

Umwelt

journal

Rheinland Pfalz

Prozesswärme Weltklimakonferenz Versorgung
Pumpspeicher Klimaschutzplan Sektorenkopplung Dämmung Trans
Emissionsbudget Rohstoffe Climate Kleinfeuerungsanlagen Power-to-X E
Starkregen Energieversorgung Klimaschutz
er Holzheizung Kohleausstieg Windenergie W
giesystem Politik Pariser Netze Photovoltaik Einspeisevergütung CO Elektr
chsende Klimawandel Biogas Wirkungsgrad Netzentgelt Re
Klimagipfel Erneuerbare-Energien Wa
Klimaabkommen Biomassepotenzial Fuel Energie Rückkopplungseffekte Strombedarf Repowering Mieterstrom Freiflächenanlagen Steuer Klimapol
erzeugung Ausbauziel Wärmewende Energieeffizienz Ziel Biomasse D
Speicher Biomasse Wertschöpfung Green Technologie mix Backup-Systeme Enc
pelemente Kommunale Effizienz Dürre Pedelec Strom-Tankstelle Pellets Met
xid Verkehrswende Klimaschutz Energie
han Dekarbonisierung Kohlendioxid Überlandleitung
Hitzewelle Digitalisierung Energiepolitik Fund
cher Power Gleichstromtrassen Gasinfrastruktur Kraft-Wärme-Kopp Meeresspiegelanstieg Solarthermie Solars
ienz Wärmepumpe

Energiewende

Herausgegeben vom
Ministerium für Umwelt, Energie,
Ernährung und Forsten
Rheinland-Pfalz

Heft 60 Dezember 2018

impressum

umweltjournal
Rheinland-Pfalz

Nr. 60 (Dezember 2018)

Das **umweltjournal**
ist kostenlos.

Herausgeber:
Ministerium für Umwelt,
Energie, Ernährung und Forsten
Kaiser-Friedrich-Straße 1
55116 Mainz
Tel. 06131 – 164433
Fax. 06131 – 164629
www.umdenken.de

Redaktion:
Landeszentrale für Umweltaufklärung
Rheinland-Pfalz

Gestaltung:
media machine GmbH, Mainz

Druck:
Druckerei Schwalm GmbH, Mainz

Fotos:
S. 7, 8, 9, 19, 45, 51, 54, 55, 59, 61,
67: Energieagentur Rheinland-Pfalz
10, 11: Pixabay
S. 53: Carlo Müller (cc)

Sofern nicht besonders erwähnt,
wurden die Fotos von den jeweiligen
Autoren zur Verfügung gestellt.

Die mit Namen der Autoren
gezeichneten Artikel geben
nicht unbedingt die Meinung
der Redaktion wieder.

Die Energieversorgung der Zukunft ist regenerativ, dezentral und sicher

Immer längere und heißere Sommer wie in diesem Jahr, neue Schädlinge, extreme Starkregen, Dürre und Niedrigwasser – der Klimawandel ist längst in unserem Alltag angekommen und das Zeitfenster zum Handeln wird immer kleiner. Die US-Klimabehörde NOAA stellt in ihrem Jahresbericht neue Rekordzahlen für die sich aufwärmende Erde fest: Die Jahre 2014 bis 2017 sind die vier wärmsten Jahre seit Beginn der Messungen. Treibhausgase in der Erdatmosphäre erreichten 2017 neue Höchstwerte. Die Zunahme von CO₂ hat sich seit den 60ern fast vervierfacht. Der Meeresspiegel liegt bereits 7,7 Zentimeter höher als vor 25 Jahren. Das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung warnt vor einer ‚Heißzeit‘. Der Alarm könnte nicht lauter sein. Die Weltgemeinschaft hat sich in Paris darauf geeinigt, die rasante Erderwärmung aufzuhalten und den Temperaturanstieg unter 2 Grad zu halten. Dies gelingt uns nur mit der erfolgreichen Umsetzung der Energiewende. Es geht dabei um unsere und die Zukunft der nächsten Generationen: Wir müssen raus aus den fossilen Energien und viel schneller rein in die erneuerbaren Energien.



Rheinland-Pfalz verfolgt bei der Energiewende den Ansatz, dezentrale Lösungen und Entwicklungen im Strom-, Wärme- und Verkehrssektor – auf der Basis heimischer regenerativer Ressourcen zu ermöglichen und zu stärken.

Atomenergie ist keine Zukunftsoption. Auch wenn Deutschland den Atomausstieg beschlossen hat, sind zahlreiche Risikoreaktoren in europäischen Nachbarländern am Netz. Atomenergie ist teuer, gefährlich und erzeugt radioaktiven Müll. Dabei liegt die Alternative auf der Hand: Erneuerbare Energien sorgen für eine sichere Energieversorgung und gleichzeitig für die dringend notwendige Reduzierung der Treibhausgasemissionen.

Wir sind überzeugt: Die Energieversorgung der Zukunft ist regenerativ, dezentral und sicher. Dies reduziert nicht nur die Kosten für die Importe fossiler Energieträger und unsere Abhängigkeit von den Lieferländern, sondern verbessert auch mittel- und langfristige die Versorgungssicherheit für die Bürgerinnen und Bürger sowie für die Wirtschaft.

Die Maßnahmen der Energiewende, für erneuerbaren Energien sowie zur Energieeinsparung und Energieeffizienz bedeuten eine große Anstrengung – gleichzeitig trägt die Energiewende schon heute zur regionalen Wertschöpfung und zum Entstehen zukunftsgewandter Arbeitsplätze bei. Hinzu kommt: Befreien wir uns aus den Abhängigkeiten der fossilen Energieträger, so ist das auch ein Beitrag zu mehr Frieden und Sicherheit auf unserem Planeten. Die Auseinandersetzungen um knappe Ressourcen zählen schon heute zu den größten Risiken für eine friedliche Welt.

Die Umsetzung der Energiewende, und damit ein vollständiger Verzicht auf die fossilen Energieträger Kohle, Erdöl und längerfristig auch Erdgas (Dekarbonisierung), führt zu einem grundlegenden Wandel unseres gesamten Energieversorgungssystems. Diesen umfassenden und tiefgreifenden Transformationsprozess gilt es gemeinsam mit unseren Bürgerinnen und Bürgern, Kommunen sowie Unternehmen zu gestalten und die sich daraus ergebenden Chancen zu nutzen. Dieses Journal soll einen Beitrag dazu leisten. Es gibt einen Überblick über aktuelle Herausforderungen, Strategien wie über Chancen und Perspektiven unserer zukünftigen Energieversorgung.

Ihre

Ulrike Höfken
Ministerin für Umwelt, Energie, Ernährung
und Forsten, Rheinland-Pfalz

umwelt

Inhalt

Editorial	3
Ulrike Höfken Ministerin für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten, Rheinland-Pfalz	
Energiewende in Rheinland-Pfalz	6
Ulrike Höfken Ministerin für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten, Rheinland-Pfalz	
Anthropogene Treibhausgasemissionen und Klimaerwärmung	12
Florian Imbery, Frank Kaspar, Karsten, Friedrich und Klaus-Jürgen Schreiber Deutscher Wetterdienst	
Klimawandel – Folgen und Anpassung in Rheinland-Pfalz	18
Dr. Ulrich Matthes und Philipp Reiter Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen	
Von Kyoto bis Katowice – der Erfolg des Parisabkommens hängt an Zielen, Geld und Regeln	21
Christoph Bals Politischer Geschäftsführer Germanwatch	
Energiebilanzen: Eine Datenbasis für gesamtwirtschaftliche Energieflussbilder	23
Dr. Hans-Joachim Ziesing Vorstandmitglied Ag Energiebilanzen e.V.	
Zur Transformation des Energiesystems: Weichenstellungen und Herausforderungen für die nächste Dekade	28
Professor Dr. Uwe Leprich Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes	
Kraftanstrengung für die Energiewende – Windenergie in Rheinland-Pfalz	32
Dr. Sandra Hook Vizepräsidentin Bundesverband WindEnergie	
Solarstrom – nicht nur für die Steckdose	36
Alexander Knebel Pressereferent Agentur für Erneuerbare Energien	
Energetische Biomassenutzung - Entwicklung in Deutschland	40
Professor Dr. Michael Nelles Geschäftsführer Deutsches Biomasseforschungszentrum	

Energiespeichersysteme – Status quo und mögliche Perspektiven	44
Dr. Peter Eckerle Geschäftsführer StoREgio Energiespeichersysteme e.V.	
Nachhaltige Mobilität für alle – mit weniger Verkehr	50
Florian Hacker Öko-Institut e.V.	
Die Wärmewende – wie heizen wir in Zukunft?	54
Thomas Pensel Geschäftsführer Energieagentur Rheinland-Pfalz	
Dunkelflaute – reales Problem oder geschürte Hysterie?	58
Dr. Thomas Griese Staatssekretär Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten, Rheinland-Pfalz	
Kommunen und Energiewende	62
Thomas Pensel Geschäftsführer Energieagentur Rheinland-Pfalz	
Kommunale Wertschöpfung durch die Energiewende am Beispiel des Rhein-Hunsrück-Kreises	64
Bertram Fleck, Landrat des Rhein-Hunsrück-Kreises von 1989 bis 2015	
Energiepolitik der Zukunft – wie können wir die Energiewende vollenden?	68
Dr. Michael Kopatz Projektleiter Wuppertal Institut	
Erläuterung: Energie und ihre Größenordnungen	73
Dr. Helmut Gietz Landeszentrale für Umweltaufklärung, Rheinland-Pfalz	
LZU-Journal	75
Buchtipps	82

Hitze, Dürre, Starkregen, Millionenschäden durch Überschwemmung, Verluste in Land- und Forstwirtschaft: Der Klimawandel ist Realität und auch in Rheinland-Pfalz deutlich spürbar. Aktuelle Datenreihen zeigen: Die Jahresdurchschnittstemperatur für Rheinland-Pfalz ist vom Ende des 19. Jahrhunderts bis heute um 1,5 Grad Celsius angestiegen – in ganz Deutschland um durchschnittlich 1,4 Grad Celsius. Damit zählt unser Bundesland zu den Regionen in Deutschland, in denen der Anstieg überdurchschnittlich stark ausfällt.

Aktuelle Forschungsergebnisse deuten auf intensivere Starkregenereignisse bei höheren Temperaturen hin, so wie in diesem Jahr oder in 2016 zu beobachten war. Die Trockenheit im Sommer dieses Jahres hat teilweise zu dramatischen Ernteausfällen geführt. Auch der Wald hat sichtbar unter den klimatischen Veränderungen gelitten. 84 Prozent der Bäume sind geschädigt – im vergangenen Jahr waren es noch 73 Prozent. Dies sind alles Indizien für den menschengemachten Klimawandel, der bei uns in Rheinland-Pfalz immer deutlicher nachvollziehbar ist.

Selbst bei Einhaltung der bisher vorgelegten Klimaschutzzusagen der Weltgemeinschaft wird sich die mittlere Jahrestemperatur, laut dem aktuellen Emissions Gap Report des UN-Umweltprogramms, um mindestens drei Grad im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter erhöhen. Deutschland wird jedoch auch die selbst gesetzten Klimaschutzziele deutlich verfehlen, wenn jetzt nicht ambitioniert gehandelt. Der Bund muss die Kommunen bei ihren Klimaschutzmaßnahmen unterstützen, den Kohleausstieg einleiten, die Sektoren Verkehr und Wärme angehen und rechtlichen Rahmenbedingungen ändern, die noch einem überholten zentralistischen Energiesystem anhängen. Dazu gehören steuer- und abgaberechtliche Weichenstellungen wie der Abbau der Hemmnisse durch das aktuelle Erneuerbare-Energien-Gesetz oder die Neugestaltung der Energiesteuern. Es braucht eine effektive CO₂-Bepreisung als Lenkungsinstrument und Investitionssignal, bei sozialer Ausgewogenheit.

Rheinland-Pfalz hat 2014 als eines der ersten Bundesländer den Klimaschutz in einem Landesklimaschutzgesetz fest verankert. Wir wollen die Treibhaus-

gasemissionen bis zum Jahr 2020 um mindestens 40 Prozent im Vergleich zu 1990 senken, bis zum Jahr 2050 sogar um mindestens 90 Prozent. Für unsere Energiepolitik sind die Klimaschutzziele die Leitlinie: Wollen wir sie erreichen, dann sind eine endgültige Abkehr von fossilen Brennstoffen wie Kohle, Erdöl und Erdgas hin zu Erneuerbaren Energieträgern unausweichlich. Daran arbeiten wir konsequent weiter – nicht nur beim Ausbau der Erneuerbaren, sondern auch im Bereich Speicher und Netze, Versorgungssicherheit, Wärmewende und Dezentralisierung der Energieversorgung. Die Energiewende kann nur im Zusammenwirken der Themen Energieeinsparung – Energieeffizienz – Erneuerbare Energien gelingen. Dabei spielen auch die Gebäudesanierung und der Ausbau der Elektromobilität eine wichtige Rolle.

Energiewende in Rheinland-Pfalz

In Rheinland-Pfalz stammt mittlerweile fast jede zweite erzeugte Kilowattstunde Strom im Land aus erneuerbaren Energien. 2011 mit 17 Prozent gestartet, stellen die erneuerbaren Energien 2015 bereits rund 48 Prozent der Stromerzeugung ist Rheinland-Pfalz. Der aktuelle Energiebericht des Landes zeigt: Die heimische Stromerzeugung aus regenerativen Energien hatte im Jahr 2015 einen Anteil von rund 31 Prozent am Bruttostromverbrauch.

Energie aus Sonne, Wind, Wasser und Biomasse deckte 2015 zudem etwa elf Prozent des Bruttoendenergieverbrauchs bei der Wärme- und Kälteerzeugung ab. Damit hat sich der Beitrag der regenerativen Energien am Bruttoendenergieverbrauch von Wärme und Kälte seit 2005 von 2,1 auf 7,9 Terawattstunden in 2015 fast vervierfacht. Mit unse-

rem Wärmekonzept für Rheinland-Pfalz haben wir die Weichen gestellt, um den Ausbau der erneuerbaren Energien im Wärmebereich weiter zu forcieren.

Wärmewende in den Fokus

Der Wärmemarkt hat einen Anteil von rund 40 Prozent an den energiebedingten CO₂-Emissionen. Das zeigt, ohne eine Wärmewende können wir unsere Klimaschutzziele nicht erreichen. Der Anteil regenerativer Energien macht aber im Wärmebereich bislang nur knapp 13 Prozent aus. Hier herrscht also dringend Handlungsbedarf. Mit unserem Wärmekonzept für Rheinland-Pfalz bündeln wir Maßnahmen, um den Bedarf an Wärme zu senken und um die Wärmeversorgung auf Erneuerbare Energien umzustellen. Das Konzept umfasst Bereiche von energetischer Quartiers- und Gebäudesanierung, über Nahwärmenetze und Förderung effizienter Öfen bis zur Verknüpfung von Strom und Wärme vor Ort.

Aufwind für die Energiewende

Die Wachstumsdynamik bei den erneuerbaren Energien ist vor allem auf den Ausbau der Windkraft und der Photovoltaik zurückzuführen. In Rheinland-Pfalz waren zum 31.12.2017 insgesamt 1.690 Windkraftanlagen mit einer Leistung von 3.400 MW sowie ca. 97.800 Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von ca. 2.056 MWp installiert. Rheinland-Pfalz gehört damit zu den Vorreitern des Ausbaus der Windenergie. Von der Bundesregierung fordern wir verlässliche Rahmenbedingungen für die Planung und den Bau von Windenergieanlagen auch in den südlichen Bundesländern. Wir setzen uns für eine Regionalisierungskomponente im Erneuerbare-Energien-Gesetz



Nahwärmenetz Neuerkirch-Külz – Solaranlagen – Quelle: ibs Energie

und eine dezentrale Energiewende ein. Entsprechend hat Rheinland-Pfalz über den Bundesrat eingebracht, dass eine Regionalisierungskomponente zeitnah umgesetzt werden soll.

Wir unterstützen den weiteren Ausbau der Windkraft unter Berücksichtigung des Natur- und Artenschutzes. Energieerzeugung ist ohne Eingriffe in die Natur nicht möglich. Dem gegenüber stehen die Gefahren, die von fossilen Energieträgern für Menschen, Klima und Umwelt ausgehen. Das zeigt sich zum Beispiel beim Wald: Sein Zustand spiegelt den Klimawandel wider. 84 Prozent unserer Bäume sind überwiegend durch Luftschadstoffe und Klimaveränderungen geschädigt.

Damit der Ausbau der Windkraft auch in Zukunft weitergeht, setzen wir verstärkt auf Erleichterungen beim Repowering, dem Ersatz älterer Windkraftanlagen durch wesentlich leistungsstärkere neue Anlagen an den vorhandenen Standorten. Eine Stellgröße hierfür sind Vorgaben des Bundesimmissionsschutzgesetzes, die dazu führen können, dass einige Bestandsstandorte nicht mehr für neue Windenergieanlagen genutzt werden können. Wir haben auch daher in Rheinland-Pfalz, im Rahmen der dritten Teilfortschreibung des Landesentwicklungsprogramms IV, besonderes Augenmerk auf die Stärkung von Repowering gelegt.

Rheinland-Pfalz ist Kraft-Wärme-Kopplungsland

Eine wichtige Rolle bei der Strom- und Wärmeerzeugung im Land spielt die Kraft-Wärme-Kopplung. In diesen Anlagen wird sowohl die anfallende Wärme als auch der erzeugte Strom genutzt. So wird im Vergleich zur getrennten Strom- und Nutzwärmeerzeugung der eingesetzte Brennstoff (in Rheinland-Pfalz meist Erdgas) deutlich effizienter eingesetzt. 41,4 Prozent des in Rheinland-Pfalz erzeugten Stroms kamen 2015 aus diesen Anlagen.

Trotz der hohen Bedeutung der Kraft-Wärme-Kopplung für eine kosteneffiziente Umsetzung der Energiewende und als wichtiges Element in einem zukünftigen regenerativen Energieversorgungssystem, wurden in den vergangenen Jahren Hemmnisse durch tiefe Eingriffe in die Förderung des weiteren Ausbaus der Kraft-Wärme-Kopplung aufgestellt. Hierzu gehören unter anderem starke Einschränkungen bei der Vergütung von eigen erzeugtem KWK-Strom im Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG), die Belastung der KWK-Eigenstromerzeugung mit mindestens 40 Prozent der EEG-Umlage bei neuen Anlagen, die Absenkung des KWK-Ausbauziels im KWKG sowie die zeitliche Befristung der Förderung nach KWKG bis zum 31.12.2022. Die häu-

figen Änderungen der Rahmenbedingungen für den weiteren Ausbau der KWK haben zudem potenzielle Investoren verunsichert. Die Stromerzeugung aus den fossilen Brennstoffen Braun- und Steinkohle sowie Mineralöl spielt in Rheinland-Pfalz praktisch keine Rolle. Wir sind damit ein Land der erneuerbaren Energien und der hocheffizienten Kraft-Wärme-Kopplung.

Eigenstromerzeugung

Die fortschreitende technologische Entwicklung in der regenerativen Stromerzeugung sowie in der Kraft-Wärme-Kopplung ermöglicht es in zunehmendem Maße, dass sich Unternehmen, aber auch kommunale Einrichtungen und private Haushalte kostengünstig selbst mit Strom versorgen können. Insbesondere die Unternehmen in Rheinland-Pfalz haben in den letzten Jahren in großem Maße in diese klimafreundliche, flexible und hocheffiziente Strom- und Nutzwärmeerzeugung investiert. Allein die industrielle Eigenstromerzeugung hatte 2015 einen Anteil von etwa 27 Prozent am rheinland-pfälzischen Gesamtbruttostromverbrauch sowie 40 Prozent an der Gesamtstromerzeugung. Wir sind damit im Bundesvergleich in der der Spitzengruppe.

Mit der Verpflichtung, die volle EEG-Umlage auch auf Eigenstrom zu bezahlen, konterkariert der Bund diese positive Entwicklung. Wir haben uns beim Europaparlament erfolgreich dafür eingesetzt, dass Verbraucherinnen und Verbraucher künftig Eigenstromerzeugungsanlagen auf der Basis erneuerbarer Energien bis zu einer elektrischen Anlagenleistung von 30 kW ohne Abgabe von Gebühren nutzen können. Es ist ein Gewinn für die dezentrale Energiewende, dass unsere Forderung aufgenommen wurde. Denn die Vorteile von dezentral erzeugtem und vor Ort verbrauchtem Strom liegen auf der Hand: Eigenstrom verringert den Bedarf an neuen Stromnetzen, reduziert die Stromkosten unserer Unternehmen, entlastet die Haushaltskasse von Bürgerinnen und Bürgern und schafft Akzeptanz für die Energiewende.

Klimaschutzziele sind nur mit Energiewende erreichbar



Energiewende braucht Verknüpfung der Sektoren, intelligente Netze und Speicher

Es gilt neue Wege bei der Energieversorgung zu gehen und die Sektoren Mobilität, Wärme- und Stromversorgung zu vernetzen. Speicherbare Energien wie die Bioenergie sowie intelligente Netze, Regelungs- und Speichersysteme werden zukünftig die erneuerbare Energieversorgung auch dann sicherstellen, wenn der Wind nicht weht oder die Sonnen nicht scheint.

Regenerativ erzeugte Stromüberschüsse aus Wind und Sonne können in klassischen Stromspeichern, wie Pumpspeicher oder Batterien zwischengespeichert werden. Durch die Kopplung mit dem Wärmesektor können diese Strom„überschüsse“ aber auch in Wärme umgewandelt und gespeichert werden. Zudem wird Strom auch im Verkehrssektor zunehmend bedeutsam, im Bereich der Elektromobilität oder bei elektrisch betriebenen Schienenfahrzeugen. Durch Power-to-Gas-Anlagen, wie beispielsweise der weltweit größten Anlage dieser Art in Mainz, kann der Strom aus erneuerbarer Energie in Wasserstoff gespeichert und so verfügbar gehalten werden.

Mit dem Projekt Designnetz erarbeiten wir gerade gemeinsam mit Nordrhein-Westfalen und dem Saarland gemeinsam ein Modell, um erneuerbare Energien in das Energiesystem der Zukunft zu integrieren und zu zeigen, wie wir künftig innovative und intelligente Lösungen für eine dezentrale Energieversorgung aus Sonne, Wind und Biogas etablieren können. 47 Partner beteiligen sich an dem Projekt. Im Rhein-Hunsrück-Kreis wird das Energiesystem der Zukunft bereits erprobt. Ein neuer Batteriespeicher in Gödenroth (Verbandsgemeinde Kastellaun) wurde bereits in Betrieb genommen. Der Batteriespeicher ist Bestandteil der Energiewabe Rhein-Hunsrück-Kreis. Durch ein automatisiertes Energiemanagement soll hier das Stromnetz entlastet und Strom aus erneuerbaren Energien möglichst vor Ort genutzt werden. Überschüssiger Strom wird dazu in mehreren Batteriespeichern zwischengepuffert beziehungsweise durch flexible Verbraucher genutzt.

Ein regeneratives Stromversorgungssystem nutzt alle Arten von Stromspeichern – beginnend von der PV-Batterie für die heimische PV-Anlage über die Großbatterie, bis zum Pumpspeicherkraftwerk zur Abdeckung von Lastspitzen sowie die saisonale Energie-

speicherung durch Power to Gas und Bioenergie. Der technische Entwicklungsstand der verschiedenen Speichertechnologien ist noch sehr unterschiedlich. Daher werden im Land verschiedene Modellprojekte zur Entwicklung und Markteinführung von Speicher- und Regelungstechnologien durchgeführt – mit finanzieller Unterstützung der EU, des Bundes und des Landes Rheinland-Pfalz

Wir setzen uns zudem für die Stärkung von Verteilnetzbetreibern ein. Die Energieversorgung dezentralisiert und flexibilisiert wird. Die Verteilnetzbetreiber spielen eine große Rolle, damit in einem zunehmend dezentralen Energiesystem die Verantwortung auf der regionalen und lokalen Ebene mitgetragen werden kann.

Biogas ist wichtiger Bestandteil einer flexiblen erneuerbaren Energieversorgung

Weil Biogas oder auch genauer „Erneuerbare-Energien-Gas“ gespeichert werden kann und bei Bedarf schwankenden Strom aus Wind und Sonne ausgleichen kann, muss ihm in einem regenerativen Energieversorgungssystem eine wichtige Rolle zukommen. Dem wird unseres Erachtens noch viel zu wenig Bedeutung



zugemessen. Dabei ist „EE-Gas“ auch aus weiteren Gründen eine naheliegende Lösung. Biogasanlagen sind vorhanden, sind eine der kostengünstigsten Energiespeicher und können bei Bedarf schnell zur Verfügung stehen. Wir machen uns daher stark, die Anlagen durch Flexibilisierung und Sektorenkopplung für diese Zukunftsaufgabe auszurichten. Dazu kommt, dass auch die Gasinfrastruktur mit flächendeckendem Leitungssystem und Gasspeichern bereits in vielen Regionen vorhanden ist und genutzt werden kann

Das Erneuerbare Energien-Gesetz (EEG) aus dem Jahr 2017 muss mit der anstehenden Novellierung dringend nachgebessert werden. So muss beispielweise der Biomethan-Bonus wieder eingeführt werden und die Power-to-Gas-Speicheranlagen von Verbraucherabgaben befreit werden.

Ein rheinland-pfälzisches Leuchtturmprojekt für die regionale Energieeigenversorgung ist zum Beispiel das Verbundsystem Westeifel. Die zentrale Leitungsstrasse für Wasser, Strom, Gas und Breitband sieht auch vor, dass bestehende Biogasanlagen der Region angeschlossen werden.

Die Landesregierung unterstützt zudem die Erweiterung und energetische Optimierung von Kläranlagen. Kläranlagen gehören zu den größten kommunalen Energieverbrauchern. Die aus Klärgas kommunaler Kläranlagen erzeugte Strommenge in Höhe von 48.000 MWh im Jahr würde ausreichen, 16.000 Haushalte mit Strom zu versorgen. Dabei wird beispielsweise aus dem Klärschlamm mittels Vergärung von Biomasse Gas erzeugt, das wiederum für die Eigenstromerzeugung der Anlage flexibel genutzt werden kann.

Erneuerbare Energien bringen Wertschöpfung, Beschäftigung und weniger Abhängigkeit

Energieeffizienz und erneuerbare Energien sind nicht nur ein Gewinn für den Klimaschutz, sondern leisten auch einen zentralen Beitrag zur Wertschöpfung und Beschäftigung gerade im ländlich geprägten Rheinland-Pfalz. Knapp 10.000 Menschen fanden im Jahr 2015 durch den Ausbau der erneuerbaren Energien Arbeit. Dabei summierten sich die Umsätze der Erzeuger von regenerativen Energien sowie durch den Betrieb der Anlagen alleine in unserem Bundesland auf 570 Millionen Euro. Den größten Beitrag leistete die Windenergie mit 270 Millionen Euro.

Gleichzeitig werden die Kosten für die Importe an Steinkohle, Mineralöl sowie Erdgas gesenkt. Wie das Ökoinstitut berechnet hat, konnten durch den Einsatz erneuerbarer Energien in der Energieversorgung die Ausgaben für den Import fossiler Brennstoffe in Deutschland um mehr als acht Milliarden Euro und damit ca. elf Prozent reduziert werden.

Wird die Energie stärker dort verbraucht, wo sie auch produziert wird, trägt das zudem zur Entlastung der Stromnetze bei und verringert den Ausbaubedarf bei den Übertragungsnetzen.

Und auch die Wertschöpfung erfolgt dezentral – vor Ort. Kommunen, Bürgerinnen und Bürger sowie Unternehmen haben einen Vorteil vom Ausbau der erneuerbaren Energien, indem sie zum Beispiel Eigenstromerzeugung nutzen. Im Rhein-Hunsrück-Kreis beispielsweise, ausgezeichnet als „Energie-Kommune des Jahrzehnts“, wurden durch Erneuerbare Energien rund 44 Millionen Euro pro Jahr an kommunaler Wertschöpfung erwirtschaftet. Die rheinland-pfälzische Landesregierung hat sich daher in den letzten Jahren – vor allem bei den diversen EEG-Novellierungen – stets für eine Stärkung der auf erneuerbaren Quellen beruhenden Eigenstromerzeugung eingesetzt, die nicht mit Abgaben und Umlagen belastet werden.

Kommunen sind Motor für Energiewende und Klimaschutz

Die Kommunen nehmen eine Schlüsselrolle auch und gerade bei der zukünftigen Energieversorgung ein. Viele Städte und Gemeinden engagieren sich bei der Umsetzung der Energiewende oder verwirklichen Klimaschutzprojekte. In Rheinland-Pfalz steht die Energieagentur den Kommunen und Unternehmen beratend zur Seite – zum Beispiel bei der Einführung eines zentralen Energiemanagements für die kommunalen Liegenschaften, die Umrüstung auf energiesparende LED-Straßenbeleuchtung oder die Einführung von Elektroautos in den kommunalen Fuhrpark. Wir unterstützen unsere Kommunen auch mit der Förderung von Wärmenetzen oder der Erstellung von Quartierskonzepten und Sanierungsmanagern. Die Akteure und Verantwortlichen vor Ort haben häufig das beste Verständnis

Klimaschutzziele sind nur mit Energiewende erreichbar

für Chancen und Herausforderungen sowie für Stärken und Schwächen der Beteiligten. Und mit einer aktiven Beteiligung steigt auch die Akzeptanz einzelner Projekte. Alle Regionen müssen die Chance haben, ihren Beitrag zur Energiewende zu leisten, das volle Potenzial aus Wind, Sonne und Biogas zu erschließen und an der Wertschöpfung teilzuhaben.

Klimafreundlicher Mobilität gehört die Zukunft

Die Mobilität der Zukunft ist sauber, klimafreundlich und unseren modernen Mobilitätsbedürfnissen angepasst: Sie vernetzt neue Formen individueller und öffentlicher Verkehrsträger und bringt sie mit der erneuerbaren Energieerzeugung der Zukunft zusammen.

Die aktuellen Diskussionen um den Dieselskandal zur Luftreinhaltung und die Einhaltung von Luftschadstoffgrenzwerten zeigen, wie notwendig eine saubere Mobilität ist. Und allein ein Fünftel der gesamten Emissionen des Klimagases CO₂ in Deutschland geht auf den Verkehr zurück.

Die Energiewende braucht daher auch eine Verkehrswende. Dazu gehört ein neues Verständnis von Mobilität, in dem klimafreundliche Angebote für den Individualverkehr und die öffentlichen Verkehrsträger flexibel kombinierbar sind. Dazu müssen alternative Antriebe wie zum Beispiel Elektrofahrzeuge in den Fokus rücken – genauso wie Maßnahmen, die den Nahverkehr in Stadt und Region, eine fahrrad- und fußgängerfreundliche Stadtgestaltung sowie Sharing-Systeme fördern.

Grundlage für einen erfolgreichen Einstieg in die Elektromobilität ist eine ausgebaute Ladeinfrastruktur in allen Regionen unseres Landes. Wir setzen und dafür ein, dass auch die kommunalen Energieversorger weiterhin Ladestationen errichten dürfen und nicht vom Markt ausgeschlossen werden.

Uns ist aber auch wichtig, dass der Strombedarf für die Mobilität aus erneuerbaren Energien gedeckt wird, hierzu kann auch die eigene Photovoltaikanlage mit angeschlossenem Speicher beitragen.



Versorgungssicherheit mit Ökostrom

Die Behauptung, dass Ökostrom die Versorgungssicherheit gefährde, ist schlicht falsch und schon so alt wie die Energiewende selbst. Tatsächlich hat sich die Versorgungssicherheit in Deutschland seit 2007 auch mit steigendem Anteil der regenerativen Stromerzeugung stetig erhöht und nimmt im europäischen Vergleich einen Spitzenplatz ein. Unter den Bundesländern nimmt Rheinland-Pfalz, wo fast jede zweite Kilowattstunde Strom regenerativ erzeugt wird, 2016 den Platz 1 ein. Und die Versorgung ist auch mit weiter wachsendem Anteil an Erneuerbaren Energieträgern nicht gefährdet, denn künftig haben wir mit neuen Technologien weit mehr Möglichkeiten schnell und flexibel auf schwankende Wind- und Solarstromerzeugung zu reagieren. Kleinere, flexibel einsetzbare Kraftwerke sowie zunehmend auch Speicher werden im Zusammenspiel mit intelligent gesteuerten Netzen dafür sorgen, dass Strombedarf und -erzeugung zu jeder Zeit und an jedem Ort zielsicher aufeinander abgestimmt werden. Ein solches smartes, dezentrales Energieversorgungssystem funktioniert am besten ohne die unflexiblen und schwerfälligen Atom- und Kohlekraftwerke, die ohnehin nicht in der Lage sind, auf kurzfristige Schwankungen des Strombedarfs zu reagieren.

Es gilt nun, die Rahmenbedingungen für eine moderne, nachhaltige Energieversorgung zu gestalten. Dazu gehört auch, bestehende steuer- und abgaberechtliche Hemmnisse eines überholten zentralistisch ausgerichteten Versorgungssystems abzubauen.

Energieeffizienz

Ohne erhebliche Anstrengungen zur Steigerung der Energieeffizienz wird die Energiewende nicht gelingen. Insbesondere im Gebäudebereich gibt es kein Entweder-Oder zwischen Erneuerbaren Energien und Energieeffizienz, sondern ist eine Kombination von Effizienztechnologien mit Erneuerbaren Energien sinnvoll..

Wir werden daher bei der Novellierung des Energieeinsparrechts in Gebäuden sehr genau darauf achten, dass anspruchsvolle Effizienzstandards erreicht werden. Eine aktuelle Studie kommt zu dem Ergebnis, dass bei einer Gesamtbetrachtung aller Sektoren die Energieeffizienz im Gebäudebereich die volkswirtschaftlichen Kosten und zukünftige Risiken wie etwa die Preisentwicklung verringert.



LED-Strassenlampe

Auch im gewerblichen Bereich oder in Kommunen können erhebliche Effizienzpotentiale erschlossen werden. Mit der Modernisierung ihrer Straßenbeleuchtung können die Gemeinden beispielsweise ihre Stromkosten erheblich senken und bis zu 70 Prozent ihrer CO₂-Emissionen einsparen. Das Land unterstützt die Umrüstung der Straßenlampen auf LED-Beleuchtung. Von den rund 2.300 Städten und Gemeinden im Land haben nach Schätzungen etwa 900 Städte und Gemeinden teilweise oder vollständig auf die energieeffiziente LED-Technologie umgestellt.

Energiewende für Bürgerinnen und Bürger in Rheinland-Pfalz

Bei der Beratung privater Haushalte zur Nutzung von Einsparpotenzialen im Gebäudebereich, ist die Verbraucherzentrale seit vielen Jahren ein Partner der Landesregierung. Das Angebot einer persönlichen Energieberatung in 70 Beratungsstandorten wird vom Land zusätzlich gefördert und steht flächendeckend und kostenfrei zur Verfügung. Mit Hilfe der Landesförderung konnte auch eine landesweite Energiehotline angeboten werden. Darüber hinaus wurde ein Angebot zur Energierechtsberatung aufgebaut, so dass in sechs Verbrau-

cherberatungsstellen im Land mit Hilfe von Honoraranwälten auch eine persönliche Beratung zur Verfügung steht. Die Handlungsmöglichkeiten sind vielfältig, viele Maßnahmen kosten wenig oder kein Geld.

Bürgerinnen und Bürger wollen einen aktiven Beitrag zur Energiewende leisten. Die demokratische Struktur der Genossenschaft ermöglicht dabei ein hohes Mitspracherecht. Energiegenossenschaften ermöglichen bereits mit einem kleinen Beitrag eine Beteiligung an Energieprojekten. In Rheinland-Pfalz investieren mittlerweile 42 Energiegenossenschaften in den Ausbau erneuerbarer Energien. Da Energiegenossenschaften in der Regel in der Region verankert sind, stärken sie mit ihren lokalen Projekten die regionale Attraktivität und die Wertschöpfung in der Region. Das „Landesnetzwerk Bürger-Energiegenossenschaften Rheinland-Pfalz e.V. - LaNEG“, dem aktuell 21 Bürgerenergiegenossenschaften als Mitglied angehören, vertritt die Interessen der Energiegenossenschaften, unterstützt den Erfahrungsaustausch und die Vernetzung mit anderen Akteuren der Energiewende sowie die Erschließung neuer Geschäftsfelder.

Energieagentur Rheinland-Pfalz

Die Energieagentur Rheinland-Pfalz wurde 2012 als Einrichtung des Landes Rheinland-Pfalz gegründet. Sie arbeitet markt- sowie anbieterneutral. Ihre Aufgabe ist es, insbesondere Kommunen, öffentliche Einrichtungen und Unternehmen sowie Bürger bei der Umsetzung von Energiewendeprojekten zu unterstützen. Die EA-RLP wirkt bei der Erstellung und Fortschreibung des Klimaschutzkonzepts, bei der Durchführung des Monitorings, bei der Erfüllung der Pflichten der öffentlichen Stellen sowie bei der Förderung des allgemeinen Verständnisses der Öffentlichkeit für die Ziele des Klimaschutzes im Rahmen ihrer Aufgaben mit. Zur Umsetzung des Zieles im Landesklimaschutzgesetz, bis 2030 eine klimaneutrale Landesverwaltung zu realisieren, ist die EARLP mit der Durchführung eines gleichnamigen Pilotprojektes im MUEEF beauftragt.

Seit Ende 2015 ist der Energieatlas Rheinland-Pfalz der EA-RLP im Internet nutzbar. Er dokumentiert kontinuierlich die Daten zur Energiewende seit 2010 und schreibt diese fort. Darüber hinaus hält die EA-RLP verschiedene Informations- und Erstberatungsangebote zum Einsatz erneuerbarer Energien, zur Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz sowie zu Förderangeboten des Bundes und Landes insbesondere für Kommunen und Unternehmen bereit.

In Rheinland-Pfalz ist Klimaschutz gesetzlicher Auftrag

Die rheinland-pfälzische Landesregierung hat sich bereits in 2014, also ein Jahr vor der Verabschiedung des Pariser Weltklimaabkommens, im Landesklimaschutzgesetz ambitionierte Klimaschutzziele gesetzt.

Hierbei sind wir auf einem guten Weg. So sind im Zeitraum von 1990 bis 2015 die Treibhausgasemissionen in Rheinland-Pfalz um 37 Prozent gesunken. Wir arbeiten weiter mit aller Kraft daran, dass Rheinland-Pfalz sein Klimaschutzziel für 2020 erreicht.

Autorin:

Ulrike Höfken

Ministerin für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten, Rheinland-Pfalz

Beobachtungsdaten zeigen uns eine fortschreitende Erwärmung der Erde, die durch natürliche Ursachen nicht erklärbar ist und es ist wissenschaftlicher Sachstand, dass ein weiterer Klimawandel zu erwarten ist. Daraus ergibt sich eine der Hauptmotivationen für eine Reduktion der Nutzung fossiler Energieträger. In diesem Kapitel wird der derzeitige Wissenstand zum Klimawandel zusammengefasst.

