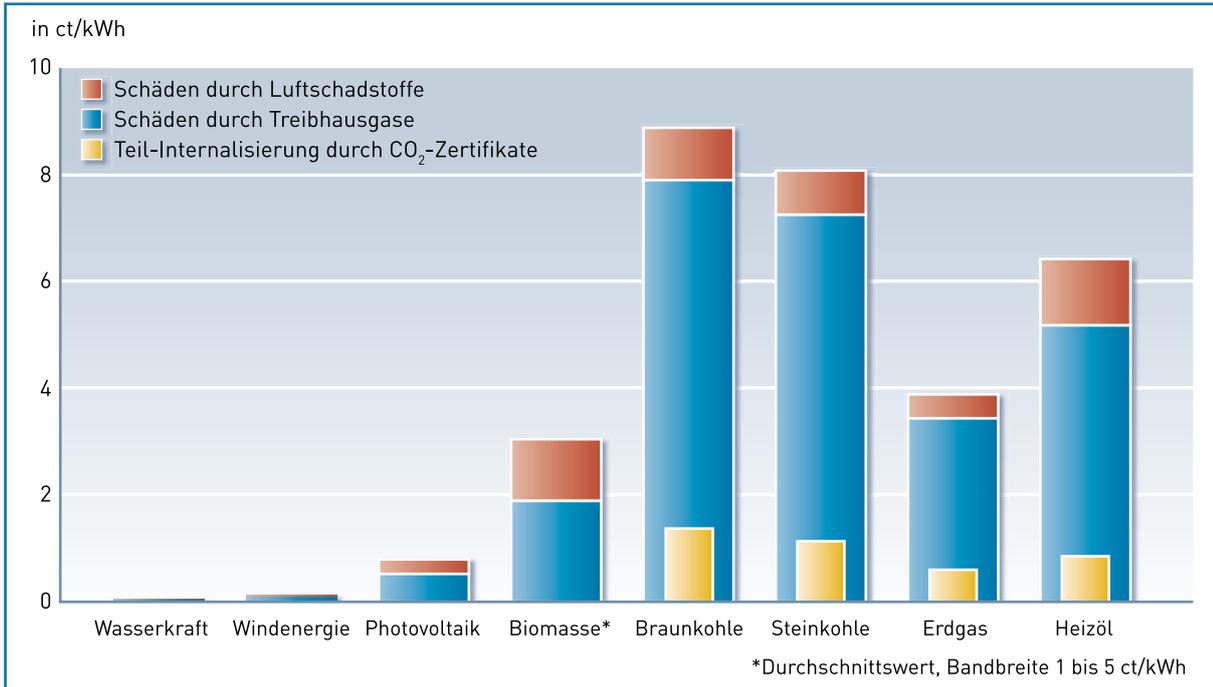
## Woher der Feinstaub stammt



Quelle: UBA

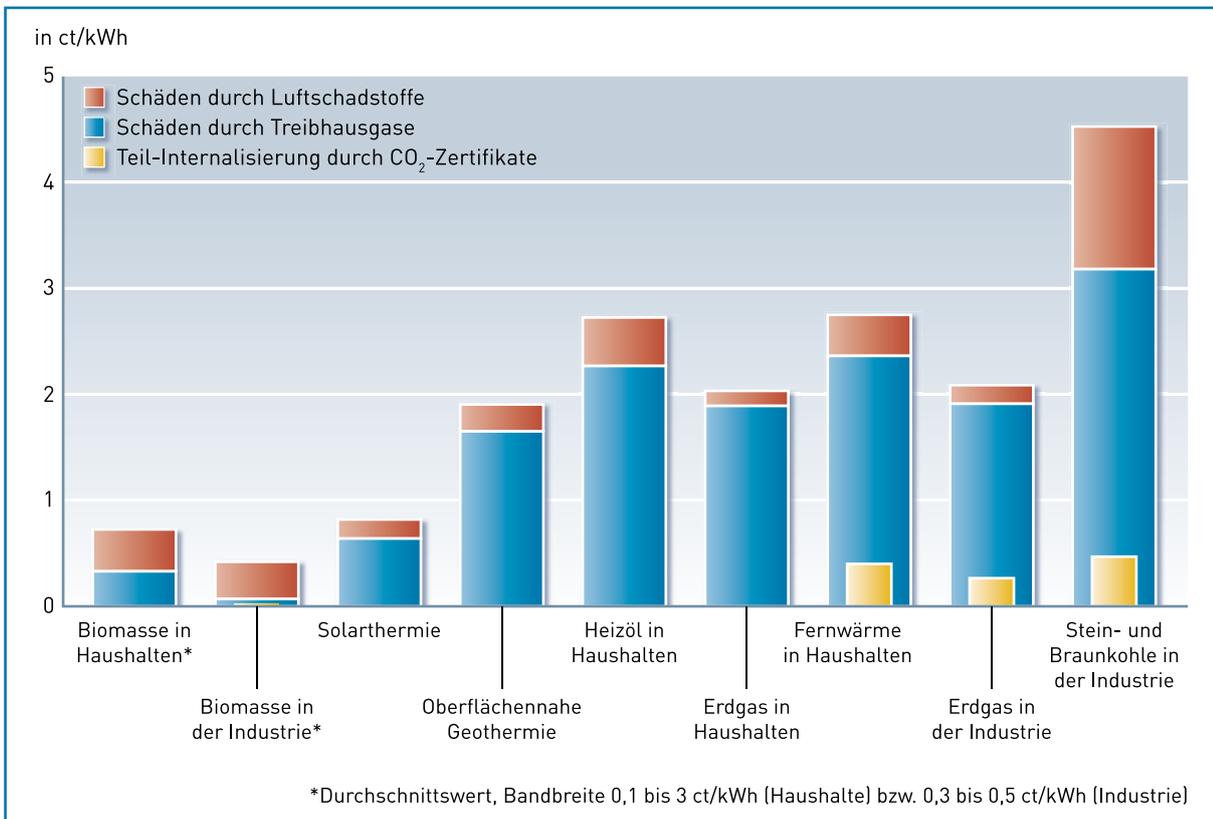
Wie gezeigt, verursachen fossile Energieträger massive Umweltschäden. Der Einsatz von regenerativen Energieträgern kann Schäden vermeiden. Der Beitrag der Bioenergie zur Wärmeversorgung vermied allein im Jahr 2010 Umweltschäden in Höhe von rund 2,6 Milliarden Euro. Die folgende Tabelle beziffert die Umweltschäden in Cent je Kilowattstunde. Sie verdeutlicht, dass fossile Energieträger im Vergleich zur Bioenergie weit größere Umweltschäden pro erzeugter Kilowattstunde Strom oder Wärme verursachen.

