

EUA SIGNALE 2017

Die Zukunft der Energie in Europa gestalten: sauber, intelligent und erneuerbar



Grafik-Design: Formato Verde
Layout: Formato Verde

Rechtlicher Hinweis

Der Inhalt dieser Veröffentlichung gibt nicht unbedingt die offizielle Meinung der Europäischen Kommission oder anderer Einrichtungen der Europäischen Union wieder. Weder die Europäische Umweltagentur noch irgendeine Person oder Gesellschaft, die im Auftrag der Agentur handelt, ist für die mögliche Verwendung der in diesem Bericht enthaltenen Informationen verantwortlich.

Urheberrechtshinweis

© EUA, Kopenhagen, 2017
Sofern nicht anders angegeben, ist die Reproduktion bei Angabe der Quelle gestattet.

Luxemburg: Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union, 2017

ISBN: 978-92-9213-902-5
ISSN: 2443-7476
doi: 10.2800/7562

Umweltgerechte Herstellung

Der Druck dieser Veröffentlichung erfolgt nach hohen ökologischen Standards.

Gedruckt bei Rosendahls-Schultz Grafisk

— Umweltmanagement-Zertifikat: DS/EN ISO 14001:2004
— Qualitätszertifikat: ISO 9001:2008
— EMAS-Registrierung, Lizenznr. DK - 000235
— Umweltzeichen „Nordischer Schwan“, Lizenznr. 5041-0457
— FSC Zertifikat - FSC-Nummer C0 68122

Papier

Cocoon Offset — 100 gsm.
Cocoon Offset — 250 gsm.

Gedruckt in Dänemark

So erreichen Sie uns

Per e-Mail: signals@eea.europa.eu

Im Internet: www.eea.europa.eu/signals

Auf Facebook: www.facebook.com/European.Environment.Agency

Auf Twitter: @EUenvironment

Signale 2017 kostenlos im EU Bookshop bestellen: www.bookshop.europa.eu

Inhalt

Leitartikel - Die Zukunft der Energie in Europa gestalten: sauber, intelligent und erneuerbar	4
Energie in Europa	11
Energie und Klimawandel	21
Interview - Anbau von Lebensmitteln oder Brennstoffen auf unserem Boden?	30
Umweltfreundliche erneuerbare Energien werden Wirklichkeit	39
Interview - Energieeffizienz kommt uns allen zugute	46
Steuern wir auf eine elektrische Zukunft zu?	51
Global und lokal: sichere und bezahlbare Energie	59
Weiterführende Literatur	65



Hans Bruyninckx
Exekutivdirektor der EEA



Die Zukunft der Energie in Europa gestalten: sauber, intelligent und erneuerbar

Unsere Lebensqualität hängt unter anderem auch von einer zuverlässigen Versorgung mit Energie zu einem erschwinglichen Preis ab. Wir brauchen Energie, um unsere Häuser und Wohnungen zu heizen und zu kühlen, unser Essen zuzubereiten und zu konservieren, zu reisen, und um Schulen, Krankenhäuser und Straßen zu bauen. Wir verwenden Maschinen, um vielerlei Aufgaben auszuführen, was zu unserem Wohlstand und Wohlbefinden beiträgt, und Maschinen benötigen Energie. Für den größten Teil der Energie, die wir nutzen, verbrennen wir noch immer fossile Brennstoffe. Außerdem verschwenden wir einen erheblichen Teil dieser Energie vor und während der Nutzung.

Die Verbrennung fossiler Brennstoffe betrifft uns alle auf die eine oder andere Weise. Denn sie setzt Luftschadstoffe in die Atmosphäre frei und schadet so unserer Gesundheit. Außerdem setzt sie Treibhausgase frei, und trägt so zum Klimawandel bei, der in zunehmendem Maße heftige Stürme, Überschwemmungen und Hitzewellen auslöst. Unsere Abhängigkeit von fossilen Energieträgern kann auch den pH-Wert der Ozeane verändern, ein Sauerstoffdefizit in Seen bewirken und die Ernteerträge beeinträchtigen.

Dass wir Energie brauchen, ist unumstritten, doch muss diese Energie nicht unbedingt durch die Verbrennung fossiler Energieträger gewonnen werden. Wir befinden uns in einer kritischen Entscheidungsphase: die negativen

Auswirkungen unserer derzeitigen Wahl der Energieträger einerseits und die Chancen, die saubere Energiequellen bieten, andererseits. Wir können uns dafür entscheiden, unsere Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen fortzusetzen, und so die Auswirkungen auf unsere Gesundheit und unseren Planeten noch verstärken. Oder aber wir können uns dafür entscheiden, uns für neue und umweltfreundlichere Möglichkeiten zu öffnen und uns damit von einigen unserer derzeitigen Vorlieben und Gewohnheiten verabschieden. Dies könnte bedeuten, dass in den kommenden Jahrzehnten alle Straßenfahrzeuge elektrisch werden, alle Dächer mit Solarziegeln gedeckt werden, alle Gebäude isoliert und damit vor Wärmeverlust geschützt sind und alle Produkte so konzipiert werden, dass sie länger halten und problemlos wiederverwendet und recycelt werden können. Es könnte aber auch bedeuten, dass wir die Subventionen für fossile Brennstoffe einstellen. Viele Länder bezuschussen diese weiterhin ¹, trotz wiederholter Verpflichtungserklärungen ² und Aufforderungen ³ auf internationalen Plattformen, diese Subventionen innerhalb von zehn Jahren schrittweise abzubauen.

In den letzten zehn Jahren gab es ein verstärktes politisches Engagement, die weltweiten Treibhausgasemissionen zu senken, das im Pariser Abkommen vom Dezember 2015 gipfelte. Selbst in Ländern, deren politische Führung weltweiten Bemühungen skeptisch gegenübersteht, melden sich lokale

und regionale Behörden, Unternehmen, Investoren und Bürger zu Wort und bekennen sich zu einer emissionsarmen Welt. Ebenso haben sich in den vergangenen zehn Jahren auch die Wissenschaftsgemeinde und Unternehmen Neuerungen einfallen lassen, die zum Wachstum der Stromerzeugung aus Wind- und Sonnenenergie geführt haben, die weit über den Erwartungen lagen. Dank der technologischen Entwicklungen und einer wirksamen Unterstützung durch die Politik einschließlich finanzieller Anreize konnte Elektrizität aus Wind- und Sonnenenergie preislich tatsächlich mit Strom aus anderen Energiequellen konkurrieren.

Infolgedessen wird ein wachsender Anteil des Energiebedarfs Europas aus umweltfreundlichen, erneuerbaren Energiequellen gedeckt. Erneuerbare Energie war und ist nicht nur entscheidend, um die langfristigen Klimaschutz- und Energieziele Europas zu erreichen, sondern auch für den Schutz der Umwelt und der menschlichen Gesundheit.

Gewinnung, Lagerung, Transport und Einsparung von Energie

Trotz dieser positiven Vorzeichen stehen wir noch immer vor großen Herausforderungen, um die Erzeugung von Energie aus erneuerbaren Energiequellen auszuweiten und unsere Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen allmählich abzubauen. Die Sonne versorgt unseren Planeten reichlich mit sauberer Energie. Doch sind wir noch immer nicht in der Lage, diese Energie in so ausreichendem Maße zu gewinnen, zu lagern und zu transportieren, dass wir sie dann und dort nutzen können, wenn und wo wir sie brauchen.

Dies ist weit mehr als nur eine technologische Herausforderung. Es geht dabei um eine ganz neue Art und Weise der Erzeugung und Nutzung von Energie, die mit einer Umstellung von einer sehr begrenzten Zahl großer Erzeuger, die vorrangig auf bestimmte Brennstoffe setzen, auf eine eher dezentrale Energiegewinnung durch viele Erzeuger verbunden ist, die das vor Ort vorhandene Potenzial an erneuerbaren Energien nutzen. Dezentrale und großräumig verteilte Kapazitäten für die Energieerzeugung können aber auch zur Energieversorgungssicherheit Europas beitragen und uns die Möglichkeit bieten, die überschüssige Energie von energiereichen Regionen in solche zu transportieren, die einen Energiemangel aufweisen. Auf lokaler Ebene könnte dieser neue Ansatz bedeuten, dass Haushalte zu Energieerzeugern werden und ihre Überproduktion über intelligente Netze (*smart grids*) an ihre Nachbarn verkaufen. Auf regionaler, nationaler und europäischer Ebene würde dies zu einer Vernetzung von Stromnetzen und Akteuren führen.

Energieeffizienz — und Ressourceneffizienz generell — ist ein ebenso entscheidender Aspekt der langfristigen Nachhaltigkeitsziele Europas. Allgemein wird derzeit nur ein Teil der Ausgangsenergie für die Bereitstellung von Waren und Dienstleistungen und für unsere Lebensqualität genutzt. Technologische Verbesserungen, besser isolierte Gebäude, intelligente Stromnetze, Energieeffizienzstandards und -siegel und vor allem der intelligente Umgang mit Energie durch die Nutzer — also uns alle — können zur Minderung der Energieverluste beitragen.

Einige Wirtschaftszweige wie etwa der Verkehrssektor dürften sich mit dem Umstieg auf sauberere Energiealternativen schwerer tun als andere. Im Straßenverkehr kann der aus erneuerbaren Energiequellen gewonnene Strom zu einer tragfähigen Alternative zu fossilen Brennstoffen werden, allerdings muss dann auch die Infrastruktur, beispielsweise ein Netzwerk von Ladestationen, entsprechend aufgebaut werden. Biokraftstoffe können ebenfalls zur Verringerung der Nutzung fossiler Brennstoffe im Verkehrswesen beitragen, allerdings muss ihr Gesamtnutzen gegen eine Reihe von Faktoren einschließlich der potenziellen Belastung, der die Boden- und Wassernutzung bei der Erzeugung ausgesetzt sind, abgewogen werden.

Saubere Energie im Werden

Trotz dieser Herausforderungen ist der Übergang zu sauberer Energie in Europa bereits im Gang. Hausbesitzer, Städte, Unternehmen, Regionalbehörden, nationale Regierungen und die Europäische Union (EU) ergreifen Maßnahmen, indem sie intelligente Netze aufbauen, Solar- und Windenergie installieren, in Innovationen investieren und Normen und Gütesiegel übernehmen. Vorreiterstädte, die früher einmal für ihre Kohlebergwerke bekannt waren, zeigen Innovationsbereitschaft und setzen auf erneuerbare Energiequellen in dem Versuch, ihre jahrzehntelange Geschichte der Arbeitslosigkeit anzugehen. Der Sektor der erneuerbaren Energie⁴ in Europa ist trotz des wirtschaftlichen Abschwungs 2008 weiter gewachsen und beschäftigt inzwischen mehr als eine Million Menschen. Forscher untersuchen, wie sich noch mehr Solar- oder Gezeitenenergie gewinnen lässt. Allerdings



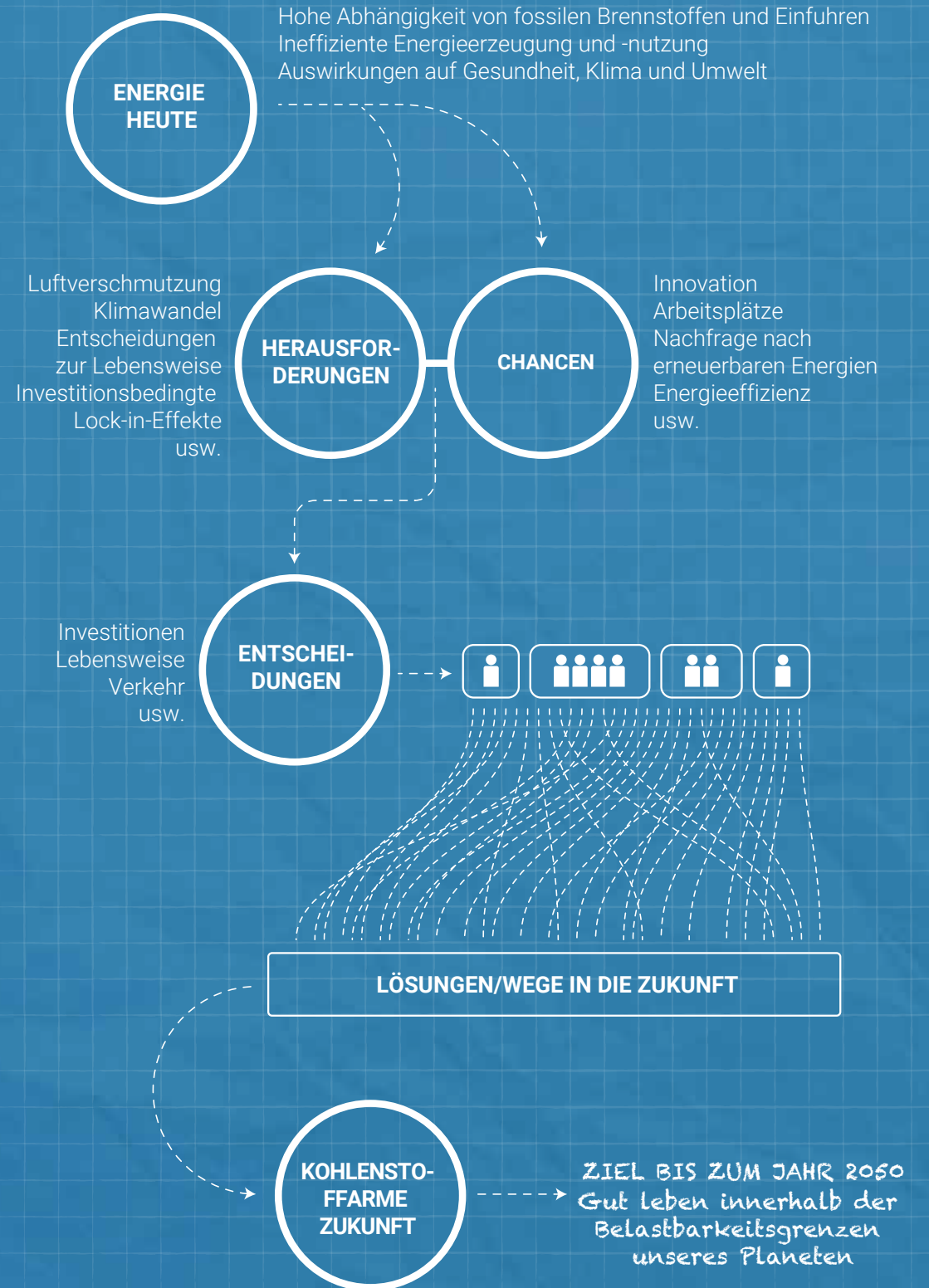
müssen solche Bemühungen und Initiativen im kleinen Maßstab sehr viel umfassender auf dem ganzen Kontinent und in allen Wirtschaftszweigen aufgegriffen werden.

Dabei müssen wir Antworten auf schwierige Fragen finden, darunter auch auf die Frage, wie Gemeinden unterstützt werden können, die von der wirtschaftlichen Umstrukturierung infolge der Einstellung nicht nachhaltiger Technologien und Aktivitäten betroffen sein werden. Oder auch, ob die erneuerbaren Energieträger langfristig allesamt als sauber angesehen werden können oder nicht, und ob wir kurz- und mittelfristig auf Brückentechnologien angewiesen sein werden.

Wie jede grundlegende Veränderung erfordert auch diese Umstellung Zeit und Ressourcen. Sie kann sich jedoch auf die langfristigen politischen Ziele und Unterstützungsmaßnahmen stützen. Es wird Jahrzehnte dauern, bis die gesamte Infrastruktur und die Stromerzeugungskapazität intelligent und umweltfreundlich sind. Auch die Arbeitskräfte in Europa werden neue berufliche Fähigkeiten erwerben müssen, insbesondere in Gemeinden, die in hohem Maße auf fossile Brennstoffe wie Kohle angewiesen sind. Und die Wahl und die Investitionsentscheidungen, die wir heute treffen, werden unseren Weg für die kommenden Jahrzehnte bestimmen.

In einer Welt, in der sich den Erwartungen zufolge die weltweite Nachfrage nach Energie und Bodenschätzen vervielfachen und die Auswirkungen des Klimawandels verschärfen dürften, gibt es nur eine gangbare Lösung. Und das ist genau das, worauf die EU hinarbeitet: eine CO₂-arme Kreislaufwirtschaft, eine Energieunion, in der erneuerbare Energiequellen, Energieeffizienz, Versorgungssicherheit und Bezahlbarkeit von Energie im Mittelpunkt stehen und in der all diese Aspekte durch Mittel gefördert werden, die in Infrastruktur, neue Fertigkeiten und Innovation investiert werden.

Hans Bruyninckx
Exekutivdirektor der EUA





Energie in Europa — Sachstand

In den Ländern Europas wird im Vergleich zu vor 10 Jahren weniger Energie verbraucht, hauptsächlich bedingt durch eine gesteigerte Energieeffizienz. Auch ist Europa heute weniger von fossilen Brennstoffen abhängig, was auf Energieeinsparungen und die Nutzung erneuerbarer Energie zurückzuführen ist, die schneller als erwartet gekommen ist. Im Zehnjahreszeitraum 2005-2015 hat sich der Anteil der erneuerbaren Energien am Energieverbrauch der EU mit einem Anstieg von 9% auf fast 17% nahezu verdoppelt. Einige Wirtschaftszweige und Länder haben bei der Umstellung auf saubere Energien eine Vorreiterrolle übernommen. Obwohl der Anteil der fossilen Brennstoffe rückläufig ist, bilden diese nach wie vor die vorherrschende Energiequelle in Europa.

Im Mai 2016 gab der portugiesische Verband Erneuerbare Energie bekannt, dass Portugal seinen Strombedarf für vier aufeinander folgende Tage⁵ — genauer gesagt, für 107 Stunden — komplett aus erneuerbaren Energiequellen deckt. Derlei Erfolge werden in der EU immer üblicher. An manchen Tagen kann Dänemark mehr als 100%⁶ seines Stroms ausschließlich aus Windenergie erzeugen und verfügt über so viel zusätzliche Energie, dass es auch noch Teile Deutschlands und Schwedens versorgen kann.

Europa verbraucht weniger Energie und weniger fossile Brennstoffe

Erneuerbare Energieträger stellen einen stark steigenden Anteil der in Europa verbrauchten Energie dar. Doch der größte Teil der in der EU verbrauchten Energie stammt nach wie vor aus fossilen Brennstoffen (72,6% des Bruttoinlandsverbrauchs 2015), auch wenn deren Anteil am Energiemix ununterbrochen abnimmt.

Ebenso ist der gesamte Energieverbrauch Europas zwischen 2005 und 2015 um über 10% gesunken und entsprach 2015 fast 1 630 Mio. Tonnen Rohöleinheiten (Mill. t RÖE) (†). Dieser deutliche Rückgang war den Verbesserungen bei der Energieeffizienz, dem Anstieg des Anteils der aus Wasserkraft, Wind, Solarenergie und Photovoltaik stammenden Energie, dem Strukturwandel in der Wirtschaft und dem Konjunkturerinbruch 2008 geschuldet. Auch wärmere Winter haben dazu beigetragen, da dadurch der für das Heizen aufgewendete Energieeinsatz verringert wurde.

Stromerzeugung

Die Abkehr von fossilen Brennstoffen sticht in vielen Bereichen ins Auge. Der größte Rückgang zwischen 1990 und 2015 fand bei der Stromerzeugung aus Kohle und Braunkohle statt, die in den 1990er-Jahren bis 2010 hauptsächlich durch die Stromerzeugung aus Erdgas ersetzt wurde und in erster Linie auf sinkende Erdgaspreise zurückzuführen war. In jüngerer Zeit hat Erdgas allerdings aufgrund verschiedener

(†) Zur besseren Vergleichbarkeit wird der Energiegehalt verschiedener Brennstoffe in Rohöläquivalente umgerechnet, d. h. die Energieintensität von Öl.



Faktoren an Boden verloren. Dazu gehören der rasche Einstieg in die regenerative Stromerzeugung und der Konjunkturerinbruch 2008, die zu einer Abschwächung der Stromnachfrage insgesamt geführt haben. Doch auch der Anstieg der Erdgaspreise, der auf die Indexbindung der Gaspreise an die Ölpreisentwicklung zurückzuführen ist, wie auch niedrigere Kohlenstoffpreise aufgrund eines Überschusses an Emissionszertifikaten auf dem Markt, haben dabei eine Rolle gespielt.

Es ist klar, dass die Substitution von Kohle und Öl durch umweltfreundlichere Alternativen zu erheblichen Reduzierungen der Treibhausgasemissionen in Bereichen beiträgt, die eng insbesondere mit dem Stromverbrauch zusammenhängen. Denn diese Substitution trägt auch zur derzeitigen Energiewende in Europa bei, d. h. der Umstellung von einem Energiesystem, das überwiegend auf fossilen Brennstoffen beruht, auf ein auf erneuerbaren und sauberen Energieträgern beruhendes System.

2015 wurden 26,5% des in der EU erzeugten Stroms aus Kernenergie gewonnen, die nach fossilen Brennstoffen und erneuerbaren Energien nach wie vor den größten Anteil an der Stromerzeugung besitzt. Mehrere EU-Länder haben die Absicht, die Stilllegung von Kernkraftwerken nach dem Zwischenfall in Fukushima 2011 weiter voranzutreiben. Die Kosten der nuklearen Stromerzeugung sind seitdem in einigen Ländern aufgrund der zusätzlichen Investitionen in Wartung und Sicherheitsmaßnahmen gestiegen, was Strom aus nuklearen Quellen teurer und damit weniger wettbewerbsfähig macht gegenüber Elektrizität aus anderen Quellen. Bekanntermaßen beeinflussen derartige

atomare Zwischenfälle in der Folge auch die öffentliche Meinung. Meinungsumschwünge in der Öffentlichkeit veranlassen zusammen mit Überlegungen zu steigenden Kosten so manche Regierung, Atomkraftwerke stillzulegen und/oder in andere Energieträger zu investieren.