Strahlungsantrieb im Jahr 2011

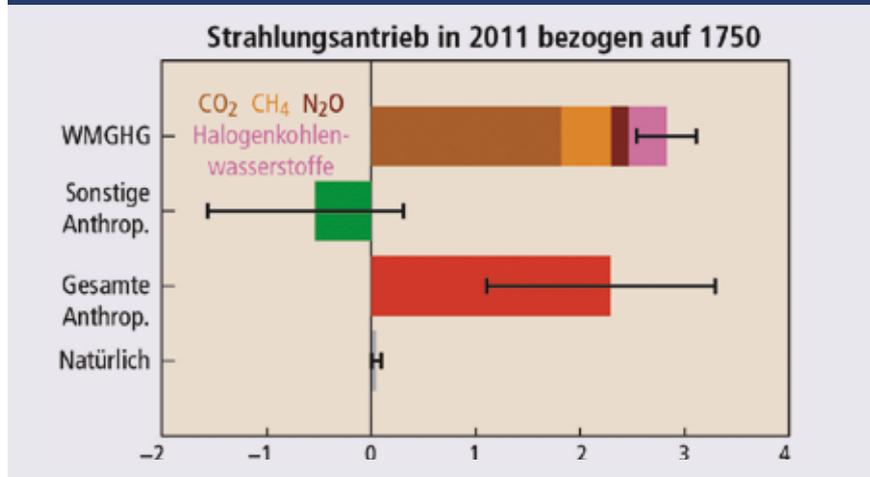


Abb. 1: Schätzwerte des Strahlungsantriebs im Jahr 2011 bezogen auf 1750 sowie kumulative Unsicherheiten für die Haupttreiber (WMGHG: well-mixed Greenhouse Gases) des Klimawandels. Die Werte stellen globale Mittel des Strahlungsantriebs (RF) dar, aufgeteilt gemäß den emittierten Stoffen oder Prozessen, die zu einer Kombination von Treibern führen. Bild: IPCC-DE.

Das Klima kann durch den mittleren Zustand der Atmosphäre, charakteristische Extremwerte und Häufigkeitsverteilungen meteorologischer Größen wie Lufttemperatur, Niederschlag, Wind etc. an einem Ort, gemittelt über einen ausreichend langen Zeitraum, beschrieben werden. Das Klima ist das Ergebnis des komplexen Zusammenspiels aller Komponenten des Systems Land-Atmosphäre-Ozeane. Dazu gehören auch die Kryosphäre (Eis), die Biosphäre mit jahreszeitlichen Vegetationswechseln, die Hydrosphäre und der Boden. Dass sich das Klima im Laufe der Zeit ändert, wissen wir mindestens aus der Kenntnis über die letzte Eiszeit, die große Teile

des heutigen Deutschlands unter einen Eispanzer setzte. Aus der paläoklimatologischen Forschung (Untersuchung vergangener Klimaentwicklungen) sind Schwankungen der globalen Mitteltemperatur in den letzten Millionen Jahren zwischen 9 und 16 °C bekannt.

Die Auswertung von Beobachtungsdaten seit Mitte des 19. Jahrhunderts zeigt einen klaren Aufwärtstrend der global gemittelten Temperaturen. Die Mitteltemperatur an der Land- und Wasseroberfläche hat in den vergangenen Jahrzehnten im Mittel stetig zugenommen. Seit den 1960er Jahren war jede Dekade wärmer als die vorherige

und die bisherigen Daten für das laufende Jahrzehnt deuten darauf hin, dass auch die Dekade 2011 bis 2020 einen neuen Höchststand markieren wird. Die mittlere globale Temperaturabweichung der Jahre 2011 bis 2017 zum Beispiel liegt im Datensatz der US-Ozean- und Atmosphärenbehörde NOAA mit einer Abweichung von 0,74 °C gegenüber dem Mittel des 20. Jahrhunderts deutlich höher als die 0,61 °C im Jahrzehnt zuvor (siehe Abb.2).

Unser Klima wird primär durch die Bilanz der solaren Einstrahlung im kurzwelligen Bereich des Strahlungsspektrums der Sonne sowie der terrestrischen langwelligen Abstrahlung in der unteren Atmosphäre gesteuert. Die „Treibhausgase“ wie Wasserdampf (H₂O), Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) - um nur die wichtigsten zu nennen - absorbieren Strahlung im langwelligen Bereich des Spektrums stärker als die kurzwellige Sonneneinstrahlung. Dadurch kommt es zu einer Erwärmung der unteren Atmosphäre. Ohne die natürlichen vorhandenen Spurengase in der Atmosphäre und ihrem Treibhauseffekt wäre die Mitteltemperatur auf der Erde etwa 33 °C niedriger als wir es gegenwärtig beobachten. Es gäbe dann zumindest kein menschliches Leben auf unserem Planeten.

Der 1988 von der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) und dem Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) gegründete Zwischenstaatliche Ausschuss für Klimaänderungen (IPCC) stellt in regelmäßigen Abständen politischen Entscheidungsträgern und der Öffentlichkeit wissenschaftliche und technische Gutachten, jeweils auf der Basis des aktuellen wissenschaftlichen Verständnis des Klimasystems und der Rolle von Treibhausgasemissionen, zur Verfügung. Die folgenden Zahlen und Aussagen basieren zum größten Teil auf dem letzten Sachstandsbericht des IPCC von 2014. Ein 6. Sachstandsbericht ist derzeit in Vorbereitung und wird 2021/22 veröffentlicht.

Treiber des Klimawandels sind natürliche und anthropogene Stoffe und Prozesse, welche die Strahlungsbilanz der Erde verändern. Der Strahlungsantrieb

Temperaturanomalie Deutschland /Global 1881 –2017

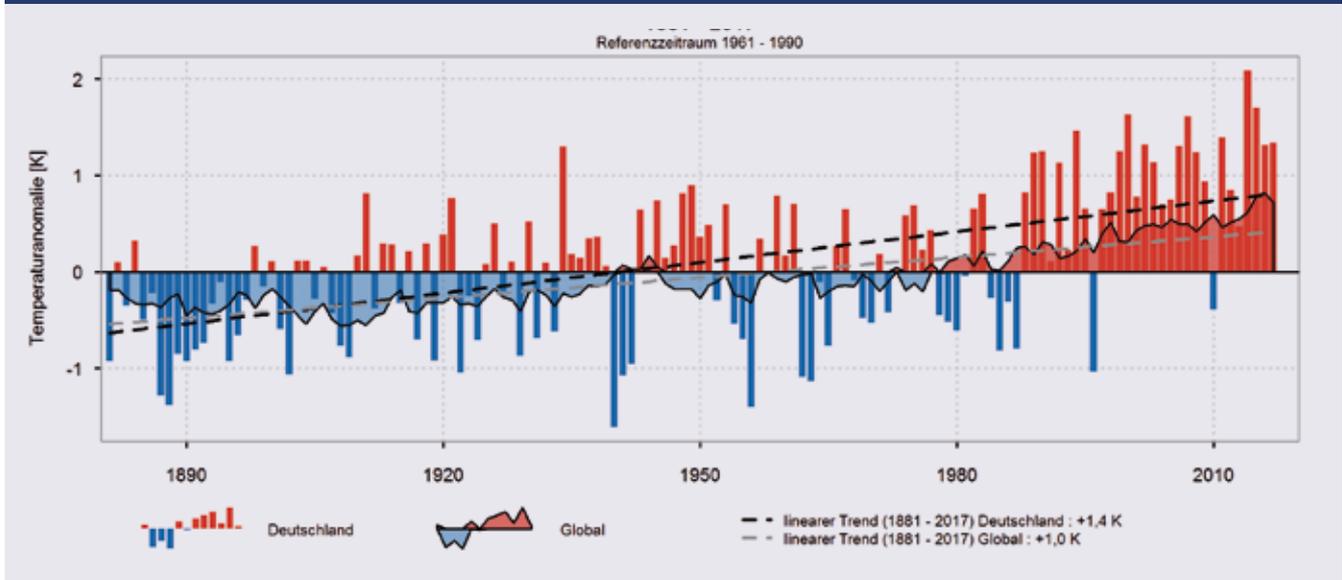


Abb. 2: Abweichungen der Jahresmitteltemperaturen seit 1881 gegenüber der Referenzperiode 1961-1990. Daten: Deutschland DWD, Global NOAA.

(,radiative forcing', RF) quantifiziert die durch die Veränderungen dieser Treiber verursachte Änderung des Strahlungshaushalts im Vergleich zu einem vorindustriellen Zustand. Positive RF-Werte führen zu einer Erwärmung, negative RF-Werte zu einer Abkühlung der Erdoberfläche. Der RF wird auf Basis von insitu- und Fernerkundungsbeobachtungen, den Eigenschaften von Treibhausgasen und Aerosolen sowie Berechnungen mit numerischen Modellen, welche die beobachteten Prozesse abbilden, bestimmt (siehe Abb.1).

Die atmosphärischen Konzentrationen von Kohlendioxid, Methan und Lachgas sind derzeit auf Werte angestiegen, die seit mindestens den letzten 800 000 Jahren noch nie vorgekommen sind, primär durch die Emissionen aus fossilen Brennstoffen und sekundär durch (Netto-)emissionen aufgrund von Landnutzungsänderungen wie der Verringerung der Flächen von Regenwäldern und der Zunahme intensiver Landwirtschaft. Der gesamte anthropogen verursachte Strahlungsantrieb ist positiv und hat zu einer Aufnahme von Energie durch das Klimasystem geführt. Der größte Beitrag zum gesamten Strahlungs-

antrieb wurde durch den Anstieg der atmosphärischen CO_2 -Konzentration seit 1750 um ca. 40% verursacht. Der Ozean hat ungefähr 30% des emittierten anthropogenen Kohlendioxids aufgenommen und dadurch eine Versauerung erfahren.

Der Strahlungsantrieb durch anthropogene Emissionen von Treibhausgasen (CO_2 , CH_4 , N_2O und Halogenkohlenwasserstoffen) im Jahr 2011 bezogen auf 1750 beträgt ca. $2,83 \text{ Wm}^{-2}$. Die Emissionen von CO_2 allein haben einen RF von ca. $1,68 \text{ Wm}^{-2}$ verursacht, gefolgt von CH_4 , ozonabbauenden Halogenkohlenwasserstoffen und N_2O . Es gibt allerdings auch anthropogene Emissionen, die einen negativen Strahlungsantrieb verursacht haben, zum Beispiel Stickstoffoxide (NO_x) und wolkenbildenden Aerosole, so dass der gesamte anthropogene RF für 2011 bezogen auf 1750 ca. $2,29 \text{ Wm}^{-2}$ beträgt (siehe Abbildung 1). Seit 1970 ist dieser Wert schneller angestiegen als in allen vorhergehenden Jahrzehnten. Natürliche Änderungen des Strahlungsantriebs (zum Beispiel Veränderungen der Sonneneinstrahlung und stratosphärischen vulkanischen Aerosole) trugen

nur wenig zum Netto-Strahlungsantrieb im letzten Jahrhundert bei, mit Ausnahme von kurzen Perioden nach großen Vulkanausbrüchen.

Bisher beobachtete Folgen des globalen Klimawandels

Ohne die menschlichen Aktivitäten seit Beginn der Industrialisierung im 18. Jahrhundert, insbesondere durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe, lassen sich die beobachteten Veränderungen im Klimasystem nicht erklären. Die derzeit beobachtete sehr schnelle Erwärmung in nur etwa 150 Jahren mit ihren vielfältigen Folgen ist eine bisher nie beobachtete Entwicklung, bisherige natürliche Wechsel von Kalt- und Warmzeiten erfolgten über Zeiträume von tausenden Jahren.

Einige markante Beispiele der Klimaänderungen sind:

- Der Kohlendioxid-Gehalt der Atmosphäre nimmt stetig zu. Laut Messungen der Referenzstation Mauna Loa auf Hawaii lag der Wert 2017 im Jahresmittel bereits bei etwa 405 ppm^* . Aus Eisbohrkernen wissen wir, dass dies die

Anthropogene Treibhausgasemissionen und Klimaerwärmung

höchste CO₂-Konzentration seit mindestens 800.000 Jahren ist, sie liegt rund 41% über dem vorindustriellen Niveau.

- Die Temperatur an der Erdoberfläche hat sich bereits deutlich erhöht. Seit den 1960er Jahren war jede Dekade wärmer als die vorherige. Im Jahr 2016 lag die mittlere globale oberflächennahe Lufttemperatur um rund 0,94 °C höher als das Mittel im 20. Jahrhunderts. Damit war 2016 das wärmste Jahr seit Beginn der Auswertungen und übertraf die vorherigen Rekordjahre 2015 und 2014 – drei Rekordjahre in Folge wurden noch nie seit Beginn der Wetteraufzeichnung registriert. Die Jahre 2016 und 2015 waren, neben dem Klimawandel, durch ein außergewöhnlich starkes El-Niño-Ereignis geprägt, das hohe globale Temperaturen begünstigt. 2017 war das bisher wärmste Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen 1880, das nicht in einem El-Niño-Ereignis lag und belegt aktuell den dritten Platz in der Rangfolge der warmen Jahre. Damit lag jedes der 17 Jahre seit 2001 mindestens 0,4 °C über dem vieljährigen Mittelwert 1961-1990; seit 1977, also seit mittlerweile vier Jahrzehnten, gab es auf der Erde kein Jahr mehr, das kühler war als der Durchschnitt des 20. Jahrhunderts. Laut WMO erhöhen sich die globalen Temperaturen weiterhin um 0,1 °C bis 0,2 °C pro Jahrzehnt. Seit 1881 ist es in Deutschland im Mittel um 1,4 °C wärmer geworden. Damit liegt Deutschland über dem globalen Trend von rund 1 °C im selben Zeitraum (siehe Abbildung 2).

- Die Entwicklung der Niederschläge erfolgte regional in unterschiedlicher Weise. Zwischen 1951 und 2010 stiegen die Niederschläge über Land in mittleren Breiten der Nordhalbkugel. Für andere Regionen wurden keine eindeutigen Veränderungen nachgewiesen.

- Bei vielen extremen Wetterereignissen wurden Veränderungen beobachtet. So hat die Zahl der kalten Tage und Nächte abgenommen und die der warmen Tage und Nächte seit Mitte des vergangenen Jahrhunderts zugenommen. In Europa, Asien und Australien traten häufiger Hitzewellen auf. Allerdings ist der eindeutige Nachweis einer Änderung meteorologischer Extreme durch

den Klimawandel aufgrund des sehr seltenen Auftretens solcher Ereignisse nach wie vor schwierig zu führen. Die sogenannte Attributionsforschung, d.h. der Nachweis eines Zusammenhangs von einem einzelnen Extremereignis mit dem Klimawandel ist ein relativ junger Forschungsweig in den Klimawissenschaften. Inzwischen ist aber die Attributierung einzelner Extremereignisse als Folge des Klimawandels (zum Beispiel die Häufung extrem starker Hurrikans in der Karibik im Jahr 2017) möglich.

- Der größte Teil der zusätzlichen Energie wird in den Meeren gespeichert. Seit den 1970er Jahren haben die Wassermassen der Ozeane etwa 93 Prozent der gesamten Erwärmung des Klimasystems aufgenommen (Der Rest verteilt sich wie folgt: Schmelzen von Eismassen: drei Prozent; Erwärmung der Kontinente: drei Prozent; Erwärmung der Atmosphäre: ein Prozent). Dadurch haben sich die Ozeane deutlich erwärmt. Die Temperatur der oberen Wasserschichten der Weltmeere ist von 1980 bis 2015 um 0,5 °C gestiegen. Es gibt auch Seegebiete, in denen die Wassertemperaturen in dieser Zeit gesunken sind (etwa Teile des Nordatlantiks), in anderen stieg die Temperatur hingegen überproportional. Hierfür sind verschiedenen Ursachen verantwortlich.

- Aufgrund des Anstiegs der Konzentration des Kohlenstoffdioxids in der Luft, das teilweise von den Ozeanen aufgenommen wird, versauern die Ozeane. Der pH-Wert der Meere liegt aktuell im weltweiten Mittel bei etwa pH 8,1 und ist damit gegenüber der vorindustriellen Zeit bereits um rund 0,1 gesunken. Dies bedroht zahlreiche Meereslebewesen, da sich Kalk bei niedrigeren pH-Werten nicht mehr gut als Schale etwa bei Muscheln und Schnecken anlagert. Ein weiteres markantes Beispiel ist die weltweite Gefährdung von Warmwasserkorallenriffen.

- Zwischen 1993 und 2017 ist der Meeresspiegel laut Satellitenmessungen der NASA im globalen Mittel um etwa 85 mm gestiegen, die Anstiegsrate beträgt aktuell 3,4 mm pro Jahr ($\pm 0,4$ mm). Dabei steigt der Meeresspiegel nicht überall gleich stark, es gibt Regionen mit niedrigeren und solche mit höheren

Werten. So beträgt die Rate im westlichen Pazifik bis zu 12 mm pro Jahr. Größter Einzeleffekt ist die thermische Expansion des Ozeans in Folge der Erwärmung. Es folgen die Abschmelzprozesse auf Grönland, den Gletschern und der Antarktis.

- Grönland verliert massiv Eis. Der grönländische Eisschild schwindet um 250 bis 300 Milliarden Tonnen pro Jahr, dies trägt mit jährlich rund 0,6 mm zum Anstieg der globalen Meeresspiegellhöhe bei. Das Tempo des Eisverlusts hat sich in den vergangenen Jahren beschleunigt.

- Vier von fünf Gebirgsgletschern, die weltweit von Forschern beobachtet werden, verlieren aktuell an Eismasse. Selbst unter Einbezug der wenigen Gletscher, die aufgrund regionaler Besonderheiten wachsen, hat die globale Gesamtmasse der Gletscher seit 1980 deutlich abgenommen – global gemittelt verschwand im Durchschnitt eine Eisschicht von gut 20 Metern Dicke. Eine solche Entwicklung hat es seit Beginn der Aufzeichnungen noch nie gegeben. Während ein Teil des Gletscherschwunds noch eine Nachwirkung der Erwärmung im Anschluss an die „Kleine Eiszeit“ auf der Nordhalbkugel zwischen dem 15. und 19. Jahrhundert sein dürfte, ist seit einigen Jahrzehnten der anthropogene Klimawandel die Hauptursache. Auch die Schneebedeckung der Nordhalbkugel nimmt ab. In den Schweizer Alpen zum Beispiel ist die Schneesaison in den letzten 45 Jahren erheblich kürzer geworden - sie startet heute im Durchschnitt zwölf Tage später und endet 26 Tage früher als 1970.

- Das Meereis rund um den Nordpol wird stetig weniger. Sowohl die Maximalausdehnung des arktischen Meereises am Ende des Winters als auch das Minimum am Ende des Sommers ging seit Beginn der Satellitenbeobachtung 1979 stetig zurück. Am Südpol ist der Trend weniger klar, dort nimmt die Ausdehnung des Meereises eher zu; als Grund werden veränderte Windmuster vermutet, die das Meereis weiter auseinandertreiben. Im Winter 2016/17 wurde bei der globalen Meereisfläche (Nord- und Südpol kombiniert) dennoch ein Rekordminus verzeichnet.

Kippelemente im Erdsystem

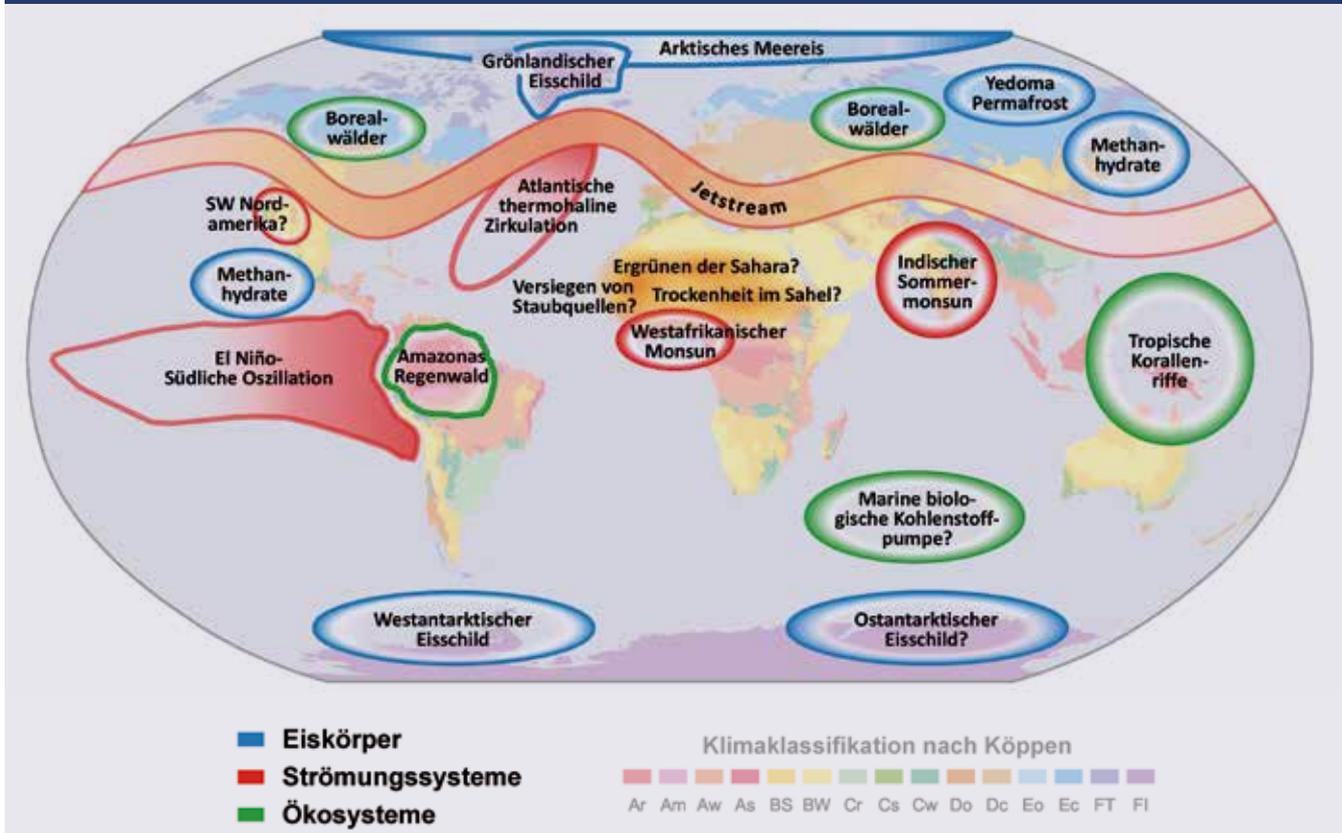


Abb. 3: Geografische Einordnung der wichtigsten Kippelemente im Erdsystem mit Angabe der Klimazonen nach Köppen. Fragezeichen kennzeichnen Systeme, deren Status als Kippelement wissenschaftlich noch nicht gesichert ist. Quelle: PIK, 2017 (Creative Commons BY-ND 3.0 DE Lizenz).

Änderungen globaler und lokaler Klimaprozesse sind heute schon in allen Regionen der Welt zu beobachten. Nicht in allen Gebieten der Erde ist der Temperaturanstieg so ausgeprägt wie in Europa, speziell die tropischen Regionen erwärmen sich langsamer. Gerade diese Regionen sind aber wesentlich häufiger von einer zunehmenden Zahl von Naturkatastrophen bedroht. Fortgesetzte Emissionen von Treibhausgasen werden eine weitere Erwärmung und langanhaltende Änderungen aller Komponenten des Klimasystems verursachen und damit die Wahrscheinlichkeit von schwerwiegenden weitverbreiteten und irreversiblen Folgen für Menschen und Ökosysteme erhöhen.

Da unser Klima ein hochkomplexes System ist, das in vielen Bereichen nicht durch lineare Ursache-Wirkung-Beziehungen geprägt ist, können positive Rückkopplungseffekte bestimmte Pro-

zesse überregionaler Größe beschleunigen und plötzliche Klimaänderungen auslösen. Mit dem Überschreiten solcher sogenannter Kippunkte (Tipping Points) besteht darüber hinaus die Gefahr, dass auch bei einer Zurücknahme der auslösenden Ursache das System nicht unbedingt wieder in den ursprünglichen Zustand zurückfällt. In Verbindung mit dem Anstieg der Treibhausgaskonzentrationen und möglichen Kippunkten im Klimasystem werden aktuell folgende Prozesse diskutiert:

- Schmelzen des Meereises und Abnahme der Albedo in der Arktis.
- Schmelzen des Grönländischen Eisschildes und Anstieg des Meeresspiegels.
- Instabilität des westantarktischen Eisschildes und Anstieg des Meeresspiegels.

- Störung der ozeanischen Zirkulation im Nordatlantik.
- Zunahme und mögliche Persistenz des El-Niño-Phänomens.
- Störung des Indischen Monsunregimes.
- Instabilität der Sahel-Zone in Afrika.
- Austrocknung und Kollaps des Amazonas-Regenwaldes.
- Kollaps der borealen Wälder.
- Auftauen des Permafrostbodens unter Freisetzung von Methan und Kohlendioxid.
- Schmelzen der Gletscher und Abnahme der Albedo im Himalaya.
- Freisetzung von Methan aus Meeresböden.
- Mögliche zukünftige Entwicklungen.

Anthropogene Treibhausgasemissionen und Klimaerwärmung

Änderung der mittleren globalen Erdoberflächentemperatur

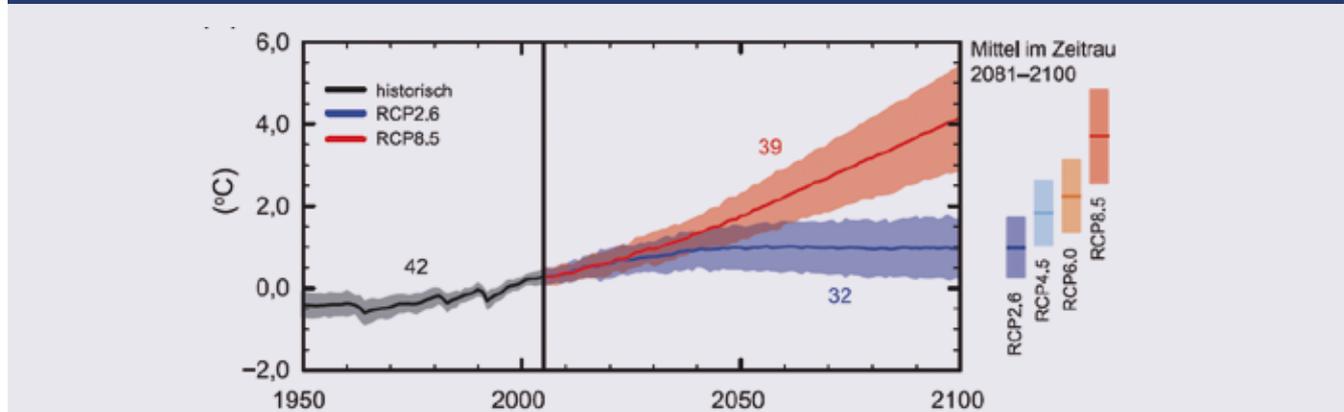


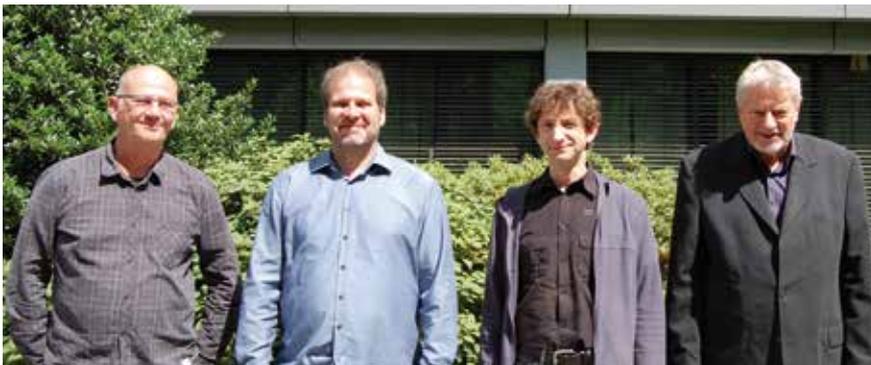
Abb. 4: Multimodell-simulierte Zeitreihen von 1950 bis 2100 für die Änderung der mittleren globalen Erdoberflächentemperatur bezogen auf 1986-2005. Die Zeitreihen der Projektionen und ein Maß für die Unsicherheit (Schattierung) sind für die Szenarien RCP2.6 (blau) und RCP8.5 (rot) dargestellt. Schwarz (graue Schattierung) ist die modellierte historische Entwicklung, hergeleitet aus historischen rekonstruierten Antrieben. Die über den Zeitraum 2081–2100 berechneten Mittel und die zugehörigen Unsicherheitsbereiche sind für alle RCP-Szenarien als farbige vertikale Balken dargestellt. Die Zahl der für die Berechnung des Multimodell-Mittels verwendeten Simulationsläufe ist angegeben. Quelle: IPCC-DE.

Für Aussagen über die mögliche Entwicklung unseres Klimas im Verlauf des 21. Jahrhunderts werden u. a. globale Klimamodelle betrieben, die möglichst alle relevanten Prozesse des Klimasystems berücksichtigen. Diese Klimamodelle beschreiben die Reaktion des Klimasystems zum Beispiel auf Änderungen von Treibhausgaskonzentrationen oder Landnutzungsänderungen und produzieren somit keine Vorhersage, sondern projizieren jeweils eine mögliche zukünftige Entwicklung. Als Grundlage für diese Modellläufe werden Szenarien definiert, die unterschiedliche Emissionstrends von Treibhausgasen in die Zukunft projizieren, abhängig von verschiedenen globalen sozioökonomischen Entwicklungspfaden. Die aktuell verwendeten Szenarien sind die sogenannten repräsentativen Konzentrationspfade (Representative Concentration Pathways, RCP, siehe Abb.4). Das niedrigste RCP-Szenario (RCP 2.6, das heißt eine Änderung des Strahlungsantriebs bis Ende des 21. Jahrhunderts um 2,6 Wm⁻² im Vergleich zum vorindustriellen Zustand) als ambitioniertes Klimaschutzszenario zeigt,

dass auf der Basis des gegenwärtigen Kenntnisstandes der Physik des Klimasystems die Möglichkeit besteht, die globale Erwärmung unter 2 °C zu begrenzen. RCP 8.5 beschreibt ein 'Weiter wie bisher'-Szenario mit ungebremsten global hohen Treibhausgasemissionen. Modellrechnungen, die auf diesem Szenario basieren, projizieren für das Ende des Jahrhunderts eine mittlere globale Temperaturzunahme von 2,6 bis 4,8 °C im Vergleich zu 1986-2005. Die Änderungen im globalen Land-Atmosphäre-Ozean-System würden bei einer Temperaturerhöhung in dieser Größenordnung vielfältige und deutliche Veränderungen in allen Komponenten des Klimasystems bewirken, wie etwa bei dem Niederschlagsregimen großer Regionen, Eis und Schnee, einigen Extremwetterereignissen, Meeresspiegelanstieg und Versauerung der Ozeane. Hiervon wären alle Regionen der Erde betroffen und bisher beobachtete Veränderungen würden deutlich verstärkt. Viele der Änderungen im Klimasystem blieben über Jahrhunderte bestehen, auch wenn keine Treibhausgase mehr freigesetzt würden.

Um die Auswirkungen des anthropogenen Klimawandels auf unsere Gesellschaften zu begrenzen, sind Maßnahmen auf globaler Ebene zum Schutz des Klimas unumgänglich. Die Zielvorgabe des Übereinkommens der Klimakonferenz von Paris im Jahr 2015 ist eine Begrenzung der globalen Erwärmung auf deutlich unter 2 °C gegenüber vorindustriellen Werten, um unkontrollierbare Folgen des Klimawandels zu verhindern.

Damit die globale Erwärmung auf unter 2 °C mit einer 66 % Wahrscheinlichkeit nicht überschritten wird, muss die Summe des anthropogen emittierten Kohlenstoffs seit Beginn der Industrialisierung auf ca. 1000 Gigatonnen (Gt) beschränkt werden. Diese Obergrenze reduziert sich allerdings auf etwa 790 Gt, wenn zusätzlich alle weiteren anthropogenen Treibhausgasemissionen berücksichtigt werden. Bis zum Jahr 2011 wurden allerdings schon 590 Gt Kohlenstoff emittiert. Um das 2 °C-Ziel zu halten, hätte die Menschheit daher bei dem derzeitigen Ausstoß an CO₂ in der Mitte der 2030er-Jahre ihr Emissions-



von links nach rechts: Dr. Florian Imbery, Leiter des Sachgebietes Klimaanalyse; Dr. Frank Kaspar, Leiter Referat Nationale Klimaüberwachung; Karsten Friedrich, Sachgebiet Klimaanalyse; Klaus-Jürgen Schreiber, Leiter der Abteilung Klimaüberwachung im DWD

Autoren:
Florian Imbery, Frank Kaspar, Karsten Friedrich und Klaus-Jürgen Schreiber
Deutscher Wetterdienst, Abteilung
Klimaüberwachung

budget aufgebraucht. Um 1,5 °C Erwärmung nicht zu überschreiten, wäre dies schon im Jahre 2020 der Fall. Danach dürften die anthropogenen Treibhausgasbilanzen nicht mehr positiv sein.

Da CO₂ das wichtigste Treibhausgas ist, wird aktuell den sogenannten negativen Emissionstechnologien, d.h. ein aktiver Entzug von CO₂ aus der Atmosphäre, beim Abbau der atmosphärischen Treibhausgaskonzentrationen eine große Bedeutung zugeschrieben. Zu diesen Technologien gehören unter

anderem Aufforstung, kohlenstofffreundliche Landwirtschaft oder Luftabscheidung mit Kohlenstoffspeicherung. Allerdings sind technische Ansätze, CO₂ direkt aus der Atmosphäre auszufiltern und dauerhaft zu speichern, bisher wenig erforscht und mögliche Potentiale und Risiken noch nicht quantifizierbar. Daher bleibt die rasche Reduktion der Treibhausgasemissionen weiterhin die wichtigste Maßnahme gegen eine weitere ungebremste Klimaerwärmung.

Dieser Text beruht zu großen Teilen auf den 'Kernbotschaften des Fünften Sachstandsberichts des IPCC; Klimaänderung 2013: Naturwissenschaftliche Grundlagen' http://www.de-ipcc.de/media/content/Kernbotschaften%20IPCC%20AR5%20WGI_1712.pdf, sowie auf Auswertungen des 5. Sachstandsberichts des IPCC (deutsche Übersetzung der Zusammenfassung unter <http://www.de-ipcc.de/128.php>), Veröffentlichungen des DWD und des Deutschen Klimakonsortiums (z.B. <https://www.deutsches-klima-konsortium.de/de/g20-pressconference.html> https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/temperatur/download_tabelle.html) sowie des Potsdam Instituts für Klimafolgenforschung (PIK) (z. B. <https://www.pik-potsdam.de/services/infoteh/kippelemente>). Hier findet sich jeweils eine Vielzahl weiterführender Literatur.

Die Folgen des Klimawandels sind in Rheinland-Pfalz deutlich spürbar und im menschlichen Alltag angekommen. Nur durch einen ambitionierten und rechtzeitigen globalen Klimaschutz wird es gelingen, den Klimawandel in vertretbaren und vor allem noch beherrschbaren Grenzen zu halten. Doch auch wenn dies gelingt, wird es unvermeidbare Klimaänderungen geben, an die wir uns anpassen müssen.

Entwicklung der Temperatur im Kalenderjahr (Jan. – Dez.) in Rheinland-Pfalz 1881 – 2017

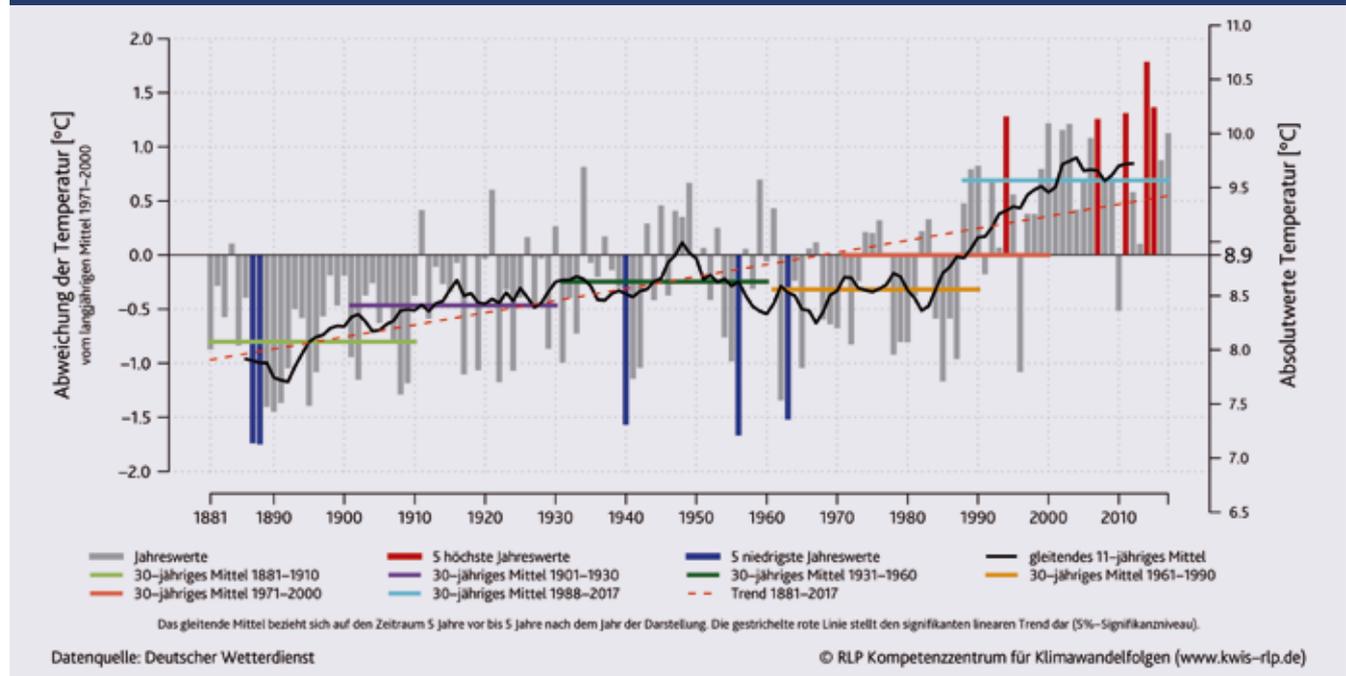


Abbildung 1: Entwicklung der Jahresdurchschnittstemperatur für Rheinland-Pfalz seit 1881

Das Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen mit den Auswirkungen des Klimawandels in unserem Land, identifiziert Risiken und Chancen und entwickelt regionale Anpassungsstrategien als Entscheidungshilfe für Akteure und für die Politikberatung. Umfassende Informationen zu Klima und Witterung und zu den möglichen Auswirkungen in den einzelnen Gesellschafts- und Umweltbereichen, den sogenannten Handlungsfeldern, stellt das Klimawandelinformationssystem (www.kwis-rlp.de) bereit. Darin enthalten ist auch ein Anpassungsportal, das Kommunen, Bürgerinnen und Bürgern und Unternehmen Hilfe und Beratung für den Umgang mit den Folgen des Klimawandels bietet.