### Umweltschäden durch Emissionen von Treibhausgasen und Luftschadstoffen der Stromerzeugung 2010



Quelle: BMU/Fraunhofer ISI, Stand: 8/2011, CO<sub>2</sub>-Zertifikatskosten im Jahr 2010

### Umweltschäden durch Emissionen von Treibhausgasen und Luftschadstoffen der Wärmeerzeugung 2010



Quelle: BMU/Fraunhofer ISI, Stand: 8/2011, CO<sub>2</sub>-Zertifikatskosten im Jahr 2010

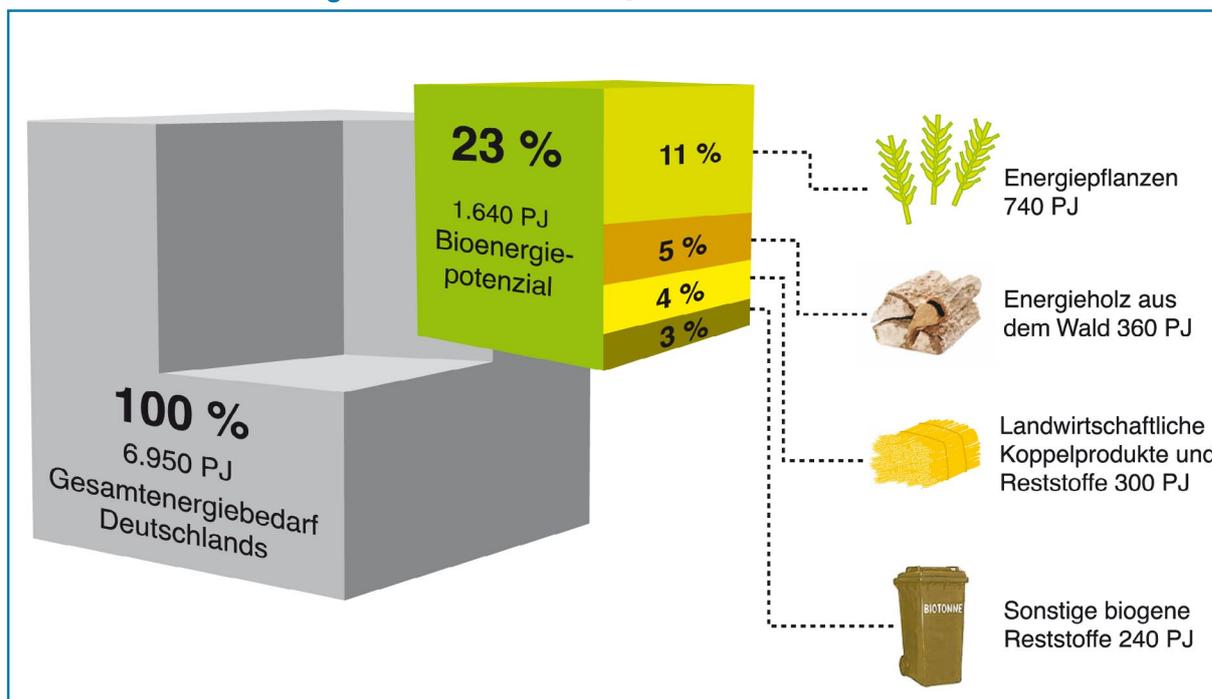
## Fossile Energieträger und Bioenergie: Beitrag zur Versorgungssicherheit

### Potenziale

Wie viel Biomasse perspektivisch für die energetische Nutzung zur Verfügung steht, lässt sich nicht exakt vorhersagen. Das Potenzial ist abhängig u.a. von der Entwicklung des Nahrungs- und Futtermittelbedarfes, der Anbauverfahren und der Technik zur Verarbeitung und Umwandlung der Biomasse.