Ein Kraftwerk kann, wenn es einmal in Betrieb gegangen ist, viele Jahrzehnte lang Strom erzeugen. Bei der Wahl der Energiequelle für die Stromerzeugung müssen vorhandene und geplante Anlagen sowie ihre Kapazitäten und ihre Lebensdauer berücksichtigt werden. Trägt man diesen Faktoren keine Rechnung, könnte dies dazu führen, dass in neue Kraftwerke auf Basis fossiler Brennstoffe investiert wird⁷. Investitionsentscheidungen dieser Art sollten mit Blick auf die langfristigen Klimaschutzziele der EU getroffen werden.

Wachstum bei erneuerbaren Energien

Seit 2005 ist bei den erneuerbaren Energien ein rascher Anstieg zu verzeichnen, was viele Marktteilnehmer regelrecht überrumpelt hat. Dieses Wachstum kann den politischen Förderprogrammen für erneuerbare Energien auf nationaler und EU-Ebene zusammen mit erheblichen Kostensenkungen bei Technologien für erneuerbare Energieträger in den letzten Jahren zugeschrieben werden, vornehmlich Windkraft und Solaranlagen. So gibt es in allen EU-Mitgliedstaaten politische Maßnahmen und Förderprogramme für erneuerbare Energien, um deren Nutzung zu stärken.

Die Auswirkungen dieser Bemühungen sind bereits sichtbar. Viele Haushalte in Europa können heutzutage Strom kaufen, der aus erneuerbaren Energiequellen wie Wind, Solarenergie und Biomasse erzeugt wird. Produktionsseitig betrug der Anteil erneuerbarer Energien 2015 77% der neuen Erzeugungskapazitäten in der EU.

Den aktuellsten Eurostat-Daten⁸ zufolge stieg der Anteil der aus erneuerbaren Quellen erzeugten Energie 2015 hinsichtlich des Bruttoendenergieverbrauchs⁽⁹⁾ auf fast 17% gegenüber 9% im Jahr 2005. Dies ist einer der Leitindikatoren der Strategie Europa 2020⁹, in der als Ziel 20% des Bruttoendenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energiequellen bis zu diesem Zeitpunkt festgelegt werden soll. Die EU-Institutionen erörtern derzeit einen Vorschlag, wonach das Ziel der EU für 2030¹⁰ mit einem Anteil von mindestens 27% festgesetzt werden soll, da erneuerbare Energien eine immer wichtigere Rolle dabei spielen dürften, Europa bei der Bewältigung seiner zukünftigen Energieanforderungen zu unterstützen.

Herausforderung: Verkehr

Die Nutzung erneuerbarer Energien lässt beträchtliche Unterschiede zwischen den Ländern und Energiemarktsegmenten (d. h. Strom, Heizung und Kühlung sowie Verkehr) erkennen. Der Anteil erneuerbarer Energieträger am Energieverbrauch in den einzelnen Segmenten des Energiemarktes

⁽⁹⁾ Der Ausdruck „Bruttoendenergieverbrauch“ bezeichnet Energieprodukte, die Endverbrauchern (der Industrie, dem Verkehrssektor, Haushalten, dem Dienstleistungssektor sowie der Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft) zu energetischen Zwecken geliefert werden, einschließlich des durch die Energiewirtschaft für die Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung entstehenden Elektrizitäts- und Wärmeverbrauchs und einschließlich der bei der Verteilung und Übertragung auftretenden Elektrizitäts- und Wärmeverluste.

war 2015 signifikant, auch wenn er trotz des gestiegenen Verbrauchs von Biobrennstoffen nur mit 6,7% zum Energieeinsatz im Verkehrssektor beitrug.

Im Straßenverkehr wurde die Energieeffizienz in den letzten Jahren stark verbessert. Dies ist auf Verbesserungen bei der Kraftstoffeffizienz infolge der EU-Normen für Kraftfahrzeugemissionen für neue Personen- und Kleinlastkraftwagen zurückzuführen. Trotz dieser Effizienzsteigerungen ist die Verkehrsnachfrage gestiegen und hat 2014 und 2015 zu einem leichten Anstieg der Treibhausgasemissionen in diesem Sektor geführt.

Trotz dieser rückläufigen Entwicklung sind die Treibhausgasemissionen pro Personenkilometer⁽ⁱⁱⁱ⁾ im Luftverkehr¹¹ noch immer erheblich höher als diejenigen im Straßenverkehr, während der Schienenverkehr der Verkehrsträger mit den niedrigsten Emissionen pro Personenkilometer ist.

Länder, die auf erneuerbare Energieträger umstellen

In allen EU-Mitgliedstaaten ist der Verbrauch erneuerbarer Energien seit 2005 gestiegen¹². Schweden schneidet dabei mit 53,9% seines Bruttoendenergieverbrauchs 2015 aus erneuerbaren Energien bei weitem am besten ab. Finnland (39,3%) belegt den zweiten Platz, gefolgt von Lettland, Österreich und Dänemark. Tatsächlich haben 11 Mitgliedstaaten ihr Ziel für 2020 im Rahmen der EU-Richtlinie Erneuerbare Energien bereits erreicht oder sogar übertroffen.

⁽ⁱⁱⁱ⁾ Personenkilometer bedeutet die Beförderung eines Fahrgastes mit einem bestimmten Verkehrsträger (Straße, Schiene, Luft, See, Binnenschifffahrt) über 1 Kilometer.

Die erneuerbaren Energiequellen unterscheiden sich zwischen den EU-Mitgliedstaaten ganz erheblich. So ist Estland beispielsweise nahezu vollständig auf feste Biomasse angewiesen, während in Irland über die Hälfte der aus nachwachsenden Energiequellen gewonnenen Primärenergie aus der Windkraft stammt; in Griechenland hingegen stammen die verbrauchten erneuerbaren Energien aus einem umfangreicheren Spektrum an Quellen, darunter Biomasse, gefolgt von Wasserkraft, Wind- und Solarenergie.

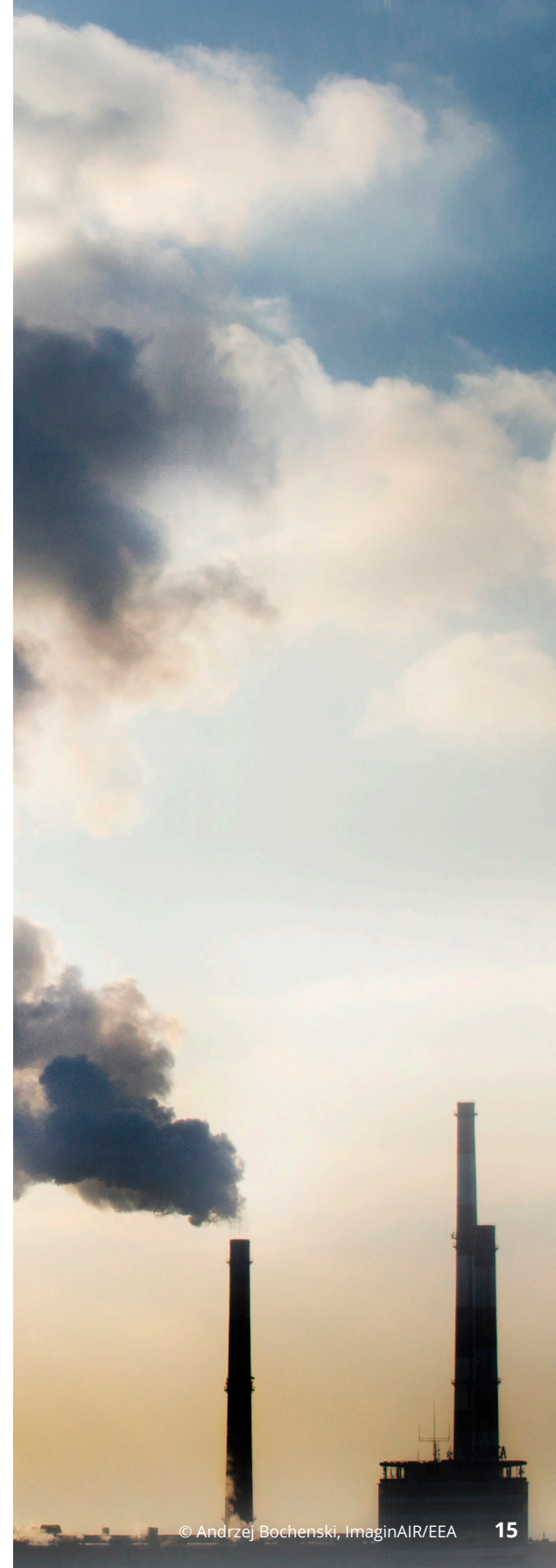
Auswirkungen unserer Kraftstoffpfade

Die sichere Entsorgung von Atommüll gestaltet sich bekanntlich schwierig, während fossile Brennstoffe eng mit Luftverschmutzung und Klimawandel zusammenhängen. Bei der Verbrennung fossiler Energieträger werden Luftschadstoffe (Stickoxide, Schwefeloxide, flüchtige organische Verbindungen außer Methan und Feinstaub) sowie Treibhausgase in die Atmosphäre freigesetzt. Die Verbrennung von Biomasse kann sich ähnlich auf die Luftqualität und den Klimawandel auswirken. Außerdem können Biokraftstoffe zu Problemen in Verbindung mit der Landnutzung führen, da sie Boden- und Wasserressourcen zusätzlichen Belastungen aussetzen. Mit der Nutzung von land- und forstwirtschaftlichen Rückständen oder Altspeiseölen für die Erzeugung von Biokraftstoffen der zweiten Generation können diese Belastungen etwas reduziert werden.

Manche Wirtschaftszweige stehen in einem engen Zusammenhang mit bestimmten Luftschadstoffen. Da die meisten Straßenfahrzeuge mit Verbrennungsmotoren ausgestattet sind, ist der Straßenverkehr eine wichtige Quelle von Stickoxiden und Feinstaub, die insbesondere die Luftqualität in Städten beeinträchtigen. Ebenso ist der Bereich der Energieerzeugung und -verteilung unter anderem für mehr als die Hälfte der Schwefeloxidemissionen sowie für ein Fünftel der Stickoxidemissionen in den 33 EWR-Mitgliedstaaten (EWR-33) verantwortlich^(iv).

Zwar sind die Luftschadstoffemissionen in den meisten EU-Ländern signifikant zurückgegangen, doch stellen die derzeitigen Abgasemissionsstufen nach wie vor ein erhebliches Risiko für die menschliche Gesundheit dar, da Luftschadstoffe unter anderem Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen noch verschlimmern können. Je nachdem, um welchen Luftschadstoff es sich handelt, können sie auch zum Klimawandel beitragen und die Umwelt belasten. So ist beispielsweise schwarzer Kohlenstoff eine der gängigen Komponenten von Ruß, der meist in Feinstaub vorkommt (weniger als 2,5 Mikrometer im Durchmesser). In Ballungsgebieten werden Emissionen von schwarzem Kohlenstoff in erster Linie durch den Straßenverkehr und insbesondere Dieselmotoren verursacht. Neben den Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit trägt schwarzer Kohlenstoff in Feinstaub zum Klimawandel bei, denn er absorbiert die Sonnenwärme und heizt die Erdatmosphäre auf.

^(iv) Zu den EWR-Mitgliedstaaten gehören die EU-28, Island, Liechtenstein, Norwegen, die Schweiz und die Türkei.



Ressourcennutzung in einer Kreislaufwirtschaft

Welchen Kraftstoff wir auch immer zur Deckung unseres Energiebedarfs wählen - es müssen dafür immer Ressourcen - Boden, Wasser, Mineralien, Holz und Energie - verbraucht werden. Im Fall von fossilen Brennstoffen würden für die Erschließung und Förderung neuer Vorkommen öffentliche und private Gelder für den Bau von neuen Onshore- und Offshore-Standorten, Kraftwerken und Raffinerien, Pipelines für ihren Transport usw. eingesetzt. Der Mehrbedarf an fossilen Brennstoffen und ihre Abhängigkeit von diesen Stoffen könnten die Länder auch dazu veranlassen, ihre Bohrungen auf weitere Regionen auszudehnen und mehr Land- oder Meeresgebiete für den Abbau zu nutzen. Dies ginge mit neuen Risiken wie Ölteppichen und Verschmutzung einher.

Ebenso könnte das exponentielle Wachstum im Bereich der erneuerbaren Energien mit einer stärkeren Nachfrage nach Materialien wie Seltenerdelemente einhergehen, die für Batterien oder Photovoltaikpanels eingesetzt werden. Wie die anderen Anlagen der Energieerzeugung benötigen auch Solarkollektoren und Windparks Platz — entweder an Land oder zu Wasser. Ebenso sind produktive Boden- und Süßwasserressourcen für die Erzeugung von Bioenergie einschließlich für Biomasse und Biokraftstoffe sehr gefragt. Es ist nicht immer einfach festzulegen, wie viel Land - oder Fläche allgemein - für die Erzeugung erneuerbarer Energie in ausreichenden Mengen für einen allmählichen Abbau fossiler Brennstoffe tatsächlich notwendig ist. Zudem können sich die Potenziale für die Erzeugung von

Energie aus erneuerbaren Energieträgern sowie die erneuerbaren Energiequellen von Region zu Region erheblich unterscheiden. Manche Länder besitzen möglicherweise ein höheres Potenzial an Solar- und Windenergie, während andere wiederum fast ihren gesamten Energiebedarf aus Erdwärme decken könnten.

Darüber hinaus sind die Anlagen und die Infrastruktur für die Energieproduktion von Solarpanels bis zu Pipelines und Kraftwerken nach ein paar Jahren veraltet. Auch die eingesetzten Materialien müssen am Ende ihres Lebenszyklus entsorgt werden. Erneuerbare Energien können uns in der Tat die Möglichkeit bieten, unsere technischen Lösungen entsprechend den Grundsätzen der Kreislaufwirtschaft zu entwickeln. Bei Solarpanels etwa könnten unterschiedliche Komponenten und Ressourcen wiederverwendet, dem Recycling zugeführt und verwertet werden.

Potenzielle Gewinne sind nicht auf das Ende des Lebenszyklus von Komponenten und deren Wiederverwendung und Recycling beschränkt. Eine bessere Landschafts- und Stadtplanung - etwa die Integration von Solarpanels in Dachabdichtungsmaterialien oder Lärmschutzwände - können ebenfalls einige Bedenken hinsichtlich der Bodennutzung, aber auch der Lärmbelastung und der Verschandelung der Stadtgebiete ausräumen.

Technologische Lösungen bzw. Gestaltung können durchaus die negativen Auswirkungen unseres derzeitigen Energieeinsatzes verringern. Als Haushalte, Investoren, Verbraucher und politische Entscheidungsträger - unsere Entscheidung für sauberen und intelligenten Energieeinsatz könnte tatsächlich eine Kraft darstellen, die mächtig genug ist, um die Art und Weise, in der wir Energie verbrauchen und erzeugen, innerhalb weniger Jahrzehnte von Grund auf zu verändern.

Ebenso könnte eine effizientere Nutzung aller Ressourcen durch Abfallvermeidung, Wiederverwendung und Recycling zu einer Verringerung des Gesamtenergiebedarfs beitragen. Denn schließlich verwenden wir Energie für den Anbau von Nahrungsmitteln und die Erzeugung von Konsumgütern. Jedes Mal, wenn wir sie wegwerfen, verschwenden wir die Ressourcen - Energie, Wasser, Boden und Arbeitskraft -, die für ihre Herstellung und ihren Transport zu uns eingesetzt wurden.

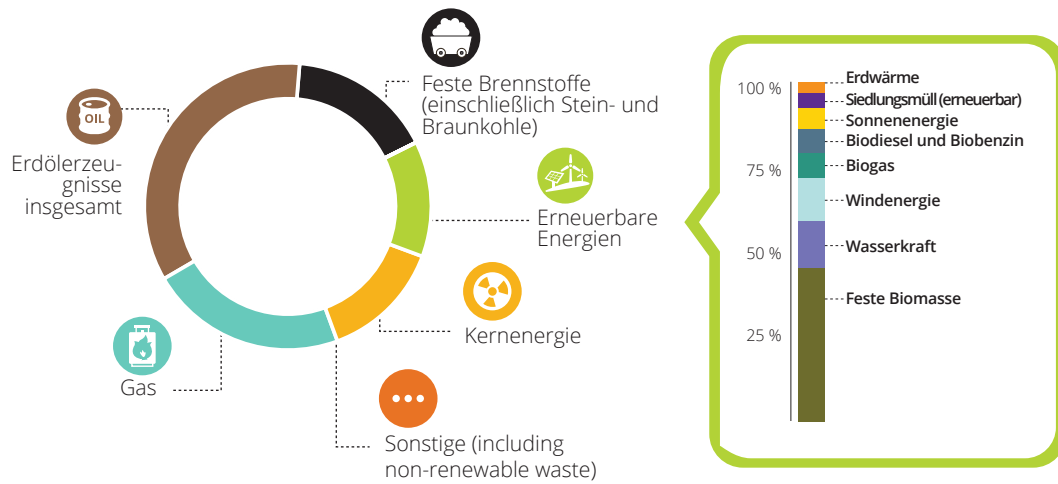


Energie in Europa: Der aktuelle Stand

In den Ländern Europas wird im Vergleich zu vor 10 Jahren weniger Energie verbraucht, was hauptsächlich durch eine höhere Energieeffizienz bedingt ist. Auch ist Europa heute weniger von fossilen Brennstoffen abhängig, was auf Energieeinsparungen und die rascher als erwartete Verbreitung von erneuerbaren Energieträgern zurückzuführen ist.

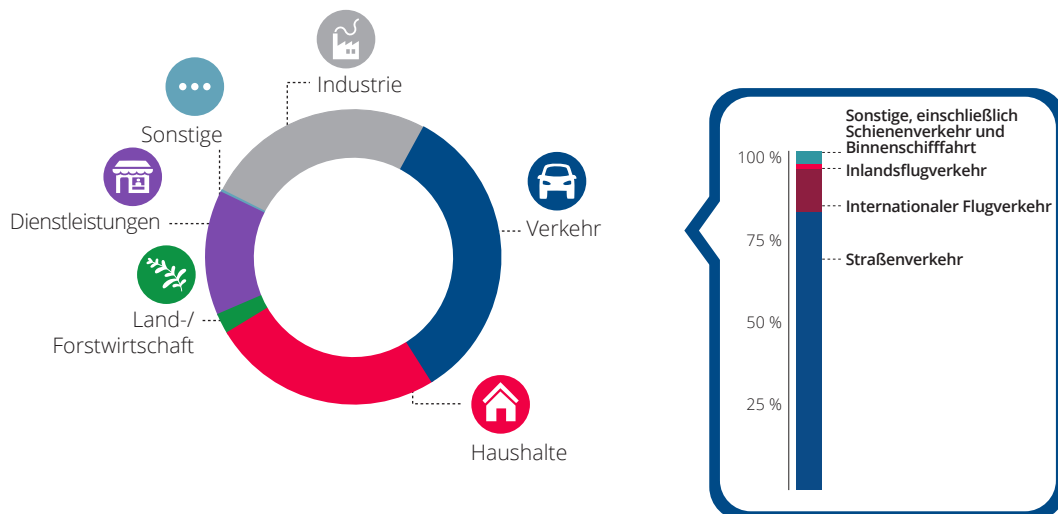
Bruttoinlandsenergieverbrauch nach Brennstoffen in der EU (2015)

Der Bruttoinlandsenergieverbrauch entspricht der Energiemenge, die zur Deckung des Inlandsverbrauchs eines Landes erforderlich ist. Ein kleiner Teil wird für andere Zwecke als zur Erzeugung von Nutzenergie verwendet (nichtenergetische Verwendung), beispielsweise zur Herstellung von petrochemischen Produkten.