Bereits beobachtete Klimaveränderungen

Der Klimawandel hat in Rheinland-Pfalz bereits zu signifikanten klimatischen Veränderungen geführt. Die mittlere Jahrestemperatur ist seit Beginn der systematischen Aufzeichnungen Ende des 19. Jahrhunderts um 1,5 °C angestiegen (Abbildung 1). Speziell in den letzten Jahrzehnten ist dieser Anstieg stark ausgefallen. Dies zeigt sich beispielsweise darin, dass die zehn wärmsten seit 1881 gemessenen Jahre alle im Zeitraum ab 1994 bis heute auftraten. Auch das aktuelle Jahr 2018 reiht sich in diese Liste ein. Aller Voraussicht nach wird das Jahr das zweitwärmste oder gar wärmste Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen.“ Des Weiteren ist das langjährige Mittel von 1988 bis 2017 mit 9,6 °C gegenüber jenem von 1971 bis 2000 (8,9 °C) beson-

ders deutlich angestiegen. Analog sind auch die mittleren Temperaturen in den einzelnen Jahreszeiten nach oben gegangen. Dabei zeigen sich nur geringfügige Unterschiede zwischen der Entwicklung in den Jahreszeiten und der Entwicklung für das gesamte Jahr. In Rheinland-Pfalz ist der bisherige Temperaturanstieg im bundesweiten Vergleich mit am stärksten. Unser Bundesland zählt somit zu den von den direkten klimatischen Auswirkungen besonders betroffenen Regionen Deutschlands.

Die beobachtete Erwärmung zeigt sich auch in der Entwicklung wärmebezogener Kenntage. So ist die Anzahl der Sommertage (Tage mit Temperaturen über 25 °C) und heißen Tage (Tage mit Temperaturen über 30 °C) in Rheinland-Pfalz deutlich angestiegen. Entsprechend ist die Zahl der kältebezogenen Kenntage rückläufig.



Ensemble der Temperaturänderung im Kalenderjahr für Rheinland-Pfalz

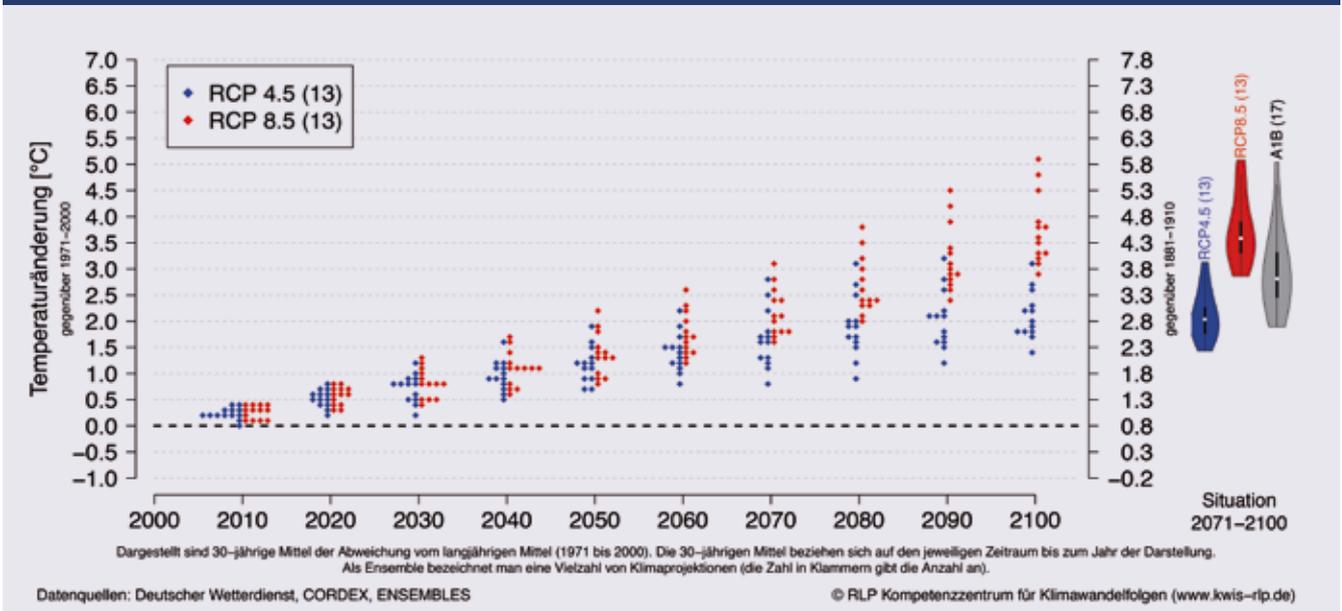


Abbildung 2: In die Zukunft gerichtete Klimaprojektionen für die Temperaturänderung in Rheinland-Pfalz bei unterschiedlichen Szenarien der Emission an Treibhausgasen (RCP 4.5 für mittelstarken Klimawandel, RCP 8.5 für starken Klimawandel bzw. „Weiter wie bisher“)

Auch beim mittleren Niederschlag hat der Klimawandel bereits zu – teilweise deutlichen – Veränderungen seit Ende des 19. Jahrhunderts geführt. Die mittlere jährliche Niederschlagsmenge in Rheinland-Pfalz ist in diesem Zeitraum um gut 10 % angestiegen und betrug im 30-jährigen

Zeitraum von 1988 bis 2017 circa 800 Liter pro Quadratmeter. Aufgrund der Höhenlage und des Geländes bedingte starke Unterschiede der Niederschlagsmengen innerhalb von Rheinland-Pfalz sind dabei zu beachten. Die Entwicklungen in den einzelnen Jahreszeiten sind

– im Gegensatz zu den Entwicklungen bei der Temperatur – nicht einheitlich. Es zeigen sich sowohl in etwa gleichbleibende (Frühjahr sowie Sommer) als auch zunehmende Niederschlagsmengen (Herbst und insbesondere Winter).

Klimawandel – Folgen und Anpassung in Rheinland-Pfalz

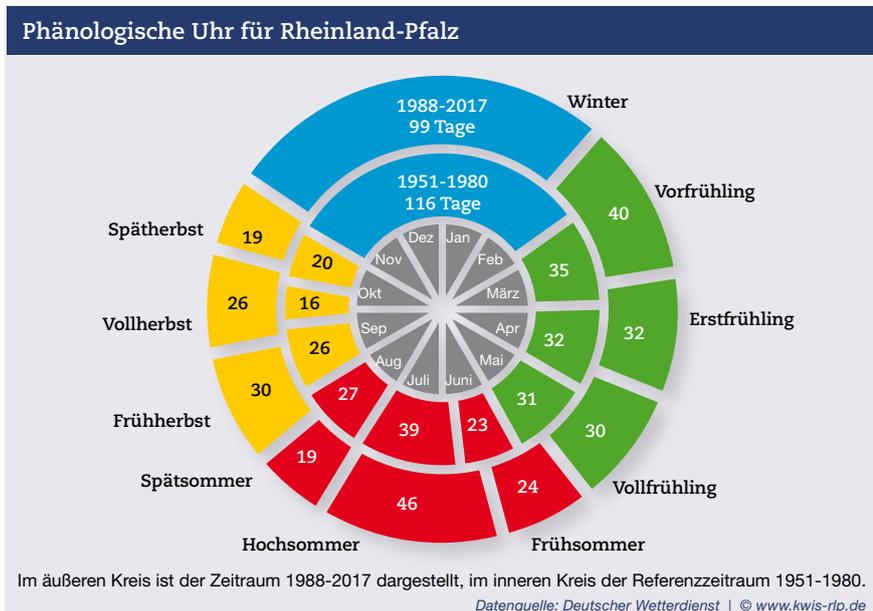


Abbildung 3: Eintritt von phänologischen Entwicklungsphasen und Dauer von Jahreszeiten im Vergleich von Gegenwart und jüngerer Vergangenheit

In den verschiedenen Naturräumen von Rheinland-Pfalz sind die Länge der Vegetationsperiode sowie die Zeitpunkte der einzelnen phänologischen Phasen aufgrund der unterschiedlichen Wärme-gunst teilweise deutlich verschieden. Die allgemeinen Entwicklungen sind aber einheitlich und vergleichbar mit dem Landesmittel.



Autoren:

Philipp Reiter und **Dr. Ulrich Matthes**
 Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für
 Klimawandelfolgen an der Forschungsan-
 stalt für Waldökologie und Forstwirtschaft

Klimawandel in der Zukunft

Auf Annahmen zum möglichen zukünftigen globalen Ausstoß an Treibhausgasen basierende Simulationen der zukünftigen klimatischen Entwicklung bis Ende des 21. Jahrhunderts zeigen, dass sich die beobachteten Entwicklungen fortsetzen werden. So gilt eine weitere Erwärmung als gesichert, wobei das Ausmaß nicht genau beziffert werden kann. Die Klimaprojektionen zeigen hier, je nach Szenario der menschlichen Treibhausgasemissionen, einen weiteren Temperaturanstieg zwischen 1,5 und 5 °C bis Ende des Jahrhunderts gegenüber 1971 bis 2000 (Abbildung 2). Für den Gesamtniederschlag im Jahr wie auch für die Niederschläge im Frühjahr und Winter zeigen die Projektionen tendenziell eher steigende Werte. Für Sommer und Herbst besteht in den Klimaprojektionen keine Richtungssicherheit. Es werden für diese Jahreszeiten sowohl Zunahmen als auch Abnahmen der Niederschlagsmengen simuliert.

Der Klimawandel kann nicht nur durch klimatologische Parameter belegt werden, sondern hat bereits zu vielen weiteren, allgemein sicht- und wahrnehmbaren Veränderungen geführt. Exemplarisch seien das Auftreten bisher in Rheinland-Pfalz nicht heimischer Tier- und Pflanzenarten und die spürbare Zunahme hitzebedingter Belastung angeführt. Speziell auch in der Phänologie, der Pflanzenentwicklung, haben sich bedingt durch den Klimawandel bereits drastische Veränderungen ergeben. So hat sich im Vergleich der Zeiträume 1951 bis 1980 und 1988 bis 2017 die Vegetationsperiode im Mittel für Rheinland-Pfalz um gut zwei Wochen verlängert (s. Abbildung 3). Während diese heute und in der jüngeren Vergangenheit etwa gleich endet, setzt die Vegetationsperiode heute bereits circa zwei Wochen früher ein: Mitte Februar gegenüber Ende Februar im Zeitraum 1951 bis 1980. Entsprechend haben sich auch die weiteren phänologischen Phasen verändert.

Hauptstraße 16
 67705 Trippstadt
www.klimawandel-rlp.de
www.kwis-rlp.de

Die Einigung der 196 Staaten auf das Pariser Klimaabkommen gilt zu Recht als politischer Durchbruch für den internationalen Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel. Historisch wird dieser Durchbruch allerdings erst, wenn die dort verankerten Ziele umgesetzt werden.

Bereits 1997 wurde das Kyoto-Protokoll vereinbart – mit sehr schwachen, aber verbindlichen Reduktionszielen, die nur für die Industrieländer galten. Das Pariser Klimaabkommen hingegen sieht ernsthafte Verpflichtungen für alle Staaten vor.

Schon 2009 hatte es in den Kopenhagen den Versuch gegeben, zu einem Abkommen mit wegweisenden Klimazielen für alle Staaten zu kommen. Dieser scheiterte. Während der Beginn der Verhandlungen zu dem Abkommen noch in der alten Weltordnung, 2007 in Bali, aufs Gleis gesetzt worden war, hatten sich bis 2009 durch die globale Finanzkrise die geopolitischen Verhältnisse verändert. Nicht mehr die G8, sondern die G20 war nun das zentrale Krisenbewältigungszentrum für die Finanzkrise geworden. Es standen sich nicht mehr einfach Industrie- und Schwellenländer gegenüber, sondern zugleich auch aufstrebende und an Einfluss verlierende Weltmächte. Die Kosten für Erneuerbare Energien waren aber noch nicht so stark gesunken wie heute. Die Schwellenländer hatten Angst, dass eine ernsthafte Klimapolitik ihre wirtschaftliche Aufholjagd gegenüber dem Westen torpedieren könnte. Eine nicht gute Verhandlungsführung in der zweiten Woche des Klimagipfels in Kopenhagen trug darüber hinaus zum Scheitern bei.

Der Pariser Klimagipfel (2015) wurde sorgfältig durch internationale Klimadiplomatie vorbereitet – die US-Regierung unter Barack Obama spielte dabei die wichtigste Rolle, aber auch China und die EU sowie die besonders verletzlichen Staaten waren wichtige konstruktive Akteure. Die französische Regierung als Gastgeber bereitete den Gipfel minutiös vor und leitete ihn sehr gut. Struk-

turell hatte man aus dem Scheitern von Kopenhagen die Konsequenz gezogen. Zwar wurde gemeinsam das Temperaturlimit beschlossen, das eine im großen Maßstab gefährliche Klimakrise eindämmen soll: der globale Temperaturanstieg soll auf deutlich weniger als 2°C, wenn möglich weniger als 1,5°C, eingedämmt werden. Aber es wurden nicht Klimaziele und Maßnahmenpakete mit den Staaten verhandelt. Vielmehr sollten die Staaten selber Ziele und Maßnahmenpakete für das eigene Land vorschlagen – und die größten Emittenten China und USA machten das bereits einige Monate vor dem Gipfel. Die Entwicklungs- und Schwellenländer sollten außerdem erklären, mit welcher internationalen finanziellen und technischen Unterstützung sie ihre Klimaziele weiter erhöhen könnten. Alle fünf Jahre sollen die vorgelegten nationalen Ziele von allen Staaten angeschärft und Maßnahmen ergänzt werden, das erste Mal zwischen 2018 und 2020 – bis die global beschlossenen Temperaturlimits tatsächlich erreicht werden.

Das Einhalten der globalen Temperaturlimits ist eine Mammutaufgabe angesichts einer Situation, wo wir schon jetzt 1°C Temperaturanstieg seit vorindustrieller Zeit mit entsprechenden Konsequenzen erreicht haben. Und nicht nur in Deutschland, sondern nach drei Jahren Stillstand haben wir jetzt auch wieder weltweit steigende Emissionen.

Als zweites Ziel des Paris-Abkommens wurde beschlossen, durch Anpassung und bei auftretenden Schäden und Verlusten, die Widerstandsfähigkeit (Resilienz) der Betroffenen zu steigern. Und drittens sollen die Finanzströme weltweit so umgeleitet werden, dass damit die Ziele eins und zwei erreicht werden können.

In 2018 – beim Klimagipfel in Katowice – soll nun die Verabschiedung der Umsetzungsregeln folgen, damit das Pariser Klimaabkommen mit der notwendigen Ambition und Transparenz umgesetzt wird. Nicht nur der EU-Emissionshandel hat jahrelang leidvoll gezeigt, wie ein eigentlich gutes Instrument durch schlechte Umsetzungsregeln so verunstaltet werden kann, dass die gesetzten Ziele nicht erreicht werden. Es braucht transparente, es braucht klare, es braucht vergleichbare Umsetzungsregeln. Diese sollen in Katowice beschlossen werden und 2020 in Kraft treten.

Es bedarf jedoch wichtiger Voraussetzungen, um einen erfolgreichen Abschluss der Verhandlungen zu den Umsetzungsregeln zu gewährleisten. Für den Vertrauensaufbau zwischen den Staaten sind zwei Dinge notwendig:

Als Verpflichtungen noch aus dem Kyoto-Protokoll müssen zunächst die Industriestaaten zeigen, dass sie noch vor 2020 das Niveau ihrer Klimaschutzaktivitäten deutlich erhöhen. Dies ist nach der Ankündigung der US-Regierung, aus dem Pariser Klimaabkommen auszusteigen, umso wichtiger. Nachdem nun die EU ihre Erneuerbaren Energien- und Energieeffizienz-Ziele für 2030 erhöht hat, wird die EU vermutlich ankündigen können, dass sie ihre Ziele für 2030 zumindest von 40 auf 45 Prozent erhöhen wird. Hoffentlich sogar, dass im Rahmen der neuen Festlegung eines Langfristziels für 2050 eine weitere Zielerhöhung für 2030 nächstes Jahr möglich ist. Auch China überlegt, dieses oder nächstes Jahr anzukündigen, dass es früher als in Paris versprochen (2030) den Höhepunkt seiner Emissionen erreichen wird. Indien hat vor wenigen Wochen die in Paris angekündigte – und damals von vielen für sehr ambitioniert gehaltene – Zielmarke für Erneuerbare Energien angehoben. Es spricht also einiges dafür, dass die größten Emittenten – mit Ausnahme der USA – das Klimaschutztempo trotz des angekündigten Ausstiegs der USA aus dem Pariser Klimaabkommen eher erhöhen.

Der Erfolg des Parisabkommens hängt an Zielen, Geld und Regeln



Als zweite wichtige Voraussetzung bedarf es für den Vertrauensaufbau einer umfassenden Finanzierungsstrategie für Entwicklungsländer. Zunächst müssen die Industrieländer für die Umsetzung von Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen in Entwicklungsländern – wie in Paris versprochen – deutlich mehr Klimafinanzierung zur Verfügung stellen als bisher. So wird etwa von der deutschen Bundeskanzlerin erwartet, dass sie nun ihr Versprechen konkretisiert, bis 2020 die internationale Klimafinanzierung zu verdoppeln. Was im Koalitionsvertrag nicht gelang, klappte unlängst auf dem Petersberger Klimadialog: die deutsche Kanzlerin hat dort immerhin angekündigt, dass sie zu diesem Versprechen steht. Die Haushaltsverhandlungen müssen nun zeigen, dass diese Ankündigung nicht nur heiße Luft ist. Die Gelder für den Green Climate Fund müssen im nächsten Jahr deutlich aufgestockt werden – auch hier wird von Deutschland und den anderen Industrieländern eine Verdopplung erwartet. Das wäre die Grundlage, um dann auch mit Ländern wie China über eine angemessene Beteiligung verhandeln zu können. Eine entsprechende Ankündigung von wichtigen Geberländern wie Deutschland und Frankreich auf dem Klimagipfel in Katowice würde die internationale Dynamik sehr befördern.

Neben diesem Vertrauensaufbau durch höhere Ziele und ausreichender finanzieller Unterstützung für weitere Dynamik geht es Ende des Jahres beim Klimagipfel in Katowice zentral um ein Regelbuch, das die Grundlagen legt, das Verlässlichkeit und Vergleichbarkeit herstellt und Schlupflöcher schließt. Bei der Kalkulation der Treibhausgasreduktionen und bei der Frage, was als Klimafinanzierung angerechnet wird, liegt der Teufel im Detail.

Ambitioniertere Klimaziele, mehr Klimafinanzierung, und die notwendige Transparenz um beides verlässlich und wirkungsvoll umzusetzen – ernsthaften Fortschritt wird es nur geben, wenn auf dem Klimagipfel in Katowice dieses Gesamtpaket nach vorne bewegt werden kann. Das ist dann auch die Grundlage für die auch in Katowice angestrebte Verabschiedung von Regeln dafür, wie alle fünf Jahre die Klimaziele der Staaten erhöht werden sollen. Dies soll die hässliche Lücke zwischen den Zielen der Staaten und den Temperaturzielen des Pariser Klimaabkommens Schritt für Schritt schließen. Aber dies kann nur gelingen, wenn eine kritische Masse von Staaten tatsächlich dynamisch den Klimaschutz vorantreibt – und die anderen konstruktiv unter Druck setzt. Das Pariser Klimaabkommen steigert dafür deutlich die Wahrscheinlichkeit, aber es kann diesen Erfolg keineswegs garantieren. Und es ist sehr bedauerlich, dass Deutschland derzeit nicht zu diesen Vorreitern der Umsetzung gehört.

Ob Deutschland wieder eine starke Rolle spielen kann, wird sich daran entscheiden, ob bis Katowice ein Ausstieg aus der Kohle beschlossen ist, der mit den Klimazielen von Paris zusammenpasst. Und ob die deutsche Regierung – gemeinsam mit anderen Gebern – die notwendige Klimafinanzierung ankündigt. Die Zeiten sind jedenfalls vorbei, in denen Deutschland sich mit der Ankündigung von Zielen, die nicht umgesetzt werden, durchmogeln kann.



Autor:
Christoph Bals
Politischer Geschäftsführer,
Germanwatch

Energieflussbilder sind eine beliebte Darstellung der energiewirtschaftlichen Zusammenhänge. Sie bilden nicht nur die Energieströme ab, sondern erlauben auch eine schnelle Übersicht über Effizienzen, Verluste und sektorspezifische Verwendungen. Inhaltlich stellen sie im Grunde nichts anderes dar als eine mengenproportionale Visualisierung der Energiebilanzen. Solche Energiebilanzen werden in Deutschland regelmäßig von der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (www.ab-energiebilanzen.de) veröffentlicht. Zusätzlich zu diesen Energiebilanzen erstellt die AG Energiebilanzen für jedes Jahr ein vereinfachtes sowie ein – diesem Artikel beigelegtes – detailliertes Energieflussbild.

Statistische Basis für die Energieflussbilder sind also im Allgemeinen die Energiebilanzen. Deshalb soll zum besseren Verständnis der Energieflussbilder zunächst etwas näher auf Struktur und Inhalt der Energiebilanzen eingegangen werden. Das von der AG Energiebilanzen verwendete Bilanzschema ist eine Matrix von 33 Spalten und 68 Zeilen (einschließlich der Spalten- und -zeilen). Die horizontale Gliederung (Zeilen) weist die Energieträger aus, die der energetischen, aber auch der nicht-energetischen Nutzung dienen. Dabei werden als Energieträger alle Quellen oder Stoffe bezeichnet, in denen Energie mechanisch, thermisch, chemisch oder physikalisch gespeichert ist. Die vertikale Gliederung (Spalten) erfasst für die jeweiligen Energieträger Aufkommen, Umwandlung und Verwendung. Unterschieden wird zwischen der Primärenergiebilanz, der Umwandlungsbilanz sowie dem Endenergieverbrauch. Solche Energiebilanzen bieten somit eine detaillierte Übersicht über die energiewirtschaftlichen Verflechtungen. Sie erlauben nicht nur Aussagen über den Verbrauch von Energieträgern in den einzelnen Sektoren, sondern geben auch Auskunft über ihren Fluss von der Erzeugung bis zur Verwendung in den einzelnen Erzeugungs-, Umwandlungs- und Verbrauchsbereichen.

Der Primärenergieverbrauch (PEV) stellt als Summe der einzelnen Positionen den umfassendsten Ausdruck des Energieverbrauchs einer Volkswirtschaft dar. Ermittelt wird er von der Aufkommenseite her wie folgt:

Energiegewinnung im Inland
+ Einfuhr
+ Bestandsentnahmen
= Energieaufkommen im Inland
– Ausfuhr
– Hochseebunkerungen
– Bestandsaufstockungen
= Primärenergieverbrauch im Inland

Dabei erfasst der Primärenergieverbrauch sowohl Primär- als auch Sekundärenergieträger.

- Primärenergieträger sind solche, die unmittelbar der Natur entnommen und noch keiner Umwandlung unterworfen worden sind. Dazu zählen beispielsweise das Rohöl, die Rohbraunkohle, Uran oder das Erdgas sowie die erneuerbaren Energien aus Wind, Wasser, Sonnenstrahlung, Erdwärme und Biomasse. Primärenergieträger sind oftmals nicht direkt, sondern erst nach weiteren Umwandlungsschritten für wirtschaftliche Aktivitäten nutzbar.

- Sekundärenergieträger entstehen aus der Umwandlung von Primärenergieträgern. Dies sind alle Stein- und

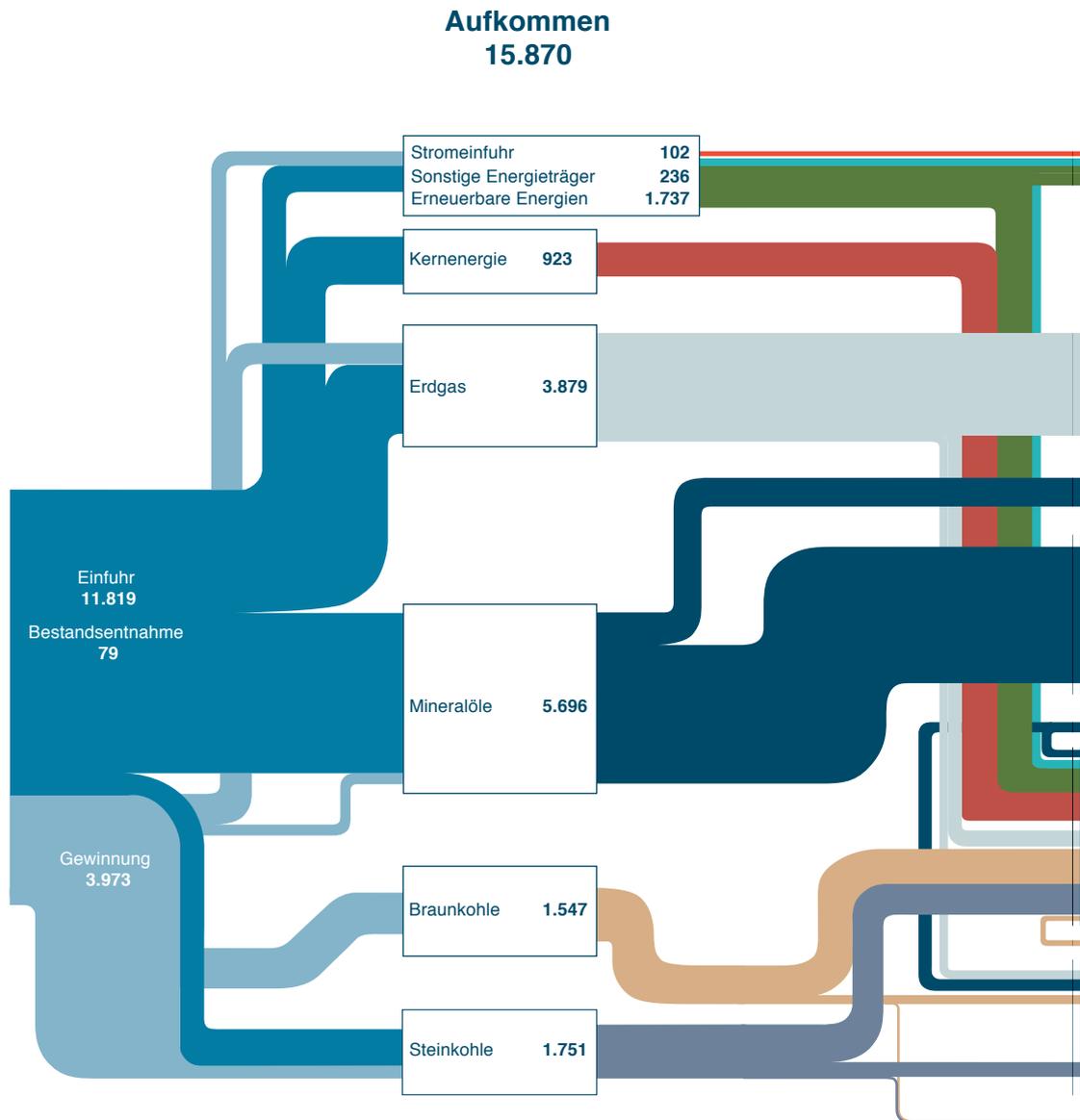
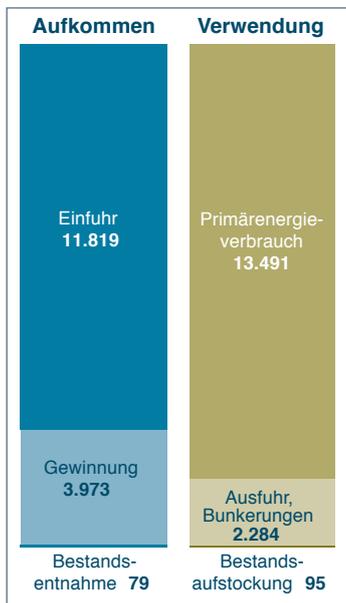
Braunkohlenprodukte sowie Mineralölprodukte, verschiedene erzeugte Gase (zum Beispiel Gichtgas, Kokereigas), Strom und Fernwärme. Sekundärenergieträger können aber auch aus der Umwandlung anderer Sekundärenergieträger entstehen: So kann Strom beispielsweise auch aus Heizöl, Gichtgas oder anderen erzeugten Gasen produziert werden.

Bei der Gewinnung von Energieträgern und bei deren Umwandlung in andere Energieformen, zum Beispiel beim Einsatz von Erdgas in Kraftwerken zur Erzeugung von Strom oder beim Einsatz von Rohöl in Raffinerien zur Erzeugung von Benzin, Diesel und Heizöl, treten Verbrauch und Verluste auf. Auch bei der Verteilung von Energieträgern ist dies der Fall, zum Beispiel beim Transport von elektrischer Energie oder von Fernwärme. Dieser Verbrauch und diese Verluste werden für die verschiedenen Bereiche wie etwa Kokereien, Kraftwerke, Raffinerien oder Hochöfen in der sogenannten Umwandlungsbilanz verbucht. Gesondert ausgewiesen werden die Fackel- und Leitungsverluste und der nichtenergetische Verbrauch, also der Einsatz von Energieträgern, bei denen es nicht auf den Energiegehalt, sondern auf die stofflichen Eigenschaften ankommt. Beispiele hierfür sind das Mineralölprodukt „Bitumen“, das beim Straßenbau eingesetzt wird, oder Rohbenzin, das als Grundstoff für die Erzeugung chemischer Produkte dient. Wenn man vom Primärenergieverbrauch den Saldo von Umwandlungseinsatz und -ausstoß sowie die Fackel- und Leitungsverluste und den nichtenergetischen Verbrauch abzieht, ergibt das den Endenergieverbrauch. Dieser gliedert sich in die Sektoren Industrie, Verkehr, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) sowie die (privaten) Haushalte.

Tabelle 1 zeigt die Struktur der deutschen Energiebilanz für das Jahr 2016. Danach sind vom gesamten Primärenergieverbrauch rund zwei Drittel (67,2 %) bei den Endverbrauchern „angekommen“, also dort, wo der energetisch genutzte Teil des Energieangebots im Inland nach der Umwandlung unmittelbar der Erzeugung von Nutzenergie dient. Die Struktur des

Energieflussbild

der Bundesrepublik Deutschland 2016



Energieeinheit Petajoule (PJ)

1 Mio. t SKE = 29,308 Petajoule (PJ)

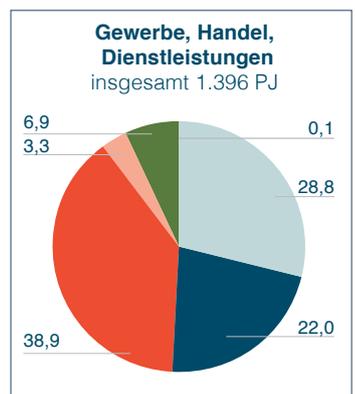
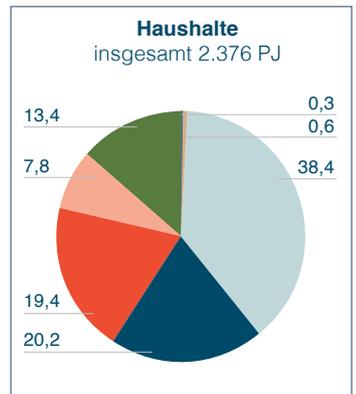
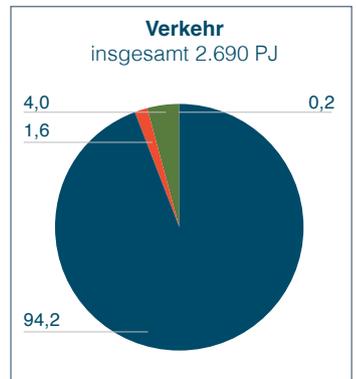
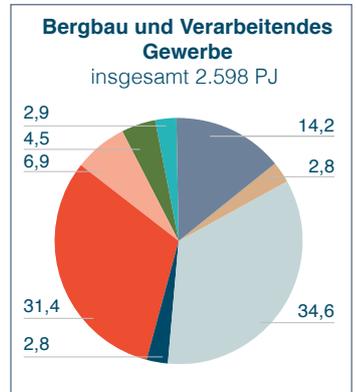
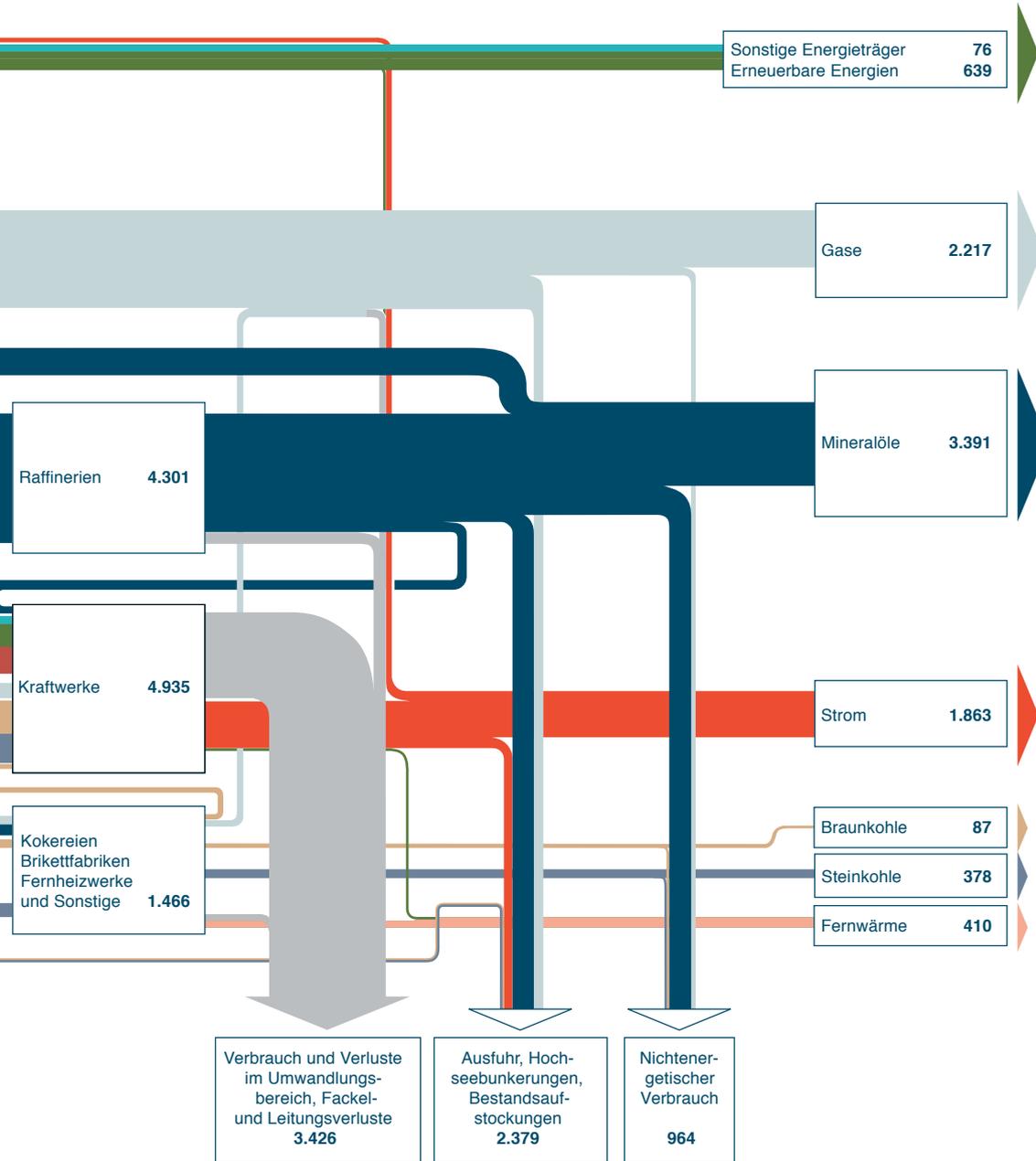
Abweichungen in den Summen sind rundungsbedingt.

Der Anteil der erneuerbaren Energieträger am Primärenergieverbrauch liegt insgesamt bei 12,4 %.

Umwandlung
10.702

Endenergieverbrauch
9.060

Anteile in %



AGEB
AG Energiebilanzen e.V.

Energiebilanzen: Eine Datenbasis für gesamtwirtschaftliche Energieflussbilder

Aufkommens- und Verwendungsstruktur der Energiebilanzen für Deutschland (Angaben für das Jahr 2016)

Aufkommens- und Verwendungssektoren		Energieverbrauch in Petajoule	Anteile am Primärenergieverbrauch in %	Anteile am Endenergieverbrauch in %
Primärenergieverbrauch		13.491	100,0	-
/.	Umwandlungseinsatz insgesamt	10.701	79,3	-
+	Umwandlungsausstoß insgesamt	8.027	59,5	-
/.	Energieverbrauch im Umwandlungsbereich insgesamt	576	4,3	-
/.	Fackel- und Leitungsverluste	175	1,3	-
/.	Nichtenergetischer Verbrauch	964	7,1	-
+./.	Statistische Differenzen	-41	-0,3	-
=	Endenergieverbrauch	9.060	67,2	100,0
	- Industrie	2.598		28,7
	- Verkehr	2.690		29,7
	- Haushalte	2.376		26,2
	- Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	1.396		15,4

Tabelle 1: Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e. V. (AGEB)

Endenergieverbrauchs nach Sektoren lässt die große Bedeutung des Verkehrs erkennen. Mit fast 30% ist der Verkehr der größte Endenergieverbrauchssektor, wobei hier der Straßenverkehr mit einem Anteil von 83% dominiert. Gemessen an der Höhe des Endenergieverbrauchs folgen dem Verkehr die Industrie, die in der Energiebilanz nach 14 Wirtschaftszweigen weiter aufgeschlüsselt wird, sowie die privaten Haushalte und der Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistungen. Rund sieben Prozent wurden in Deutschland im Jahr 2016 nichtenergetisch genutzt.

Endenergieverbrauch und nichtenergetischer Verbrauch machen zusammen machen fast drei Viertel des Primärenergieverbrauchs aus. Umgekehrt

bedeutet dies, dass ein Viertel auf Verbrauch und Verluste im Umwandlungssektor entfällt. Zu den Verlusten trägt insbesondere die Stromerzeugung bei. Vergleicht man den Energieeinsatz, der zur Stromerzeugung notwendig ist (= Umwandlungseinsatz; 2016: 4.935 Petajoule), mit der Stromerzeugung (= Umwandlungsausstoß; 2016: 2.342 Petajoule) ergaben sich 2016 Umwandlungsverluste von 3.250 Petajoule. Einem Nutzungsgrad (= Verhältnis von Umwandlungsausstoß zu Umwandlungseinsatz) von rund 47% stehen demnach Verluste von 53% des Umwandlungseinsatzes gegenüber. Immerhin hat sich der Nutzungsgrad der Stromerzeugung in der Vergangenheit schon ständig verbessert: Lag er 1990 noch bei knapp 37%, waren es im Jahr 2000 schon 41%.

Dazu hat im Übrigen auch die expansive Entwicklung bei den erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung beträchtlich beigetragen. Allerdings wirkt sich hier eine international vereinbarte methodische Konvention spürbar aus. Weil es für Sonne, Wind und Wasser keinen originären Heizwert gibt, wird bei der energetischen Bewertung der Heizwert des durch sie produzierten Stroms zugrunde gelegt. Implizit bedeutet das aber einen Nutzungsgrad von 100%. Dagegen wird die Kernenergie primärenergetisch nur mit einem Nutzungsgrad von 33% bewertet, und die übrigen fossil gefeuerten Kraftwerke gingen mit einem Nutzungsgrad von insgesamt knapp 43% in die Berechnungen des Primärenergieverbrauchs für das Jahr 2016 ein.