Laut Branchenprognose des Bundesverbandes Erneuerbare Energie (BEE) und der Agentur für Erneuerbare Energien (AEE) können heimische Energiepflanzen und Reststoffe bis 2020 etwa 12 Prozent des deutschen Energiebedarfs decken. Das entspricht etwa 20 Prozent des jährlichen Rohölverbrauchs in Deutschland (vgl. Renew Spezial 42 „Erneuerbare Energien - Mehr Unabhängigkeit vom Erdöl“). Das im Jahr 2010 veröffentlichte Energiekonzept der Bundesregierung geht davon aus, dass sich der Anteil der Bioenergie aus heimischen Quellen am Primärenergieverbrauch bis zur Jahrhundertmitte verdoppeln lässt, von 800 auf 1.640 Petajoule. Einbezogen sind dabei Energiepflanzen, Energieholz, Koppelprodukte und Reststoffe. Die Bioenergie würde dann rund 23 Prozent zum Primärenergiebedarf beitragen. Voraussetzung ist, dass der Grad der Selbstversorgung mit Lebensmitteln auf gleichem Niveau bleibt, ebenso die Anteile von Nahrungsmittelimporten und -exporten.

### Einheimische Bioenergie: Was kann sie 2050 leisten?



Quelle: FNR, April 2011

Ebenfalls zur nachhaltigen Nutzung bereit stehen Reststoffe (vgl. Renew Spezial 22 „Reststoffe für Bioenergie nutzen“). So reichen die jährlich anfallenden Bio- und Grünabfälle in Deutschland aus, um 240.000 Haushalte mit Heizenergie zu versorgen. Bisher werden aber nur fünf Prozent dieses Potenzials genutzt.

Maximal 15 Prozent der in Deutschland anfallenden Gülle wird in Biogasanlagen energetisch verwertet. Eine stärkere Nutzung der Gülle könnte deren Methanemissionen deutlich reduzieren. Würden 80 Prozent

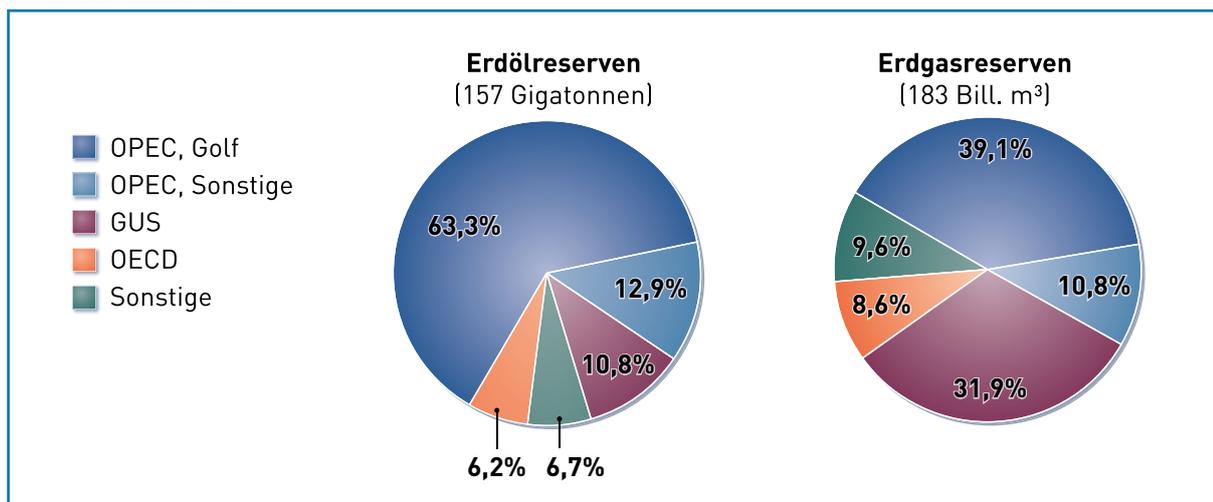
der anfallenden Gülle in Biogasanlagen genutzt, könnten über sechs Millionen Tonnen Treibhausgase eingespart werden.

Weltweit verfügt Bioenergie laut Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung für Globale Umweltveränderungen (WBGU) im Jahr 2050 über ein Potenzial von 30 bis 120 Exajoule (EJ) - unter Berücksichtigung von strengen Nachhaltigkeitskriterien, die beispielsweise eine Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion, einen Anbau zu Lasten von sensiblen Regionen oder Kohlenstoffsenken sowie Abholzung ausschließen. Zum Vergleich: 2009 lag der globale Primärenergieverbrauch bei 469 EJ. Für das Ende des Jahrhunderts geht eine Studie des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK) davon aus, dass knapp ein Fünftel des globalen Energiebedarfs Ende des Jahrhunderts aus nachhaltiger Biomasse gedeckt werden können.

Bei den fossilen Energieträgern besitzt Kohle mit 75 Prozent die größten verfügbaren Reserven<sup>3</sup>. Ein Großteil der Vorkommen lagert in Nordamerika, Russland und Australien. Trotz steigendem Verbrauch geht die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) davon aus, dass die Vorräte noch einige Jahrzehnte reichen. Würde die gesamte, noch verfügbare Kohle verfeuert, hätte dies massive Auswirkungen auf das Weltklima.

## Erdöl- und Erdgasreserven und deren regionale Verteilung

### Anteile in Prozent



Quelle: BGR, 2009.

Jedes Jahr wird in etwa so viel Erdöl verbraucht, wie sich in einer halben bis einer Million Jahren in der Erdkruste gebildet hat. Lag der Erdölverbrauch im Jahr 2004 weltweit noch bei 3,8 Mrd. Tonnen, so werden es im Jahr 2011 schon über 4 Mrd. Tonnen sein. Dabei zeigen sich folgende Tendenzen:

- Der Ölverbrauch in der EU und selbst beim Hauptölkonsumenten USA sinkt.
- China und Indien verbrauchen immer mehr.
- Allein in China stieg der Ölverbrauch seit 2004 um mehr als 40 Prozent auf 465 Millionen Tonnen pro Jahr.