Endenergieverbrauch in der EU nach Sektoren (2015)

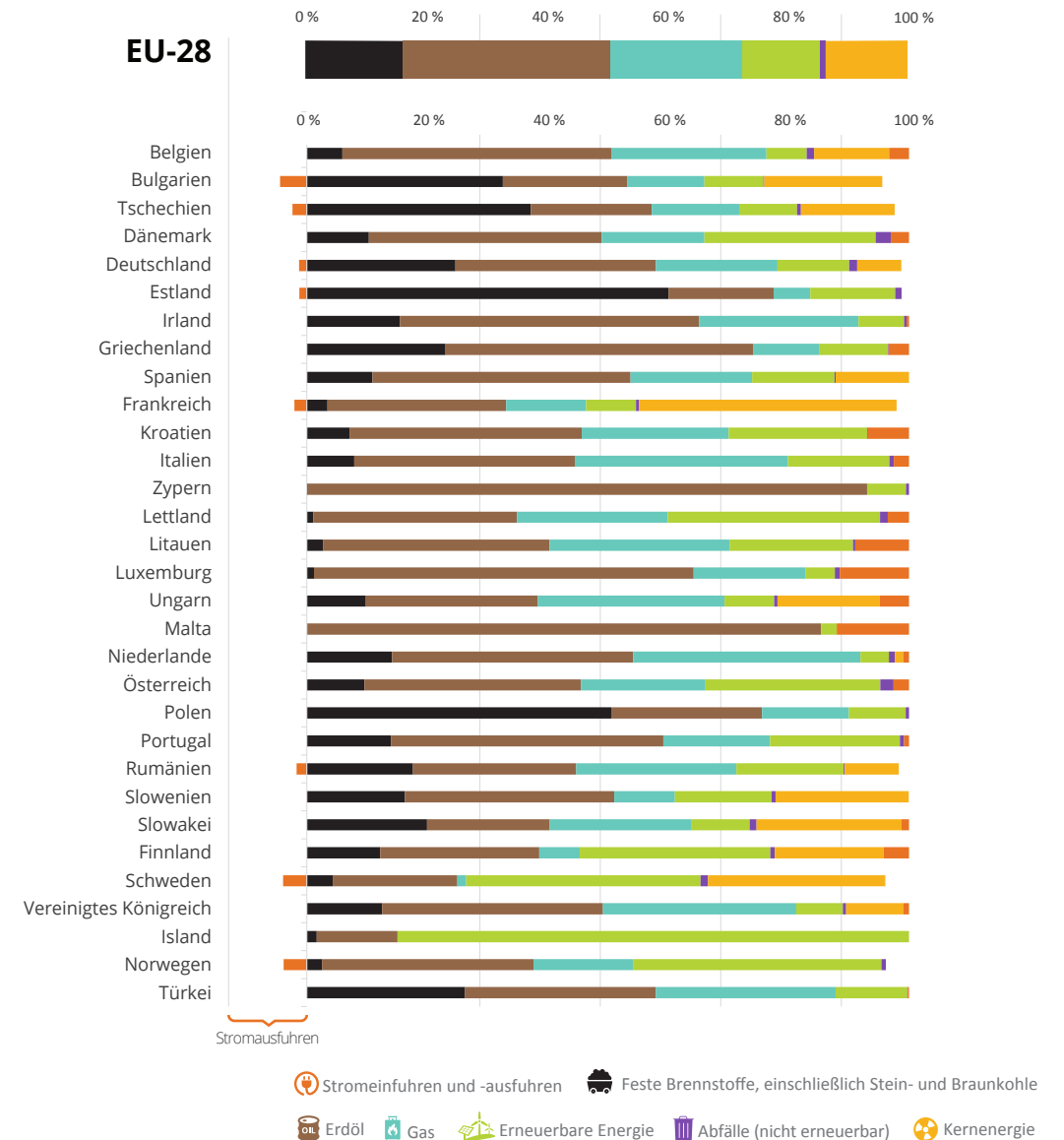
Der Endenergieverbrauch ist die Gesamtenergiemenge, die von Endverbrauchern wie Haushalten, Industrie und Landwirtschaft verbraucht wird. Es handelt sich dabei um die Energiemenge, die beim Endverbraucher ankommt, d. h. ohne die von der Energiewirtschaft selbst verbrauchte Energie.



Einige Wirtschaftszweige und Länder haben bei der Umstellung auf saubere Energie eine Vorreiterrolle übernommen. Obwohl der Anteil der fossilen Brennstoffe rückläufig ist, bilden diese nach wie vor die Hauptenergiequelle in Europa.

Bruttoinlandsenergieverbrauch nach Ländern und Brennstoffarten (2015)

Die Wahl der Brennstoffart variiert stark innerhalb Europas. Während einige Länder fast vollständig von fossilen Brennstoffen abhängig sind, decken andere ihren Energiebedarf durch ein breiteres Spektrum an Energieträgern, so u. a. durch erneuerbare Energien und Kernenergie.



Energie und Klimawandel

Entschärfung und Anpassung an den Klimawandel sind wichtige Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. All diese Herausforderungen drehen sich um die Frage der Energie - genauer gesagt, um unseren Gesamtenergieverbrauch und unsere Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen. Wenn die Begrenzung der Erderwärmung gelingen soll, muss die Welt Energie unbedingt effizient nutzen und auch saubere Energiequellen einsetzen, um Dinge in Bewegung zu bringen, zu heizen und zu kühlen. Die Politik der Europäischen Union spielt bei der Förderung dieser Energiewende eine wichtige Rolle.

Das Erdklima ist im Wandel begriffen, was die Ökosysteme, die menschliche Gesundheit und die Wirtschaft zunehmend großen Gefahren aussetzt. Das vor kurzem erschienene Gutachten der EUA zum Thema „Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016“¹³ macht deutlich, dass auch verschiedene Regionen Europas bereits von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen sind; dazu gehören u. a. steigende Meeresspiegel, immer mehr extreme Wettererscheinungen, Hochwasser, Trockenperioden und Stürme.

Diese Veränderungen treten auf, weil aufgrund menschlicher Tätigkeiten rund um den Globus, darunter insbesondere die Verbrennung fossiler Brennstoffe für Stromgewinnung, Heizung und Transport, gewaltige Mengen an Treibhausgasemissionen in die Atmosphäre freigesetzt werden. Bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe werden aber auch Luftschadstoffe freigesetzt, die für die Umwelt und die menschliche Gesundheit schädlich sind.

Die Energienutzung stellt weltweit die mit Abstand größte Quelle der durch menschliche Tätigkeiten hervorgerufenen Treibhausgasemissionen dar. Rund zwei Drittel der weltweiten Treibhausgasemissionen¹⁴ entstehen im Zusammenhang mit der Verbrennung von fossilen Brennstoffen

zur Energiegewinnung zum Heizen, zur Stromerzeugung, für Verkehr und Industrie. Auch in Europa sind die energiewirtschaftlichen Prozesse die größten Verursacher von Treibhausgasemissionen; sie waren 2015 für 78% der Gesamtemissionen in der EU verantwortlich.

Unsere Nutzung und Erzeugung von Energie hat massive Auswirkungen auf das Klima, und das Gleiche gilt umgekehrt ebenfalls in zunehmendem Maße. Der Klimawandel kann unser Energieerzeugungspotenzial und unseren Energiebedarf verändern. So wirken sich beispielsweise Veränderungen des Wasserkreislaufs auf die Wasserkraft aus, und bei wärmeren Temperaturen steigt der Energiebedarf im Sommer für die Klimatisierung, während der Heizbedarf im Winter sinkt.

Weltweite und europäische Verpflichtung zum Handeln

Bislang gipfelten die weltweiten Bemühungen zur Entschärfung des Klimawandels im Abkommen von Paris¹⁵ aus dem Jahr 2015. Über dieses Abkommen haben 195 Länder erstmals ein weltweites, rechtlich verbindliches globales Klimaschutzabkommen geschlossen. Das Ziel des Abkommens - den globalen Anstieg der Durchschnittstemperatur auf deutlich unter



2 °C zu begrenzen, wenn möglich sogar auf nur 1,5 °C - ist ehrgeizig. Ohne eine umfassende Reform unserer globalen Energieproduktion und unseres Energieverbrauchs können wir es nicht erreichen.

Zur Unterstützung der Aufgaben globaler Klimapolitik hat die EU verbindliche Klimaschutz- und Energieziele für 2020 festgelegt und für 2030 Ziele im Rahmen ihrer allgemeinen Bemühungen zur Umstellung auf eine emissionsarme Wirtschaft und zur Verringerung der Treibhausgasemissionen um 80% bis 95% bis 2050 vorgeschlagen. Zu den ersten Klimaschutz- und Energiezielvorgaben für 2020 gehört eine Senkung der Treibhausgasemissionen um 20% (gegenüber den Emissionswerten der 1990er-Jahre), bei der 20% des Energieverbrauchs aus erneuerbaren Energieträgern stammen sollen und die Energieeffizienz um 20% verbessert werden soll. Auf der Grundlage der derzeit bei den EU-Einrichtungen erörterten Vorschläge werden diese Zielvorgaben für den nächsten Meilenstein 2030 auf eine Senkung der Treibhausgasemissionen auf 40% heraufgesetzt, wobei 27% aus erneuerbaren Energieträgern stammen sollen und die Energieeffizienz um 27% (oder sogar um 30%, wie kürzlich von der Europäischen Kommission vorgeschlagen) gegenüber dem Ausgangswert verbessert werden soll.

Senkung der Gesamtemissionen

Die zur Erreichung dieser Ziele erlassenen Maßnahmen tragen zu einer Reduzierung der Treibhausgasemissionen in Europa bei. 2015 lagen die Treibhausgasemissionen der EU um 22% unter den Werten der 1990er-Jahre. Mit Ausnahme des Verkehrssektors und der

Bereiche Kühl- und Kältetechnik waren sie in allen wichtigen Bereichen rückläufig. In diesem Zeitraum verteilte sich der größte Teil der Emissionsminderungen zu nahezu gleichen Teilen auf die Bereiche Industrie und Energieversorgung.

Den aktuellen Gutachten der EUA zu Treibhausgasemissionen und Energie (Trends and projections in Europe 2016)¹⁶ zufolge ist die EU insgesamt auf gutem Wege, ihre Ziele für 2020 zu erreichen. Es wird erwartet, dass das Tempo der Verringerungen nach 2020 nachlässt, und es bedarf weiterer Anstrengungen zur Erreichung der langfristigen Ziele. So hat sich insbesondere eine Senkung der Gesamtemissionen im Verkehrssektor in der EU trotz der verbesserten Kraftstoffeffizienz von Pkws und der steigenden Nutzung von Biokraftstoffen als ziemlich schwierig erwiesen. Von einigen technologischen Lösungen, etwa Biokraftstoffen der zweiten Generation und der Kohlenstoffabscheidung und -speicherung, wird ein Beitrag zu den Klimaschutzbemühungen insgesamt erwartet. Es ist jedoch unklar, ob diese in dem notwendigen Ausmaß umgesetzt werden können und ob sie langfristig tragbar und wirklich nachhaltig sind.

Entscheidung zur Lastenverteilung und EU-Emissionshandelssystem

Im Hinblick auf Senkungen der Treibhausgasemissionen ist einer der Eckpunkte der Bemühungen der Europäischen Union die Lastenteilungsentscheidung¹⁷, mit der verbindliche jährliche Zielvorgaben für Treibhausgasemissionen für alle EU-Mitgliedstaaten für das Jahr 2020 festgelegt wurden. Die Entscheidung erstreckt



sich auf Bereiche wie Verkehr, Gebäude, Landwirtschaft und Abfall, die für rund 55% der Gesamtemissionen in der EU verantwortlich sind. Die einzelstaatlichen Zielvorgaben für die Emissionen wurden aufgrund des jeweiligen Wohlstands der Mitgliedstaaten festgelegt, was bedeutet, dass reichere Länder ihren Ausstoß stärker senken müssen als andere, während einige Länder ihre Emissionen in den betroffenen Bereichen erhöhen dürfen. Die nationalen Zielvorgaben sehen bis 2020 eine gemeinsame Senkung der Gesamtemissionen in der EU in den Bereichen, die in der Entscheidung geregelt sind, um rund 10% gegenüber den Werten von 2005 vor.

Die verbleibenden 45% der Emissionen in der EU (hauptsächlich aus Kraftwerken und Industrieanlagen) sind im EU-Emissionshandelssystem (EU-EHS)¹⁸ geregelt. Im EU-EHS ist eine Obergrenze für die Gesamtmenge an Treibhausgasen festgelegt, die von mehr als 11.000 Anlagen ausgestoßen werden, die in 31 Ländern große Energieverbraucher sind (*). Das System umfasst aber auch Emissionen von Fluggesellschaften, die einen Flugverkehr zwischen diesen Ländern betreiben.

Im Rahmen des Systems erhalten oder kaufen Unternehmen Emissionszertifikate, mit denen sie mit anderen handeln können. Unternehmen, die ihre Emissionsquote überschreiten, müssen mit hohen Geldstrafen rechnen. Die systemweite Deckelung wird im Laufe der Zeit gesenkt, so dass die Gesamtemissionen zurückgehen. Durch die monetäre Bewertung von Kohlenstoff schafft

(* EU-28, Island, Liechtenstein und Norwegen.)

das EU-EHS Anreize für Unternehmen, um die kostengünstigsten Emissionsminderungen herauszufinden und in saubere, emissionsarme Technologien zu investieren.

Die Europäische Umweltagentur überwacht die Fortschritte bei der Senkung der Treibhausgasemissionen, die unter das EU-EHS fallen. Den neuesten Daten und Gutachten¹⁹ zufolge sind diese Emissionen zwischen 2005 und 2015 um 24% gesunken und liegen damit bereits unter der für 2020 festgelegten Obergrenze. Der Rückgang ist hauptsächlich auf den Einsatz von weniger Braun- und Steinkohle als Brennstoff und mehr erneuerbare Energien für die Stromerzeugung zurückzuführen. Emissionen aus anderen Industrietätigkeiten, die durch das EU-EHS geregelt sind, sind seit 2005 ebenfalls zurückgegangen, in den letzten Jahren jedoch stabil geblieben.

Die Europäische Kommission hat vor kurzem vorgeschlagen²⁰, das Tempo der Emissionsminderungen ab 2021 zu erhöhen, damit bis 2030 die durch das EU-EHS geregelten Wirtschaftszweige ihre Emissionen gegenüber 2005 um 43% senken. Auf lange Sicht können die EU-Mitgliedstaaten über die Ziele für 2030 hinaus die Treibhausgasemissionen in den in der Lastenteilungsentscheidung geregelten Bereichen noch stärker senken. Ohne beträchtliche Anstrengungen in diesen Bereichen würde die EU ihr Ziel für 2050, die Emissionen auf 80% unter den Wert der 1990er-Jahre zu senken, nicht erreichen.



Gezielter Ansatz für die einzelnen Wirtschaftszweige und langfristige Kohärenz

Die Anstrengungen der EU zur Emissionsminderung in Verbindung mit der Lastenteilungsentscheidung und dem EU-EHS werden von einer Vielfalt politischer Maßnahmen und langfristig angelegter Strategien unterstützt. So kann beispielsweise eine geänderte Bodennutzung, wie Abholzung oder Wiederaufforstung, ebenfalls den Kohlendioxidgehalt in der Atmosphäre beeinflussen. Hierzu hat die Europäische Kommission im Juli 2016 einen Gesetzesvorschlag²¹ vorgelegt. Danach sollen Treibhausgasemissionen und der Abbau solcher Gase in der Atmosphäre durch Flächennutzung, Flächennutzungsänderungen und Forstwirtschaft in den Rahmen für die Klima- und Energiepolitik der EU bis 2030 aufgenommen werden.

Ebenso gestaltet sich eine Senkung der Emissionen im Verkehrssektor aufgrund der steigenden Verkehrsnachfrage ziemlich schwierig. Vor diesem Hintergrund hat die EU verschiedene Maßnahmenpakete für den Verkehr vorgeschlagen, darunter auch eine Europäische Strategie für emissionsarme Mobilität und Initiativen wie „Europa in Bewegung“. Aber auch andere Herausforderungen, etwa die Steigerung der Energieeffizienz in Gebäuden oder erneuerbare Energie, wurden in letzter Zeit durch ein Gesamtpaket²² gestärkt, das im November 2016 vorgeschlagen wurde.

Die langfristigen Klimaschutzziele der EU sind in umfassendere politische Rahmen eingebettet und werden durch diese gefördert,

etwa die Strategie für die Energieunion, die auf eine dauerhafte politische Kohärenz abzielt. Ohne eine klare politische Vision und ein dauerhaft starkes politisches Engagement würden Investoren, Erzeuger und Verbraucher Lösungen, die sie möglicherweise für risikobehaftete Investitionen halten, zögerlich gegenüberstehen.

Investitionsentscheidungen prägen die Zukunft

Im Wesentlichen können Treibhausgasemissionen in Verbindung mit Energie auf zweierlei Art und Weise gesenkt werden: entweder durch eine Entscheidung zugunsten umweltfreundlicherer Energieträger, etwa durch den Ersatz fossiler Brennstoffe durch nicht brennbare regenerative Energiequellen, und/oder durch Senkung des gesamten Energieverbrauchs durch Energieeinsparungen und eine gesteigerte Energieeffizienz, beispielsweise durch eine bessere Wärmedämmung von Häusern oder die Nutzung umweltfreundlicherer Verkehrsträger.

Dieser Umstieg muss allerdings sehr bald geschehen, um die schlimmsten Auswirkungen des Klimawandels zu vermeiden, und zwar lange, bevor die Vorkommen fossiler Brennstoffe erschöpft sind. Je mehr Treibhausgase wir in die Atmosphäre freisetzen, desto weniger können wir die schädlichen Auswirkungen des Klimawandels begrenzen.

Angesichts der Dringlichkeit der anstehenden Aufgabe lautet die Frage also, ob wir weiterhin in Energie aus nicht-fossilen Quellen investieren und zu investieren planen oder nicht. Politische Entscheidungen, eine

Energiequelle zu subventionieren, können Investitionsentscheidungen beeinflussen. Diesbezüglich sind Subventionen und steuerliche Anreize für den Ausbau der Erzeugung von erneuerbarer Energie aus Solar- und Windenergie maßgebend. Dies gilt auch für Investitionen in fossile Brennstoffe, die in vielen Ländern²³ weiterhin subventioniert werden.

In den letzten Jahren haben viele Investoren ihre Desinvestitionsentscheidungen²⁴ - also die Entscheidung, ihre Investitionen aus Aktivitäten in Verbindung mit fossilen Brennstoffen abzuziehen - angekündigt. Einige dieser Ankündigungen gingen auf ethische Bedenken zurück, während andere Anleger wiederum bezweifelten, dass diese Investitionen unternehmerisch sinnvoll seien, wenn die Gesamtmenge an Treibhausgasen, die freigesetzt werden könnte, gedeckelt wird (häufig als „Kohlenstoffbilanz“ bezeichnet) mit dem Ziel, die Erderwärmung bis zum Ende des Jahrhunderts auf 2 °C zu beschränken.

Stromerzeugung setzt häufig hohe Investitionen voraus. Von einem Kraftwerk wird erwartet, dass es nach seiner Inbetriebnahme jahrzehntelang in Betrieb bleibt. Die derzeitigen und geplanten Investitionen in konventionelle, umweltbelastende Technologien können den Umstieg auf saubere Energiequellen tatsächlich verlangsamen. Solche Investitionsentscheidungen können Energieoptionen und Ressourcen für Jahrzehnte blockieren und dazu führen, dass neue Lösungen nur unter Vorbehalt gewählt werden.

Um auf dieses Risiko aufmerksam zu machen, hat die EUA die bestehenden und geplanten Kraftwerke in Europa, die mit fossilen Brennstoffen betrieben werden, analysiert²⁵. Die Analyse ergibt, dass die EU über weit mehr Stromerzeugungskapazität auf Basis fossiler Brennstoffe verfügen wird, als sie benötigt, wenn wir den Lebenszyklus bestehender Kraftwerke verlängern und in den nächsten Jahrzehnten neue Kraftwerke, die mit fossilen Brennstoffen betrieben werden, bauen. Mit

anderen Worten, wenn die EU ihre Klimaschutzziele erreichen möchte, müssen einige dieser Kraftwerke stillgelegt werden.

Ähnliche Gefahren einer Abhängigkeit bestehen beispielsweise im Verkehrswesen, wo unsere Mobilität in hohem Maße von den mit fossilen Brennstoffen betriebenen Verbrennungsmotoren abhängt, was mit weiteren Investitionen in die traditionelle Straßenverkehrsinfrastruktur verbunden ist. Zusammengenommen behindern diese einen Umstieg auf nachhaltigere Verkehrsträger, die dringend erforderlich sind, um dem Klimawandel entgegenzuwirken, die Luftverschmutzung und Lärmbelästigung zu reduzieren und letztlich die Lebensqualität der Menschen zu verbessern.