Dieser statistische Effekt ist auch bei der Interpretation der Struktur des Primärenergieverbrauchs nach Energieträgern zu berücksichtigen. Obwohl die erneuerbaren Energieträger nach vorläufigen Angaben im Jahr 2017 mit einem Drittel zur Stromerzeugung beigetragen haben, lag ihr Anteil am Primärenergieverbrauch lediglich bei 13,2%. Insoweit wird der Beitrag der erneuerbaren Energien zum Primärenergieverbrauch tendenziell unterschätzt. Andererseits heißt dies aber auch, dass erneuerbare Energieträger mit steigenden Anteilen der Stromerzeugung aus Wind und Sonne mit ihrem Nutzungsgrad von 100% statistisch gesehen letztlich auch eine deutliche Steigerung der Energieeffizienz bewirken. Verstärkt wird dieser Effekt vor allem dann, wenn, wie beschlossen, die primärenergetisch mit einem Nutzungsgrad von 33% bewertete Kernenergie spätestens Ende 2022 vom Netz gehen wird. Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Struktur des Primärenergieverbrauchs und der Bruttostromerzeugung in Deutschland im Jahr 2017 nach Energieträgern. Deutlich erkennbar sind die unterschiedlichen Anteile der einzelnen Energieträger im Vergleich von Primärenergieverbrauch und Bruttostromerzeugung.

Primärenergieverbrauch und Bruttostromerzeugung in Deutschland 2007 nach Energieträgern

	Primärenergieverbrauch		Bruttostromerzeugung	
	in Petajoule	in %	in Mrd. kWh	in %
Mineralöl	4653	34,4	5,9	0,9
Erdgas	3230	23,9	86,5	13,2
Erneuerbare	1783	13,2	218,29	33,3
Braunkohlen	1508	11,1	147,5	22,5
Steinkohlen	1474	10,9	92,6	14,1
Kernenergie	833	6,2	76,3	11,7
Sonstige	50	0,4	27,7	4,2
Insgesamt	13531	100,0	654,8	100,0

Tabelle 2: Angaben für 2017 vorläufig. Quellen: AG Energiebilanzen e.V.; BDEW e.V.

den. Wie Abbildung 2 zeigt, leistet bei der Bruttostromerzeugung die Windenergie mit einem Anteil von fast 50% (on- und offshore) den größten Beitrag, gefolgt von der Biomasse, der Photovoltaik und mit weitem Abstand der Wasserkraft. Der Anteil der Geothermie fällt nicht ins Gewicht.

Die Energiebilanzen ermöglichen es, die Energieströme der einzelnen Energieträger vom Aufkommen bis hin zu der Verwendung in den Sektoren des Endenergieverbrauchs zu verfolgen und diese Energieströme auch graphisch in Form von Energieflussbildern darzustellen. Dies sei zum Schluss mit den Daten für 2016 am Beispiel des noch immer wichtigsten Energieträgers Öl kurz beschrieben. Insgesamt betrug das Aufkommen an Mineralöl aus der Einfuhr, den Bestandsentnahmen und der inländischen Rohölgewinnung 5.696 PJ. Davon gingen 1.130 PJ in die Exporte, in die Hochseebunker sowie in die Bestandsaufstockung und 4.301 PJ flossen direkt in die Raffinerien zur weiteren Verarbeitung in die einzelnen Mineralölprodukte. Diese wiederum wurden in kleineren Teilen an andere Umwandlungssektoren geliefert oder dielen als Eigenverbrauch in den Raffinerien an. Ein größerer Teil diente der Belieferung für den nichtenergetischen Verbrauch. Der größte Teil aber, nämlich 3.391 PJ, entfiel auf den Absatz an die Endenergiesektoren der Industrie, Verkehr, Haushalte und den GHD-Sektor.

Verbrauch

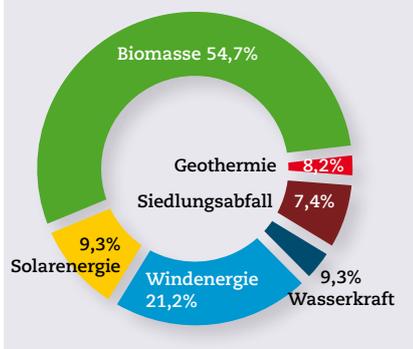


Abbildung 1: Struktur des Primärenergieverbrauchs erneuerbarer Energieträger in Deutschland im Jahr 2017 (Anteile in %) Quelle: Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW).

Ein Blick auf die Struktur des Primärenergieverbrauchs der erneuerbaren Energieträger lässt angesichts eines Anteils von fast 55 % die große Bedeutung der Biomasse erkennen (Abbildung 1). Mit deutlichem Abstand folgen die Windenergie mit rund 21%, die Solarenergie mit knapp 10% und die (biogenen) Siedlungsabfälle mit reichlich 7%. Wasserkraft und Geothermie

Erzeugung

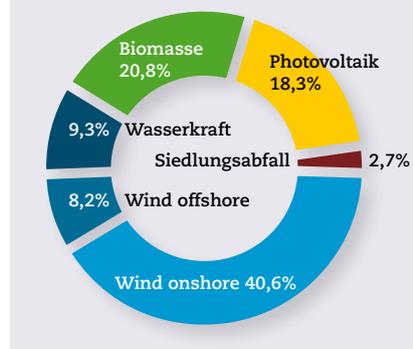


Abbildung 2: Struktur der Bruttostromerzeugung erneuerbarer Energieträger in Deutschland im Jahr 2017 (Anteile in %) Quelle: BDEW e.V.

spielen keine große Rolle. Bei einer Interpretation dieser Relationen sei an die unterschiedliche primärenergetische Bewertung der einzelnen Energieträger erinnert (s.o.), die in Bezug auf die Struktur des Beitrags der einzelnen erneuerbaren Energien zur Bruttostromerzeugung keine Rolle spielt, weil hier alle Energieträger unmittelbar mit der erzeugten Kilowattstunde bewertet wer-



Autor:

Dr. Hans-Joachim Ziesing

Geschäftsführendes Vorstandmitglied der Ag Energiebilanzen e. V.

Zur Transformation des Energiesystems:

Weichenstellungen und Herausforderungen für die nächste Dekade

Das Energiesystem, bestehend aus den Teilsektoren Strom- und Wärmeversorgung sowie dem Verkehr, befindet sich seit einiger Zeit in einem fundamentalen Wandel. Konfrontiert zunächst mit der Liberalisierung der Energiemärkte stehen mit der vollständigen Dekarbonisierung der Energieversorgung, der Sektorkopplung, der Dezentralisierung und der Digitalisierung weitere Herausforderungen an, die von der Politik einen klaren Kompass verlangen.

Dabei reicht es nicht mehr aus, ehrgeizige Ziele zu formulieren und diese dann nicht einzuhalten, vielmehr ist gerade in der kommenden Dekade entschlossenes politisches Handeln erforderlich. Für den Klimaschutz und die Volkswirtschaft bietet die Transformation des Energiesystems erhebliche Chancen, die nicht zu ergreifen Deutschland nicht riskieren sollte, will man im internationalen Vergleich nicht noch weiter abgehängt werden.

Die deutsche Energie- und Klimaschutzpolitik ist seit Beginn dieses Jahrzehnts in erster Linie von Zielsetzungen geprägt. Den fulminanten Auftakt machte hier die Zielmatrix des Energiekonzepts vom Herbst 2010, die manche lediglich als akzeptanzfördernde Maßnahme für die gleichzeitige Laufzeitverlängerung der Atomkraftwerke ansahen. Gleichwohl hielt die Bundesregierung an ihr auch nach der atompolitischen Kehrtwende infolge der Reaktorkatastrophe von Fukushima im März 2011 fest. Hinzu kamen in den folgenden Jahren explizite Ziele für die Stromerzeugung mit Kraft-Wärme-Kopplung sowie für den Ausbau von Kapazitäten erneuerbarer Energien.

Die zusammenfassende Ziel-Übersicht (s. Abb. S.29) zeigt jedoch ein ernüchterndes Bild:

- Lediglich drei von elf Zielen werden sicher in 2020 erreicht: die Anteile erneuerbarer Energien am Strom- und Wärmeverbrauch sowie das wenig ambitionierte KWK-Ziel.
- Neben dem nationalen Treibhausgas-Minderungsziel werden auch sämtliche nachfrageseitigen Energieeffizienzziele mehr oder weniger krachend verfehlt.
- Die beiden wesentlichen EU-Ziele für 2020 – das nationale Zwischenziel für die Treibhausgas-Minderung sowie das

Ausbauziel für die erneuerbaren Energien als Anteil am Bruttoendenergieverbrauch werden aller Voraussicht nach ebenfalls nicht erreicht werden.

Aktuelle klima- und energiepolitische Zielsetzungen der Bundesregierung

Insbesondere die wahrscheinliche Verfehlung der beiden EU-Ziele für 2020 verdeutlicht, dass sich Deutschland längst von einer Vorreiterrolle in Sachen Klimaschutz und erneuerbare Energien verabschiedet hat und nach McKinsey innerhalb Europas nicht einmal mehr unter den ersten zehn Energieverwendungs-Ländern rangiert. Letztlich ist die weitreichende Zielverfehlung für die Glaubwürdigkeit der nationalen Klimaschutz- und Energiepolitik verheerend; sie kann auch keinesfalls durch die Verabschiedung neuer ambitionierter Ziele für 2030 wiederhergestellt werden. Helfen können hier nur sehr konkrete zeitnahe Maßnahmen in allen Sektoren, die signifikant zur Zielerreichung beitragen und nicht als Feigenblätter für Attentismus dienen.

Notwendige Weichenstellungen für eine zweite Phase der Systemtransformation

Wer zu einer Einschätzung kommen möchte, wie sich das Energiesystem und damit eng verbunden die Treibhausgas-situation in Deutschland mittelfristig entwickeln müsste, findet dafür im sogenannten Projektionsbericht des Bundeswirtschaftsministeriums eine gute Grundlage. Die Mitgliedstaaten der Europäischen Union sind nämlich verpflichtet, alle zwei Jahre eine Schätzung vorzunehmen, wie sich ihre jeweiligen Treibhausgasemissionen (THG) in den nächsten 20 Jahren voraussichtlich entwickeln werden. In diesem Sinne ist das THG-Minderungsziel der Leitstern für die Systemtransformation.

Für den deutschen Projektionsbericht 2017, der im April 2017 erschienen ist, wurde ein Mit-Maßnahmen-Szenario (MMS) und ein Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario (MWMS) für die Entwicklung der nationalen Treibhausgasemissionen für den Zeitraum 2005 bis 2035 erarbeitet. Im MMS werden alle Maßnahmen berücksichtigt, die bis 31. Juli 2016 ergriffen worden sind, u.a. auch Maßnahmen des „Aktionsprogramm Klimaschutz 2020“. Im MWMS werden zusätzlich die im ressortübergreifenden „Aktionsprogramm Klimaschutz 2020“ und im „Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz“ bisher noch nicht umgesetzten Maßnahmen berücksichtigt.

Selbst im ambitionierteren MWM-Szenario wird bei unterschiedlichen Annahmen zum Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum sowie zur Entwicklung der Energie- und CO₂-Preise in keinem Fall eine Treibhausgas-Minderung von mehr als 46% bis 2030 erreicht. Im Klartext: das selbst gesteckte und von der neuen Regierung unlängst bekräftigte THG-Minderungsziel von 55-56% bis 2030 wird selbst bei Umsetzung aller bereits beschlossenen Maßnahmen eklatant verfehlt.

Welcher Technologiemitmix notwendig wäre, um das Ziel einhalten zu können, wird üblicherweise in unterschiedlichen Szenarien entwickelt. Aus ihrer Fülle sollen hier zwei herausgegriffen werden:

- Langfrist- und Klimaszenarien: In den Projekten „Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau Erneuerbarer Energien in Deutschland“ sowie „Auswirkungen der Klimaschutzziele und diesbezüglicher Maßnahmen auf den Energiesektor und den Ausbau der erneuerbaren Energien“ wird im Auftrag des BMWi eine wissenschaftliche Analyse für den Transformationsprozess zu einem weitgehend treibhausgasneutralen

Aktuelle klima- und energiepolitische Zielsetzungen der Bundesregierung

	2020		2025	2030
Treibhausgasemissionen				
*nationales Ziel (ggü. 1990)	-40 %	☹️		-55-56%
*EU-Zwischenziel (ggü. 1990) 	-34 %	☹️		
*EU-Zwischenziel Nicht-ETS-Bereich (ggü. 1990) 				-38%
*Energiewirtschaft (ggü. 1990)				-61%
*Industrie (ggü. 1990)				-49-51%
*Verkehr (ggü. 1990)				-40-42%
*Gebäude (ggü. 1990)				-66-67%
*Landwirtschaft (ggü. 1990)				-31-34%
Erneuerbare Energien				
*Anteil am Bruttoendenergieverbrauch (EU-Ziel) 	18%	☹️	30%	
*Anteil am Bruttostromverbrauch	mind. 35%	☺️	40-45%	
*Anteil am Wärmeverbrauch	14%	☺️		
*Anteil am Verkehrsbereich (EU-Ziel) 	10%	☹️		
Energieeffizienz				
*Primärenergieverbrauch (ggü. 2008)	-20%	☹️		
*Bruttostromverbrauch (ggü. 2008)	-10%	☹️		
*Wärmebedarf Gebäude (ggü. 2008)	-20%	☹️		
*Endenergieverbrauch Verkehr (ggü. 2005)	-10%	☹️		
*Endenergieproduktivität (2008 – 2050)	2,1% /a	☹️		
*Nettostromerzeugung mit KWK	110 TWh	☺️	120 TWh	

Energiesystem in Deutschland durchgeführt. Im September 2017 wurde eine Art Zwischenbericht mit einem Basisszenario vorgelegt, das das THG-Minderungsziel für 2030 einhält und damit über den Projektionsbericht hinausgeht.

- Nitsch-Leitstudie: Aufbauend auf den früheren Leitstudien des BMU hat Joachim Nitsch im Mai 2017 eine Folgeuntersuchung vorgelegt, die als Zielsetzung eine 95%ige THG-Minderung in 2050 verfolgt. Zwei Szenarien unterscheiden sich in der Intensität der Steigerung der Energieeffizienz, wobei

hier auf das sogenannte MEFF-Szenario (Mittlere Effizienz) zurückgegriffen werden soll.

Die zusammenfassende Übersicht über die Ergebnisse der drei Szenarien (siehe Tab. S.30) verdeutlicht die wesentlichen Ansatzpunkte für die Einhaltung des THG-Minderungsziels 2030:

- Das Basisszenario des BMWi unterscheidet sich vom MWM-Szenario des Projektionsberichtes in erster Linie durch einen deutlicheren Rückgang des Primärenergieverbrauchs: das bis-

lang offensichtlich nicht ausreichend adressierte Effizienzpotenzial erlaubt nach diesem Szenario eine mehr als 10%ige zusätzliche Reduzierung des Verbrauchs im Vergleich zum Projektionsbericht unter Einhaltung des volkswirtschaftlichen Effizienzkriteriums.

Dazu zählt nahezu eine Halbierung des Endenergieverbrauchs beim PKW-Verkehr gegenüber heute durch eine Verringerung der Verkehrsleistung, eine Effizienzsteigerung aller PKW durch technische Optimierung aller Komponenten, sowie durch eine starke Elektrifizierung der PKW.

- Das MEFF-Szenario von Nitsch hingegen legt den Schwerpunkt auf den ehrgeizigen Ausbau der erneuerbaren Energien insbesondere im Bereich der Stromerzeugung. Dadurch lässt sich das THG-Minderungsziel der Bundesregierung noch einmal deutlich übertreffen.

Szenarienvergleich für 2030: Ergebnisse

Im Stromsektor unterscheiden sich die drei Szenarien vor allem im Ambitionsniveau beim weiteren Ausbau der Photovoltaik sowie bei der Reduzierung der Braunkohleverstromung, wie die folgende Übersicht zeigt:

Szenarienvergleich für 2030: Annahmen für den Stromsektor

Als Zwischenfazit lässt sich festhalten, dass das THG-Minderungsziel für 2030 sich nur dann erreichen lässt, wenn über die im Projektionsbericht angelegten Investitionen hinaus entweder deutlich mehr in die Energieeffizienz oder deutlich mehr in die erneuerbaren Energien investiert oder eine ehrgeizige Kombination beider Ansatzpunkte realisiert wird.

Konkrete Maßnahmen zur Zielerreichung

Dreh- und Angelpunkt für die klima- und energiepolitische Agenda der nächsten Dekade ist die Feststellung, dass die allermeisten der in den Szenarien hinterlegten Investitionen sich nicht über die real existierenden verzerrten Märkte realisieren lassen, sondern nur über veränderte gesetzliche Rahmen-

Zur Transformation des Energiesystems

	Projektionsbericht MWM-Szenario	Langfristszenario BMWi Basisszenario	Nitsch-Leitstudie Klima-17 MEFF
Primärenergieverbrauch in PJ	10.666	9.540	9.913
*Reduktion gegenüber 2008	26,4 %	34,2 %	31,6 %
*Anteil erneuerbarer Energien	16,4 %	23,9 %	33,4 %
*Anteil Kohle	19,1 %	18,8 %	11,5 %
Nettostromerzeugung in TWh (ohne Exporte)	512	502	709 (1)
*Anteil erneuerbarer Energien an Erzeugung plus Exporte	52 %	55 %	71 %
THG-Emissionen in Mio. t CO₂eq	682	552,3	481
*Reduktion gegenüber 1990	45,4 %	55,8 %	61,6 %
*Anteil Verkehr	20,4 %	14,6 %	26,8 %

(1) Bruttostromverbrauch als Näherung der Nettostromerzeugung

bedingungen und und/oder gezielte Förderungen. Wenn man dieser Prämisse nicht folgt und stattdessen die klimapolitische Verantwortung auf die Unternehmen oder die Verbraucher abwälzt, hat man faktisch die Erreichung der Ziele aufgegeben.

Das MWM-Szenario des Projektionsberichtes sieht bereits die folgenden konkreten Maßnahmen vor, die ab Anfang 2017 zu ergreifen waren und z.T. bereits angelaufen sind:

- Ausbau der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung wie in der Tabelle S. 31 dargestellt – zum Beispiel weiterer PV-Ausbau um mehr als 30 GW
- Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (v.a. der Erdgas-KWK) um rund 5 GW
- Fortschreibung der CO₂-Grenzwerte im Verkehrsbereich
- Einsparung von Strom durch Maßnahmen in allen Sektoren
- Weiterentwicklung des Marktanzreizprogramms für erneuerbare Energien im Wärmebereich
- Weiterentwicklung des KfW-Programms für energieeffizientes Bauen und Sanieren
- Einführung einer Effizienzverpflichtung für Energieunternehmen.

Strategisch halte ich für diese und die kommende Legislaturperiode folgende zusätzlichen zehn Maßnahmen für prioritär:

1. Entschädigungslose sukzessive Stilllegung der ältesten/ineffizientesten Braun- und Steinkohlekraftwerke und dadurch Reduktion der verbleibenden Gesamtleistung auf maximal 19 GW (2017: 46 GW)
2. Begrenzung der Stromerzeugung auf 3.500 Volllaststunden pro Jahr für die verbliebenen Stein- und Braunkohlekraftwerke mit einem Alter von mindestens 20 Jahren
3. Deutliche Anhebung des Ausbauziels für Wind Onshore auf mindestens 5 GW (netto) pro Jahr
4. Einführung einer Quote zur sukzessiven Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien und industrieller Abwärme in den bestehenden Fernwärmesystemen; Zielsetzung mindestens 50% bis zum Ende der Legislaturperiode
5. Anschlussregelung für die aus dem EEG ausscheidenden Bioenergieanlagen mit dem Ziel, den Bestand zu erhalten, ihn aber flexibler einzusetzen
6. Weiterer Ausbau dezentraler Kraft-Wärme-Kopplung und Wärmenetze mit dem Ziel der Verdopplung; sukzessive Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien an der KWK und der Abwärme

durch Nutzung der Solar- und Geothermie, Abwärme sowie Power-to-X-Lösungen

7. Umstellung der Energiesteuer auf eine CO₂-Basis bei gleichzeitiger Umschichtung von Strom auf Öl und Gas sowie Einführung einer CO₂-orientierten Inputbesteuerung für fossile Brennstoffe zur Stromerzeugung in Ergänzung des Emissionshandels. Die Höhe der Besteuerung sollte sich an einem Mindestpreis von 40 Euro/t CO₂ orientieren.

8. Weitere deutliche Verschärfung der Maximalverbräuche für die unterschiedlichen Produktgruppen der europäischen Ökodesign-Richtlinie, vorangetrieben durch eine Effizienzoffensive der Bundesregierung

9. Vorschriften zur Abwärmennutzung in der Industrie, die mit 190 Mio. t Treibhausgasen pro Jahr immer noch 50% mehr zum Klimaproblem beiträgt als der gesamte Gebäudebereich.

10. Abbau umweltschädlicher Subventionen, allen voran die Energiesteuerbefreiung des Kerosins und die Energiesteuervergünstigungen für Dieselmotoren.

Selbst für die Umsetzung aller Maßnahmen im MWM-Szenario des Projektionsberichtes braucht man politischen Gestaltungswillen und Mut, erst recht für die anderen aufgelisteten Maßnahmen. Seit

	2017	Projektionsbericht MWM-Szenario	Langfristszenario BMWi Basisszenario	Nitsch-Leitstudie Klima-17 MEFF
installierte Leistung Wind Onshore in GW	50,5	58,0	52 (3)	95,9
installierte Leistung Wind Offshore in GW	5,4	15,0	15,0	25,4
installierte Leistung PV in GW	42,4	74,0	52,0	116,2
Stromerzeugung (netto) in Braunkohle-KW in TWh	134	98,0	72,9	35,0
Stromerzeugung (netto) in Steinkohle-KW in TWh	83,3	55,0	51,2 (1)	86 (2)

(1) Steinkohle + andere Konventionelle (2) Steinkohle, Müll + Pumpspeicher (3) hier unterstellt: 2.150 Vollbenutzungsstunden

mindestens zehn Jahren ist dieser politische Mut in Deutschland dramatisch verkümmert, und andere Länder ziehen mit mutigen Maßnahmen reihenweise an Deutschland vorbei: so beispielsweise Großbritannien mit der Einführung eines CO₂-Mindestpreises und dem beschlossenen Kohleausstieg bis 2025, Luxemburg mit der Einführung einer Effizienzverpflichtung für Energieversorger, Frankreich mit Auflagen zur „Begrünung“ der Fernwärme, die Niederlande mit dem Verbot von Gasheizungen in Neubauten, und alle Länder der Erde schon seit langem mit der Einführung eines Tempolimits. Ohne eine „Mutoffensive“ der Politik wird, so ist zu befürchten, die erste, euphemistisch Energiewende genannte, Phase der Systemtransformation eine widersprüchliche und orientierungslose Energielandschaft hinterlassen, die weder die europäischen Ziele erreichen und schon gar nicht eine globale Ausstrahlung entwickeln wird.

Eine Chance: Die Systemfrage neu stellen

Während die wissenschaftliche Diskussion sich intensiv mit Fragen befasst, ob wir uns bereits 2040 zu 100% auf erneuerbare Energien stützen können oder doch erst 2050, welche Rolle Power-to-Gas in der letzten Phase der Systemtransformation spielen soll und ob wir 50 oder 70 GW Gasturbinen als Backup-Kraftwerke für „Dunkelflauten“ installieren müssen, ist eine deutlich drängendere und zeitnähere Fragestellung bislang sträflich vernachlässigt worden: die Systemfrage. In der Regel wird mit Blick auf die Gestaltungsherausforderungen im Energiesektor unbefangen von „Systemoptimierung“, „Systemintegration

erneuerbarer Energien“ oder „Systemtransformation“ gesprochen, wobei unterstellt wird, man habe sich bereits auf eine gemeinsame Systemarchitektur geeinigt. Dies ist aber mitnichten der Fall, wenn man die Realität betrachtet: dort werden Systeme wie 100% Erneuerbare-Kommunen, Stadtquartiere mit hohem Autonomiegrad, Mieterstrom-Gebäudekomplexe oder auch einfach nur Einfamilienhäuser mit großem Engagement und Ideen „optimiert“, ohne sich mit der Frage aufzuhalten, ob sie miteinander kompatibel sind oder sich in ein übergeordnetes System gut einfügen lassen. Es stellt sich daher die Frage, wie mit dieser Realität umzugehen ist.

Solange in vielen Köpfen der Referenzfall „Kupferplatte“ – also gut ausgebaute Netze ohne Engpässe – verankert ist, werden die oben genannten Subsysteme als ökonomisch suboptimale Lösungen abgetan und politisch eher behindert als gefördert. Betrachtet man sie jedoch als „Reallabore“, in denen sich engagierte Akteure ihre eigenen Systemgrenzen definieren und dafür technische Systemlösungen entwickeln, bekennt man sich nicht nur dazu, den Bürgerwillen und Kundenwünsche ernst zu nehmen, man lässt auch Dynamiken und Innovationspfade zu. Märkte als „Entdeckungsverfahren“ zu nutzen hängt stets von den Rahmenbedingungen ab, und die sind in Deutschland bislang deutlich stärker durch eine zentrale Logik geprägt als durch dezentrale Chan- ceneröffnung. Das sollte sich ändern.

Dezentralität wird zudem gerade durch die Digitalisierung neu entdeckt. Hier gilt es in den nächsten Jahren, eine große Vielfalt von Ideen auszuprobieren

und dafür Geschäftsmodelle zu ermöglichen. Microgrids, zellulare Ansätze, Subregelzonen etc. sind nur einige dieser Ideen, bei denen es sich lohnt, Funktionsfähigkeit und Potenzial auf den Prüfstand zu stellen und auszuloten, inwieweit Entwicklungen tragfähig sind und Bausteine für ein nachhaltiges Energiesystem bilden können.

Insgesamt sollte die Politik stärker als bislang erkennen, dass die Jahrundertaufgabe Transformation des Energiesystems keine zentralistische ökonomische Optimierungsaufgabe ist, sondern ein dynamischer Prozess, der sowohl technologische als auch institutionelle und organisatorische Innovationsräume unbedingt zulassen muss. Die Rahmenbedingungen dafür wären noch auszugestalten.



Autor:
Prof. Dr. Uwe Leprich ist Volkswirt und lehrt seit 1995 an der Hochschule für Technik und Wirtschaft in Saarbrücken.

Im Jahr 2015 gab der G7-Gipfel auf Schloss Elmau den Startschuss für die längst überfällige Dekarbonisierung der Weltwirtschaft. Im Dezember des gleichen Jahres verpflichtete sich die Weltgemeinschaft im Übereinkommen der UN-Klimakonferenz in Paris dazu, die CO₂-Emissionen so stark zu reduzieren, dass die globale Erwärmung auf möglichst 1,5 Grad Celsius begrenzt wird. Bundestag und Bundesrat haben dem Abkommen von Paris im Jahr 2016 einstimmig zugestimmt. Der 2018 vereinbarte Koalitionsvertrag zwischen CDU/CSU und SPD zeichnet diese Beschlusslage nach, indem ein Anteil von 65 Prozent Erneuerbarer Energien an der Bruttostromerzeugung als Ziel für 2030 festgeschrieben wurde. Dabei soll auch der zusätzliche Strombedarf zur Erreichung der Klimaschutzziele im Verkehr, in Gebäuden und in der Industrie berücksichtigt sein. Die Windenergie wird der Eckpfeiler dieser neuen Energiewelt sein.

Rheinland-Pfalz begleitet diese Energiewende bereits seit Jahren sehr aktiv. Es hat sich zum Ziel gesetzt, bis 2030 bilanziell 100 Prozent des in Rheinland-Pfalz verbrauchten Stroms aus Erneuerbaren Energien zu gewinnen. Dabei stand und steht die Windenergie in einem starken Fokus. Von 2012 bis 2017 nahm die installierte Leistung im Bundesland von 1.922 Megawatt (MW) auf 3.400 MW zu, was einen Anstieg um 77 Prozent bedeutet. Technischer Fortschritt und Innovationen haben ermöglicht, dass die Zahl der Windkraftanlagen lediglich um 35 Prozent auf heute 1.690 Anlagen stieg. Neue Innovationen werden dazu beitragen, dass die Windenergie die Leittechnologie der Energiewende bleibt. Im seit 2017 gültigen Ausschreibungssystem hat Rheinland-Pfalz bislang lediglich 27 Zuschläge erhalten. Seit die vorhandene Genehmigung nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz die Grundlage für die Teilnahme an Ausschreibungen ist, steigt die Zahl der Zuschläge zwar leicht an, bleibt aber weit unter dem bisher üblichen Ausbau. Wie der deutschlandweite Ausbau sichergestellt werden kann, wird im Rahmen der nächsten EEG-Novelle zu diskutieren sein.

Die Branche erwartet, dass insbesondere die Zusagen aus dem Koalitionsvertrag zwischen CDU/CSU und SPD im Bund, zügig umgesetzt werden. Die dort zur Schließung der Klimaschutzlücke vereinbarten Sonderausschreibungen für Wind an Land und Fotovol-

taik von jeweils 4.000 MW verteilt auf 2019 und 2020, sowie einen nicht näher bezeichneten Anteil Offshore, sind ein wichtiger Schritt. Für das neue Ausbauziel von 65%-Erneuerbare bis 2030 sind höhere Ausbaukorridore erforderlich. Beides wird neue Impulse in die Bundesländer geben und so die Erreichung der jeweiligen Landesenergieziele flankieren.

Bestandsflächen sichern.

Der Windenergie wird im Baugesetzbuch eine privilegiert Nutzung im Außenbereich zugestanden. Damit sind Windenergieanlagen grundsätzlich zulässig, wenn öffentliche Belange nicht entgegenstehen. Mit der Privilegierung ist allerdings auch ein Planvorbehalt verbunden, so dass die Träger der Regionalplanung und die Gemeinden als Träger der Bauleitplanung über so genannte Konzentrationsflächen die Nutzung der Windenergie steuern können. Der am 17. Mai 2016 unterzeichnete Koalitionsvertrag zwischen SPD, FDP und Bündnis 90/DIE GRÜNEN rückt den Rahmen für den zur Erreichung der Klimaschutzziele erforderlichen Ausbau der Windenergie in Rheinland-Pfalz in einen neuen Fokus. Im Landesentwicklungsprogramm wurden Ausschlussgebiete und Abstände neu geregelt, die die ohnehin geringe Flächenkulisse zusätzlich beschränkten. Dies ist für die Zukunft eine große Herausforderung, gerade mit Blick auf die bilanzielle 100-Prozent Erneuerbaren-Zielsetzung des Landes.

Deshalb ist es unerlässlich die Frage der Sicherung von oft gut akzeptierten Bestandsflächen stärker in den Blick zu nehmen. Bundesweit fallen zum 31.12.2020 gut 2.000 Windenergieanlagen aus der Systematik des EEG. Bis 2025 kommen weitere fast 6.000 Anlagen hinzu. In Rheinland-Pfalz sind bis 2025 ca. 1.600 Anlagen betroffen. Ob der technisch mögliche Weiterbetrieb danach auch wirtschaftlich sinnvoll bleibt, wird aktuell intensiv diskutiert. Unter anderem hängt dies davon ab, welche Erlöse sich ab 2021 in der Vermarktung erzielen lassen. Sinnvoll ist auf jeden Fall ein Repowering der Anlagen, was voraussetzt, dass die Regional- bzw. Flächennutzungsplanung diese Flächen weiter berücksichtigt und nicht pauschal ausschließen darf. Sinnvoll wäre, dass der Bund hierfür nochmals einen zusätzlichen Anstoß gibt. Dies könnte zum Beispiel dadurch erfolgen, dass ein zwei Prozent-Flächenziel für die Windenergie an Land Eingang in die Grundsätze der Raumordnung nach dem Raumordnungsgesetz des Bundes findet. Ein weiterer wichtiger Anreiz wäre Bestandsflächen von der Ausschreibung auszunehmen, also Repowering und Weiterbetrieb weiterhin fest zu vergüten. Der Verlust von Bestandsflächen und -anlagen gefährdet die Zielerreichung bereits für 2030 signifikant! Hier könnte eine einfach umsetzbare Ausnahmeregelung sinnvolle Anwendung finden.



Mehr Markt, mehr Verantwortung.

Um die dezentrale erneuerbare Energieerzeugung und den Energieverbrauch räumlich wie zeitlich in Einklang zu bringen, braucht es Netze und Speicher. Den Gesamtenergieverbrauch kennzeichnet vor allem eine massive saisonale Schwankung, die aus dem Wärmemarkt resultiert. Auch bei optimistischen Sanierungsraten im Gebäudebereich bleibt diese Schwankung die entscheidende Herausforderung der Energiewende. Dieser saisonal stark schwankende Bedarf kann über den Einsatz Erneuerbarer Gase im bestehenden Gasnetz gut abgepuffert werden.

Die Windenergie sieht sich angesichts einer sehr hohen Prognosesicherheit und den wachsenden Strommengen aus immer effizienteren Anlagen hier in einer besonderen Verantwortung. Dass Sektorenkopplung und Power-to-X technisch möglich sind, hat eine ganze Reihe von

Pilotprojekten, nicht zuletzt in Rheinland-Pfalz, nachgewiesen. Konkrete Vorschläge zur Direktbelieferung von Industrie und Gewerbe, bei denen der Endkunde die CO₂-Freiheit in seiner Energiebilanz darstellen kann, liegen ebenfalls auf dem Tisch der Bundespolitik und unterstreichen, dass die Branche intensiv an verbreiterten Vermarktungsmodellen arbeitet. Wenn der Bund jetzt, wie im Koalitionsvertrag angedeutet, die gesetzlichen Rahmenbedingungen neu ordnet, kann die Branche mehr Systemverantwortung übernehmen. Erforderlich ist es, die bestehenden Infrastrukturen im Energiebereich diskriminierungsfrei für Erneuerbare Energien zu öffnen. Gleichzeitig muss das für die Energiewende nicht mehr passende Geflecht aus Abgaben, Umlagen und Steuern im Energiebereich überarbeitet und am sinnvollsten über eine nachhaltige Bepreisung des klimaschädlichen CO₂ flankiert werden.

Akzeptanz braucht Beteiligung.

Die Energiewende bedingt einen Umstieg von zentralen Erzeugungsstrukturen in Großkraftwerken zu dezentralen Erzeugungsstrukturen mit vielen Klein- und Kleinstkraftwerken. Windenergieanlagen sind die präsentesten Zeichen dieser Entwicklung. Wir erleben angesichts der sichtbaren Veränderungen in der vom Menschen geprägten Kulturlandschaften auch in Rheinland-Pfalz intensive Debatten zur Akzeptanz. Klar ist, die Akzeptanz ist und bleibt die grundlegende Bedingung für den Erfolg der Energiewende. Die Dezentralität der Erzeugung der Erneuerbaren Energien braucht die Unterstützung der Menschen vor Ort. Akzeptanz heißt für uns immer Beteiligung. Diese kann durch größtmögliche Transparenz der Planungsprozesse sowie durch die wirtschaftliche Teilhabe an Bürgerwindparks, an Energiegenossenschaften oder durch regional verankerte Stadt-

Kraftanstrengung für die Energiewende

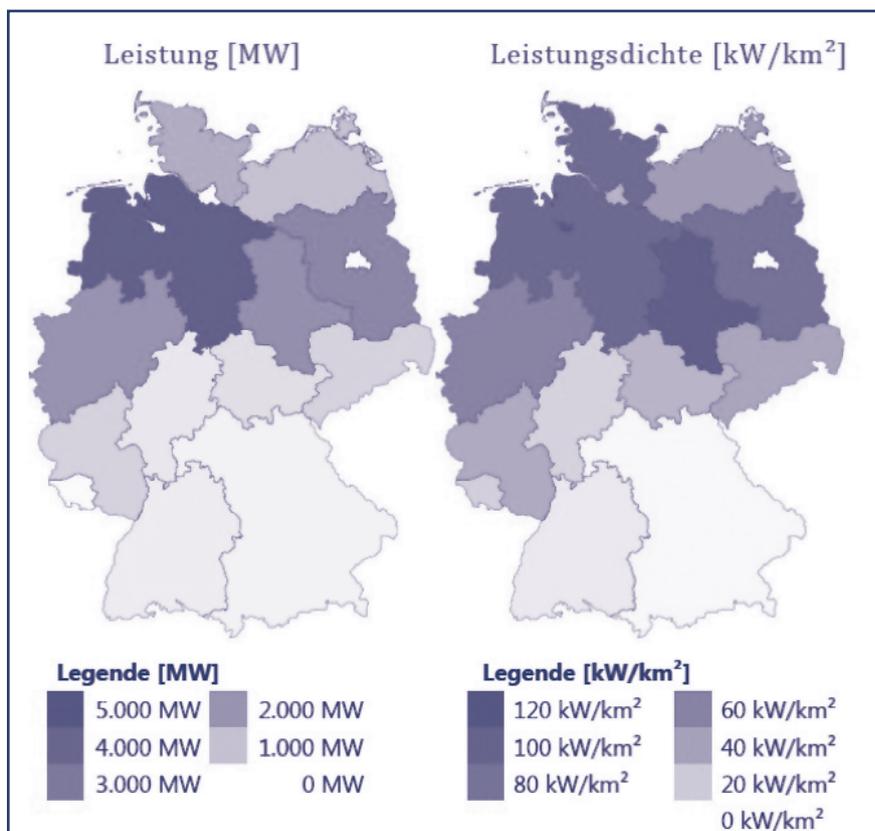
werke hergestellt werden. So schafft die Windkraft neben dem manchmal abstrakten Klimaschutz auch einen unmittelbaren Mehrwert für die Menschen vor Ort – wie bereits eindrücklich in vielen ländlichen Regionen in Rheinland-Pfalz demonstriert.

Der Bundesverband WindEnergie arbeitet dafür, dass die Windenergie weiter durch eine breite Allianz von AkteurenInnen - Einzelbetreibern, Landwirten, Bürgerwindparks, Genossenschaften, Stadtwerken, Regionalversorgern, große EVUs, Versicherungen und Pensionsfonds - unterstützt wird. Denn: Die Windkraft schafft an vielen Stellen neues Wachstums- und Innovationspotenzial. Sie ebnet den Weg für mehr Beschäftigung und dezentralen Wohlstand bei gleichzeitigem Ressourcen- und Klimaschutz.

Windkraft hat gute Zukunftsperspektive.

Die Windenergie wird der Eckpfeiler und die Leittechnologie der neuen Energiewelt sein. Die Branche steht damit vor einer guten Perspektive. Die Bundesregierung hat sich zu den Klimaschutzziele bekannt und dies mit der neuen Zielmarkte von 65 Prozent Erneuerbaren Energie bis 2030 unter Berücksichtigung wachsender Bedarfe an Mobilität, Wärme und Industrie auch im Koalitionsvertrag untermauert. Die Windbranche geht davon aus, dass dafür ab 2021 ein Nettozubau von jährlich 5.000 MW erforderlich wird. Damit ist klar, dass der Ausbau von Windenergie und Fotovoltaik in den kommenden Jahren eine zusätzliche Dynamik erfährt.