Die Internationale Energieagentur (IEA) geht davon aus, dass der Erdölverbrauch bis 2035 auf bis zu 107 Millionen Barrel pro Tag steigen wird – im Jahr 2007 lag er bei 85 Millionen Barrel. Während der Verbrauch zunimmt, bleibt die Förderung konstant. Sie lag in den Jahren 2004 bis 2010 jeweils

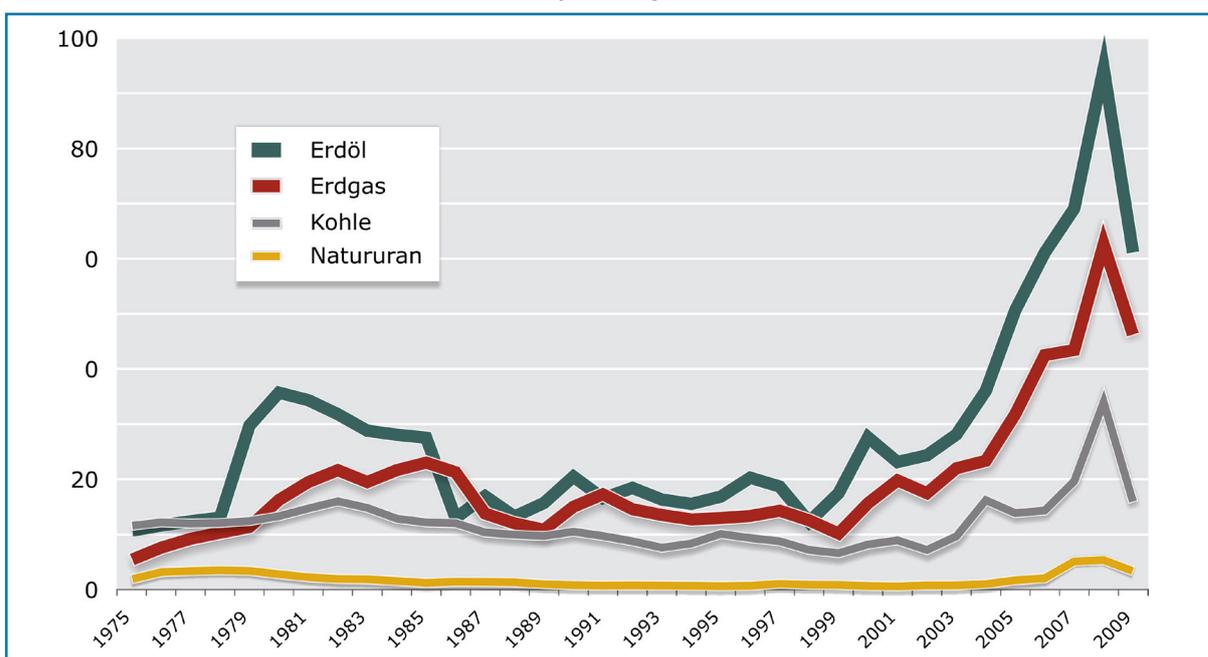
<sup>3</sup> Als Reserven werden Rohstoffvorkommen bezeichnet, die genau erfasst wurden, und die wirtschaftlich gefördert werden können. Bei den Ressourcen ist der Erkundungsgrad geringer.

zwischen 3,8 und 3,9 Mrd. Tonnen. Laut IEA geht die Fördermenge bei konventionellem Erdöl bereits zurück, und zwar um 6,7 Prozent pro Jahr. Die IEA geht davon aus, dass durch Neufunde, Erschließung bekannter Felder, bessere Technik sowie Nutzung von unkonventionellem Erdöl die tägliche Fördermenge auf bis zu 104 Millionen Barrel pro Tag im Jahr 2035 gesteigert werden kann. Da es in letzten Jahren kaum mehr große Funde gegeben hat und die verbesserte Fördertechnik eher zu einer schnellen Ausbeute der bestehenden Felder führt, scheint diese Prognose fraglich. Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) sieht bei konventionellem Erdöl das Fördermaximum bereits erreicht. Inklusive unkonventionellen Quellen würde Peak Oil, das Fördermaximum, demnach 2035 erreicht. Die Energy Watch Group, ein Zusammenschluss von kritischen Wissenschaftlern, datiert Peak Oil auf das Jahr 2006.

### Abhängigkeiten

Fast 90 Prozent der weltweit verbrauchten Primärenergie stammt aus fossilen Energien. Die Weltwirtschaft ist von der Verfügbarkeit von Erdöl, Kohle und Erdgas abhängig. Eine Studie der Bundeswehr zu sicherheitspolitischen Fragen der Verknappung fossiler Energieträger warnt, dass eine neue Wirtschaftskrise droht, sollte das Öl knapp werden, ohne dass Alternativen gefunden sind. Die Preise für die nicht konventionellen Rohstoffe belasten die Haushalte schon heute im wachsenden Maße. War das Barrel der Erdölsorte Brent im Jahr 2000 noch für 28 US-Dollar zu haben, waren es im Dezember 2011 rund 110 US-Dollar pro Barrel.

