



Energie und Zukunft

- Energiegewinnung heute und morgen
- Der Umbau des Energiesystems
- Energieeffizienz steigern, Energie sparen
- Energieversorgung sozial und umweltverträglich gestalten



Inhalt

Energiequellen	3
Energieverbrauch	29
Das Energiesystem der Zukunft	41
Die Herausforderung einer sozialen und umweltverträglichen Energieversorgung	57
Quellen	64

Druck auf die Politik verstärken



In den letzten dreißig Jahren hat sich zwar im Zuge der Ökologiebewegung das Problembewusstsein verändert, die Umweltprobleme (Ressourcenverschwendung, Umweltverschmutzung, Klimaerwärmung etc.) haben sich jedoch auf der ganzen Welt weiter verschärft. Dazu kommt noch der Umstand, dass die Weltbevölkerung von derzeit rund 7 Mrd. Menschen bis 2050 auf wahrscheinlich 9,6 Mrd. Menschen wachsen wird. Die wegen des Klimawandels zunehmenden Wüstenbildungen und Überflutungen, die Übersäuerung der Ozeane, vermehrte extreme Wetterverhältnisse (Stürme, Starkregen, Regenmangel) und das Ansteigen des Meeresspiegels werden weltweit zu einer Häufung sozialer Katastrophen führen.

Die Folgen des maßlosen Verbrauchs fossiler Energieträger sind weltweit zu sehen und zu spüren. Dennoch werden die notwendigen Veränderungen für eine drastische Senkung der vom Menschen verursachten klimaschädlichen Treibhausgasemissionen noch immer nicht eingeleitet. Die EU versucht zwar, gewisse Klimaziele zu erreichen und den Umstieg auf erneuerbare Energieträger voranzutreiben, aber viel zu langsam und nicht in allen Bereichen. In Österreich etwa passiert in dem Bereich, in dem die meisten fossilen Energieträger verbraucht werden (Tendenz weiter steigend), nämlich im Verkehrsbereich, noch viel zu wenig, um die CO₂-Emissionen zu senken. Ohne ausreichende gesetzliche Vorgaben kann die sogenannte Dekarbonisierung der Gesellschaft, also der Ausstieg aus der Nutzung fossiler Energieträger, nicht realisiert werden.

Wenn die Politik nicht in der Lage ist, die dringend nötigen Rahmenbedingungen für eine ökosoziale Energiewende zu schaffen, muss von der Bevölkerung und von den Umweltorganisationen ausreichend Druck gemacht werden. Dazu braucht man ein gewisses Basiswissen. Die Naturfreunde Österreich haben daher gemeinsam mit der Naturfreunde Internationale die vorliegende kostenlos erhältliche Broschüre „Energie und Zukunft“ zusammengestellt. Sie bietet einen Überblick über die aktuelle weltweite Energiesituation und darüber, an welchen zukunftssträchtigen Energielösungen derzeit gearbeitet wird. Darüber hinaus stellt sie sowohl die momentan verwendeten Energieträger als auch Energiequellen vor, die noch nicht kommerziell hergestellt bzw. genutzt werden können. Weitere Schwerpunkte sind Energieverbrauch, -effizienz und -sparen sowie die sozialen Probleme, die mit dem Bereich Energie eng verknüpft sind.

Der Aufbau nachhaltiger Energiesysteme wird zwar in jedem Land anders ablaufen, aber eines ist wichtig: Die Energiewende ist ein gesamtgesellschaftliches Vorhaben, in das die Bevölkerung und die Umweltorganisationen einzubinden sind. Die Naturfreunde werden weiterhin an den Themen Energie und Klimawandel dranbleiben und auch gemeinsam mit ihren Mitgliedern an der Realisierung der Energiewende mitwirken – ganz nach dem bewährten Naturfreunde-Motto „Miteinander kommen wir in Bewegung!“.

Dr. Karl Fraiss
Vorsitzender der Naturfreunde Österreich



Foto: jonas ginter/fotolia

IMPRESSUM

Herausgeber: Naturfreunde Österreich,
Viktoriagasse 6, 1150 Wien,
Tel.: 01/892 35 34-0, Fax: DW 48,
www.naturfreunde.at

Redaktion: DIⁱⁿ Regina Hrbek, Mag. Manfred Pils,
Karin Astelbauer-Unger, DI Gerald Plattner

Lektorat: Karin Astelbauer-Unger

Coverfotos: Erwin Wodicka/fotolia (großes Foto),
VDR/fotolia (kleines Foto oben),
Zechal/fotolia (kleines Foto Mitte),
Ingo Bartussek/fotolia (kleines Foto unten)

Grafik: Mag. Hilde Matouschek | officina

Druck: Grasl FairPrint, Bad Vöslau

Wien, November 2013



lebensministerium.at



Gefördert aus Mitteln des
Bundesministeriums für Land-
und Forstwirtschaft, Umwelt
und Wasserwirtschaft



Dieses Produkt entspricht dem Österreichischen Umweltzeichen für schadstoffarme Druckprodukte (UZ 24), UW-Nr. 715. Grasl FairPrint, Bad Vöslau, www.grasl.eu



Für eine nachhaltige und soziale Energienutzung



Alles Leben ist Energie. Das Klima und der Zugang zu Energie sind wesentliche Rahmenbedingungen für die menschliche Gesellschaft. Die Kraft von Wind und Wasser werden schon seit Jahrhunderten genutzt. Kohle, Erdöl und Erdgas ermöglichten eine unvorstellbar rasche Industrialisierung und sind nach wie vor Grundlage des modernen Verkehrswesens. Nach der Sackgasse Nuklearenergie lernen wir heute, wie die Sonnenkraft gezielter und effizient genutzt werden kann.

Die fossilen Energierohstoffe werden knapper, und ihre Nutzung beeinflusst dramatisch unser Klima, weshalb das Thema nachhaltige Energienutzung das Erfordernis von Gegenwart und Zukunft ist. Die Klimaprozesse wirken langfristig: Die Welt wird für unsere Kinder mit Sicherheit ungemütlicher werden, und ein Umsteuern ist daher *jetzt* erforderlich. Zudem sind die Vorteile der Energienutzung und die Nachteile von Klimakatastrophen ziemlich ungleich verteilt – zwischen den Kontinenten, aber auch innerhalb der westlichen Gesellschaften. Nachhaltig heißt eben nicht nur ökologisch, sondern erfordert auch eine sozial gerechte Betrachtung.

Energie, Klima und Umwelt hängen stark zusammen. Ohne gemäßigtes Klima gibt es keine Landwirtschaft, und die Energieproduktion und -nutzung haben negative Auswirkungen auf die Natur. Selbst Windräder und Solarpaneele brauchen Platz und verändern das Landschaftsbild gravierend. Die Naturfreunde engagieren sich schon seit vielen Jahrzehnten für einen nachhaltigen und sozial gerechten Umgang mit der Natur und unserer Umwelt; das Thema Energie und Klima ist ein Schlüsselthema, das wir nicht den Industrielobbys überlassen dürfen.

Die Naturfreunde mit ihren europaweit 500.000 Mitgliedern sehen ihre Verantwortung als Konsumenten, Nutzer sowie Schützer von Natur und Landschaft und wollen zu einem nachhaltigen und sozialen Umgang mit Energiefragen beitragen. In diesem Sinne wollen wir Botschafter von neuen, zukunftsweisenden Lösungen sein.

Mag. Manfred Pils
Präsident der Naturfreunde Internationale

Energiequellen

Was ist Energie?	4
Fossile Energiequellen	5
Problematisch: Unkonventionelle Gasvorkommen	7
Nukleare Energiequellen	8
Die Folgen von Fukushima	8
Weitere Atomkraftwerke in Bau und geplant	9
Die Bevölkerung zahlt (drauf)	9
Naturfreunde gegen Atomkraft	9
Auf Atomstrom kann man leicht verzichten	10
Österreich ab 2016 atomstromfrei	10
Erneuerbare Energiequellen	11
Sonnenenergie	11
Energie aus Biomasse	15
Wasserkraft	21
Windenergie	25
Geothermie	27
Energieträger Wasserstoff	28



Was ist Energie?

Energie ist die Voraussetzung aller natürlichen Prozesse. Ohne die Beteiligung von Energie sind keine Bewegung, keine Umwandlung eines Stoffes, keine chemische Reaktion, also kein Leben möglich. Alle diese Vorgänge basieren auf der Umwandlung von Energie. Im Laufe der Zeit haben die Menschen gelernt, Energieträger durch geeignete Techniken nutzbar zu machen. Die erste Energietechnik vor mehr als 500.000 Jahren war die Nutzung von Feuer. Der Brennstoff Holz diente der Wärmegewinnung und wurde als Beleuchtung und für die Nahrungszubereitung verwendet. Die Nutzung von Feuer schuf eine zentrale Voraussetzung für die Entwicklung der Menschheit.

Im Zuge der industriellen Revolution im 18. Jahrhundert fand eine Reihe tiefgreifender Veränderungen statt: Der Energieträger Holz wurde durch Kohle und später durch Erdöl und Erdgas abgelöst. Die Nutzung fossiler Energieträger ermöglichte einen enormen Produktivitätsschub. Steinkohle hat im Vergleich zu Holz etwa den doppelten Energieinhalt. Die Erfindung der Dampfmaschine löste den zweiten Produktivitätsschub aus. Mit

einer Dampfmaschine konnte erstmals die bei der Verbrennung von Holz und Kohle entstehende Wärme in mechanische Energie umgewandelt werden. Man war nun nicht mehr auf die Standorte von Wasser- und Windrädern beschränkt, mechanische Energie konnte überall erzeugt werden. Dank des Einsatzes von Dampfmaschinen in Lokomotiven und Schiffen entstand das erste globale Energienetz.¹

In den heutigen Industriestaaten werden die unterschiedlichsten Kraft- und Arbeitsmaschinen eingesetzt, die Energie in Form von Brennstoffen oder Elektrizität verbrauchen. Die Abhängigkeit und der Verbrauch von fossilen Brennstoffen wie Kohle, Erdöl und Erdgas nehmen weltweit weiter zu. Angesichts des Klimawandels und der Endlichkeit der fossilen und nuklearen Ressourcen muss dieser Trend so schnell wie möglich gestoppt werden. Ein Festhalten am derzeitigen Energiesystem hat keine Zukunft.

Der weltweite Energiebedarf wird heute zu über 80 % durch die Verbrennung der fossilen Energieträger Kohle, Rohöl und Naturgas gedeckt. Die in den Energieträgern enthaltene Energie liegt jedoch meist nicht in der Form vor, in der sie genutzt werden

soll. Kohle und Rohöl, aber auch Wind und Sonnenstrahlung müssen durch technische Prozesse zum Beispiel in Elektrizität oder Kraftstoffe umgewandelt werden. Man unterscheidet daher zwischen Primärenergie, Endenergie und Nutzenergie. Primärenergie ist Energie in ihrem natürlichen, noch nicht technisch aufbereiteten Zustand, etwa in Form von Kohle, Rohöl oder Wind. Unter Endenergie versteht man die der Verbraucherin/dem Verbraucher nach Aufbereitungs- und Umwandlungsprozessen in Form von Erdgas, Benzin, Holzpellets oder Elektrizität zugeführte Energie. Die Energienutzung durch die Verbraucherin/den Verbraucher beinhaltet weitere Umwandlungsprozesse, die zur Nutzenergie in Form von Wärme, mechanischer Arbeit oder Licht führen.

Die Energienutzung geht meist mit einer Umwandlung von einer Energieform in eine andere einher. Energieformen lassen sich jedoch nicht beliebig ineinander überführen. Elektrische Energie zum Beispiel lässt sich fast verlustfrei in thermische oder mechanische Energie umwandeln; thermische Energie kann man jedoch nur bedingt in elektrische oder mechanische Energie umwandeln.

Fossile Energiequellen

Fossile Energieträger sind organischen Ursprungs; sie bestehen aus chemischen Verbindungen der Elemente Kohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff und Wasserstoff. Sie sind aus pflanzlichen und tierischen Organismen entstanden, deren Überreste sich über Jahrmillionen unter Einwirkung von hohem Druck und hohen Temperaturen infolge geologischer Prozesse zu komplexen Kohlenwasserstoffverbindungen gewandelt haben. Beim Verbrennen fossiler Energieträger werden vor Jahrmillionen gebundene CO₂-Mengen freigesetzt, die den Kohlendioxidgehalt der Atmosphäre drastisch erhöhen. Der weltweite Anstieg der CO₂-Konzentration ist in erster Linie auf den Verbrauch fossiler Brennstoffe und Landnutzungsänderungen zurückzuführen.*

Bioenergieträger wie Holz, Stroh und Biogas zählen hingegen zu den regenerativen Energieträgern, weil der Prozess des Bindens und Freisetzens von CO₂ innerhalb weniger Jahre bzw. Jahrzehnte erfolgt und die globale CO₂-Bilanz sich damit nicht verändert.

Aus fossilen Energieträgern wie Erdöl, Erdgas, Stein- und Braunkohle kann man in Kraftwerken elektrische Energie gewinnen. Man verwendet sie aber auch maßgeblich für die Wärmebereitstellung und für die Mobilität.

Als energie- und ressourceneffiziente Alternativen zur fossilen Beheizung gelten Wärmepumpensysteme sowie Pellet- und Hackschnitzelkessel.

Die meisten Fahrzeuge werden von Verbrennungsmotoren angetrieben, in denen Benzin, Diesel oder Erdgas mit Luftsauerstoff vermischt und verbrannt wird. In

Flugzeugturbinen wird das Erdölprodukt Kerosin verbrannt, für den Schienenverkehr nutzt man Diesel und überwiegend fossil erzeugten Strom.

Trotz vielfältiger Innovationen beträgt der effektive Wirkungsgrad eines benzinbetriebenen Otto-Motors nur 25 bis 36 %, der eines Dieselmotors etwa 40 %. Der Anteil der Elektrizität am Endenergieverbrauch im Verkehrsbereich lag in Deutschland 2009 bei 9 % (fast ausschließlich im Bahnbereich); die Elektrizität wurde allerdings zu mehr als 82 % aus fossilen Energien gewonnen.²

Da der Exergiegehalt** von elektrischem Strom und mechanischer Arbeit 100 % beträgt, wird die fossile Energie im Verkehrssektor wesentlich effizienter als im Bereich Wärmeversorgung eingesetzt.



* Über die Ursachen und Folgen des Klimawandels informiert die kostenlose Broschüre der Naturfreunde Österreich „Auf jeden kommt es an: Klimaschutz jetzt!“ (siehe S. 58).

** Unter Exergie versteht man den Energieanteil, der mittels eines geeigneten Wandlers (Motor, Turbine, Solarzelle etc.) in jede andere Energieform umwandelbar ist.



Foto: Claudia Otte/fotolia

Braunkohlekraftwerk; laut IEA bleiben trotz der zunehmenden Nutzung CO₂-armer Energiequellen fossile Brennstoffe im weltweiten Energiemix vorherrschend – gefördert durch Subventionen, die sich 2011 auf 523 Mrd. \$ beliefen, was einem Anstieg um 30 % im Vergleich zu 2010 und einem Sechsfachen der Subventionen für erneuerbare Energien entspricht.⁴

- Die Nutzung fossiler Energieträger setzt massiv CO₂ frei und beschleunigt somit den Klimawandel mit all seinen negativen Folgen.
- Fossile Energieträger sind endlich und nur noch wenige Jahrzehnte nutzbar. Dies führt zwangsläufig zu weiteren ständigen Preissteigerungen.
- Die meisten Länder mit großen Reserven an fossilen Energieträgern sind politisch instabil, eine starke Abhängigkeit von diesen ist daher mit vielen Risiken verbunden.
- Derzeit fließt ca. jeder zehnte europäische Euro aufgrund notwendiger Energieimporte ins Ausland ab – ein enormer volkswirtschaftlicher Verlust.

Die derzeit bekannten Weltenergieserven an Erdöl und Erdgas werden, sofern der Verbrauch gleich bleibt, noch 43 bzw. 66 Jahre reichen, die Kohlereserven ca. 170 Jahre. Allerdings geht die Internationale Energieagentur (IEA) davon aus, dass sich der weltweite Primärenergiebedarf zwischen 2008 und 2035 um 36 % erhöhen wird – jedoch nur, wenn energiepolitische Maßnahmen wie die Steigerung der Energieeffizienz und der Ausbau der erneuerbaren Energien umgesetzt werden. In einem Vergleichsszenario, das ohne diese Maßnahmen auskommt, liegt der Anstieg des Primärenergiebedarfs höher.

Erdöl ist nach wie vor weltweit der wichtigste Energielieferant. Um weitere Vorkommen zu er-

schließen, dringt die Ölindustrie in immer entlegene und sehr sensible Gebiete vor, etwa in die arktischen Meere und in die Tiefsee. Auf Umwelt, Klima und die Bevölkerung wird in den seltensten Fällen Rücksicht genommen. Böden und Gewässer werden verseucht, Wälder gerodet, Menschen brutal behandelt.

Bei der Verbrennung fossiler Energieträger gelangt eine Vielzahl von Schadstoffen in die Luft: Ruß, Staub und Benzol sind gesundheitsschädlich, Kohlenwasserstoffe und Kohlenmonoxid fördern die Bildung von bodennahem Ozon, Stickoxide und Schwefeldioxid schädigen den Wald, tragen zur Versauerung der Gewässer und Böden bei oder wirken wie Kohlendioxid als Treibhausgas.³

Die Förderung von Öl und Gas steigt zwar, aber die Rate der Entdeckung neuer Lagerstätten sinkt. Man findet immer weniger Lagerstätten, als Öl gefördert wird. Die Experten nennen das Peak Oil (= Ölfördermaximum). 2005 wurden gleich viele Lagerstätten gefunden, wie zusätzlich gefördert wurden. Man stößt also an die Grenzen der Förderung. Dass es noch Gas oder Öl für mehrere Jahrzehnte gibt, bedeutet nicht, dass der Preis für diese Energiesubstanzen gleich bleiben wird. Mit der Verknappung werden auch die Preise steigen (siehe auch S. 62).

Problematisch: Unkonventionelle Gasvorkommen

Bei der Erdgasförderung wird immer mehr die Erschließung sogenannter unkonventioneller

Vorkommen forciert: Schiefergas ist in Tongesteinen gespeichertes Erdgas, das vor allem in Amerika und jetzt auch in Europa entdeckt wurde. Wegen des steigenden Ölpreises wird es auch rentabel, unkonventionelle Lagerstätten auszubeuten. Schiefergas wird hauptsächlich durch hydraulische Rissbildung gewonnen, auf Englisch Hydraulic Fracturing, kurz Fracking genannt. Es werden kilometerlange Sonden in die Erde gebohrt, in die ein Gemisch von Wasser, Sand und Chemikalien gepresst wird. Das Gestein wird mit Druck gebrochen. Sand und Chemikalien dienen dazu, die Risse offen zu halten und das Gas zu befreien, das im Gestein verteilt ist. Das Problem ist, dass auch sehr gesundheits- und umweltschädliche Stoffe in den Boden gepumpt werden und auch teilweise wieder herauskommen und

entsorgt werden müssen. Man weiß auch nicht, welche Folgen die Brüche im Gestein haben. Es kann durchaus sein, und das ist in Amerika schon passiert, dass das Gas seinen Weg durch die Ritzen nach oben in das Grundwasser sucht, und dann kommt Methan aus der Wasserleitung.

„Die Schiefergasförderung ist keine Lösung“, meint Mag. Manfred Pils, Präsident der Naturfreunde Internationale. „Vor allem zeigt sich in Amerika schon, dass hier eine neue Blase produziert wird. Denn das Ausbeuten dieser neuen Lagerstätten führt natürlich sofort zu einem Sinken des Gaspreises. Sinkt der Gaspreis, lohnt sich die teure Technik nicht mehr. Die Gefahr einer spekulativen Überinvestition ist hier also sehr, sehr groß. Wir müssen daher darauf achten, dass das in Europa nicht passiert.“⁵

Foto: Eisenhans/fotolia



Fracking kann das Grund- und somit das Trinkwasser gefährden.

Gegen die Förderung von Schiefergas und Ölschiefer

Die Naturfreunde Internationale setzt sich für ein Verbot der Schiefergas- und Ölschieferförderung ein. Bei den Fördermethoden – „Fracking“ bei Schiefergas oder beim künstlichen Erhitzen des Gesteins bei der Ölschieferausbeutung – ist eine Kontamination des Grundwassers nicht auszuschließen. Die Schiefergas- und Schieferölförderung sind keine sogenannten Brückentechnologien in eine klimaneutrale Energieproduktion, weil

- bei der Gas- und Ölverfeuerung weiterhin CO₂ in die Atmosphäre emittiert wird und
- bei Sinken der Gas- und Ölpreise die Anreize zur Investition in die Energiewende sinken bzw. höhere Subventionen nötig wären.

Die Förderung von Schiefergas und Schieferöl geht also in vielen Aspekten auf Kosten der Umwelt (siehe auch S. 61).

Weitere Infos: www.nfi.at/dmdocuments/schiefergasde.pdf

Nukleare Energiequellen

In Atomkraftwerken nutzt man die Kernbindungskräfte durch Kernspaltung oder -fusion, um thermische Energie und daraus mit einem konventionellen Kraftwerksprozess elektrische Energie zu produzieren. Kernkraftwerke sind Dampfkraftwerke, die mit nuklearem statt fossilem Brennstoff betrieben werden.

Im Jahr 2009 betrug die globale Atomkraftkapazität 393 Gigawatt; bis 2035 wird sie – trotz der Katastrophe in Fukushima – den Angaben des Industrieverbands World Nuclear Association (WNA) zufolge auf 630 Gigawatt steigen.⁶

Die Folgen von Fukushima

In Deutschland beträgt die radioaktive Strahlungsbelastung pro Kopf und Jahr 4 Millisievert (mSv). In Fukushima wurden im August 2011 an einer Rohrleitung außerhalb der Reaktorgebäude 10.000 mSv pro Stunde gemessen! Bei einer fehlenden medizinischen Versorgung gilt eine Dosis ab etwa 7000 mSv als tödlich.

Rund zwei Jahre nach der dreifachen Kernschmelze im AKW Fukushima im März 2011 ist der Ausnahmezustand zur Normalität geworden. An die 20.000 Menschen arbeiten Tag und Nacht: Sie räumen Schutt weg, reißen Gebäude ab, bauen neue Gebäude und Tanks, legen Leitungen, installieren Pumpen, sammeln und dekontaminieren Wasser, usw. Man schätzt, dass die Aufräumarbeiten noch 40 Jahre lang dauern werden. Die Strahlenwerte in den einzelnen Reaktoren sind noch immer extrem hoch. Der geschmolzene Kern im Reaktor 3 hat eine so hohe Strahlung, dass kein Mensch an ihm arbeiten darf; niemand kennt den Zustand des Kerns, auch der Wasserstand im Reaktorbehälter ist nicht messbar. Ein anderes Problem: Bis dato hat man 250.000 m³ radioaktiv verseuchtes Wasser in Tanks gesammelt. Jeden Tag kommen 800 m³ hinzu: 400 m³ braucht man jeden Tag für die Kühlung der geschmolzenen Kerne in den Reaktoren 1 bis 3; von den Hügeln hinter dem AKW fließen täglich 400 m³ Grundwasser in die zerstörten Reaktorgebäude und werden vergiftet. Die Kata-

strophe von Fukushima ist also längst nicht zu Ende.⁷

Aus dem Katastrophengebiet wurden rund 160.000 Menschen evakuiert, insgesamt sollen für Entschädigungen etwa 25,6 Mrd. Euro gezahlt werden.⁸

Die mittlerweile verstaatlichte Betreiberfirma Tokyo Electric Power (Tepco) rechnet mit einem Verlust im Geschäftsjahr 2012–2013 in der Höhe von etwa 1,1 Mrd. Euro, den natürlich die SteuerzahlerInnen zu begleichen haben.⁹ Die Mehrheit der japanischen Bevölkerung ist für einen Atomausstieg, wie er zunächst bis 2040 geplant war. Doch die im Dezember 2012 neu gewählte Regierung hat diesen Zeitpunkt hinsichtlich der hohen Kosten für Energieimporte bereits in Frage gestellt.¹⁰

Eine im Februar 2013 vorgestellte Studie des französischen Instituts für Strahlenschutz und nukleare Sicherheit (IRSN) ergab, dass eine Atomkatastrophe wie in Fukushima Frankreich rund 430 Mrd. Euro kosten würde, das entspricht etwa einem Viertel der jährlichen Wirtschaftsleistung des Landes.¹¹ Allein der Kampf gegen die Verstrahlung der Umwelt würde an die 110 Mrd. Euro verschlingen. 100.000 Flüchtlinge, massive Missernten und Stromausfälle sowie verheerende Auswirkungen auf den Export von Agrarprodukten und auf den Tourismus wären zu erwarten.

Den Berechnungen des IRSN zufolge hat der Fukushima-Unfall Japan bis jetzt an die 200 Mrd. Euro gekostet. Da u. a. der Wind einen Großteil der radioaktiven Partikel Richtung Osten aufs Meer

geweht hat und der Tourismus in Japan nicht von so großer Bedeutung ist, würden die Kosten nicht das Ausmaß wie bei einem Unfall in Frankreich erreichen.

Schätzungen wie die des IRSN sollen den Entscheidungsträgerinnen und -trägern helfen, die Kosten von Präventivmaßnahmen ins richtige Verhältnis zu setzen. Sie zeigen jedenfalls, dass die Nutzung der Atomkraft auch von den finanziellen Risiken her nicht zu verantworten ist. Denn die Rechnung muss schlussendlich immer die Bevölkerung begleichen.

Weitere Atomkraftwerke in Bau und geplant

Frankreich will den Atomstromanteil in seinem Energiemix bis 2025 von 75 auf 50 % senken. In Asien hingegen setzen die meisten Länder weiter auf Atomkraft. Laut der Internationalen Atomenergiebehörde (IAEA) sind derzeit weltweit 68 Atomreaktoren in Bau, 43 davon in Asien – 29 in China, sieben in Indien, vier in Südkorea und drei in Japan. Vietnam will bis 2030 acht Reaktoren bauen, Indonesien vier und Malaysia mindestens zwei.

Der weitere Ausbau der Atomkraftnutzung müsste jedoch nicht sein, meint der Sprecher von Greenpeace in Südostasien Arif Fiyanto. Die Länder hätten jede Menge Alternativen, um ihren Bedarf aus nachhaltigen Energiequellen wie Wasser-, Solar- und Windkraft zu decken. Fiyanto warnt auch vor der Korruption in Asien: Werden Sicherheitsauflagen mit Schmiergeldzahlungen umgangen, würde ein noch grö-

ßerer Unfall als in Fukushima drohen.¹²

Die Bevölkerung zahlt (drauf)

Nach Reaktorkatastrophen muss die Bevölkerung in mehrerer Hinsicht einen hohen Preis zahlen: Durch die massive Freisetzung radioaktiver Stoffe ist ihre Gesundheit und damit ihr Leben in großer Gefahr. Die Bevölkerung vor Ort wird aus ihrem gewohnten Umfeld gerissen. Die Menschen müssen ihre Häuser verlassen, müssen in Notlagern leben – ohne Arbeit, ohne Entschädigung. Darüber hinaus muss die Bevölkerung die Kosten für die Sanierungsarbeiten und die Stilllegung von zerstörten Reaktoren über ihre Steuern begleichen.

Die Betreiber von Kernkraftwerken sind vor möglichen Haftungen fast völlig geschützt. Sie sind nicht verpflichtet, über eine Versicherung die vollen Kosten einer Katastrophe abdecken zu müssen. Denn das würde die Kernenergie zu teuer machen!¹³ Atomkraftgegner wie das Anti-Atom-Komitee (www.anti.atom.at) fordern daher eine umfassende Haftpflichtversicherung für Atomkraftwerksbetreiber, die auch ein wichtiger und längst überfälliger Schritt in Richtung Kostenwahrheit sein würde. DI Manfred Doppler vom Anti-Atom-Komitee: „Es ist nicht akzeptabel, dass nach einem schweren AKW-Unfall in Europa die Bevölkerung auch noch den Schaden selber zahlen müsste.“¹⁴

Abgesehen davon ist der Bau von Kernreaktoren extrem teuer.

Von der Planung bis zur ersten Operation muss mindestens ein Jahrzehnt gerechnet werden. Deutliche Kostenüberschreitungen und Verzögerungen sind beim Reaktorbau die Norm. Aktuell zu verfolgen beim Bau eines neuen Atomkraftwerks in der Normandie: Bei Baubeginn im Jahr 2005 war von ca. 3 Mrd. Euro die Rede, mittlerweile rechnet man mit 8,5 Mrd. Euro! Und der Bau ist noch lange nicht abgeschlossen. Das Problem der Kostenexplosion hat man bei fast jedem AKW-Projekt der Welt.¹⁵

Naturfreunde gegen Atomkraft

Unter dem Deckmantel des Klimaproblems planen verschiedene Länder den Neubau von Kernkraftwerken oder die Verlängerung der Laufzeiten bestehender Anlagen. Die Naturfreunde Österreich sprechen sich klar gegen die Nutzung von Atomenergie aus und fordern auch den Ausstieg Österreichs aus dem EURATOM-Vertrag. Die nach dem Vertragsausstieg frei gewordenen Gelder sollen zweckgebunden für die heimische Forschung und Entwicklung von alternativen Energieformen verwendet werden.