Die Auseinandersetzung mit dem Dilemma von Energie und Klima ist alles andere als einfach, doch gibt es zahlreiche vielversprechende Neuerungen, die bereits konkret Gestalt annehmen. In einem vor kurzem erschienenen Bericht mit dem Titel „Sustainability transitions: Now for the long term“²⁶ der EUA und des Europäischen Umweltinformations- und Umweltbeobachtungsnetzes (EIONET) werden einige der Neuerungen in

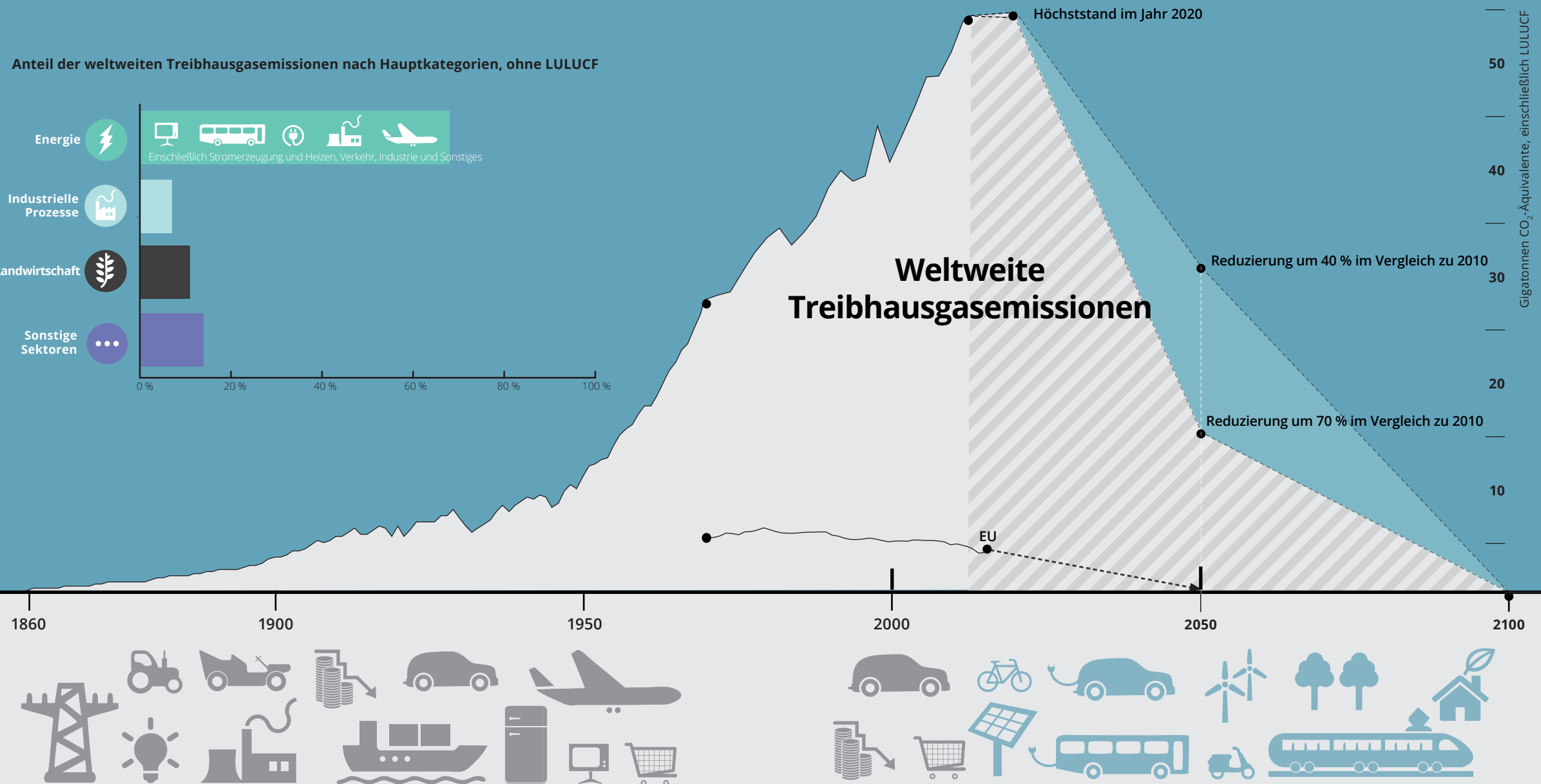
verschiedenen Bereichen präsentiert, die alle das Potenzial besitzen, energiebedingte Treibhausgasemissionen zu verringern. Die Verringerung von Lebensmittelabfällen, die Gestaltung städtischer Grünflächen, bessere Lieferketten und ein solarbetriebener Luftverkehr sind vielleicht nur kleine Teilchen eines großen Puzzles, doch zusammengenommen zeigen sie, wie innovative Technologien und Praktiken entstehen und den Weg für eine grundlegende Veränderung in Richtung Nachhaltigkeit ebnen können.



Energie und Klimaschutz

Die Energienutzung ist weltweit die mit Abstand größte Quelle der durch menschliche Tätigkeiten hervorgerufenen Treibhausgasemissionen. Rund zwei Drittel der weltweiten Treibhausgasemissionen entstehen im Zusammenhang mit der Verbrennung von fossilen Brennstoffen zur Energiegewinnung zum Heizen, zur Stromerzeugung, für Verkehr und Industrie. Das Übereinkommen von Paris gibt das langfristige Ziel vor, den Anstieg der

globalen Durchschnittstemperatur auf deutlich unter 2 °C über dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen; angestrebt wird dabei eine Begrenzung des Anstiegs auf 1,5 °C. Wissenschaftlichen Studien zufolge müssen zur Erhöhung der Chancen, den Anstieg der Durchschnittstemperatur tatsächlich auf 2 °C zu begrenzen, die globalen Emissionen nach Erreichung eines Höchststands im Jahr 2020 wieder kontinuierlich abnehmen. 2050 müssen die globalen Emissionen um 40 % bis 70 % unter den Werten von 2010 liegen, und bis zum Jahr 2100 müssen sie auf fast Null — oder darunter — sinken.



Hinweise: (1) Die Schätzung der weltweiten Treibhausgasemissionen 1860-1970 basiert auf EDGAR-Daten und der Wert der globalen CO₂-Emissionen, 1860-2006, auf dem Klimaschutzkapitel des Berichts Die Umwelt in Europa — Zustand und Ausblick 2010. (2) Bei den langfristigen Vorgaben für die EU (in Schwarz) handelt es sich lediglich um Richtwerte, da das EU-Ziel für 2050 die Nettoauswirkungen von LULUCF-Aktivitäten (Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft) nicht mit einschließt.

Quellen: EUA, 2017, *Annual EU greenhouse gas inventory 1990-2015 and inventory report 2017*; EUA, 2010, *Eindämmung des Klimawandels — SOER 2010 thematische Bewertung*; Gemeinsame Forschungsstelle der Europäischen Kommission, 2014, *Globale Emissionen EDGAR v4.2 FT2012* (November 2014); IPCC, 2014, *Mitigation of climate change — IPCC Working Group III contribution to the fifth assessment report of the IPCC*. Weitere Informationen finden Sie in der Publikation EUA, 2016, *Trends and projections in Europe — Tracking progress towards Europe's climate and energy targets*.



Irini Maltoglou
Beauftragte für
natürliche Ressourcen



Anbau von Lebensmitteln oder Brennstoffen auf unserem Boden?

Vor nur zehn Jahren wurde die Erzeugung von Biokraftstoffen aus Pflanzen als ökologische Alternative zu fossilen Brennstoffen bejubelt. Seit kurzem wird sie allerdings eher als Konkurrenz zur Lebensmittelproduktion und als eine zur Senkung von Treibhausgasemissionen oder Luftschadstoffen nicht immer wirksame Lösung angesehen. Wir haben mit Irini Maltoglou, Beauftragte für natürliche Ressourcen bei der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO), über die Erzeugung von Biokraftstoffen und Landwirtschaft sowie über die Frage gesprochen, ob und wie dies nachhaltig geschehen kann.

Weshalb ist die Erzeugung von Biokraftstoffen in den letzten Jahren ein so kontrovers diskutiertes Thema?

Die Kehrseite von Biokraftstoffen ist generell die nicht nachhaltige landwirtschaftliche Produktion. Wie überall, wo Landwirtschaft betrieben wird, kann die Erzeugung von Biokraftstoffen negative Auswirkungen haben, wenn sie der Dorfgemeinschaft oder den Arbeitskräften vor Ort und auch dem ökologischen und sozialen Kontext nicht Rechnung trägt. Es ist insofern keine einfache Aussage, als wir wie bei jeder Form der landwirtschaftlichen Produktion auch genau hinsehen müssen, was derzeit produziert wird und wie Biokraftstoffe in diese lokale Produktion integriert werden könnten. Außerdem müssen wir das Potenzial der Erzeugung von Biokraftstoffen zur Bekämpfung von Armut und zur Stärkung der wirtschaftlichen Entwicklung in der Region beurteilen.

In diesem Sinne können wir nicht sagen, dass die Erzeugung von Biokraftstoffen an sich etwas Schlechtes ist. Sie hängt stark davon ab, welche Anbaupraktiken angewandt werden und ob diese nachhaltig sind oder nicht. So würde sich beispielsweise die landwirtschaftliche Produktion auf Naturwaldflächen - für Biokraftstoffe oder andere Kulturen - sehr negativ auswirken, da dabei Flächen genutzt würden, die unberührt bleiben sollten. Demgegenüber könnte eine spezifische und nachhaltige Konstellation für Biokraftstoffe, bei der geeignete Flächen genutzt werden und versucht wird, die Bauern vor Ort mit einzubinden, der ortsansässigen Bevölkerung zugute kommen und neue wirtschaftliche Chancen eröffnen.

Konkurriert die Erzeugung von Biokraftstoffen mit der Lebensmittelproduktion, wenn es um Flächen und Wasserressourcen geht?

Mit dieser Dichotomie - Biokraftstoffe oder Lebensmittel - wird ein äußerst vielschichtiges Thema allzu sehr vereinfacht. Zunächst sind Biokraftstoffe sehr kontext- und länderspezifisch. Wir müssen uns den Länderkontext genauer ansehen, um herauszufinden, ob die spezifische Biokraftstofferzeugung in dieser konkreten Agrarlandschaft wirklich als rentabel angesehen werden kann. Ebenso müssen wir herausfinden, weshalb ein Land Biokraftstoffe erzeugt und was es damit erreichen möchte. Geht es darum, auf einem neuen Agrarmarkt Fuß zu fassen oder Treibhausgasemissionen zu senken? So könnten Biokraftstoffe beispielsweise in einem Land, in dem der Ertrag derzeit sehr gering ist und zusätzliche Investitionen zur Steigerung der landwirtschaftlichen Produktivität beitragen könnten, eine echte Option darstellen, wenn sie in das landwirtschaftliche Produktionssystem integriert werden.

Vor ein paar Jahren diskutierten Experten über den Zusammenhang zwischen Biokraftstoffen und dem Anstieg der Lebensmittelpreise. Dabei gab es keinen eindeutigen Konsens. Insgesamt waren sie sich darin einig, dass zahlreiche Faktoren zu den gestiegenen Lebensmittelpreisen beitragen. Die Erzeugung von Biokraftstoffen war einer von vielen Faktoren, zusammen mit den rückläufigen Investitionen in die Landwirtschaft, einem Rückgang der Getreidebestände, Bevölkerungswachstum, Wirtschaftswachstum, Umstellungen in der Ernährungsweise usw. Hinsichtlich des Umfangs, in dem Biokraftstoffe dafür verantwortlich waren, konnten sie

sich jedoch nicht einigen. Die Spanne der Faktoren war recht groß, wobei der Beitrag von Biokraftstoffen zum Preisanstieg mit 3% bis zu 75% veranschlagt wurde.

Sind Biokraftstoffe der zweiten Generation hinsichtlich Boden- und Wassernutzung effizienter?

Bislang ist nicht klar, ob Biokraftstoffe der zweiten Generation immer eine tragbare Lösung für dieses Problem darstellen. So dürften einige Biokraftstoffe der ersten Generation in bestimmten Zusammenhängen sehr viel sinnvoller sein. Die Technologie der zweiten Generation ist noch nicht ausgereift genug und befindet sich offenbar in einer Pilot- oder Experimentierphase. Aber auch mit Ausgangsstoffen und mit den technischen Voraussetzungen scheint es Probleme zu geben. Mit anderen Worten, wir wissen nicht, ob wir geeignete Feldfrüchte in ausreichender Menge produzieren können oder ob wir die richtige Technologie und genügend Produktionskapazitäten haben. Hinzu kommt, dass die Technologie der zweiten Generation noch immer sehr teuer ist.

Wir haben eine Reihe von Überschlagsrechnungen angestellt und die Option Zuckerrüben der ersten Generation mit der Option Miscanthus der zweiten Generation verglichen. Die Zahlen haben gezeigt, dass wir mit dem Anbau von Zuckerrüben (d. h. einem Biokraftstoff der ersten Generation) tatsächlich mehr Ethanol aus demselben Stück Land herausholen können als mit dem Anbau von Miscanthus (eine Quelle für Biokraftstoffe der zweiten Generation). Für Miscanthus würden wir auch mehr Wasser benötigen. Ebenso dürften wir auch mehr



Elektrizität als Energieeintrag für die Erzeugung von Biokraftstoffen der zweiten Generation benötigen, auch wenn dies stark von der gewählten Technologie und den möglichen Rückkopplungsschleifen im System der zweiten Generation abhängt.

Dies sind Fragen, die von der landwirtschaftlichen Grunderzeugung abhängen. Haben Sie es mit einem Land zu tun, das für die Erzeugung von Zuckerrüben gut geeignet ist? Verfügen die Bauern über eine langjährige Erfahrung mit Zuckerrüben? In diesem Fall wären Zuckerrüben die bessere Alternative, insbesondere dann, wenn wir den Reifegrad der verfügbaren Technologie in Betracht ziehen. Haben Sie es mit einem Land zu tun, in dem die Erzeugung von Biokraftstoffen der zweiten Generation eher zukunftsfähig ist? Wenn ja, dann könnte dies eine Möglichkeit sein. Doch zum jetzigen Zeitpunkt sind für den Aufbau eines Kraftwerks der zweiten Generation von Grund auf Investitionen in erheblichem Umfang erforderlich. Die Investitionen, die für eine Biokraftstoffanlage der zweiten Generation erforderlich sind, betragen das Vier- bis Fünffache des Betrags, der für eine Anlage der ersten Generation aufgewendet werden muss.

Können Biokraftstoffe zu einer sauberen Energiequelle für Europa werden?

Egal, wo in der Welt wir uns befinden – die Kernfrage lautet, ob Biokraftstoffe eine realistische und saubere Energieoption sein können. Dies hängt ganz stark davon ab, woher die Ausgangsmaterialien kommen, und ob die Produktion nachhaltig erfolgen kann. Verfügt das betreffende Land über die Agrarerzeugnisse für die Beschaffung

der Biokraftstoffe? Halten die Landwirte Ausschau nach einem Absatzmarkt für ihre Agrarerzeugnisse? Welcher Zweck wird mit der Erzeugung von Biokraftstoffen verfolgt?

In Europa wird die Ansicht vertreten, dass Biokraftstoffe sowohl Treibhausgasemissionen mindern als auch zur Diversifizierung der heimischen Energiequellen beitragen können. In diesem Fall stellt sich die Frage, ob diese Ziele mit der spezifischen Biokraftstoff-Versorgungskette erreicht werden können. Der nächste Schritt bestünde dann darin, festzulegen, ob die europäischen Länder über die Kapazität verfügen, die Ausgangsstoffe im Lande selbst herzustellen, oder ob sie diese von außerhalb Europas beziehen müssen. Wenn das vorrangige Ziel in einer Diversifizierung der heimischen Energiequellen und einer Verbesserung der Energieversorgungssicherheit besteht, dann müssten die Ausgangsmaterialien wahrscheinlich in Europa erzeugt werden. Liegt der Schwerpunkt eher auf einer Senkung der Treibhausgasemissionen, dann könnten sich die anderen Alternativen ebenfalls als machbar erweisen.

Welche Rolle spielt die FAO im Hinblick auf Biokraftstoffe?

Die FAO deckt derzeit ein breiteres Spektrum ab – sie arbeitet an Bioenergie. Bioenergie ist in unseren Augen eine Form von erneuerbarer Energie, die aus der Landwirtschaft stammt. Wenn uns die Länder um Unterstützung ersuchen, versuchen wir zunächst, den Hauptgrund herauszufinden, weshalb sie Bioenergie überhaupt in Betracht ziehen. Aus Gründen der Energiesicherheit? Oder versuchen sie, den Agrarsektor anzukurbeln

und Arbeitsplätze zu schaffen? Es könnte aber auch sein, dass sie an einer nachhaltigen Herstellung von Holzkohle zum Kochen und Heizen interessiert sind. Werden Möglichkeiten der ländlichen Entwicklung oder der Elektrifizierung ländlicher Gebiete gesucht? Auf dem Lande ist der Zugang zu Stromnetzen in Entwicklungsländern häufig stark eingeschränkt, und die Nutzung landwirtschaftlicher Rückstände für die Stromerzeugung könnte dann, wenn diese Rückstände bislang nicht genutzt werden, eine sinnvolle Alternative darstellen.

Zusammen mit den Ländern legen wir dann die Optionen fest, die angesichts des länderspezifischen Kontextes und der spezifischen Anforderungen tragfähig sind. Wir brauchen umfangreiche Werkzeuge, um das Potenzial von Bioenergie zu bewerten, die sich auch auf den Agrarsektor erstrecken und somit auch die Nahrungsmittelsicherheit berücksichtigen. Mit Hilfe dieser Werkzeuge unterstützen wir die Länder dabei, einen Fahrplan für Bioenergie aufzustellen und ihre technischen Voraussetzungen zu bewerten.

In den letzten Jahren haben wir landwirtschaftliche Rückstände und die Erzeugung von Bioenergie näher beleuchtet. Wir versuchen, uns landwirtschaftliche Rückstände anzusehen, die nachhaltig und ernährungssicher sind. Auch wenn es in den meisten Fällen ausdrücklich verboten ist, werden diese Rückstände sehr oft verbrannt, was wiederum zu Treibhausgasemissionen führt. Vor diesem Hintergrund würde der Aufbau von Bioenergie-Versorgungsketten rund um landwirtschaftliche Rückstände nicht nur die Treibhausgasemissionen reduzieren, sondern zugleich auch einen Teil

des bestehenden Energiebedarfs decken. Im nächsten Jahr werden wir prüfen, wie diese Biomasse mobilisiert werden könnte. Landwirtschaftliche Rückstände sind häufig überall verstreut, und daher ist es ein schwieriges Unterfangen, sie zu sammeln. Neben Sammelstellen könnten wir auch die möglichen finanziellen Vorteile, die sich daraus für Landwirte ergeben, sowie den Betrag analysieren, den die Industrie für die Rückstände bezahlen könnte. Damit werden landwirtschaftliche Rückstände zu einer Ware, die zum Verbrennen zu wertvoll ist.

Irini Maltoglou

Beauftragte für natürliche Ressourcen (Stellvertretende Leiterin Energieteam)

Abteilung Klima und Umwelt (CBC)
Abteilung Klima, Artenvielfalt, Boden
und Wasser Ernährungs- und
Landwirtschaftsorganisation der
Vereinten Nationen (FAO)



Biokraftstoffe in Europa

Biokraftstoffe sind flüssige oder gasförmige Brennstoffe, die aus Biomasse aus Pflanzen oder pflanzlichen Materialien hergestellt werden. Sie dienen insbesondere im Verkehrssektor als Alternativen zu fossilen Kraftstoffen. Biokraftstoffe der ersten Generation werden aus Nutzpflanzen wie Mais,

Zuckerrohr und Sojabohnen produziert. Biokraftstoffe der zweiten Generation basieren auf Ausgangsstoffen, die in der Regel nicht aus Nutzpflanzen erzeugt werden und nicht zum menschlichen Verzehr geeignet sind. Dazu gehören u. a. gebrauchtes Speiseöl und Abfälle aus der Land- und Forstwirtschaft.

Faktenübersicht



1900

Auf der Weltausstellung in Paris führt der Erfinder des Dieselmotors, Rudolf Diesel, seine Erfindung unter Einsatz von Erdnussöl vor. Die ersten Dieselmotoren waren für den Betrieb mit Pflanzenöl ausgelegt.



2011

KLM setzt als erste Fluggesellschaft bei einem kommerziellen Flug von Amsterdam nach Paris (!) einen alternativen Treibstoff auf der Basis von gebrauchtem Speiseöl ein.



Je nach Art des Ausgangsstoffs und Produktionsprozesses lassen sich durch den Einsatz von **nachhaltigen Biotreibstoffen im Luftverkehr die Treibhausgasemissionen um bis zu 80 % (!) reduzieren.**

**CO₂
-80 %**

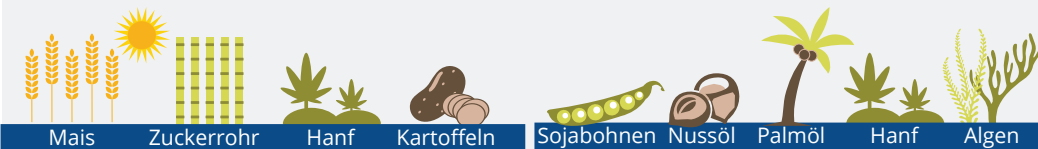
Wichtige Biokraftstoffe auf einen Blick

BIOETHANOL

Einer der am meisten eingesetzten Biokraftstoffe der ersten Generation, der aus weit verbreiteten Nutzpflanzen wie Mais, Zuckerrohr, Hanf und Kartoffeln hergestellt werden kann. Er wird hauptsächlich als Kraftstoffzusatz in Benzinfahrzeugen verwendet.

BIODIESEL

Wird aus Ölen und Fetten hergestellt, u. a. aus tierischen Fetten, pflanzlichen Ölen, Nussölen, Hanf und Algen. Biodiesel kann u. a. zum Heizen, zur Stromerzeugung und im Verkehr verwendet werden sowie als Kraftstoffzusatz für Dieselfahrzeuge.



Häufige Verwendungsbereiche:



5-10 % Beimischung zu Benzin

Häufige Verwendungsbereiche:

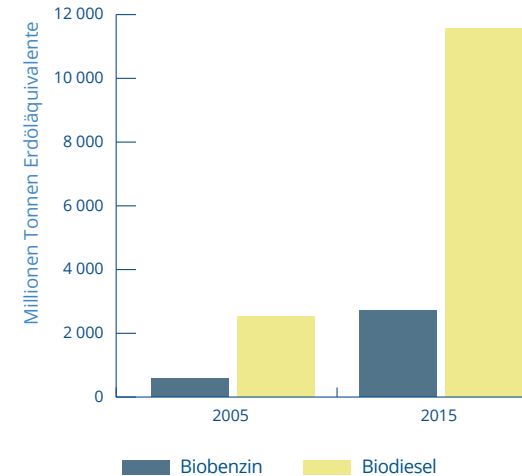


Heizen



7 % Beimischung zu Mineraldiesel

Primärproduktion von wichtigen Biokraftstoffen in der EU-28 (3)



2015

Durch den Anbau von Biokraftstoffen auf bestehenden landwirtschaftlichen Flächen kann die Nahrungsmittelproduktion auf zuvor nicht landwirtschaftlich genutzte Flächen wie Wälder verdrängt werden. 2015 verschärfte die EU ihre Bestimmungen, um diese Art der Landnutzungsänderung einzudämmen.