### Historische Entwicklung nominaler Preise nicht-erneuerbarer Energierohstoffe (Jahresmittelwerte, 1975-2009, in US-Dollar je Energieeinheit von 1 Barrel Erdöl)



Quelle: BGR, 2010.

Steigende Öl- und Gaspreise haben Auswirkungen auf die gesamtwirtschaftliche Lage. Eine Studie des Statistischen Bundesamtes aus dem Jahr 2008 kommt zu dem Ergebnis, dass ein Anstieg der Ölpreise um 35 US-Dollar zu einem Rückgang des Bruttoinlandsproduktes um 0,8 Prozent führt, verbunden mit einem Verlust von 360.000 Arbeitsplätzen. Von steigenden Energiepreisen besonders betroffen sind private Haushalte. Im Schnitt müssen rund zehn Prozent des durchschnittlichen Haushaltseinkommens in Deutschland für Energiekosten aufgewendet werden.

## Wirkungen des Öl- und Gaspreisanstiegs auf ausgewählte Konsumgüterpreise

	Anstieg 2010 gegenüber 2006
Verbrauchspreisindex	+2,7 %
Energie (u.a. Erdöl und Erdgas)	+13,7 %
Betrieb von Kfz	+10,7 %
Verkehrsdienstleistungen	+9,5 %

Rechengrundlage: Ölpreisanstieg von 65 US-Dollar (2006) auf 100 US-Dollar (2010). Quelle: Destatis

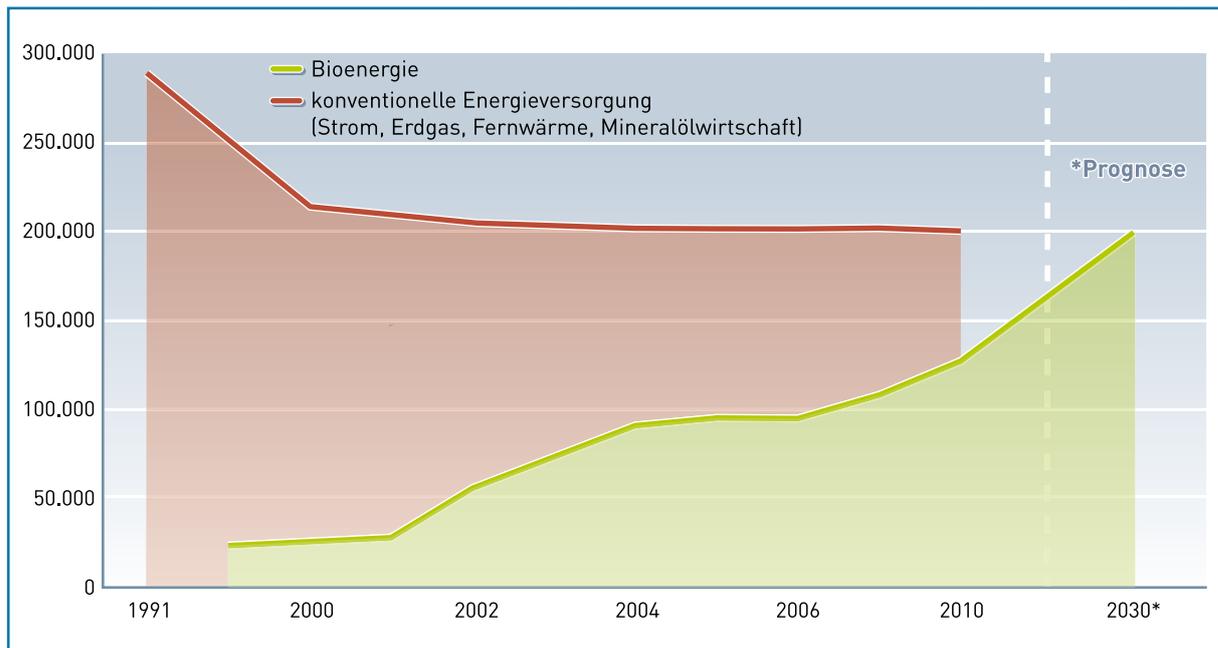
Deutschland ist bei Rohöl 2010 zu 97 Prozent, bei Erdgas zu 89 Prozent und bei Steinkohle zu 75 Prozent auf Importe angewiesen. Die Abhängigkeit von fossilen Rohstoffen, insbesondere Öl, führt zu einer globalen Umverteilung. Die Staaten, die Öl importieren, exportieren gleichzeitig einen Teil ihrer Wertschöpfung in die Öl-Förderländer. So steigt das Bruttoinlandsprodukt (BIP) Russlands, dem größten Erdöllieferanten Deutschlands, und in den OPEC-Staaten bei höheren Ölpreisen deutlich an.

### Wertschöpfung

Die Substitution von fossilen Energieträgern durch Biomasse reduziert Brennstoffimporte. Im Wärmemarkt ersetzt Bioenergie beispielsweise Heizöl und Erdgas. Insgesamt wurden 2010 mittels Einsatz von regenerativen Energien, vor allem Bioenergie, im Wärmesektor Brennstoffimporte in Höhe von rund 3 Milliarden Euro eingespart. Bis zum Jahr 2020 könnte sich dieser Wert nach einer Schätzung des Bundesverbandes Erneuerbare Energie auf rund 19 Milliarden Euro steigern.