Im kostenlosen Folder der Naturfreunde „Eine strahlende Zukunft mit Atomkraft? NEIN, DANKE!“ werden Pro-Atomkraft-Argumente der Atomlobby den Fakten gegenübergestellt.

Download: www.naturfreunde.at > Service > Shop > Info- und Servicefolder



Blick auf das verwüstete AKW Fukushima

Die Naturfreunde Österreich fordern auch die Gründung einer Gemeinschaft auf europäischer Ebene, die europaweit die Weiterentwicklung auf dem Gebiet der ökologischen und nachhaltigen Energien vorantreibt und die nationalen Ökoenergieprogramme vernetzt. Damit könnten Gelder, die aus Österreich und anderen Atomenergie ablehnenden Mitgliedsländern stammen und bisher der Atomindustrie zugute kamen, für die Forschung und Entwicklung erneuerbarer Energiequellen und Energieeffizienzmaßnahmen verwendet werden.

Auf Atomstrom kann man leicht verzichten

Atomkraft deckt nur etwa 14 % des weltweiten Stromverbrauchs und weniger als 3 % des weltweiten Energiebedarfs.

- Würde man das Geld, das in Atomkraft investiert wird, für Energieeffizienzmaßnahmen einsetzen, ließe sich viel mehr CO₂ einsparen als mit Atomkraft.
- Mit der Nutzung von Atomenergie steigen das Terrorrisiko und der illegale Handel mit radioaktiven Stoffen.

Der Internationalen Agentur für erneuerbare Energien (IRENA) zufolge werden dank Massenproduktion der Anlagen und technischer Optimierungen erneuerbare Energien laufend billiger. Atomare und fossile Energien hingegen werden wegen steigender Förderkosten und Umweltschäden sowie wegen des wachsenden technischen und militärischen Sicherheitsaufwands laufend teurer.



Foto: E. Schittenhelm/fofolla

Die Menschheit kann also auf die Atomenergie verzichten. Die Risiken atomarer Unfälle und die Produktion von hochradioaktivem Atommüll stehen in keinem Verhältnis zu dem geringfügigen Gewinn an Energie für eine kurze Zeitspanne. Atomstrom ist gefährlich und überflüssig!

Sonne, Wind, Biomasse, Wasser und Erdwärme sind sichere und heimische Energiequellen und stützen somit die heimische Wirtschaft und schaffen Arbeitsplätze. In Deutschland arbeiten laut IPPNW (International Physicians for the Prevention of Nuclear War) nur noch 30.000 Menschen in der deutschen Atomindustrie. Im Bereich erneuerbare Energien arbeiten dem deutschen Bundesministerium für Umwelt und Wirtschaft zufolge schon rund 280.000 Menschen; durch den Ausbau dieses Sektors könnten allein in Deutschland über eine Million Arbeitsplätze entstehen. Auch in Österreich ist das Potenzial neuer Arbeitsplätze im Bereich erneuerbare Energien sehr groß.

Österreich ab 2016 atomstromfrei

Österreich nahm sein einziges errichtetes Kernkraftwerk (Zwentendorf) nie in Betrieb, da dies im November 1978 durch eine Volksabstimmung abgelehnt wurde. Im Dezember 1978 wurde das Atomsperrgesetz und 1999 das Bundesverfassungsgesetz für ein atomfreies Österreich verabschiedet. Am 9. Juli 1997 beschloss das österreichische Parlament einstimmig, die Antiatompolitik fortzusetzen. Heute setzt sich Österreich auch in der Außenpolitik gegen Kernkraft ein, u. a. gegenüber der Tschechischen Republik und gegen die Europäische Atomgemeinschaft der EU.

Im April 2012 verpflichteten sich die österreichischen Energieversorger, auf den Import von Atomstrom für Privatkunden ab 2013 und für Industriekunden ab Ende 2015 zu verzichten. Ab Anfang 2015 wird in Österreich ein gesetzliches Importverbot für Atomstrom gelten.

Erneuerbare Energiequellen

Unter erneuerbaren (= regenerativen oder alternativen) Energieträgern versteht man Primärenergieträger, die sich von selbst und innerhalb menschlicher Zeitmaßstäbe erneuern – im Gegensatz zu den fossilen und nuklearen Energieträgern, die sich in Jahrmillionen gebildet haben und deren Nutzung zu einer stetigen Abnahme führt (siehe S. 5, 8).

Die alternativen Energietechnologien bedienen sich – bis auf die Geothermie (siehe S. 27) – alle der Strahlungsenergie der Sonne: unmittelbar in Form von Solarthermie und Photovoltaik sowie mittelbar in Form von Biomasse, Wind- und Wasserkraft.

In der Entwicklung sind weitere Möglichkeiten, die unerschöpfliche Energie der Natur zu nutzen. Fenster und Wände könnten zum



Foto: Nathalie Bertrams/World Future Council
Mobile Solaranlage in Burkino Faso

Beispiel mit Farbstoffen beschichtet sein, mit denen sie – ähnlich wie Pflanzen – aus dem Sonnenlicht Energie gewinnen.

Sonnenenergie

Sonnen- oder Solarenergie ist die Energie, die von der Sonne in Form von Strahlung (vor allem

Wärmestrahlung und sichtbares Licht) zur Erde gesandt wird. Die jährliche Strahlungsmenge der Sonne auf die Erdoberfläche würde ausreichen, um den gesamten Energiebedarf der Menschheit einige tausend Male zu decken. Die Sonnenenergie hat von den erneuerbaren Energien das größte Nutzungspotenzial. Laut IEA expandiert derzeit die Nutzung von Solarenergie stärker als alle anderen erneuerbaren Energietechnologien.¹⁶

Die Vorteile der Sonnenenergie liegen auf der Hand. Sie ist eine saubere, emissionsfreie Energie und steht jedem kostenlos und unbegrenzt zur Verfügung. Für ihre Nutzung braucht man nicht unbedingt weitere Flächen; Solaranlagen können u. a. auf Hausdächern und Fassaden angebracht werden.

Es gibt aber auch Nachteile. Die Sonne scheint nicht konstant, es ist daher kaum planbar, wie viel Energie die Sonne in bestimmten Zeitabschnitten liefern wird (siehe auch Abschnitt „Energiespeicher“, S. 46).

IRENA

Die Internationale Organisation für Erneuerbare Energien (International Renewable Energy Agency) wurde im Jänner 2009 gegründet. Bis dato haben 159 Staaten und die Europäische Union das Statut der Agentur gezeichnet, wovon wiederum 100 Staaten (darunter seit 2013 auch China) und die Europäische Union es bereits ratifiziert haben. Die IRENA soll in internationalen Debatten die globale Stimme der erneuerbaren Energien werden und als Plattform für den Austausch zwischen Ländern über Erfolgsmodelle für den Ausbau erneuerbarer Energien und über förderliche politische Rahmenbedingungen, den Aufbau von Kapazitäten, vorhandene Finanzmechanismen und Energieeffizienzmaßnahmen, die mit erneuerbaren Energien in Bezug stehen, dienen. Darüber hinaus soll sie den Zugang zu Informationen über erneuerbare Energien (technologisches Fachwissen, ökonomische Daten, Entwicklungsszenarien etc.) ermöglichen und Staaten beraten.

Weitere Infos: www.irena.org, www.erneuerbare-energien.de/die-themen/eu-international/irena/

Photovoltaik



Foto: LINZ, AG

Installation einer Photovoltaikanlage

Ein Solar- oder Photovoltaikmodul wandelt das Licht der Sonne direkt in elektrische Energie um. Das Modul besteht aus Solarzellen, die in Serie oder parallel geschaltet sind. Solarmodule sind als flexible und starre Ausführung verfügbar. Starre Solarmodule bestehen üblicherweise aus siliziumbasierten Solarzellen, die auf einen Aluminiumrahmen montiert und von einer Glasplatte abgedeckt sind. Flexible Solarmodule basieren auf organischen Werkstoffen und werden vorzugsweise im mobilen Bereich eingesetzt.

Die Photovoltaik ist im Kern eine Halbleitertechnologie. Die Produktion von Photovoltaikanlagen ist daher energie- und rohstoffintensiv und nicht emissionsfrei. Um die für die Herstellung benötigte Energiemenge zurückzugewinnen, müssen heutige Anlagen einer Studie der Europäischen Union zufolge je nach Bauart etwa bis zu drei Jahren betrieben werden. Dank der Lebensdauer der Solarmodule von 20 bis 30 Jahren ist die Gesamtenergiebilanz positiv. Eine heute hergestellte So-

laranlage erzeugt während ihrer Lebensdauer mindestens zehnmal mehr Energie, als zu ihrer Herstellung benötigt wurde. Dieser Wert wird sich durch energieoptimierte Herstellungsverfahren noch verbessern.¹⁷ Man braucht also in diesem Bereich eine nachhaltige Ressourcenwirtschaft und ausreichende Mittel für die Entwicklung von umweltverträglich produzierten Anlagen.

Die am 13. August 2012 in Kraft getretene neue Fassung der europäischen WEEE-Richtlinie (Waste of Electrical and Electronic Equipment Directive) muss bis Anfang 2014 in allen EU-Staaten umgesetzt werden. Sie verpflichtet Produzenten, Photovoltaikmodule kostenlos zurückzunehmen und zu recyceln.¹⁸ Wenn man das Silizium aus alten Solarmodulen recycelt, braucht man dafür übrigens wesentlich weniger Energie, als wenn man es neu herstellt.¹⁹

Man unterscheidet zwischen autarken und netzgekoppelten Anlagen. Autarke Photovoltaik-Anlagen – sogenannte Inselösungen – sind nicht ans öffentliche Stromnetz angeschlossen. Sie brauchen Batterien, um den Strom zu speichern. Solche Anlagen eignen sich zum Beispiel für Schutzhütten oder für Backup-Lösungen, die bei Stromausfällen Strom liefern. Netzgekoppelte Solaranlagen sind mit dem öffentlichen Stromnetz verbunden, der Strom wird direkt eingespeist.

Photovoltaikanlagen sollten – wenn möglich – gebäudeintegriert oder auf dem Dach bzw. an der Fassade montiert sein. Freiflä-

chenanlagen sollten vorrangig auf gewidmetem Bauland errichtet werden, zum Beispiel in Gewerbe- und Industriegebieten oder auf schon versiegelten Flächen, keinesfalls in Naturschutzgebieten oder auf sonstigen ökologisch sensiblen Standorten. Großflächenanlagen (größer als 1 ha) stehen Umweltschützer²⁰ kritisch gegenüber, weil sie in Konkurrenz zum Anbau von Nahrungs- und Futtermitteln stehen können und das Landschaftsbild maßgeblich beeinträchtigen.



Foto: World Future Council

Wohnhäuser mit Solardächern in Freiburg, Deutschland

Bislang wird nur ein kleiner Teil des weltweiten Energiebedarfs mit Sonnenenergie aus Photovoltaik gedeckt. Aber der Ausbau schreitet voran, und die Preise für Solarmodule sinken kontinuierlich. Ende 2012 waren weltweit an die 100 Gigawatt (GW) Photovoltaikleistung installiert.²¹ Nach Deutschland, Italien und China haben 2013 auch die USA die Grenze von 10 GW installierter Photovoltaikleistung durchbrochen. Die installierte Leistung wuchs jährlich um rund 50 %. Allein in den ersten sechs Monaten dieses Jahres wurden in

den USA 1,8 GW neu installiert. Prognosen gehen von einem weiteren raschen Zuwachs aus, Ende nächsten Jahres wird die Leistung vermutlich auf 17 Gigawatt angewachsen sein.²²

Auch in Österreich boomt der Ausbau der Photovoltaik: Im letzten Jahr wurden in Österreich Anlagen mit einer Gesamtleistung von 175 MW errichtet; dies ist fast so viel, wie in den letzten Jahrzehnten installiert wurde. Ende 2012 standen ca. 340 MW an Photovoltaikleistung zur Stromerzeugung zur Verfügung. Bis 2015 erwartet man eine Aufstockung auf 1 GW. Der Klima- und Energiefonds fördert dieses Wachstum. Mit dem diesjährigen Förderangebot können bis zu 24.000 neue Anlagen mit einer Gesamtleistung von bis zu 115 MW neu errichtet werden. Dies ist mehr als eine Verdoppelung der bestehenden Anlagenanzahl.²³ In absehbarer Zeit könnte in Österreich bereits mehr als ein Drittel der gesamten elektrischen Energie mittels Photovoltaik hergestellt werden.



Foto: World Future Council

Solarpaneele in Spanien; in Spanien ist für alle Neubauten und Sanierungen gesetzlich vorgeschrieben, dass die Warmwasserbereitung zu 70 % mit Sonnenenergie zu erfolgen hat.

Forschung

Als langfristig zukunftsträchtigste Technik gilt die Verwendung organischer Stoffe für die Solarzellen. Solche Solarzellen sind so dünn wie eine Klarsichthülle, biegsam, lichtdurchlässig und in verschiedenen Farben herstellbar. Dank dieser Eigenschaften kann man sie auch in Textilien und als Gestaltungselemente in der Architektur, beispielsweise an Fassaden, Möbeln und Fenstern, einsetzen.

1991 entwickelte Prof. Michael Grätzel von der École Polytechnique Fédérale de Lausanne die Farbstoffsolarzelle („Grätzel-Zelle“), welche die Photosynthese der Pflanzen nachahmt: Man verwendet einen Farbstoff, der Sonnenlicht in Strom umwandelt. Da diese Zellen durchsichtig sind, kann man sie zum Beispiel in Glas integrieren und mit Fensterscheiben Strom erzeugen.²⁴ Sowohl die Vorder- als auch die Rückseite der Zellen können Energie aufnehmen. Die Farbstoffsolarzellen arbeiten auch bei schwachem Licht und sind in der Herstellung preiswerter als herkömmliche Solarzellen auf Siliziumbasis. Farbstoffsolarzellen werden seit 2009 kommerziell gefertigt. Dennoch haben sie bis jetzt aufgrund ihres niedrigen Wirkungsgrades ein Nischendasein geführt. Das soll sich mit der Weiterentwicklung der Grätzel-Zelle ändern: Heuer stellte Grätzel einen neuen Zelltyp vor, der mit Solarzellen aus Silizium konkurrieren kann.²⁵



Foto: Tiberius Gracchus/forolia

In Zukunft könnte man zum Beispiel mit speziellen Fensterscheiben Sonnenenergie gewinnen.

Forschern der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg ist es gelungen, semitransparente organische Solarzellen zu entwickeln, die in einem Druckverfahren hergestellt werden: Die einzelnen Komponenten werden in flüssiger Form nacheinander auf eine Folie gedruckt. Auf diese Weise können auch große Solarbögen relativ einfach produziert werden.²⁶



Foto: safeconet/forolia

Wird es einmal Sonnenkraftwerke im Weltall geben?

Ein Sonnenkraftwerk, das nicht auf der Erde steht, sondern sie umkreist, hätte gewaltige Vorteile. Im All scheint die Sonne etwa achtmal intensiver als am Boden, störende Wolken und den Wechsel zwischen Tag und Nacht gibt

es nicht. Satelliten mit gewaltigen Sonnensegeln könnten die Energie per Laser oder in Form von Mikrowellen auf die Erde schicken, wo sie entweder direkt in die Stromnetze eingespeist oder in andere Energieträger überführt würde. Diese Idee fasziniert ForscherInnen schon seit Langem. Derzeit prüft die US-Weltraumbehörde NASA ein System namens „SPS-Alpha“ (Solar Power Satellite via Arbitrarily Large Phased Array): Ein riesiges trichterförmiges Gebilde mit Zehntausenden einzeln steuerbaren Spiegeln soll das Sonnenlicht auf die Solarzellen an der Rückseite eines Satelliten leiten. Danach soll die Energie mit einem Mikrowellenstrahl zur Erde geschickt werden. Wie viel Energie auf dem langen Weg bis zum Erdboden verlorengehen würde, weiß man (noch) nicht.²⁷

Solarthermie

Unter Solarthermie versteht man die Umwandlung der Sonnenenergie in nutzbare thermische Energie. Jeder kennt den Effekt vom Gartenschlauch, der nach einiger Zeit in der Sonne ziemlich heißes Wasser enthält. Diesen Effekt machen sich Solaranlagen zunutze.



Das Fernheizkraftwerk AEVG in Graz, eine der größten Solaranlagen Mitteleuropas

Foto: Austria Solar/S.O.L.I.D. Solarinstallation und Design GmbH

Absorber aus Kupfer oder Aluminium fangen die Sonnenstrahlen ein und geben die Wärme an das Wasser ab, das sie durchströmt. Die Absorber werden mit Glas abgedeckt, rückseitig gedämmt und mit einer Ummantelung dicht verschlossen, so dass möglichst wenig der wertvollen Sonnenwärme nach außen dringen kann. So entsteht der sogenannte Sonnenkollektor. Die hier erzeugte Wärme wird zum Solarspeicher transportiert und in die Sanitär- und Heizungsinstallation im Haus eingespeist.

Kollektoren können zur Warmwasserbereitung, als eigenständige und vollwertige Heizung oder zur Unterstützung einer bereits vorhandenen Heizung (die am besten mit erneuerbarer Energie wie Biomasse oder Geothermie betrieben wird) verwendet werden. Ist der Sonnenkollektor

groß genug und das Haus gut gedämmt, kommt man ohne zusätzliche Heizung aus.

Mit speziellen Kältemaschinen kann man aus Sonnenwärme auch Kälte erzeugen, die zur Klimatisierung von Räumen verwendet wird.

Ende 2011 war weltweit eine Leistung aus Solarthermie von 234,6 GWth („th“ für thermisch) installiert – über 80 % davon in China und Europa, wobei China von der Kollektorfläche her Solarthermie-Weltmeister ist. Zurzeit beträgt der jährliche Solarthermie-Zubau rund 14 %.²⁸ Der weltweit größte Anwendungsbereich ist die Brauchwassererwärmung.

In Österreich ist der Einsatz von Solarthermie sehr beliebt, und es gibt bereits rund 270.000 Solaranlagen für Warmwasser und Raumheizung, hauptsächlich in Einfamilienhäusern; rund 2 % der Kollektorfläche speist in Nah- und Fernwärmenetze sowie in industrielle Prozesse ein.²⁹

Sonnenwärmekraftwerke
Solar- oder Sonnenwärmekraftwerke verwenden die Wärme der Sonne über Absorber als primäre Energiequelle. Sie erreichen je nach Bauart höhere Wirkungsgrade als Photovoltaikanlagen, haben jedoch höhere Betriebs- und Wartungskosten und erfordern eine bestimmte Mindestgröße. Sie sind nur in besonders sonnenreichen Regionen der Erde wirtschaftlich.

Die Errichtung von Sonnenwärmekraftwerken war bis vor ein paar Jahren noch günstiger als die von Photovoltaikanlagen. Da die Preise für Solarmodule aber seit 2011 massiv gesunken sind, wurden 2012 zum Beispiel im Süden der USA statt geplanter solarthermischer Stromfabriken mehrere Photovoltaik-Großkraftwerke gebaut. Bei solarthermischen Kraftwerken lässt sich jedoch im Vergleich zu Photovoltaikanlagen ein Speicher kostengünstiger integrieren.³⁰

Geplante Großprojekte wie das Projekt DESERTEC, das mit Sonnenstrom aus der Sahara Europa mit Energie versorgen will, sind abzulehnen. Sie würden nur eine Fortsetzung des Energiekolonialismus bedeuten, die Bevölkerung vor Ort würde höchstwahrscheinlich kaum etwas davon haben (siehe auch S. 61).

Die Nutzung der Sonnenenergie spielt beim Umbau des Energiesystems eine große Rolle. Da Sonnenenergie nicht immer zur Verfügung steht, müssen zusätzliche Speichermöglichkeiten geschaffen werden (siehe S. 46). Darüber hinaus müssen

der Netzaus- und -umbau (siehe S. 43 und 45) vorangetrieben werden, was jedoch auch große Konflikte mit sich bringt, vor allem, wenn es um die Errichtung neuer Stromtrassen geht. Um erneuerbare Energien optimal nutzen zu können, müssen sowohl die Höchstspannungsnetze als auch die Verteilnetze, also die Nieder-, Mittel- und Hochspannungsnetze, massiv ausgebaut werden.

Energie aus Biomasse

Unter Biomasse versteht man alle Stoffe organischer Herkunft. Die Abgrenzung der Biomasse von den fossilen Energieträgern beginnt beim Torf, der im strengeren Sinn nicht mehr zur Biomasse zählt. Gegenüber fossilen Energieträgern verfügt Biomasse als Brennstoff über einen niedrigeren Heiz- und Brennwert. Auch noch nach dem Trocknen verbleibt ein Restwasserteil, der die Energiedichte zusätzlich verringert. Daher sollte Biomasse nur als regionaler Energieträger ohne längere Transportwege eingesetzt werden.³¹

Im Gegensatz zu anderen erneuerbaren Energiequellen wie Sonnen- und Windenergie steht

Energie in Form von Biomasse in gebundener Form zur Verfügung. Sie ist gut lagerfähig und zu einem beliebigen Zeitpunkt einsetzbar. Bei der Verbrennung oder Zersetzung (z. B. Vergärung) von Biomasse wird nur so viel Kohlenstoff freigesetzt, wie die Pflanzen vorher aufgenommen haben.

Biomasse findet fest, flüssig und gasförmig Verwendung. Für die zukünftige Energieversorgung ist Biomasse zwar eine wichtige, aber auch begrenzte Ressource.

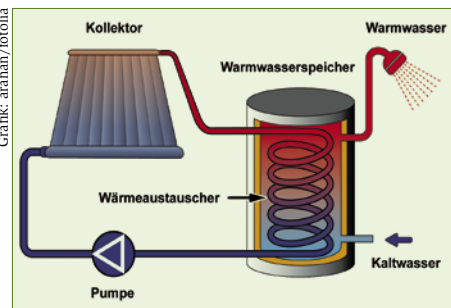
Die Nutzung von Biomasse ist die älteste von Menschen angewandte Energietechnik. Lange bevor die Menschen Öl, Kohle, Erdgas und Uran entdeckt und zu nutzen gelernt hatten, diente Biomasse der Deckung menschlicher Bedürfnisse in allen Lebensbereichen. Seit jeher wird sie als Nahrungs- und Futtermittel, als Brennmaterial, Baustoff, Rohstoff für Textilien sowie für Arzneien verwendet.

Mit dem technischen Fortschritt des 20. Jahrhunderts hat sich die Art der Biomasseproduktion und -nutzung stark verändert. Die regional weitgehend geschlossenen Nährstoff- und Energiekreisläufe



In Österreich ist Energie aus Biomasse noch vor der Wasserkraft die wichtigste erneuerbare Energiequelle.

Foto: KWS



Solarthermie kann man zum Beispiel für die Warmwasserbereitung einsetzen.

wurden Im Zuge der Industrialisierung und Globalisierung der Nährstoff- und Energieflüsse durch eine intensivere, spezialisierte Form der Biomasseproduktion ersetzt, was in einigen Teilen der Welt eine Phase des Wohlstands und des Überflusses einleitete. Fossile Energieträger ermöglichten die Motorisierung der Landwirtschaft und die energieintensive Herstellung von Düngemittel- und Pflanzenschutzmitteln. Wie und in welchem Umfang Nutzpflanzen angebaut und Tiere gehalten werden sowie Biomasse aus natürlichen Beständen (z. B. Urwäldern und extensivem Grünland) entzogen wird, hat großen Einfluss auf die Stabilität globaler Ökosysteme und deren Funktionsfähigkeit.

Weltweit nehmen die Landnutzungs Konkurrenzen immer mehr zu. Etwa 35 % der Weltgetreideernte wird an Nutztiere verfüttert. Der globale Fleischkonsum ist von 1961 bis heute von 71 Mio. auf 284 Mio. Tonnen gestiegen; die Fleischproduktion benötigt bereits ca. 70 % der weltweiten landwirtschaftlichen Fläche. Dabei decken tierische Lebensmittel nur etwa 15 % der Kalorienzufuhr der Weltbevölkerung ab.

In Österreich ist Energie aus Biomasse mit einem Anteil von 60 % an der gesamten Erneuerbaren-Energie-Menge noch vor der Wasserkraft die wichtigste erneuerbare Energiequelle. Sie wird im Wesentlichen aus Holz-Biomasse, landwirtschaftlicher Biomasse* sowie aus biogenen Abfällen und Klärgas gewonnen.³²

Holz



Foto: Glaser/fotolia

Holz ist einer der bedeutendsten Bioenergieträger. Man unterscheidet Scheit- bzw. Kaminholz, Hackschnitzel und Holzpellets.

Scheit- bzw. Kaminholz ist die klassische Bereitstellungsform von Brennholz; es stammt größtenteils aus dem Wald oder von Flurgehölzen.

Hackschnitzel sind maschinell zerkleinerte Holzstücke; sie werden aus Waldholz, Sägenebenprodukten, Industrierestholz, Flur- und Schwemmholz sowie aus Holz von Kurzumtriebskulturen hergestellt.

Holzpellets sind kleine zylindrische Presslinge, für deren Herstellung hauptsächlich Nebenprodukte der Holzverarbeitenden Industrie wie Sägemehl und Hobelspäne verwendet werden.

Die globalen Waldverluste schreiten seit Jahrzehnten voran. Hauptursache dafür ist die Umwandlung von Wald- in Ackerfläche. Urwälder sind einzigartige Ökosysteme und haben für die Biodiversität eine sehr große Bedeutung. Ihre Zerstörung ist daher ein besonderes Problem. Der tropische Regen-

wald reagiert auf Einwirkungen von außen äußerst sensibel. Dies liegt vor allem daran, dass er seine Nährstoffe zum überwiegenden Teil der Biomasse und nicht dem Mineralboden entnimmt. Äußerst bedenklich ist es daher, dass durch Brandrodung zur Gewinnung von Ackerland und/oder für die Schaffung von Palmölplantagen wertvoller Regenwald zerstört wird. Es entstehen irreversible Bodenschäden, die eine Wiederbewaldung ausgesprochen schwierig machen. Regenwaldähnliche Ökosysteme wiederherzustellen ist im Gegensatz zu den mitteleuropäischen Ökosystemen nahezu unmöglich.

In Europa hat man erkannt, dass es ganz wichtig ist, den Waldbestand zu erhalten und nachhaltig zu nutzen. Europa ist reich an Wäldern, doch der Klimawandel wird manchen Baumarten schwer zu schaffen machen. Besonders ungünstig ist der Klimastress für Fichtenkulturen in tiefen Lagen, während zum Beispiel Eichen und Buchen in höheren Lagen sogar profitieren können. Generell sollte die Artenvielfalt in den heimischen und europäischen Wäldern gefördert werden, Baumarten mit hoher Trockentoleranz müssen bevorzugt werden.

* Informationen über die Palette der Energiepflanzen bietet die kostenlose Broschüre „Der volle Durchblick in Sachen Energiepflanzen“, hrsg. von der Agentur für erneuerbare Energien. Download: <http://mediathek.fnr.de> > Broschüren > Bioenergie > Energiepflanzen > Der volle Durchblick in Sachen Energiepflanzen



Foto: M. Schuppich/fotolia

Nur bei einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung kann Holz CO₂-neutral sein.

In Österreich werden derzeit vom jährlichen Waldzuwachs nur etwa zwei Drittel genutzt, daher ist Holz ausreichend verfügbar. Allerdings wird das meiste Holz von den großen Forstbetrieben geschlagen. Das nicht genutzte Drittel liegt vor allem in schwer zugänglichen Regionen und in privaten Kleinwäldern. Eine erhöhte Holz Nachfrage würde zu einer Nutzungsintensivierung führen: Es würde zu verkürzten Umtriebszeiten, zu einem geringeren Totholzaufkommen und zu zunehmenden Störungen durch neue Forststraßen kommen; auch die Baumartenzusammensetzung würde sich verändern, wovon viele Tierarten negativ betroffen wären.

Holz leistet als an und für sich CO₂-neutraler Energieträger einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz. Bei der Beschaffung sollte man aber unbedingt auf Regionalität und kurze Transportwege achten, um die CO₂-Neutralität sicherzustellen.

Probleme mit Schadstoffemissionen beim Heizen mit Holz gibt es vor allem bei veralteten und/oder schlecht gewarteten Öfen, wenn Heizanlagen falsch bedient sowie Abfälle mitverbrannt werden.

In dem vom Lebensmittelministerium herausgegebenen Folder „Richtig Heizen mit Holz“³³ werden die wesentlichen Voraussetzungen und wichtige Maßnahmen für das schadstoffarme Verfeuern von Holz erläutert. Wenn man sich an diese Empfehlungen hält, ist Heizen mit Holz aus Sicht des Umweltschutzes positiv zu bewerten.

Agrotreibstoffe

Biomasse gilt zwar als CO₂-neutral, doch der Ackerbau kann auf verschiedene Weisen CO₂ und andere klimaschädliche Gase (z. B. Methan und Lachgas) freisetzen, so dass die Klimabilanz mancher Biokraftstoffe sogar wesentlich schlechter ist als der von erdölbasierten Kraftstoffen; auch andere Umweltschädigungen (zum Beispiel der Böden) durch die Herstellung von Biokraftstoffen können erheblich sein.³⁴

Biodiesel

Biodiesel (z. B. Rapsmethylester = RME) wird durch die Umesterung von Pflanzenöl mit Methanol hergestellt. Als Grundstoffe kommen auch Sonnenblumen, recyceltes Pflanzenöl, Tierfette sowie Altspeisefette und -öle zum Einsatz. Kraftstoffäquivalent: 1 l Biodiesel ersetzt wegen des geringeren Heizwertes nur 0,91 l Diesel.