Gemeinsam haben Bundesverband WindEnergie und die Initiative Erdgaspeicher in einer Studie der Wirtschaftsberatungsgesellschaft evervis schon 2017 aufgezeigt, dass für den Ausbau der Windenergie an Land zur Erreichung der Klimaschutzziele lediglich zwei Prozent der Landesfläche erforderlich ist, wenn die neuste Anlagentechnologie zum Einsatz kommt. Dies heißt, dass trotz dem Erfordernis die installierte Leistung bis 2050 zu vervierfachen, die Anlagenzahl nur unwesentlich steigen muss. Wenn die Nutzung von forstlich genutzten Wirtschaftswäldern möglich bleibt, kann der Ausbau der Windenergie zudem in ausreichendem Abstand zu Siedlungsräumen erfolgen.

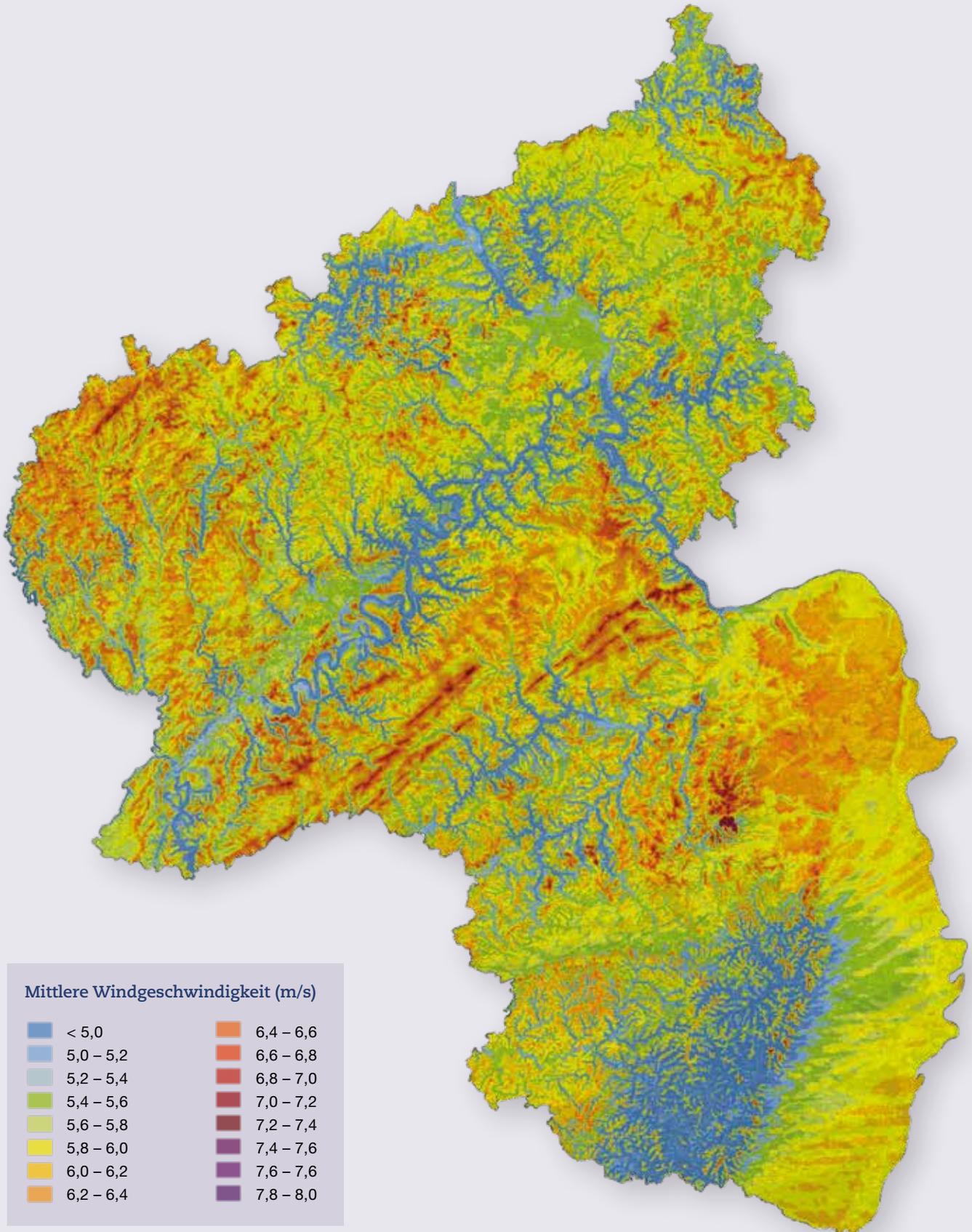


Kumulierte installierte Leistung sowie Leistungsdichte (Leistung bezogen auf die Landesfläche) von Altanlagen (Inbetriebnahme \leq 2005) nach Bundesländern, Datenbasis: ÜNB 2015, AnlReg 6/17; Deutsche WindGuard 2018

Die bis 2050 schrittweise erfolgende Umstellung der Energiewirtschaft auf Erneuerbare Energien wird der Windenergie nicht nur in Deutschland eine solide wirtschaftliche Perspektive geben. Auch international nimmt die Nachfrage stark zu. Immer mehr Länder setzen zur Deckung ihres Energiebedarfes auf die Windenergie. Deutschland ist in den wachsenden internationalen Märkten sehr gut positioniert. Der breit aufgestellte Heimatmarkt hat ein solides Fundament geschaffen, auf welchem deutsche Unternehmen zum technologischen Weltmarktführer wurden. Die im deutschen Maschinenbau und der Elektrotechnik verankerte Zuliefererbranche ist auch in Rheinland-Pfalz stark und profitiert vom weltweiten Siegeszug Erneuerbarer Energien. Die Landespolitik kann und sollte die erfolgreiche Entwicklung weiter flankieren und Chancen für Beschäftigung und Wertschöpfung ergreifen.



Autorin:
Dr. Sandra Hook
Vizepräsidentin im Bundesverband WindEnergie



Quelle: ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP
(2018), dl-de/by-2-0, www.lvermgeo.rlp.de

Solarstrom ist innerhalb weniger Jahre zu den günstigsten Formen Erneuerbarer Energien aufgestiegen. Die Stromgestehungskosten haben sich im vergangenen Jahrzehnt massiv ermäßigt. Im Zuge dieser Vergünstigung ist auch die staatliche Förderung deutlich gesunken. Investitionen in die Solarstromerzeugung lohnen sich weiterhin. Als zunehmend attraktiv erweist sich die kombinierte Anschaffung einer Solarstromanlage mit einem Batteriespeicher. In Rheinland-Pfalz stehen den Bürgerinnen und Bürgern pro Kopf und Jahr derzeit rund 450 Kilowattstunden Solarstrom aus der Produktion der Photovoltaik-Anlagen in ihrem Bundesland zur Verfügung. Künftig könnte der Beitrag der Photovoltaik noch stark wachsen.

Die Sonnenenergie gehört zu den günstigsten und beliebtesten Formen der Stromproduktion aus Erneuerbaren Energien. In Umfragen zur Akzeptanz Erneuerbarer Energien belegt die Solarenergie regelmäßig Spitzenwerte. Laut einer Erhebung des Bundesverbandes der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) vom Frühjahr 2018 befürworten 85 Prozent der deutschen Bevölkerung eine verstärkte Nutzung der Sonnenenergie.

Zur Sonnenenergie gehört neben der Solarstromerzeugung in Modulen, der Photovoltaik, auch die Wärmeproduktion in flachen oder als Röhren gefertigten Solarkollektoren. Die Nutzung jeder einzelnen oder beider Technologien ist sowohl für Gewerbe- und Industriebetriebe wie auch für Privatleute interessant. Während die Nutzung der Solarthermie in Deutschland seit längerem stetig aber eher verhalten wächst, hat die Photovoltaik – begünstigt durch einen relativ stabilen Förderrahmen – zeitweise ein fulminantes Wachstum auf dem deutschen Markt hingelegt. Mit 40 Milliarden Kilowattstunden (Mrd. kWh) trug die Solarenergie 2017 schon 6,6 Prozent zum Bruttostromverbrauch in Deutschland bei. Zum Vergleich: Im Jahr vor der Reaktorkatastrophe von Fukushima waren es 2010 mit knapp 12 Mrd. kWh erst rund 2 Prozent. Die Solarthermie brachte es 2017 auf einen Beitrag von

etwa 8 Mrd. kWh oder einen Anteil von 0,6 Prozent an der Wärmeversorgung in Deutschland. Das war gegenüber 2010 ein Zuwachs von 2,2 Mrd. kWh. Das weitaus stärkere Wachstum war also beim Solarstrom zu verzeichnen.

Beide Technologien – Solarthermie und Photovoltaik – eignen sich sowohl für die Montage auf Dächern wie auch für die Nutzung in Solarparks. Laut einer Schätzung der Agentur für Erneuerbare Energien (AEE) sind in Deutschland allein an Gebäudeflächen für die Nutzung der Solarenergie mehr als 234.000 Hektar geeignet, das entspricht 2.340 Quadratkilometern (qkm) oder etwa der dreifachen Größe Hamburgs. Bisher werden bundesweit erst etwa 11 Prozent dieses Potenzials genutzt. Auf deutschen Dächern ist also noch viel Platz für zusätzliche Solaranlagen. Hinzu kommt das Potenzial von Solarparks. Auf rund 26.000 Hektar oder 260 qkm sind diese Parks derzeit bundesweit zu finden. Die AEE geht in einer vorsichtigen Schätzung davon aus, dass im Jahr 2030 auf mehr als 53.000 ha oder 530 qkm die Sonne auf Freiflächen für Strom- und Wärmeproduktion „geerntet“ werden könnte. Zusammen mit der Nutzung von Dachflächen könnte die Solarenergie 2030 damit mehr als 14 Prozent zum Strom- und mehr als 3 Prozent zum Wärmebedarf beisteuern.

Während Solarparks bei landwirtschaftlichen Interessenvertretern zuweilen kritisch beäugt werden, wenn sie auf früherem Ackerland stehen, erfreuen sie sich in der deutschen Bevölkerung insgesamt großer Beliebtheit. Laut einer AEE-Umfrage vom Juli 2017 befürworten 72 Prozent der Menschen in Deutschland einen Solarpark in ihrer eigenen Nachbarschaft. Bei Menschen, die solche Parks bereits aus ihrer Umgebung kennen, steigt die Zustimmungsrate sogar auf 94 Prozent.

Ein Pluspunkt der Solarparks ist der geringe Aufwand, mit denen sich Solarstrom in ihnen produzieren lässt. Mit Zuschlägen von weniger als 5 Cent pro Kilowattstunde (kWh) vergünstigte sich die Förderung von Solarstrom in den Ausschreibungen der Bundesnetzagentur Anfang 2018 abermals. Anfang 2017 hatten die Zuschläge noch bei 9,2 Cent/kWh gelegen.

Dass Strom aus Solarparks so attraktiv angeboten werden kann, erklärt sich aus den weiter gesunkenen Preisen für Solarmodule. Zudem lassen sich Solarparks in der Fläche günstiger montieren als auf Dächern, weil der Aufwand der Handwerker geringer ist. Anders als klassische Bauwerke lassen sich solche Freiflächenanlagen auch gut wieder abbauen, wenn die Fläche einmal wieder anders genutzt werden soll. Für die Artenvielfalt haben sich Solarparks als Zugewinn in der Kulturlandschaft erwiesen. Vögeln und Insekten bietet die Vegetation zwischen den Solarpanelen einen wertvollen Lebensraum. Durch eine am Naturschutz orientierte Pflege der Flächen lässt sich der Erhalt seltener Pflanzenarten sichern. Solche Naturschutzleistungen von Solarparks können gerade auf ertragschwachen landwirtschaftlichen Flächen interessant sein. In Bayern und Baden-Württemberg sind Solarparks auf benachteiligten Agrarflächen seit einiger Zeit denn auch wieder möglich, anders als in Rheinland-Pfalz. Bundesweit können die Freiflächenanlagen entlang von Schienenwegen und Autobahnen entstehen, hier gehören sie häufig zum Landschaftsbild. Auch Konversionsflächen, zum Beispiel ehemalige Militärgelände, sind interessante Standorte. Für ein Gelingen der Energiewende leisten Solarparks wegen ihrer ko-



Sauberer Ökostrom aus Rheinland-Pfalz: Solarpark in Oberreidenbach bei Idar-Oberstein. Quelle: NATURSTROMAG

stengünstigen und umweltschonenden Stromproduktion einen wichtigen Beitrag. Ihr Wachstum wird momentan aber durch die restriktiven Vorgaben der EEG-Ausschreibungen gehemmt. Der große Überhang an Nachfrage bei diesen Bierrunden zeigt: Es könnten schon heute noch viel mehr kostengünstige Solarprojekte für eine saubere Stromproduktion entstehen. Die Dekkelung der Ausschreibung auf viel zu wenig installierte Leistung hemmt den weiteren schnellen Umbau der Stromproduktion in Deutschland.

Neben den Ausschreibungen für große Solarprojekte prägen Solaranlagen auf den Dächern von Eigenheimen und Gewerbebetrieben die Entwicklung der Photovoltaik. Rund 70 Prozent der 2017 in Deutschland neu entstandenen Solarstromanlagen wurden auf Dächern montiert. Während große Solarparks nur verwirklicht werden können, wenn sie sich an den Ausschreibungen der Bundesnetzagentur beteiligen, gelten für Anlagen mit einer Leistung bis 750 MW weiterhin die festen, im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) geregelten Einspeisevergütungen. Nur noch rund 12 Cent/kWh erhalten kleinere, neu ans Netz gehende Auf-Dach-Anlagen aktuell für den von ihnen ins Netz eingespeisten Strom. Anfang des Jahrzehnts waren noch knapp 30 Cent/kWh an

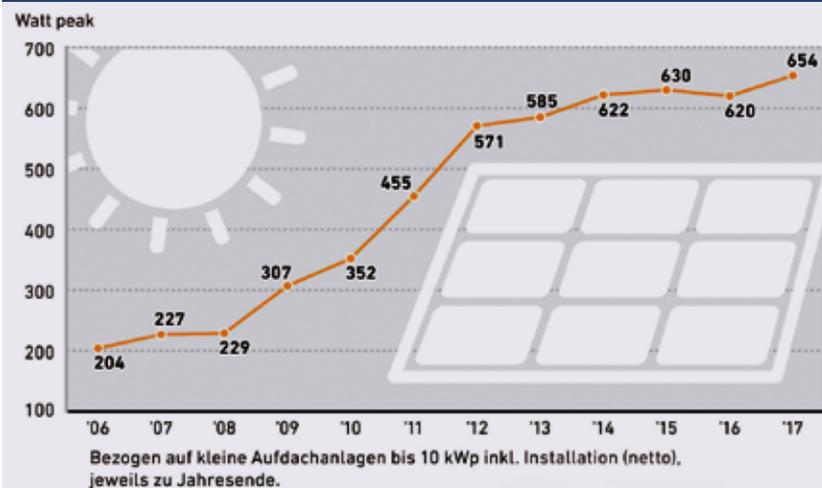
Vergütung fällig geworden und hatten einen Boom an Solarstrom-Projekten ausgelöst, der ab 2013 jäh zum Erliegen kam.

Während Deutschland zum Beginn des Jahrzehnts zu den Weltmarktführern beim Bau und der Installation von Solarstromanlagen gehörte, hat sich der Schwerpunkt der Modulproduktion nach Asien verlagert. Deutschland profitiert von den Technologieentwicklungen durch niedrigere Modulpreise.

Deutlich wird dies am Investitionsbedarf: Für 1.000 Euro an Investitionen erhält man mittlerweile mehr als 650 Watt Peak an Solarstromleistung.

Wer heute eine Solarstromanlage installiert, wird bei Preisen für den Haushaltsstrom von rund 30 Cent/kWh den auf dem Dach erzeugten Strom vor allem selbst nutzen und kaum ins Netz einspeisen wollen. Ein 4-Personen-Haushalt erreicht laut Einschätzung der Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz

Immer mehr Solarstromleistung für das gleiche Geld Photovoltaik-Anlageleistung pro 1000 Euro Investition 2006 – 2017



Solarstrom – nicht nur für die Steckdose



Berliner Energiepolitik findet auch in der Hauptstadt ihren Niederschlag: Hier beim Photovoltaik-Projekt im Kreuzberger Möckernkiez, wo der Solarstrom direkt verbraucht wird. Quelle: AEE/Paul Langrock

mit einer Solarstromanlagen-Leistung von 5 kWp etwa 20 bis 30 Prozent Eigennutzung des Solarstroms. Ein Speicher kann den Selbstversorgungsgrad deutlich erhöhen. Bei einem Einfamilienhaus kann der Anteil des selbst verbrauchten Stroms mit Hilfe des Speichers auf rund 60 Prozent und mehr steigen. So erklärt sich, dass die Nachfrage nach Solarstromspeichern in den vergangenen Jahren rasant gestiegen ist. Nachdem bis Ende 2017 schon rund 80.000 solcher Speicher installiert waren, rechnet der Bundesverband Solarwirtschaft 2018 mit erneut zweistelligem Wachstum.

Zusätzlich dürfte der Aufschwung der E-Mobilität die Nachfrage erhöhen. Denn für Autofahrer ist die Nutzung der eigenen Solaranlage als Strom-Tankstelle sinnvoll. Der günstige Tank-Strom vom Dach spart Kosten gegenüber dem Aufladen bei großen Energieversorgern. Und der dezentral erzeugte Solarstrom vom eigenen Heim stellt sicher, dass der fahrbare Untersatz mit heimischen Erneuerbaren Energien fährt.

Neue Einsatzfelder für Wärme und Mobilität

Doch nicht nur für den Pkw, auch in den eigenen vier Wänden kann der Solarstrom zusätzlich genutzt werden, nämlich als Wärmeenergie. Während das Heizen mit dem hochwertigen Produkt Strom einst kritisch gesehen wurde, gewinnt es im Zuge der Energiewende an Bedeutung, wenn große Mengen an Strom aus fluktuierenden erneuerbaren Quellen zur Verfügung stehen.

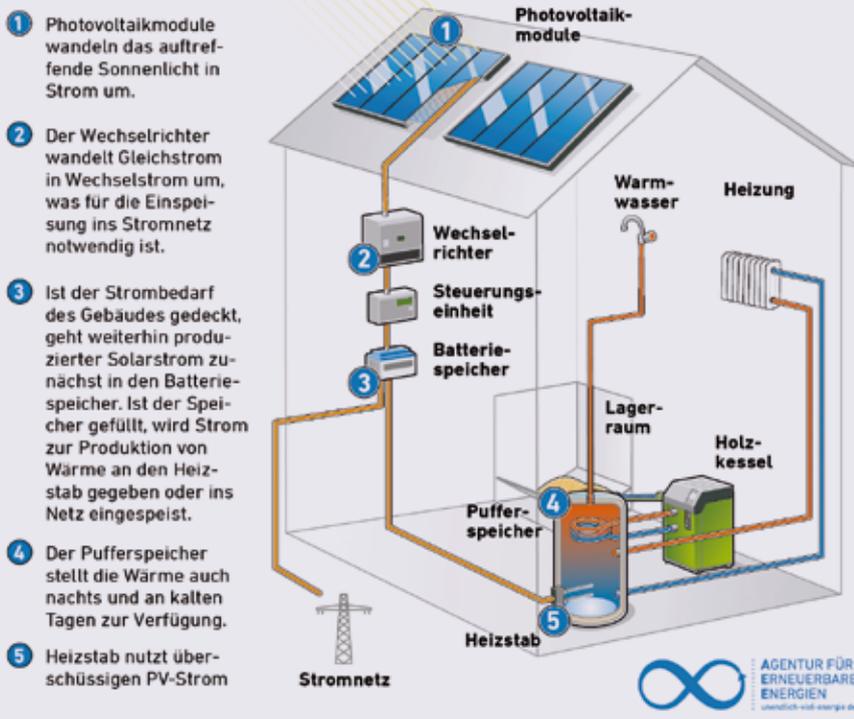
Das funktioniert so: Im Wechselrichter wird der Solarstrom zunächst zu Wechselstrom umgewandelt. Damit wird zunächst der Strombedarf in den eigenen vier Wänden bedient. Ist dieser gedeckt, kann zum Beispiel an sonnenreichen Vormittagsstunden bei niedrigem Strombedarf eine Batterie befüllt werden, die den Strom für die verbrauchsintensiven Stunden am Abend speichert. Ist die Batterie vollständig geladen, springt der Heizstab ein, der den Pufferspeicher zur Warmwasserbereitung bedient. Wenn das Wasser im Pufferspeicher warm genug ist, schaltet der Heizstab ab. Für Verbraucher, die auf eine möglichst hohe Selbstversorgung setzen, kann eine solche Lösung interessant sein. Eine solche Nutzung von Solarstrom rechnet sich

heute aber aus reinen Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen heraus nicht immer. Denn bei Wärmepreisen unterhalb der Marke von 10 Cent/kWh ist es billiger, die Heizenergie aus einer klassischen Wärmequelle zu beziehen und den Solarstrom stattdessen zum Preis von rund 12 Cent/kWh Einspeisevergütung ins Netz einzuspeisen. In jedem Fall bietet die Solarenergie eine Versicherung gegen stark schwankende Ölpreise. Diese sind in der ersten Jahreshälfte 2018 kräftig gestiegen.

In der Kalkulation mit berücksichtigt werden muss, dass bei neu installierten Photovoltaikanlagen, die mehr als 10 Kilowatt (kW) installierte Leistung besitzen, eine Belastung des Eigenverbrauchs mit 40 Prozent der EEG-Umlage stattfindet, die 2018 bei 6,79 Cent/kWh liegt. Für bestehende Photovoltaikanlagen greift diese Regelung nicht. Sie bleiben laut den gesetzlichen Regelungen von der EEG-Umlage befreit. Dies gilt allerdings ab 2018 nicht im Falle substanzieller Modernisierungen. Bei solchen Modernisierungen bestehender PV-Anlagen findet eine Belastung mit 20 Prozent der EEG-Umlage statt. Ausgenommen sind Anlagen bis zu einer Leistung von maximal 10 kW, wie sie üblicherweise auf Ein- und Zweifamilienhäusern zu finden sind.

Holzenergie und Solarstrom kombinieren.

Mit Biomasse wie Pellets, Scheitholz oder Hackschnitzeln beschickte Kessel können durch die Integration der Photovoltaik ergänzt werden. Der Solarstrom kommt für die Warmwasserbereitung und bei geringem Heizbedarf zum Zuge, die Hauptlast verrichtet der Biomassekessel.



Wärmepumpe mit Solaranlage kombinieren

Ein relativ hoher Eigenbedarf an Strom entsteht auch bei denjenigen, die sich für die Nutzung einer Wärmepumpe zur Deckung des Heizbedarfs entscheiden. Wird für die Wärmepumpe nur der aktuelle deutsche Strommix genutzt, beträgt der Erneuerbaren-Anteil knapp 40 Prozent. Wer auch physisch erneuerbaren Strom in der Wärmepumpe einsetzen will, für den bietet es sich an, Strom aus der eigenen Photovoltaikanlage zu nutzen.

Viele dieser Einsatzmöglichkeiten von Solarstrom drängen sich vor allem für Eigenheime auf. In Ballungsräumen bietet die Solarstromnutzung – etwa auch als Mieterstrom in Mehrfamilienhäusern – häufig den einzigen direkten Zugang zu Erneuerbaren Energien. Als Mieterstrom bezeichnet man Strom, der in Solaranlagen auf dem Dach eines Wohngebäudes erzeugt und an die Mieter in diesem Gebäude ohne Netz-

durchleitung geliefert wird. Der von den Mietern nicht verbrauchte Strom wird ins Stromnetz eingespeist und vergütet. Anders als beim Strombezug aus dem Netz entfallen beim Mieterstrom einige Kostenbestandteile wie Netzentgelte, netzseitige Umlagen, Stromsteuer und Konzessionsabgaben. Zusätzlich gibt es eine gesetzliche Förderung von 2,11 bis 3,7 Cent/kWh für jede Kilowattstunde Mieterstrom. Was sich gut anhört, muss sich noch bewähren, denn in der Praxis stellen sich noch einige Hürden: Beispiel Berliner Projekt Möckernkiez (s. Foto): Da zwischen den 14 Häusern des Quartiers kein Arealnetz, sondern das öffentliche Berliner Stromnetz liegt, kann der Mieterstrom nur in den Häusern direkt genutzt werden, auf denen sich die Module befinden. Die anderen Häuser des Projekts müssen aus dem Stromnetz bedient werden. Trotz solcher Erschwernisse rechnet das Bundeswirtschaftsministerium damit, dass bis zu 3,8 Millionen Wohnungen mit Mieterstrom versorgt werden könnten.

Mieterstrom für Mehrfamilienhäuser

Auch in Rheinland-Pfalz sind die ersten Mieterstrom-Projekte bereits Realität. Die Stadtwerke Neustadt an der Weinstraße haben auf den Dächern von sieben Mehrfamilienhäusern in Kooperation mit dem Gebäudeeigentümer Mieterstrom-Photovoltaikanlagen errichtet. Auch in Trier und Neuwied gibt es Mieterstrom zu günstigen Konditionen. Gesetzlich festgelegt ist, dass PV-Mieterstrom mindestens 10 Prozent günstiger anzubieten ist als der Standardtarif.

Solche Mieterstrom-Projekte tragen in Rheinland-Pfalz dazu bei, dass den Bürgerinnen und Bürgern rechnerisch pro Kopf und Jahr derzeit rund 450 Kilowattstunden Solarstrom aus der Produktion der Photovoltaik-Anlagen in ihrem Bundesland zur Verfügung stehen. Das klingt nach viel, muss aber mehr werden. Denn neben klassischen Stromanwendungen in den eigenen vier Wänden wird die Photovoltaik vermehrt neue Kombi-Anwendungen speisen. Der Strom wird verstärkt zum Heizen mit Wärmepumpen ebenso wie für komfortable, ruhige Mobilität im ländlichen Raum und in den Städten fließen. Die Solarenergie liefert dafür saubere Lösungen für Privathaushalte ebenso wie für den Bedarf von Gewerbe und Industrie.

Autor:

Alexander Knebel
Pressereferent der Agentur für Erneuerbare Energien

In den nächsten Jahrzehnten werden die Anforderungen und Rahmenbedingungen an die stoffliche und energetische Biomassenutzung im Zuge der Energiewende und dem Aufbau einer biobasierten Wirtschaft in Deutschland erheblich steigen. Nachhaltigkeitsbewertungen, Nutzungskonkurrenzen, die intelligente Verknüpfung von Wertschöpfungsketten sowie die Koppelung von Industriesektoren sind nur einige Felder, die in diesem Zusammenhang bearbeitet werden müssen.

Einsatz regenerativer Energien zur Deckung des nationalen Primärenergieverbrauchs



Abbildung 1: Einsatz regenerativer Energien zur Deckung des nationalen Primärenergieverbrauchs. Copyright: DBFZ, 2017

Als hoch entwickeltes und forschungsgetriebenes Industrieland kommt Deutschland hierbei eine besondere Verantwortung zu. In vielen Technologiebereichen der Energie- und Rohstoffeffizienz, der erneuerbaren Energien und der Bioökonomie zählen deutsche Akteure in Wirtschaft, Forschung und Politik zur Weltspitze. Vor diesem Hintergrund ist es entscheidend, wie die Energiewende und der Aufbau einer biobasierten Wirtschaft im eigenen Land umgesetzt werden. Eine erfolgreiche Demonstration von Technologien und Systemen in einer der führenden Industriegesellschaften ist Voraussetzung, um internationale Märkte erfolgreich erschließen zu können.

Entwicklung und Stand der energetischen Biomassenutzung in Deutschland

In den letzten 20 Jahren ist der Anteil erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch (PEV) in Deutschland 2016 auf etwa 15 % gestiegen. Rund 60 % der erneuerbaren Energien werden derzeit durch Biomasse bereitgestellt³. In den einzelnen Segmenten spielt Bioenergie eine dominierende Rolle: rund 7 % der Bruttostromerzeugung, etwa 24 % der erneuerbaren Wärme und über 95 % des regenerativen Kraftstoffes stammen aus Biomasse^{3, 4}. Die Stärke und Chance der Bioenergie liegt dabei vor allem in der flexiblen und bedarfsgerechten Erzeugung sowie in der Bereitstellung von Wärme in hohen Temperaturbereichen, wie sie zum Beispiel für kontinuierlich

laufende Industrieprozesse benötigt wird. Auf den Strommärkten kann sie in das Energiesystem eingespeist werden, wenn die fluktuierenden Quellen wie Wind oder Sonneneinstrahlung nicht zur Verfügung stehen. Voraussetzung hierfür ist jedoch eine hohe Flexibilität der Konversionsanlagen. Zudem sind Bioenergieträger kostengünstig lager- bzw. speicherfähig. In Bioraffinerien stellen sie kontinuierlich und klimaneutral Prozessenergie bereit.

Weit über die Hälfte der erzeugten Elektrizität aus Biomasse stammt aus Biogasanlagen (BGA). Mit Einführung des EEG im Jahr 2000 ist ihr Beitrag deutlich angewachsen. Nach einem Boom in den Jahren 2009 bis 2011 wurde der Zubau durch die Neustrukturierung und Vergütungsabsenkungen im EEG 2012 und 2014 deutlich gebremst. Vor dem Hintergrund der geänderten gesetzlichen Rahmenbedingungen erfolgt der Leistungszubau im Biogasbereich heute überwiegend in Form von Anlagenerweiterungen, Umstellungen auf den flexiblen Anlagenbetrieb, dem Zubau im Bereich der Güllekleinanlagen sowie von Anlagen im Abfallbereich. Aufgrund ihres breiten Inputspektrums und ihrer Flexibilisierungsoptionen fällt der Biogastechnologie das Potenzial einer Schlüsseltechnologie zu. Dies gilt auch für die Bereitstellung von Biomethan und dessen Einspeisung ins Erdgasnetz.

Mehr als ein Fünftel des Stroms wird aus biogenen Festbrennstoffen bereitgestellt. Der biogene Teil des Abfalls liegt bei fast 10%, während Klär- und Deponiegas nur eine untergeordnete Rolle spielen⁵. Im Wärmebereich dominieren biogene Festbrennstoffe mit einem 2/3-Anteil. Neben den im produzierenden Gewerbe und der Warmwirtschaft eingesetzten Heizkraftwerken und KWK-Anlagen spielen vor allem Kleinf Feuerungsanlagen im privaten Sektor eine Rolle. Auch ohne Förderung erhöhte sich der Anteil biogener Wärmeerzeugung in den letzten Jahrzehnten deutlich. Die Elektromobilität auf Basis erneuerbarer Energien kommt derzeit nur langsam voran. In den letzten Jahren konnte neben den flüssigen Kraftstoffen vor allem Biomethan als gasförmiger Kraftstoff messbar in Anwendung gebracht werden – ein Segment, in dem noch viel Potenzial steckt.

Biomassepotenziale von Rest- und Abfallstoffen und deren aktuelle Nutzung – Status Quo in Deutschland

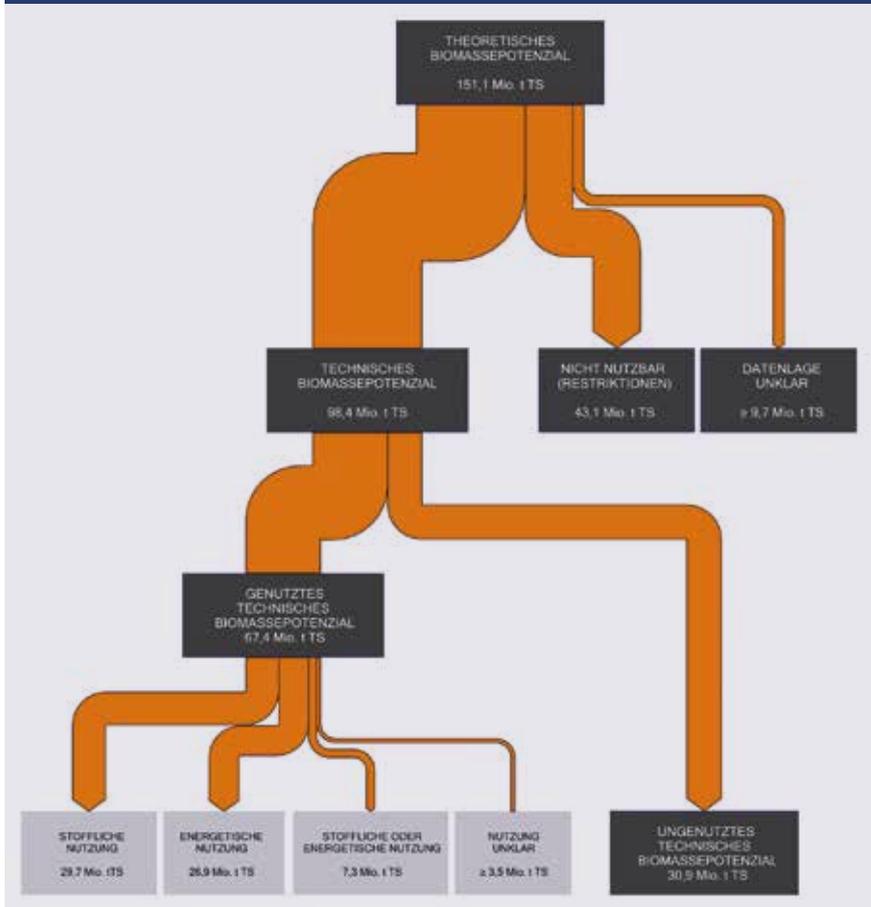


Abbildung 2: Biomassepotenziale von Rest- und Abfallstoffen und deren aktuelle Nutzung – Status Quo in Deutschland

Die vor uns liegenden Herausforderungen bei der Umstellung der Energieversorgung sind sehr groß. Bereits jetzt stößt der Einsatz von Biomasse im Energiebereich an gesellschaftliche Akzeptanzgrenzen. Rohstoffkonkurrenzen führen zu einer politisch beschlossenen Begrenzung des weiteren Ausbaus von Bioenergiekapazitäten. Die Elektrizitätsnetze erreichen durch teilweise extrem fluktuierende Einspeisespitzen von Photovoltaik- und Windstrom ihre Stabilitätsgrenzen. Insbesondere die bisher stark vernachlässigten Bereiche der Energieeinsparung sowie der Steigerung der Energieeffizienz müssen konsequent angegangen werden. Deutschland hat in den letzten 20 Jahren ein vielfältiges Technologieportfolio zur energetischen Nutzung von Biomasse entwickelt. Es bestehen somit gute Vor-

aussetzungen für die Weiterentwicklung von Verfahren und Nutzungspfaden, um den Einsatz von Biomasse im Energie- und Bioökonomiesystem mit optimierter Ressourceneffizienz und Wertschöpfung nachhaltig zu gestalten.

Potenziale biogener Abfälle und Reststoffe in Deutschland

Insbesondere die effiziente Nutzung biogener Abfälle und Reststoffe birgt ein großes Potenzial. Eine wichtige Entscheidungsgrundlage für deren Nutzung bildet ein umfassender Überblick über die vorhandenen Ressourcen und deren aktuelle Nutzung. Im Jahr 2015 hat das Deutsche Biomasseforschungszentrum im Rahmen einer Meta-Studie Daten aus verschiedenen Quellen zu biogenen Rest- und Abfallstoffen gesammelt,

vereinheitlicht und vergleichbar gemacht⁷. Die Ergebnisse geben einen umfassenden Überblick über die derzeit bekannte Ressourcenbasis von Rest- und Abfallstoffen sowie deren Nutzung. So wurden Daten zum theoretischen sowie technischen Biomassepotenzial und zu deren aktueller Nutzung für insgesamt 93 Einzelbiomassen ausgewertet. Für 77 der 93 Einzelbiomassen wurden Datensätze konsistent zusammengeführt. Auf dieser Basis ergibt sich ein theoretisches Biomasse-Reststoffpotenzial in Höhe von 151,1 Mio. t TS. Über 70% des Reststoffpotenzials stammt dabei aus den Bereichen Land- sowie Holz- und Forstwirtschaft^{7, 9}.

Als wesentliches Ergebnis der Studie konnte für Deutschland ein jährliches technisches Potenzial von ca. 1.000 PJ biogener Abfälle und Reststoffe festgestellt werden. Dies entspräche rund 7% des heutigen Primärenergiebedarfs in Deutschland. Setzen wir die Energiewende in den nächsten Jahrzehnten wie geplant um, so würde dies zu einem deutlichen reduzierten Endenergieverbrauch führen. Der Ausbau der biobasierten Wirtschaft und ein gesteigerter Einsatz nachwachsender Kohlenstoffe werden voraussichtlich zu steigenden Mengen biogener Abfälle und Reststoffe führen. Schätzungen zufolge, ließe sich langfristig ca. 10 bis 15% der in Deutschland benötigten Endenergie aus biogenen Abfällen und Reststoffen decken.

Das Smart Bioenergy Konzept des DBFZ

Bei der Konzipierung der (künftigen) Biomassenutzung, inklusive biogener Abfälle und Reststoffe, sind vielfältige Zielsetzungen auszuwerten und miteinander in Einklang zu bringen. Neben Ernährungssicherung, Versorgungssicherheit in Bezug auf Energieträger und elektrischen Strom, innovative Produkte und neue Märkte der angestrebten Bioökonomie, gehören Klima- und Umweltschutz sowie die Entwicklung ländlicher Räume zum Konzept. Unweigerlich ergeben sich jedoch Zielkonflikte und Grenzen der nachhaltigen Biomassenutzung. Dazu zählen u.a. Flächen- und Nutzungskonkurrenzen („Teller vs. Tank“), Fragen der Umweltbelastung (Biodiversität und indirekte Emissionen) oder der Wirtschaftlichkeit^{10, 11}.