Im Gegensatz zu zentralen fossilen Kraftwerken sind Bioenergieanlagen überwiegend dezentral angesiedelt. Sie generieren Einkommen und Beschäftigung sowie Steuereinnahmen (vgl. Renew Spezial 46 „Kommunale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien“) vor Ort. Die Wertschöpfung verbleibt überwiegend bei lokalen Unternehmen und Akteuren. So generiert eine Biogasanlage mit 300 Kilowatt Leistung über einen Zeitraum von 20 Jahren rund zwei Millionen Euro an Wertschöpfung in einer Kommune, allein 150.000 Euro an kommunalen Steuereinnahmen. Für das Jahr 2010 ermittelte das Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) insgesamt rund 1,9 Mrd. Euro kommunale Wertschöpfungseffekte der Bioenergie durch Strom-, Wärme- und Kraftstoffherzeugung. Im Jahr 2020 könnten es mehr als 5 Milliarden Euro sein, wenn die Ausbauziele der AEE-/BEE-Branchenprognose umgesetzt werden (Anteil Erneuerbarer Energien am Stromverbrauch von 47 Prozent, Wärmeverbrauch 25 Prozent, Kraftstoffverbrauch 21 Prozent). Stadtwerke können in Biogasanlagen oder Biomasseheizkraftwerke investieren. So lässt sich die Energieversorgung kommunalisieren. Eine Energieversorgung in der Hand der Bürger erhöht zudem deren Akzeptanz. Auch steigende Arbeitsplatzzahlen tragen dazu bei. In der gesamten Bioenergiebranche waren im Jahr 2010 122.000 Menschen beschäftigt. Insgesamt 2,7 Mrd. Euro wurden 2010 in Deutschland in neue Bioenergie-Anlagen investiert. Hinzu kamen 7,9 Mrd. Euro wirtschaftliche Impulse aus dem Betrieb bereits bestehender Anlagen. Die Beschäftigtenzahlen in der fossilen Energiewirtschaft gehen demgegenüber zurück.

## Beschäftigte in den Bereichen Bioenergie und konventionelle Energieversorgung



Quelle: Stat. Bundesamt; BDEW, BBE; Stand: 11/2011, ab 2000 einschließlich Mineralölverarbeitung

## Fossile Energieträger und Bioenergie: Soziale und politische Nachhaltigkeit

Staaten mit großen Rohstoffvorkommen gelten als reich. In vielen Fällen zeigt sich jedoch, dass diese Länder aus sozioökonomischer Sicht kaum von ihren Reichtümern profitieren. So haben nur wenige Erdöl fördernde Staaten es geschafft, durch die Einnahmen aus dem Rohstoffverkauf ihre Wirtschaftsstruktur zu diversifizieren. Die öffentlichen Haushalte bleiben überwiegend von der Förderung des fossilen Energieträgers und dessen Weltmarktnotierung abhängig. Bei sinkenden Rohstoffpreisen sind Regierung und Volkswirtschaft von hoher Verschuldung bedroht, während hohe Erlöse aus dem Rohstoffexport neben Landflucht und einer Vernachlässigung übriger Wirtschaftszweige schnell zu steigenden Wechselkursen, übermäßigen Verteuerungen und spekulativen Blasen im Land führen können.

Dieser „Ressourcen-Fluch“ wirkt sich auch auf das politische System des rohstofffördernden Landes aus. Die Einnahmen aus dem Rohstoffgeschäft verbleiben bei einer kleinen Elite, die Bevölkerung profitiert kaum. Die Erlöse aus dem Erdöl- oder Erdgasgeschäft unterstützen häufig autokratische Systeme. Die erdölexportierenden Staaten zeigen deutliche Defizite bei der demokratischen Entwicklung und der Armutsbekämpfung. Auch bei Korruption oder der Einhaltung von Umweltstandards rangieren sie am Ende internationaler Bewertungsskalen, wie folgende Tabelle zeigt.

## Wirtschaftliche und demokratische Entwicklung in Erdöl-/Erdgas exportierenden Staaten

Land	Einwohner (in Mio.) 2010	BIP pro Kopf (in US-Dollar) 2010	Human Development Index (1-177) 2010	Freedom-house Index über politische Freiheit 2011	Corruption Perception Index (1-178) 2010	Environmental Sustainability Index (1-145) 2005
<b>Nigeria</b> (Erdöl)	152	2.500	142	halb frei	134	98
<b>Aserbaidschan</b> (Erdöl, Erdgas)	8,3	10.900	67	nicht frei	134	99
<b>Kasachstan</b> (Erdöl)	15	12.700	66	nicht frei	105	78
<b>Saudi-Arabien</b> (Erdöl)	26	24.200	55	nicht frei	50	136
<b>Angola</b> (Erdöl)	13	8.200	146	nicht frei	168	123
Zum Vergleich: <b>Deutschland</b>	81	35.700	10	frei	15	31

Quellen: CIA - World Fact Book, UNDP, YCELP/CIESIN, Freedom House

### Beispiel Nigeria

Der UN-Index über die menschliche Entwicklung stuft Nigeria in der Kategorie „Länder niederen Entwicklungsstandes“ ein. Und dies obwohl das Land seit den 1950er Jahren rund 600 Milliarden Dollar mit dem Erdölgeschäft eingenommen hat. Über 90 Prozent des Gewinns fließen an den nigerianischen Staat, wo das Geld zum größten Teil in der Bürokratie versickert. Laut Transparency International gehört das Land zu den korruptesten weltweit. Seit Beginn der Erdölförderung ist die Armut deutlich gestiegen, die Armutsquote liegt bei 70 Prozent (2007). Nach wie vor gibt es große demokratische Defizite. Ethnische Konflikte und Verteilungskämpfe haben das ökologisch stark geschädigte Nigerdelta, Zentrum der Erdölförderung, seit den 1990er Jahren zum Schauplatz bewaffneter Auseinandersetzungen von Rebellengruppen, kriminellen Banden und Militär gemacht.