Bioethanol

Bioethanol ist ein Alkohol, der aus nachwachsenden Rohstoffen (zucker-, stärke- und zellulosehaltigen Pflanzen), aber auch aus Abfällen und Reststoffen hergestellt werden kann. Bioethanol ist der weltweit am meisten genutzte Biokraftstoff. Kraftstoffäquivalent: 1 l Bioethanol ersetzt wegen des geringeren Heizwertes nur 0,65 l Benzin.

Pflanzenöl

Pflanzenöl ist nicht nur Ausgangsstoff für Biodiesel, sondern kann auch in unveränderter Form in umgerüsteten Dieselmotoren verwendet werden. Kraftstoffäquivalent: 1 l Rapsöl ersetzt wegen des geringeren Heizwertes nur 0,96 l Diesel.

BtL-Kraftstoffe

BtL-Kraftstoffe (Biomass-to-Liquid) sind synthetische Kraftstoffe (Synfuel oder Sunfuel*), die durch Biomasseverflüssigung hergestellt werden. Im Vergleich zu Biodiesel weisen sie ein breiteres Rohstoffspektrum auf: Man kann für die Herstellung zellulosereiche Biomasse (Stroh, Holz), organische Abfälle und Waldholz

verwenden. Zurzeit befindet sich die Produktion allerdings noch im Entwicklungsstadium.

Sind Agrotreibstoffe sinnvoll?

In Europa wird schon seit Längerem über die Sinnhaftigkeit des Einsatzes von Agrotreibstoffen diskutiert. In Österreich hat Umweltminister DI Nikolaus Berlakovich die geplante Einführung des Kraftstoffs E10 – eines Ottokraftstoffs mit einer fünf- bis zehnprozentigen Beimischung von Bioethanol – auf unbestimmte Zeit verschoben. Fakt ist, dass die energetische Nutzung von Ackerfrüchten nicht nur ethisch bedenklich, sondern auch ineffizient ist.



Foto: Samdor Jackal/fotolia

Die derzeitige Beimischung von Agrotreibstoffen trägt weder zur Verringerung des Verkehrsaufkommens noch zur Entwicklung umweltfreundlicherer Kraftfahrzeuge bei.

Der Einsatz von Agrotreibstoffen trägt dazu bei, dass sich am Mobilitätsverhalten der Menschen nichts ändert bzw. ändern muss. Da die Beimischung von Agrotreibstoffen angerechnet werden darf, muss die Autoindustrie die Verbrauchsreduktionsziele nicht alleine durch effizientere Motoren erreichen. Damit sinkt natürlich die Motivation, rasch

Fahrzeuge mit einem geringen Kraftstoffverbrauch auf den Markt zu bringen.

Abgesehen davon gibt es auf der Welt nicht genügend landwirtschaftliche Flächen, um ausreichende Mengen von Agrotreibstoffen zu gewinnen. Schon jetzt müssen in Europa die Rohstoffe oder Biosprit aus Drittländern importiert werden. Damit wird nur die industrielle Landwirtschaft gefördert, was sich wiederum auf die kleinstrukturierte Landwirtschaft und auf die Artenvielfalt sehr negativ auswirkt.

Die Weltbevölkerung wächst, der Energieverbrauch nimmt unaufhörlich zu, und der steigende weltweite Fleischkonsum bedingt einen vermehrten Flächenbedarf für den Futtermittelanbau. Aufgrund der großen Nachfrage nach Futter- und Energiepflanzen besteht die Gefahr, dass auch in Europa (in den USA werden ohnehin nur mehr gentechnisch veränderte Pflanzen angebaut) vermehrt gentechnisch verändertes Saatgut eingesetzt wird sowie der Düngemittel- und Pestizideinsatz weiter intensiviert wird.

Die Naturfreunde Österreich sehen auch ein großes soziales Problem: Da auf immer mehr Flächen Energiepflanzen statt Nahrungsmittel angebaut werden, steigen die Lebensmittelpreise, und die Armut verschärft sich. Die Lebensmittelpreise, besonders dramatisch für die sogenannten Entwicklungsländer, werden zusätzlich von Spekulanten in die Höhe getrieben. Das Interesse (von großen Firmen) an der Bereitstellung von Agrotreibstoffen

treibt die Preisspirale noch an. Auch der große Anteil der Lebensmittel, die in den Industriestaaten weggeworfen werden, trägt – aufgrund überhöhter Nachfrage – zur Teuerung von Nahrungsmitteln bei. Aber auch die Futtermittel werden teurer, was wiederum die Fleischpreise in die Höhe treibt.

Ein extrem negatives Beispiel für einen nicht nachhaltigen Anbau ist die Palmölproduktion in Indonesien und anderen südasiatischen Ländern. Dort wird wertvoller Regenwald brandgerodet, was zu einem enormen CO₂-Ausstoß, einer starken Luftverschmutzung und einem gravierenden Biodiversitätsverlust führt – nur damit „grüner“ Treibstoff in die Tanks gefüllt werden kann. Regenwälder speichern große Mengen von CO₂ und dämpfen die vom Menschen verursachte globale Erwärmung. Und gerade sie werden nun zur Schaffung von Anbauflächen für Energiepflanzen vernichtet! Eine groteske Situation.



Foto: Gina Sanders/fotolia

Der steigende Fleischkonsum führt weltweit zu einem massiv höheren Bedarf an Agrarprodukten und damit auch an Agrarflächen. Damit entsteht eine Konkurrenz zwischen der Herstellung von pflanzlichen Lebensmitteln, Fleisch und Biokraftstoffen.

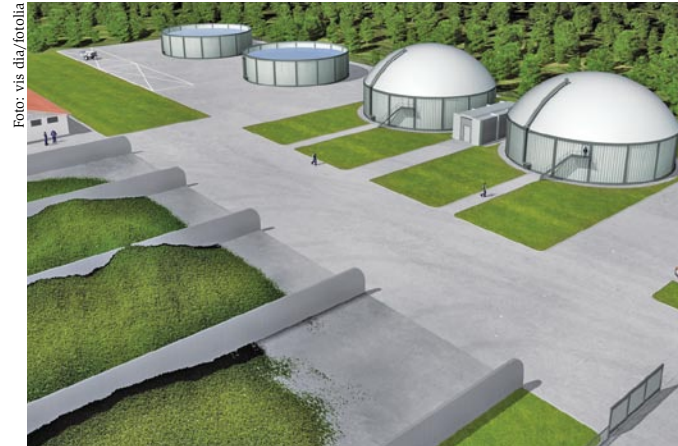


Foto: vis dia/fotolia

Aber auch Europa sind die landwirtschaftlichen Flächen wertvoll und begrenzt. Die 20-20-20-Ziele der EU im Verkehrsbereich sind nicht mit der Einführung von E10 zu erreichen. Nötig sind die Erhöhung der E-Mobilität, der zügige Ausbau des öffentlichen Verkehrs und die Förderung der Entwicklung von Agrotreibstoffen der dritten Generation, die nur aus Abfällen oder Algen (siehe S. 21) hergestellt werden.

Biogas

Biogas ist ein brennbares Gas, das zu 50 bis 60 % aus Methan und zu 40 bis 50 % aus Kohlendioxid besteht. Andere Gase – Schwefelwasserstoff, Wasserstoff, Stickstoff und höhere Kohlenwasserstoffe – sind in Spuren enthalten. Durch die Abtrennung des Kohlendioxids und der Spurengase erhält man ein Reingas, das chemisch mit Erdgas identisch ist und als Bioerdgas oder Biomethan bezeichnet wird. Kraftstoffäquivalent: 1 m³ Biomethan ersetzt 0,94l Benzin und 1,08l Diesel.

Biogas entsteht bei der anaeroben Vergärung organischen Materials wie Anbaubiomasse oder Reststoffe (Maissilage, Gras, Gülle, Abfälle, Klärschlamm etc.). Günstig ist eine gekoppelte Nutzung vegetativer und generativer Teile von ein- und derselben Pflanze: zum Beispiel die Nutzung von Maiskörnern zur Stärkegewinnung und der Restpflanze für die Biogaserzeugung; oder die Nutzung von Sonnenblumenkernen zur Ölgewinnung und die Verwendung der Restpflanze und des Presskuchens zur Biogasnutzung.

Für die Biogaserzeugung soll ein möglichst breites Spektrum von Pflanzenarten genutzt werden, einseitige Fruchtfolgen sind unbedingt zu vermeiden.

Die Forschung befasst sich derzeit mit der Frage, wie Kulturpflanzen aus ökologisch optimierten Fruchtfolgesystemen am besten als Energiepflanzen für die Biogaserzeugung eingesetzt werden können. Dabei spielen alle Anbauformen der Vor-, Haupt-, Zwischen- und Nachfrucht

Die Ökobilanz von Biogas hängt sehr von den jeweiligen Gegebenheiten ab. Vor allem bei der Verwertung von Abfallstoffen wie Pflanzenresten und Gülle fällt sie in der Regel sehr positiv aus. Deutlich weniger günstig ist die Bilanz, wenn Energiepflanzen mit dem Einsatz fossiler Energie sowie von Düngemitteln und Pestiziden angebaut werden. Unter Umständen kann dadurch jeglicher Klimaschutzeffekt entfallen. Kommt es zu Methan- und/oder Lachgasemissionen erzielt man sogar klimaschädliche Effekte.

zung eine Rolle. Man braucht aus den vielfältigen Rohstoffen ausgewogene Gärrohstoffrationen, die einen sicheren Gärverlauf und hohe Methanausbeuten gewährleisten. Es müssen Fruchtfolgesysteme angebaut werden, die auf folgenden drei Säulen fußen:³⁵

- der Versorgung mit Nahrungs- und Futtermitteln,
- der Erzeugung von Stoffen (organische Dünger, Rohstoffe wie Öle und Fette) und Energie (Biogas, Rapsmethylester),
- der Erhaltung, Förderung und Nutzung abwechslungsreicher Kulturlandschaften.



Foto: Harald Biebel/fotolia

Die ganze Pflanze nutzen: Aus den Sonnenblumenkernen gewinnt man Öl, die Restpflanze und der Presskuchen werden zur Biogasherstellung verwendet.

Eine Biogaserzeugung, für die ausschließlich biogene Rest- und Abfallstoffe wie Landschaftspflege, Zwischenfrüchte, Stroh, Wirtschaftsdünger und Lebensmittelabfälle verwendet werden, ist möglich.

Laut Forschungen des Instituts für Landtechnik der Universität für Bodenkultur Wien könnten mit Biogas, das ohne Konkurrenz zur Lebensmittelproduktion und unter Erhalt der Bodenfruchtbarkeit gewonnen wird, bis zu 12 % des österreichischen Energiebe-

darfs klimafreundlich gedeckt werden. Allerdings ist noch intensive Forschungsarbeit nötig, um die Nutzung dieses Potentials auch ökonomisch interessant zu machen.³⁶

Vielfältig verwendbar

Biogas bietet eine Vielzahl von Nutzungsoptionen. Dazu zählen die dezentrale Strom- und Wärmeproduktion, die Verteilung über Wärmenetze, die Einspeisung in das Gasnetz und der Einsatz als Kraftstoff. Im Rahmen

der Energiewende wird Biogas eine wesentliche Rolle spielen. Mithilfe von Biogas kann man nicht nur zusätzliche Mengen von Energie liefern, sondern könnte diese auch als Ergänzung von Wind- und Sonnenenergie bereitstellen; beispielsweise kann ein Biogaskraftwerk Teil eines virtuellen Kraftwerks (= eine Kombination von dezentralen, aber zentral gesteuerten Kraftwerken) sein und dort gezielt das schwankende Angebot von Wind- und Solarstrom ausgleichen.³⁷

Bioenergiedörfer



Das Bioenergiedorf Jühnde

Das Projekt „Das Bioenergiedorf“, das mit den Einwohnerinnen und Einwohnern der deutschen Gemeinde Jühnde realisiert wurde, startete im Jahr 2000 ein Team aus Agrar-, Geo-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlern. Bis jetzt gibt es in Deutschland bereits 136 Bioenergiedörfer, die ihre Emissionen drastisch senken konnten: In Jühnde etwa wurde der CO₂-Ausstoß pro Kopf um ca. 90 % reduziert!

In einem Bioenergiedorf soll mindestens so viel Strom mit Biomasse erzeugt werden, wie in dem Ort verbraucht wird. Basis sind Bioenergiepflanzen, die nahe der Biogasanlage grün geerntet und siliert werden. Das konservierte Material wird in die Biogasanlage eingeführt, zusammen mit eventuell vorhandener Gülle, und dort in erheblichen Anteilen in Biogas umgewandelt. Das Biogas wird in einem

Blockheizkraftwerk in Strom umgewandelt. Die dabei entstehende überschüssige Wärme wird für Heizzwecke verwendet, wodurch eine hohe Energieeffizienz erreicht wird. Der zurückbleibende Gärrest mit seinen Nährstoffen und seinen hohen organischen Anteilen wird zurück auf die Felder gebracht; damit kann der Düngemittelverbrauch stark verringert werden.

Die notwendige Verlegung eines Nahwärmenetzes für die Verteilung der Wärme im Ort und der Anschluss der Häuser an dieses Netz ist für die Dorfgemeinschaft eine große Herausforderung. Derartige Projekte können daher meist nur bei einer Beteiligung der Mehrheit der HauseigentümerInnen und Landwirtinnen/-wirte realisiert werden. Gelingt dies und bleiben die technischen Anlagen mehrheitlich im Eigentum der Dorfgemeinschaft, bieten Bioenergiedörfer die große Chance, eine eigenständige und von den Ölpreisentwicklungen weitgehend unabhängige Energieversorgung aufzubauen. Univ.-Prof. Dr. Hans Ruppert vom Interdisziplinären Zentrum für nachhaltige Entwicklung der Universität Göttingen und Leiter des Projekts „Bioenergiedorf“ in Jühnde: „Unter den heutigen Bedingungen könnten mit Biomasse in Deutschland 10 % des Primärenergiebedarfs gedeckt werden. [...] In Deutschland werden 70 bis 75 % der landwirtschaftlichen Flächen, die mit Pflanzen versehen werden, für die Fleischproduktion verwendet. Eine Änderung der Ernährungsgewohnheiten könnte zu mehr Flächen für die Biomasseproduktion führen.“³⁸

Energie aus Algen

Neben den Landpflanzen nutzen auch Algen das Sonnenlicht als Energiequelle. Sie sind eine der wichtigsten Primärproduzenten der Erde. Es ist daher naheliegend, das biosynthetische Potenzial von Mikro- und Makroalgen als Wertstoffproduzent und Energieträger zu nutzen und ihre ökonomische und ökobilanzseitige Leistungsfähigkeit zu beurteilen.



Mit der Produktion von Algen (auf dem Foto sieht man eine Bioreaktor-anlage) könnte man auch CO₂-Emissionen verwerten und somit zur Senkung des CO₂-Ausstoßes beitragen.

Die Forschung widmet sich vor allem der Nutzung von Mikroalgen. Mikroalgen sind frei im Wasser schwebende einzellige Algen (Phytoplankton), die sowohl im Süßwasser als auch im Meer vorkommen. Sie gelten als Rohstoffe der Zukunft und als gigantische genetische Ressource. Mit geschätzten 400.000 Arten (bisher wurden erst 40.000 entdeckt) halten Algen einen großen Anteil an der globalen Biodiversität. Sie verfügen über extrem hohe Wachstumsraten, was für die Gewinnung von Biomasse von Interesse ist, und fixieren dabei Kohlendioxid, was von Relevanz für den Klimaschutz sein könnte.

Unter Stress, wie dem Entzug wichtiger Nährstoffe, produzieren

einige Arten klimaneutralen Wasserstoff. Einige Mikroalgenarten eignen sich für die Herstellung von Biodiesel, da sie hohe Ölgehalte von 20 bis 40 % aufweisen. Sie zählen zu den Biodieselpflanzen der „dritten Generation“: Sie nehmen dem Ackerbau keine Flächen weg und sind somit keine Konkurrenz für die Produktion von Nahrungsmitteln.³⁹ Man unterscheidet zwischen vier Algenkraftstoffen:

- Biodiesel: Aus einigen Algenarten kann man Öl gewinnen, das durch Umesterung in einen Kraftstoff verwandelt werden kann, dessen Eigenschaften mit Dieselmotoren vergleichbar sind.
- Bioethanol: Die Kohlenhydrate, die einen großen Anteil der Algenmasse ausmachen, können durch alkoholische Gärung zu Ethanol umgesetzt werden.
- Biogas: Durch Vergärung der Algenmasse zu Methan und Kohlendioxid kann energiereiches Biogas produziert werden.
- Biowasserstoff: Einige Algenarten bilden unter bestimmten Bedingungen Wasserstoff.

Mit der Produktion von Algen könnte man auch CO₂-Emissionen verwerten und somit zur Senkung des CO₂-Ausstoßes beitragen. Aus Algensamen entsteht in einem mit CO₂ gefüllten „Algenreaktor“ innerhalb eines Tages unter natürlichem Sonnenlicht eine Algenkultur und damit energetisch und industriell verwertbare Biomasse. Der Algenanbau ist achtmal größer als bei angebauter Biomasse.

Diese Methode könnte man zum Beispiel dazu verwenden, CO₂ aus der Zementproduktion als Rohstoff zu verwerten.⁴⁰

Bisher gibt es noch keine kommerzielle Produktion von Algenkraftstoffen, da die Herstellungskosten noch extrem hoch sind und noch viel Entwicklungsarbeit zu leisten ist. Es werden jedoch intensive Forschungen betrieben.

Wasserkraft



Bei der Nutzung der Wasserkraft wird die Bewegungs- und Höhenenergie des Wassers in elektrische Energie umgewandelt. Die Nutzung der Wasserkraft reicht bis in die Antike zurück, als das Wasserrad vom Menschen genutzt wurde, um gewisse Arbeiten zu erleichtern. Später diente die Wasserkraft zum Antrieb von Mühlen, Schmieden und anderen Handwerksbetrieben.

Die Wasserkraftnutzung hat in Österreich eine lange Tradition; aufgrund der in Österreich gegebenen Topographie kann ein

Großteil des Strombedarfs, derzeit etwa 55 %, durch Wasserkraft erzeugt werden.

Wasserkraftwerke

Man unterscheidet Lauf- und Speicherwasserkraftwerke. Bei einem Laufwasserkraftwerk wird die zur Verfügung stehende Energie des Wassers kontinuierlich, bei einem Speicherkraftwerk (Talsperre) nach Bedarf zur Stromerzeugung genutzt. Eine besondere Form der Speicherkraftwerke sind Pumpspeicherkraftwerke (siehe auch S. 46), deren hochgelegenes Speicherbecken meist nicht durch einen natürlichen, kontinuierlichen Zufluss gefüllt wird. Das Wasser kommt ganz oder zu einem überwiegenden Teil aus einem tiefer liegenden Becken und wird mit elektrischer Energie hochgepumpt. Das ermöglicht es, in Zeiten geringen Strombedarfs die nicht ausgelasteten Kapazitäten

der Grundlastversorgung für das Hochpumpen des Wassers zu verwenden. Bei Bedarfsspitzen werden die Turbinen eingeschaltet und verwandeln die potentielle Energie des hochgepumpten Wassers in Strom. Zu bedenken ist, dass der Pumpstrom häufig aus sehr klimaschädlichen Kohlekraftwerken, teilweise auch aus Kernkraftwerken stammt.

Man kann die Wasserkraftwerke auch nach der Fallhöhe unterscheiden: Im Bereich bis etwa 25 m spricht man von Niederdruckkraftwerken, bis 100 m von Mitteldruckkraftwerken und über 100 m von Hochdruckkraftwerken.

Die negativen Folgen

Leider haben Wasserkraftwerke auf die Flussökosysteme negative Auswirkungen. Die Wehranlage von Laufkraftwerken erzeugt einen Aufstau, der die Lebensbe-

dingungen für Flora und Fauna im Flusslauf, aber auch in den angrenzenden Lebensräumen sehr stark beeinträchtigt. Gerade in Fließgewässern höherer Lagen (z. B. in den Alpen) laufen die meisten biologischen Vorgänge in den sogenannten Lückenlebensräumen (= Lebensräume innerhalb von Kieslücken) ab. Durch die Verschlammung, hervorgerufen durch verstärkte Sedimentation, wird vielen Organismen die Lebensgrundlage genommen. Durch die Verringerung der Fließgeschwindigkeit steigt die Wassertemperatur, und der Sauerstoffgehalt im Wasser nimmt ab. Aufgrund des Geschieberückhalts im Staubereich wird kein Sohlmaterial flussabwärts transportiert; das kann für angrenzende Feuchtlebensräume wie Auen verheerende Folgen haben.

Speicherkraftwerke (meist in den Höhenlagen alpiner Flüsse) haben extreme Auswirkungen auf die dort herrschende Abflussdynamik. Alpine Fließgewässer sind von der Schneeschmelze im Frühjahr und Sommer (Hochwasser) bzw. den niedrigen Abflüssen im Herbst und Winter (Niedrigwasser) geprägt. Die Flussfauna und -flora sind von dieser Dynamik abhängig. Außerdem bedingt der unterbundene Sedimenttransport unterhalb des Staubereichs eine verstärkte Sohleintiefung. Damit fehlen wichtige Laichhabitate für Fische, und es kommt zu einer Veränderung der Lebensbedingungen bzw. der Artzusammensetzung.

Alle Verbauungen sind für Fließgewässerorganismen ein großes Hindernis, da sie die Flüsse nicht mehr ungehindert durchwandern können. Leider funktionieren Fischaufstiegshilfen nicht immer gut. Da die Fische immer der stärksten Strömung folgen, geraten sie auf der gewässerabwärtsgerichteten Wanderung meistens in die Turbinen, was natürlich ihren Tod bedeutet.

Gigantische Wasserkraftwerke wie die Drei-Schluchten-Talsperre am Jangtsekiang in China und das im Bau befindliche Speicherkraftwerk Belo Monte mit drei Talsperren am Amazonas-Seitenfluss Xingu in Brasilien sind sowohl eine ökologische als auch menschliche Katastrophe. Zigtausende Menschen verlieren ihre Heimat und werden zwangsumgesiedelt. Auch die Folgen für Fauna und Flora sind enorm: Ganze Landstriche werden abgeholzt, riesige Staumauern verhindern

den natürlichen Wasserabfluss sowie Überschwemmungen, Flussnebenläufe trocknen aus, Ackerland wird für immer überflutet. Damit wird der Tier- und Pflanzenwelt sowie der ansässigen Bevölkerung die Lebensgrundlage genommen!

Sensible Flusstrecken schützen!

Laut E-Control Austria werden weltweit rund 3120 TWh pro Jahr an elektrischer Energie mittels Wasserkraft erzeugt, in Österreich sind es etwa 37 TWh. Die weltweite Wasserkrafterzeugung entspricht rund 16 % der weltweiten Stromerzeugung, in Österreich sind es rund 55 %. Die größten Wasserkraftkapazitäten in Europa, gemessen am Anteil an den länderspezifischen gesamten Stromerzeugungskapazitäten, gibt es in Norwegen, Lettland, Luxemburg, Österreich und in der Schweiz. Laut Statistischem Amt der Europäischen Union (Eurostat) beträgt der Anteil der Wasserkraft an den gesamten in der EU installierten Stromerzeugungskapazitäten derzeit 18,4 %.

Mit einem Ausbaugrad der österreichischen Fließgewässer von rund 70 % befindet sich Österreich unter den Spitzenreitern in Europa. Nichtsdestotrotz planen Energieunternehmen zahlreiche weitere Kraftwerke an Österreichs Flüssen. Der steigende Stromverbrauch der Industrie, der Haushalte und des Dienstleistungssektors bedingt auch eine Steigerung der Stromproduktion. Um die erforderlichen CO₂-Aufgaben der EU zu erfüllen, muss die notwendige Stromprodukti-

on aus erneuerbaren Energien kommen. Durch die ständigen Stromverbrauchszuwächse ist der Anteil der erneuerbaren Energien im Strombereich innerhalb der letzten zehn Jahre von etwa 70 auf rund 60 % gesunken. Diese Situation hat zu einem regelrechten Wettlauf um die letzten natürlichen Fließgewässerstrecken in Österreich geführt. Mehr als 60 neue Wasserkraftwerke mit einer Leistung von mehr als 1 MW sind geplant. Dazu kommen noch einige hundert Kleinstwasserkraftwerke, deren Anteil an der Gesamtproduktion zwar verschwindend gering ist, die aber in Summe einen beträchtlichen ökologischen Schaden anrichten.

Die Naturfreunde fordern daher eine koordinierte Vorgangsweise und keinen Wasserkraftausbau auf Kosten naturnaher Fließgewässer in sensiblen Gebieten. Niemand weiß, welche Projekte derzeit wo in Österreich realisiert werden bzw. geplant sind. Die Naturfreunde sind nicht generell gegen den weiteren Ausbau der heimischen Wasserkraft, wenn in



Foto: Oliver Weber/fotolia

Wasserkraftwerke haben auf die Umwelt massive negative Auswirkungen.



Der Druck auf noch nicht verbaute heimische Flüsse wächst. Daher haben die Naturfreunde Österreich ein Positionspapier für die Nutzung von Energie aus Kleinwasserkraftwerken verfasst und Kriterien entwickelt, um den Naturschatz Wasser auch für kommende Generationen zu sichern.

Download des kostenlosen Folders „Kleinwasserkraftwerke – Nicht um jeden Preis!“. www.naturfreunde.at > Service > Shop > Info- und Servicefolder

einem umfassenden Masterplan alle Interessen an der Nutzung und dem Erhalt von Flüssen berücksichtigt und aufeinander abgestimmt werden. Nur im Dialog mit der Bevölkerung und in Zusammenarbeit mit Sozialpartnern, Energiewirtschaft und Naturschutz kann sichergestellt werden, dass für neue Kraftwerke die am besten geeigneten Standorte gefunden werden.

In Österreich gibt es nur mehr einen geringen Anteil naturnaher Fließgewässer. Ökologisch wertvolle Gewässer gehören unbedingt geschützt, Naturschutzgebiete dürfen nicht angetastet werden. Laut Umweltdachverband betrafen 2012 in Österreich bereits 45 % aller Planungen sensible Fließstrecken, für 2013 wird eine weitere deutliche Verschiebung zu Lasten sensibler Gebiete erwartet. „Dies zeigt deutlich, dass die Grenzen des sinnvollen Ausbaus bereits erreicht, wenn nicht überschritten sind“, meint Mag. Michael Proschek-Hauptmann vom Umweltdachverband.⁴¹

Bevor der Bau neuer Wasserkraftwerke ins Auge gefasst wird, müssen bestehende Anlagen modernisiert (durch neue, bessere Turbinentechnik, Steuerungsanlagen, Materialien etc.) und „ökologisiert“ (Bau von Fischaufstiegshilfen, andere ökologische Begleitmaßnahmen) werden. Die Effizienzsteigerung der bestehenden Wasserkraftwerke muss Vorrang haben. Denn die Wasserkraft gilt zwar als erneuerbar, aber intakte Flusslandschaften sind es nicht, sie werden unwiderruflich zerstört!

Energie aus dem Meer

Im Vergleich zu den Energiequellen Wind, Sonne und Biomasse steht die Nutzung der Energie aus dem Meer noch am Anfang. In Norwegen etwa erproben Forscher seit 2009 ein Osmosekraftwerk⁴², das an einer Flussmündung steht und den Unterschied des Salzgehaltes zwischen Meer- und Süßwasser nutzt.

Ausgereifter ist bereits die Technik für Wellenkraftwerke. Das erste kommerzielle Wellenkraftwerk der Welt steht im spanischen Murtriku und dient als Vorzeigebild für die Stromversorgung mit Meeresenergie.⁴³ Vor der schottischen Küste entsteht derzeit der größte Wellenenergiepark der Welt; man rechnet damit, dass diese Wellenkraftanlagen in zehn bis fünfzehn Jahren kommerziell erfolgreich arbeiten werden.

Die Meeresenergie gilt jedenfalls als zuverlässige, vorhersagbare Ergänzung zu Wind- und Solarenergie. Geräte, die in den schwierigen Bedingungen vor der schottischen Küste Sturm und Wellengang aushalten, könnten überall in der Welt zum Einsatz kommen. Die Megastädte an den Küsten (z. B. Tokio) könnten auf diese Weise mit klimafreundlichem Strom versorgt werden.⁴⁴

Gezeitenkraftwerke nutzen den Tidenhub, also die Differenz zwischen Hoch- und Niedrigwasserstand. Nur an wenigen Küstenabschnitten der Weltmeere erreicht der Tidenhub Höhen von 6 m und mehr, die für einen wirtschaftlichen Betrieb nötig sind. Das derzeit größte Gezeitenkraftwerk steht am Golf von Saint

Malo in Nordwestfrankreich am Atlantik; diese Anlage kann bei einem Stromüberschuss im Netz auch als Speicherwasserkraftwerk betrieben werden.⁴⁵ Noch in diesem Jahr soll der Bau des Gezeitenkraftwerks Sihwa in Korea fertiggestellt werden; mit einer geplanten Leistung von 260 MW wird es das größte Gezeitenkraftwerk der Welt sein.⁴⁶

Zur Stromgewinnung kann man auch die Gezeitenströmung nutzen. Vor der Küste Großbritanniens entstand 2003 als Pilotprojekt „Seaflo“ das erste Meeresströmungskraftwerk der Welt. Es sieht wie eine Windkraftanlage unter Wasser aus und funktioniert auch so ähnlich. 2008 ging das Meeresströmungskraftwerk „Seagen“ vor der Küste Nordirlands in Betrieb, 2012 folgte ein weiteres vor der Küste Westwales. In Großbritannien möchte man mit dieser Technik einmal 20 % des Strombedarfs decken.⁴⁷



Die Nutzung der Meeresenergie gilt als zuverlässige Ergänzung zur Wind- und Sonnenenergie.