Energetischen Biomassenutzung – Entwicklung in Deutschland

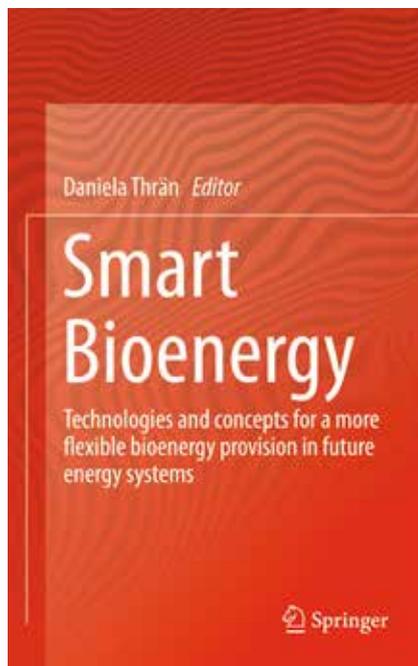
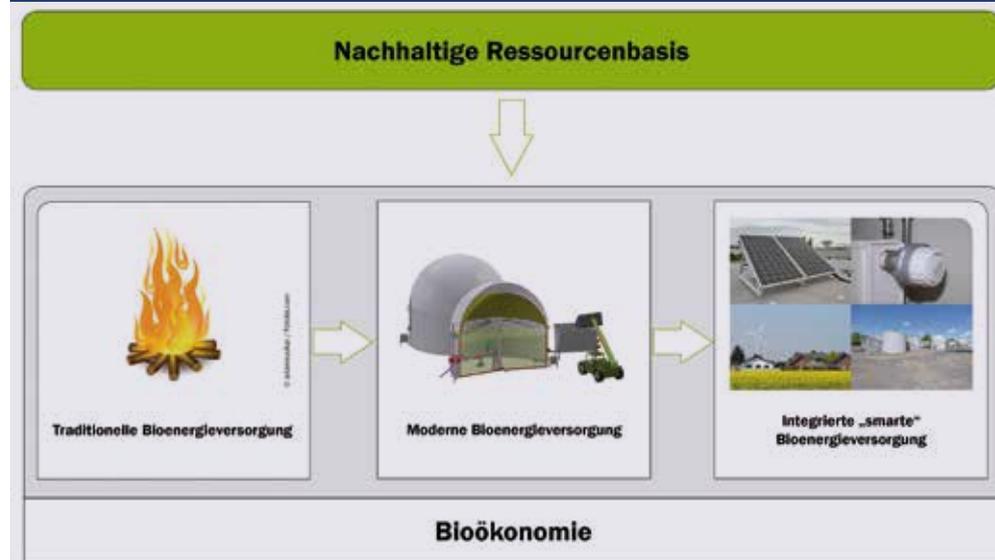


Abbildung 3 Das Smart-Bioenergy-Konzept des DBFZ (Optional)

Als Beitrag zum Klimaschutz und zur Gewährleistung einer langfristigen Versorgungssicherheit wurden im Zuge der Energiewende in Deutschland bereits zahlreiche Maßnahmen zur Unterstützung eines entsprechenden Ausbaus der erneuerbaren Energien erfolgreich angestoßen. Zukünftig sollte der flexible Einsatz von Biomasse in Kombination mit anderen regenerativen Energien wie Wind und Photovoltaik vornehmlich dann zum Tragen kommen, wenn diese nicht im ausreichenden Maße zur Verfügung stehen. Damit die Technologieentwicklungen hin zu einer flexiblen, emissionsarmen und effizienten Bereitstellung von Bioenergie für Investoren attraktiv werden, sind jedoch planbare Rahmenbedingungen notwendig^{10, 11}. Technologische Innovationen in diesem komplexen System sind sehr wichtig, aber allein nicht ausreichend. Innovationen, die technischen Fortschritt ermöglichen, aber auch die relevanten Sektoren im System intelligent ineinander greifen lassen sind auch auf gesellschaftlicher Ebene von Nöten. Die dringende Forderung nach Erhöhung

Die nachhaltige Bereitstellung biogener Rohstoffe ist Grundvoraussetzung einer smarten Bioenergie bzw. Bioökonomie



Copyright: DBFZ nach Daniela Thrän (Hrsg.): „Smart Bioenergy“, Springer 2015

der Energieeffizienz und der Reduktion des Energiebedarfs für eine gelingende Energiewende macht das allzu deutlich¹⁰.

Die smarte Bioenergie (vgl. Abb. 4) umfasst die Weiterentwicklung moderner Biomassenutzungssysteme hin zu integrierten Systemen. Diese bestehen aus einem optimalen Zusammenspiel mit verschiedenen erneuerbaren Energiequellen einerseits und der gekoppelten stofflich-energetischen Nutzung im Rahmen der Bioökonomie andererseits.^{10, 12}

Die Bewertung der Nachhaltigkeit setzt umfassende Kriterien und Standards über alle Biomassen hinweg voraus¹⁰. Neben Fragen zur Verfügbarkeit und notwendigen Rohstoffqualitäten sind die Fragen der Herkunft und des dadurch bedingten Lebensweges der Rohstoffe zu klären. Entscheidend dabei ist die Unterscheidung, ob die betrachtete Ressource als Reststoff anfiel, als Koppelprodukt erzeugt, oder aber gezielt angebaut wurde. Basis für die erfolgreiche Implementierung des Smart

Bioenergy Konzepts bilden integrierte Technologien. Im Folgenden werden exemplarisch einige Herausforderungen für eine flexible Wärmeherzeugung aus Biomasse dargestellt¹⁰.

- Eine große Herausforderung des Einsatzes erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Wärmewende) sind die spezifischen Bedingungen des Wärmemarktes. Er ist durch eine sehr begrenzte Transportentfernung von Wärmeenergie sowie eine große Heterogenität geprägt. Dies bezieht sich auf individuelle Eigentümer und Betreiber, Anlagengrößen und Technologien, Gebäudetypen (Neu-/Bestandsbauten) und Anwendungsfelder. Am Beispiel der Wärmebedarfe in Haushalten wird deutlich, dass Eigentümerverhalten, Gebäudecharakteristika und Wetterbedingungen häufig schwer vorhersagbare Parameter sind. Diesen kann jedoch technologieabhängig mit verschiedenen Wärmepuffersystemen und Steuerungsmechanismen relativ flexibel begegnet werden.

Literatur/Quellen [1] Basisdaten Bioenergie, FNR Broschüre, 13. Auflage 2016. [2] Lenz, V.; Müller-Langer, F.; Denysenko, V.; Daniel-Gromke, J.; Rensberg, N.; Rönsch, C.; Janczik, S.; Kaltschmitt, M.: Erneuerbare Energien. BWK 69, Ausgabe 05/2017, S. 54 – 77, ISSN: 1618-193X. [3] Umweltbundesamt (Hrsg.) (2017): Erneuerbare Energien in Deutschland. Daten zur Entwicklung im Jahr 2016. Hintergrund / März 2017. ISSN 2363-829X. [4] Energiedaten: Gesamtausgabe, Stand: Mai 2017, BMWi, URL: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Energiedaten/energiedaten-gesamt-pdf-grafiken.pdf>, (Abgefragt am 28.08.2017). [5] Daniel-Gromke, J.; Liebetrau, J.; Denysenko, V.; Rensberg, N.; Scheffelowitz, M.; Nelles, M. (2017): Aktuelle Entwicklungen bei der Erzeugung und Nutzung von Biogas. Tagungsbeitrag 10. Innovationskongress Biogas, S. 19-36, Osnabrück 2017. [6] Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2015; BMWi/AGEE-Stat (Stand 2016). [7] Brosowski, A.; Adler, P.; Erdmann, G.; Stinner, W.; Thrän, D.; Mantau, U.; Blanke, C.; Mahro, B.; Hering, T.; Reinholdt, G. (2015): Biomassepotenziale von Rest- und Abfallstoffen – Status Quo in Deutschland, Hrsg.: FNR e.V., Schriftenreihe Wachsende Rohstoffe, Band 36, ISBN 978-3-942147-29-3, Gülzow 2015. [8] Nelles, M.; Brosowski, A.; Schüch, A. (2016): Utilisation of biogenic waste and residues in Germany, In: Gidarakos, E.; Cossu, R.; Stegmann, R. (Eds.): CRETE 2016, 5th International Conference on Indu-



- Smarte Bioenergie Konzepte umfassen zum Beispiel die Kopplung mit anderen erneuerbaren Energien. Dies erfordert aber eine Flexibilisierung der Wärmeerzeuger hinsichtlich Laständerungen ohne dabei Effizienzeinbußen oder ein schlechteres Emissionsverhalten zu verzeichnen. Die Entwicklung optimierter Brennstoffe, wie zum Beispiel Kohle aus hydrothormaler Carbonisierung (HTC) oder torrefizierte Pellets, tragen diesen besonderen Herausforderungen an eine verbesserte Anlagentechnik Rechnung.

- Neben den definierten Brennstoffen sind die Verfügbarkeit gut kontrollierter Prozesse (intelligente Systemregler) bzw. automatischer Zuführsysteme relevante Anforderungen. Die Umstellung auf erneuerbare Heizsysteme wird sich jedoch aufgrund schwer beeinflussbarer Parameter (zum Beispiel Bestandsgebäudeumbau) als längerer Prozess darstellen, was eine ordnungspolitische Einflussnahmen und Anreizprogramme umso relevanter erscheinen lässt ¹⁰.

Fazit und Ausblick

Begrenzte Ressourcen und vielfältige Bedarfssfelder stellen neue Herausforderungen an die Nutzung von Biomasse im Energiesystem dar. Ein wichtiges Entwicklungsziel ist das Hervorbringen technologischer Innovationen, die ein breites Biomasseportfolio höchsteffizient und flexibel nutzen können. Gleichzeitig müssen diese Technologien höchsten Standards in Bezug auf den Klima- und Umweltschutz genügen und im langfristigen Wettbewerb konkurrenzfähig sein. Die angestrebte hohe Flexibilität der energetischen Biomassenutzung ermöglicht eine optimale Anbindung in das sich im Umbruch befindliche Energiesystem. Bioenergie kann das dezentrale und zum Teil von fluktuierenden Umweltfaktoren (Wetter) abhängige Energiesystem stabilisieren bzw. ergänzen. Voraussetzung ist die informationstechnologisch gestützte, also „smarte“ Einbettung in das Energiesystem. In Zukunft muss der Fokus von der einzelnen Anlage auf deren systemische Einbettung gelenkt werden. Die Forschung für das Smart Bioener-

gy Konzept ist also Forschung mit Systemblick (vgl. Abb. 4)¹⁰. Eine optimierte Reststoff- und Abfallnutzung sowie die Verwertung neuer Reststoffströme aus Biomasse verarbeitenden Prozessen, zum Beispiel der Chemie-industrie sowie das Schließen von Nährstoffkreisläufen eröffnen ergänzende Wertschöpfungspotenziale für intelligent integrierte Bioenergieverfahren.



Autor:

Prof. Dr. Michael Nelles

Geschäftsführer des Deutschen Biomasseforschungszentrum in Leipzig. Die Co-Autoren sind Dr. Elena Angelova und Romann Glowacki.

strial and Hazardous Waste Management, Executive summaries, 9 pages, Download von der Tagungshomepage, ISBN 978-960-8475-24-3. [9] Brosowski, A.; Thrän, D.; Mantau, U.; Mahro, B.; Erdmann, G.; Adler, P.; Stinner, W.; Reinhold, G.; Hering, T.; Blanke, C. (2016). „A review of biomass potential and current utilisation: Status quo for 93 biogenic wastes and residues in Germany“. Biomass and Bioenergy (ISSN: 0961-9534), Vol. 95. S. 257-272. DOI: 10.1016/j.biombioe.2016.10.017. [10] Thrän, D.; Seitz, S.; Wirkner, R.; Nelles, M. (2016): Die Rolle der Bioenergie in der Energiewende, In: Nelles, M. (Hrsg.): Tagungsband zum 10. Rostocker Bioenergieforum MV, 16.-17.06.2016, S. 15-27, ISBN 978-3-86009-433-4. [11] Thrän, D.; Seitz, S.; Wirkner, R.; Nelles, M. (2016): Smart Bioenergy – Innovative Konzepte für eine nachhaltige Energiewende, In: DBFZ Tagungsband, Nr. 3 „Smart Bioenergy - Wie sieht die Zukunft der Bioenergie aus?“ 2. DBFZ-Jahrestagung am 8./9. September 2016 Leipzig: DBFZ, 2016 ISSN: 2199-9384, ISBN: 978-3-946629-00-9. [12] Thrän, D. (Hrsg.) (2015): Smart Bioenergy. Technologies and concepts for a more flexible bioenergy provision in future energy systems. Heidelberg: Springer, ISBN 978-3-319-16192-1. [13] Bioökonomierat: Nachhaltige Bereitstellung von biobasierten agrarischen Rohstoffen Aktualisierte Version, April 2015, URL: http://biooekonomierat.de/fileadmin/Publikationen/berichte/Hintergrundpapier_Rohstoffe_final.pdf.

„Energiespeichersysteme werden ein wesentliches Element eines auf erneuerbaren Energien basierenden Energiesystems darstellen“ – darüber herrscht weitgehende Einigkeit zwischen allen Akteuren. Wann, in welchem Umfang diese in welchen Anwendungen und mit welchen Technologien zu erwarten sind und welche Rahmenbedingungen hierfür gegeben sein müssen – darüber wird nach wie vor intensiv diskutiert. Der Artikel versucht, einen Überblick zur aktuellen Diskussion und möglichen Perspektiven für Energiespeichersysteme zu geben.

Was ist ein Energiespeicher?

Interessanterweise gibt es schon bei der Frage, was genau eigentlich ein Energiespeicher ist keine Eindeutigkeit. In der Gestaltung regulatorischer Rahmenbedingungen werden heute Energiespeicher je nach Betriebszustand entweder als Verbraucher oder als Erzeuger von Energie betrachtet. Eine eigenständige Legaldefinition erscheint zwar wünschenswert, stellt in der Praxis aber eine große Herausforderung dar.

Der BDEW hat im Juni 2014 einen Vorschlag zur Begriffsdefinition ausgearbeitet. Danach seien Energiespeicher...

„Anlagen, die Energie mit dem Ziel der elektrischen, chemischen, elektrochemischen, mechanischen oder thermischen Speicherung aufnehmen und einer zeitlich verzögerten Nutzung wieder zur Verfügung stellen.“

Dieser Vorschlag wirft bei genauer Betrachtung unter anderem die folgenden Fragen auf:

- Muss die Aufnahme und Abgabe von Energie am gleichen Ort erfolgen?

Würde diese Frage bejaht, würden Elektrofahrzeuge mit ihren Batterien zum Beispiel nur eingeschränkt als Energiespeicher betrachtet werden können. Umgekehrt könnte im Fall einer Verneinung die Umwandlung von Strom in chemische Energieträger wie Wasserstoff, Methan oder Methanol (Power2Fuel), deren Transport und anschließende Rückverstromung als Energiespeicher gelten, wenn der Anlagenbegriff dies zuließe.

- Was ist eine Anlage zur Energiepeicherung?

Es liegt nahe, eine Anlage als räumlich zusammenhängende Einheit zu betrachten, die aber nicht stationär sein müsste. Wo sind hier aber die Grenzen zu ziehen? Gegenüber einem Netzübergabepunkt, an dem die Aufnahme und Abgabe von Energie erfolgt, verhält sich eine Kombination von Produktionsanlage als Energieverbraucher und Kraftwerk als Energieerzeuger prinzipiell wie ein Batteriespeicher.

- Muss die Aufnahme und Abgabe von Energie in der gleichen Energieform erfolgen?

Batteriespeicher, Pumpwasserspeicher oder Schwungräder sind alle klassische Strom-zu-Strom Speicher, obwohl sich die Speicherform der Energie unterscheidet. Hingegen stellt die Umwandlung von Strom in Wärme zumeist eine Einbahnstraße dar, obwohl ein Wärmespeicher sonst alle Merkmale eines Energiespeichers erfüllen würde.

Die Beispiele sollen zeigen, dass eine präzise Begriffsbestimmung bei Energiespeichern keine einfache Aufgabe ist. Im weiteren Verlauf des Artikels werden überwiegend elektrochemische Energiespeicher (Batteriespeicher) unterschiedlicher Technologien betrachtet, da diese derzeit die größte Marktdynamik zeigen und die vielfältigsten Anwendungsperspektiven besitzen.

Wozu werden Energiespeicher gebraucht?

Mit der Energiewende geht eine fundamentale Transformation des bisherigen Energiesystems einher. Diese Transformation ist durch einige wesentliche Entwicklungen gekennzeichnet:

- Eine weitestgehend CO₂-freie Energieversorgung bei gleichzeitigem Verzicht auf Atomenergie setzt voraus, dass der gesamte Energiebedarf inkl. der Sektoren Wärme und Mobilität aus regenerativen Quellen gedeckt wird. Aus derzeitiger Sicht werden Wind und Sonne den mit Abstand größten Anteil zur Energieerzeugung beitragen.

• Die Energieumwandlung von Solar- und Windenergie führt in der Regel direkt zu Strom. Damit wird Strom die dominierende Energieform, aus der die Sektoren Wärme und Mobilität mitversorgt werden müssen (Sektorkopplung). Ohne Einrechnung sonstiger Effekte wird sich der Strombedarf damit in etwa verdreifachen, woraus sich entsprechende Anforderungen an die zu installierenden Erzeugungs- und Transportkapazitäten stellen.

- Der überwiegende Anteil der Stromerzeugung aus Wind und Sonne wird dezentral in einer Vielzahl von Anlagen erfolgen und in die sog. Verteilnetze einspeisen. Diese sind dafür nicht ausgelegt. Ein flächendeckender Ausbau der Verteilnetzkapazität zur Abdeckung zu erwartender Spitzenleistungen wird aber weder wirtschaftlich sein, noch auf Akzeptanz in der Bevölkerung treffen.

Einsatzbereiche unterschiedlicher Flexibilitätsoptionen

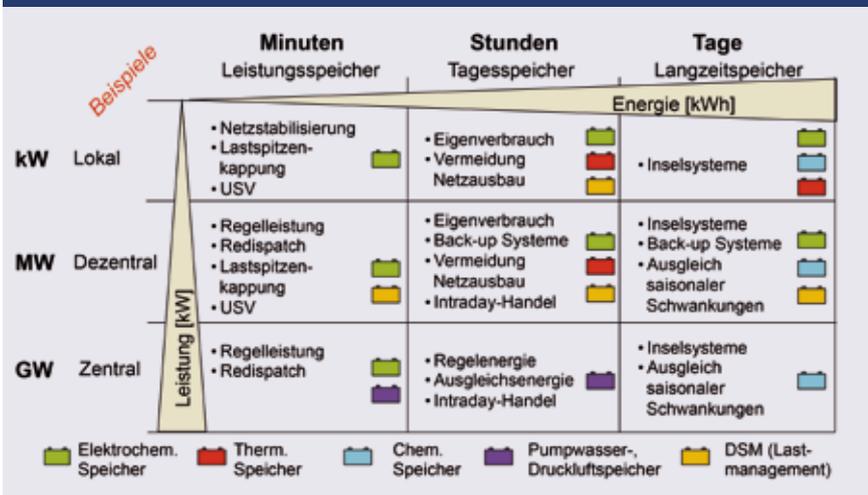


Abb. 1, Quelle: StoREGio

• Die Stromerzeugung aus Wind und Sonne ist dargebotsabhängig. Zwar kann die Erzeugung bedarfsabhängig verringert, nicht aber beliebig gesteigert werden. Eine jederzeitige direkte Bedarfsdeckung aus erneuerbaren Energieerzeugungsanlagen ist daher unrealistisch.

Eine Hauptherausforderung der Energiewende ist, die wachsenden Ungleichgewichte zwischen Erzeugung und Verbrauch jederzeit ausgleichen zu können, um eine stabile und zuverlässige Energieversorgung zu gewährleisten. Die Fähigkeit, diesen Ausgleich vorzunehmen wird im Weiteren als Flexibilität bezeichnet.

Strom-zu-Strom Energiespeichersysteme stellen prinzipiell ideale Flexibilitätspotentiale dar, da sie wie bereits beschrieben je nach Bedarf als Erzeuger und als Verbraucher eingesetzt werden können. Die Vielzahl unterschiedlicher Speichertechnologien lässt aus technischer Sicht nahezu keinen Anwendungswunsch unerfüllt.

Energiespeicher sind aber kein Selbstzweck sondern stehen im Wettbewerb zu anderen Flexibilitätsoptionen. Die Veränderung der Auslastung einer Produktionsanlage führt am Netzanschluss bilanziell zum gleichen Effekt wie ein

Energiespeicher, wobei die Erhöhung der Auslastung wie eine Einspeicherung und die Verringerung der Auslastung wie eine Ausspeicherung zu sehen ist.

Abb. 1 gibt einige Beispiele zu den Anwendungsbereichen unterschiedlicher Flexibilitätsoptionen wieder. Welche Option in welcher Situation gewählt werden sollte, hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab und lässt sich nur schwer generalisieren. Es lohnt sich daher, einen genaueren Blick auf verschiedene Speichertechnologien und potentielle Anwendungen zu werfen.

Welche Arten von Energiespeichern gibt es?

Als Strom-zu-Strom Energiespeicher kommen eine Reihe von Technologien mit unterschiedlichen Wirkprinzipien in Frage. Abb. 2 beschreibt deren grundsätzlichen Aufbau.

Die aktuelle Diskussion wird im Wesentlichen von der dynamischen Entwicklung im Bereich elektrochemischer und chemischer Speichersysteme bestimmt.

Mit Abstand den größten Anteil bei neuen Speicherprojekten halten Lithium-Ionen Batteriespeicher (LIB), die klassische Blei-Säure Batterien in nahezu allen Anwendungen verdrängt haben.

LIB zerfallen wiederum je nach verwendeter Materialkombination der Aktivmaterialien, der Elektroden und des Separators in verschiedene Untertypen. Diese wirken sich im Wesentlichen im Hinblick auf die erzielbare Energiedichte, Belastbarkeit und Lebensdauer aus.

Der Erfolg von LIB erklärt sich aus ihrer extrem schnellen Reaktionsfähigkeit, hohen Effizienz und relativ zu anderen elektrochemischen Systemen hohen Energiedichte. Andererseits reagieren einige LIB-Typen sehr empfindlich auf bestimmte Betriebsbedingungen und danken dies mit stark reduzierter Lebenserwartung bis hin zu Sicherheitsrisiken im Fall interner Kurzschlüsse.

Mit zunehmender Erfahrung und der Verbesserung von Batteriemanagementsystemen und passiven Sicherheitselementen können heute problematische Betriebszustände (hohe

Übersicht Strom-zu-Strom Energiespeicher

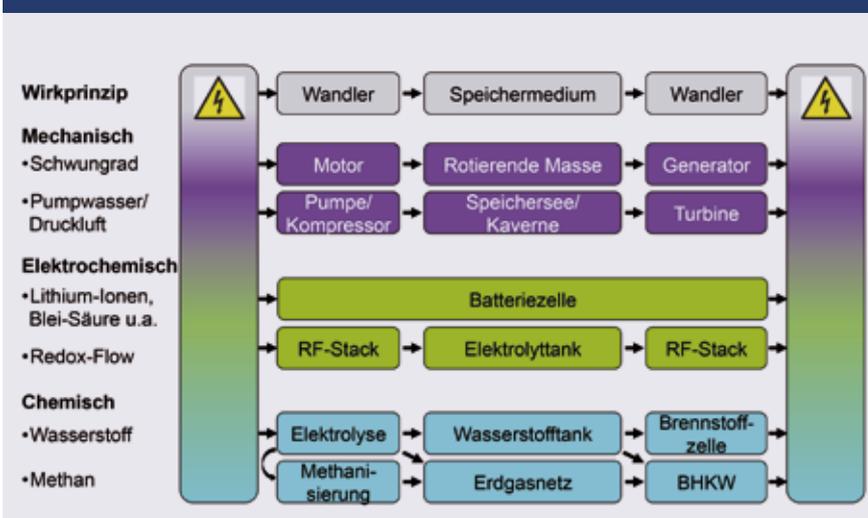


Abb. 2, Quelle: Siemens

Energiespeichersysteme – Status quo und mögliche Perspektiven

Belastungen bei tiefen Temperaturen, länger andauernde Tiefentladung) von LIB weitgehend verhindert werden.

Durch Serien- bzw. Reihenschaltung einzelner Batteriezellen lassen sich Module unterschiedlicher Leistung und Kapazität aufbauen, die sich wiederum zu nahezu beliebig dimensionierten Systemen kombinieren lassen.

Die Vorteile von LIB gegenüber anderen Systemen liegen klar in der Möglichkeit schneller Lastwechsel mit hohen Leistungsgradienten bei gleichzeitig hoher Effizienz. Anwendungen mit diesen Anforderungen können die hohen Herstellkosten rechtfertigen. Eine Auslegung von LIB auf hohe Kapazitäten ist auch bei den heutigen Herstellkosten noch eher selten, obwohl diese in den letzten Jahren schon deutlich gesunken sind und sicher noch weitere Kostensenkungspotentiale bestehen.

Redox-Flow Batterien (RFB) bilden eine andere Gruppe elektrochemischer Speicher. Auch hier gibt es wiederum unterschiedliche Materialsysteme, wobei Vanadiumbasierte Systeme (s. Abb. 4) den größten Anteil ausmachen.

Bei RFB lassen sich Leistung und Kapazität weitgehend unabhängig voneinander dimensionieren. Die Kapazität wird bestimmt durch das Volumen der Elektrolyttanks. Die Elektrolytlösungen werden durch Pumpen durch Elektrodenstacks gepumpt und nehmen dabei entweder Energie auf oder geben diese ab. Die angeströmte Elektrodenoberfläche bestimmt so die Leistung und kann durch die Anzahl bzw. Größe der Stacks vorgegeben werden.

RFB erzielen mit Wirkungsgraden von ca. 70% deutlich niedrigere Wirkungsgrade als LIB, wozu auch die für die Pumpen benötigte Energie beiträgt. Außerdem weisen sie deutlich geringere Energiedichten auf, was bei platzkritischen Anwendung eine große Rolle spielt. Demgegenüber bieten gerade Vanadiumsysteme aber den Vorteil, dass die Elektrolyten nahezu zu 100% recycelt werden können und das System sehr stabil und langlebig ist. Auch Sicherheitsfragen wie Brandgefahr stellen sich bei den auf wässrigen Elektrolyten basierenden Systemen nicht wie bei LIB.

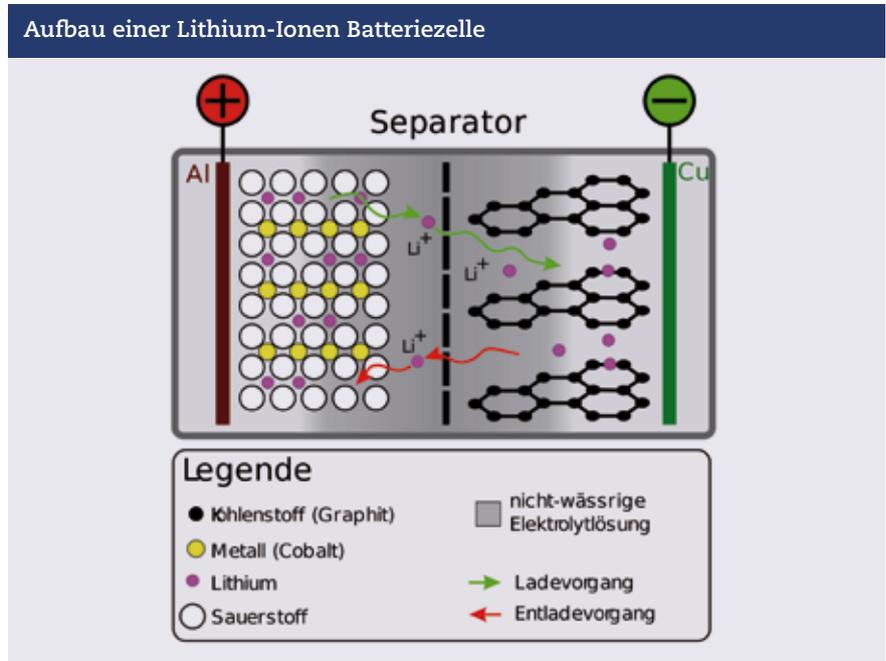


Abb. 3, Aufbau einer Lithium-Ionen Batteriezelle Quelle: Wikipedia

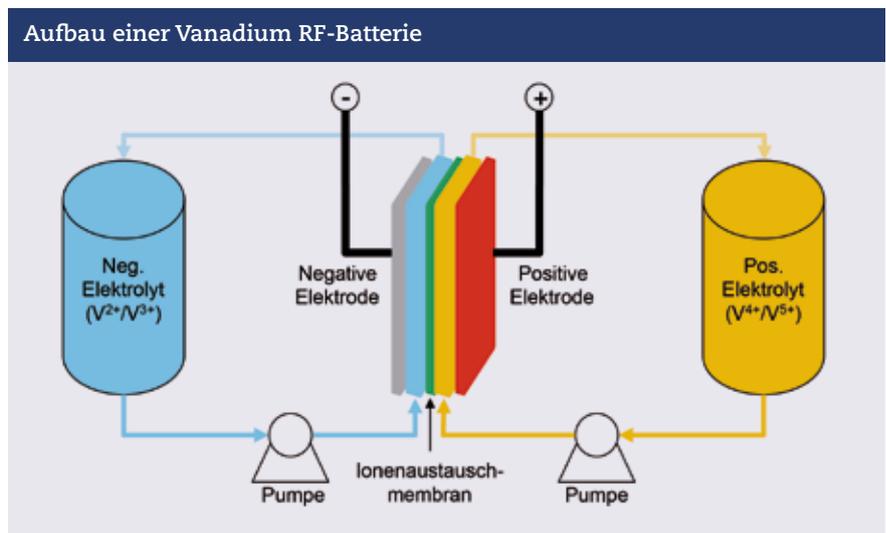


Abb. 4, Aufbau einer Vanadium RF-Batterie Quelle: StoRegio

RFB spielen ihre Vorteile bei Anwendungen aus, die viel Energie im Verhältnis zur Leistung oder besondere Langlebigkeit erfordern. In den Märkten dominieren derzeit allerdings noch die Leistungsbasierten Anwendungen. Hier stehen LIB und RFB in direktem Wettbewerb, den bisher zumeist LIB für sich entscheiden.

Noch deutlicher auf der Kapazitätsseite spielen chemische Speicher ihre Vortei-

le aus. Grundlage chemischer Speicher ist in der Regel die Herstellung von Wasserstoff über die Elektrolyse von Wasser. Anschließend kann Wasserstoff entweder als Reingas gespeichert und in Brennstoffzellen rückverstromt oder zu einigen Prozent dem Erdgas beigemischt werden. Alternativ können aus Wasserstoff und Kohlendioxid Methan oder Methanol hergestellt werden (Abb. 5). Erdgas besteht hauptsächlich aus Methan. Die sog. Methanisierung von Wasserstoff

Aufbau einer Vanadium RF-Batterie

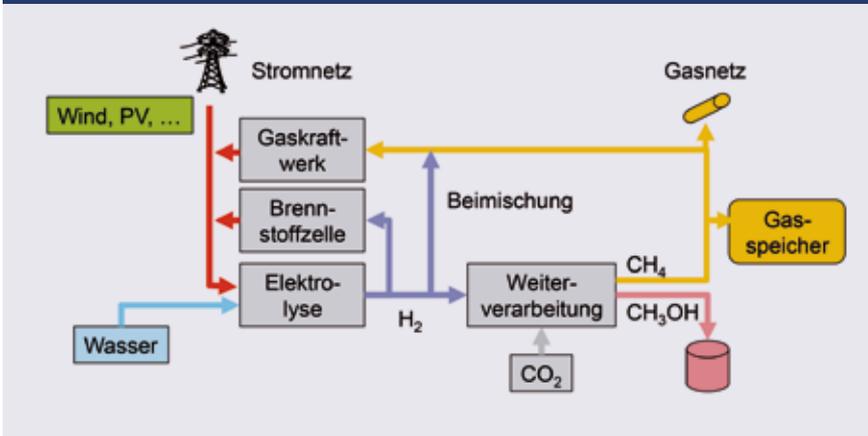


Abb. 5 Prinzipdarstellung chemischer Speicher Quelle: StoRegio

eröffnet daher prinzipiell die Möglichkeit die vorhandene Gasnetzinfrastruktur unverändert zu nutzen und lediglich fossiles Erdgas durch synthetisches zu tauschen. Methanol wiederum bietet als Flüssigkeit Vorteile im Transport und könnte prinzipiell flüssige Kraftstoffe ersetzen.

Methan hat ca. die fünffache Energiedichte von Lithium-Ionen Batterien. Das vorhandene Erdgasspeichernetz bietet genügend Kapazität um auch bei mehrwöchigen „Dunkelflauten“ genügend Energie bereitzuhalten. Der Aufbau entsprechender Kapazitäten aus elektrochemischen Speichern wäre selbst bei prinzipieller technischer Machbarkeit wirtschaftlich unsinnig.

Den Vorteilen hoher Energiedichte und nahezu unbegrenzter Speicherkapazität steht die geringe Effizienz über den Gesamtprozess Strom-zu-Strom entgegen. Diese liegt inkl. Methanisierung bei ca. 35%.

Neben den vorstehend beschriebenen Speichersystemen gibt es eine Vielfalt weiterer Technologien. Blei-Säure Batterien fanden in der Vergangenheit die größte Anwendung, werden aber seit einigen Jahren zunehmend von LIB verdrängt. Natrium-Schwefel Batterien werden seit über 20 Jahren nur von der Firma NGK in Japan hergestellt. Ihre Eigenschaften liegen grob zwischen LIB und VRF. Allerdings verlangen sie als Hochtemperaturbatterien mit Arbeits-

temperaturen von ca. 300 °C spezielle Aufmerksamkeit und haben daher nie einen Massenmarkt erobert.

Neue Technologieentwicklungen zielen häufig auf eine weitere Erhöhung der Energiedichte von Batterien. Für mobile Anwendungen ist dies ein kritischer Faktor, der die Reichweite der Elektrofahrzeuge im Verhältnis zum Gewicht bestimmt. Metall-Luft Systeme bieten hierzu einen interessanten Ansatz. Mit der hohen Energiedichte gehen aber auch Stabilitätsprobleme einher. Nach aktuellem Kenntnisstand sind entsprechende Systeme in den nächsten Jahren nicht im Markt außerhalb von Forschungsprojekten zu erwarten.

Anwendungsmöglichkeiten für Energiespeicher

Mit den verfügbaren Speichertechnologien kann eine große Bandbreite unterschiedlicher Anwendungen realisiert werden (s. Abb. 1). Grundsätzlich können dabei zwei verschiedene Anwendungsbereiche unterschieden werden:

- Netz- bzw. systemdienliche Anwendungen
- Individualanwendungen

Netz- bzw. systemdienliche Anwendungsmöglichkeiten entstehen aus der Notwendigkeit, eine stabile und zuverlässige Energieversorgung für die Allgemeinheit zu gewährleisten. Hierzu

benötigt das System Flexibilitätspotentiale in verschiedenen Dimensionen. Kurzfristig wirksame Flexibilität (Sekunden, Minuten) ist zum Beispiel zur Spannungs- und Frequenzhaltung erforderlich. Mittel- und langfristige Flexibilität (Stunden, Tage) gewährleisten die Versorgungssicherheit im Tag/Nacht- und saisonalen Rhythmus. Für kurzfristige Flexibilität werden Systeme benötigt, die sehr schnelle Lastwechsel und steile Lastgradienten vertragen, nicht unbedingt aber viel Energie zur Verfügung stellen müssen. Mittel- und langfristige Flexibilität ergänzen die kurzfristige dahingehend, dass sie ihre Leistung über lange Zeiträume zur Verfügung stellen müssen, also viel Energie speichern müssen, insgesamt aber träger reagieren dürfen.

Der Einsatz netz- und systemdienlicher Flexibilität im Bereich von Sekunden bis Stunden wird heute über die Regelleistungsmärkte gesteuert, die von den Übertragungsnetzbetreibern koordiniert werden.

Sehr kurzfristige Flexibilität (Primärregelleistung) wird bereits heute zunehmend aus sog. Batteriekraftwerken angeboten. Die Anwendung verlangt eine schnelle Reaktionsfähigkeit in positiver und negativer Richtung und hohe Leistung über relativ kurze Zeiträume (max. 30min). Entsprechend werden hierfür bisher in der Regel Lithium-Ionen Batterien verwendet. Die Reaktionsgeschwindigkeit von LIB erlaubt auch die Bereitstellung von Momentanreserve aus Batteriekraftwerken. Die Momentanreserve wird bisher noch über die Massenträgheit der Generatoren thermischer Kraftwerke bereitgestellt und bildet keinen eigenen Markt. Mit zunehmender Abschaltung thermischer Kraftwerke und dem Ersatz von Generatoren werden Batteriekraftwerke vermutlich diese Aufgabe übernehmen. Der Primärregelleistungsmarkt ist vom Volumen her sehr beschränkt. Die Vielzahl neuer Projekte hat bereits deutliche Spuren in der wirtschaftlichen Attraktivität des Marktes hinterlassen. Längerfristig wird mit zunehmendem Anteil fluktuierender Energieerzeugung der Bedarf an kurzfristiger Flexibilität steigen. Es ist aber zu erwarten, dass ein steigender Bedarf schnell durch neue Projekte gedeckt werden wird und

Energiespeichersysteme – Status quo und mögliche Perspektiven

die Erlösmöglichkeiten keine langfristige Tendenz nach oben zeigen werden.

Die anderen Regelleistungsmärkte (Sekundärregelleistung, Minutenreserve) dienen der Ablösung von Primärregelleistung im Fall länger andauernder Probleme. Entsprechend können die Flexibilitätsanlagen träger reagieren, müssen aber ihre Leistung über längere Zeiträume zur Verfügung stellen. Außerdem können hier positive und negative Regelleistung getrennt angeboten werden. Für diese Anwendungen besitzen Batteriespeichersysteme keine besonderen Vorteile und kommen entsprechend selten zum Einsatz. Thermische Speicher (Power2Heat) haben in den letzten Jahren einen großen Boom bei negativer Sekundärregelleistung gesehen. Aktuell sind die Erlöspotentiale in diesen Märkten aber so stark erodiert, dass spezielle Projekte hierzu nur noch selten umgesetzt werden. Aktuell wird der Großteil des Flexibilitätsbedarfs über die Steuerung der Erzeugungsleistung thermischer Kraftwerke gedeckt. Perspektivisch die dynamische Anpassung der Erzeugungsleistung regenerativer Energieanlagen (insbesondere Windkraftanlagen) sowie von Verbrauchern (Lastmanagement) ein großes Flexibilitätspotential, ohne dass hierfür eigenständige Investitionen erforderlich wären.

Langfristige Flexibilität im Bereich von Tagen wird die Domäne von chemischen Energiespeichern werden. Aktuell besteht hieran noch kein Bedarf, da ausreichend thermische Kraftwerke auf Basis fossiler Energieträger zur Verfügung stehen. Auch langfristig wird auf thermische Kraftwerke nicht verzichtet werden können. Das Ziel muss es jedoch sein, fossile Energieträger durch regenerativ-synthetische abzulösen. Aufgrund der geringen Strom-zu-Strom Effizienz muss die zu installierende regenerative Erzeugungskapazität ausreichend dimensioniert werden, um in Überschusszeiten entsprechende „Rücklagen“ bilden zu können.

Individualanwendungen sind alle Anwendungen, die ein individuelles Bedürfnis erfüllen.

Lastspitzenkappung ist für Industrieunternehmen mit hoher Anschlussleistung und großen Lastspitzen eine interessante Anwendung, um die auf den Leistungsspitzen beruhenden Leistungsentgelte zu reduzieren. Je nach Breite und Häufigkeit solcher Lastspitzen können unterschiedliche Speichersysteme Anwendung finden. Je nach Situation können die wirtschaftlichen Potentiale erheblich sein und eine schnelle Refinanzierung der Projekte erlauben.

Eine ähnliche Anwendung für energieintensive Unternehmen besteht in der Verstärkung der Netzbezugsleistung, was mit zum Teil deutlich reduzierten Netzentgelten honoriert werden kann (s. §19.2 StromNEV). Hier gelten bestimmte Schwellenwerte. Können diese mit einer begrenzten Investition in ein Speichersystem überschritten werden, kann sich hieraus eine extrem schnelle Refinanzierung ergeben.