Zugang zu Energie zu haben ist eine Voraussetzung für menschliche Entwicklung. Weltweit haben 1,5 Milliarden Menschen keinen Zugang zu Strom. Bioenergieträger bieten die Chance, auch in abgelegenen Regionen ohne Netzzugang Strom und Wärme zu produzieren. Da Entwicklungsländer von steigenden Energiepreisen besonders betroffen sind, können sie zudem mittels dezentraler nachhaltiger Energieversorgung Devisen sparen. Kleinbauern können in Asien mit dem nachhaltigen Anbau von Energiepflanzen wie Palmöl ein eigenes Einkommen erzielen<sup>4</sup>. Soziale Ausbeutung findet anderenorts aber auch auf Biomasse-Plantagen statt. In Malaysia und Indonesien sind Palmölplantagen im

<sup>4</sup> Ein Beispiel ist das GIZ-Projekt "Sustainable Production of Palm Oil for Bioenergy" <http://www.gtz.de/sustainablepalmoil>

Wesentlichen in der Hand von Großgrundbesitzern. Noch beziehen die EU-Nachhaltigkeitskriterien soziale Standards bei der Biomasseerzeugung nicht ein<sup>5</sup>.

### Beispiel Energie zum Kochen

In Indonesien laufen Versuche mit neuartigen Pflanzenölkochern. Ihr Einsatz soll das Abholzen von Wäldern für Brennholz vermindern und die von den Kochstellen ausgehenden Schadstoffemissionen verringern. Laut Weltgesundheitsorganisation WHO sterben jährlich 2,5 Millionen Menschen an den Emissionen aus den einfachen Koch- und Heizstellen.

Neben den zu Beginn des Kapitels beschriebenen inneren sozioökonomischen Instabilitäten führt der Rohstoffreichtum der Förderstaaten dazu, dass diese in übermäßig starke Armee- und Sicherheitsapparate investieren können. Daraus ergibt sich eine Aufwertung im geostrategischen Machtgefüge. Werden dann auch Staaten, die von Rohstoffimporten abhängig sind, durch Verknappung der Liefermengen oder Preiserhöhungen unter Druck gesetzt, können autoritäre Regime schnell und effektiv das regionale Gleichgewicht in ihrem Interesse beeinflussen. Die militärischen Konflikte in der Region des Nahen und Mittleren Ostens wurden und werden weiterhin maßgeblich durch den Wettlauf um die fossilen Energieträger befeuert.

Der Rohstoffreichtum in den Förderstaaten fördert nicht nur gesellschaftliche Ungleichheiten. Er begünstigt ebenso eine schnelle Militarisierung dieser Konflikte. Je höher die Exportabhängigkeit von fossilen Rohstoffen, desto höher liegt das Bürgerkriegsrisiko.

Zwischenstaatliche Konflikte um Ressourcen sind bereits heute Realität und werden sich in Zukunft verschärfen. Die dezentrale Bereitstellung von Bioenergie verringert dagegen den Bedarf an zentraler Infrastruktur und stärkt die Versorgungssicherheit. Haben viele Kleinbauern in Entwicklungsländern unter dem Druck niedriger Weltmarktpreise und mangelnder Rentabilität in den vergangenen Jahren aufgegeben und sind in die Metropolen abgewandert, so bietet eine nachhaltige Nutzung von Bioenergie Chancen für eine Trendwende:

- Die Produktion von Strom, Wärme und Kraftstoffen schafft ein zweites wirtschaftliches Standbein für Landwirte.
- Die Abhängigkeit von teuren fossilen Energieträgern wird reduziert.
- In Entwicklungsländern bietet Bioenergie die kostengünstige dezentrale Energieversorgung, die für alle weiteren gesellschaftlichen und ökonomischen Aktivitäten unerlässlich ist.
- In den ärmsten Ländern, die traditionelle Biomasse (z.B. Dung, Holz) ineffizient nutzen, kann die Versorgung modernisiert und der Raubbau (z.B. für Brennholz) gebremst werden.

Deutschland ist zu rund 70 Prozent von Importen fossiler Energieträger abhängig. So ist die deutsche Erdgasversorgung zu großen Teilen auf Lieferungen aus Russland angewiesen. Sollte, wie im russisch-ukrainischen Gasstreit, der Zufluss versiegen, wären innerhalb weniger Wochen die Erdgasreserven in Deutschland aufgebraucht. Dezentral erzeugtes Biogas kann einen Teil dieser Importe ersetzen.

---

<sup>5</sup> Das mit Mittel des BMELV entwickelte Zertifizierungssystem „International Sustainable Carbon Certification“ (ISCC) fragt auch soziale Standards ab.

## Fazit

Energieversorgung und Mobilität basieren nach wie vor auf der Verbrennung fossiler, immer knapper werdender Ressourcen. Als Folge schreitet der Klimawandel voran, werden natürliche Lebensgrundlagen zerstört. Nicht nur aus ökologischer Sicht ist dieser Weg wenig nachhaltig. Eine vorausschauende Wirtschaftspolitik erfordert auch, Alternativen zum bald versiegenden Erdöl zu etablieren. Immer höhere Energiepreise belasten zudem Staatsbudgets, die Schulden haben kommende Generationen zu tragen.