Vor der Planung von Windkraftanlagen sollten unbedingt alle beteiligten Stakeholder, vor allem die betroffenen AnrainerInnen, regionale Bürgerinitiativen sowie die Umwelt- und Naturschutzorganisationen mit einbezogen werden.

Windenergie

Neben Wasserkraftanlagen ist die Nutzung des Windes eine der ältesten Möglichkeiten, mechanische Arbeit zu verrichten. Im asiatischen Raum gab es bereits ab dem 6. Jahrhundert einfache Windräder, in Europa ab dem 12. Jahrhundert Windmühlen.

Für eine zukunftsfähige Versorgung mit erneuerbaren Energien spielt in Europa und auch in Österreich die Nutzung der Windenergie eine wichtige Rolle. Der Wind steht kostenlos und unerschöpflich zur Verfügung und wird ohne Freisetzung von Schadstoffen in elektrische Energie umgesetzt. Als heimische Energiequelle trägt die Windkraft zur Versorgungssicherheit und Energieunabhängigkeit bei.

Bis Ende 2012 waren weltweit 282.430 MW Windkraftleistung ans Stromnetz angeschlossen. In Europa (EU-27) wurden bis Ende 2012 Windkraftanlagen mit einer Leistung von 105.696 MW installiert. Damit hat Europa mit knapp 39 % die höchste Wind-

kraftleistung weltweit, gefolgt von Asien (vor allem China) mit rund 35 % und Nordamerika mit rund 24 %. In Europa sind Deutschland mit 31.332 MW und Spanien mit 22.796 MW die Hauptproduzenten.

In Österreich verzeichnete man Ende 2012 eine Leistung von 1378 MW, das entsprach rund 5 % der Stromerzeugung; den größten Anteil hatten die beiden Bundesländer Niederösterreich mit 679 MW (466 Windkraftanlagen) und Burgenland mit 612 MW (359 Anlagen).⁴⁸

Im Ökostromgesetz 2002 wurde in Österreich erstmals die Abnahme von Ökostrom bundesweit geregelt und damit die erste Ausbauphase von Windkraft eingeleitet. Mit der Novelle des Ökostromgesetzes 2006 fand der Windkraftausbau aber ein jähes Ende: Die deutlichen Verschlechterungen der Förderungsbedingungen führten zu einem Stillstand des Ausbaus. 2010 führte man höhere Einspeisetarife ein, und der Ausbau von Windkraft kam wieder

in Gang. Das neue österreichische Ökostromgesetz von 2012 hat ein Ausbaziel der Windkraft von plus 2000 MW bis Ende 2020. Der Ausbau von Windkraftanlagen boomt und wird sich 2013 noch steigern: Für heuer sind in Österreich mehr als 150 Windkraftanlagen mit rund 420 MW Leistung geplant.

Das Aufstellen bzw. der Bau einer Windkraftanlage in Österreich ist verschiedenen gesetzlichen Bestimmungen – Baurecht, Raumordnungsrecht (Flächenwidmung), Elektrizitätsrecht, Naturschutzrecht, Luftfahrtrecht und Umweltverträglichkeitsprüfungsrecht – unterstellt. Während das Luftfahrtrecht und die Umweltverträglichkeitsprüfung in einem Bundesgesetz geregelt sind, fallen alle anderen rechtlichen Aspekte in den Geltungsbereich der einzelnen Bundesländer und sind somit unterschiedlich geregelt. Für Windparks mit mindestens 20 Anlagen bzw. 20 MW besteht eine Umweltverträglichkeitsprüfungspflicht im vereinfachten Verfahren, in schutzwürdigen Gebieten bereits ab 10 Anlagen oder 10 MW.

Problemfeld Naturschutz

Die Naturfreunde stehen der Windenergie grundsätzlich positiv gegenüber, allerdings nur, wenn der Ausbau nicht auf Kosten des Naturschutzes geht. Es braucht strikte Ausweisungen von Tabu- und Eignungszonen bzw. Vorrangzonen; dafür ist eine übergeordnete räumliche Steuerung über die Landesgrenzen hinweg nötig, die auch den Vogel-



Foto: chen131/forolia

Fledermäuse reproduzieren sich sehr langsam; ein Weibchen bekommt meist nur ein Junges pro Jahr. Fledermäuse fressen Unmengen an Insekten, darunter auch viele Pflanzenschädlinge. Schrumpfende Fledermausvorkommen haben daher auch gravierende wirtschaftliche Folgen. Forscher aus Südafrika haben berechnet, dass der Wert der Leistungen der Fledermäuse (Reduzierung der Schädlinge, daraus resultierend verringerter Einsatz von chemischen Spritzmitteln) in Nordamerika mindestens 3,7 Mrd. Dollar pro Jahr beträgt.⁴⁹

und vor allem Fledermausschutz berücksichtigt. Für Fledermäuse ist meist nicht die Kollision mit einem Windrad tödlich, sondern der durch die Rotorblätter erzeugte Luftdruckabfall, der zum Platzen der Lungenbläschen führt. FledermausforscherInnen und Naturschutzorganisationen fordern daher das Abschalten der Rotorblätter in den Abendstunden während der Hauptzugzeit der Fledermäuse im August und September oder das Anheben der Schwelle der Windstärke für die automatische Einschaltung der Windkraftträder in dieser Zeit. Da Fledermäuse nur bei mäßigem Wind fliegen, wäre dies wohl ein sehr guter Kompromiss.

Sehr kritisch sehen die Naturfreunde den Bau von Windkraftanlagen in sensiblen Alpenregionen.

Besonders problematisch ist die Errichtung der Anlagen, weil Kranwägen mit bis zu 450



Foto: Fotito/forolia

Der Ausbau der Windkraft darf nicht auf Kosten des Naturschutzes gehen; in ökologisch sensiblen Gebieten, zum Beispiel in den Alpen, sollte es daher Tabuzonen geben.

Tonnen zum Standort fahren müssen. Dafür müssen eigene Straßen angelegt werden, was natürlich massive Eingriffe in die Natur bedeutet. 2011 hat der Umweltdachverband gemeinsam mit den Mitgliedsorganisationen (darunter auch die Naturfreunde) ein Positionspapier⁵⁰ mit einer umfangreichen Liste von Tabuzonen ausgearbeitet. Moderne Windenergieanlagen sind bis zu 210m hoch und bis zu 40km weit zu sehen. Sie können also das Landschaftsbild verändern. Im Alpenraum sind vor allem Kamm- und sichtexponierte Gebiete jene Standorte, die hohe Windgeschwindigkeiten aufweisen. Der Blick auf technische Großanlagen und Lärm können die Erholungsfunktion beeinträchtigen. In touristischen Gebieten kann dies natürlich negative wirtschaftliche Folgen nach sich ziehen. Die Planung von Windenergieanlagen hat daher auch aus Gründen des Landschaftsschutzes umsichtig zu erfolgen.

Vor der Planung von Windkraftanlagen in sensiblen Regionen ist die Einbindung aller Betroffenen, vor allem der AnrainerInnen, der regionalen Bürgerinitiativen sowie der Umwelt- und Naturschutzorganisationen unbedingt erforderlich.

Problemfeld Leitungsbau

Wird die Windenergie weiter ausgebaut, müssen auch die Leitungen ausgebaut werden. Windkraftanlagen speisen je nach Windstärke unterschiedlich viel Energie ins Stromnetz ein. Die Netzbetreiber müssen daher ständig gegensteuern, um Angebot und Verbrauch gleich zu halten. Denn Leitungsüberlastungen, gekoppelt mit einem möglicherweise unerwarteten Ausfall einer Leitung, könnten zu einer Kettenreaktion führen, die im schlimmsten Fall in einem Blackout endet.

Der Ausbau bzw. die Optimierung der Übertragungsnetze in ganz Europa und auch in Österreich ist eine Voraussetzung, um

den Plan der EU zu verwirklichen, bis 2050 97 % des Stromverbrauchs durch erneuerbare Energieträger zu decken (siehe auch S. 35).

Betrachtet man die Nachteile und Vorteile von Windenergie genauer, wird deutlich, dass keine Form der Energiegewinnung so wenig Platz benötigt. Die tatsächlich verbrauchte Fläche durch Windkraftanlagen ist minimal, die Investitionskosten amortisieren sich schnell. Veraltete Anlagen können relativ problemlos demontiert werden, und es fallen keine problematischen Abfälle an, die es zu entsorgen gilt.

Daher: Ja zur Windkraft, aber nur wenn es endlich eine verbindliche überregionale Planung mit klar ausgewiesenen Tabuzonen gibt und bereits vor der Planung neuer Windkraftanlagen alle Stakeholder mit eingebunden werden.

Geothermie

In unserem Planeten steckt ein nahezu unerschöpflicher Energievorrat. Je tiefer man in die Erde eindringt, desto heißer wird es. In Mitteleuropa nimmt die Temperatur um etwa 3 °C pro 100m Tiefe zu, im Erdkern ist es bis zu 6500 °C heiß. Dieser Energievorrat kann zur Energiegewinnung genutzt werden.

Geothermie ist eine zukunftsweisende Technik zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen, die nicht von der Sonneneinstrahlung abhängt. Eine geothermische Anlage liefert unabhängig von Tages- und Jahreszeiten über lange Jahre Wärme oder Strom.

Man unterscheidet die oberflächennahe Geothermie und die Tiefengeothermie.

Die oberflächennahe Erdwärme nutzt das Temperaturangebot im Bereich unterhalb der Erdoberfläche bis ca. 400m, vor allem zum Heizen von Gebäuden in Verbindung mit einer Wärmepumpe und einem Pufferspeicher. Man kann den Untergrund aber auch als Quelle für Klimakälte nutzen und erübrigt damit aufwendige Kälteerzeugung. Typische Systeme zur Erdwärmegewinnung sind Erdkollektoren, Erdwärmesonden, Erdwärmekörbe, Grundwasserbohrungen oder neuerdings auch erdberührte Betonbauteile, sogenannte Energiepfähle.

Die Energiequelle in tiefen Gesteinsschichten, die Tiefengeothermie, liegt entweder in Form von heißem Wasser, als Heißdampf oder als heißes, trockenes Tiefengestein vor. Die Nutzung der im tieferen Untergrund gespeicherten Erdwärme ist über zwei Arten möglich: über hydrothermale Energiegewinnung (zwei Tiefenbohrungen zur Nutzung von Heißdampf/Heißwasservorkommen) und über das Hot-Dry-Rock-(HDR-)Verfahren.⁵¹

Durch das noch in Entwicklung befindliche HDR-Verfahren wird es möglich sein, aus jedem beliebigen Untergrund thermische Energie zu entnehmen. Das Prinzip beruht auf der Herstellung und dem Betrieb eines überdimensionalen Wärmeübertragers im Untergrund zwischen mindestens zwei Bohrlöchern. Durch das Einpressen von Was-

ser weiten sich die im Gestein vorhandenen Risse trotz des Gebirgsdruckes, und neue bilden sich aus. Diese bleiben bei einer mittleren Weite von weniger als einem Millimeter dauerhaft offen. So wird ein Wärmeübertrager mit riesiger Oberfläche im Gebirge zwischen den Bohrlöchern geschaffen. Während des Betriebes wird dem System durch die eine Bohrung kaltes Wasser zugeführt und an einer anderen Bohrung, angereichert durch eventuell natürlich vorhandene Tiefenwässer, erwärmt entgegengenommen. Die natürlichen thermischen Auftriebskräfte des heißen Wassers erleichtern die Zirkulation.⁵²

Durch das Einpressen von Wasser verändert sich allerdings der Spannungszustand des Gesteins. Es kommt zu winzigen Erdbeben, die zu einer Ausweitung von vorhandenen Rissen führen, so dass die Oberfläche steigt, an der sich das eingepresste Wasser erwärmt. Die geothermische Energieversorgung birgt also auch Risiken.

Tiefengeothermie ist nicht billig. Aber laut der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena) lohnen sich die Investitionen, weil man über Jahrzehnte Versorgungssicherheit mit preiswerter Energie gewinnt.

Eine Nutzung hydrothermalen Geothermie erfolgt meist über Fernwärmenetze. Diese erfordern aus wirtschaftlichen Gründen eine große, flächenspezifische Wärmenachfrage, wie sie zum Beispiel in Städten gegeben ist. Die ökonomisch günstigsten Voraussetzungen hat man, wo das Thermalwasser für Heilbäder oder Trinkwasser weiterver-



Foto: Greier / varsson

Geothermiekraftwerk in Island

wendet werden kann und Wärme während des ganzen Jahres benötigt wird.

Durch Zwischenschaltung eines thermischen Kraftwerksprozesses kann die Geothermie auch zur Stromerzeugung genutzt werden. Um für die Stromerzeugung und den Betrieb von Fernwärmenetzen ausreichend hohe Temperaturen zu erreichen, muss entsprechend tief gebohrt werden. Die Mühe lohnt sich, denn einmal angezapft, steht die Erdwärme praktisch kostenlos und unabhängig von Wetter sowie Tages- und Jahreszeit zur Verfügung.

Bezogen auf die Pro-Kopf-Nutzung der Erdwärme ist Island mit 664 MW (2011) installierter Gesamtleistung Spitzenreiter.⁵³

Energieträger Wasserstoff

Wasserstoff (H₂) ist ein unerschöpflicher Energieträger und zu hundert Prozent umweltfreundlich. Beim Verbrennen entsteht nur H₂O. Was liegt also näher, als Wasserstoff als Treib- und Heizstoff sowie als Energiespeicher und als Mittel für den Energietransport zu verwenden? In fast allen wichtigen Wirtschaftsräumen der Welt laufen Wasserstoffprojekte; in den USA zum Beispiel hat man in den letzten Jahren große Summen für die Entwicklung von Fahrzeugen mit Wasserstoffantrieb bereitgestellt. Alle führenden Automobilhersteller arbeiten an wasserstoffbetriebenen Autos.

Die Nutzung von Wasserstoff birgt jedoch noch viele Probleme. Wasserstoff ist nämlich kein primärer Energieträger. Es gibt kein freies H₂. Wasserstoff kann nur mit viel Energieaufwand aus Erdgas, Öl, durch Vergasung von Kohle oder durch Elektrolyse bzw. thermochemische Zersetzung von Wasser gewonnen werden.

Der hergestellte Wasserstoff muss für die meisten Nutzungen gelagert, transportiert oder in Tanks gespeichert werden. Doch die derzeit zu Verfügung stehenden Technologien sind für normale Anwendungen im Alltag noch nicht sicher genug.⁵⁴

Energieverbrauch

Die weltweite Situation	30
Der Energiehunger steigt weiter!	30
Energiearmut – Strom für alle bis 2030?!	32
Die SE4ALL-Initiative	34
Die europäische Klima- und Energiepolitik	35
Die Lage in Österreich	37
Die österreichische Energiestrategie	39
Das Ökostromgesetz	39
Entwurf für ein neues Energieeffizienzgesetz	40
Ökosoziale Steuerreform	40

Die weltweite Situation

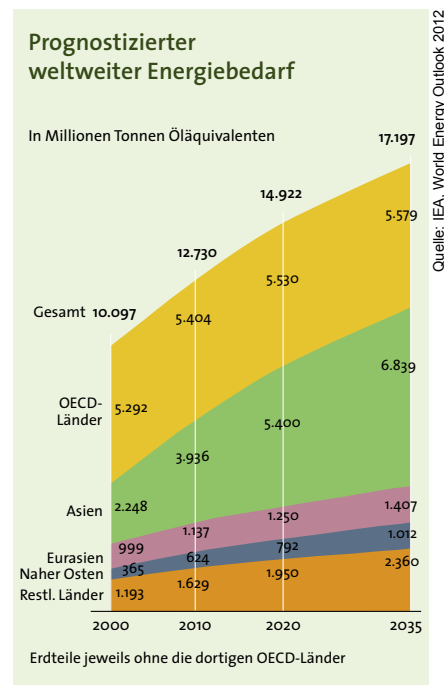
Der Energiehunger steigt weiter!

Energie wird zur Stromerzeugung, zur Wärmebereitstellung und für Mobilität benötigt. Der weltweite Primärenergieverbrauch* beträgt derzeit etwa mehr als 500 Exajoule**. Bezieht man diese Zahl auf die gesamte Weltbevölkerung, ergibt sich ein täglicher Primärenergiebedarf von etwa 55 kWh*** pro EinwohnerIn. Beim Energieverbrauch gibt es weltweit große Unterschiede. Ein Deutscher beispielsweise hat rechnerisch einen Primärenergieverbrauch von 125 kWh pro Tag – mehr als das Zehnfache wie ein Einwohner Indiens.⁵⁵

Ein gutes Drittel des globalen Primärenergieverbrauchs wird durch Rohöl gedeckt, etwa ein Viertel durch Braun- und Steinkohle, ein Fünftel durch Naturgas. Der Anteil der regenerativen Energien liegt bei knapp 13 %, davon entfällt allerdings der überwiegende Anteil auf die traditionelle Nutzung von Biomasse in den sogenannten Entwicklungsländern.

Beim Thema Energie und Energieversorgung stellt sich immer die Frage, welche Faktoren den Energieverbrauch in die Höhe treiben. Laut dem „World Energy Outlook“, der jährlich von der Internationalen Energieagentur (IEA) veröffentlicht wird, werden bis zum Jahr 2035 die Weltbevölkerung

(Anstieg auf 8,5 Mrd. Menschen) sowie die Wirtschaftsleistung wachsen. Die sogenannten Treiber sind jedoch nicht in den OECD-Ländern zu finden: 90 % des Bevölkerungswachstums, 70 % der Zunahme der Wirtschaftsleistung und 90 % des Wachstums des Energieverbrauchs werden in afrikanischen Ländern und in Asien erfolgen, die meist von sehr niedrigen Verbräuchen starten.



* Definition des Begriffs „Primärenergie“ siehe Abschnitt „Was ist Energie?“, S. 4

** Die Grundeinheit der Energie im System der internationalen Einheiten (SI-System) ist das Joule (J). Sie wird für alle Formen thermischer, mechanischer und elektrischer Energie verwendet; wie jede abgeleitete mechanische Einheit kann das Joule durch die Basiseinheiten kg, m und s ausgedrückt werden: $1 \text{ J} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$. Für das Angeben großer Energiemengen, zum Beispiel für den Primärenergieverbrauch der Erde oder von Ländern, gebraucht man die Maßeinheit Exajoule (EJ; Exa = 1 Trillion = 10^{18}). $1 \text{ EJ} = \text{rd. } 277,778 \text{ Mrd. kWh}$; $3,6 \text{ EJ} = 1 \text{ Billion kWh}$ (www.agenda21-treffpunkt.de/lexikon/Exajoule.htm).

*** Eine Wattstunde entspricht der Energie, die ein System (Maschine, Mensch, Glühbirne etc.) mit einer Leistung von einem Watt in einer Stunde aufnimmt oder abgibt. Eine Kilowattstunde (kWh) ist das Tausendfache einer Wattstunde. Faustregel für den Energiegehalt von Primärenergieträgern: $10 \text{ kWh} = 1 \text{ m}^3 \text{ Erdgas} \approx 1 \text{ l Öl} \approx 1 \text{ l Benzin} = 1 \text{ kg Kohle} = 2 \text{ kg Holz} = 10 \text{ h direktes Sonnenlicht auf } 1 \text{ m}^2 \text{ auf der Erde}$, wobei je nach Wirkungsgrad von Kraftwerk und Stromleitung nur ca. 40 % beim Verbraucher ankommen (Quelle: Konrad Mertens, *Photovoltaik*, Carl Hanser, München 2011); ein für einen erwachsenen Mann typischer täglicher Energieumsatz von 9000 kJ (ohne schwere körperliche Arbeit) entspricht 2,5 kWh (Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Wattstunde#cite-note-2>).

Die Welt (ver-)braucht immer mehr Energie: Laut Prognose der IEA (siehe Grafik auf S. 30) steigt der Primärenergiebedarf bis 2035 auf 17 Mrd. Tonnen Rohöläquivalente (= 711,76 Exajoule)*, das sind um 70 % mehr als im Jahr 2000. Besonders stark steigt der Bedarf in den sich schnell entwickelnden Ländern: China wird 2035 mehr als vier Mal so viel Energie brauchen wie 2000 (Anstieg von 881 auf 3872 Mio. Tonnen). Indien entwickelt sich ähnlich mit einem Anstieg von 317 auf 1516 Mio. Tonnen. Auch im Nahen Osten verfünffacht sich der Wert beinahe. Dagegen ist die Entwicklung in den weit entwickelten OECD-Ländern** mit plus einem Viertel vergleichsweise „moderat“.

Über die Hälfte des weltweiten Ölverbrauchs entfällt derzeit auf den Verkehrssektor. Die Ölnachfrage wird durch den rasch wachsenden Güterverkehr und durch die weltweit steigenden Autokäufe getrieben. Man erwartet, dass sich bis 2035 die Anzahl der PKWs auf 1,78 Mrd. verdoppeln wird!

Laut IEA ist der Güterverkehr auf der Straße für fast 40 % des Ölverbrauchswachstums verantwortlich: Der Ölverbrauch von Lastkraftwagen – hauptsächlich in Form von Diesel – steigt wesentlich stärker als der von PKWs, u. a. weil Standards zur Senkung des Kraftstoffverbrauchs von LKWs wesentlich weniger weit verbreitet sind als Beschränkungen für PKWs.

In den letzten zehn Jahren wurde fast die Hälfte des Anstiegs der weltweiten Energienachfrage durch Kohle gedeckt. Ob sich dieses starke Wachstum fortsetzt oder ob es zu einem Richtungswechsel kommt, hängt von der Durchschlagskraft der politischen Maßnahmen zugunsten emissionsärmerer Energiequellen und der Einführung von effizienteren Kohleverbrennungstechniken ab. Die Politikentscheidungen, die in der globalen Kohlebilanz am stärksten ins Gewicht fallen, werden in Peking und Neu-Delhi getroffen. Auf China und Indien entfallen fast drei Viertel des außerhalb des OECD-Raums zu erwartenden Wachstums des Kohleverbrauchs (im OECD-Raum nimmt der Kohleverbrauch ab).

Laut IEA sind die Senkung des Energieverbrauchs und die Steigerung der Energieeffizienz die Hebel, um die erforderlichen energiepolitischen Ziele zu erreichen. Der CO₂-Ausstoß etwa kann jedoch nur dann drastisch gesenkt werden, wenn es in allen Bereichen zu strengen Richtlinien und zur Abschaffung der Subventionen für fossile Brennstoffe kommt.⁵⁶

Die Ölnachfrage wird auch durch die weltweit steigenden Autokäufe getrieben. Bis 2035 dürfte sich die Anzahl der PKWs auf 1,78 Mrd. verdoppeln!



* In internationalen Statistiken (zum Beispiel der IEA) werden große Energiemengen in Millionen Tonnen Rohöläquivalent (Mtoe) angegeben. Rohöläquivalent ist eine Maßeinheit für die in Form von Heizstoffen vorhandene Energie bzw. für den Energieverbrauch, beispielsweise bei der Stromerzeugung oder Verbrennungsprozessen. Es gelten folgende gerundete Umrechnungen: $1 \text{ Mio. Tonnen Öläquivalente (Mtoe)} = 41,87 \text{ Petajoule (PJ, Peta} = 10^{15}) = 11,63 \text{ Terawattstunden (TWh, Tera} = 10^{12})$; $1 \text{ Gigatonne (= 1 Mrd. Tonnen) Öläquivalente} = 10^9 \cdot 41,868 \cdot 10^9 \text{ J} = 41,868 \cdot 10^{18} \text{ J} = 41,868 \text{ Exajoule (EJ)}$. (Quelle: www.agenda21-treffpunkt.de/lexikon/Barrel.htm, www.agenda21-treffpunkt.de/lexikon/joule.htm #PW#)

** OECD = Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (Organisation for Economic Co-operation and Development)

Der beständige Ausbau von Wasserkraft sowie die rasche Expansion von Wind- und Solarenergie in den letzten Jahren hat die Position der erneuerbaren Energien als unverzichtbaren Bestandteil des weltweiten Energiemix gefestigt. Die IEA geht davon aus, dass im Jahr 2035 fast ein Drittel der Gesamtstromerzeugung aus erneuerbaren Energien stammen wird.

Wasser wird noch knapper



Foto: viropi/foolia

Der Wasserbedarf für die Energieerzeugung wird laut Prognose der IEA voraussichtlich doppelt so stark steigen wie der Energiebedarf. Man braucht das Wasser u. a. für die Förderung, den Transport und die Verarbeitung von Öl, Gas und Kohle sowie für die Bewässerung von Pflanzen zur Herstellung von Biokraftstoffen. Die IEA schätzt, dass der Wasserverbrauch wegen wasserintensiveren Formen der Stromerzeugung sowie wegen der Ausweitung der Biokraftstoffproduktion bis zum Jahr 2035 um 85 % steigen wird. Die Ressource Wasser wird also in Zukunft noch mehr an Bedeutung gewinnen.

Denn schon jetzt erlebt die Welt eine Wasserkrise: Trotz aller internationaler Programme leben eine Milliarde Menschen ohne sauberes Trinkwasser, bis zum Jahr

2025 sollen es schon 1,8 Mrd. Menschen sein.* Jeden Tag (!) sterben 5000 Kinder an den Folgen des Konsums verschmutzten Trinkwassers. In vielen Ländern gibt es keine geregelte Abwasserentsorgung.

70 % des weltweiten Wasserverbrauchs (in manchen Ländern bis zu 90 %!) gehen aufs Konto der Landwirtschaft. Vor allem die Fleischproduktion verschlingt Unmengen: Allein für ein Kilo Rindfleisch verbraucht man an die 16.000 Liter Wasser. Die Dürregebiete breiten sich immer weiter aus, nicht nur in Afrika, sondern auch in Asien, Australien und im Westen der USA. Auf der ganzen Welt trocknen immer mehr Flüsse (zum Beispiel der Jordan) und Seen (zum Beispiel der Aralsee) aus, weil ihnen schon seit Jahrzehnten aus wirtschaftlichen Gründen (zum Beispiel für die Bewässerung riesiger Monokulturen) zu viel Wasser entnommen wird. Das Grundwasser sinkt, weil es (oft illegal) massiv angezapft wird. Durch das Abholzen großer Waldflächen (zum Beispiel entlang der Küste Spaniens) gehen wertvolle Wasserspeicher verloren, Regen bleibt aus.

Der Klimawandel verschärft zwar die Wasserkrise, ist aber nicht deren Hauptgrund. Eine rücksichtslose Wirtschaftspolitik, Verschwendung und Achtlosigkeit sind meist schuld daran, dass viele Menschen zu wenig und verschmutztes (Trink-)Wasser haben. Wenn die Menschheit weiter wie bisher verfährt, wird spätestens 2050 allein die Ernährung der Bevölkerung mehr Wasser verbrauchen, als durch Niederschläge nachkommt. Richtig genutzt, so Expertinnen/Experten, könnten die derzeitigen weltweiten Reserven allerdings ausreichen ...⁵⁷

Energiearmut – Strom für alle bis 2030?!

Wenn es um die globale Energieversorgung geht, wird oft eine riesige Gruppe von Menschen übersehen: diejenigen, die keinerlei Zugang zu Energie haben. Derzeit sind immer noch 1,2 Mrd. Menschen ohne Strom,

2,8 Mrd. Menschen haben keinen Zugang zu modernen Haushaltsbrennstoffen.

Laut dem Ende Mai 2013 erschienenen Bericht „The Sustainable Energy for All Global Tracking Framework Report“ der IEA und Weltbank⁵⁸ sind zwar in den vergangenen zwanzig Jahren weltweit 1,7 Mrd. Menschen zusätzlich ans Stromnetz angeschlossen worden. Allerdings ist die Weltbevölkerung im gleichen Zeitraum um 1,6 Mrd. Menschen gewachsen. Nahezu keinen Fortschritt gab es bei der „Vergrünung“ der Stromversorgung, beklagt der Bericht. Lag der Anteil erneuerbarer Energien am weltweiten Energiemix 1990 bei 16,6 %, so machte Elektrizität aus Wasser-, Wind- und Sonnenkraft 2010 lediglich 18 % aus. 2011 hatten die Vereinten Nationen daher das Ziel ausgegeben, den Anteil erneuerbarer Energien bis 2030 zu verdoppeln.