Backup-Systeme dienen zur Aufrechterhaltung der Stromversorgung für einen definierten Zeitraum, bis entweder alternative Stromversorgungssysteme hochgefahren oder Stromverbraucher geordnet heruntergefahren werden konnten. Wirtschaftlich stehen hier im gewerblichen Bereich die Vermeidung von Schäden an Betriebsmitteln oder von Produktionsausfällen im Vordergrund. Diese Opportunitätskosten können ebenfalls eine gute Rechtfertigung entsprechender Projekte ergeben. Im privaten Bereich sind Backup-Systeme bisher eher emotional begründbar, da Stromausfälle in Deutschland selten sind und selten wirtschaftliche Schäden in Haushalten hinterlassen.

Im privaten Bereich hat sich in den letzten Jahren ein starker Trend zur Energieeigenversorgung aus Photovoltaik-Anlagen etabliert. Batteriespeicher dienen hier der Pufferung überschüssiger PV-Energie in den Mittagsstunden und deren Nutzung in den Abendstunden. Eine zunehmende Wärmeversorgung über Wärmepumpen in Verbindung mit thermischen Speichern und die Elektromobilität werden die Nutzungsmöglichkeiten selbst erzeugten Stroms weiter vergrößern. Mit stetig sinkenden Kosten der Energieerzeugung

aus PV-Anlagen und steigenden Kosten des Netzbezugs wächst die wirtschaftliche Attraktivität dieser Anwendung von Batteriespeichern.

In allen vorstehend beschriebenen Anwendungen lässt sich in speziellen Situationen bereits heute eine gute Wirtschaftlichkeit für eine Investition in ein Energiespeichersystem erzielen. Einer stärkeren Marktdurchdringung stehen aber die Kosten aus Investition und Betrieb eines Speichersystems im Verhältnis zu den erzielbaren Erträgen entgegen. Neben der Erwartung an weiter sinkende Lebenszykluskosten von Speichersystemen bietet die Kombination verschiedener Anwendungen eine aussichtsreiche Möglichkeit die Erträge zu erhöhen. Die Kombination von Lastspitzenkappung und Backup-Funktion im Industriebereich ist hierfür genauso ein Beispiel wie die Bündelung vieler Hausenergiespeicher und deren Vermarktung in der Primärregelleistung. Nicht alle Anwendungen sind beliebig miteinander kombinierbar. Einige schließen sich technisch oder aufgrund ihrer Anwendungsumgebung aus. Andere Ansätze wären zwar technisch möglich, aber im heutigen Marktdesign und unter den geltenden regulatorischen Rahmenbedingungen nicht realisierbar.

Welche Perspektiven bestehen für Anwendung von Energiespeichern?

Sachlich betrachtet besitzen Energiespeichersysteme eine ausgezeichnete Perspektive. In einem auf fluktuierenden Energieträgern basierenden Energiesystem wird der Bedarf an Flexibilität stark zunehmen. Die Dezentralisierung der Erzeugung und die Sektorenkopplung werden in den Verteilnetzen neue Herausforderungen schaffen, die teilweise durch Netzausbau, teilweise aber auch durch dezentrale Flexibilitäten gelöst werden können. Mit einem Anteil von ca. 35% erneuerbaren Energien und einem in der Vergangenheit sehr großzügig dimensionierten Stromnetz treten viele der kommenden Herausforderungen heute nur vereinzelt auf. Diese Situation kippt sehr schnell, wenn die Netze großflächig an ihre Kapazitätsgrenzen stoßen.



Energiespeichersystem im heimischen Keller

Energiespeichersysteme bilden technisch betrachtet ideale Flexibilitätsoptionen. Eine breite Vielfalt unterschiedlicher Ausprägungen ist bereits heute im Markt verfügbar oder im Pilotstadium. In Summe können damit alle zukünftigen Herausforderungen technisch gelöst werden.

Wirtschaftlich muss die Anwendung von Energiespeichersystemen noch attraktiver werden. Skalierungseffekte und zunehmende Erfahrung werden tendenziell zu einer weiteren Kostensenkung bei den neueren Speichertechnologien führen. Steigende Rohstoffkosten mögen bei einigen Systemen dem entgegenwirken. Intelligente Energiemanagementsysteme werden dazu beitragen, Speicher in mehreren Anwendungen parallel nutzen und höhere Erträge erzielen zu können, ohne ihre Lebenserwartung überproportional zu strapazieren.

Andererseits sind Energiespeicher immer nur ein Mittel zum Zweck und stehen in Konkurrenz zu anderen Ansätzen zur Flexibilisierung von Energieerzeugung und Bedarf. Die Bereitstellung von Prozesswärme in der Industrie über Strom oder die Flexibilisierung von Produktionsprozessen

bieten prinzipiell enorme Flexibilitätspotentiale, die sich aber nicht ohne weiteres kurz- oder mittelfristig realisieren lassen. Nicht ganz unwahrscheinlich erscheint es hiernach, dass Energiespeicher zunächst eine Zeit des starken Wachstums erleben werden, das aber längerfristig wieder nachlässt, wenn andere Flexibilisierungsoptionen realisiert werden können.

Einen nicht unerheblichen Einfluss auf diese Geschehnisse üben die Regulierung aus. Wie eingangs beschrieben, ist die Handhabung von Energiespeichern in der Regulierung sehr komplex und nicht immer eindeutig. Diese Unsicherheit stellt ein wesentliches Investitionshemmnis dar. Die besonderen Eigenschaften insbesondere von Batteriespeichersystemen eröffnen Möglichkeiten für neue Energiedienstleistungen, die im aktuellen Marktdesign nicht abgebildet sind. Das Energiemarktdesign ist immer noch auf die alte, top-down orientierte Systemwelt zugeschnitten. Eine dynamische Preissetzung in Abhängigkeit von Angebot und Nachfrage inkl. der Flexibilisierung von Netzentgelten in Abhängigkeit der aktuellen Belastung sind im zukünftigen Energiesystem unbedingt erforderlich, um marktorientierte Anreize für Flexibili-

tätsdienstleistungen zu bieten. Netzbetreiber müssen die Möglichkeit erhalten, eine Flexibilitätsdienstleistung am Markt beschaffen zu können, wenn dies wirtschaftlicher als eine Investition in netztechnische Maßnahmen sein sollte. Dazu müssen entsprechende operative Kosten aber genauso in Berechnung von Netzentgelten einfließen wie investive Maßnahmen.

Die Transformation des Energiesystems stellt eine Aufgabe dar, die einen längeren Prozess erfordert. Es bleibt zu wünschen, dass dieser Prozess konsequent weiterverfolgt wird und Unsicherheiten der Regulierung beseitigt werden.



Autor:

Dr. Peter Eckerle

Geschäftsführer StoREgio
Energiespeichersysteme e.V.
Ludwigshafen

Als die Bundesregierung im Juli 2007 ein neues Nichtraucherschutzgesetz beschloss und die Bundesländer anwies, Regeln für das Rauchen in Kneipen und Gaststätten aufzustellen, war der Aufschrei groß. Gastwirte würden mangels Umsatz schließen müssen, das Nachtleben sei in Gefahr. Rauchen war, trotz der bekannten Auswirkungen auf die Gesundheit, ein akzeptierter Teil des öffentlichen und privaten Lebens. Es wurde überall geraucht. In Büros genauso wie in Autos oder eben in Gaststätten.

Heute schüttelt die Mehrheit der Menschen über die damalige Situation den Kopf. Selbst hartgesottene Raucher genießen die unübersehbaren Vorteile der Veränderungen: „Wisst Ihr noch, wie die Kleidung damals nach dem Weggehen gestunken hat?“, ist eine typische Reaktion. Die Vorstellung, ein gutes Essen zu genießen, während am Nachbartisch geraucht wird, löst heute nur noch Unverständnis aus.

Die Situation des Verkehrssektors ist heute in gewissen Punkten eine ähnliche. Alle wissen, welche Probleme der Verkehr verursacht: von seinem Anteil am Klimawandel über die gesundheitlichen Probleme durch Feinstaub und Stickoxide bis hin zur Anzahl der Unfalltoten. Aber noch hat der hohe Handlungsdruck nicht zu einem entschiedenen Handeln geführt. Noch beherrschen vor allem mögliche Nachteile von Veränderungen die öffentliche Diskussion.

Der Status quo: Paris, der Klimaschutzplan 2050 und der Verkehr als Schlüsselsektor

Das im Dezember 2015 auf der Weltklimakonferenz in Paris beschlossene Abkommen verpflichtet alle Länder gemeinsam auf das Ziel, die Erderwärmung auf deutlich unter zwei Grad gegenüber vorindustriellen Werten zu begrenzen. Die Notwendigkeit dieses Wegs ist, außer bei wenigen Klimawandelleugnern, unumstritten. Die Bundesregierung hatte bereits 2010 beschlossen, die Treibhausgasemissionen bis

2050 im Vergleich zu 1990 um 80 bis 95 Prozent zu vermindern. Mit dem Klimaschutzplan 2050 hat die Bundesregierung dieses Langfristziel nicht nur bekräftigt, sondern auch mit detaillierten Zwischen- und Sektorenzielen hinterlegt.

Der Verkehr nimmt dabei eine Schlüsselrolle ein: Bis 2050 muss er praktisch vollständig CO₂-frei sein, wenn die Klimaschutzziele von Paris ernstgenommen werden. Zwischenziel für 2030, welches mit dem Klimaschutzplan der Bundesregierung beschlossen wurde, ist ein Minus von 40 bis 42 Prozent gegenüber 1990.

Heute ist der Verkehrssektor für 20 Prozent der CO₂-Emissionen verantwortlich. Das ist in absoluten Zahlen mehr, als Deutschland 2050 insgesamt emittieren darf. In den vergangenen Jahren und Jahrzehnten hat zwar die Effizienz der Fahrzeuge zugenommen, aber das Verkehrsaufkommen ist weit darüber hinaus angestiegen und hat die Effizienzgewinne verschluckt.

Der Verkehrssektor ist damit ein Schlüsselsektor für das Gelingen der Energiewende. Anders als beim Strom, der bereits heute zu einem beträchtlichen Teil aus erneuerbaren Quellen stammt, ist beim Verkehr die Wende noch nicht einmal im Ansatz gelungen. Weder ist das Verkehrsaufkommen zurückgegangen, noch der dafür notwendige Energiebedarf, noch die damit einhergehenden CO₂-Emissionen.

Das Autoland Deutschland tut sich schwer mit der Verkehrswende. Bis 2030 sind es nur noch zwölf Jahre. Bei einer durchschnittlichen Pkw-Lebenszeit von etwa zwölf bis vierzehn Jahren ist das nicht mehr viel Zeit, um die Weichen zu stellen und Veränderungen sichtbar zu machen.

Elektromobilität: der technische Ansatz

Die öffentliche Diskussion zur Verkehrswende dreht sich bisher vor allem um das Thema Elektromobilität bei Pkw und legt damit den Fokus auf eine technische Lösung. Strom als Energieträger hat aus Klimaschutzperspektive zwei große Vorteile: Zum einen bietet Strom die realistische Option, zukünftig tatsächlich klimaneutral zu fahren. Zum anderen sind Elektromotoren um ein Vielfaches effizienter als Verbrennungsmotoren. Die gleiche Fahrleistung lässt sich mit deutlich weniger Primärenergie erreichen. Selbst beim heutigen Strommix ist die Klimabilanz von Elektrofahrzeugen bereits besser als die der Verbrenner.

Aber die bisherigen Absatzzahlen zeigen: Der Umstieg auf Elektrofahrzeuge wird nicht einfach von selbst geschehen, so wie die Gaststätten nicht einfach selber das Rauchen verboten haben, um den Gästen das Essen schmackhafter zu machen. Neben dem hohen Preis und dem weiterhin geringen Angebot der Hersteller ist für viele Verbraucher die fehlende Infrastruktur ein Grund, noch nicht umzusteigen. Während man an jeder Ecke eine Tankstelle findet, sind öffentliche Ladestellen noch dünn gesät. Damit das Elektroauto aus seiner Nische als Zweitwagen für Eigenheimbesitzer mit eigener Ladevorrichtung herauskommt, ist ein umfassender Ausbau der Infrastruktur notwendig.

Darüber hinaus müssen auch der Automobilindustrie ausreichend Anreize gesetzt werden, sich vom Verbrenner zu verabschieden: Ambitionierte und langfristige CO₂-Grenzwerte geben Planungssicherheit und honorieren die Entwicklung von effizienten Fahrzeugen. Dazu braucht es eine höhere Be-



Foto/Copyright: Carlo Müller (cc)

CO₂-Emissionen in Deutschland



Abb. 1: Schematische Abbildung der CO₂-Emissionen in Deutschland (eigene Darstellung)

steuerung der erdölbasierten Kraftstoffe, um den Umstieg für die Menschen auch finanziell attraktiv zu machen.

Ein Schritt weiter gehen: weniger Verkehr, mehr Lebensqualität

Für eine ökologisch nachhaltige Entwicklung des Verkehrs wird aber auch das nicht ausreichen. Zum einen bleibt der Pkw auch mit dem E-Antrieb ein besonders ressourcen- und energieintensives Verkehrsmittel. Und weitere negative Auswirkungen wie beispielsweise die Flächeninanspruchnahme und die Gefährdung anderer Verkehrsteilnehmer werden durch den Austausch des Antriebs nicht reduziert.

Die Effizienzgewinne konventioneller Verbrennungsmotoren wurden zudem in den vergangenen Jahrzehnten konsequent durch die Nachfrage immer größerer Fahrzeuge und die gestiegene Verkehrsleistung konterkariert. Dieser Trend könnte sich – ohne ein politisches Gegensteuern – auch in den kommenden Jahren fortsetzen (siehe Abb. 1).

Damit der Verkehrssektor seinen Anteil an der Energiewende leisten kann, braucht es eine umfassende Verkehrswende, die es ermöglicht, Wege ganz einzusparen, auf kürzeren Wegen zum Ziel zu kommen und die auf den weiterhin notwendigen Wegen nicht-motorisiert oder mit öffentlichen Verkehrsmitteln genauso bequem und sicher unterwegs zu sein wie heute mit dem eigenen Pkw.

Im Projekt Renewability III hat das Öko-Institut in den vergangenen Jahren gezeigt, wie eine umfassende Verkehrswende aussehen könnte, damit sich Klimaschutz mit erlebbaren Vorteilen und mehr Lebensqualität für jeden Einzelnen verbindet: mit einer Stadt der kurzen Wege mit verbesserter Nahraumversorgung und stärkerer Nutzungsdurchmischung. Kürzere Wege zur Arbeit oder zum Einkaufen würden Verkehr einsparen, mehr Wege wären zu Fuß oder mit dem Fahrrad machbar. Kommen dazu gute Car-Sharing-Angebote, könnten mehr Menschen aufs eigene Auto verzichten und Parkplätze würden frei. Allein in Rheinland-Pfalz waren zu Jahresanfang 2018 rund 2,48 Millionen Pkw zugelassen, die im Durchschnitt 23 Stunden am Tag ungenutzt am Straßenrand stehen.

Und die Liste der möglichen zusätzlichen Maßnahmen ist lang: ein attraktiver öffentlicher Nahverkehr, für alle zugänglich und bezahlbar, in der Stadt und auf dem Land; eine bessere Infrastruktur für Radfahrer; Zufahrtsbeschränkungen für die Innenstadt, City-Maut, Pkw-Maut und Tempo 30 innerorts als Regelgeschwindigkeit; Parkraummanagement mit deutlich höheren Preisen, die die Knappheit öffentlicher Flächen in Städten angemessen widerspiegelt. Die Vorteile dieser Verkehrswende wären ähnlich durchschlagend wie die des Rauchverbots in Gaststätten: weniger zugeparke Flächen, weniger Verkehr, weniger Abgase,

Nachhaltige Mobilität für alle – mit weniger Verkehr



Entwicklung von Personen- und Güterverkehrsaufwand von 1990 bis 2030

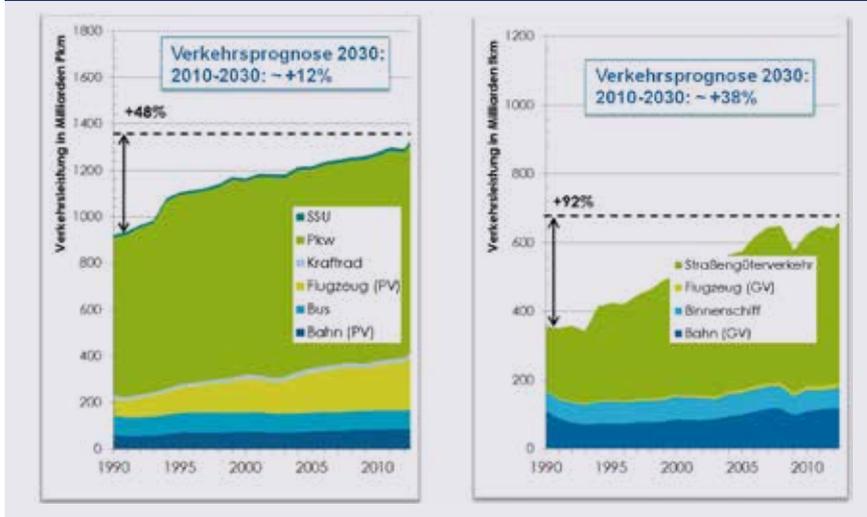


Abbildung 2: Eigene Darstellung nach TREMOD (ifeu) und Verkehrsverflechtungsprognose 2030 (BMVI)

weniger Feinstaub, weniger Lärm. Dafür mehr Platz zum Beispiel für Grünanlagen oder Radwege, bessere Luft, bessere Gesundheit. Kurz: mehr Lebensqualität.

Die bisherige Zwangsläufigkeit der Logik „Mobil sein erfordert einen eigenen Pkw“ könnte durch eine Stärkung der Alternativen durchbrochen werden. Wir wären anders mobil, aber nicht schlechter.

Güterverkehr: mehr Schiene plus Dekarbonisierung der Straße

Etwas anders ist die Lage im Güterverkehr. Einen positiven Effekt auf die THG-Emissionen hätte die umfassende Verlagerung auf die Schiene, aber die Schiene ist angesichts der geforderten Flexibilität im heutigen Logistikmarkt nur bedingt konkurrenzfähig. Auch mit drastischen Maßnahmen zur Förderung des

Schieneverkehrs ist davon auszugehen, dass sich nur ein Teil des Güterverkehrs auf die Schiene verlagern lässt.

Gleichzeitig spielt der Güterverkehr im Verkehrsaufkommen eine immense Rolle: Seit 1990 ist der Verkehrsaufwand um 92 Prozent angestiegen, vor allem auf der Straße. Bis zum Jahr 2030 wird ein weiterer Anstieg um 38 Prozent gegenüber dem Jahr 2010“ vorausgesagt (siehe Abb. 2).

Eine Möglichkeit, den Güterverkehr klimafreundlicher zu gestalten, ist wie beim Personenverkehr die Elektrifizierung. Allerdings ist bei großen Fern-Lkw, wie auch bei Flugzeugen und Schiffen, die direkte Stromnutzung im Sinne der Elektromobilität derzeit technisch nicht möglich. Für diese Verkehrsträger werden CO₂-freie bzw. CO₂-arme Kraftstoffe benötigt.

Nachhaltig erzeugte Biokraftstoffe mit positiver Klimabilanz stehen nur sehr begrenzt zur Verfügung und können den Bedarf bei Weitem nicht decken. Als Alternative kommen so genannte strombasierte Kraftstoffe (Wasserstoff, Methan oder Flüssigkraftstoffe) in Frage, die aus erneuerbarem Strom erzeugt werden. Letztere sind aber nur eine zweitbeste Lösung, denn deren Effizienz ist um ein Vielfaches niedriger:



Das Elektrofahrzeug kann mit derselben Strommenge etwas sechs bis zehnmal weiter fahren als ein Fahrzeug mit strombasiertem Kraftstoff.

Eine andere Option ist die direkte elektrische Energieversorgung von Lkw mittels Oberleitung auf Fernstraßen – analog zur bewährten Eisenbahntechnik. Das Öko-Institut untersucht aktuell in einem Forschungsvorhaben mögliche Markteinführungsstrategien und die Potenziale der Technologie. Erste Teststrecken in Hessen, Baden-Württemberg und Schleswig-Holstein befinden sich im Aufbau. Allerdings wird auch hier der Staat regulierend eingreifen müssen, indem CO₂-Minderung beim Einzelnen honoriert und gleichzeitig ausreichend in die Infrastruktur investiert wird.

Die Lösung liegt darin, die Schiene und die Straße nicht gegeneinander auszuspielen, sondern beide Ziele zu verfolgen: eine möglichst starke Verlagerung des Güterverkehrs auf die Schiene – Voraussetzung hierfür sind ausreichende Kapazitäten im Streckennetz und den Knoten – plus die Dekarbonisierung des verbleibenden Straßenverkehrs.

Ähnlich wie beim Personenverkehr werden allein technische Ansätze jedoch nicht ausreichen. Hinzukommen müssen Anreize für die Stärkung regionaler

Wirtschaftskreisläufe, die kürzere Transportwege zur Folge haben.

Nicht erst 2050, nicht erst 2030, sondern heute: Mut zum Handeln

Der Verkehrssektor muss sich verändern, wenn wir die Klimaziele 2030 und 2050 nicht aufgeben und unumkehrbare Veränderungen des Klimas riskieren wollen. Nötig sind dafür in allen Bereichen nicht nur technische Innovationen, sondern strukturelle Veränderungen, die Zeit brauchen – denn auch unser heutiges Verkehrssystem ist das Resultat von langfristigen Entwicklungen. Der Aufbau von einer Ladeinfrastruktur braucht Zeit, der Ausbau des öffentlichen Nahverkehrs braucht Zeit, der Bau von Radwegen braucht Zeit, der Umbau von reinen Wohnvierteln in gemischte Quartiere mit kurzen Wegen braucht Zeit.

Auch die Energiewende hat erst durch die Veränderung von Rahmenbedingungen richtig Schwung aufgenommen. Allein die Verfügbarkeit von neuen Technologien wird für die Transformation nicht ausreichen, der Wandel muss von Politik und Gesellschaft gestaltet werden. Wie so oft im Leben, sollten wir nicht immer weiter nach der noch besseren, vielleicht sogar perfekten Lösung suchen. Die gibt es möglicherweise

gar nicht. Wir sollten jetzt anfangen, zu gestalten. Dafür braucht es Mut und Entschlossenheit. Als Gesellschaft. Als Politikerin oder Politiker. Und als verantwortungsvoller Bürger und Bürgerin.

Dieser Mut wird sich lohnen, für die Einzelnen und unsere Volkswirtschaft. Die Vorteile werden die Nachteile bei Weitem überwiegen. Aber das wird, wie beim Rauchen, nicht nur über den Verstand funktionieren. So wie die Menschen nicht freiwillig auf die Zigarette im Restaurant verzichtet haben, werden die Menschen nicht einfach so den Pkw wegstellen. Die Politik braucht den Mut, Regeln aufzustellen. Auch über den anfänglichen Protest einzelner Interessensgruppen und Branchen hinweg. Damit wir in ein paar Jahren sagen: „Wisst Ihr noch, wie viele Autos damals die Stadt vollgestellt haben? Unvorstellbar, wie viel Platz die weggenommen haben. Und wie schlecht die Luft war.“



Autor
Florian Hacker
Öko-Institut e.V.
Stv. Bereichsleiter
Ressourcen & Mobilität

Die Wärmewende

Wie heizen wir in Zukunft?

Wenn wir uns Gedanken dazu machen, wie sich die Wärmeversorgung in Zukunft ändern soll, dann müssen wir zunächst die Frage beantworten: wohin soll sich denn die Wärmeversorgung verändern? Was sind die Ziele, welche Rahmenbedingungen bestehen?

Wer heute im Gebäudebereich Maßnahmen ergreift, der legt sich damit auf einen langen Zeitraum fest: Eine Sanierung an der Gebäudehülle, sei es an Dach, Außenwand oder im Fensterbereich, soll ja mindestens 30 Jahre halten, in der Regel ist eine grundlegende Sanierung sogar erst nach 50 Jahren wieder erforderlich und auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten sinnvoll. Der Einbau einer Lüftungsanlage (mit Wärmerückgewinnung) ist ein sehr langfristiges Invest und sollte heute im Neubau Standard sein, ist aber auch bei umfassenden Sanierungen sehr empfehlenswert. Allein bei der Heizungstechnik ergeben sich kürzere Modernisierungszyklen, aber 20 Jahre sollte eine Anlage schon halten.

Das heißt: wer heute ein Gebäude neu baut oder umfassend saniert, legt sich damit für einen Zeitraum von 30 – 50 Jahren fest!

Wer heute ein Gebäude neu baut oder umfassend saniert, sollte sich darum nicht an den gesetzlichen Mindeststandards, sondern an den energie- und klimapolitischen Zielen von 2050 orientieren und diese in seinem Gebäude realisieren.

Ansonsten ist die Energiewende im Wärmebereich nicht zu schaffen!

Klimapolitische Ziele

Die Bundesregierung hat als Ziel für 2050 festgelegt, dass die Gesamtreibhausgasemissionen um mind. 80 bis 95 Prozent (gegenüber 1990) gemindert werden sollen. Der Primärenergiebedarf der Gebäude soll bis dahin um etwa 80 Prozent gesenkt werden (gegenüber 2008). Rheinland-Pfalz hat in seinem Landes Klimaschutzgesetz von 2014 sogar das Ziel formuliert, die Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) bis

2050 um 90 bis 100 Prozent zu senken und strebt die Klimaneutralität an. Das bedeutet im Endeffekt die praktisch vollständige Abkehr von fossilen Energieträgern wie Kohle, Erdöl und Erdgas, und Umstieg auf regenerative Energieträger wie Holz, Biogas, Solarthermie oder Ökostrom. Diese stehen natürlich nur in einem begrenzten Umfang bei uns zur Verfügung, daher ist die drastische Minderung des Energiebedarfs unabdingbar.

Die Aufgabe ist sehr groß

Der aktuelle Klimaschutzbericht 2017 des Bundes belegt, dass die für 2020 gesetzten Ziele im Gebäudebereich deutlich verfehlt werden. Die Minderung der THG-Emissionen im Gebäudebereich wird nur etwa halb so hoch ausfallen wie erwartet. Angesichts niedriger Energiepreise in den letzten Jahren für Gas und Öl, bieten die Förderprogramme allein keine ausreichenden Anreize, um insbesondere die Sanierungsrate steigen zu lassen. Zudem fehlt es an Handwerkern. Wer sanieren will, sucht oft sehr lange nach ausführenden Firmen. Eine Besserung ist nicht in Sicht. Wer also heute am Berufsstart steht findet im Bauhandwerk gute Chancen: die Auslastung ist auf Jahrzehnte gesichert!



Bilder: ein Gebäude vor – während – nach Sanierung

Mehr als 35 Prozent des gesamten Energieverbrauchs in Deutschland entfallen auf öffentliche und private Gebäude, allein die privaten Haushalte verbrauchten im Jahr 2016 ca. 665 Milliarden Kilowattstunden (Mrd. kWh) Energie. Dies entsprach einem Anteil von gut einem Viertel am gesamten Endenergieverbrauch. Der Anteil regenerativer Energieträger wie zum Beispiel Holz oder Solarthermie macht dabei im Wärmebereich bislang nur knapp 13 Prozent aus – gegenüber dem Stromsektor mit einem Anteil von über 36 Prozent.

Für den Klimaschutz ist der Wärmesektor somit zu Recht als „schlafender Riese“ tituliert worden.

Rund 24 Millionen Wohnungen in Deutschland sind, laut Schätzung der Bundesregierung, sanierungsbedürftig. Allein in Rheinland-Pfalz gibt es über eine Million Gebäude, die vor der ersten Wärmeschutzverordnung von 1977 gebaut wurden und heutigen Standards bei weitem nicht mehr gerecht werden.

Ziel: klimaneutraler Gebäudebestand

Der Gebäudebestand hat durchschnittlich einen Energieverbrauchskennwert von rund 170 kWh/m²a für Einfamilienhäuser, Mehrfamilienhäuser liegen bei etwa 140 kWh/m²a. Dabei gibt es natürlich individuell starke Schwankungen: Unsanierete Altbauten vor 1978 können deutlich über 200 kWh/m²a verbrauchen, Bauten nach 2000 deutlich unter 100 kWh/m²a.

Gehen wir vom Durchschnitt aus, so dürften die Einfamilienhäuser 2050 im Schnitt nur noch einen Primärenergiebedarf von rund 34 kWh/m²a haben. Das entspricht einem Bedarf von rund 300 l Heizöl bzw. 600 kg Holzpellets für ein Haus mit 100 Quadratmeter Wohnfläche.

Das ist möglich! Im Neubaubereich stellen Passivhäuser mit einem Primärenergiebedarf von max. 15 kWh/m²a eine sehr gute Lösung dar, was bei passender Planung auch finanziell gut getragen werden kann, zumal es interessante Förderangebote des Bundes dazu gibt. Aber auch Neubauten im KfW-Effizienzhausstandard 55 oder 40 passen schon sehr gut zu den Klimazielen.

Diese Gebäude zeichnen sich durch eine optimierte Gebäudehülle aus. Eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung sorgt für ein gutes Raumklima und senkt den Heizbedarf nochmals.

Auch im Altbereich sind klimaneutrale Lösungen möglich. Unter finanziellen Gesichtspunkten optimierte Lösungen reizen dabei die technischen Möglichkeiten der Gebäudehülle nicht bis zum Letzten aus, sondern nutzen ergänzend innovative Heiztechniken mit erneuerbaren Energien, um das Ziel zu erreichen. Durch maßgeschneiderte Sanierungsfahrpläne, die im Rahmen der BAFA-geförderten Energieberatung erstellt werden können, kann man sein Gebäude auch Zug um Zug Richtung Klimaneutralität entwickeln.

20 gelungene Praxisbeispiele aus Rheinland-Pfalz, sowohl Neubauten als auch Sanierungen, hat die Energieagentur Rheinland-Pfalz in der Broschüre „Häuser mit Gewinngarantie – Energieeffiziente Gebäude in Rheinland-Pfalz“ zusammengestellt, die im Internet zum Download bereit steht oder in gedruckter Form angefordert werden kann.



Die Wärmewende – wie heizen wir in Zukunft?



Nahwärmeverbund in Kirchberg, Hunsrück, mit Holzhackschnitzelwerk. © Energieagentur Rheinland-Pfalz

H.ausgezeichnet!

Klimagerechte und hochenergieeffiziente Gebäude können in Rheinland-Pfalz die Klimaschutzplakette „H.ausgezeichnet“ erhalten. Über 40 Gebäude wurden seit 2016 bereits gewürdigt. Mit der Auszeichnung werden die Gebäudeeigentümer für ihren Beitrag zur Energiewende honoriert. Gleichzeitig möchte die Energieagentur Rheinland-Pfalz mit der Auszeichnung zur Nachahmung motivieren.

Informationen erhalten Sie auch unter: www.energieagentur.rlp.de/hausgezeichnet



Heizen mit Holz

Mit einem Bewaldungsanteil von 42 Prozent ist das Bundesland Rheinland-Pfalz das walddreichste Bundesland Deutschlands, die gesamte Waldfläche beträgt 839.902 ha. Im Jahr 2016 wurden in Rheinland-Pfalz 3,2 Millionen Kubikmeter Holz eingeschlagen. Ein Großteil geht davon in die Sägeindustrie, weitere Teile in die Holzwerkstoff- und Zellstoffindustrie und ca. 16 Prozent, rund 514 000 Kubikmeter Holz, wurden zur Gewinnung von Wärme und Strom in Rheinland-Pfalz verwendet. Die Brennholzversorgung ist somit ein bedeutender Faktor für die regionale Holzvermarktung.

Größere Holzhackschnitzelheizwerke spielen eine wichtige Rolle für Nahwärmenetze im ländlichen Raum. Sie sind ein relevanter Wirtschaftsfaktor und setzen das Holz effizient in Wärme um.

Grundöfen, Kaminöfen und Pelletheizungen spielen in Privathaushalten eine wichtige Rolle: In Rheinland-Pfalz sind derzeit etwa 230.000 Einzelöfen in Betrieb, die älter als 20 Jahre sind. Während diese Öfen neben einem schlech-

ten Wirkungsgrad sehr viel Ruß und Feinstaub abgeben, weisen moderne Öfen einen Wirkungsgrad von weit über 80 Prozent aus, sparen somit wertvolles Brennholz und vermindern die Emissionen an Feinstaub drastisch.

Ende Oktober 2018 ist das Förderprogramm „1.000 effiziente Öfen für Rheinland-Pfalz“, das im August 2017 gestartet wurde, ausgelaufen. Die Energieagentur Rheinland-Pfalz unterstützte bei Fragestellungen und der Bewerbung des Programmes.

Mit Unterstützung der Fördermittel ist es gelungen, insgesamt 1.413 alte Öfen gegen neue, hocheffiziente Anlagen auszutauschen. Die geförderten Anlagen weisen im Durchschnitt einen Wirkungsgrad von 85 Prozent auf. Moderne Öfen erhöhen die Behaglichkeit in den eigenen vier Wänden. Zugleich verbrauchen sie bei gleicher Wärmeabgabe weniger Holz, verringern dadurch den Ausstoß von klimaschädlichem Kohlendioxid. Mit den neuen Öfen werden nach Schätzungen mehr als 635.000 Kilogramm klimaschädliches CO₂ jährlich eingespart.

Zunächst war das Programm im Sommer 2017 mit einem Fördervolumen von 500.000 Euro an den Start gegangen. Wegen der hohen Nachfrage wurde das Programm später um weitere 140.000 Euro auf insgesamt 640.000 Euro aufgestockt.

Wer nicht selbst Holz hacken will, sondern eine automatische Beschickung der Heizung mit dem Brennstoff wünscht, ist mit Pellets gut bedient: Sie werden ähnlich wie Heizöl angeliefert und in einem Pellet-Bunker gelagert. Von dort werden sie bedarfsabhängig per Saugleitung und Förderschnecke in den Brennerraum gebracht. Der Abbrand ist sehr gleichmäßig und der Wirkungsgrad liegt bei guten Anlagen über 92 Prozent. In Rheinland-Pfalz gibt es eine Reihe von Pellet-Produzenten, die einheimische Holzabfälle verwenden und qualitativ hochwertige Produkte anbieten. Eine langfristige Versorgung aus regionaler Produktion kann dabei sichergestellt werden.

Heizen mit der Sonne

Die Solarthermie, also die Wärmezeugung mit Sonnenkollektoren, fristet derzeit unverdientermaßen ein Schattendasein. Den Schatten werfen dabei oft Photovoltaikmodule, die bevorzugt werden weil sie direkt Geld verdienen. Dabei brauchen sich beide Nutzungsarten – Sonnenwärme und Sonnenstrom – gar nicht gegenseitig auszuschließen, sondern ergänzen sich sogar sinnvoll.

In der Hochzeit 2008 / 2009 wurden jährlich knapp 8.000 Solarthermieanlagen vor allem im Einfamilienhausbereich in Rheinland-Pfalz mit Förderung der BAFA errichtet. Danach hat die Errichtung kontinuierlich abgenommen, 2016 waren es gerade einmal 206 Anlagen.

Richtig dimensionierte Solarthermieanlagen können über 30 Prozent des Wärmebedarfes im Haus abdecken, sowohl für Heizung als auch für Warmwasser – und dafür schickt die Sonne keine Rechnung! Gerade bei der Sanierung von Gebäuden, wo noch eine deutliche Heizlast verbleibt, spart dies richtig Geld. Hier bietet sich die Einbindung zum Beispiel in eine Pelletheizung an. Röhrenkollektoren, die besonders in der Übergangs-

zeit und im Winter noch maßgebliche Erträge bringen können, benötigen auch nicht viel Fläche. 10 bis 12 Quadratmeter auf dem Dach reichen, man kann sie sogar an der Fassade montieren. Dann bleibt noch ausreichend Platz für den Solarstrom. Im Einfamilienhausbereich orientiert man sich dabei heute vor allem an einer Optimierung nach dem eigenen Strombedarf, ggf. kombiniert mit einem Stromspeicher. Eine Anlage von 5 kWp ist dazu oft ausreichend und benötigt weniger als 40 Quadratmeter Dachfläche.

Heizen mit Strom

Nachtspeicheröfen sind eine Technik, die selbst mit Ökostrom keine Zukunft haben wird. Dagegen ist die Wärmepumpe langsam auf dem Vormarsch. Denn Wärmepumpen können unter Nutzung der Umgebungs- oder Erdwärme ein Mehrfaches des eingesetzten Stroms an Wärme liefern. Unter Klimaschutzgesichtspunkten ist es dabei natürlich wichtig, dass sie mit Ökostrom betrieben werden.

Neben Luft-Wasser-Wärmepumpen bieten die Erdwärmeheizungen aufgrund vergleichsweise hoher und stabiler Umgebungstemperatur die effizienteste Möglichkeit zur Wärmegewinnung in diesem Bereich. Die Zahl der in Rheinland-Pfalz genehmigten Erdwärmesondenanlagen zeigt einen leichten Aufwärtstrend und lag allein 2016 bei rund 800.

Im Neubau ist die Wärmepumpe inzwischen sehr weit verbreitet. Beim Altbau ist sie jedoch nur in sehr gut sanierten Gebäuden empfehlenswert, wenn die Vorlauftemperaturen der Heizung niedrig sind, was zum Beispiel bei einer Fußbodenheizung der Fall ist.

Die Nutzung der eigenen PV-Anlage kann den Betrieb der Wärmepumpe unterstützen. Allerdings wird im Winter, wenn die Wärmepumpe ihre Hauptlast trägt, das Solarangebot nicht reichen, um diese zu versorgen. PV kann – richtig dimensioniert – jedoch bilanziell den Strombedarf abdecken, d.h. die Anlage produziert zumindest so viel Strom im Jahr, wie die Wärmepumpe verbraucht.

Wärmewende im Quartier

Die anspruchsvollen Klimaschutzziele der Bundes- und Landesregierung zur Verminderung des Kohlendioxid-Ausstoßes stellen nicht nur die privaten Hausbesitzer, sondern auch die Städte und Gemeinden vor besondere Herausforderungen. Sie können strategische Ziele setzen und konkrete Initiativen und Maßnahmen gemeinsam mit den örtlichen Akteuren durchführen. Dabei ist das Quartier ein zentraler Ansatzpunkt für eine integrierte Entwicklung und die Umsetzung lokaler Klimaschutzmaßnahmen. In Kombination mit Dorfentwicklungsplanungen oder der Ausweisung von Sanierungsgebieten können Synergien erwachsen.

In integrierten Quartierskonzepten werden unter Beachtung städtebaulicher, denkmalpflegerischer, baukultureller, wohnungswirtschaftlicher, demografischer und sozialer Aspekte die technischen und wirtschaftlichen Energieeffizienz- und Energieeinsparpotenziale im Quartier aufgezeigt. Die Einbindung verschiedener Akteure im Quartier, wie unter anderem die Bürger, die Wohnungswirtschaft, private Eigentümer, Mieter und Energieversorger gewährleistet umsetzungsorientierte und akzeptierte Lösungen. Mit einem sogenannten Sanierungsmanagement können die priorisierten Maßnahmen vor Ort umgesetzt werden.

Für Quartierskonzepte und das Sanierungsmanagement gibt es von der KfW Bankengruppe eine Förderung von 65 Prozent und vom Land Rheinland-Pfalz eine zusätzliche Förderung von 20 Prozent, für finanzschwache Kommunen von bis zu 30 Prozent.