Bioenergieträger können die fossilen Energien nicht komplett ersetzen. Bioenergie kann aber sehr wohl einen entscheidenden Beitrag zur nachhaltigen Energieversorgung liefern. Sie kann zudem die Schwächen der anderen Erneuerbaren, deren fluktuierendes Angebot, ausgleichen. Die existierenden Potenziale sind noch lange nicht ausgeschöpft. Werden sie auf verantwortungsvolle Weise, vor allem im Bezug auf die Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion genutzt, spart dies nicht nur Klimagase ein. Es bieten sich auch enorme wirtschaftliche Potenziale für die betroffenen Regionen. Der Vergleich mit fossilen Energieträgern zeigt, dass deren Nutzung mit um ein Vielfaches gravierenderen Folgen verbunden ist. Der Abbau und das Verbrennen fossiler Energieträger können per se nicht nachhaltig sein. Während die Schädigung von Klima, Mensch und Umwelt bei der Nutzung von fossilen Energieträgern praktisch unumgänglich ist, sind die eingangs diskutierten Nutzungskonkurrenzen und ökologischen Probleme im Zusammenhang mit dem Anbau von Energiepflanzen vermeidbar. Vor diesem Hintergrund bilden die vorgestellten Potenziale der Bioenergie einen zentralen Baustein für eine sozial verantwortbare und ökologisch wirtschaftende Energieversorgung.

## Quellen und Literatur

**Agentur für Erneuerbare Energien (AEE)/Bundesverband Erneuerbare Energie (BEE):** Stromversorgung 2020. Wege in eine moderne Energiewirtschaft. Berlin, Januar 2009.

**Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat):** Zeitreihe zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland. Berlin, März 2011.

**Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU):** Erneuerbare Energien in Zahlen. Berlin, August 2011.

**Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)/Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi):** Energiekonzept der Bundesregierung. Berlin, September 2010.

**Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR):** Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen 2010, Hannover 2010.

**BGR:** Energierohstoffe 2009. Reserven, Ressourcen, Verfügbarkeit. Hannover, Juni 2009.

**Deutsche Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit (GIZ):** Palmöl geht auch anders. Nachhaltige Palmölproduktion durch Kleinbauernförderung und -zertifizierung. Eschborn, Oktober 2010.

**Energy Watch Group:** Zukunft der weltweiten Erdölversorgung. Berlin, Mai 2008.

**Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe:** Entwicklung und Vergleich von standortangepassten Anbausystemen für Energiepflanzen. <http://www.eva-verbund.de>

**Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO):** What woodfuels can do to mitigate climate change. (= FAO Forestry Paper 162) Rom 2010.

**Germanwatch:** Globaler Klimawandel: Ursachen, Folgen, Handlungsmöglichkeiten. Bonn, Dezember 2010.

**Internationale Energie-Agentur (IEA):** World Energy Outlook 2011. Paris, November 2011.

**IEA:** World Energy Outlook 2009. Paris, November 2009.

**Jensen, Dierk:** Vielfalt gibt es nicht umsonst. In: neue energie, August 2010.

**Kaltschmitt, Martin/Hartmann, Hans:** Energie aus Biomasse, Berlin, 2. Überarbeitete Auflage 2009.

**Le Monde diplomatique:** Atlas der Globalisierung - Klima. Berlin 2008.

**Meyer, Bernd:** Die Auswirkung eines Anstiegs der Öl- und Gaspreise auf die deutsche Wirtschaft. In: Wirtschaft und Statistik 2/2008, Wiesbaden 2008.

**Mineralölwirtschaftsverband (MWV):** Jahresbericht 2010.

**Pieprzyk, Björn/Kortlüke Norbert/Hilje, Paula Roja:** Auswirkungen fossiler Kraftstoffe. Treibhausgasemissionen, Umweltfolgen und sozioökonomische Effekte. Berlin, November 2009.

**Popp, Alexander/Dietrich, Jan Phillip/Edenhofer, Ottmar:** The economic potential of bioenergy for climate change mitigation with special attention given to implications for the land system. In: Environmental Research Letters 6, July/September 2011.

**Seifert, Thomas/Werner, Klaus:** Schwarzbuch Öl. Bonn 2006.

**Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU):** Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung. Hauptgutachten 2008. Berlin, November 2008.

**Zentrum für Transformation der Bundeswehr:** Peak Oil. Sicherheitspolitische Implikationen knapper Ressourcen. Strausberg, November 2010.

### In der Reihe RENEWS Spezial sind bisher erschienen:

Titel der Ausgabe	Nr.	Datum
Biokraftstoffe Rahmenbedingungen, Klima- und Umweltbilanz, Marktentwicklungen	54	Jan 12
Zertifizierung von Bioenergie – Wie Nachhaltigkeit in der Praxis funktioniert	53	Dez 11
Kosten und Preise für Strom	52	Sept 11
Konflikte und Risiken der Energieversorgung – Erneuerbare Energien als Beitrag zu Ressourcenversorgung und Energiesicherheit	51	Feb 11
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](mailto:kontakt@unendlich-viel-energie.de)

ISSN 2190-3581

[www.unendlich-viel-energie.de](http://www.unendlich-viel-energie.de)