Jeder fünfte Mensch weltweit hat derzeit keinen Zugang zu Strom; zwei von fünf Menschen haben keine Möglichkeit, unter sauberen Bedingungen zu kochen. Sie nutzen Herde, die mit Biomasse (zum Beispiel Dung) oder Kohle beheizt werden und zur Luftverschmutzung in den Räumen beitragen, an der jedes Jahr rund 1,6 Mio. Menschen sterben. Über 95 % aller Menschen, die an Energiearmut leiden, leben in Asien oder in Afrika südlich der Sahara – über 80 % von ihnen auf dem Land.

Es ist also an der Zeit, sich auf die Beseitigung der Energiearmut zu konzentrieren, darüber sind sich Fachleute und auch viele PolitikerInnen einig. Allen armen Menschen bis 2030 weltweit Zugang zu Strom zu geben würde laut dem IEA-Bericht „Energie für alle: Wie sich der Zugang für arme Menschen finanzieren lässt“⁵⁹ lediglich 3 % der global geplanten Ausgaben für Energie ausmachen, also etwa 35 Mrd. Euro pro Jahr. Diese Summe ist fünfmal so hoch wie das, was derzeit für den Ausbau der Energieversorgung ausgegeben wird. Das meiste Geld wird in Anschlüsse in den schnell wachsenden Städten investiert, weil

hier die größten Gewinne zu erzielen sind. Die ländlichen Gegenden haben das Nachsehen. Damit wirklich jede(r) bis zum Jahr 2030 Strom zur Verfügung hat, sind neben dem politischen Willen strenge Regelungen und verstärkte Anstrengungen seitens der Versorger nötig. Die Regierungen müssen für den Zugang zu Elektrizität Ziele setzen und dafür sorgen, dass zum Beispiel zum Kochen Alternativen wie Biogas genutzt werden, fordert die IEA in ihrem Bericht. Entwicklungshilfe sollte sich vor allem auf sozial benachteiligte Gebiete konzentrieren, die nicht profitabel genug sind, um für die Privatwirtschaft interessant zu sein.

Angesichts des weltweiten Bevölkerungswachstums stellt sich die Frage, wie sich „Energie für alle“ auf Klima und Umwelt auswirken würde. Die IEA geht davon aus, das ca. 45 % der zusätzlichen Strommenge von 2,5 % aus nationalen Netzen kommen werden, die mehr als die Hälfte ihres Energieträger-Bedarfs mit Kohle abdecken. Die Nachfrage nach fossilen Brennstoffen

Jeder fünfte Mensch weltweit hat derzeit keinen Zugang zu Strom. Zwei von fünf Menschen haben keine Möglichkeit, unter sauberen Bedingungen zu kochen.



Foto: erichon/foolia

* 2010 erklärte die UNO den Zugang zu sauberem Trinkwasser und zu sanitärer Grundversorgung zu Menschenrechten.

würde dadurch um 0,8 % steigen. „Würde man all denjenigen Zugang zu Strom geben, die bisher keinen haben, würde der CO₂-Ausstoß lediglich um 0,7 % steigen – das entspricht dem jährlichen Emissionsausstoß des Staates New York“, stellt der IEA-Bericht fest. Ein weiterer Grund für den kleinen CO₂-Fußabdruck wird der relativ hohe Anteil von Lösungen mit erneuerbaren Energien, speziell in ländlichen Gebieten und in den Randbezirken der Städte sein. Die IEA erwartet, dass die Hälfte der neuen Elektrizität in kleinen Netzen oder ganz netzunabhängig entstehen wird (siehe auch „Die Energiezukunft Afrikas“, S. 55). Über 90 % des Stroms wird aus erneuerbaren Energiequellen wie Wasserkraft stammen. Das größte Potenzial für die Nutzung von Wasserkraft haben Afrika und Asien – die Regionen, in denen die Energiearmut am größten ist.

Die SE4ALL-Initiative

Die Vereinten Nationen haben das Jahr 2012 als das internationale Jahr für „Nachhaltige Energie für alle“ ausgerufen und die gleichnamige Initiative „Sustainable

Energy for All“ (SE4ALL)⁶⁰ gegründet, die bis 2030 folgende Ziele erreichen will: 100 % Zugang zu moderner Energie, Verdopplung erneuerbarer Energien und Verdopplung der Verbesserung des Energienutzungsgrades.

Die SE4ALL-Initiative bietet die Gelegenheit, einen Konsens darüber herzustellen, was Zugang zu Energie bedeutet und wie dieser Menschen helfen kann, sie aus der Armut herauszuführen. Doch die Initiative muss darüber hinausgehen, in Energiezugang nur einen Netzanschluss zu sehen, geben Fachleute zu bedenken.⁶¹ Energie wird für verschiedene Zwecke (Heizen, Kochen, Beleuchtung etc.) gebraucht; die verschiedenen Nutzungen erfordern unterschiedliche Energieformen und -mengen. Außerdem bedeutet der Zugang zu modernen Energiedienstleistungen mehr als bloße Verfügbarkeit der Versorgung. Bezahlbarkeit, Quantität, Qualität und Nachhaltigkeit sind wesentliche Elemente, die den Zugang zu Energie bestimmen. Der dezentralen, netzunabhängigen Energieversorgung durch sogenannte Insellösungen (siehe auch „Photovoltaik“, S. 12) kommt hier eine besondere Bedeutung zu.

Weitere Infos über Energiearmut

Broschüre „Saft für alle! Energiearmut überwinden – erneuerbare Energien solidarisch produzieren“, hrsg. von PowerShift – Verein für eine ökologisch-solidarische Energie- & Weltwirtschaft e. V., <http://power-shift.de/wordpress/wp-content/uploads/2012/06/PowerShift-SaftfueralleWebfinal.pdf>

Die Nichtregierungsorganisation Practical Action liefert in ihren „Poor-People’s-Energy-Outlook“-Studien⁶² einen detaillierten Einblick in den Stand der Energieversorgung in den sogenannten Entwicklungsländern und macht auf eindrucksvolle Weise deutlich, wie sehr der Zugang zu Energie eine Grundvoraussetzung für Armutsbekämpfung und gesellschaftliche Entwicklung ist.

Die europäische Klima- und Energiepolitik

Europa ist im Energiebereich extrem vom Ausland abhängig, bis zu 70 % der nötigen Energie werden importiert. Die Fortsetzung des Verbrennens von fossilen Energieträgern wie Öl, Gas und Kohle wird nicht nur weiter die Energiepreise verteuern, sondern auch die Folgekosten durch den Klimawandel in nicht mehr zu bewältigende Dimensionen katapultieren. Ein ungebremseter Klimawandel würde mindestens fünfmal so hohe Kosten verursachen wie rechtzeitige Investitionen in Maßnahmen zur drastischen Reduktion von klimaschädlichen Emissionen. Eine Umsteuerung in Richtung erneuerbare Energieerzeugung, Senkung des Energieverbrauchs und Steigerung der Energieeffizienz ist dringend nötig.

In der Europäischen Union entwickelte man daher die „Low Carbon Economy“, das „Klima- und Energiepaket 20 – 20 – 20“ sowie die „Energy Road Map 2050“. Die EU hat sich zum Ziel gesetzt, die Treibhausgasemissionen im Rahmen der Low Carbon Economy bis zum Jahr 2050 um 80 % zu senken, mit dem Ziel, den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur auf weniger als 2 °C zu begrenzen. Die Dekarbonisierung verlangt fast eine Halbierung des derzeitigen Energieverbrauchs! Schaffen möchte man das durch verstärkte Energieeffizienzmaßnahmen sowie durch eine stärkere Nutzung erneuerbarer Energieträger; die EU zieht allerdings auch andere Technologien wie die Nutzung der Nuklearenergie (siehe S. 8) und die Speicherung von Kohlendioxid in Betracht.

Das Energie- und Klimapaket 20 – 20 – 20 hat für die Europäische Union folgende Ziele: bis zum Jahr 2020 eine Senkung der Treibhausgase um 20 %, eine Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energieträger um 20 % und eine Senkung des Energie-

EU-Ziele bis 2020

Im Dezember 2008 hat sich die Europäische Union auf ein Richtlinien- und Zielpaket für Klimaschutz und Energie geeinigt, das ambitionierte Zielvorgaben bis 2020 enthält, die als „20-20-20-Ziele“ bezeichnet werden.

Bis zum Jahr 2020 soll es

- 20 % weniger Treibhausgasemissionen als 2005,
- 20 % Anteil an erneuerbaren Energien und
- 20 % mehr Energieeffizienz geben.

Während die EU bei der Reduzierung von Treibhausgasen und beim Ausbau erneuerbarer Energiequellen auf einem guten Weg ist, wird das Ziel von 20 % mehr Energieeffizienz anscheinend nicht erreicht werden; der Trend geht momentan Richtung 10 % mehr Energieeffizienz. Daher ist im Dezember 2012 eine neue EU-Effizienzrichtlinie in Kraft getreten, die zahlreiche Energieeffizienzaktivitäten vorsieht, die von den Mitgliedstaaten umgesetzt werden müssen.

EU-Energiefahrplan bis 2050

- Senkung des Treibhausgas-Ausstoßes um 80–95 % im Vergleich zum Wert im Jahr 1990
- Halbierung des Energieverbrauchs
- Umstieg auf erneuerbare Energiequellen in der Stromproduktion: 97 % des Stromverbrauchs sollen durch erneuerbare Energien gedeckt werden.

verbrauchs um 20 %. Im Dezember 2012 wurde eine neue Energieeffizienz-Richtlinie mit einer Reihe von neuen Verpflichtungen (u. a. für Energiebetreiber/-verteiler) verabschiedet, weil absehbar war, dass man das 20-Prozent-Ziel im Bereich Energieeffizienz nicht erreichen würde.⁶³

In Europa werden bis zu 70 % der nötigen fossilen Energieträger importiert. Im Zuge der Energiewende soll diese Abhängigkeit deutlich sinken.

Foto: mmmx/fotolia



* Das EU-Umweltbüro vernetzt Nichtregierungsorganisationen und unterstützt sie bei ihrer Arbeit auf europäischer Ebene und vertritt die österreichischen Mitglieder im Vorstand des europäischen Dachverbands European Environmental Bureau (EEB).

** Ein Grünbuch der Europäischen Kommission ist ein Diskussionspapier zu einem bestimmten Thema.

Im Rahmen der sogenannten Energiewende soll das bisherige Energiesystem zügig in ein neues, dezentrales umgewandelt werden. Die Energieversorgung soll in Zukunft nachhaltig sein und in den Bereichen Strom, Wärme und Verkehr mit erneuerbaren Energieträgern erfolgen. Mag. Bernhard Zlanabitz, Geschäftsführer des EU-Umweltbüros*, geht zwar davon aus, dass die Energiewende wirtschaftlich und technisch möglich ist, kritisiert aber, dass es vor allem für die Zeit von 2020 bis 2050 noch keine verbindlichen Ziele gibt und der EU-Emissionshandel gescheitert ist. Für die Zukunft wünscht er sich – nach dem Muster der Sozialpartnerschaft – eine Umweltsozialpartnerschaft, die in alle energiepolitischen Verhandlungen eingebunden wird.⁶⁴ Bis dato werden in Umweltfragen immer wieder nur Individual- oder Sektorinteressen vertreten. Auch der Umweldachverband und die Naturfreunde unterstützen die Forderung nach einer eigenen gut finanzierten Interessenvertretung für den Umweltbereich im Sinne einer Ökosozialpartnerschaft.

Man schätzt, dass in Europa ca. 270 Mrd. Euro an Investitionen notwendig wären, um den Aufbau einer weitgehend CO₂-neutralen Wirtschaft voranzutreiben und ein höheres Klimaziel zu erreichen. Durch vermiedene Energieimportkosten könnten allerdings zwischen 175 und 320 Mrd. Euro gespart werden. Immerhin wird derzeit jeder zehnte in Europa erwirtschaftete Euro für Energieimporte ausgegeben.

Abwarten kommt jedenfalls teuer. Europaweit wird geschätzt, dass jedes Jahr Verzögerung zusätzlich 100 Mrd. Euro Kosten



Am 9. März 2013 fand in Salzburg die Naturfreunde-Umweltkonferenz zum Thema „Zukunft/Energie/Wende! Ist Europa am richtigen Weg?“ statt. Sechs Expertinnen/Experten für Energie setzten sich in ihren Vorträgen mit den verschiedenen Aspekten der Energiepolitik in Europa und auch im Speziellen mit der Situation in Deutschland und in Österreich auseinander.

Die Naturfreunde haben einen kostenlos erhältlichen Tagungsband herausgebracht, den man über <http://umwelt.naturfreunde.at> bestellen kann.

verursachen würde. Bernhard Zlanabitz: „Die Energiewende steht und fällt mit der Infrastruktur. Es werden immense Summen benötigt werden, um die Erneuerbaren einspeisen und transportieren zu können. Ein erster Schritt dazu ist die sogenannte Energieinfrastrukturverordnung, die prioritäre Projekte vorsieht, die ich aber schon kritisch betrachten möchte. Es geht darum, dass man Energie besser über ‚große Leitungen‘ transportieren kann. Die Idee der EU-Kommission ist an sich eine gute, allerdings muss man aufpassen, dass solche überwiegend im öffentlichen Interesse stehenden Projekte nicht über Umweltbelange einfach ‚drüberfahren‘ (siehe auch S. 43).“

Die Energy Roadmap 2050 ist zwar eine langfristige Strategie, aber eine politisch nicht verbindliche. Sie wurde 2011 von der EU-Kommission mit dem Ziel einer Reduktion der Treibhausgasemissionen um 80 bis 95 % bis 2050 im Vergleich zum Wert von 1990 entwickelt. Die Energy Roadmap 2050 wurde bis dato noch nicht angenommen.

Am 27. März 2013 wurde von der Europäischen Kommission das Grünbuch „Ein Rahmen für die Klima- und Energiepolitik bis 2030“ herausgegeben.** Die EU-Kommission warnt vor einem Einbruch bei den erneuerbaren Energien, wenn bis 2030 keine neuen Rahmenbedingungen geschaffen werden. Die EU-Strategie bis 2030 soll bis Ende 2013 vorliegen.⁶⁵

Die Chance der Energiewende in der EU liegt in der Rückverlagerung der Energieproduktion nach Europa. Anstelle Milliarden von Euro für den Kauf von Öl und Gas zu verwenden und damit auch die Umweltprobleme der Förderung in andere Weltregionen zu verlagern, könnten Teile dieser Gelder für Investitionen in Europa ausgegeben und so Arbeitsplätze und eine zukunftsfähige Industrie für effiziente Energieproduktion und -verteilung geschaffen werden.

Die Lage in Österreich

Der Endenergieverbrauch in Österreich nach Energieträgern (Stand 2011) setzt sich folgendermaßen zusammen: Fast 57 % entfallen auf den Einsatz fossiler Energiequellen; der Stromanteil beträgt 20 %, der Anteil der biogenen Energieträger liegt bereits bei 13,4 %, und die Fernwärme hat einen Anteil von knapp 7 %. Sonstige erneuerbare Energiequellen inklusive Solarthermie decken 1,1 % des Endenergieverbrauchs.

Der Endenergieverbrauch ist in Österreich seit 1970, wie die unten stehende Grafik zeigt, ständig gestiegen – vor allem der Verbrauch von Strom.

In puncto Stromaufbringung ist Österreich an und für sich in einer guten Situation: Die Wasserkraft deckt zu 55 % die Stromaufbringung. Erdgas trägt mit 20 % zur Stromerzeugung bei, Kohle mit 12 %. Erneuerbare Energieträger wie Windkraft und Photovoltaik haben bereits einen Anteil von rund 10 %.

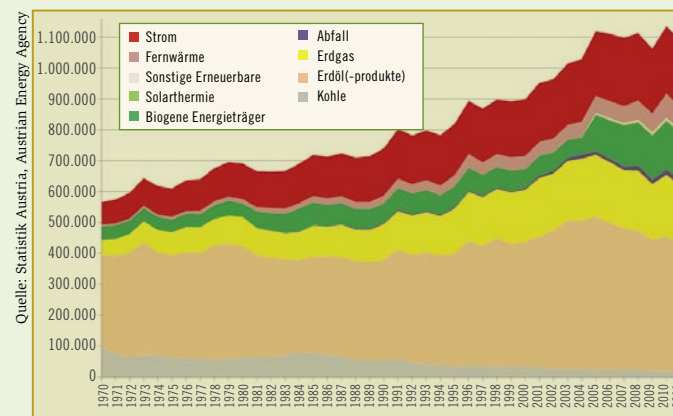
Doch der Stromverbrauch steigt weiter an. Der Strom, der 2011 in Österreich mithilfe erneuerbarer Energieträger produziert wurde, hätte im Jahr 1990 gereicht, um

100 % (!) des Stromverbrauchs abzudecken. Man muss also den Verbrauchszuwachs eindämmen; nur den Sektor der erneuerbaren Energien weiter auszubauen reicht nicht. Im Rahmen der Energiewende wird eine Reihe von Energiedienstleistungen (beispielsweise die Mobilität) in den Bereich der elektrischen Energie verlagert werden. Es wird daher beim Ausbau elektrischer Energie zu einem zusätzlichen Druck kommen.

Ausbauvorhaben sollten nur dort realisiert werden, wo es naturverträglich möglich ist. Dafür braucht man jedoch landesweite bzw. länderübergreifende Planungen, die es jetzt noch nicht gibt. Bei Ausbauplänen müssten die lokale Bevölkerung, Bürgerinitiativen und Umweltorganisationen mit einbezogen werden. Entsprechend den internationalen Normen soll diesen auch das Recht der Mitsprache und insbesondere der gerichtlichen Überprüfung behördlicher Entscheidungen zugesprochen werden.⁶⁷

Welche Bereiche verbrauchen in Österreich die meiste Energie? An erster Stelle rangiert der Verkehrsbereich (siehe auch S. 48), der vor allem fossile Energieträger verbraucht; in diesem Bereich hat sich der energetische Endverbrauch von 1970 bis in die jetzige

Endenergieverbrauch in Österreich 1970–2011



Der Endenergieverbrauch ist die Energiemenge, die von den Endverbraucherinnen/-verbrauchern nach der Umwandlung der Primärenergieträger in den verschiedenen Energieformen Strom, Wärme, Brennstoffe, Kraftstoffe genutzt wird.⁶⁶



Foto: Cmon/fotolia

Laut Umweltdachverband fallen alleine im Verkehrsbereich rund 3,5 Mrd. Euro pro Jahr an umweltschädlichen Subventionen an. Diesen Betrag könnte man etwa in Innovationen, Forschung und Bildung zum Thema Energiewende investieren. Doch das Auto ist in Österreich nach wie vor eine „heilige Kuh“. Milliarden Euro werden für Autobahnprojekte ausgegeben. Im geplanten Energieeffizienzgesetz spart man den Verkehrssektor komplett aus, um nicht die AutofahrerInnen gegen sich aufzuseuchen. Der Weg zu einer nachhaltigen Mobilität ist also noch weit und birgt große Herausforderungen.⁶⁸

Der zweitgrößte Energieverbraucher ist der Industriesektor, in dem vor allem Erdgas, Strom, aber auch biogene Energieträger genutzt werden. An dritter Stelle steht der Bereich Haushalte, der laut Österreichischer Energieagentur (AEA) eine gute Aufteilung der verschiedenen Energieträger – Erdölprodukte, Gas, erneuerbare Energieträger, Fernwärme, Strom – aufweist.



In Österreich können bereits 66% der Pisten beschneit werden. Doch künstliche Beschneigung frisst enorm viel Energie: Vor allem der Wassertransport, aber auch die Schneekanonen verbrauchen viel Energie. Für die Energieversorgung aller Anlagen Tirols etwa braucht man bereits ein mittelgroßes Kraftwerk!*

Die kostenlose Broschüre „Alpiner Wintertourismus und Klimawandel“ gibt einen umfassenden Überblick über die bereits sicht- und spürbaren Folgen des globalen Klimawandels im alpinen Bereich und über die Reaktionen des Wintertourismus darauf. Darüber hinaus bietet sie Tipps und Anregungen, wie die Wintersportgäste ihren Urlaub klima- und umweltverträglich verbringen können, und einen Ausblick darauf, was aus der Sicht der Naturfreunde von Seiten der Tourismusbranche und von Seiten der Politik für die Entwicklung eines nachhaltigen Wintertourismus zu tun wäre.

Download/Bestellung: www.naturfreunde.at > Service > Shop > Info- und Servicefolder

Im Verkehrsbereich fallen pro Jahr rund 3,5 Mrd. Euro an umweltschädlichen Subventionen an.

Zeit mehr als verdoppelt. Der Verkehrsbereich ist der größte Sektor, der in Österreich für den CO₂-Ausstoß verantwortlich ist. 91 % der Energie für Mobilität wird aus Erdölprodukten bereitgestellt. Die Transitbelastung steigt weiter; es gibt keine Verlagerung auf die Schiene, sondern eine Verlagerung des Gütertransports von der Schiene zum LKW. Der Ausbau des öffentlichen Verkehrs und der multimodalen Plattformen erfolgt zu zögerlich, kritisiert der Umweltdachverband. Gerade im Verkehrsbereich gäbe es sehr große Potenziale in puncto Energieeffizienz, doch es passiert fast nichts, um diese auszuschöpfen.

Zu kritisieren sind auch die umweltschädlichen Subventionen im Verkehrsbereich:

- Kerosinsteuerbefreiung: 290 Mio. Euro
- Umsatzsteuerbefreiung für Auslandsflüge: 300 Mio. Euro
- Steuerbegünstigung für Diesel: 550 Mio. Euro
- Steuerliche Begünstigung für Dienstwagen: 1,6 Mrd. Euro
- PendlerInnenpauschale: 430 Mio. Euro*
- Amtliches Kilometergeld: 130 Mio. Euro
- Grundsteuerbefreiung Verkehrsflächen: 150 Mio. Euro

* Siehe auch Abschnitt „Energieschleuder Verkehr“, S. 48

** Bei einem mittelgroßen Kraftwerk beträgt die Leistung bis zu 100 MW.

Die österreichische Energiestrategie

Bis zum Jahr 2020 soll den EU-Vorgaben entsprechend der Anteil der erneuerbaren Energieträger in Österreich 34 % betragen, die Treibhausgasemissionen sollen außerhalb des Emissionshandelsystems um 16 % gesenkt werden, und die Energieeffizienz muss vorangetrieben werden. Der Energieverbrauch soll bis 2020 ausgehend vom Energieverbrauch im Jahr 2005 nicht mehr steigen.

Österreich hat aufgrund der ersten Energieeffizienz-Richtlinie das Ziel, 80,4 Petajoule (siehe auch Fußnote über die Einheit Joule auf S. 30) einzusparen. Der Österreichischen Energieagentur (AEA) zufolge führen alle bereits gesetzten Maßnahmen und die Maßnahmen dazu, die bis zum Jahr 2016 erfolgen werden, dass die zu erzielenden Einsparungen knapp, aber doch erreicht werden können. Drei Viertel der Energieeffizienzmaßnahmen werden im Gebäude- und Heizungsbereich gesetzt: 64 % der Maßnahmen betreffen Sanierungen von Gebäudehüllen, 16 % der Maßnahmen erfolgen im Bereich Wärmebereitstellung.

Das Ökostromgesetz

Das wichtigste Gesetz für den Bereich erneuerbare Energien ist das neue Ökostromgesetz. Es regelt die bevorzugte Einspeisung von erneuerbaren Energien ins Stromnetz und garantiert feste Einspeisevergütungen für die ErzeugerInnen. Für eine gewisse Laufzeit wird garantiert, dass die ErzeugerInnen erneuerbarer Energien für die nächsten 13, 15 Jahre einen fixen Preis erhalten. Das Unterstützungsvolumen für Ökostrom betrug 2012 357 Mio. Euro, für 2013 werden bereits 409 Mio. Euro prognostiziert. Im Gegensatz zu den meisten anderen Förderungen in Österreich wird diese Förderung nicht aus dem Budget finanziert. Sie wird von den Stromverbraucherinnen und -verbrauchern gezahlt, und zwar je nachdem, auf

welcher Netzebene sich die/der jeweilige Stromverbraucherin/-verbraucher befindet und wie hoch der Stromverbrauch ist. Diejenigen, die auf einer niedrigen Netzebene sind, also vor allem die energieintensive Industrie, zahlen für jede verbrauchte kWh Strom weniger als private Haushalte und kleine Unternehmen.

2011 wurden in Österreich drei Viertel des gesamten Unterstützungsvolumens für Biomasse- und Biogasanlagen ausgegeben; auf Photovoltaikanlagen entfielen nur 6 % der Förderungen. Das hat sich mit dem neuen Ökostromgesetz im Jahr 2012 zugunsten Photovoltaik und Windkraft etwas verschoben.

Das Ziel des Ökostromgesetzes für 2015 lautet, 15 % des Stromverbrauchs durch erneuerbare Energien mit Einspeisevergütungen abzudecken; seit 2005 pendelt der Anteil relativ konstant zwischen 9 und 11 %. Das Problem ist nicht, dass die eingespeiste Menge nicht steigt, sondern dass der Stromverbrauch schneller als die eingespeiste Ökostrommenge steigt. Mit dem neuen Ökostromgesetz scheint es aber doch realistisch, dass das für 2015 angepeilte Ziel erreicht wird.

2020 sollen in Österreich 65 % des Stroms aus erneuerbaren Energien – inklusive Wasserkraft – kommen, derzeit sind es bereits 64 %. Das Erreichen des Ziels für 2020 scheint also ebenfalls realistisch zu

Kritik: Die Privathaushalte werden bei der Finanzierung der Förderung von Ökostrom mehr als die Industrie zur Kassa gebeten.



Foto: Peter Atkins/fotolia

sein – immer unter der Annahme, dass der Stromverbrauch sich halbwegs konstant entwickelt. Das gilt auch für den Anteil erneuerbarer Energien am Gesamtenergieverbrauch (nicht nur Strom!), der 2020 34 % betragen soll – 2010 lag er bei ca. 31 %.

Die Finanzierung der Förderung von Ökostrom ist ungerecht verteilt, kritisiert u. a. die Arbeiterkammer. MMag.^a Michaela Schmidt von der Abteilung Wirtschafts-, Sozial- und Gesellschaftspolitik der Arbeiterkammer Oberösterreich: „Die Privathaushalte zahlen zwischen 35 und 40 % der Kosten, verbrauchen aber nur 26 % des Stroms. Die Industrie zahlt nur 6 % der Ökostromförderung, verbraucht aber 20 % des Stroms.“ Um das wachsende Problem der Energiearmut (siehe auch S. 32, 62) zu bekämpfen, hat die Arbeiterkammer bewirkt, dass Haushalte mit wenig Einkommen, das sind jene, die von den GIS-Gebühren befreit sind, jährlich nicht mehr als 20 Euro für Ökostromförderungen zahlen müssen.⁶⁹

Entwurf für ein neues Energieeffizienzgesetz

Der Entwurf für ein neues Energieeffizienzgesetz in Österreich, der eine Einsparung um 56,7 Petajoule vorsieht, liegt zwar schon seit Monaten vor, wird aber erst nach der Regierungsbildung im Nationalrat behandelt werden.

Die Verteilung der Einsparverpflichtungen soll laut Gesetzesentwurf so aussehen: 71 % der Einsparungen müssen die Energieunternehmen leisten; 40 % der Einsparungen müssen durch Maßnahmen in den Haushalten erzielt werden. Zu 21 % Einsparungen werden die Klein- und Mittelunternehmen verpflichtet, und die ETS-Betriebe, also die emissionshandelsunterworfenen Unternehmen, sollen 8 % einsparen.

Der große Schwachpunkt des Entwurfs ist der Verkehrssektor. „Es ist zwar möglich, im Verkehrssektor Maßnahmen zu setzen und sich diese anrechnen zu lassen, aber in die

Berechnungsbasis wurde der Verkehr nicht einbezogen“, kritisiert MMag.^a Michaela Schmidt von der Arbeiterkammer Oberösterreich. „Das Gesetz wird im besten Fall nur ein Drittel zur österreichischen Zielerreichung beitragen, die restlichen zwei Drittel sollen auf Länderebene und im Verkehrssektor eingespart werden. Wie das geschehen soll, ist allerdings noch völlig offen.“⁷⁰



Foto: P. Alexandra G./fotolia

Um die AutofahrerInnen nicht aufzubringen, spart man im geplanten Energieeffizienzgesetz den Verkehrssektor aus.

Ökosoziale Steuerreform

In Österreich wird schon seit vielen Jahren über die Einführung einer ökosozialen Steuerreform diskutiert, die in erster Linie den Faktor Arbeit entlasten soll. „Derzeit wird in Österreich das am meisten besteuert, was wir eigentlich wollen, und das am wenigsten besteuert, was wir nicht wollen“, kritisiert Mag. Michael Proschek-Hauptmann, Geschäftsführer des Umweltdachverbandes.⁷¹ „Am meisten wird Arbeit besteuert, am wenigsten der Ressourcen- und Energieverbrauch. Das ist ein absurdes System, das man schrittweise umdrehen und mit flankierenden Maßnahmen zur Vermeidung von sozialen Härten versehen müsste.“ Im Rahmen einer ökosozialen Steuerreform würden langfristig rentable Investitionen im Bereich öffentlicher Verkehr und im Bereich thermisches Sanieren getätigt werden. Das würde ohne Mehrkosten Arbeitsplätze schaffen, ist Proschek-Hauptmann überzeugt.