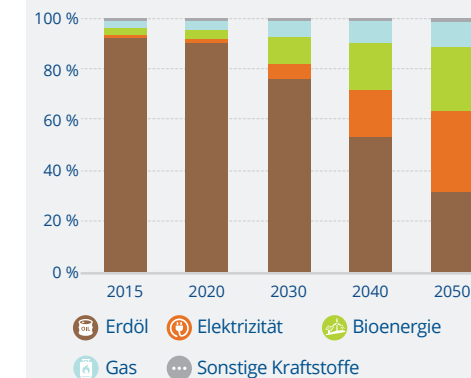
2020

Ziel der EU ist es, dass 10 % der im Verkehrssektor verwendeten Kraftstoffe aus erneuerbaren Quellen stammen sollen, so u. a. Biokraftstoffe.

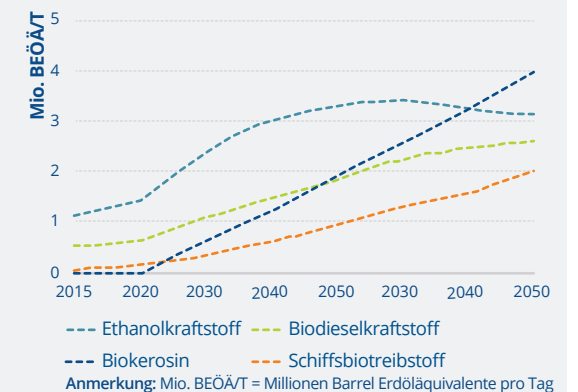
Weltweiter Kraftstoffmix im Verkehrssektor

Dieses Szenario der Internationalen Agentur für Erneuerbare Energien (IRENA) geht von einer Entwicklungskurve der energiebedingten Emissionen aus, die konsistent ist mit einer 66%igen Wahrscheinlichkeit, den langfristigen Anstieg der globalen Temperatur bis zum Jahr 2050 auf weniger als 2 °C zu begrenzen. Die Erdölnachfrage im Verkehrssektor würde in diesem Szenario zugunsten von Elektrizität und Biokraftstoffen drastisch sinken; der Einsatz von Ethanol im Straßenverkehr würde im Zuge der Ausmusterung der konventionellen Pkw-Flotte vor dem Jahr 2040 seinen Höchststand erreichen. (2)

KRAFTSTOFFVERBRAUCH



NACHFRAGE NACH BIOKRAFTSTOFFEN



Quelle: (!) European Aviation Environmental Report 2016 by EASA, EEA, EUROCONTROL; (2) Perspectives for the energy transition — Investment needs for a low carbon energy system, IEA/OECD and IRENA publication, p.96, based on 2°C 66% Szenario; (3) Eurostat.



Umweltfreundliche erneuerbare Energien werden Wirklichkeit

Investitionen in saubere Energien müssen Hand in Hand mit Energieeffizienz und Energieeinsparungen gehen. Innovative Lösungen können unsere Art der Herstellung, Lagerung, Beförderung und Nutzung von Energie von Grund auf verändern. Die Umstellung von fossilen Brennstoffen auf erneuerbare und saubere Energie könnte Auswirkungen auf bestimmte Gruppen haben, die zunächst auf fossile Brennstoffe angewiesen sind. Mit gezielten Strategien und Investitionen in neue berufliche Kompetenzen kann saubere Energie auch neue wirtschaftliche Chancen eröffnen.

Energie muss in der Form, in der sie gewonnen wird, fast immer in einen Kraftstoff umgewandelt werden, der für den beabsichtigten Zweck geeignet ist. So muss beispielsweise Wind- oder Solarenergie in Elektrizität umgewandelt werden, bevor wir sie nutzen können. Ebenso wird das zutage geförderte Rohöl in Kraftstoff und Diesel, Kerosin, Düsentreibstoff, Flüssiggas, Elektrizität usw. umgewandelt, bevor es in Flugzeugen, Fahrzeugen und Häusern eingesetzt werden kann.

Ein Teil dieses ursprünglichen Energiepotenzials geht bei der Umwandlung verloren. Selbst bei Rohöl, das eine höhere Energiedichte ^(*) aufweist als die meisten herkömmlichen Treibstoffe, können nur etwa 20% dieses Potenzials in Strom umgewandelt werden.

Energieeffizienz: Bekämpfen von Energieverlusten ist entscheidend

Energieanlagen verwenden zur Erzeugung von Strom häufig Wärme, die bei der Verbrennung eines Primärbrennstoffs wie Kohle gewonnen

wird. Dieser Prozess ähnelt hinsichtlich seiner grundlegenden Aspekte stark den rudimentären Dampfmaschinen. Wasser wird zum Kochen gebracht, wobei Dampf entsteht, und dehnt sich beim Übergang in den gasförmigen Zustand aus, was wiederum Turbinen antreibt. Diese mechanische Bewegung (mechanische Energie) wird dann in Form von Strom gewonnen. Ein nicht unerheblicher Teil dieses Brennstoffeinsatzes geht bei der Umwandlung als Abwärme verloren. Ähnlich wie Laptops, Autos oder vielen anderen elektronischen Geräten, erzeugen Energieanlagen bei Betrieb Wärme und sind deshalb mit Kühlsystemen ausgestattet, um eine mögliche Überhitzung zu vermeiden.

Energieanlagen oder Ö Raffinerien benötigen für den Umwandlungsprozess wie auch für ihre täglichen betrieblichen Abläufe Energie. Es überrascht nicht, dass auch Kühlsysteme (z.B. Lüfter in Computern) Energie für ihren Betrieb benötigen. In Kraftwerken ist es durchaus möglich, dass die Kühlsysteme ebenfalls Hitze – meist in Form von Warmwasser und Luft – wieder an die Umgebung abgeben.

^(*) Energiedichte ist die gespeicherte Energiemenge pro Volumen.

Eine solche Ineffizienz – Energieverlust oder Abwärme – tritt nicht nur bei der Umwandlung von Energie von einer Form in eine andere auf. Jeden Tag, wenn wir unsere Wohnung heizen, unser Auto fahren oder unser Essen zubereiten, also eigentlich fast immer, wenn wir Energie verwenden, verschwenden wir auch einen Teil davon. So nutzt beispielsweise ein mit fossilem Brennstoff betriebenes Auto nur rund 20% des Brennstoffes²⁷ für die Fortbewegung, während etwa 60% in Form von Motorabwärme verloren geht. Gebäude machen rund 40% des gesamten Energieerbrauchs in der EU aus, davon weisen rund 75% eine schlechte Energieeffizienz auf^(vi). Energieineffizienz bedeutet, dass wir einen nicht unerheblichen Teil unserer Ressourcen, einschließlich Geld, verschwenden und dabei die Umwelt stärker verschmutzen, als notwendig wäre. Wie lassen sich diese Verluste vermeiden? Wie können wir die Energieeffizienz steigern? Können wir aus der gleichen Menge Energie mehr herausholen?

Technologie und Politik können dazu beitragen, einen Teil der Energieverluste zu reduzieren. So benötigt beispielsweise eine energieeffiziente Glühbirne rund 25% bis 80% weniger Energie als eine herkömmliche Glühlampe und hält potenziell 3 bis 25 Mal länger. Manche Energieanlagen (Blockheizkraftwerke bzw. Kraft-Wärme-Kopplung) fangen die Wärme, die normalerweise verloren ginge, ein und nutzen sie für die Versorgung der umliegenden Gemeinden mit Fernwärme und Kälte. Ebenso können mit der Nachrüstung alter Gebäude mit einer modernen Wärmedämmung der Energieverbrauch und somit die Stromrechnung reduziert werden.

(vi) Schätzungen aus der Folgenabschätzung für die Änderung der Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden.

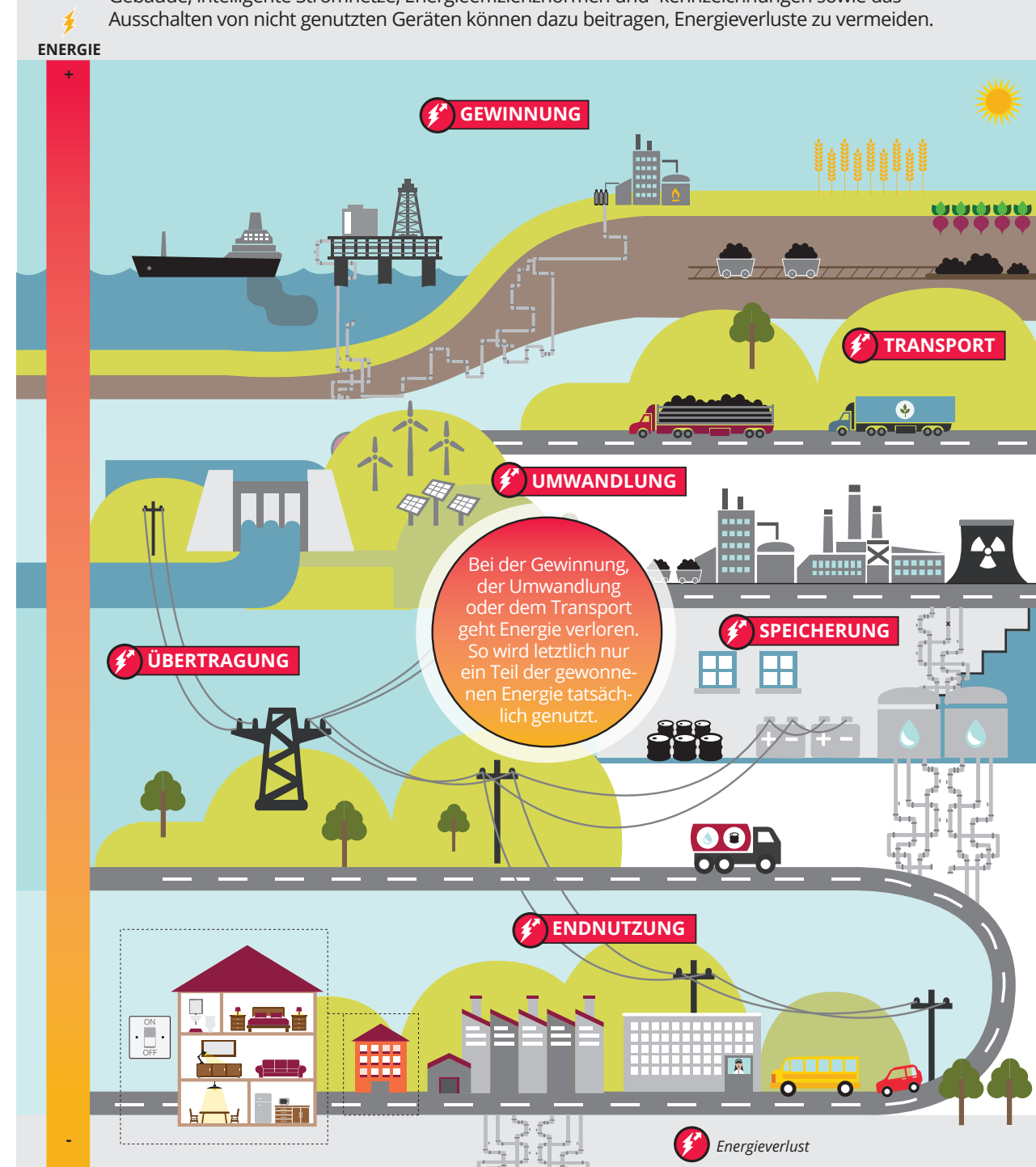
Lagerung und Transport von Energie

In manchen Fällen könnte die Wärme, die normalerweise verloren ginge, für andere Zwecke genutzt werden. Die Wärme, die der menschliche Körper erzeugt, ist vielleicht nicht die erste Energiequelle, die einem einfällt, doch auch diese Wärme kann genutzt und in verwertbare Energie umgewandelt werden. Rund 250 000 Pendler hasten jeden Tag durch den Hauptbahnhof von Stockholm. Anstatt die überschüssige Wärme zu entlüften²⁸, wird diese eingespeist und zum Erwärmen von Wasser verwendet, das dann seinerseits ein Bürogebäude auf der anderen Straßenseite heizt, was die Stromrechnung für dieses Gebäude in den kalten schwedischen Wintern günstiger macht.

Innovative Ansätze dieser Art werden auch eine maßgebliche Rolle spielen, damit die Lagerung und der Transport von sauberer Energie in dem benötigten Ausmaß stattfinden kann. Fossile Brennstoffe lassen sich relativ problemlos lagern und transportieren. Öl kann nach seiner Förderung jederzeit genutzt werden. Es kann durch die bestehenden Netzwerke geleitet werden und ist über eine umfassende und gut ausgebaute Infrastruktur zugänglich. Bei erneuerbarer Energie ist dies nicht immer der Fall – dank Innovation kann es jedoch möglich werden. Das Einfangen von Sonnenenergie in den Sommermonaten und ihre Speicherung in Form von Warmwasser in unterirdischen Reservoirs für die Nutzung im Winter könnte ganze Gemeinden mit ausreichend Wärme versorgen. Hinzu kommt, dass der Güterkraftverkehr dank effizienterer

Vermeidung von Energieverlusten

Energieeffizienz ist für langfristige Nachhaltigkeit unerlässlich. Ein erheblicher Teil der Energie geht verloren, noch bevor sie unsere Wohnungen erreicht. Technische Verbesserungen, besser isolierte Gebäude, intelligente Stromnetze, Energieeffizienznormen und -kennzeichnungen sowie das Ausschalten von nicht genutzten Geräten können dazu beitragen, Energieverluste zu vermeiden.



Batterien, die mehr Strom speichern können, und einer umfangreichen Infrastruktur an Stromtankstellen theoretisch komplett elektrisch ablaufen könnte.

Einige elektrische Verkehrslösungen setzen auf andere Wege als Batterien mit großen Speicherkapazitäten. Auf bestimmten öffentlichen Verkehrswegen experimentieren Graz in Österreich und Sofia in Bulgarien bereits mit Elektrobussen, die mit leichteren und schneller aufladbaren Batterien ausgerüstet sind. Nach einer Ladezeit von 30 Sekunden während des Ein- und Aussteigens der Fahrgäste können solche Busse weitere 5 Kilometer bis zur nächsten Haltestelle fahren, die wiederum mit einer Ladestation ausgestattet ist.

Innovationen die begeistern

Wir brauchen reichlich Energie, um Maschinen anzutreiben und unsere Wohnungen zu heizen, doch muss diese Energie nicht unbedingt aus fossilen Brennstoffen stammen. Könnten wir mehr Energie aus der Sonne nutzen? Solarmodule enthalten Photovoltaikzellen, die einen Teil der Sonnenstrahlung in Strom umwandeln. In den letzten Jahren war es dank der technologischen Entwicklungen möglich, dass Photovoltaikzellen einen immer größeren Teil dieser unbearbeiteten Sonnenenergie zu niedrigeren Kosten produzieren. Je größer die Fläche des Moduls, desto mehr Elektrizität kann es erzeugen. Ein „Übersäen“ der Landschaften mit Solarmodulen könnte aufgrund der optischen Veränderungen und weil der Boden für andere Zwecke genutzt wird, zu Bedenken bei den umliegenden Gemeinden führen. Aber was, wenn diese Module zu einem unsichtbaren Teil unseres Alltags werden?

Ein im Rahmen der EU-Forschungsprogramme²⁹ gefördertes Forschungsprojekt befasst sich genau mit dieser Frage. Das Projekt Fluidglass³⁰ hat zum Ziel, Fenster in unsichtbare Sonnenkollektoren zu verwandeln. Bei diesem Projekt wird eine dünne Schicht Wasser, das mit Nanopartikeln angereichert ist, zwischen die Glasscheiben eingebracht. Die Nanopartikel sollen die Sonnenenergie einfangen und in Strom umwandeln, der dann im Gebäude verwendet werden könnte. Außerdem würden die Nanopartikel das Licht filtern – und bei heißem Wetter für eine angenehm kühle Zimmertemperatur sorgen. Dem Projektteam zufolge belaufen sich die potenziellen Energieeinsparungen auf 50% bis 70% für nachgerüstete Gebäude und auf 30% für Neubauten, die bereits als Niedrigenergiehäuser konzipiert sind.

Dieses Forschungsprojekt ist nur eine von vielen Initiativen in ganz Europa, die mit Lösungen und Verbesserungen im Bereich erneuerbare Energien, Energieeffizienz und Energieeinsparungen aufwarten. Das Potenzial dieser Innovationen ist insgesamt im Hinblick auf Wirtschaftswachstum und unbegrenzte saubere Energie enorm. Der nächste Schritt besteht darin, zu einer besseren Akzeptanz dieser Innovationen beizutragen. Dabei spielen Behörden, Investoren, Verbraucher und verschiedene Akteure in Schlüsselbereichen (z.B. der Bauwirtschaft) hinsichtlich ihrer Verbreitung im großen Maßstab eine Schlüsselrolle.

Die Europäische Investitionsbank ist einer der Akteure, der die so dringend benötigten Gelder zur Verfügung stellt. Eine der noch nicht genutzten Quellen natürlicher und sauberer

Energie ist die Wellenenergie. Unter Umständen können mit Wellenenergie mindestens 10% des globalen Energiebedarfs gedeckt werden. Ein finnisches Unternehmen hat Unterwassermodule entwickelt, um die Kraft aus dem Meer in Elektrizität umzuwandeln. Ein Modul, das vor der Küste Portugals installiert ist, kann den Strombedarf von 440 Wohnungen decken. Neben der Förderung vieler weiterer Nischenlösungen hat die Europäische Investitionsbank Darlehen³¹ bewilligt, die für eine größere Akzeptanz dieser Technologie sorgen sollen.

Von der Kohle zur Solarenergie: Investitionen in neue berufliche Kompetenzen

Mangelnde Akzeptanz bei der ortsansässigen Bevölkerung könnte eines der Hindernisse auf dem Weg zu sauberer Energie sein. Manche Gemeinden befürchten Lärmbelästigung und optische Veränderungen. Solarmodule und Windräder, die die Landschaft übersäen, könnten in einer idyllischen, ländlich geprägten Umgebung als ästhetisch völlig fehl am Platze empfunden werden. Einige dieser Befürchtungen könnten durch eine bessere Planung und die Einbeziehung der Ortsgemeinden bei Entscheidungen über den Standort von Windkraftanlagen ausgeräumt werden.

Eine viel entscheidendere Herausforderung ist allerdings die Frage der Arbeitsplätze, der Einkommen und der Lebensqualität, die mit festen Einkommen einhergehen. Durch die Stilllegung eines Sektors wie etwa der Kohleförderung kann, wenn dabei keine neuen wirtschaftlichen Perspektiven geschaffen

werden, die Arbeitslosenquote vor Ort steigen. Verständlicherweise ist eine Stadt, die von der Kohleförderung lebt, Veränderungen der lokalen Wirtschaft gegenüber wahrscheinlich weniger aufgeschlossen. Doch ist eine solche wirtschaftliche Transformation trotz dieser gewaltigen Aufgabe möglich und einige Spitzenreiter gehen wegweisend voran.

Nach der Entdeckung von Kohle im Ruhrgebiet 1840 wurde Gelsenkirchen zu einer der wichtigsten Kohlebergbaustädte in ganz Europa. Über 100 Jahre haben die Kohleförderung und später dann die Erdölraffination der Stadt ihren Stempel aufgedrückt. Heute gibt es in Gelsenkirchen keine Bergleute mehr. Und doch ist es nach wie vor eine Energiestadt. Zur Bekämpfung der jahrzehntelangen hohen Arbeitslosigkeit hat die Stadt auf Innovation gesetzt und saubere Technologien aktiv gefördert, auch, um mit der langsam auslaufenden Kohleförderung besser umzugehen. Sie möchte zum Zentrum für Solartechnologie³² in Deutschland mit hoch qualifizierten Arbeitskräften werden und hat nicht nur weitere saubere Energiebranchen angezogen, sondern auch den Finanz- und Dienstleistungssektor. Die ortsansässige Bevölkerung, die einst auf fossile Brennstoffe angewiesen war, ist jetzt zu leidenschaftlichen Verfechtern und Nutzern umweltfreundlicher Energie geworden.

Eine Verlagerung von Arbeitskräften von einem Sektor in einen anderen ist nicht einfach. Jede Tätigkeit setzt ganz bestimmte Fähigkeiten und Kenntnisse voraus. Der Erwerb neuer Kompetenzen erfordert Zeit und fast immer auch finanzielle Ressourcen. Mit dem Angebot an Ausbildungs- und Schulungsmöglichkeiten für die Betroffenen,

lassen sich die sozialen Kosten dieser Art des sozioökonomischen Übergangs verringern. Ebenso kann durch die Verringerung der wirtschaftlichen Abhängigkeit von einem einzigen Sektor, durch die Förderung einer breit gefächerten Palette von Tätigkeiten, das Wachstum der lokalen Wirtschaft unterstützt werden. Damit diese Veränderungen auch greifen, müssen sie frühzeitig initiiert und über einen gewissen Zeitraum hinweg durchgeführt werden. So muss beispielsweise die Einstellungsquote sanft abgesenkt werden, um größere Schocks für Gemeinden, die von Kohle abhängen, zu vermeiden, während das Bildungssystem – insbesondere die berufliche Bildung – so gestaltet werden muss, dass neue Arbeitsuchende weg vom Bergbau und hin zu den neuen Sektoren geführt werden.

Detailbetrachtung: EU-Politik für saubere Energie

Energieeinsparungen und Energieeffizienz sind zentrale Bestandteile der Energie- und Klimaschutzpolitik der Europäischen Union. Da die Verbrennung fossiler Brennstoffe und Klimawandel eng miteinander verflochten sind, wird jede Senkung des Gesamtverbrauchs an fossilen Brennstoffen zu einer Minderung der Treibhausgasemissionen führen und damit zum Erreichen der Klimaziele der EU beitragen. Im November 2016 hat die Europäische Kommission ein umfassendes Gesetzespaket zu sauberer Energie³³ vorgeschlagen. Das Paket soll nicht nur den Übergang der EU zu sauberer Energie beschleunigen, sondern durch die Ankurbelung von Wirtschaftszweigen, die zur Energiewende in Europa beitragen, auch Arbeitsplätze schaffen.