Das Energiesystem der Zukunft

Der Umbau des Energiesystems	42
Energiewende und Urbanisierung	44
Smart Cities	44
Smart Grids	45
Smart Metering, Smart Home	46
Energiespeicher	46
Pumpspeicherkraftwerke	46
Power to Gas	47
Elektroautos als Speicher	48
Energieschleuder Verkehr	48
Smart Mobility	49
Energie sparen, Energie besser nutzen	51
Die Energiezukunft Afrikas	55



Foto: VDR/forotolia

Der Umbau des Energiesystems

In den vergangenen Jahren wurden Technologien entwickelt, die das Potenzial haben, die Energieversorgung der Menschheit sicherzustellen. Und die Zeit drängt. Der Wechsel von der Nutzung atomarer und fossiler Energiequellen zur Nutzung erneuerbarer Energieträger muss so zügig wie möglich erfolgen, darüber sind sich alle Fachleute einig. Nur werden in vielen Ländern die erneuerbaren Energien noch immer ignoriert. Etwa die Hälfte der weltweit netzintegrierten Photovoltaikanlagen ist allein in Deutschland installiert. Oder: Die installierten Kapazitäten für solarthermische Energieversorgung konzentrieren sich zu über 80 % auf China und die Länder der Europäischen Union. Immer noch wird weltweit mehr in konventionelle als in erneuerbare Energien investiert.⁷²

Der Wechsel zu hundert Prozent erneuerbarer Energien bedeutet den umfassendsten wirtschaftlichen Strukturwandel seit dem Beginn des Industriezeitalters. Auf dem Weg zu hundert Prozent erneuerbarer Energien muss es natürlich eine Übergangsphase geben, in der vor allem die neuen Strukturen für die Versorgung mit erneuerbaren

Energien entwickelt werden. Braucht man zentrale oder dezentrale Strukturen? Sind Großkraftwerke nötig? Ist ein weiträumiger Netzausbau auch für eine überwiegend dezentrale Bereitstellung erneuerbarer Energien notwendig, oder muss der Schwerpunkt bei regionalen und lokalen Smart Grids (siehe S. 45) liegen?

Auf das jetzige konventionelle Energiesystem sind die gesamte Infrastruktur und alle entsprechenden Gesetze zugeschnitten. Für ein vollständig auf erneuerbare Energien basierendes System müssen erst eigene Regeln geschaffen werden. Hermann Scheer, Verfechter einer Energiewende hin zur Nutzung erneuerbarer Energien: „Derzeit befinden wir uns noch in einer Trial-and-Error-Situation – mit einer Vielzahl sich konkurrierender Konzepte, die mehr oder weniger durchdacht sind und deshalb leicht gegeneinander ausgespielt werden können. Darin liegt das eigentliche Realisierungsproblem des Energiewechsels. [...] Entscheidend ist einerseits, die Schwächen, aber auch die Stärken des überkommenen Energiesystems zu erkennen. Umgekehrt muss jede Durchsetzungsstrategie auf die eigentlichen Stärken der erneuerbaren Energien bauen und zur Geltung bringen.“⁷³

Wie komplex das Thema Nutzung erneuerbarer Energien ist, zeigt die Energiewende in Deutschland, die bereits in vollem Gange ist. Stephan Kohler, Vorsitzender der Geschäftsführung der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena), zum Problem eines neuen Netzaufbaus: „In Deutschland stellt sich heute nicht mehr die Frage Photovoltaik – Windenergie, sondern: Wie kriegen wir das Elektrizitätssystem so organisiert, dass wir die regenerativen Energiequellen mit ihrer Charakteristik – hohe Gleichzeitigkeit, geringe jährliche Ausnutzung und eben null variable Kosten – auch wirtschaftlich ins System integrieren? Das sind die Herausforderungen, die wir zu bewältigen haben.“⁷⁴ Um das zu schaffen, braucht man neue Speichermöglichkeiten und ei-

nen Umbau des gesamten Stromnetzes: Man muss die Höchstspannungsnetze und auch die Verteilnetze (Nieder-, Mittel- und Hochspannungsnetze) massiv ausbauen.* Darüber hinaus muss eine Lastverlagerung stattfinden. Stephan Kohler: „Alles, was nicht lebens- und produktionszyklusabhängig ist, Kühlschränke, Gefriertruhen, Druckluftanlagen, also alles Sachen mit bestimmten Speichervolumina, müssen wir flexibel einsetzen. Kühlschränke, Gefriertruhen, Waschmaschinen etc. dürfen zukünftig nur noch dann laufen, wenn die Sonne scheint oder der Wind weht. Ich übertreibe ein bisschen, aber in diese Richtung muss es gehen.“

Für die Energiewende gibt es keine Patentlösung, die für jedes Land anzuwenden ist. Jedes Land hat andere Voraussetzungen, die zu berücksichtigen sind. Doch eines gilt für alle: Es muss so schnell wie möglich gehandelt werden, die Bevölkerung muss ganz bewusst in die Entwicklung und Planung mit einbezogen werden, der Naturschutz darf nicht ausgeschaltet werden und der Zugang zu Energie darf kein Luxus sein bzw. werden (siehe auch S. 32, 62). Gerade für den Einsatz erneuerbarer Energien braucht man maßgeschneiderte Lösungen, die genau auf die Bedürfnisse der jeweiligen Region bzw. des jeweiligen Landes abgestimmt sind, sowie grenzüberschreitende Zusammenarbeit, damit man die vorhandenen Leistungen im Netz optimal nutzen kann.

Und: Ohne die massive Senkung des Energieverbrauchs und ohne die Steigerung der Energieeffizienz funktioniert die Energiewende nicht. Die Energiewende kann nicht nur mit der Nutzung erneuerbarer Energiequellen realisiert werden.

* Allein für den Netzausbau gibt es in Deutschland bis zum Jahr 2022 einen Investitionsbedarf von ungefähr 60 Mrd. Euro.



Foto: Ferdinand Rieder, Nationalpark Hohe Tauern Salzburg

Den Naturschutz schützen!

„Der Kern unserer Aufgabe ist, die Lebensqualität für den Menschen zu erhalten. Der Mensch steht im Mittelpunkt unserer Aktivitäten, zumindest ist das mein Verständnis von Umwelt- und Naturschutz. Wir haben zwar die rechtlichen Rahmenvorgaben, Århus-Konvention, Öffentlichkeitsbeteiligungsvorgaben seitens der Europäischen Union, UVP-Gesetz und so weiter und so fort. Die Bürgerinnen und Bürger sowie die Umweltorganisationen müssen sich verstärkt einbringen und sich politisch artikulieren. Wir dürfen unsere Selbstbestimmung in diesem Bereich, wo es um unsere Lebensqualität geht, nicht aufgeben. Das muss das Selbstverständnis einer fortschrittlichen Demokratie sein. Die geplanten transeuropäischen Energieinfrastrukturnetzwerke legen im Prinzip ein allgemeines übergeordnetes öffentliches Interesse fest. Was heißt das für den Naturschutz? Der Landesnaturschutz wird dadurch einfach ausgehebelt. Für den europäischen Naturschutz heißt es, dass nur mehr prioritäre Lebensräume und Arten gemäß der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie zu berücksichtigen sind. Aber selbst hier gibt es eine Ausnahmeklausel: Wenn es für die nationale Sicherheit notwendig ist, sind Eingriffe möglich. Energieunternehmen und ihre Lobby wissen sehr wohl, wie sie diesen Passus „nationale Sicherheit“ zu interpretieren haben, um ihn in ihrem Sinne auszulegen. Das kommt auf uns zu. Und wenn sich die Umweltschutzorganisationen und die Bürgerinitiativen nicht aufstellen und sagen, wir wollen das nicht, wird es Eingriffe geben.“⁷⁵

MAG. MICHAEL PROSCHEK-HAUPTMANN,
UMWELTDACHVERBAND



Foto: jeff-master/fotolia

Energiewende und Urbanisierung

Beim Ausstieg aus dem fossilen Zeitalter kommt den Städten und suburbanen Regionen ein zentraler Stellenwert zu. Zwar bedecken die Großstädte nur knapp 2 % der Erdoberfläche, aber es leben bereits mehr als 50 % der Weltbevölkerung in urbanen Regionen, in Europa sogar mehr als 70 % der Menschen. In Österreich leben mehr als 50 % der Bevölkerung im städtischen Bereich, und der Zuzug in die Städte bzw. Stadtregionen hält an. Weltweit gibt es bereits mehr als 400 Millionenstädte; mehr als 80 % aller CO₂-Emissionen erfolgen laut EU-Berechnungen in diesen Städten. Bis 2050 wird wahrscheinlich der Großteil der Weltbevölkerung (70 %) in Städten leben. Die weitere Entwicklung des Weltklimas und die Sicherheit der Energieversorgung hängen also auch davon ab, welche technologischen und organisatorischen Lösungen für den Energieverbrauch in Städten gefunden werden.

Smart Cities

Die Initiative „Intelligente Städte und Gemeinschaften“ (Smart Cities and Communities“, SCC) wurde von der EU 2011 eingeleitet. Seit 2013 deckt das Förderprogramm

die Bereiche Energie, Verkehr sowie Informations- und Kommunikationstechnologien ab und soll dazu beitragen, strategische Partnerschaften zwischen den relevanten Branchen und europäischen Städten aufzubauen, um städtische Systeme und Infrastrukturen von morgen zu entwickeln und umzusetzen.

In den intelligenten Städten der Zukunft soll der bewusste und sparsame Umgang mit Ressourcen bzw. Energie selbstverständlich sein. Smart Cities organisieren die Mobilität und Energieversorgung nach den Prinzipien der Effizienz und der Nachhaltigkeit. Strom und Wärme werden ausschließlich mit erneuerbaren Energieträgern erzeugt. Die dezentralen Energieerzeuger werden mit intelligenten Energienetzen (Smart Grids) miteinander verbunden.⁷⁶

Beispiel „Smart City Wien“

Im Rahmen des Förderprogramms „Smart Energy Demo – FIT for SET“⁷⁷ des österreichischen Klima- und Energiefonds wurde 2011 das Projekt „Smart City Wien“⁷⁷ gestartet. Im Rahmen dieses Projekts soll ein neues Modell der Lebensführung entwickelt werden, das die täglichen Abläufe optimiert, dank innovativer Technologien ressourcenschonend ist und eines Tages auch klimaneutral sein wird sowie die sozialen Aspekte mit einbezieht.⁷⁸

Der Wiener Stadtteil Aspern⁷⁹ ist das derzeit größte Stadtentwicklungsprojekt, das in Europa umgesetzt wird. 2030 werden in der nach nachhaltigen Kriterien erbauten See-

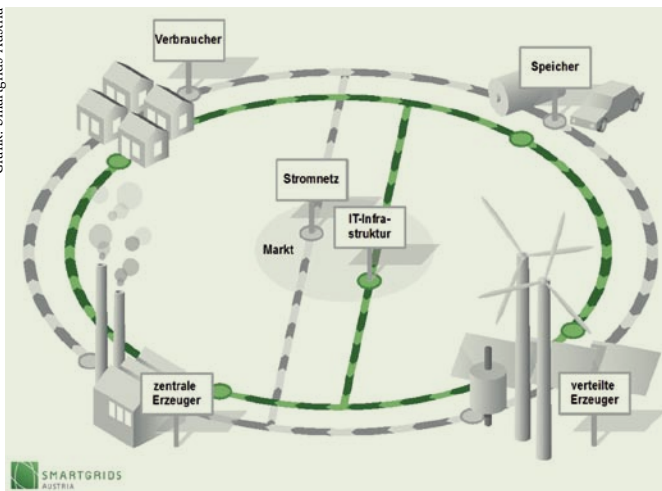


Foto: www.schneimerkastler.at

Luftansicht der künftigen Seestadt Aspern

stadt Aspern 20.000 Menschen wohnen und 20.000 Arbeitsplätze geschaffen sein. Die Gebäude sollen nach den höchsten ökologischen Standards errichtet werden; das Gesamtenergiekonzept sieht vor, dass der Energiebedarf durch Geothermie und Photovoltaik zu 100 % über erneuerbare Energiequellen gedeckt werden wird. Die primäre thermische Versorgung soll über den Ausbau des Fernwärmenetzes sichergestellt werden. Entwickelt werden soll auch eine Form der öffentlichen E-Mobilität mit Car Sharing, öffentlichen Verkehrsmitteln, Ladeanschlüssen für Elektroautos, etc. sowie eine gute Infrastruktur für FußgängerInnen und RadfahrerInnen.

Grafik: SmartGrids Austria



Smart Grids – die Stromnetze der Zukunft

Smart Grids

Eine moderne Energieversorgung, die Sonnen-, Wind- und Wasserkraft ausbaut sowie den Klimaschutz forciert, hat viele Erzeuger mit schwankendem Energieangebot. Dafür braucht man Stromnetze, die mehr als die heutigen können: intelligente Netze – auf Englisch Smart Grids⁸⁰ –, die lernen, mit stark wechselnden Erzeugungsmengen umzugehen. Das Bundesland Salzburg ist seit Dezember 2009 die erste Smart-Grids-Modellregion Österreichs.⁸¹

Während sich die Stromerzeugung von Wasser-, Kohle- und Gaskraftwerken sehr gut steuern lässt, ist man bei Wind- und Sonnenkraftwerken mit großen Unwägbarkeiten konfrontiert. Eine Photovoltaikanlage erzeugt nur Strom, wenn die Sonne scheint, eine Windkraftanlage nur dann, wenn genügend Wind bläst. Damit das Gesamtsystem im Gleichgewicht bleibt, müssen daher Angebot und Nachfrage im Stromnetz immer ausgeglichen werden. Das erfordert neue Speicher (siehe S. 46) – beispielsweise Akkus von Elektrofahrzeugen – und ein intelligentes Netzmanagement.

In Zukunft wird es aber nicht nur schwer vorhersehbare Energiemengen, sondern auch mehr Energieerzeuger geben. Immer mehr Einzelhaushalte und Betriebe haben Photovoltaikanlagen, Biomasse-Heizkraftwerke oder Kleinwasserkraftwerke und speisen die Energie, die sie nicht selbst benötigen, ins Netz ein. Sie sind Konsumenten und Produzenten von Strom.

Im alten Energiesystem gelangte der Strom von einem zentralen Kraftwerk über ein Netz von Hoch-, Mittel- und Niederspannungsleitungen an die Endverbraucher. Heute entsteht eine Art Gegenverkehr im Netz. Wenn immer mehr Erzeuger dezentral Energie ins Netz einspeisen, muss der Strom bildlich gesprochen in beide Richtungen fließen können – eine große Herausforderung für die Spannungsregelung im Netz. Damit das Gesamtsystem funktioniert und die Versorgung gesichert ist, muss die Spannung im Netz stabil bleiben. Das zukünftige Netzmanagement wird also sowohl mit unterschiedlichen Spannungen als auch mit vielen Informationen von KonsumentInnen/ Konsumenten, zentralen und dezentralen Kraftwerken, Umspannwerken und Trafostationen umgehen müssen.⁸²

Um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten, müssen die Stromnetze der Zukunft wesentlich mehr als die heutigen können – eine enorme Herausforderung für die Energiewirtschaft.

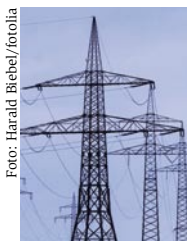


Foto: Harald Briebel/fotolia

* Der Strategieplan für Energietechnologie (SET-Plan) der EU hat die Entwicklung kohlenstoffarmer Technologien und die Verbesserung deren Wettbewerbsfähigkeit zum Ziel; dafür werden in den kommenden zehn Jahren rund 70 Mrd. Euro investiert werden. Weitere Infos: www.nachhaltigwirtschaften.at/e2050/results.html/id6739

Smart Metering, Smart Home

Ein Smart Meter ist ein „intelligenter“ Zähler, der durch Verbindung mit Informations- und Kommunikationstechnologie die Fernablesung von Strom- oder Gasverbrauch ermöglicht. Smart Metering ermöglicht dem Kunden auch einen zeitnahen Zugriff auf seine Verbrauchsdaten.

Der Smart Meter fungiert als Bindeglied zwischen den KonsumentInnen/Konsumenten und dem Stromnetz. Aufgrund der nicht präzise planbaren Stromproduktion der erneuerbaren Energien ist die Kommunikationsmöglichkeit des Smart Meter mit dem Smart Grid eine Schlüsselfunktion, um Schwankungen im Netz zu vermeiden.

Smart Metering könnte auch die Übermittlung der Daten aller leitungsgebundenen Energieträger (Strom, Gas, Fernwärme und Wasser), der nicht leitungsgebundenen Energieträger (z. B. Öl, Pellets) sowie Umfeldfaktoren (z. B. Raumwärme) einschließen. Zur Illustration ein Beispiel: Der Gasnetzbetreiber installiert bei seinen Kunden einen Smart Meter und gibt die Daten über die bereits vorhandene Smart-Metering-Infrastruktur des Stromnetzbetreibers weiter. Dadurch wäre der Aufbau einer vollständigen zweiten Kommunikationsinfrastruktur nicht notwendig und man hätte dadurch Kosten- bzw. Effizienzvorteile.⁸³

In einem Smart Home werden verschiedene Aspekte der Haustechnik (Heizung, Haushaltsgeräte, Elektroautos etc.) zu einem intelligenten System vernetzt. Der Energieverbrauch wird automatisch gesteuert und ständig optimiert.

Energiespeicher

Energiespeicher haben die Aufgabe, nicht benötigte Endenergie zu lagern, bis wieder ein Bedarf besteht. Mit dem steigenden Anteil erneuerbarer Energien wird auch der

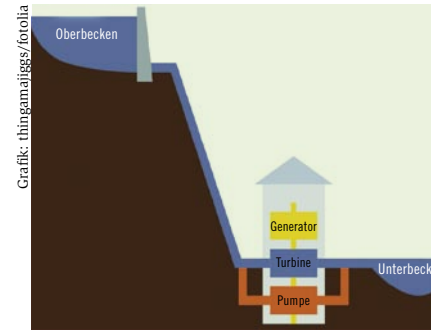
Bedarf an Stromspeichern deutlich ansteigen. Bereits heute hat die installierte Leistung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien eine Größenordnung erreicht, bei der es zu Situationen kommen kann, in denen sich die erneuerbare Stromerzeugung kritisch auf die gesamte Stromversorgung auswirken kann.

Gibt es zum Beispiel ein großes Überangebot an Wind- und Solarstrom, muss dieses zunächst im lokalen Netz aufgenommen und verteilt werden. Dieses Problem lässt sich lösen, indem man überschüssigen Strom speichert und damit die Erzeugung und den Verbrauch von Strom zeitlich entkoppelt. Die erzeugte Energie kann damit sinnvoll genutzt werden. Dafür werden in Zukunft große Speicherkapazitäten gefragt sein. Das gilt sowohl für kurzfristige Speicher als auch für Tages-, Wochen- und gegebenenfalls Saisonspeicher. Die Speicher müssen eine hohe Leistung und hohe Speicherkapazität über einen möglichst langen Zeitraum zur Verfügung stellen, sollen dabei nur geringe Verluste aufweisen und müssen auch ökonomisch tragbar zu betreiben sein.⁸⁴

Pumpspeicherkraftwerke

Bisher sind nur Speicherkraftwerke kommerziell nutzbar, die bereits produzierten Strom in mechanische potenzielle Energie einer Wassermasse umwandeln und bei Bedarf über eine Wasserturbine aus diesem Energiespeicher wieder elektrischen Strom produzieren: Bei Stromüberschuss im Netz wird mit einer motorisch betriebenen Pumpe Wasser aus dem Unterbecken in ein Oberbecken gepumpt. Zu Spitzenlastzeiten treibt das Wasser aus dem Oberbecken die Pumpen-Turbinen-Kombination an, die über einen Generator elektrischen Strom erzeugt.⁸⁵

Pumpspeicherkraftwerke sind notwendige Energiespeicher: Sie dienen der Regelung des Stromnetzes, weil sie ein Überangebot von elektrischer Leistung aufnehmen kön-



Der Aufbau eines Pumpspeicherkraftwerks

nen, und ermöglichen eine gleichmäßigere Auslastung von anderen Kraftwerken, die weniger regelbar sind. Pumpspeicherkraftwerke können innerhalb von Minuten eine große Leistung in das Stromnetz abgeben.

In jedem Pumpspeicherkraftwerk wird mehr Strom zum Hochpumpen benötigt, als beim Herunterfließen zurückgewonnen werden kann. Verluste entstehen beim Lade- und beim Entladevorgang durch die Reibungsverluste des fließenden Wassers, durch den Wirkungsgrad der Pumpe (Ladevorgang) bzw. Turbine (Entladevorgang), durch den Wirkungsgrad des Motors bzw. des Generators sowie durch Trafoverluste und in gerin-

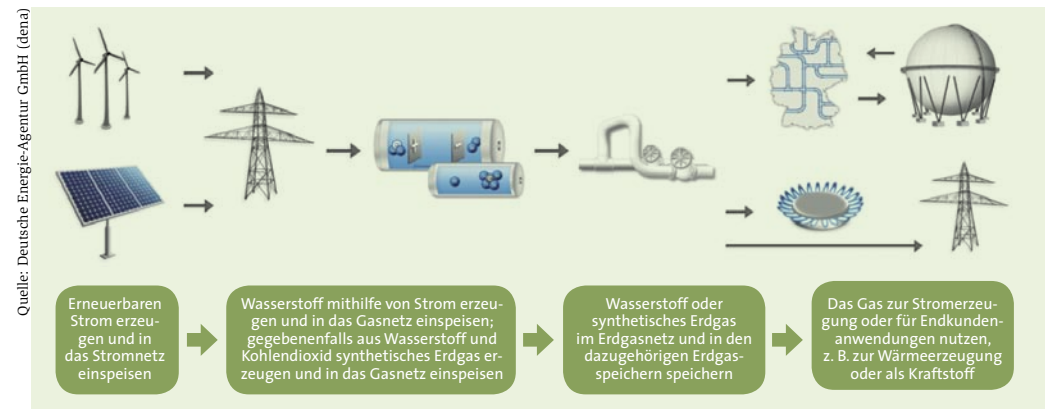
gem Maße auch durch den Eigenbedarf des Pumpspeicherkraftwerks. Der Gesamtwirkungsgrad moderner Pumpspeicherkraftwerke liegt bei mehr als 80 %.

Eine weitere großtechnisch einsetzbare Variante eines elektrischen Energiespeichers ist das Druckluftspeicherkraftwerk (= CAES-Kraftwerk – Compressed Air Energy Storage), dessen Basis ein gewöhnliches Gasturbinenkraftwerk ist. Bisher gibt es erst zwei solche Kraftwerke weltweit.

Power to Gas

Eine großtechnisch noch nicht umgesetzte, aber derzeit diskutierte Form der Speicherung überschüssiger elektrischer Energie ist die Methanisierung: Mit Hilfe der Systemlösung „Power to Gas“ (siehe auch S. 60) kann Strom aus erneuerbaren Energien in Wasserstoff oder synthetisches Erdgas umgewandelt und im Erdgasnetz gespeichert werden. Dies wäre eine Möglichkeit, um große Mengen Strom aus erneuerbaren Energien langfristig zu speichern.

Die Umwandlung von Strom in synthetisches Erdgas erfolgt in zwei Schritten: Zunächst wird Wasserstoff mittels Elek-



Für ein nur mit erneuerbaren Energien betriebenes Energiesystem braucht man auch neue Speicher. Mit der Speichertechnik Power to Gas kann man mit Strom aus erneuerbaren Energieträgern Wasserstoff erzeugen und methanisieren, zum Beispiel mit Biogasanlagen kombiniert. Das Methan kann man dann ins bestehende Erdgasnetz einspeisen. Diese Technik ist noch nicht wirtschaftlich. Laut der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena) ist es das Ziel, diese Technologie bis 2025/30 zur Verfügung zu haben.

trolyse erzeugt, anschließend folgt die Methanisierung.

Das bei der Methanisierung benötigte CO₂ kann grundsätzlich aus fossilen oder regenerativen Quellen stammen. Auf fossilen Energieträgern beruhende CO₂-Quellen sind zum Beispiel aus Kohlekraftwerken abgeschiedenes CO₂ (in Verbindung mit Carbon Capture and Storage, CCS), industrielle Prozesse wie bei der Kalk- oder Zementproduktion oder aus der Luft absorbiertes CO₂. Durch die Nutzung biogener CO₂-Quellen wie Biogasanlagen, Biomassevergärungsanlagen und Kläranlagen kann synthetisches Erdgas aus rein erneuerbaren Quellen hergestellt werden. Unter Berücksichtigung der Dekarbonisierungsstrategie ist eine Nutzung regenerativer CO₂-Quellen für die Systemlösung Power to Gas unerlässlich.⁸⁶

Elektroautos als Speicher

In den kommenden Jahren wird der Anteil von Fahrzeugen mit Elektroantrieb steigen. PKWs werden im Schnitt ca. 96 % des Tages nicht gebraucht. Die Akkus parkender E-Autos könnte man daher in Zukunft als Speicher für das Stromnetz verwenden. Sie könnten jene Energie, die beispielsweise bei Sonnenschein über Photovoltaikanlagen oder bei Wind über Windkraftanlagen entsteht, speichern und zu jenen Tageszeiten, wenn alle Leute gleichzeitig kochen, heizen, duschen etc., ans Netz abgeben.

Energieschleuder Verkehr



Das Motto der Zukunft: Der beste Verkehr ist der, der erst gar nicht entsteht!

Im Verkehrssektor (siehe auch S. 60) gibt es noch keine Energiewende. Seit den 1970er-Jahren hat sich zum Beispiel in Österreich der Endenergieverbrauch im Verkehrsbereich verdoppelt. 91 % des Energiebedarfs im Verkehr werden durch Erdöl gedeckt. Um Mobilität langfristig zu sichern, müssen der Rohstoffverbrauch und die Klimaschädlichkeit des Verkehrs drastisch reduziert werden. Der beste Verkehr ist also der, der erst gar nicht entsteht. Radfahren und Gehen verursachen kein CO₂, die Bahn pro Personenkilometer nur knapp 10 % des CO₂-Ausstoßes des PKW-Verkehrs.⁸⁷

Investitionen in klimaschonende und ressourceneffiziente Mobilitätsformen sind sowohl ökonomisch als auch ökologisch sinnvoll. Die Transformation des Verkehrsgeschehens weg vom erdölabhängigen KFZ-, Flug- und Schiffsverkehr ist eine der größten Herausforderungen der nächsten Jahrzehnte. Jeder zehnte erwirtschaftete Euro fließt in Österreich derzeit in Energieimporte ab. Dieses Geld sollte besser im Inland eingesetzt und zum Beispiel für den öffentlichen Verkehr – verstärkt auch in den ländlichen Regionen – verwendet werden.

Ein großer Teil des Verkehrssektors ist der Güterverkehr. Um den Verkehrsbereich in den Griff zu bekommen, muss der Güterverkehr auf die Schiene verlagert werden.

(In Österreich gibt es hier derzeit aber Engpässe und auch die Schließung zahlreicher Ladestationen im ländlichen Raum.) Darüber hinaus gehört der öffentliche Verkehr ausgebaut. Wer jedoch keine Möglichkeit hat, mit öffentlichen Verkehrsmitteln zu seinem Arbeitsplatz zu gelangen, braucht eine finanzielle Abgeltung der Kosten. Solange die politischen Rahmenbedingungen wie etwa in Österreich so sind, dass der öffentliche Verkehr ausgedünnt wird, speziell in manchen Bundesländern wie in Niederösterreich, wo Nebenbahnen geschlossen werden, kann man von der Bevölkerung kaum verlangen, dass sie weniger mit dem Auto fahren soll. Man muss also zuerst mit dem öffentlichen Verkehr eine Alternative schaffen, und dann kann man Anreize bieten, dass die Menschen auch auf den öffentlichen Verkehr umsteigen.



Akuter Handlungsbedarf: Der alltagstaugliche Zugang zu öffentlichen Verkehrsmitteln ist in Österreich für die Landbevölkerung nicht immer möglich. In vielen Gemeinden verkehren die Busse zum Beispiel nur mehr werktags, Nebenbahnen wurden geschlossen.

Die Prioritäten der Verkehrspolitik sind also dringend zu ändern. Infrastrukturen für Gehen und Radfahren sowie der öffentliche Verkehr müssen ausgebaut werden, strenge Richtlinien für CO₂-Grenzwerte für Autos müssen eingeführt werden, intermodale Angebote im Personen- und Güterverkehr sind zu schaffen, damit mehr Wege ohne Auto und LKW zurückgelegt werden kön-

nen.⁸⁸ Es sollten auch neue Formen der Arbeitsorganisation (weiter-)entwickelt werden – zum Beispiel Teleworking –, die das Pendeln reduzieren oder ganz überflüssig machen und somit zur Verkehrsvermeidung beitragen.



Noch eine Schattenseite des wachsenden Verkehrssektors: Die Förderung der Nutzung von Energiepflanzen wie Mais für Biosprit (siehe auch S. 18) hat in den letzten Jahren zu massiven Steigerungen der Lebensmittelpreise geführt. Der weltweite Flächenverbrauch für den Anbau von Energiepflanzen ist enorm: Bis zum Jahr 2010 hatten zum Beispiel Unternehmen aus EU-Staaten im Ausland bereits mindestens fünf Mio. Hektar für die Produktion von Agrokraftstoffen erworben.