Das Gesetzespaket stellt Energieeffizienz ganz oben an und schlägt bis 2030 ein verbindliches Ziel von 30 % auf EU-Ebene vor. Es werden darin aber auch Ziele für erneuerbare Energien und für die Stärkung der Verbraucher vorgestellt. Genauer gesagt, soll bis 2030 die Hälfte des Stroms in Europa aus erneuerbaren Quellen stammen, und bis 2050 soll Strom komplett kohlenstofffrei erzeugt werden. Ebenso sollen Verbraucher bei der Wahl der Energieträger mehr Kontrolle bekommen und besser über Verbrauch und Kosten aufgeklärt werden.

Die EU unterstützt die Umstellung auf saubere Energie über verschiedene Instrumente und politische Maßnahmen. Die Energieunion ist eine der zehn aktuellen politischen Prioritäten der Europäischen Kommission, die wiederum alle gleichermaßen durch andere übergreifende politische Maßnahmen gefördert werden,

darunter diejenigen zur Kreislaufwirtschaft, die Kompetenzagenda und Innovationen. Diese politische Zusage wird aus EU-Geldern gefördert, einschließlich Mitteln aus dem Europäischen Fonds für strategische Innovationen, dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung und dem Kohäsionsfonds.

Maßnahmen vor Ort

Es wurden verschiedene Maßnahmen umgesetzt, um die politischen Ziele der EU zu verwirklichen, mit denen Forschung, Investitionen und die Einführung sauberer Energie gefördert werden. Einige dieser EU-Maßnahmen, wie die EU-Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden oder die EU-Strategie für emissionsarme Mobilität, sind gezielt für Schlüsselsektoren konzipiert. Die EU hat aber auch Maßnahmen verabschiedet, die sich mit wesentlichen Zielen befassen, wie Energieeffizienz sowie der Förderung von Investitionen und Forschung, darunter die Energieeffizienzrichtlinie und die Initiative „Intelligente Finanzierung für intelligente Gebäude“.

Diese Politik und diese Bemühungen zahlen sich aus. Schätzungen zufolge sollen bis 2020 mit den Ökodesign- und Energiekennzeichnungsrahmenrichtlinien 175 Mill. t RÖE pro Jahr³⁴ an Primärenergie eingespart werden - mehr als der jährliche Primärenergieverbrauch Italiens. Mit anderen Worten, allein schon aufgrund dieser beiden EU-Rahmenrichtlinien könnten die Europäer den Erwartungen zufolge jedes Jahr fast 500 EUR pro Haushalt an Strom sparen. Neben der Schaffung zusätzlicher Einnahmen und Arbeitsplätze

tragen die Rahmenrichtlinien aber auch zur Energieversorgungssicherheit bei, denn damit werden die Energieeinfuhren um 1,3 Mrd. Barrel Öläquivalent pro Jahr reduziert. Dies bedeutet eine Vermeidung von 320 Mio. Tonnen Kohlendioxidemissionen jedes Jahr - ein erheblicher Beitrag zu den Klimaszutzziele der EU.

Deutlichere Energieeffizienz-Kennzeichnungen auf Haushaltsgeräte sind dabei nur ein Aspekt. Rechtsrahmen dieser Art sind Teil der umfassenderen Ziele der EU in Verbindung mit der Kreislaufwirtschaft³⁵, mit denen ein effizienterer Einsatz aller Ressourcen in der gesamten europäischen Volkswirtschaft angestrebt wird. Die Art und Weise, in der wir Produkte, Städte und Gebäude konzipieren, sollte der Reduzierung der eingesetzten Ressourcen einschließlich von Energie förderlich sein, bei gleicher oder höherer Leistung. Auch mithilfe des Ökodesigns sollte es einfacher werden, Produkte mit Blick auf die Wiederverwendung einzelner Bestandteile zu zerlegen. In diesem Zusammenhang würde Europa bei einer zunehmend ressourceneffizienten Wirtschaft Energie tatsächlich als Ressourceneinsatz sparen. Durch die Einsparung und effizientere Nutzung von Wasser beispielsweise würde Europa auch die Energie einsparen, die für die Entnahme von Wasser, den Transport, die Aufbereitung usw. eingesetzt würde. Einer Studie³⁶ der Europäischen Kommission zufolge könnte Europa Energie in einer Menge einsparen, die 2 % bis 5 % seines gesamten Primärenergieverbrauchs entspricht, einfach nur, indem das Wasser effizienter genutzt wird.



Tim Farrell
Leitender Berater
Copenhagen Centre on
Energy Efficiency



Energieeffizienz kommt allen zugute

Potenzielle Gewinne aufgrund der Verbesserung der Energieeffizienz sind sehr wichtig — nicht nur für die Einsparung von Energie und die Bekämpfung des Klimawandels, sondern auch im Hinblick auf den Beitrag zu einer Reihe weiterer Vorteile, darunter auch die Verbesserung der menschlichen Gesundheit und die Schaffung von Arbeitsplätzen. Wir fragten Tim Farrell, leitender Berater beim Copenhagen Centre on Energy Efficiency, welcher Ansatz im Zusammenhang mit der Steigerung der Energieeffizienz die besten Ergebnisse bringt. Er hob hervor, dass gezielte politische Maßnahmen und ausreichende Ressourcen für die Umsetzung und Einhaltung zu den entscheidenden Erfolgsfaktoren zählen.

Weshalb sollten wir in Energieeffizienz investieren?

Energieeffizienz lässt sich so zusammenfassen: mehr Leistung und Dienstleistungen bei gleichem Energieeinsatz oder gleiche Leistung bei geringerem Energieeinsatz. So erzeugen wir mit LED-Glühlampen dieselbe Helligkeit, doch verbrauchen diese rund 80% weniger Energie und haben eine sehr viel längere Lebensdauer als herkömmliche Glühlampen.

Mangelnde Energieeffizienz ist über die gesamte energiewirtschaftliche Wertschöpfungskette hinweg zu beobachten — von der Gewinnung, Umwandlung und Beförderung über die Übertragung bis zum Energieendverbrauch. Die Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden bewirkt nicht nur eine Verbesserung der Luftqualität und des Komforts im Haus, sondern bedeutet auch geringere Stromrechnungen, und sie fördert die Beschäftigung in Bereichen wie Bauwirtschaft, Wärmedämmung und Heiz- sowie Kühlsysteme. Auch im Verkehrssektor können zusätzliche Vorteile erzielt werden. Angesichts der erwarteten Verdreifachung der weltweiten Fahrzeugflotte bis 2050 erlassen viele Länder Normen für die Kraftstoffeinsparung, die die Abhängigkeit

von Öl, die Treibhausgasemissionen und die Luftverschmutzung senken sollen.

Die rasante Zunahme von Elektroautos in den letzten Jahren wurde in manchen Ländern durch eine Reihe von ergänzenden Strategien und politischen Maßnahmen gefördert. So hat beispielsweise Norwegen seit den 1990er-Jahren eine lange Liste von präferierten politischen Maßnahmen für emissionsfreie Fahrzeuge erlassen und das Ziel vorgegeben, wonach alle im Land verkauften Autos bis 2025 Elektroautos sein müssen. Dieses Paket von politischen Maßnahmen hat die Erwartungen der Verbraucher und Anbieter geprägt, was 2016 dazu geführt hat, dass die Flotte der aufladbaren Elektrofahrzeuge Norwegens zur größten Pro-Kopf-Flotte der Welt wurde.

Welche Zusammenhänge bestehen zwischen Energie und nachhaltiger Entwicklung?

Verbesserungen der Energieeffizienz sind ebenfalls ein starker, jedoch häufig übersehener Antriebsfaktor für den Energiezugang, der für die 1 Milliarde Menschen, die noch immer keinen Zugang zur Stromversorgung besitzen, Anlass zu Optimismus gibt. So kann beispielsweise eine

netzunabhängige Energieversorgung zusammen mit effizienten Geräten für ausreichende Mengen an sauberer Energie zu erschwinglichen Preisen sorgen und zugleich zur nachhaltigen Entwicklung beitragen. Eine Verknüpfung von Energieeffizienz mit Energiezugang und erneuerbaren Energien ist in der Tat notwendig, um Ziel 7³⁷ der Ziele für nachhaltige Entwicklung³⁸ der Vereinten Nationen zu erreichen, welches lautet, bis 2030 „Zugang zu bezahlbarer, verlässlicher, nachhaltiger und moderner Energie für alle zu sichern“. Energie gilt als entscheidend für die Erreichung fast aller Ziele für nachhaltige Entwicklung, angefangen bei ihrer Funktion zur Bekämpfung von Armut über Fortschritte im Gesundheits- und Bildungswesen, in der Wasserversorgung und Industrialisierung bis zur Bekämpfung des Klimawandels.

Gibt es ein Patentrezept für die Erreichung von Energieeffizienz?

Energieeffizienz stellt für Regierungen, den privaten Sektor und die Gemeinschaft eine kostenwirksame Möglichkeit dar, verschiedene Ziele zu erreichen — seien es Energieeinsparungen, Absenkung von Emissionen, finanzielle Einsparungen, Energieversorgungssicherheit, gesundheitliche Vorteile u.v.m. Aus meiner Erfahrung heraus kann ich sagen, dass es natürlich keine Patentrezept gibt, mit der für unterschiedliche Regionen, Länder oder Städte Energieeffizienz erreicht werden kann.

Es ist wichtig, ehrgeizige Ziele zu stecken, die unser Handeln leiten, institutionelle Rahmen und nationale Strategien festzulegen und wirksame Maßnahmenpakete zu schnüren, bei denen Vorschriften, Anreize sowie Instrumente für den Kapazitätsaufbau und Informationen miteinander verknüpft werden. Alle diese Aktivitäten müssen durch die Bereitstellung solider Daten, Durchsetzung, Überwachung und Bewertung begleitet werden.

Wo soll man ansetzen?

Sinnvollerweise sollten Maßnahmen vorrangig in den Sektoren eingeleitet werden, die das größte Potenzial für die Verbesserung der Energieeffizienz aufweisen. Der sektorenspezifische Energieverbrauch und der eingesetzte Brennstoffmix unterscheiden sich häufig erheblich. In einem Bereich, in dem ein signifikanter Anteil der Energie für industrielle Tätigkeiten eingesetzt wird, könnten die Behörden Maßnahmen wie die Förderung der Übernahme von Energiemanagementsystemen Vorrang einräumen. Alternativ dazu ist es in einem Bereich, in dem ein Großteil der Energie zum Beheizen und Kühlen ineffizienter Gebäude verwendet wird, sinnvoller, wenn die Regierung sich schwerpunktmäßig mit der Verbesserung der Leistungseffizienz der Bausubstanz vor Ort befasst und hierzu Bauordnungen und Energieausweise für Gebäude verwendet und die Entwicklung von Niedrigstenergiegebäuden fördert. In einem Ballungsgebiet, das ständig mit Verkehrsentpässen kämpft, könnten die Behörden vorrangig in den öffentlichen Nahverkehr investieren, etwa in Schnellbussysteme (Bus-Rapid-Transit-Systeme). Derzeit nutzen rund 35 Millionen Fahrgäste in 206 Städten³⁹ weltweit solche Schnellbussysteme, die innovative, hochleistungsfähige Lösungen für den öffentlichen Personennahverkehr zu niedrigeren Kosten anbieten, die die städtische Mobilität verbessern und die Luftverschmutzung verringern.

Auch technologische Neuerungen im privaten Sektor spielen eine immer bedeutendere Rolle. Innovationsführer bei Neuerungen beispielsweise im Bereich Energielagerung, Konnektivität und intelligente Energiesysteme sind Unternehmen wie Tesla, Danfoss und Siemens u.v.m.

Wirken sich Energiepreise auf Energieeffizienz aus?

Der Preis ist ein sehr starker Anreiz für Verbraucher, ihren Energieverbrauch zu drosseln und zu einer höheren Effizienz überzugehen. Die Politik im Bereich Energieeffizienz gerät häufig ins Straucheln, wenn die Energiepreise subventioniert werden, weil die niedrigen Energiepreise die wirtschaftliche Rentabilität von Energieeffizienz beeinflussen. Es ist festzustellen, dass sich immer mehr Länder verpflichten, diese Subventionen zu reformieren, wobei einige Länder Möglichkeiten ausloten, die Subventionen von den Energieversorgern zu den Endverbrauchern zu verlagern.

Derzeit liegen viele technische Lösungen vor, die Sofortmaßnahmen ermöglichen, die die Energieeffizienz forcieren sollen. Ein gutes Beispiel hierfür ist der Einsatz von intelligenten Mess- und Abrechnungssystemen. Viele Verbraucher zahlen ihre Stromrechnung alle drei Monate und sind sich der Möglichkeiten, die Effizienz über einen Wechsel der Technologien oder eine Änderung ihrer Verhaltensmuster zu steigern, gar nicht bewusst. Verbrauchsinformationen für Endverbraucher können dazu beitragen, die Energienutzung zu verändern und die Energieeffizienz zu verbessern. Manche Länder stellen gezielte Analysen und Informationen auf ihren Stromrechnungen zur Verfügung, damit die Haushalte ihren Stromverbrauch mit ähnlichen Haushalten in den Ortsgemeinden vergleichen können. Andere Haushalte ziehen Echtzeitinformationen über Smartphones oder Inhome-Anzeigen, die den Hauseigentümern die Möglichkeit geben, ihre Vorgehensweise und ihr Verhalten zu ändern, bevor sie ihre Rechnung bekommen, vor.

Auch starke Nachfragesignale seitens der Verbraucher nach effizienten Kühlschränken und Klimaanlageanlagen können Unternehmen dazu veranlassen, Neuerungen einzuführen und energieeffizientere Produkte anzubieten.

Wer muss einbezogen und informiert werden?

Energieeffizienz ist ein fragmentiertes Feld, an dem viele Interessengruppen beteiligt sind, u.a. Regierungen, der private Sektor, internationale Organisationen, Geldgeber und die Zivilgesellschaft. Alle interessierten Kreise müssen mithilfe von Daten und Informationen ermächtigt werden, fundierte Entscheidungen in Verbindung mit hochrangigen Zielen, politischen Maßnahmen, Programmen und Investitionen zu treffen.

Das Copenhagen Centre⁴⁰ ist bestens dafür geeignet, eine zentrale koordinierende Rolle an gezielten hochkarätigen Standorten einzunehmen, und fördert die forcierte Durchführung von Maßnahmen zur Energieeffizienz auf globaler, nationaler und städtischer Ebene. Im Zusammenhang mit der Initiative des Generalsekretärs der Vereinten Nationen Nachhaltige Energie für Alle⁴¹ fungieren wir als thematische Drehscheibe für Energieeffizienz. In diesem Zusammenhang haben wir u.a. zur Erschließung von Wissensquellen wie etwa der Initiative Regulierungsindikatoren für Nachhaltige Energie⁴² (RISE) der Weltbank beigetragen.

Tim Farrell Leitender Berater

Copenhagen Centre on Energy Efficiency, Teil der Partnerschaft zwischen dem Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) und DTU



Steuern wir auf eine elektrische Zukunft zu?

Auf europäischen Straßen vollzieht sich ein geräuschloser Wandel. Der Einsatz von Elektrofahrzeugen soll in ganz Europa starten. Es ist ein Schritt, der den Weg zu einem umweltfreundlicheren Straßenverkehrssystem ebnen könnte, jedoch auch mit Herausforderungen bei der Deckung des Energiebedarfs und den Investitionen in die entsprechende Infrastruktur verbunden sein könnte.

Wenn es nach den jährlichen Automobilausstellungen geht, drängen batteriebetriebene Elektroautos, dank rasanter technologischer Fortschritte und des erwarteten Preisrückgangs bei Neuwagen, in den kommenden Jahren aufgrund preiswerterer Batteriesysteme in den Massenmarkt. Automobilhersteller profitieren von der steigenden Nachfrage nach umweltfreundlicheren, schadstoffärmeren Autos infolge zunehmender gesundheitlicher Bedenken in Verbindung mit der Luftverschmutzung. Führende Automobilhersteller behaupten, dass die neueren batteriebetriebenen Elektrofahrzeuge zuverlässiger und langlebiger seien. Auch die Luftqualitätsproblematik hat das Interesse der Öffentlichkeit an Dieselfahrzeugen gebremst.

Der Umsatz mit batteriebetriebenen Elektrofahrzeugen in der Europäischen Union (EU) folgt seit 2008 weiter einem deutlichen Aufwärtstrend und ist 2015 gegenüber dem Umsatz 2014 um 49% gestiegen⁴³. Trotz eines etwas langsameren Wachstums 2016 dürfte sich dieser Aufwärtstrend langfristig fortsetzen. Doch bleiben Dieselfahrzeuge und Benziner weiterhin die Könige der Straße. 2016 waren insgesamt 49,4% aller zugelassenen Neuwagen in der EU mit einem Dieselmotor ausgestattet,

47% mit einem Benzinantrieb. Elektrische batteriebetriebene und Plug-in-Hybrid - („Steckdosenhybrid“)-Fahrzeuge zusammen machen mit einem Anteil von 1,1% aller in der EU verkauften Neuwagen, noch immer nur einen Bruchteil des Gesamtumsatzes aus. Ausgehend von den derzeitigen Marktverhältnissen wird erwartet, dass sich der künftige Marktanteil⁴⁴ neuer Elektroautos bis 2020-2025 auf 2% bis 8% belaufen wird.

Mehrere Studien gelangen zu dem Schluss, dass die Kosten noch immer der Hauptgrund dafür sind, dass sich Verbraucher noch nicht uneingeschränkt zu Elektrofahrzeugen bekennen, ebenso wie die Zuverlässigkeit der neuen Technologie. Problematisch sind nach wie vor auch die Themen Reichweite und Lebensdauer der Batterie, Verfügbarkeit von Ladestationen und Unterhaltskosten einschließlich Steuern und Wartung.

Benzinern wird der Stecker gezogen

Trotz dieser Herausforderungen wird Werbung für elektrisch betriebene Fahrzeuge gemacht, da sie maßgeblich am Aufbau eines nachhaltigen Mobilitätssystems beteiligt sind. Sie sollen die Fesseln der langjährigen Abhängigkeit Europas von Verbrennungsmotoren und Öl für seine Beförderungsbedürfnisse sprengen.

Die verstärkte Nutzung von Fahrzeugen mit Elektroantrieb, insbesondere solchen, die mit erneuerbaren Energien betrieben werden, kann für die Zielerreichung der EU, die Treibhausgasemissionen bis 2050 um 80% bis 95% zu senken und auf eine emissionsarme Zukunft zuzusteuern, eine wichtige Rolle spielen.

Fahrzeuge mit Elektroantrieb sind in der Regel deutlich energieeffizienter⁴⁵ als solche, die mit fossilen Kraftstoffen betrieben werden. Je nach Art der Stromerzeugung kann der Einsatz von akkubetriebenen Elektroautos zu einer erheblichen Senkung des CO₂-Ausstoßes und der Emissionen von luftverschmutzenden Stickoxiden und Feinstaub führen, welche in vielen Städten Europas die Hauptursachen für Probleme mit der Luftqualität bilden.

Von allen europäischen Ländern ist Norwegen beim Einsatz von Elektrofahrzeugen führend. In Norwegen sind inzwischen 100 000 Elektrofahrzeuge⁴⁶ im Einsatz, und der norwegische Verband für Elektrofahrzeuge möchte diese Zahl bis 2020 auf 400 000 erhöhen. In vielen europäischen Ländern ist die verstärkte Verwendung von Elektroautos auf die vielen Anreize und Subventionen zurückzuführen, mit denen Autofahrern der Umstieg auf umweltfreundliche Produkte schmackhaft gemacht werden soll, einschließlich Steuerbefreiungen, Preisnachlässen und kostenfreien Parkplätzen für Elektroautos. Solche Förderregelungen haben großen Einfluss auf den Umsatz. Nachdem in den Niederlanden und in Dänemark 2016 die steuerlichen Anreize und Subventionen gestrichen worden waren, ist der Verkauf von Plug-in-Hybrid- und

batteriebetriebenen Elektrofahrzeugen merklich gesunken. Dänemark hat allerdings 2017 einige Steuervergünstigungen wieder eingeführt, um den Umsatz anzukurbeln.