Smart Mobility

Die Mobilität von morgen wird auch von technischen Veränderungen geprägt sein, vor allem von der Elektromobilität. Der Strom dafür muss natürlich aus erneuerbaren Energiequellen stammen. Man geht davon aus, dass das Verkehrs- und Energiesystem zusammenwachsen wird. Eine Autobatterie, die nicht mehr nur Kraftstoff verbraucht, sondern auch speichern und in Spitzenlastzeiten liefern kann, wird möglicherweise die individuelle Automobilität tiefgreifend verändern – Smart Mobility und Smart Grids werden die Zukunft der Mobilität wesentlich mitbestimmen. Es wird aber auch darauf ankommen, diese neuen technischen Systeme so in die bestehende Stadt- und Raumstruktur einzupassen, dass einer verkehrssparenden und nachhaltigen Entwicklung verstärkt Rechnung getragen wird.





Städte müssen radfahrerfreundlich werden – Citybike-Station vor der Wiener Staatsoper.

Viele Fachleute sind für autofreie Städte mit mehr Erholungsraum, mehr öffentlichen Verkehrsangeboten, gekoppelt mit einer attraktiven Infrastruktur für RadfahrerInnen und FußgängerInnen. In Zukunft könnte es ganz normal sein, sich kein eigenes Auto zu kaufen, sondern Mobilitätspakete; sie verknüpfen Carsharing mit Elektroautos, Leihfahrrädern und einem Ticket für den öffentlichen Nahverkehr. Mobilitäts-Apps checken ständig den Fahrplan von Bus und Bahn sowie den Verkehr auf den Straßen und planen die jeweils beste Strecke zur Arbeit, zur Schule, zu Freunden etc.⁸⁹

In Zukunft werden auf den Straßen vermehrt Elektrofahrzeuge im Einsatz sein. Doch wie sieht es mit den Flugzeugen aus?

In diesem Bereich wird zwar experimentiert, aber es gibt noch keine umweltfreundlichen Flugzeuge, die für den Massenverkehr geeignet sind. Bertrand Piccard und André Borschberg gelang es im Juni 2013, die USA mit dem Solarflugzeug „Solar Impulse“, das auch in der Nacht fliegen kann, zu überqueren. Im Jahr 2015 möchten sie damit die Welt umrunden.⁹⁰

Gearbeitet wird auch an der Entwicklung von Flugzeugen, die mithilfe von Biokraftstoffen aus Algen und einem Raketenantrieb, der mit Sauerstoff und Wasserstoff betrieben wird, sogar mit vierfacher Schallgeschwindigkeit unterwegs sein können.⁹¹



Foto: obs/RWE-AG

Da große Akkus sehr teuer sind, werden Elektroautos wohl auch in Zukunft vor allem für kurze Fahrten genutzt werden. Für längere Strecken werden wahrscheinlich sogenannte Brennstoffzellen-Fahrzeuge verwendet werden. Das sind Elektroautos, die statt Strom Wasserstoff tanken und mit dem Sauerstoff aus der Luft ihre Energie gewinnen. Mit einer Tankladung kommt man an die 400 km weit. Manche Firmen beginnen bereits, solche Fahrzeuge herzustellen.⁹²

Energie sparen, Energie besser nutzen

Im Zusammenhang mit Energiesparen wird häufig auch das Wort „Energieeffizienz“ verwendet. Oft werden beide Begriffe synonym benutzt, doch es gibt einen Unterschied:

Energie sparen = geringerer Verbrauch von Energie – zum Beispiel durch das Abschalten von Licht und Heizung in nicht genutzten Räumen

Energieeffizienz = verbesserte Nutzung der eingesetzten Energie – zum Beispiel wenn man durch die Isolierung eines Gebäudes bei weniger Energieverbrauch zum Heizen die gleiche Raumwärme erreichen kann; oder beim Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung-Technologien zur gleichzeitigen Produktion von Strom und Wärme; oder durch die Nutzung von Abwärme in Produktionsprozessen

Den Energieverbrauch drastisch zu senken und die Energieeffizienz in allen Lebensbereichen zu steigern sind die Schlüsselfaktoren für eine erfolgreiche Energiewende. Der Umstieg auf die Nutzung erneuerbarer Energiequellen allein reicht nicht aus. Die Energiewende geht *alle* etwas an, jede(r) kann auch im privaten Bereich etwas dazu beitragen. Im Folgenden sind einige Anregungen für einen energie- und ressourcenbewussten Alltag angeführt.

Das Auto öfter stehen lassen!

Laut VCÖ (Verkehrsclub Österreich) ist in Österreich jede vierte Autofahrt kürzer als 2 km. Zu Fuß zu gehen oder aufs Fahrrad umzusteigen spart nicht nur CO₂-Emissionen, sondern ist auch gesund. Für längere Fahrten sollte man, wenn möglich, öffentliche Verkehrsmittel benutzen oder Fahrgemeinschaften gründen. Muss man das Auto benutzen, einfach langsamer fahren: Bei Tempo 90 verbraucht man nur halb so viel wie bei Tempo 120. Und kleinere Autos schonen Geldbeutel und Klima.

Das Fliegen einschränken!

Flüge finden in einer besonders sensiblen Schicht der Atmosphäre statt, in der die Schadstoffe 500-mal länger verbleiben als in bodennahen Schichten. Abgesehen davon ist Fliegen die energieintensivste Art, sich fortzubewegen. Vor allem beim Start und bei der Landung sind Energieverbrauch und Schadstoffausstoß am größten, sodass die Schadstoffbilanz bei Kurzstrecken extrem ungünstig ausfällt. Man sollte daher auf Flüge unter einer Reisedistanz von 700 km verzichten und auf die Bahn umsteigen.

Nicht vermeidbare Flüge sollten durch CO₂-Ausgleichsmaßnahmen, wie sie zum Beispiel atmosfair (www.atmosfair.de) vorschlägt, gemildert werden.

Weitere Infos über Tourismus und Nachhaltigkeit: www.nf-int.org.at

Regionale Bioprodukte kaufen, Fleischkonsum reduzieren!

Ein Fünftel aller CO₂-Emissionen werden für unsere Ernährung aufgewendet. Unser Konsumverhalten trägt in hohem Maße zur Klimabe- und -entlastung bei. Je größer der Bioanteil in der Ernährung, desto größer ist unser Beitrag zum Klimaschutz. Die Biolandwirtschaft ist nämlich die nachhaltigste Form der Landwirtschaft, auch in der CO₂-Bilanz. Regionalen Produkten ist der Vorzug zu geben, weil sie kurze Transportwege haben. Auf Obst und Gemüse aus dem Ausland (auch wenn es biologischer Herkunft ist) sollte man verzichten. Man sollte auch nur der Saison entsprechendes Gemüse und Obst einkaufen.

Die Tierhaltung verursacht 85 % der CO₂-Emissionen der gesamten Landwirtschaft. Bei der Herstellung von Fleisch- und Milchprodukten entstehen auch die besonders starken Klimagas Methan und Lachgas.

Die Änderung der Essgewohnheiten kann viel zum Klimaschutz beitragen. Die Fleisch- und Milchproduktion zum Beispiel

verschlingt Unmengen von Energie – bei der Tierhaltung (Heizung, Herstellung und Transport von Futtermitteln), beim Transport der Tiere, bei der Kühlung und Lagerung des Fleisches, usw. Man sollte also weniger Fleisch- und Milchprodukte essen und am besten nur regionale Waren aus biologischer Landwirtschaft verwenden. Das tut nicht nur der Umwelt, sondern auch der eigenen Gesundheit gut!

Keine Lebensmittel verschwenden!

Laut der Anfang Jänner 2013 erschienenen Studie der britischen Institution of Mechanical Engineers „Global Food. Waste Not, Want Not“⁹³ landen jährlich bis zu 50 % der globalen Lebensmittelproduktion auf dem Müll – eine enorme Verschwendung von Boden, Wasser und Energie! In Europa und in den USA wird in einem Haushalt zwischen 95 und 115 kg Essen weggeworfen, vor allem Obst und Gemüse, obwohl ein Großteil noch genießbar wäre. Hinzu kommen Berge von Lebensmitteln, die der Einzelhandel aussortiert.⁹⁴

Rund die Hälfte der weltweit produzierten Lebensmittel landet im Müll!



Foto: Gina Sanders/forolia

Im Winter: Nicht zu warm einheizen und richtig lüften!

Jedes Grad weniger Raumtemperatur spart rund 6 % der Heizkosten. Falsches Lüften belastet unnötig das Klima. In geheizten Räumen sollte man die Fenster nicht gekippt haben; man sollte mehrmals am Tag stoßlüften,



Foto: detailblick/forolia

Der Gesamtenergieverbrauch eines durchschnittlichen österreichischen Dreipersonenhaushalts beträgt rund 31.700 kWh pro Jahr: 50% fallen für die Heizung (Gas) an, 13% für die Stromnutzung, 37% für Mobilität (15.000 km pro Jahr). Laut E-Control besteht ein Einsparungspotenzial von 11.600 kWh, also rund 36% des jährlichen Gesamtenergieverbrauchs.⁹⁵

also die Fenster ein paar Minuten lang ganz aufmachen, damit die Raumluft durch Frischluft ersetzt werden kann. Auf diese Weise bleibt die in den Wänden und im Fußboden gespeicherte Wärme großteils erhalten.

Im Sommer: Auf die Stromfresser Klimaanlage verzichten!

Um in einer Wohnung ohne Klimaanlage trotz Sommerhitze eine angenehme Raumtemperatur zu haben, sollte man nur in den kühleren Nacht- und Morgenstunden lüften und tagsüber die Fenster geschlossen halten und verdunkeln; als Sonnenschutz sind Außenrollos am effektivsten. Elektrogeräte im Stand-by-Modus verbrauchen Strom und geben somit Wärme ab; man sollte daher alle nicht benötigten Geräte ganz ausschalten. Eine gute Wärmedämmung spart im Winter Heizenergie und ist im Sommer die beste Voraussetzung dafür, dass es drinnen schön kühl bleibt.

Energieeffiziente Elektrogeräte kaufen und Strom sparen!

In Österreich steigt der Stromverbrauch nach wie vor an, und zwar um durchschnittlich 2 % pro Jahr. Die Folge: Heute wird in Österreich um fast 50 % (!) mehr elektrischer Strom verbraucht als 1990.

Beim Kauf neuer Elektrogeräte sollte man daher unbedingt darauf achten, dass sie der Energieeffizienzklasse A+++ angehören. Geräte im Stand-by-Modus verbrauchen auch Energie, daher sollte man Geräte immer ganz abschalten. Wäschetrockner zählen zu den größten Stromfressern im Haushalt, man sollte auf sie verzichten. Wäsche an der Luft trocknen zu lassen schützt das Klima und spart Geld.

„Graue“ Energie – möglichst wenig kaufen!

Viele Produkte verbrauchen während des Betriebes oder Einsatzes keine oder kaum Energie. Doch in allem, was wir konsumieren, steckt Energie, die bei vor- und nachgelagerten Prozessen wie Produktion, Transport und Entsorgung verbraucht wurde. Dieser Energieverbrauch wird „graue“ Energie genannt und verursacht rund ein Drittel des Gesamtausstoßes von anthropogenen Treibhausgasen. In Bekleidung und Lebensmitteln etwa steckt besonders viel „graue“ Energie. Man sollte daher nur das kaufen, was umwelt- und sozial verträglich hergestellt wurde und was man wirklich braucht.



Foto: nob245/forolia

Nein zur Wegwerfgesellschaft, ja zum effizienten Einsatz von Rohstoffen und Energie! War es früher üblich, Kleidung zu flicken, Möbel, Schuhe und Spielzeug zu reparieren und manche dieser Stücke auch weiterzuerben, wird heute vieles lieber neu gekauft, als weiterverwendet. Würden alle produzierten Güter beispielsweise doppelt so lange halten wie bisher, könnten nur mit dieser Maßnahme enorme Energie- und Rohstoffmengen eingespart werden. Da die Industrie jedoch immer weniger haltbare Güter auf den Markt bringt, um hohe Gewinne zu erzielen, müsste auch in diesem Bereich der Gesetzgeber aktiv werden.



Das Wiesberghaus der Naturfreunde am Dachstein

Naturfreunde: Öko-mobil und klima-aktiv

Die Hütten und Wege der alpinen Vereine bilden für den sanften Bergtourismus eine unverzichtbare Infrastruktur. Vor mehr als zehn Jahren begannen die Naturfreunde, ihre 170 Hütten und Häuser in den schönsten Wander- und Skitourengebieten Österreichs auf einen herzeigbaren ökologischen Standard zu bringen. In den letzten Jahren investierten sie an die 6 Mio. Euro für den Einbau von Solar- und Photovoltaikanlagen, für wärmedämmende Maßnahmen sowie für eine umweltgerechte Ver- und Entsorgung. Für die Instandhaltung und Adaptierung von Hütten und Wanderwegen leisten MitarbeiterInnen der Naturfreunde jährlich rund 80.000 freiwillige und unentgeltliche Arbeitsstunden, was einem Wert von rund 1,1 Millionen Euro entspricht. Die Naturfreunde Österreich werden auch weiterhin ihre Hütten „öko-mobil“ und „klima-aktiv“ machen.



In dem kostenlosen, 204 Seiten starken „Hüttenatlas ‚Umsteigen vorm Aufsteigen‘. Ohne Auto zu 94 Naturfreunde-Hütten in den schönsten Regionen Österreichs“ kann man alle Naturfreunde-Hütten nachschlagen, die an mit öffentlichen Verkehrsmitteln erreichbaren Wanderrouten liegen. Darüber hinaus bietet der Hüttenatlas auch eine Fülle von Ausflugstipps und Tourenvorschlägen für jede Jahreszeit.

Download: www.naturfreunde.at > Service > Shop > Bücher und Kalender



Energiesparhäuser

Wer es sich leisten kann, ein eigenes Haus zu bauen, hat ein Reihe von Möglichkeiten, seinen zukünftigen Energiebedarf niedrig zu halten. Man unterscheidet verschiedene Arten von Energiesparhäusern:

Unter einem Niedrigenergiehaus wird meist ein Haus mit einer Energiekennzahl zwischen 20 und 50 kWh/m²a verstanden.

Ein Passivhaus weist nach einer Definition des Passivhaus-Instituts Darmstadt einen Heizwärmebedarf (Energiekennzahl) von maximal 15 kWh/m²a auf. Bei so guten thermischen Eigenschaften ist ein konventionelles Heizsystem nicht mehr zwingend nötig; das Haus wird durch die inneren Gewinne (Personen, Elektrogeräte) sowie die solaren Gewinne geheizt. Der Restwärmebedarf wird durch Erwärmung der Zuluft abgedeckt. Dies ist allerdings nur mit einer kontrollierten Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung möglich, weil sonst die Lüftungswärmeverluste zu groß wären.

Als Nullenergiehaus wird meist ein Haus bezeichnet, das über ein Jahr gesehen energieautark ist. Bei einem energieautarken Haus hingegen wird zu jedem Zeitpunkt die benötigte Energie selbst erzeugt.

In einem Plusenergiehaus wird zum Beispiel durch eine ausreichend große Photovoltaikanlage der Energieverbrauch im Jahresschnitt sogar überkompensiert.

Weitere Infos: www.energiesparhaus.at

Gebäude energiefit machen

Die Energiekosten werden weiter steigen. HausbesitzerInnen können dem gegensteuern und ihre Häuser energiefit machen: Sowohl bei Neu- als auch Altbauten kann man regenerative Energiequellen einsetzen. Thermische Solarkollektoren, Holzpelletkessel oder der Einbau einer Wärmepumpe stehen etwa zur Auswahl. Wärmepumpen holen sich, je nach System, Energie aus Luft, Grundwasser oder Erdreich: Umweltwärme verdampft bei niedriger Temperatur eine Spezialflüssigkeit zu Gas. Ein Kompressor verdichtet das Gas, wobei die Temperatur steigt. Das heiße Gas gibt seine Wärme an den Heizkreislauf ab. Ein Ventil entspannt das unter Druck stehende Gas, das sich nun verflüssigt, und der Kreislauf beginnt von Neuem. Den Strom für eine Wärmepumpe können zum Beispiel Photovoltaikmodule auf dem Dach erzeugen.⁹⁶

Auch das Grundwasser kann Energie liefern; Beispiel: Ein altes Haus wird saniert, von innen gedämmt sowie mit neuen Fenstern und einer Fußbodenheizung ausgestattet. Eine Wasser-Wasser-Wärmepumpe schöpft ihre Energie über je einen Förder- und Schluckbrunnen aus dem Grundwasser, dessen Temperatur ganzjährig bei plus 6 bis 8 °C liegt. Das erlaubt eine sehr wirtschaftliche Heizleistung.



Noch mehr Tipps zum Energiesparen

Tipps zum Energiesparen und für mehr Energieeffizienz bietet die Broschüre der E-Control, „Energieeffizienz. Profitieren – Überall, wo Energie effizient genutzt wird“. Kostenloser Download: www.e-control.at/portal/page/portal/medienbibliothek/oeko-energie/dokumente/pdfs/e-control-energie-effizienz-folder-2012.pdf

Die Broschüre „Einfach Strom sparen: Ich will doch kein Geld verschleudern“, herausgegeben von der Deutschen Energieagentur, liefert genaue Infos, worauf man beim Kauf von Elektrogeräten achten soll: www.stromeffizienz.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/dateien/BRHaushalt.pdf

Viele Tipps für Energiesparen und klimafreundliches Bauen: www.klima-sucht-schutz.de, www.cozonline.de

Das Buch „50 einfache Dinge, die Sie tun können, um die Welt zu retten, und wie Sie dabei Geld sparen“ von Andreas Schlumberger (Westend-Verlag) ist eine wahre Fundgrube: Mit fünfzig konkreten und leicht umsetzbaren Tipps zeigt der Autor, was man selbst für den Klimaschutz, Ressourcenschonung und sinnvolle Energienutzung tun kann.



Die Energiezukunft Afrikas

Eine ausreichende Energieversorgung ist eine wesentliche Voraussetzung für wirtschaftliche Entwicklung. Die Nutzung erneuerbarer Energien kann entscheidend dazu beitragen, diese Voraussetzung zu erfüllen – vor allem in den sogenannten Entwicklungsländern: Erneuerbare Energien können auch ohne eine optimal ausgebaute Infrastruktur eingesetzt werden. Sogar in entlegenen Regionen ohne einen Anschluss an ein Versorgungsnetz ist/wäre dadurch eine Versorgung mit Energie und damit auch nachhaltiges Wirtschaftswachstum möglich. Der Zugang zu modernen, sauberen Energieformen kommt/käme also der armen Bevölkerung zugute.

In Afrika* ist die Energieversorgungssituation besonders prekär. In weiten Gebieten gibt es kaum oder gar keine Stromnetze, und die bereits vorhandenen Stromnetze der einzelnen Staaten sind kaum oder gar nicht miteinander verbunden.

Im Jahr 2010 hatten 590 Mio. AfrikanerInnen (= 57 % der Bevölkerung) keinen Zugang zu Elektrizität; weniger als 25 % der Haushalte in den afrikanischen Staaten südlich der Sahara sind laut Weltbank mit Strom versorgt. Bis zum Jahr 2050 wird sich die Bevölkerung Afrikas wahrscheinlich auf zwei Milliarden Menschen verdoppeln.

68% der afrikanischen Bevölkerung haben keinen Zugang zu sauberen Energieformen wie beispielsweise Biogas; das Foto zeigt eine Kochstelle mit Biogasanschluss in Ruanda.

* In folgenden afrikanischen Ländern gibt es bereits Naturfreunde-Gruppen: Algerien, Benin, Burkina Faso, Gambia, Guinea, Kamerun, Mali, Marokko, Niger, Senegal, Togo.

Die Herausforderung einer sozialen und umweltverträglichen Energieversorgung



Sowohl in Westafrika als auch in vergleichbaren Gebieten fehlt es an Mitteln, um eine Infrastruktur für eine flächendeckende Energieversorgung aufzubauen. Die dezentrale Natur der solaren Energienutzung stellt deshalb einen entscheidenden Vorteil gegenüber herkömmlichen Energiequellen dar. Durch die Nutzung von Solarenergie können Menschen auch in entlegenen Regionen – zum Beispiel wie in dem am Foto zu sehenden Dorf in Mali – fernab eines Stromnetzes mit elektrischer Energie versorgt werden. Die Investitionskosten für Solaranlagen sind zwar relativ hoch, doch bei der Benutzung von Solaranlagen fallen so gut wie keine laufenden Kosten an.

Afrika verzeichnet derzeit nur ein Viertel des weltweiten Energieverbrauchs pro Kopf. Genutzt werden Wasserkraft, fossile Energieträger und Biomasse. Die derzeitige Unterversorgung mit elektrischem Strom erschwert bzw. verhindert in großen Teilen Afrikas Wirtschaftswachstum, Entwicklung und die Bekämpfung von Armut. Die Internationale Organisation für erneuerbare Energien (IRENA, siehe auch S. 11) setzt sich daher für massive Investitionen

im Bereich erneuerbare Energien ein. Im IRENA-Bericht „Africa’s Renewable Future. The Path to Sustainable Growth“⁹⁷ werden beispielhafte Projekte vorgestellt, wie der grenzüberschreitende, nachhaltige Aufbau des afrikanischen Energiesektors erfolgen kann.

Das aktuelle durchschnittliche Wirtschaftswachstum in Afrika beträgt 4 %. Wenn dieses Wachstum anhält, wird sich das Bruttoinlandsprodukt bis 2050 versiebenfachen. Will man die gesamte Bevölkerung mit Elektrizität versorgen, müsste man bis zum Jahr 2030 die gesamte Stromproduktion verdoppeln.

Die aktuelle Studie „Powering Africa through Feed-in Tariffs“⁹⁸ kommt zu dem Schluss, dass maßgeschneiderte Energie-Einspeise-Gesetze das beste Instrument wären, um die Nutzung erneuerbarer Energien in Afrika zu steigern. Die Studie bietet eine eingehende Analyse der bestehenden und geplanten Einspeisegesetzgebung in den 13 afrikanischen Ländern Algerien, Ägypten, Äthiopien, Botswana, Ghana, Kenia, Mauritius, Namibia, Nigeria, Ruanda, Südafrika, Tansania und Uganda und soll als umfassender Ratgeber für afrikanische Entscheidungsträger dienen.

Dem World Future Council zufolge hätte Afrika die einmalige Möglichkeit, auf dem Weg zu einer nachhaltigen, bezahlbaren und zuverlässigen Deckung seines Strombedarfs die schmutzige Entwicklung der Industrieländer einfach zu überspringen.

Europa muss vorangehen!	59
Mehr Energiespeicher und Leitungsnetze nötig!	59
Auch der Verkehr muss seinen Beitrag zur Energiewende leisten!	60
Kein Energiekolonialismus!	60
Keine falschen Brückentechnologien wie Kernenergie oder Schiefergas!	61
Ohne Energieeinsparung keine Energiewende!	62
Energiewende nicht den Lobbys und dem Markt überlassen!	62
Wir brauchen eine soziale Energiewende!	63
Was können wir als Naturfreunde tun?	63

Die Energiewende – also Energieproduktion aus erneuerbaren Energien und gleichzeitig Energieeinsparung über mehr Energieeffizienz – ist dringend notwendig. Ohne Energiewende steuert die Welt auf eine kaum zu bewältigende ökologische und soziale Katastrophe zu. Über den Klimawandel droht sich das Leben in vielen Ländern des Südens dramatisch zu verschlechtern, gleichzeitig wird Energie durch den globalen Energiemarkt immer mehr zum Luxusgut werden, das sich benachteiligte Gruppen in den Industrieländern und der Großteil der Menschen in den Schwellenländern und in den am wenigsten entwickelten Ländern nicht mehr leisten kann. Die nationale, europäische und globale Politik ist gefordert, verbesserte Anreize und Regelungen für eine soziale und nachhaltige Energieentwicklung zu setzen.

Der ungebremst zunehmende Energiehunger der Industrie- und Schwellenländer führt zu einem stetigen Anstieg der Treibhausgase in der Atmosphäre und damit zu einer Erwärmung des Weltklimas. Derzeit prognostizieren uns KlimaforscherInnen eine durchschnittliche Erwärmung von mindestens 2 Grad bis 2100, falls es uns gelänge, den Ausstoß an Kohlendioxid sofort drastisch zu senken. Viele ForscherInnen glauben inzwischen, dass wir nicht einmal eine Erwärmung um vier Grad verhindern können. Die Folgen des Klimawandels sind schon jetzt merkbar und werden unsere Umwelt einschneidend verändern: ein Anstieg des Meeresspiegels, das großflächige Abschmelzen der Gletscher und des Polareises, zunehmende Unwetter, häufigere Dürren und Überschwemmungen. Besonders betroffen sind die

BewohnerInnen armer Länder im Süden und die BewohnerInnen kleiner Meeresinseln. Der Anstieg des Meeresspiegels wird viele flache Küsten überschwemmen, darunter Millionenstädte wie Dhaka in Bangladesch, Manila auf den Philippinen und Jakarta in Indonesien, und die Dürren in den südlichen Zonen werden zu noch mehr Hungersnöten führen. Jene, die noch fliehen können, werden nach Norden wandern und damit das riesige Heer der Klimaflüchtlinge noch mehr vergrößern. Aber auch die Industrieländer kommen nicht ungeschoren davon, Überschwemmungen und Unwetter zerstören die Ernten, das Aufweichen von Permafrostgebieten zum Beispiel in den Alpen wird zu weiteren Muren und Hangrutschungen führen. Zu dieser ökologisch bedingten sozialen Katastrophe des Klimawandels kommt noch die Verknappung von Erdöl und Erdgas, welche die Energiepreise in die Höhe treiben wird. Damit droht, dass Energie für den Strombedarf, fürs Heizen oder für die Mobilität immer mehr zu einem Luxus werden wird.

Ein Umsteuern in Richtung einer nachhaltigen Energieversorgung ist daher dringend nötig. Wir müssen einerseits unsere

Energie soweit wie möglich aus erneuerbaren Energiequellen gewinnen, also aus Sonne, Wind, Wasser, Erdwärme oder auch nachwachsenden Rohstoffen. Andererseits müssen wir aufhören, mit Energie verschwenderisch umzugehen – wir müssen also Energie einsparen und Energie effizienter nutzen. Für dieses Ziel „mehr Erneuerbare und mehr Effizienz“ hat sich der Begriff „Energiewende“ eingebürgert.

Wenn von „wir“ gesprochen wird, stellt sich die Frage, wer denn damit gemeint ist. „Wir“ heißt in erster Linie die BewohnerInnen der Industriestaaten, denn ihr Hunger nach Energie für Industrie und Verkehr trägt den größten Teil zu den Treibhausgasemissionen bei. Die Europäische Union hat erste Schlussfolgerungen gezogen, indem sie sich freiwillig für das Erreichen des sogenannten 20-20-20-Ziels (siehe auch S. 35) verpflichtet hat: plus 20 % Energie aus erneuerbaren Quellen, 20 % Reduktion der Treibhausgase und 20 % höhere Energieeffizienz.

Andere Industriestaaten wie etwa die USA, Kanada und Australien wehren sich noch gegen eine Selbstverpflichtung. Sie wollen, dass auch die Schwellenlän-

der wie China, Indien und Brasilien eingebunden werden, die ja immer mehr fossile Energiestoffe verbrennen und bald zu den größten Kohlendioxidemittenten aufsteigen werden. Aber auch in den USA gibt es ein Umdenken. Die verheerenden Wirbelstürme der letzten Jahre haben zu einem vermehrten Bewusstsein der Bevölkerung geführt und zu einer Änderung der Politik einzelner US-Staaten. Auch in einem großen Schwellenland tut sich was: Der Dauersmog in Peking scheint zu einem Umdenken der chinesischen Führung beizutragen.

Europa muss vorangehen!

Es macht durchaus Sinn, wenn Europa bei Klimaschutzmaßnahmen vorangeht. Erstens hat Europa einen hohen Anteil am Klimawandel – es kommt nicht darauf an, wo wir Treibhausgase reduzieren, sondern dass wir sie überhaupt reduzieren. Zweitens kann die Umsteuerung auf eine erneuerbare Energieerzeugung und höhere Energieeffizienz nicht von heute auf morgen erfolgen. Sie erfordert Erfahrung, Wissen, den Aufbau neuer Technologien und zusätzliche Infrastrukturen – Wissen, das in Europa bereits vorhanden ist.

Die Umsteuerung wird qualifizierte Arbeitsplätze schaffen, die nötigen Technologien weiterentwickeln und schrittweise verbilligen, sodass erneuerbare Energieressourcen mit den bestehenden Energiequellen konkurrenzfähig werden. Die Schwellenländer wür-

den dann automatisch die neuesten Technologien übernehmen und damit auch ohne internationale Protokolle zum Klimaschutz beitragen. Ein gutes Beispiel dafür ist die Erzeugung von Solarpaneelen. Ursprünglich in Europa durch die Förderung von Solaranergie angestoßen, ist heute China der bereits größte Erzeuger von Solarpaneelen. Diese Technologie wurde dadurch weltweit billiger, was wiederum zu einem rasanten Ausbau der Solarenergie in Europa beigetragen hat.