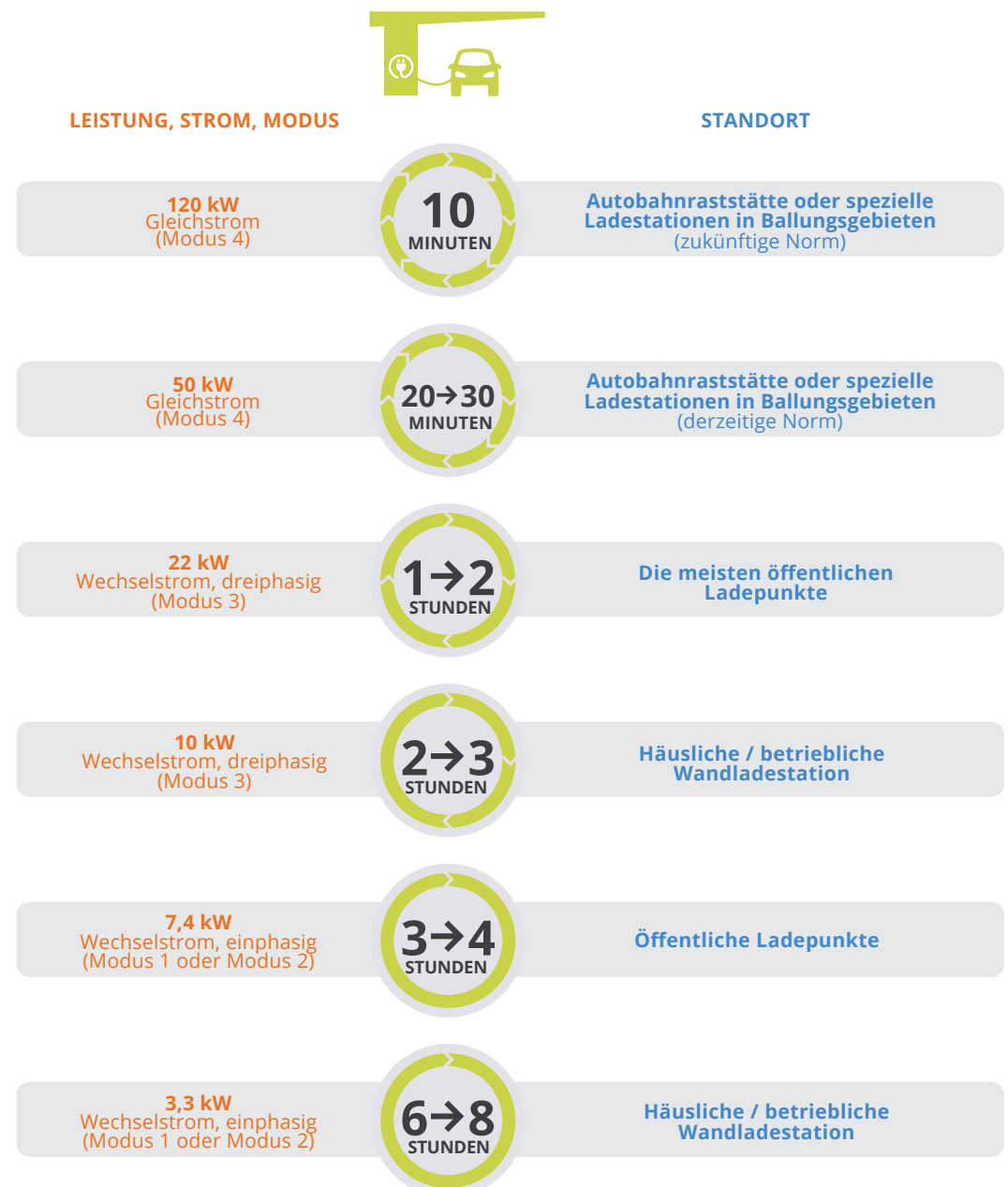
Auswirkungen auf Luftqualität und Klimawandel

Ein Boom bei Elektrofahrzeugen wird zu einer Senkung der Treibhausgasemissionen und zu einer besseren Luftqualität in Stadtzentren und den wichtigsten Verkehrskorridoren führen. Doch wird die steigende Nachfrage nach Strom für den Betrieb dieser Autos die Energieversorger vor eine andere Herausforderung stellen. Eine Analyse der EUA⁴⁷ deutet darauf hin, dass für den Fall, dass der Einsatz von Elektroautos bis 2050 auf 80% steigt, zusätzliche 150 Gigawatt Strom erforderlich werden, um diese Autos zu laden. Der gesamte Stromverbrauch Europas durch Elektroautos würde von etwa 0,03% 2014 auf 9,5% 2050 steigen.

Je nachdem, welche Stromquelle genutzt wird, könnten die positiven Auswirkungen auf Klima und Luftqualität durch zusätzliche Emissionen aus dem betreffenden Energiesektor wieder aufgehoben werden. Höhere Emissionen wären noch spürbarer, wenn der zusätzliche Energiebedarf mit Strom aus Kohlekraftwerken gedeckt würde. Diese vermehrte Nutzung von Kohle für die Stromerzeugung in manchen Regionen könnte zu zusätzlichen Schwefeldioxidemissionen führen. Alles in allem lässt sich jedoch davon ausgehen, dass die Kohlendioxid-, Stickoxid- und Feinstaubemissionen im Straßenverkehr, die verhindert würden, die höheren Emissionen aufgrund der Stromerzeugung auf EU-Ebene überwiegen.

Ladezeiten für eine Fahrt von 100 km

Elektrofahrzeuge können auf verschiedene Arten mittels Stecker aufgeladen werden. Vier Lademodi sind weit verbreitet. Jeder Modus kann unterschiedliche Kombinationen der von der Ladestation bereitgestellten elektrischen Leistung (in kW), der Art des verwendeten Stroms (Wechselstrom oder Gleichstrom) und der Art des Steckers aufweisen. Die Leistung der Ladequelle hängt sowohl von der Spannung als auch vom Höchststrom der Stromversorgungsquelle ab.



Anmerkung: Weitere Informationen zum Thema Aufladen und Elektrofahrzeuge entnehmen Sie bitte dem EUA-Bericht 20/2016 — Electric vehicles in Europe.
Quelle: E-Mobility NSR, 2013.



Der E-Boom droht, das Netz zu belasten

Ein E-Boom könnte aber auch eine schwierige Herausforderung für die bestehende Strominfrastruktur und die Netze darstellen, insbesondere in Ländern, die mehr Strom aus erneuerbaren Quellen nutzen. Die meisten nationalen Netze sind derzeit für den Umgang mit einem verstärkten Einsatz von Fahrzeugen mit Batterieantrieb schlecht gerüstet und in vielen Ländern fehlt die geeignete Infrastruktur für die Ladestationen. Die meisten Länder in Europa verfügen lediglich über ein paar Tausend öffentliche Strom-Tankstellen, und meist erfolgt die Ladung sehr langsam — wodurch ein Ladevorgang mithilfe haushaltsüblicher (AC) Wechselstromsteckdosen und -kabel im Niederspannungsbereich möglich wird. Demgegenüber liefern Schnellladestationen Hochspannungs-Gleichstrom (DC), was einen viel schnelleren Ladevorgang ermöglicht. Dies ist allerdings kostspieliger und bei der Leistungsübertragung geht mehr Strom verloren.

Befürchtet wird außerdem, dass die meisten Menschen ihre leer gefahrenen Autos nach der Arbeit an die Steckdose hängen, was die Energienetze in Spitzenzeiten zusätzlich belasten würde. Neuere Elektroautos können jedoch so programmiert werden, dass sie nicht automatisch geladen werden, wenn der Stecker in die Steckdose gesteckt wird, sondern zu ganz bestimmten Zeiten. Beispielsweise ist im Vereinigten Königreich, im Rahmen eines Forschungsprojekts bei dem ein „Vehicle-to-grid“-System zum Einsatz gelangt, das nationale Netz in der Lage, bei Verbrauchsspitzen Strom aus Autobatterien zu ziehen, um Angebot und Nachfrage auszubalancieren und zugleich sicherzustellen,

dass die Fahrzeuge morgens voll aufgeladen sind. Die EU fördert⁴⁸ den Auf- und Ausbau der Verkehrsinfrastruktur in Europa, um die Einrichtung von E-Tankstellen auf den wichtigsten Straßen zu beschleunigen.

Der Weg dorthin

Angesichts all dieser Herausforderungen stellt sich die Frage, ob die Elektrifizierung unseres Straßenverkehrssystems tatsächlich realistisch ist. Dies scheinen zumindest politische Entscheidungsträger, einschließlich europäischer Regierungen und der Europäischen Kommission sowie einige Automobilhersteller und Stromversorger, zu denken. Elektrofahrzeuge, die aus erneuerbaren Energiequellen betrieben werden, können bei der Umstellung auf einen umweltfreundlicheren, nachhaltigeren Straßenverkehr eine sehr wichtige Rolle spielen. Natürlich vermag diese Umstellung allein die heutigen Probleme wie Staus, Parken, den Bau von Straßen und Gebäuden sowie deren Reparaturen, mit denen unsere Städte im Moment zu kämpfen haben, nicht allesamt zu lösen. Das alleine wird auch nicht ausreichen, um das Ziel der EU, auf eine emissionsarme Wirtschaft umzustellen, zu erreichen.

Jüngsten Umfragen zufolge ist sich die Öffentlichkeit zunehmend bewusst⁴⁹, dass eine Umstellung auf Elektroautos, zur Verringerung der Luftverschmutzung und zur Reduzierung der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen, dringend notwendig ist. Der Ersatz von Diesellastwagen durch Elektrofahrzeuge für den innerstädtischen Lieferverkehr könnte sicherlich zur Verbesserung der Luftqualität in Städten beitragen. Die Einführung des Car-Sharing in vielen europäischen Städten

zeigt außerdem, dass sich die Menschen inzwischen fragen, ob der Besitz eines Autos tatsächlich zu ihrem Lebensstil dazugehört, da andere Mobilitätsangebote immer komfortabler werden und in den meisten Fällen auch günstiger sind.

Die EU und die einzelstaatlichen Regierungen haben bereits Rechtsvorschriften erlassen, um die Entwicklung von emissionsärmeren Technologien im Verkehrswesen zu fördern und Ziele für den Zugang der Öffentlichkeit zu E-Tankstellen festzulegen. Die Industrie beginnt dank Darlehen und Ergänzungsfinanzierungen der EU bereits mit Investitionen in den Aufbau der dringend benötigten Schnelladeinfrastruktur⁵⁰ entlang der wichtigsten Autobahnen in Europa. Damit lassen sich Befürchtungen hinsichtlich der Zuverlässigkeit ausräumen. Für große europäische Energieversorgungsunternehmen sind die kommenden fünf bis zehn Jahre maßgebend, um die Infrastruktur aufzubauen, damit die Elektrifizierung des Verkehrssektors erfolgen kann.

In mehreren Ländern wurden Subventionen und andere Anreize wie z.B. Steuerbefreiungen eingeführt, um die Anschaffung von Elektroautos attraktiver zu machen. Aber auch die Kommunalbehörden auf regionaler oder städtischer Ebene sind aktiv geworden. Sie haben kostenlose Parkplätze und E-Tankstellen für Elektroautos in verkehrsreichen Stadtzentren eingerichtet und Elektroautos von Straßenbenutzungsgebühren befreit bzw. Ermäßigungen angeboten. Der Energiesektor sowie einige EU-Mitgliedstaaten üben außerdem Druck auf die EU aus, damit die entsprechende Plug-In-Infrastruktur rund um Arbeitsstätten und Wohnungen sowie in der Nähe von

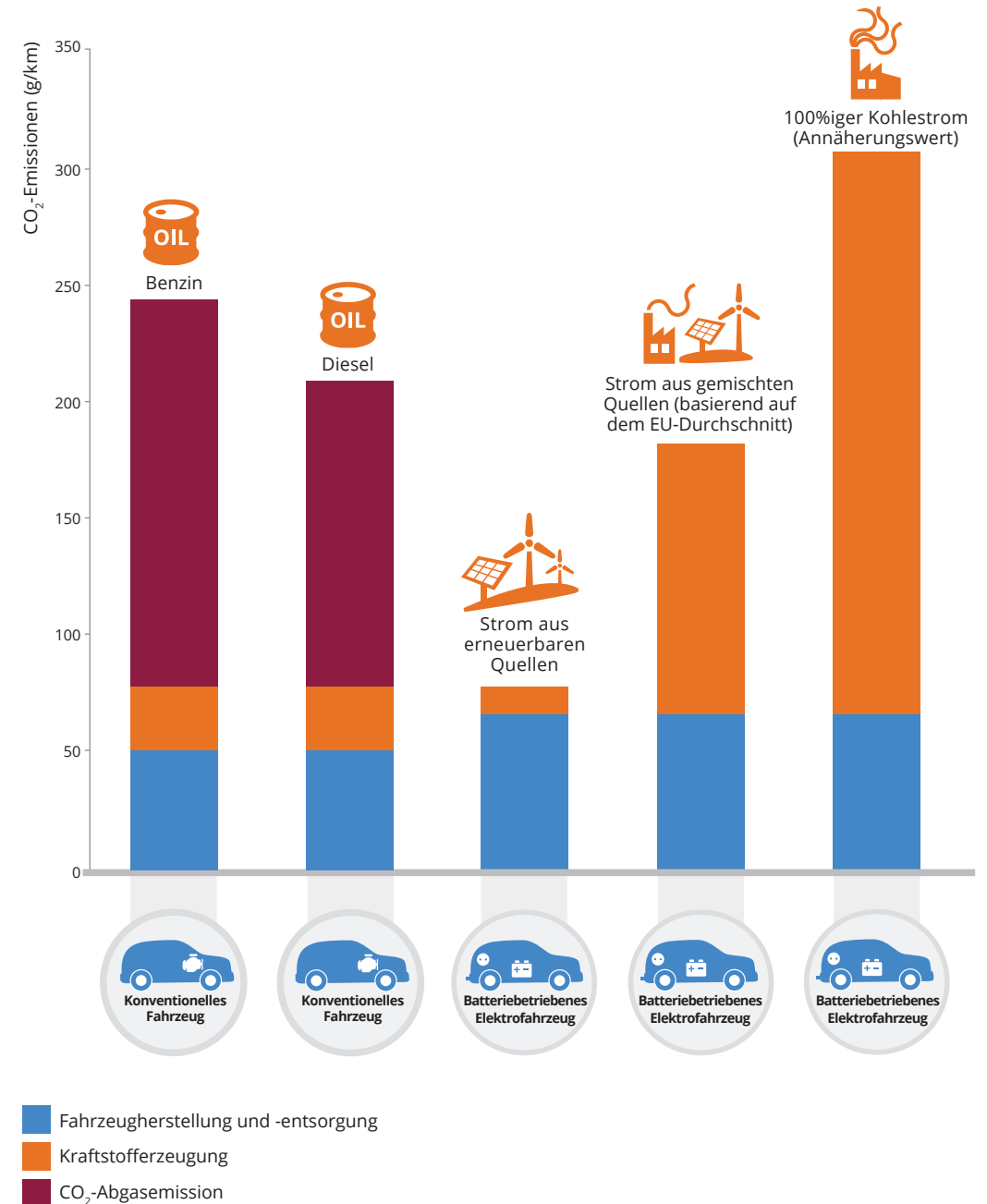
Stadtwohnungen aufgebaut wird. Damit die Umstellung auf Elektroautos in einem größeren Maßstab erfolgen kann, ist ein einfaches und schnelles Aufladen der Batterien entscheidend und muss damit verbessert werden.

Die Autohersteller haben ihrerseits ebenfalls damit begonnen, in Smartphone-basierte Car-Sharing-Programme als weitere Möglichkeit ihre Elektrofahrzeuge zu bewerben, zu investieren. Mit Reichweiten von 150 bis 300 km unter realitätsnahen Fahrbedingungen sind Elektroautos für die meisten Fahrten im Rahmen des Car-Sharing ideal. Die Hersteller investieren aber auch in elektrische selbstfahrende (autonome) Fahrzeuge⁵¹, die Experten zufolge die Zahl der Fahrzeuge auf der Straße in Zukunft um sage und schreibe 90% reduzieren könnten.

Einige Hersteller haben bereits damit begonnen, Elektrofahrzeuge für die Beförderung im Straßengüterverkehr zu erforschen. Das schweizerische Unternehmen E-Force produziert bereits komplett elektrische LKWs mit einer Reichweite von bis zu 300 km, die hauptsächlich im Stadt- und Überlandverkehr zum Einsatz kommen sollen. Andere Hersteller ziehen nach. Städte in ganz Europa haben mit der Einführung von Elektrobussen auf einigen ihrer öffentlichen Verkehrswege begonnen. Wie wohl der nächste Durchbruch aussehen wird – Frachtschiffe mit Solarsegeln oder eine kombinierte Straßen- und Schieneninfrastruktur, bei der der komplette Landverkehr durch sauberen Strom angetrieben werden kann? Auch ein solarbetriebenes Flugzeug wurde schon erfunden und hat seine Erdumrundung von 40 000 km erfolgreich absolviert.

CO₂-Lebenszyklusemissionen verschiedener Fahrzeug- und Kraftstoffarten

Fahrzeuge mit Elektroantrieb sind in der Regel deutlich energieeffizienter als solche, die mit fossilen Kraftstoff betrieben werden. Je nach Art der Stromerzeugung kann der verstärkte Einsatz von batteriebetriebenen Elektroautos zu einer erheblichen Senkung der CO₂-Emissionen und des Ausstoßes der Luftschadstoffe Stickoxid und Feinstaub führen, welche in vielen Städten Europas die Hauptverursacher von Luftqualitätsproblemen sind.



Anmerkung: Die Annäherungswerte beziehen sich auf ein durchschnittliches Mittelklassefahrzeug für eine Gesamtfahrstrecke von 220 000 km.
Quelle: TNO, 2015; eigene Berechnungen der Verfasser.



Global und lokal: sichere und bezahlbare Energie

Energie ist eine Ware, die auf globalen Märkten gehandelt wird. Ein mangelnder Zugang zu erschwinglichen Energiequellen, Störungen der Energieflüsse, eine hohe Abhängigkeit von Importen und starke Preisschwankungen gelten allesamt als potenzielle Schwachpunkte, die sich auf die Wirtschaft und damit auf das wirtschaftliche und soziale Wohlbefinden der betroffenen Gemeinschaften auswirken. Kann eine Erhöhung der Kapazitäten an erneuerbaren Energien in Europa und auf der Welt die Spielregeln der globalen Energiepolitik verändern? Welchen Beitrag leistet die europäische Energieunion dazu?

Eine zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung ist für unsere Lebensqualität entscheidend. Viele der Waren und Dienstleistungen, die wir tagtäglich nutzen, sind mit dem Einsatz von Energie verbunden – eine selbst gekochte Mahlzeit, eine angenehme Zimmertemperatur in der Wohnung, heiße Duschen, Fernseh- und Radioprogramme, die Auslieferung von Paketen von im Internet bestellten Waren, Flüge, eine Busfahrt, ein Telefongespräch, ärztliche Eingriffe usw. Eine Unterbrechung der Energieversorgung kann viele Aktivitäten komplett zum Erliegen bringen.

Die Europäische Union (EU) führt derzeit etwas mehr als die Hälfte ihrer innergemeinschaftlich verbrauchten Energie ein, während ein kleinerer Anteil der in der EU erzeugten Energie exportiert wird. Trotz ihres rückläufigen Anteils am Gesamtenergiemix und der insgesamt sinkenden Nutzung sind fossile Brennstoffe weiterhin mit Abstand die wichtigste Energiequelle, mit der 2015 rund drei Viertel des Energieverbrauchs in der EU gedeckt wurden. Außerdem hat die Abhängigkeit der EU von der Einfuhr fossiler Brennstoffe ⁵² zugenommen. 2005 wurden für jede in der EU erzeugte Tonne 2 Tonnen fossiler

Brennstoffe eingeführt, während die EU 2015 für jede erzeugte Tonne 3 Tonnen fossiler Brennstoffe eingeführt hat.

Russland und Norwegen sind die beiden größten Rohöl- und Erdgasexporteure in die EU ⁵³. 2015 lieferte Russland 29% des importierten Rohöls und 37% des eingeführten Erdgases, gefolgt von Norwegen mit 12% bei Rohöl und 32% bei Erdgas. Zwischen 2004 und 2015 wurde Russland außerdem zu einem bedeutenden Exporteur von festen Brennstoffen wie Kohle und Braunkohle und bestritt 2015 29% der Importe, gefolgt von Kolumbien und den USA.

Die EU-Mitgliedstaaten unterscheiden sich erheblich voneinander, was das Ausmaß ihrer Abhängigkeit von Energieeinfuhren ⁵⁴ anbetrifft. Dänemark und Estland decken ihren Energiebedarf fast vollständig aus der inländischen Erzeugung, während Malta, Luxemburg und Zypern fast ihre gesamte Energie importieren. Die Importabhängigkeit könnte für einen einzelnen Mitgliedstaat wie auch für die EU insgesamt ein wirtschaftliches und geopolitisches Risiko darstellen. Die Auswirkungen einer Unterbrechung der

internationalen Energieflüsse könnten weit über die Ausfuhr- und Einfuhrländer hinausreichen.

Wenn die Zufuhr unterbrochen wird

Wie viele andere Ressourcen sind auch Öl und Erdgas gehandelte Güter, die auf internationalen Märkten verkauft werden. Preisschwankungen sind Tag für Tag als Reaktionen auf Marktsignale, politische Aussagen oder sogar auf reine Spekulationen am Markt zu beobachten. In den letzten 70 Jahren schwankten die Rohölpreise⁵⁵ stark und reichten von unter 20 USD bis zu über 150 USD pro Barrel^(viii). Einige dieser Schwankungen waren auf größere Preisschocks zurückzuführen, die durch politische Turbulenzen in den ölproduzierenden Regionen, auf Versorgungsengpässe auf globalen Märkten infolge begrenzter Produktionskapazitäten oder auf Störungen im Energiehandel ausgelöst worden waren.

Die Ukraine ist nicht nur Importeur, sondern auch ein wichtiges Energietransitland, welches das in Russland und in den zentralasiatischen Republiken gewonnene Erdgas nach Ost- und Südosteuropa befördert. Am 1. Januar 2009 stellte Russland nach einem Preiskonflikt die Gaslieferungen in die Ukraine ein. Innerhalb weniger Tage meldeten Bulgarien, Griechenland, Ungarn, Polen, Rumänien und die Türkei Druckabfälle in den Leitungen. In Bulgarien mussten wichtige Fabrikanlagen die Produktion einstellen, während die Slowakei den Notstand ausrief. In diesem besonders strengen Winter 2009 konnten die Wohnungen und Häuser nicht mehr geheizt werden.

^(viii) West Texas Intermediate in realen Preisen, 2015.