Foto: shock/fortolia

Die Energiewende wird viele qualifizierte Arbeitsplätze schaffen.

Mehr Energiespeicher und Leitungsnetze nötig!

Bei der Umsteuerung der Energieversorgung auf erneuerbare Ressourcen hat Europa bereits große Fortschritte erzielt. Der Ausbau der Wasserkraft stößt zwar deutlich an Grenzen, dafür hat in den letzten Jahren bei Windenergie, Fotovoltaik und Biomasse ein regelrechter Boom eingesetzt. Während bei der Nutzung von Windenergie durch die zunehmende „Verspargelung“ der Landschaft immer mehr Bürgerproteste aufkommen, gilt die Solarenergie als Hoffungsgebiet. Neue biegsame und durchsichtige Panels kann man für die Gebäudeverkleidung

oder Fensterflächen verwenden, womit der weitere Landschaftsverbrauch durch erneuerbare Energien (Wasserkraft braucht Flüsse, Windräder stehen in der Landschaft, Biomasse verbraucht wertvollen Boden) gestoppt werden könnte. Ebenfalls ausbaufähig ist die Erdwärme, da über die Tiefbohrungen bei der Ölförderung bereits wertvolle Erfahrung gewonnen werden konnte.

Prinzipiell hat die Produktion erneuerbarer Energien den großen Vorteil, dass sie zu Investitionen nahe der Verbrauchszentren führt – im Gegensatz zur Nutzung von Kohle, Öl oder Gas, wo die wesentlichen Investitionen in den Förderländern stattfinden.

Vor allem die Wind- und Sonnenenergieerzeugung passen jedoch nicht ganz mit den Zeiten des Energieverbrauchs zusammen. Im Winter ist der Energieverbrauch hoch (Heizung) und das Angebot an Sonnenenergie gering. Umgekehrt im Sommer: Die hohe Einstrahlung um die Mittagszeit würde locker die Verbrauchsspitzen übersteigen. Wind wiederum hat keine Regel – es kann viel Wind in einer Sommernacht geben, in der kein Strom gebraucht wird, oder keinen Wind an einem kalten Wintertag. Diese wetter- und jahreszeitlich abhängige Energie müsste daher in verbrauchsarmen Zeiten gespeichert werden, wozu uns leider noch effiziente Speicher fehlen. Strom wird derzeit in großem Maßstab in Pumpspeichersystemen gespeichert, die Standorte in den Bergen Europas sind jedoch bereits weitgehend ausgeschöpft. Es wird sogar über-



Einem guten Überblick über das Thema Klimawandel und -schutz bietet die 44 Seiten starke, kostenlos erhältliche Naturfreunde-Broschüre „Auf jeden kommt es an: Klimaschutz jetzt!“.

Bestellungen: www.naturfreunde.at > Service > Shop > Info- und Servicefolder

legt, umgekehrte Pumpspeicher in seichten Meeren anzulegen – quasi künstliche Riesenbottiche im Meer. Hat man zu viel Strom, wird Meerwasser herausgepumpt, hat man zu wenig, wird Wasser eingelassen und dabei mit Turbinen Strom erzeugt. Ansonsten wird Strom in Batterien gespeichert, was keine Zukunft hat: Die dafür notwendigen Erden wie Lithium kommen sehr selten vor, weshalb sie bald erschöpft und damit unendlich teuer wären.

Es gibt aber eine sehr gute Lösung, die den größten Energiespeicher der Welt nutzt: das Gasnetz. Gas kann nämlich mit mehr oder weniger Druck gespeichert werden, weshalb das Gasnetz heute schon als Energiespeicher für Gas dient. Nun kann man mittels Elektrolyse aus Strom (z. B. aus Windmühlen) Wasserstoff erzeugen. Dieser Wasserstoff reagiert mit dem Treibhausgas Kohlendioxid zu Methan – was nichts anderes als künstliches Erdgas ist. Diese sogenannte Power-to-Gas-Lösung (siehe auch S. 47), die derzeit gerade industrietauglich gemacht wird, schlägt vier Fliegen mit einer Klappe. Wir speichern den Strom, den wir aktuell nicht verwenden können, wir binden damit das Klimagas CO₂, wir nutzen das Gasnetz, das vielleicht in Zukunft ohnehin weniger natürliches Gas transportieren wird, und wir können das künstliche Gas für verschiedene Zwecke verwenden: für die Stromerzeugung, für die Wärmerzeugung und für den Verkehr. Gasmotoren sind heute schon Stand der Technik und kosten nicht mehr als Benzinmotoren. Der Wirkungsgrad

von Power to Gas ist noch nicht befriedigend, aber die WissenschaftlerInnen arbeiten daran mit Hochdruck.

Für die erneuerbare Energieerzeugung brauchen wir auch leistungsfähigere Stromnetze, da zum Beispiel Windenergie in der Regel nicht in den Verbrauchszentren produziert werden kann, also der Strom aus ländlichen Randregionen zu diesen Zentren transportiert werden muss oder die zukünftigen Speichereinrichtungen mit den Stromerzeugungsanlagen verbunden werden müssen (siehe auch S. 42, 45).

Auch der Verkehr muss seinen Beitrag zur Energiewende leisten!

Ein Drittel der Energie wird im Verkehrssektor (siehe auch S. 48) benötigt: Erdöl oder Erdgas wird nur an wenigen Orten der Welt gefördert, kommt dann über Pipelines oder Schiffe in die Verbraucherländer und wird dort entweder direkt verwendet oder zu Treibstoff raffiniert. Dieser Prozess ist Grundlage für das weltweite Verkehrssystem – vom PKW über den LKW bis hin zum Flugzeug. Gibt es bei der Erdölförderung Probleme, wirkt sich das sofort auf die Preise für Diesel oder Benzin an den Tankstellen aus – und in der Folge auf die Produkte, die mit diesen Treibstoffen transportiert werden.

Derzeit gibt es zu diesem weltbeherrschenden System noch wenige Alternativen. Man kann zwar heute Treibstoff auch biologisch

erzeugen (siehe S. 17), aber die Förderung von Biotreibstoffen hat bereits in den letzten Jahren zur vermehrten Verwendung von Mais und Weizen für diese Treibstoffe geführt, was wiederum die Preise für Futtermittel und für alternatives Getreide wie Reis in die Höhe getrieben hat. Konventioneller Biotreibstoff führt leider direkt zur Verteuerung von Nahrungsmitteln und zu Hungerkrisen. Vielversprechender ist die Gewinnung von Biotreibstoffen aus pflanzlichen Abfällen oder aus Algen – sie steckt aber noch in den Kinderschuhen.

Die bereits beschriebene Power-to-Gas-Lösung hat viele Vorteile gegenüber den derzeit angedachten Batterieautos. Batterien sind schwer, giftig und teuer, während Gasmotoren heute schon günstiger als Benzinmotoren fahren. Für eine Änderung des Verkehrssystems sollten wir daher sowohl auf Biokraftstoffen aus nichtessbaren Pflanzenstoffen und Algen (siehe S. 21) als auch auf das Power-to-Gas-System setzen. Beides würde sich hervorragend in das derzeitige System integrieren und einen sanften Übergang erlauben.

Kein Energiekolonialismus!

Der Öl- und Gasreichtum hat den Ländern im Nahen Osten und in Afrika wenig gebracht. Eine kleine Schicht ist zwar unsagbar reich geworden, die große Mehrheit der Bevölkerung spürt aber von dieser Entwicklung wenig. In den Revolutionen des arabischen Frühlings 2011 und 2012 ist das

klar zu Tage getreten, aber geändert hat sich seither wenig.

Abgesehen davon gibt es immer öfter das Phänomen des Land Grabbing: Firmen oder Staaten kaufen in armen Staaten (vor allem in Afrika) fruchtbares Land, um darauf nicht nur Lebensmittel für den Export zu produzieren, sondern auch Energiepflanzen zur Produktion von Ethanol. Wie sich das auf die Lebenssituation der einheimischen Bevölkerung und auf die Preise für Lebensmittel auswirkt, wurde schon im Abschnitt über den Verkehr beschrieben.

Seit einigen Jahren bewirbt ein Industriekonsortium unter dem Namen Desertec die Idee, mittels Sonnenkraft in der Sahara Strom zu erzeugen und gewaltige Überschüsse nach Europa zu liefern. Es soll jedoch nicht Fotovoltaik, sondern Solarthermie verwendet werden. Solarthermische Kraftwerke nutzen Spiegel, um das Sonnenlicht zu bündeln und eine Trägerflüssigkeit aufzuheizen, die über einen Wärmetauscher eine traditionelles kalorische Kraftwerk betreibt: also aus Wasser heißen Dampf erzeugt, der die Turbinen antreibt, die Strom erzeugen. Diese Trägerflüssigkeit kann auch gespeichert werden, so dass damit auch Dampf erzeugt werden kann, wenn die Sonne nicht mehr scheint. Solche Kraftwerke laufen bereits zum Beispiel in Spanien. Für solche Kraftwerke braucht man aber sehr viel Wasser, das zum Beispiel in der Sahara aus sehr großer Tiefe gefördert werden müsste. Das würde die Wasserversorgung der Bevölkerung gefährden.

Außerdem will man Strom von Desertec nach Europa transportieren. Abgesehen davon, dass die dafür nötigen Stromleitungen nicht vorhanden sind, wäre dies ein neuer Energiekolonialismus, der abzulehnen ist.

Keine falschen Brückentechnologien wie Kernenergie oder Schiefergas!

In den letzten Jahren ist immer öfter von sogenannten Brückentechnologien die Rede. Die Nutzung von Kernenergie oder Schiefergas soll vorerst die Versorgungslücke schließen, bis die erneuerbaren Energien voll verfügbar sind. Es ist klar, dass beide Technologien extrem umweltschädlich sind und daher schon aus diesem Grunde keine Alternative darstellen. Am Kernkraftunfall in Fukushima 2011 (siehe auch S. 8) kann man sehen, welches Risiko diese Technologie birgt. Die noch brennenden Reste der Reaktoren müssen zum Beispiel mit Milliarden Litern Wasser gekühlt werden, das damit verseucht ist und am Gelände gelagert werden muss. Niemand weiß, wo dieser „Abfall“ hin soll,

und es scheint so, dass die einzige Lösung darin besteht, das radioaktive Wasser ins Meer zu kippen ...

Das Schiefergas oder die sogenannten unkonventionellen Teersande sind auch keine Lösung. Ihre Förderung (siehe auch S. 7) kann nur mit einem umweltschädlichen Fracking erfolgen: Das Gestein wird mit gesundheits-schädlichen Chemikalien und viel Wasser unter Druck gespalten, um das darin gebundene Gas zu befreien. Diese Förderflüssigkeit muss wiederum entsorgt werden. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass Gas und Chemikalien über die künstlichen Risse in das Grundwasser gelangen.

Ökonomisch hat die Förderung von Teersanden und Schiefergas in den USA dazu geführt, dass der Öl- und Gaspreis deutlich gesunken sind. Zuerst gefeiert, stellt sich inzwischen aber heraus, dass sich bei billigen Preisen das teure Fracking nicht mehr lohnt und außerdem der Anreiz verschwindet, in die Energiewende zu investieren. Genau deshalb sind Kernkraft und Fracking keine Brückentechnologien – sie fördern nicht die Umsteuerung in Richtung Erneuerbare und mehr

Foto: Thaut Images/fofola



Strom aus Afrika nach Europa zu liefern wäre eine neue Form des Energiekolonialismus und ist abzulehnen.

Effizienz, sondern verzögern sie. Jede Verzögerung macht es aber schwieriger, die Folgen des Klimawandels noch rechtzeitig einzubremsen bzw. den steigenden Energiehunger zu stillen.

Ohne Energieeinsparung keine Energiewende!

Es ist weitgehend unbestritten, dass das derzeitige Wachstum des Energieverbrauchs nicht mit nachhaltiger Energieproduktion abgedeckt werden könnte. Übrigens auch nicht mit traditioneller Öl- und Gasenergie. Das heißt, wir müssen es schaffen, weniger Energie zu verbrauchen. Bei industriellen Prozessen und Motoren findet die Verbesserung der Effizienz laufend statt, weil damit Kosten eingespart werden können. Sehr viel Energie geht aber bei der Wärmebereitstel-

lung verloren, da zum Beispiel Gebäude schlecht isoliert sind. In der Gebäudesanierung und -isolierung liegt auch das größte Energieeffizienzpotenzial, wobei sich diese Technik beim Neubau längst durchgesetzt hat. Das Hauptproblem ist, dass der Großteil der Gebäude eine Lebensdauer von bis zu hundert Jahren hat, der Neubau daher nur einen Teil des gesamten Gebäudebestandes betrifft. Eine nachträgliche Sanierung würde sich erst nach vielen Jahren amortisieren, weshalb zum Beispiel Gebäudevermieter diese Zusatzkosten derzeit meiden – auf Kosten der Mieter, die dann eben höhere Heizkosten haben. Die derzeitigen gesetzlichen Vorschriften für die Gebäudesanierung sind ein wichtiger Ansatz, aber noch völlig ungenügend, um ein nachhaltiges Umsteuern zu ermöglichen.

Ein anderer Bereich der Effizienz ist die sogenannte Kraft-Wärme-Kopplung: Bei der Stromerzeugung in thermischen Kraftwerken entsteht sehr viel Abwärme, die für das Heizen verwendet werden könnte, etwa über Fernwärmeleitungen.

Energiewende nicht den Lobbys und dem Markt überlassen!

Die globale Öl- und Gasförderung inklusive der Pipelines gehört einer Handvoll Firmen und Staaten. Sie gestalten zu einem großen Teil die Förderung von Öl und Gas und beherrschen den Energiemarkt. Solange wir auf Gas und Öl setzen, sind viele Länder von

ganz wenigen Energielieferanten abhängig. Die großen globalen Auseinandersetzungen sind von der Verfügbarkeit der Energieresourcen bestimmt. Ein wesentliches Ziel der Energiewende ist daher der Aufbau einer lokalen Energieindustrie, die von der lokalen Politik gestaltet werden kann und damit das Gesetz des Handelns an die BürgerInnen zurückgibt.

Der von den Energielobbys gestaltete Energiemarkt steuert ungebremst auf eine soziale Katastrophe zu: Während der Verbrauch weltweit weiter steigt, gehen die traditionellen Ressourcen unweigerlich zu Ende. Das wird zu einer empfindlichen Verteuerung von Energie führen, Energie als wesentliche Grundlage für unser gesamtes Leben droht zum Luxusgut zu werden. Traditionelle Lobbys werden mit Energie weiterhin ihr Geschäft machen und die Preise auf Konsumgüter und Dienstleistungen umlegen. Eine immer größere Mehrheit wird jedoch in Energiearmut versinken bzw. die höheren Preise zu bezahlen haben. Wer nicht in eine energiearme Zukunft investieren kann, zum Beispiel in Niedrigenergiehäuser, kann nur sparen, also auf Energie verzichten, weil er sie sich nicht leisten kann. Dies ist in Österreich schon heute für Hunderttausende der Fall, die beispielsweise die Heizung abstellen. Das wäre die zynische Form des Energiesparens, die niemand wollen kann.

Gleichzeitig werden die Kosten für die Kompensation des Klimawandels immer teurer (z. B. Bau von Dämmen, Hilfe für Klima-



Foto: abemedia/forolia

Energiearmut: Schon jetzt können sich allein in Österreich 300.000 Haushalte das Heizen nicht mehr leisten.

flüchtlinge). Bei vielen Klimaschäden gibt es schlicht und einfach keine effektiven Maßnahmen. Besonders betroffen sind die Menschen in südlichen Ländern, die der drohenden Erwärmung nur mit vermehrter Bewässerung begegnen könnten; für Tiefbrunnen braucht man aber elektrische Energie, ein Teufelskreis.

Wir brauchen eine soziale Energiewende!

Nur ein aktives Umsteuern in eine Energiewende kann auch eine soziale Energieentwicklung sichern. Die Politik muss Regeln und Anreize für eine lokale und erneuerbare Energieversorgung schaffen. Das gilt nicht nur für Europa, sondern für alle Regionen der Welt. Mit einer derartigen Politik werden viele Arbeitsplätze entstehen – auch auf lokaler Ebene, weil die Versorgung aus Erneuerbaren letztendlich die Energieproduktion in das Land zurückholt, also für lokale Wertschöpfung sorgt.

Was können wir als Naturfreunde tun?

Zunächst kommt es natürlich auch auf den Einzelnen an – Energiesparen, Wechsel zu einem Anbieter erneuerbarer Energien, Verzicht auf unnötige Autofahrten und Flugreisen, Carsharing oder der Kauf eines Gasautos sind ganz wichtige Beiträge für die Umsteuerung in eine nachhaltige und soziale Energiezukunft. Da aber der Energiesektor ein System aus dem Zusammenspiel vieler Unternehmen und der Politik ist, braucht es auch politisches Handeln, um den Energiesektor zu reformieren. Wir brauchen Anreize für eine Umsteuerung zu erneuerbaren Ressourcen, für den Aufbau von Energiespeichern, für die großflächige Umsetzung von Gebäudesanierungen und für die Verbreitung und Förderung solcher Technologien in den Ländern des armen Südens.

Die Anreize und Förderungen müssen auf die soziale Situation der Betroffenen Rücksicht nehmen. Da es nicht genügt, dies nur in Österreich, Deutschland oder Europa zu machen, brauchen wir eine europäische Außenpolitik, die diese Ziele auch weltweit propagiert und in Verhandlungen umsetzt. Um die Politik für diese Ziele und Maßnahmen zu verpflichten, braucht es viele überzeugte Naturfreundinnen und Naturfreunde!



Foto: mahof/forolia

In der Gebäudesanierung und -isolierung liegt das größte Energieeffizienzpotenzial.

Quellen

- 1 Thomas Schabach/Viktor Wesselak, *Energie. Die Zukunft wird erneuerbar*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 2012
- 2 Ebd.
- 3 Torsten Mertz, *Schnellkurs Ökologie*, Dumont-Verlag, Köln 2006
- 4 *World Energy Outlook 2012*, International Energy Agency (IEA), www.worldenergyoutlook.org
- 5 Aus dem Vortrag von Mag. Manfred Pils, Präsident der Naturfreunde Internationale, „Steuern wir auf eine soziale Energiepolitik zu?“, in: *Zukunft/Energie/Wende! Ist Europa am richtigen Weg?*, Tagungsband, Naturfreunde-Umweltkonferenz am 9.3.2013
- 6 SPIEGEL ONLINE, 7.2.2013
- 7 www.tagesschau.de/ausland/fukushima720.html, 11.1.2013
- 8 www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/fukushima-opfer-tepco-bekommt-mehr-geld-zur-entschaedigung-12050576.html, 4.2.2013
- 9 www.tagesspiegel.de/weltspiegel/zwei-jahre-nach-fukushima-tepco-gibt-tausende-bisher-unbekannte-bilder-frei/7732342.html, 4.2.2013
- 10 Die Presse.com, 24.1.2013
- 11 SPIEGEL ONLINE, 7.2.2013
- 12 www.greenpeace.org/austria/de/themen/atom/hintergrund-info/Argumente-gegen-Atomkraft/
- 13 Ebd.
- 14 Presseaussendung des Anti-Atom-Komitees, 11.2.2013
- 15 Siehe Anm. 12; DiePresse.com, 9.12.2012
- 16 Siehe Anm. 4
- 17 www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/veroeffentlichungen-pdf-dateien/studien-und-konzeptpapiere/aktuelle-fakten-zur-photovoltaik-in-deutschland.pdf
- 18 Ebd.
- 19 *Nachhaltigkeit und Social Responsibility in der Photovoltaik-Industrie*, Studie von Murphy & Spitz, 2010, www.greencapital.de/index.php?id=228
- 20 www.oee-umweltanwaltschaft.at/xbcr/SID-82682Do1-47536566/PV_Pos-papier__Juni12.pdf
- 21 Siehe Anm. 17
- 22 www.photovoltaik.org/news/international/usa-erreichen-als-viertes-land-10-gw-1389162
- 23 www.klimafonds.gv.at/assets/Uploads/Downloads-Forderungen/Photovoltaik_Geb_Kraftwerk/Leitfaden-PV-2013.pdf
- 24 „Mit Farben zur Sonne“, in: *Frankfurter Allgemeine*, 15.6.2010, www.faz.net/frankfurter-allgemeine-zeitung/natur-und-wissenschaft/mit-farben-zur-sonne-1993932.html
- 25 „Solarzelle aus Farbstoff vor dem Durchbruch?“, in: *Frankfurter Allgemeine*, 27.7.2013, www.faz.net/aktuell/wissen/physik-chemie/energie-solarzelle-aus-farbstoff-vor-dem-durchbruch-12283591.html
- 26 www.pm-magazin.de/a/sonnige-aussichten;derStandard.at,19.5.2013;www.nasa.gov/offices/oct/early_stage_innovation/niac/mankins_sps_alpha.html
- 27 www.spiegel.de/wissenschaft/technik/solarstrom-satellit-soll-sonnenenergie-aus-dem-orbit-liefiern-a-827771.html
- 28 www.ecoquent-positions.com/was-weltweit-bei-solarthermie-passiert/
- 29 www.solarwaerme.at
- 30 <http://de.wikipedia.org/wiki/Sonnenwärmekraftwerk>
- 31 Siehe Anm. 1
- 32 www.lebensministerium.at/forst/oesterreich-wald/wirtschaftsfaktor/rohstoff-holz/energie.html
- 33 www.lebensministerium.at/umwelt/luft-laerm-verkehr/richtig-heizen.html
- 34 www.energie-lexikon.info/biokraftstoff.html
- 35 Thomas Amon et al., „Biogaserzeugung aus Energiepflanzen“, in: *Ländlicher Raum – Online-Fachzeitschrift des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft*, Jahrgang 2006
- 36 Thomas Amon/Alexander Bauer/Christian Leonhartsberger, „Integrierte Systeme – Sieben Fragen und Antworten zur Nutzung von Bioenergie“, in: *Wissenschaft & Umwelt INTERDISZIPLINÄR*, 11/2008
- 37 www.energie-lexikon.info/biogas.html
- 38 www.bioenergiesdorf.info, www.bioenergiesdorf.de, www.wege-zum-bioenergiesdorf.de/wege-zum-bioenergiesdorf
- 39 www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/meere/mikroalgen.htm
- 40 Hermann Scheer, *Der energetische Imperativ. 100 % jetzt: Wie der vollständige Wechsel zu erneuerbaren Energien zu realisieren ist*, Verlag Antje Kunstmann, München 2010; der deutsche SPD-Politiker und Kämpfer für die Nutzung erneuerbarer Energien Hermann Scheer starb im Oktober 2010.
- 41 Aus dem Vortrag von Michael Proschek-Hauptmann, Geschäftsführer des Umweltdachverbandes, „Nachhaltige Energiewende in Österreich. Was muss getan werden?“, in: *Zukunft/Energie/Wende! Ist Europa am richtigen Weg?*, Tagungsband, Naturfreunde-Umweltkonferenz am 9.3.2013
- 42 www.energieleben.at/osmosekraftwerk/
- 43 www.dw.de/strom-aus-wellenenergie/a-15402722
- 44 www.dw.de/energie-aus-dem-meer/a-16242120
- 45 Siehe Anm. 1
- 46 www.thema-energie.de/energie-erzeugen/erneuerbare-energien/wasserkraft/kraftwerkstypen/gezeitenkraftwerke.html
- 47 <http://de.wikipedia.org/wiki/Meeresströmungskraftwerk>, www.planet-wissen.de/natur_technik/meer/energie_aus_dem_meer/
- 48 IG Windkraft: „Windkraft in Österreich, Europa und weltweit“, 14.2.2013, www.igwindkraft.at/?xmlval_ID_KEY%5Bo%5D=1047
- 49 Justin G. Boyles et al., „Economic Importance of Bats in Agriculture“, in: *Science*, April 2011; www.sciencemag.org/content/332/6025/41.full
- 50 „Umweltfreundliche Nutzung der Windenergie – eine Frage der Standortwahl“, Positionspapier des Umweltdachverbandes, 2011; www.umweltdachverband.at/fileadmin/user_upload/pdfs/Presse_2012/PK_UWD_Positionspapier_Windkraft.pdf
- 51 www.energiewende-sta.de/energie-im-fokus/geothermie/
- 52 Siehe Anm. 1; Wikipedia
- 53 www.erneuerbare-energie.at/erdwrme/
- 54 Karl-Heinz Müller/János Giber, *Erneuerbare (alternative) Energien. Reale Zukunft der Energieversorgung, einschließlich Kernenergie*, 2., erweiterte Auflage, Shaker Media, Aachen, 2010
- 55 Siehe Anm. 1
- 56 Siehe Anm. 4
- 57 „Wasser – Mangel im Überfluss. Der Kampf gegen die Dürre“, ein Film von Eva Schmidt, ZDF, 2008; diesen informativen Film über die weltweite Wassersituation kann man sich auf dieser Homepage ansehen: www.raum-und-zeit.com/r-z-online/mediathek/oekologie/wassermangel-weltweit/.
- 58 Deutschsprachige Zusammenfassung: <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/EXTSDNET/0,contentMDK:23419499~pagePK:64885161~piPK:64884432~theSitePK:5929282,00.html>
- 59 www.wissen.allianz.at/?1665/raus-aus-der-dunkelheit-energie-fuer-alle
- 60 www.sustainableenergyforall.org
- 61 „Energie für alle: über technische Lösungen hinaus zur Armutsreduktion beitragen“, in: *Analysen und Stellungnahmen 3/2013*, Deutsches Institut für Entwicklungspolitik, [www.die-gdi.de/CMS-Homepage/openwebcms3.nsf/\(ynDKcontentByKey\)/ANES-974HBS/\\$FILE/AuS%203.2013.pdf](http://www.die-gdi.de/CMS-Homepage/openwebcms3.nsf/(ynDKcontentByKey)/ANES-974HBS/$FILE/AuS%203.2013.pdf)
- 62 *Poor people's energy outlook 2013*, Download: <http://practicalaction.org/ppeo2013>
- 63 Weitere Infos: Gunda Kirchner, „Steigender Energieverbrauch versus Energiewende: Wo stehen wir?“, in: *Zukunft/Energie/Wende! Ist Europa am richtigen Weg?*, Tagungsband, Naturfreunde-Umweltkonferenz am 9.3.2013
- 64 Aus dem Vortrag von Bernhard Zlanabtnig, „Europas Weg zu einer effizienten und klimaschonenden Energiepolitik“, in: *Zukunft/Energie/Wende! Ist Europa am richtigen Weg?*, Tagungsband, Naturfreunde-Umweltkonferenz am 9.3.2013
- 65 Mehr darüber siehe Anm. 64
- 66 www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeldent=3607
- 67 Aus dem Vortrag von Michael Proschek-Hauptmann, Geschäftsführer des Umweltdachverbandes, „Nachhaltige Energiewende in Österreich. Was muss getan werden?“, in: *Zukunft/Energie/Wende! Ist Europa am richtigen Weg?*, Tagungsband, Naturfreunde-Umweltkonferenz am 9.3.2013
- 68 Ebd.
- 69 Aus dem Vortrag von MMag.^a Michaela Schmidt, Abteilung Wirtschafts-, Sozial- und Gesellschaftspolitik, Arbeiterkammer Oberösterreich, „Österreichs Weg zu einer effizienten und klimaschonenden Energiepolitik. Sozial-ökologischer Fortschritt in Zeiten von Klimawandel sowie Finanz- und Wirtschaftskrise“, in: *Zukunft/Energie/Wende! Ist Europa am richtigen Weg?*, Tagungsband, Naturfreunde-Umweltkonferenz am 9.3.2013



In den vergangenen Jahren wurden Technologien entwickelt, die das Potenzial haben, die Energieversorgung der Menschheit sicherzustellen. Die Zeit drängt. Der Wechsel von der Nutzung atomarer und fossiler Energiequellen zur Nutzung erneuerbarer Energieträger muss angesichts des Klimawandels und der daraus resultierenden Probleme so zügig wie möglich erfolgen – darüber sind sich alle Fachleute einig. Der Wechsel zu hundert Prozent erneuerbarer Energien bedeutet den umfassendsten wirtschaftlichen Strukturwandel seit dem Beginn des Industriezeitalters. In der Übergangsphase müssen vor allem neue Strukturen für die Versorgung mit erneuerbaren Energien entwickelt werden. Braucht man zentrale oder dezentrale Strukturen? Sind Großkraftwerke nötig? Ist ein weiträumiger Netzausbau auch für eine überwiegend dezentrale Bereitstellung erneuerbarer Energien notwendig, oder muss der Schwerpunkt bei regionalen und lokalen Smart Grids liegen?

Mit der vorliegenden Naturfreunde-Broschüre „Energie und Zukunft“ kann man sich einen Überblick über die aktuelle weltweite Energiesituation verschaffen und darüber, an welchen zukunftssträchtigen Energielösungen derzeit gearbeitet wird. Darüber hinaus stellt die Broschüre sowohl die momentan verwendeten Energieträger als auch Energiequellen vor, die noch nicht kommerziell hergestellt bzw. genutzt werden können. Weitere Schwerpunkte sind Energiearmut und -mangel, Energieverbrauch, -effizienz und -sparen sowie die sozialen Probleme, die mit dem Bereich Energie eng verknüpft sind.