^(ix) West Texas Intermediate in realen Preisen, 2015.

Durch die Kontrolle der auf globalen Märkten vorhandenen Energiemengen können große Energieerzeuger auch die Preise beeinflussen. So kletterten beispielsweise nach dem Jom-Kippur-Krieg in Nahost 1973-1974 die Rohölpreise innerhalb weniger Wochen von 20 USD auf über 50 USD^(ix). Diese „erste Ölkrise“ wurde u.a. durch eine Entscheidung einer Reihe erdölexportierender Staaten ausgelöst, die Ausfuhrpreise für Erdöl um 70% zu erhöhen und die Ausfuhren in bestimmte Länder zu blockieren. Die Auswirkungen auf die Weltwirtschaft waren unmittelbar spürbar.

Angesichts des Ausmaßes der potenziellen sozioökonomischen Auswirkungen stellen eine hohe Importabhängigkeit bei den wichtigsten Rohstoffen (in manchen Fällen z.B. Öl, Gas und Elektrizität) und die Abhängigkeit von einer begrenzten Zahl von Versorgern in den Augen von Regierungen eine Schwachstelle dar. Hierzu haben viele Länder Maßnahmen ergriffen, um sich gegen Unterbrechungen zu wappnen, etwa durch Ausweitung ihrer Kapazitäten zur Lagerung von Energie oder durch Diversifizierung ihrer Quellen. Manche Länder haben zusätzlich in die Erzeugung erneuerbarer Energien auf ihrem Hoheitsgebiet investiert. Andere haben ihre Länder an grenzüberschreitende Energienetze und Stromnetze angeschlossen. Ebenso haben sich in manchen Ländern die Konsummuster und -gewohnheiten beim Energieverbrauch verändert. Manche Gemeinden mussten wieder wie früher Holz verbrennen, um ihre Wohnungen zu heizen, was sich wiederum auf die Luftqualität in diesen Dörfern ausgewirkt hat. In anderen Ländern wie z.B. Dänemark



hat die Benzinknappheit der 1970er-Jahre die Öffentlichkeit dazu veranlasst, wieder häufiger Fahrrad zu fahren und die Behörden, dies durch ein gut ausgebautes Radwegenetz zu unterstützen.

Der globale Energiebedarf wächst

Die Importabhängigkeit ist nicht das einzige Risiko in Verbindung mit der Energieversorgung. Energiearmut, die definiert ist als mangelnder Zugang zu ausreichenden Mengen an bezahlbarer Energie, ist ein weiteres Risiko. Die Ursache hierfür kann ein fehlender Anschluss an die wichtigsten Energienetze sein. Große Produktionsanlagen, die Arbeitsplätze für die Gemeinden vor Ort schaffen, hängen häufig vom Zugang zu einer kontinuierlichen Energieversorgung und zu Transportnetzen ab.

Es wird erwartet, dass der globale Energieverbrauch in den kommenden Jahrzehnten steigen wird. In ihrem Bericht World Energy Outlook 2016⁵⁶ vertritt die Internationale Energieagentur (IEA) die Auffassung, dass die globale Energienachfrage bis 2040 um 30% zunimmt und sie geht auch von einem Anstieg des Verbrauchs aller modernen Brennstoffe aus. Die höchsten Wachstumsraten werden von den erneuerbaren Energien erwartet. Auch der Erdölverbrauch soll den Erwartungen zufolge zunehmen, allerdings langsamer als der von Erdgas. Währenddessen soll die Kohlenutzung, trotz ihrer rapiden Ausweitung in den letzten Jahren auslaufen. Die IEA weist außerdem darauf hin, dass 2040 Hunderte Millionen Menschen weltweit noch immer keinen Strom zu Hause haben oder für die Zubereitung ihrer Mahlzeiten auf Biomasse angewiesen sein werden. Das Wachstumsszenario der IEA weist



aber auch auf eine geografische Verlagerung des Energiebedarfs in Schwellenländer und Länder hin, in denen eine rasche Verstädterung erfolgt, wie bspw. Asien, Afrika und Südamerika.

Suche nach Alternativen

Die wachsende Energienachfrage mobilisiert Länder und Energieversorgungsunternehmen gleichermaßen, sich nach alternativen Quellen umzusehen. Dabei könnte es sich um die Erschließung von Öl- und Gasvorkommen in Gegenden und Regionen handeln, die bis vor kurzem unberührt oder ungenutzt waren, wie die Arktis oder Teersande in Kanada. Es könnte aber auch mit neuen Technologien verbunden sein (etwa diejenigen zur Förderung von Schieferöl und Gas), um bekannte Vorkommen abzubauen, die bislang nicht erreichbar und damit auch nicht profitabel waren. Der Rückgang der Ölförderung im Mittleren Osten könnte durch eine Zunahme der Schieferölgewinnung in den USA ausgeglichen werden. Die Exploration und Förderung kann Umweltverschmutzung, Ölteppiche und andere Umweltschäden verursachen und zwar nicht nur am Förderort, sondern auch entlang der Transportwege.

Ebenso könnten durch das potenzielle Wachstum des Energiebedarfs Investitionen in saubere erneuerbare Energien angekurbelt werden. China, eine der am schnellsten wachsenden Volkswirtschaften der Welt, hat seinen wachsenden Energiebedarf weitgehend durch Investitionen in Großstaudämme und Kohlekraftwerke gedeckt. Doch im Januar 2017 gab das nationale chinesische Energieministerium bekannt, dass die Pläne für über 100 Kohlekraftwerke abgesagt wurden. Diese Absagen kommen zu den

2016 angekündigten Planrücknahmen, die für bereits im Bau befindliche Kraftwerke bekannt gemacht wurden, noch hinzu. Offenbar wurde die Entscheidung über die Abkehr von Kohle durch die wachsenden Bedenken der Öffentlichkeit hinsichtlich der schlechten Luftqualität und die Nutzung erneuerbarer Energien, die schneller gekommen ist als erwartet, erleichtert. Eine solche Entscheidung führt nicht nur zu Verbesserungen der Luftqualität, sondern unterstützt auch die Bemühungen, den Klimawandel zu begrenzen.

Erschließung des Potenzials erneuerbarer Energien

Wenn es um die Frage einer sicheren, ununterbrochenen Versorgung mit bezahlbarer Energie geht, muss hinterfragt werden, wie viel Energie verfügbar ist und wer sie zur Verfügung stellt. Im Hinblick auf die ökologischen Auswirkungen und die Importabhängigkeit lautet die beste Alternative wohl, sich auf lokale und erneuerbare Energiequellen zu verlassen. Darüber hinaus ist Energieeffizienz — die im weitesten Sinne als eine bessere Nutzung der verfügbaren Brennstoffe definiert werden kann — von entscheidender Bedeutung.

Die Kapazitäten für die Energieerzeugung sind von Region zu Region und von Land zu Land sehr unterschiedlich. Je nach Standort, den Bodenschätzen, der Topografie und den verfügbaren Technologien können Länder und Regionen ihre Energiequellen optimieren. Manche Länder besitzen vielleicht ein höheres Potenzial für die Solarstromerzeugung, während andere möglicherweise stärker auf Windenergie, Wasserkraft, Gezeitenenergie oder lokale Biomasse setzen.

Eine Kombination aus mehreren Quellen ist einer der Schlüssel für eine kontinuierliche Energieversorgung bis es möglich ist, saubere, erneuerbare Energie in ausreichenden Mengen zu lagern und zu transportieren, damit sie zu einem späteren Zeitpunkt und überall genutzt werden kann. Befürchtungen hinsichtlich der Versorgungssicherheit können sogar diejenigen Länder, die Energie exportieren dazu veranlassen, in lokale erneuerbare Energiequellen zu investieren.

Wenn die derzeitigen Förderquoten gleich bleiben, werden die bekannten Vorräte an konventionellen fossilen Brennstoffen innerhalb weniger Jahrzehnte erschöpft sein. Der Energiebedarf wird weiter bestehen bleiben, auch nach dem Ausschöpfen dieser Reserven. Vor diesem Hintergrund gibt es zwei grundlegende Ansätze um festzulegen, wie der künftige Energiebedarf gedeckt werden kann. Beim ersten Ansatz könnten sich Energieerzeuger dafür entscheiden, andere Formen fossiler Brennstoffe zu erschließen und zu gewinnen, etwa Teersande oder Schiefergas, oder sie könnten ihre Aktivitäten auf neue Regionen ausweiten, die bislang relativ ungenutzt waren. Der zweite Ansatz könnte dazu beitragen, den künftigen Bedarf ausschließlich über Nutzung erneuerbarer Energien zu decken, die bestehende Infrastruktur entsprechend zu ersetzen und Reserven an fossilen Energieträgern unangetastet im Boden zu belassen.

Manche Länder einschließlich der USA haben sich dafür entschieden, Schieferöl und Teersande zu erschließen, während sich andere, einschließlich einiger von Kohle und Erdöl abhängiger Länder wie Saudi-Arabien und China, seit kurzem für erneuerbare

Energien interessieren und sich dazu bekennen. Saudi-Arabien - der größte Rohölproduzent und -exporteur der Welt - ist Solar- und Windenergie gegenüber gleichermaßen aufgeschlossen. So hat Saudi-Arabien ⁵⁷ im Februar 2017 im Rahmen seines Vorstoßes im Bereich erneuerbare Energien angekündigt, bis 2023 Investitionen in Höhe von 50 Mrd. USD für den Kapazitätsaufbau von Solar- und Windkraftanlagen mit einer Leistung von 700 Megawatt zu tätigen.

Planung mit Blick auf langfristige Vorteile

Die Wahl der Brennstoffart richtet sich allerdings nicht immer nach der Topografie, den Märkten oder der weltweiten Nachfrage. Maßgeblich für Entscheidungen dieser Art können auch Arbeitsplätze und letztlich das wirtschaftliche Wohl der betroffenen Gemeinschaften sein. Die Wirtschaft mancher Länder und Regionen kann durchaus stark auf eine vor Ort reichlich vorhandene Brennstoffart wie etwa Kohle oder Öl ausgerichtet sein. Eine Diversifizierung des Energiemix und ein Umstieg auf erneuerbare Energien könnten sich auf die lokale Wirtschaft auswirken und ganz konkret mit einem Verlust von Arbeitsplätzen einhergehen. Vor diesem Hintergrund ist es für einen erfolgreichen Umstieg häufig notwendig, dass der gesellschaftliche Kontext verstanden und den Arbeitskräften vor Ort alternative Erwerbsmöglichkeiten angeboten werden.

In diesem Zusammenhang kann sich die Exportabhängigkeit genauso als Schwäche erweisen wie die Importabhängigkeit. Was, wenn Ihr Land in eine Energiequelle ohne Zukunft investiert hat und weiter darin investiert? Was, wenn die Wirtschaft

stark auf Energieexporte angewiesen ist, die Käufer jedoch umweltfreundlichere Alternativen bevorzugen? Die Diversifizierung von Energiequellen und Investitionen in erneuerbare Energien ist für die wirtschaftliche Zukunft eines Landes gleichermaßen wichtig und notwendig.

Besser vernetzte Energienetze und Märkte innerhalb der EU können tatsächlich dazu beitragen, die Vielfalt der Energiequellen zu erhöhen und den Zugang zu umweltfreundlicherer Energie zu erleichtern sowie zugleich eine zuverlässige Versorgung sicherzustellen. Sie können sogar in gewissem Maße als Puffer für weltweite Energiekrisen und heftige Preisschwankungen fungieren. Sinnvoll sind dafür aber auch verstärkt dezentrale Stromerzeugungskapazitäten (z.B. Solarmodule auf Dächern zur Einspeisung in das Stromnetz) und eine bessere Steuerung von Angebot und Nachfrage (z.B. über intelligente Stromzähler). Die Strategie der europäischen Energieunion ⁵⁸ befasst sich u.a. genau mit diesen Kernfragen, etwa Energieversorgungssicherheit und Energieeffizienz und sie möchte die Verbraucher auf einem vollständig integrierten Energiemarkt stärker in den Vordergrund rücken und für eine gleichmäßige Versorgung mit klimafreundlicher Energie zu erschwinglichen Preisen für alle Energieverbraucher sorgen.

Weiterführende Literatur

EUA-Materialien

- EUA-Bericht Nr. 3/2017 — Renewable energy in Europe 2017: Recent growth and knock-on effects ⁵⁹
- EUA-Bericht Nr. 29/2016 — Trends and projections in Europe 2016 — Tracking progress towards Europe's climate and energy targets ⁶⁰
- EUA-Bericht Nr. 22/2016 — Transforming the EU power sector: Avoiding a carbon lock-in ⁶¹
- EUA-Bericht Nr. 20/2016 — Electric vehicles in Europe ⁶²
- EUA-Briefing Nr. 2/2016 — Electric vehicles and the energy sector — Impacts on Europe's future emissions ⁶³
- EUA-Bericht Nr. 27/2016 — Monitoring CO2 emissions from new passenger cars and vans in 2015 ⁶⁴
- EASA, EUA und EUROCONTROL (2016) — European aviation environmental report 2016 ⁶⁵

Externe Materialien

- IEA, 2016, World energy outlook 2016 — Executive summary ⁶⁶
- OECD/IEA und IRENA, 2017, Perspectives for the energy transition — Investment needs for a low-carbon energy system ⁶⁷
- Regulatory indicators for sustainable energy ⁶⁸
- REN21, 2016, Renewables 2016 — Global status report ⁶⁹

Abkürzungen

AC	(Alternating current) Wechselstrom
DC	(Direct current) Gleichstrom
EUA	Europäische Umweltagentur
EIONET	Europäisches Umweltinformations- und Umweltbeobachtungsnetz
EU	Europäische Union
EU-EHS	EU-Emissionshandelssystem
FAO	Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen
IEA	Internationale Energie-Agentur
IRENA	Internationale Agentur für Erneuerbare Energien
PM	Feinstaub
RISE	Regulierungsindikatoren für Nachhaltige Energie
SDGs	Ziele für nachhaltige Entwicklung
UNEP	Umweltprogramm der Vereinten Nationen

Endnoten

- 1 <http://www.oecd.org/site/tadffss/data/>
- 2 <https://www.theguardian.com/environment/2016/may/27/g7-nations-pledge-to-end-fossil-fuel-subsidies-by-2025>
- 3 <http://newsroom.unfccc.int/unfccc-newsroom/g20-must-phase-out-fossil-fuel-subsidies-by-2020/>
- 4 <http://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy>
- 5 <https://www.theguardian.com/environment/2016/may/18/portugal-runs-for-four-days-straight-on-renewable-energy-alone>
- 6 <https://www.theguardian.com/environment/2015/jul/10/denmark-wind-windfarm-power-exceed-electricity-demand>
- 7 <https://www.eea.europa.eu/publications/renewable-energy-in-europe-2017>
- 8 <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/7905983/8-14032017-BP-EN.pdf/af8b4671-fb2a-477b-b7cf-d9a28cb8beea>
- 9 https://ec.europa.eu/info/strategy/european-semester/framework/europe-2020-strategy_en
- 10 <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union/2030-energy-strategy>
- 11 <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/energy-efficiency-and-specific-co2-emissions/energy-efficiency-and-specific-co2-9>
- 12 <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/7905983/8-14032017-BP-EN.pdf/>
- 13 <http://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-and-vulnerability-2016>
- 14 http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/CO2EmissionsfromFuelCombustion_Highlights_2016.pdf
- 15 http://unfccc.int/paris_agreement/items/9485.php
- 16 <http://www.eea.europa.eu/publications/trends-and-projections-in-europe>
- 17 https://ec.europa.eu/clima/policies/effort_en
- 18 https://ec.europa.eu/clima/policies/ets_en
- 19 <http://www.eea.europa.eu/publications/trends-and-projections-EU-ETS-2016/>
- 20 https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/revision_en
- 21 https://ec.europa.eu/clima/policies/forests/lulucf_en
- 22 <https://ec.europa.eu/energy/en/news/commission-proposes-new-rules-consumer-centred-clean-energy-transition>
- 23 <http://www.oecd.org/site/tadffss/data/>
- 24 <https://www.ft.com/content/fe88b788-29ad-11e7-9ec8-168383da43b7?mhq5j=e3>
- 25 <https://www.eea.europa.eu/highlights/decommissioning-fossil-fuel-power-plants>
- 26 <https://www.eea.europa.eu/publications/sustainability-transitions-now-for-the>
- 27 <http://www.eea.europa.eu/media/infographics/vehicle-emissions-and-efficiency-1/view>
- 28 <http://www.bbc.com/news/business-12137680>
- 29 <http://ec.europa.eu/research/index.cfm>
- 30 http://ec.europa.eu/research/infocentre/article_en.cfm?&artid=41396&caller=AllHeadlines
- 31 http://www.eib.org/infocentre/blog/all/wave-energy.htm?cid=sn_twitter_Blog-ProjectStory_2017-02-23-01_en_na_Finland_
- 32 <http://www.solarstadt-gelsenkirchen.de/>
- 33 <http://ec.europa.eu/energy/en/news/commission-proposes-new-rules-consumer-centred-clean-energy-transition>
- 34 <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=COM:2015:345:FIN>
- 35 http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm
- 36 http://ec.europa.eu/environment/enveco/resource_efficiency/pdf/final_report.pdf
- 37 <https://sustainabledevelopment.un.org/sdg7>
- 38 <https://sustainabledevelopment.un.org/>
- 39 <http://www.brtdata.org/>
- 40 <http://www.energyefficiencycentre.org/>
- 41 <http://www.se4all.org/>
- 42 <http://rise.esmap.org/>
- 43 <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/proportion-of-vehicle-fleet-meeting-4/assessment-1>
- 44 <http://www.acea.be/industry-topics/tag/category/electric-vehicles>
- 45 <http://www.acea.be/industry-topics/tag/category/electric-vehicles>
- 46 <https://cleantechnica.com/2016/12/19/now-100000-electric-cars-norways-roads/>
- 47 <https://www.eea.europa.eu/themes/transport/electric-vehicles/electric-vehicles-and-energy>
- 48 <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/2016-cef-synergy-call-actions-selected-for-funding.pdf>
- 49 <https://daliaresearch.com/blog-40-would-consider-buying-an-electric-car-but-logistics-hold-people-back/>
- 50 <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/2016-cef-synergy-call-actions-selected-for-funding.pdf>
- 51 <https://www.weforum.org/agenda/2016/12/goodbye-car-ownership-hello-clean-air-this-is-the-future-of-transport/>
- 52 <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/7882431/8-20022017-AP-EN.pdf/4f3e5e6a-5c1a-48e6-8226-532f08e3ed09>
- 53 http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_production_and_imports
- 54 [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Energy_dependency_rate_%E2%80%94all_products,_2014_\(%_of_net_imports_in_gross_inland_consumption_and_bunkers,_based_on_tonnes_of_oil_equivalent\)_YB16.png](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Energy_dependency_rate_%E2%80%94all_products,_2014_(%_of_net_imports_in_gross_inland_consumption_and_bunkers,_based_on_tonnes_of_oil_equivalent)_YB16.png)
- 55 <http://www.macrotrends.net/1369/crude-oil-price-history-chart>
- 56 <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WorldEnergyOutlook2016ExecutiveSummaryEnglish.pdf>
- 57 <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-02-20/saudis-kick-off-50-billion-renewable-energy-plan-to-cut-oil-use>
- 58 https://ec.europa.eu/commission/priorities/energy-union-and-climate_en
- 59 <https://www.eea.europa.eu/publications/renewable-energy-in-europe-2017>
- 60 <http://www.eea.europa.eu/publications/trends-and-projections-in-europe>
- 61 <http://www.eea.europa.eu/publications/transforming-the-eu-power-sector>
- 62 <http://www.eea.europa.eu/publications/electric-vehicles-in-europe>
- 63 <http://www.eea.europa.eu/publications/electric-vehicles-and-the-energy>
- 64 <https://www.eea.europa.eu/publications/monitoring-co-2-emissions-from>
- 65 <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/european-aviation-environmental-report-2016-72dpi.pdf>
- 66 <http://www.iea.org/Textbase/npsum/WEO2016SUM.pdf>
- 67 http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/Perspectives_for_the_Energy_Transition_2017.pdf
- 68 <http://rise.esmap.org/>
- 69 http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/10/REN21_GSR2016_KeyFindings_en_10.pdf

EUA Signale 2017

Die Europäische Umweltagentur (EUA) veröffentlicht Signale jedes Jahr, um den Blick auf Themen zu lenken, die für die Diskussion umweltrelevanter Fragen und die breite Öffentlichkeit von Interesse sind. Schwerpunkt von Signale 2017 ist das Thema Energie.

Unsere Lebensqualität hängt unter anderem auch von einer zuverlässigen Energieversorgung zu einem erschwinglichen Preis ab. Zur Energiegewinnung verbrennen wir immer noch größtenteils fossile Brennstoffe, was sich in der einen oder anderen Weise auf unser Leben auswirkt. Denn dabei werden Luftschadstoffe in die Atmosphäre freigesetzt, die unserer Gesundheit schaden. Außerdem entstehen dadurch Treibhausgase, die zum Klimawandel beitragen. Wir befinden uns in einer kritischen Entscheidungsphase: die negativen Auswirkungen unserer derzeitigen Wahl der Energieträger einerseits und die Chancen, die saubere Energiequellen bieten, andererseits. Signale 2017 befasst sich mit dem Übergang Europas zu sauberer, intelligenter und erneuerbarer Energie.

Europäische Umweltagentur

Kongens Nytorv 6
1050 Copenhagen K
Dänemark

Telefon: +45 33 36 71 00
Internetseite: eea.europa.eu
Anfragen: eea.europa.eu/enquiries



Amt für Veröffentlichungen

Europäische Umweltagentur