In Rheinland-Pfalz werden bereits rund 70 Quartierskonzepte erarbeitet bzw. in Umsetzung gebracht. Der Weg lohnt sich: Im Mainzer Stadtteil Lerchenberg beispielsweise konnte über das Sanierungsmanagement die Sanierungsrate von einem Prozent des Gebäudebestands pro Jahr auf 2,4 Prozent gesteigert werden – ein beachtlicher Erfolg.

Autor:

Dipl.-Biol. Thomas Pensele

Geschäftsführer der Energieagentur Rheinland-Pfalz

Die Gegner der Energiewende malen das Schreckensgespenst der „Dunkelflaute an die Wand. Sie werfen die Frage auf, was geschehen soll, wenn der Wind nicht weht und die Sonne nicht scheint. Sie schüren die Angst, dass wir dann im Dunkeln sitzen, weil der Strom ausfällt. Mit der Realität hat dies wenig zu tun.

1. Das Schreckgespenst der Dunkelflaute

Wie wenig real dies ist, lässt sich an der Entwicklung der durchschnittlichen Stromausfallzeiten in Deutschland sehr gut belegen. Die durchschnittliche Stromausfallzeit hat sich in Deutschland innerhalb weniger Jahre etwa halbiert, von rund 22 Minuten/Jahr im Jahr 2006 auf jetzt nur noch rund 12 Minuten/Jahr. Diese Halbierung hat stattgefunden, obwohl sich in dieser Zeit die Stromerzeugung aus Photovoltaik und Windenergie vervielfacht hat. Besonders eindrucksvoll wird dies, wenn man es mit der Entwicklung in anderen europäischen Ländern vergleicht. In Frankreich, das hauptsächlich von Atomenergie abhängig ist, betrug die durchschnittliche Stromausfallzeit 2014 etwa 50 Minuten. In Polen, das hauptsächlich von Kohlestrom abhängt, trat eine durchschnittliche Stromausfallzeit von 192 Minuten im Jahr 2014 auf. Im europäischen Vergleich ist nur Dänemark besser, mit einer durchschnittlichen Stromausfallzeit von nur etwa 11 Minuten im Jahr 2014. Dies ist besonders deshalb bemerkenswert, weil Dänemark einen noch höheren Anteil an fluktuierender Windenergie hat als Deutschland. Denn in Dänemark werden 43 Prozent des Stroms aus Windenergie erzeugt.

Von den Gegnern der Energiewende wird bisweilen als Beleg für ihre These der drohenden „Dunkelflaute“ die Stromproduktion im Monat Januar 2017 herangezogen. Denn in diesem Monat war einige Tage lang der Wind sehr schwach und aufgrund hochnebelartiger Wetterverhältnisse kam auch die Sonne kaum durch. Doch trotz dieser Witterungslage stellte auch in diesem Monat die Stromproduktion aus erneuerbaren Energiequellen ein Anteil von rund 20 Prozent. Selbst an den dunk-

len und windarmen Tagen im Januar 2017 hat Deutschland Strom exportiert. Deutschland hat dabei insbesondere Frankreich ausgeholfen, weil zu dieser Zeit mehrere französische Atomkraftwerke geplant und teils auch ungeplant stilllagen. Dies widerlegt eindrucksvoll die These, dass Dunkelflauten durch die Energiewende zu einem Problem der Stromversorgung in Deutschland werden könnten.

2. Wie funktioniert der Austausch der fluktuierenden Stromerzeugung zurzeit?

Wären die geschürten Ängste richtig, müssten wir schon jetzt erhebliche Probleme in der Versorgungssicherheit haben. Denn im Jahresdurchschnitt kommt rund 35 Prozent unseres Stroms aus den erneuerbaren Energiequellen und damit hauptsächlich aus den fluktuierenden Energiequellen Wind und Sonne. Gleichwohl treten keine Blackouts und keine Netzzusammenbrüche auf. Es muss also Mechanismen geben, die schon jetzt das Problem lösen. Dieses Problem besteht im Übrigen nicht nur in Folge fluktuierender Stromerzeugung durch erneuerbare Energiequellen. Es besteht gerade auch deshalb, weil der Stromverbrauch ebenfalls fluktuiert. Der Stromverbrauch ist in der Nacht nur etwa halb so hoch wie am Tag. An den Wochenenden und an den Sonn- und Feiertagen ist er nur etwa halb so hoch wie an normalen Arbeitstagen.

Als Problemlöser taugt weder die Atomenergie noch die Kohleenergie wie etwa die Stromausfallzeiten für Frankreich und Polen eindrücklich zeigen. Denn dies sind schwerfällige, völlig unflexible Stromproduktionsverfahren, die ohnehin nicht in der Lage sind, auf kurzfristige Schwankungen des Strombedarfs zu reagieren.

Tatsächlich geschieht die Problemlösung schon gegenwärtig im Wesentlichen auf der Basis hochflexibler Gaskraftwerke. Diese sind in der Lage, kurzfristig herauf- und heruntergefahren zu werden. In Deutschland wird eine Spitzenlast von 80.000 Megawatt benötigt. Allein die vorhandene Kapazität der Gaskraftwerke beträgt rund 30.000 Megawatt. Das Gasnetz und die damit verbundenen Speicher reichen aus, um eine Gasmenge zu speichern, die den Strombedarf in Deutschland für mindestens zwei Monate abdeckt. Schon daran wird deutlich, dass die Kapazität der vorhandenen Gaskraftwerke und der damit verbundenen Gasinfrastruktur (Gasnetz und Gasspeicher) einen sehr großen Puffer bieten, um damit sowohl die Schwankungen bei der Erzeugung als auch beim Verbrauch auszugleichen. Es kommt hinzu, dass eine erhebliche Zahl von Gaskraftwerken zurzeit stillliegt beziehungsweise nur in wenigen Jahresstunden genutzt wird – auch und gerade hochmoderne und hocheffiziente Gaskraftwerke. So wird zum Beispiel das Gaskraftwerk in Irsching bei München, mit zwei großen Blöcken von jeweils rund 500 Megawatt, nicht betrieben. Bei Köln sind zwei Blöcke eines hochmodernen GUD-Kraftwerkes stillgelegt, beziehungsweise werden in Reserve gehalten, die ebenfalls einer Größenordnung von je rund 500 Megawatt entsprechen. Das in Mainz vorhandene Gaskraftwerk hat einen Block mit über 400 Megawatt, der auch stillgelegt ist. Ein weiterer Block von rund 400 Megawatt wird nur in einer geringen Zahl von Stunden im Jahr betrieben.

All dies verdeutlicht, dass die Schwankungen zurzeit durch die vorhandenen Gaskraftwerke ausgeglichen werden und dass außerdem noch erhebliches weiteres Schwankungsausgleichspotential besteht, weil Gaskraftwerke in großem Umfang stillliegen. Unter Klimaschutzgesichtspunkten ist der Einsatz von Gaskraftwerken natürlich nicht ideal. Er ist aber um ein Vielfaches besser gegenüber dem Betrieb von Kohlekraftwerken. Denn Gaskraftwerke verursachen pro erzeugter Kilowattstunde nur rund ein Drittel der CO₂ Immissionen, die ein Braunkohlekraftwerk verursacht.

3. Das Netz allein ist keine Lösung.

Verschiedentlich wird die Lösung der Regelungs- und Speicherfrage darin gesehen, das Stromübertragungsnetz europaweit in großem Umfang auszubauen. Dahinter steckt die Vorstellung, dass irgendwo auf dem europäischen Kontinent immer Wind weht und über die großräumige Verschiebung von Strommengen ein Schwankungsausgleich zu erreichen ist. Als alleinige Lösung taugt dies jedoch nicht.

a.) Der Ausbau des Netzes allein liefert keine Antwort auf die Frage, wie die zur Nachtzeit ausbleibende Stromproduktion aus Photovoltaikanlagen ausgeglichen werden soll. Der Lösungsansatz reicht auch nicht, wenn auf dem gesamten europäischen Kontinent in der Summe nur schwächerer Wind herrscht. Und schließlich fehlt eine Antwort darauf, wie in besonders starken Nachfragezeiträumen der Ausgleich hergestellt werden soll.

b) Ein europaweites, großdimensioniertes Stromnetz braucht vor allem schwerfällige Großkraftwerke. Denn sie sind darauf angewiesen, dass das Netz jederzeit mit maximaler Kapazität zur Verfügung steht. Je dezentraler die Stromerzeugung und auch die Speicherung sowie der Verbrauch von Strom erfolgt, desto weniger bedarf es eines groß dimensionierten Stromnetzausbaus. Daher setzen wir in Rheinland-Pfalz auch auf die dezentrale Energiewende.

Es kommt hinzu, dass eine Lösung, die vor allem auf den großdimensionierten Ausbau der europaweiten Übertragungsnetze setzt, in besonderer Weise störanfällig ist. Denn eine Störung im Übertragungsnetz wirkt sich zwangsläufig über den regionalen Raum hinaus aus - und das nicht nur auf ein, sondern gegebenenfalls auf mehrere europäische Länder.

Dies muss auch im Zusammenhang mit der Anfälligkeit gegenüber Sabotage- und Terrorakten gesehen werden. Je mehr eine sichere Stromversorgung von einem europaweiten Stromübertragungsnetz abhängt, desto weniger lassen sich die Auswirkungen einer Sabotage- oder Terroraktion räumlich begrenzen. Im Gegenteil führt eine

solche Lösung dazu, dass ein Sabotage- oder Terrorakt direkt großflächig und länder-übergreifend zu schweren Störungen der Stromversorgungssicherheit führen kann.

c) Nicht zuletzt sind die hohen Kosten einer Lösung zu bedenken, die allein auf den großdimensionierten Ausbau des Stromübertragungsnetzes setzt. Bereits jetzt liegen die Netzentgeltkosten für die Stromverbraucher deutlich über den Kosten für die EEG-Umlage. Während die Netzentgelte schon jetzt, ohne dass wesentliche Teile des Netzausbaus realisiert worden sind, bei über 7 Cent/KWh liegen, verbleibt die EEG-Umlage bei rund 6,8 Cent/KWh.

4. Welche Lösungen stehen für Regelung und Speicherung mittel- und langfristig zur Verfügung – Was haben wir im Angebot?

Sicher ist, dass die gegenwärtig vor allem praktizierte Regelungsoption, also der flexible Einsatz von Gaskraftwerken, nur eine Übergangslösung sein kann. Denn um unsere langfristigen Klimaschutzziele zu erreichen, muss auch der Erdgaseinsatz zurückgeführt werden.

a.) Pumpspeicherwerke

In der Debatte um Regel- und Speicheroptionen werden oft als erstes Pumpspeicherwerke genannt. Es ist zu betonen: Sie sind ein notwendiges Element der zukünftigen Regelung und Speicherung, sie dürfen aber nicht überschätzt werden.

In Deutschland gibt es zurzeit 36 Pumpspeicherwerke. Sie verfügen über eine Leistung von rund 7.000 Megawatt und halten eine Speicherkapazität von maximal 37 Mio. KWh vor. Durchschnittlich hält jedes Pumpspeicherwerk damit eine Leistung von 190 KW und eine Arbeitskapazität von rund 1 Mio. KWh vor.

Dies ist ein wichtiges Element. Allerdings wird der Bedarf an Regel- und Speicherkapazität erheblich höher sein und es ist unrealistisch, dass in absehbarer Zeit die Speicherkapazität durch den Bau neuer Pumpspeicherwerke vervielfacht werden kann.



Power-to-Gas und Bio-Methan-Anlage in Pirmasens

b) Regionale und lokale Stromspeicher

Ein viel größeres Potential bieten regionale und lokale Batteriespeicher, insbesondere in Verbindung mit Solaranlagen. In Deutschland sind zum Jahresende 2017 inzwischen rund 75000 Batteriespeicher in Kombination mit Solaranlagen installiert. Ein Standardspeicher für Solaranlagen hat eine Speicherkapazität von 15 KWh. Allein hieraus ergibt sich bei 75.000 installierten Speichern eine Speicherkapazität von insgesamt 1,125 Mio. KWh, also so viel wie ein durchschnittliches Pumpspeicherwerk vorhält. Für 2018 wird erwartet, dass weitere 70.000 Speicher in Kombination mit Solaranlagen installiert werden. Hält diese Entwicklung auch in den Folgejahren an, bedeutet dies, dass pro Jahr die Speicherkapazität durch lokale Solarpeicher um die Größenordnung eines durchschnittlichen Pumpspeicherwerks

Dunkelflaute – reales Problem oder geschürte Hysterie?



Nahwärmenetz Neuerkirch-Külz – Quelle Harald Kosub, Külz

zunimmt. Dies verdeutlicht das enorme Potential. Es wird dadurch verstärkt, dass auch die vorhandenen Solaranlagen in Deutschland nach und nach, wenn der Zeitraum der Einspeisevergütung nach 20 Jahren abläuft, weiter genutzt werden, indem die vorhandenen Photovoltaikanlagen mit einem Speicher versehen werden. Dieser ermöglicht es, den mit der Solaranlage produzierten Strom selbst zu speichern und zu nutzen und dadurch teuren Fremdbezug von Strom einzusparen. In Deutschland existieren zurzeit rund 1,6 Mio. Solaranlagen. Dies kann in den Jahren 2020 bis 2030 zu einer Speicherkapazität von rund 30 Mio. KWh führen.

c) Stromgeführte Kraftwärmekopplungsanlagen

Zur Regelung und Speicherung tragen bereits bisher stromgeführte Kraftwärmekopplungsanlagen bei. Diese sind dadurch gekennzeichnet, dass der Strom dann produziert wird (aus regenerativem Brennstoff), wenn Bedarf besteht, also der Wind nicht weht und die Sonne nicht scheint. Gleichzeitig wird die dabei produzierte Wärmeenergie kostengünstig in Pufferspeichern gespeichert. Dies ist zudem ein Beispiel, wie die Sektorkopplung im Energiebereich zukünftig funktionieren wird. Solche Kraftwärmekopplungsanlagen finden sich im kleinen Maßstab, etwa in Ein- oder Zweifamilienhäusern ebenso

wie in größeren und großen Einheiten, wie zum Beispiel bei der stromgeführten Kraftwärmekopplungsanlage der Stadtwerke Kaiserslautern. Dort wird bedarfsabhängig Strom produziert und die gleichzeitig produzierte Wärme in großen Wärmepufferspeichern gespeichert und bedarfsgerecht dem Fernwärmenetz zur Verfügung gestellt.

d) Bioenergie

Ein großes und oft verkanntes Potential stellt die Bioenergie, insbesondere das Biogas dar. Dabei geht es darum, dass in Biogasanlagen produzierte Biogas effizienter als bisher zur bedarfsabhängigen Stromproduktion zu nutzen. Die Fehlsteuerung besteht bislang darin, dass Biogasanlagen häufig Strom gleichmäßig über 24 Stunden am Tag produzieren, obwohl doch hier eine einfache Speichermöglichkeit besteht. So ist es viel sinnvoller, das anfallende Biogas zunächst zu speichern und dann in hochflexiblen Kraftwärmekopplungsanlagen dann zu verstromen, wenn nicht genug Wind und Sonnenenergie zur Verfügung stehen. Im Klartext heißt dies, die Biogasanlagen nicht 24 Stunden am Tag Strom produzieren zu lassen, sondern nur in den Stunden, in denen Wind und Sonne den Strombedarf nicht decken können. Das Potential ist gewaltig. Insgesamt werden aus Bioenergie in Deutschland inzwischen rund 50 Mrd. KWh Strom pro Jahr produziert. Dies reicht aus, um eine Dunkelflau-

te von einem Monat zu überwinden. Also selbst dann, wenn Wind und Sonne einen Monat lang nicht zur Verfügung stünden, würde das bereits zur Zeit produzierte Biogas ausreichen, diesen Zeitraum zu überbrücken. Und das Potential ist bei weitem nicht ausgeschöpft. Insbesondere die Produktion von Biogas aus Klärschlamm wie auch die Produktion von Biogas aus Bioabfall ist noch erheblich ausbaufähig, weil noch lange nicht alle Kläranlagen und erst recht nicht alle Bioabfallverwertungsanlagen auf die Produktion von Biogas umgestellt worden sind.

Für die Speicherung und Nutzung von Biogas bietet sich die Erdgasinfrastruktur an. Biogas kann und wird bereits in erheblichem Umfang zu Biomethan verarbeitet. Dieses hat Erdgasqualität. Die Erdgasinfrastruktur, also insbesondere das Erdgasnetz, die Erdgasspeicher und auch die Erdgaskraftwerke können so nach und nach statt mit Erdgas mit wachsenden Anteilen von Biogas genutzt werden. So ist ein gleitender Übergang, weg von der Nutzung von Erdgas, hin zu der Nutzung von Biogas möglich, ohne dass eine neue Infrastruktur aus Leitungen, Speichern und Kraftwerken für Biogas aufgebaut werden muss.

e) „Power to gas“

Eine, wenn nicht die wichtigste Möglichkeit zur langfristigen Lösung des Regel- und Speicherproblems besteht darin, den Wind- und Sonnenstrom, der in wind- und sonnenstarken Zeiten anfällt und über den Bedarf hinausgeht, zu nutzen, um Wasserstoff und daraus Bioerdgas herzustellen. Das Energiewirtschaftsgesetz hatte den Begriff Bioerdgas hierfür bereits eingeführt und der Begriff trifft nicht nur auf Biogas, sondern eben auch auf Gas zu, das aus überschüssigem Wind- und Sonnenstrom hergestellt wird. Dieses Bioerdgas wird nach und nach das bisherige konventionelle Erdgas ersetzen und damit den Umstieg auf eine CO₂ neutrale Bioerdgaswirtschaft möglich machen. Zwei Gegenargumente werden hierzu von den Gegnern der Energiewende vorgebracht. Zum einen wird behauptet, die Produktion von Bioerdgas sei zu teuer, zum anderen wird der angeblich schlechte Wirkungsgrad beklagt. Dem ist entgegen zu halten, dass die Kosten der „Power

to gas“-Technologie nicht so sehr in den technischen Produktionskosten liegen, sondern vielmehr darin, dass Abgaben und Umlagen bei Nutzung der „Power to gas“-Technologie bisher doppelt anfallen und damit künstlich diese Energienutzung verteuern. So müssen, wenn Überschussstrom aus Wind und Sonne für die Produktion von Bioerdgas genutzt wird, die EEG-Umlage, Netzentgelte und weitere Abgaben auf den Strom bezahlt werden. Wird anschließend das Bioerdgas wieder rückverstromt, fallen Abgaben und Umlagen erneut an. Da ist es nicht verwunderlich, dass hohe Gesamtkosten entstehen, die vermeidbar wären, wenn solche kontraproduktiven Doppelbelastungen beseitigt würden.

Auch das Argument des schlechten Wirkungsgrades ist unzutreffend. Zunächst einmal ist festzuhalten, dass die Alternative bei der Verwendung von überschüssigem Wind- oder Sonnenstrom darin bestünde, die Anlagen abzuregeln, also den Strom sozusagen wegzuworfen. Abgesehen davon verbleibt selbst dann, wenn es zu einer reinen Rückverstromung kommt und eine mögliche Sektorkopplung, zum Beispiel durch gleichzeitige Produktion von Wärme in Kraftwärmekopplungsanlagen ausgeblendet wird immerhin noch rund 60 Prozent des überschüssigen und auf diese Weise genutzten Stroms. Das ist weit besser, als der Wirkungsgrad, der bei der Verbrennung von Braunkohle erzielt wird und bei gerade einmal 30 Prozent liegt.

5. Was hindert uns, die vorhandenen und technisch funktionierenden Regel- und Speicheroptionen einzusetzen?

Die Nutzung der vorhandenen Regel- und Speichertechniken scheitert vor allem an steuer- und abgaberechtlichen Hemmnissen und Doppelbelastungen. So muss die Doppelbelastung von Strom, der zunächst über die „Power to gas“-Technologie in Gasform zwischengespeichert wird, entfallen. Weder Netzentgelte noch EEG-Umlage noch weitere Umlagen und Abgaben wie zum Beispiel die KWK-Umlage oder die Offshore-Haftungsumlage dürfen doppelt anfallen. Die EEG-Umlage auf die Eigenstromerzeugung muss komplett entfallen. Das hat übrigens auch



Power-to-Gas-Anlage Technik

das Europaparlament in seinem Standpunkt zu den Trilogverhandlungen über das EU-Winterpaket „Saubere Energie für alle Europäer“ Anfang 2018 beschlossen. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass Speicher nicht als Letztverbraucher definiert werden, weil damit die Doppelbelastung mit Umlagen und Abgaben angelegt ist.

6. Was tut Rheinland-Pfalz?

Rheinland-Pfalz kämpft im Bundesrat dafür, dass Doppelbelastungen und ökonomische Hindernisse, die den Einsatz von Regel- und Speichertechnik erschweren oder unmöglich machen, beseitigt werden. Dies betrifft insbesondere die EEG-Umlage auf die Eigenstromnutzung wie auch eine Reformierung der Netzentgelte und eine angemessene Regelung für die Kraftwärmekopplungsanlagen.

Mit den im Land geschaffenen Fördermöglichkeiten fördern wir insbesondere die Umstellung der Kläranlagen auf Biogasproduktion. Außerdem hat das Umweltministerium ein Förderprogramm zur Nutzung von Bioabfall zur Biogasproduktion aufgelegt. Im Vorbild-Projekt „Kommunale Netze Eifel“ fördern wir den Aufbau einer Biogasleitung, an die rund 50 vorhandene Biogasanlagen angeschlossen werden sollen. Ziel ist, das dort produzierte Biogas zu sammeln und nach Trier zu leiten, wo es in hocheffizienten Kraftwärmekopplungsanlagen zu Strom und Wärme produziert wird – und zwar gerade dann, wenn Wind und Sonne nicht ausreichend Energie liefern.

Zudem fördert das Umweltministerium die Installation von Nahwärmenetzen die mit Kraftwärmekopplungsanlagen in Strom geführter Verfahrensweise bedarfsgerecht Strom und Wärme produzieren, die in Pufferspeichern gespeichert und bedarfsgerecht zur Verfügung gestellt wird. Von diesen Angeboten machen die Kommunen, aber auch Private Gebrauch und es zeigt sich, Regelung und Speicherung von Strom sind möglich und bieten für alle Beteiligten Vorteile.

Mit dem Projekt Designnetz erarbeiten wir gerade gemeinsam mit Nordrhein-Westfalen und dem Saarland gemeinsam ein Modell, um erneuerbare Energien in das Energiesystem der Zukunft zu integrieren und zu zeigen, wie wir künftig innovative und intelligente Lösungen für eine dezentrale Energieversorgung aus Sonne, Wind und Biogas etablieren können



Autor

Dr. Thomas Griese

Staatssekretär im Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten, Rheinland-Pfalz

Die Kommunen nehmen für den Klimaschutz eine Schlüsselrolle ein, denn hier finden viele konkrete Planungen statt und werden Genehmigungsentscheidungen getroffen. Sie sind vielfach auch selbst große Energieverbraucher. Nach Angaben der Deutschen Energieagentur dena geben die insgesamt 11116 Gemeinden in Deutschland jährlich rund 6 Milliarden Euro für Energie aus, ein Großteil entfällt auf den kommunalen Gebäudebestand. Aber auch die Straßenbeleuchtung kostet: bis zu 40 % der Stromkosten einer Kommune.



Klimaschutzaktivitäten in Landkreisen und Kommunen (Bild: Energieatlas Rheinland-Pfalz) {Anm.: Die Karte zeigt einen Ausschnitt der Klimaschutzaktivitäten der Kommunen und Kreise.}

Die kommunale Struktur in Rheinland-Pfalz zeichnet sich durch eine große Zahl politisch selbständiger Städte und Gemeinden aus (insgesamt 2304). Darunter sind 2167 Ortsgemeinden. Diese gehören 143 Verbandsgemeinden an, die für sie die meisten Verwaltungsgeschäfte übernehmen.

Wenngleich die Ziele, Gesetze und Förderprogramme für den Klimaschutz auf Bundes- und Landesebene festgelegt werden, müssen Sie doch konkret auf kommunaler Ebene umgesetzt werden. Hierbei haben die Kommunen eine wichtige Rolle als

Vorbild, aber auch als Vermittler zur Bürgerschaft und zu Unternehmen. Insoweit ist Klimaschutz eine (politische) Pflichtaufgabe für die Kommunen.

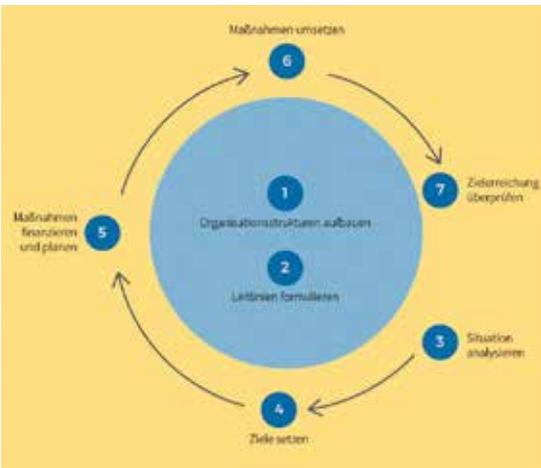
In ganz Rheinland-Pfalz sind Landkreise und Kommunen aktiv für den Klimaschutz: Sie erstellen Klimaschutz- und/oder Quartierskonzepte, führen ein kommunales Energiemanagement ein, Klimaschutz- und Sanierungsmanager koordinieren die Umsetzung der Maßnahmen vor Ort, es gibt Bioenergiedörfer und Kommunen, die einen „Masterplan 100% Klimaschutz“ oder Elektromobili-

tätskonzepte umsetzen wollen. Die Energieagentur Rheinland-Pfalz dokumentiert in ihrem Energieatlas bereits über 300 solche geförderten Aktivitäten.

Kommunales Energiemanagement

Allein die Einführung eines zentralen Energiemanagements für ihre eigenen Liegenschaften sorgt für Einsparungen von fünf bis zehn Prozent in einer Kommune. Dies bedeutet in den meisten rheinland-pfälzischen Kommunen Einsparpotenziale von 30.000 Euro bis 60.000 Euro. Was den Personaleinsatz definitiv refinanziert. Damit ein effizientes kommunales Energiemanagement eingeführt werden kann, sollte die Kommune mindestens 7.500 Einwohner haben und über mindestens 20 Liegenschaften in ihrem direkten Einflussbereich verfügen. Kleinere Gemeinden können sich aber ggf. zusammenschließen und gemeinsam agieren. Sodann muss die Kommune eine entsprechende Organisationsstruktur aufbauen und Verantwortlichkeiten benennen. In einer energie- und klimapolitischen Leitlinie werden die Ziele und Motivation der Kommune beschrieben, beispielsweise Steigerung der Energieeffizienz und nachhaltiger Umgang mit Ressourcen. In einem Energiebericht werden die Analyse der Ausgangslage, die Maßnahmen und Erreichtes regelmäßig dargestellt.

Um Städte, Landkreise und Gemeinden auf diesem Weg zur energieeffizienten Kommune zu unterstützen, hat die Deutsche Energie-Agentur (dena) in Zusammenarbeit mit der Energieagentur Rheinland-Pfalz die Veranstaltungsreihe „Energie- und Klimaschutzmanagement für Kommunen in Rheinland-Pfalz“ ins Leben gerufen. An diesem Pilotprojekt nahmen innerhalb des Zeitraums von April 2015 bis November 2016 zwölf Kommunen aus Rheinland-Pfalz teil. Die Energieagentur Rheinland-Pfalz ist seitdem Systempartner der dena und führt die angepasste Reihe selbständig inzwischen in 4 Regionen mit rund 50 Kommunen weiter. Gefördert wird das Projekt aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und vom Land Rheinland-Pfalz.



Quelle: Energieagentur Rheinland-Pfalz

Weitere Informationen und Dokumentationsbroschüre: www.energieagentur.rlp.de/projekte/kommune/100-energieeffizienz-kommunen-rheinland-pfalz/regionale-netzwerke/pilotprojekt-dena-ekm

Kommunales Klimaschutzmanagement

Um den Bürgern und Unternehmen die Ziele des Klimaschutzes zu vermitteln und sie beim Mitmachen und Umsetzen zu unterstützen, sind bereits in rund 60 Landkreisen, Städten und Gemeinden in RLP Klimaschutzmanager/innen beschäftigt. Die Stellen können mit Bundesförderung eingerichtet werden.

Die Klimaschutzmanager/innen informieren sowohl verwaltungsintern als auch extern über das Klimaschutzkonzept der Kommune und initiieren Prozesse und Projekte für die übergreifende Zusammenarbeit und Vernetzung wichtiger Akteure. Damit sorgen sie dafür, dass Konzepte nicht in der Schublade landen, sondern umgesetzt und mit Leben gefüllt werden. Sie helfen Bürgerinnen und Bürgern, ihre Klimaschutzprojekte zu realisieren. Sie unterstützen Unternehmen bei Energieeffizienzmaßnahmen. Durch die Aktivierung von Sanierungsmaßnahmen oder die Nutzung Erneuerbarer Energien leisten sie einen Beitrag zur regionalen Wertschöpfung.

Die Umrüstung auf energiesparende LED-Straßenbeleuchtung, die Einführung von Elektroautos in den kommunalen Fuhrpark, die Beratung bei der Installation von Photovoltaikanlagen: all das sind Beispiele für die vielfältigen Aufgabenfelder der Klimaschutzmanager/innen. Insbesondere können sie sehr gut helfen, Bundes- und Landesfördermittel für örtliche Klimaschutzprojekte nutzbar und dadurch attraktiver zu machen.

Auch hier zeigt sich: aktiver Klimaschutz bringt der Kommune mehr Nutzen als Kosten.

Kommunale Planungshoheit

Klimaschutz ist zunehmend ein Wettbewerbs- und Standortvorteil. Unterstützung beim Energiesparen und das Vorfinden von entsprechenden Infrastrukturen (wie beispielsweise ein Nah- oder Fernwärmenetz), ist für Unternehmen und bei der Wohnortauswahl von Bürgerinnen und Bürgern ein zunehmend wichtiger Entscheidungsfaktor. Im Rhein-Hunsrück-Kreis gibt es eine ganze Reihe von Gemeinden, die so die Tendenz zur Abwanderung umkehren konnten und wieder attraktiv sind {vgl. Artikel von Bertram Fleck, Landrat a. D. im Anschuß}.

Eine weitere Möglichkeit, sich im Bereich des Klimaschutzes zu engagieren, haben Kommunen durch ihre kommunale Planungshoheit: vor allem vorhabenbezogene Bebauungspläne und städtebauliche Verträge eröffnen die Möglichkeit im Rahmen eines konkreten Bauvorhabens, bauliche Standards zu vereinbaren, die über die gesetzlichen Mindest-Vorgaben hinausgehen. Es können Energieverbrauchs-Kennzahlen, aber auch die Nutzung von regenerativen Energien festgeschrieben werden.

Auch bei Ausweisung von Freilandflächen für die Nutzung von Photovoltaik oder der Genehmigung von Windkraftanlagen haben die Städte und Verbandsgemeinden eine entscheidende Rolle. Sie haben Einfluss darauf, dass auf der einen Seite die Belange des Na-

turschutzes beachtet werden, auf der anderen Seite aber die Ziele des Klimaschutzes nicht verloren gehen und die Wertschöpfung aus den Energieanlagen weitgehend in der Gemeinde bleiben.

Kommunaler Klimaschutz ist als Vorsorgemaßnahme auch ganz klar im Eigeninteresse der Gemeinden. Denn die zu erwartenden Schäden durch den Klimawandel, wie es sich in den Unwetterereignisse im Land mit Überschwemmungen, Erdbeben oder zerstörten Ernten andeutet, werden in erster Linie die Kommunen treffen. Von daher ist die Energiewende für die Kommunen alternativlos.



Autor:

Dipl.-Biol. Thomas Pensele
Geschäftsführer der Energieagentur Rheinland-Pfalz

Kommunale Wertschöpfung

durch die Energiewende am Beispiel des Rhein-Hunsrück-Kreises

Die Energiewende und der Ausbau der Erneuerbaren Energien sind auch in Presseberichten führender Tageszeitungen zumeist Gegenstand von negativen Schlagzeilen mit der Schilderung von Konfliktpotenzial im Zusammenhang mit der Veränderung der Landschaft und insbesondere mit den nachteiligen wirtschaftlichen Folgen bei den Zuschlägen zur Stromrechnung durch die EEG-Umlage mit ca. 220 Euro pro Haushalt und Jahr. Dass ein Privathaushalt mit vier Personen zwischen 1992 und 2012 für den Bezug von Heizöl, Strom und Kraftstoffen rund 3.800 Euro mehr zahlen muss (= +254%), hat doch ganz andere Dimensionen und Gründe. Ausführungen hierzu findet man ebenso wenig, wie zu Themen der regionalen Wertschöpfung.

Die Wertschöpfungskette Erneuerbarer Energien



Im Übrigen wurden Braun- und Steinkohle sowie die Atomenergie von 1970 bis 2010 mit knapp 470 Milliarden Euro direkt aus Bundesmitteln unterstützt und gefördert – das hat halt fast niemand gemerkt. Diese Zahlen werden ebenso ausgeblendet, wie die enormen regionalen Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch den Ausbau der Erneuerbaren Energien.

Nach einer Studie des Institutes für Ökologische Wirtschaft (IÖW) in Berlin belief sich dieser Wert schon im Jahre 2012 bundesweit auf rund 17 Mrd. Euro, mit den indirekten Effekten aus den Vorleistungen anderer Wirtschaftszweige auf bis zu 25 Mrd. Euro. Nach Angabe der Agentur für Erneuerbare Energien sind im Jahre 2016 rund 50 Prozent der insgesamt 690.000 Arbeitsplätze in der Energiewirtschaft auf Erneuerbare

Energien zurückzuführen. Während diese Tendenz wachsend und steigend ist, verzeichnen die konventionellen Energien weiter Rückgänge.

Besonders interessant ist, dass die Wertschöpfung nicht nur an wenigen Standorten stattfindet, sondern dezentral und verteilt über das ganze Land. Damit bietet die Energiewende gerade für den ländlichen Raum mit den für die dezentrale Energieerzeugung erforderlichen und vorhandenen Flächen neue Chancen und Zukunftsperspektiven. Umfangreiche Möglichkeiten vor Ort lassen Wertschöpfung generieren, statt nur Kosten für Importenergie aufzuwenden. Bundesweit betragen die Importkosten für Energie im Jahre 2012 etwa 92,7 Mrd. Euro, für Rheinland-Pfalz ca. 4-6 Mrd. Euro, für den Rhein-Hunsrück-Kreis mit 102.000 Einwohnern und wenig Industrie nach Berechnungen des Institutes für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS, Prof. Heck) der FHS Birkenfeld immerhin noch 290 Millionen Euro jährlich für Strom, Wärme und Verkehr und ein Dorf mit ca. 500 Einwohnern ist noch mit ca. 1,2 Mio. Euro Kosten jährlich dabei.

Dabei fragt man sich, warum wir diese enormen Geldabflüsse in Wirtschaftskreisläufe meist außerhalb der Bundesrepublik so klaglos hinnehmen und nicht auf eine Änderung der Verhältnisse drängen. Im Rhein-Hunsrück-Kreis haben wir uns schon 1999 überlegt, was wir gemeinsam an Handlungsfeldern entwickeln können, um durch Aktivitäten im Bereich Energieeffizienz und Erneuerbaren Energien monetäre, soziale und ökologische Werte zu steigern, höhere Kaufkraft und wirtschaftliches Wachstum zu erzielen, soziale Strukturen zu verbessern, kurz, regionale Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte zu erzielen: von der Einsparung von Energiekosten, über Erlöse aus dem Verkauf von Energie, Erzeugung von Brennstoffen, Steuern- und Pachteinnahmen, Aufträge für Unternehmen wie Handwerk, Gewerbe, Freiberufler (Planung, Bau, Erschließung, Installation, Wartung, Instandhaltung, Betrieb), und damit verbundene Gewinnsteigerungen, Einbindung von Dienstleistern, neue Arbeitsplätze. Die Hauptanteile in der Wertschöpfungskette gehen in der ersten Stufe im Bereich „Produkt-



tion“ zwar an die meist außerhalb gelegenen Betriebsstandorte (zum Beispiel Windkraftanlagen in Norddeutschland, Fotovoltaik oft sogar im Ausland). Trotzdem beinhalten die Stufen 2-4 immer noch die beschriebenen und beachtlichen wirtschaftlichen Effekte für die aktiven Regionen (vgl. Tabelle S. 66).

Die Wertschöpfungskette Erneuerbarer Energien

Nach dem Motto, „Die beste Energie ist die, die gar nicht erst verbraucht wird,“ haben wir uns im Jahre 1999 im Rahmen eines sog. Energiecontrollings durch den Einsatz von elektronischen Messgeräten in allen Räumen mit den Energieverbräuchen unserer Verwaltungs- und Schulgebäude im Hinblick auf Heizung, Strom und Wasser beschäftigt. Mit zum Teil diffizilen Maßnahmen konnten wir innerhalb von 12 Jahren die Heizkosten um 25%, den Wasserverbrauch um 26% und den Stromverbrauch um rechnerisch 25% (5%) senken (der letzte Wert ist rechnerisch, weil zur gleichen Zeit erhebliche Mehrverbräuche durch die Einrichtung von energieintensiven Serverräumen, Mensen und Ganztags-schulbetrieben stattfanden und die Ersparnis auf 5 % reduzierten). Gleichzeitig sank der CO₂ Wert um 9500 Tonnen und insgesamt konnte ein Betrag von zwei Mio. Euro eingespart werden. Die Aufträge gingen meistens an heimische Unternehmen. Ohne diese Maßnahmen hätten wir bei den explosionsartig gestiegenen Energiekosten erhebliche Mehrausgaben gehabt.

Alle Sanierungen und Neubauten wurden nicht nur im Passivhausstandard errichtet, sondern teilweise sogar im sog. EnergiePlus-Standard (zum Beispiel das Verwaltungsgebäude der Rhein-Hunsrück-Entsorgung).

Wenn man bei der Errichtung eines Gebäudes die oft im Mittelpunkt stehenden reinen Baukosten unter Einbeziehung der im Lebenszyklus von angenommenen 80 Jahren anfallenden Betriebs- und Instandsetzungskosten betrachtet, wird deutlich, dass die Baukosten in diesem Zeitraum nur einen Anteil von 20 bis 30 Prozent ausmachen, Mehrinvest zur Energieeinsparung macht sich also mehr als bezahlt (eingesparte Kosten, freie Finanzmittel, regionale Wertschöpfung). „Energieeffizienz ist der schlafende Riese“, sagte schon der frühere Umweltminister Prof. Töpfer. Der Riese wartet darauf aufgeweckt zu werden und mit Widerstand ist nicht zu rechnen.

Fotovoltaik

Fotovoltaik In der Folgezeit setzten wir verschiedene Maßnahmen noch ohne formales Konzept um, zum Beispiel das in Rheinland-Pfalz erste internetbasierte „1000-Dächer-Fotovoltaik-Programm“ in Zusammenarbeit mit den Volks- und Raiffeisenbanken, der Firma Smart Geometrics und dem Landesamt für Vermessung.

Dank guter Bewerbung und Sonderkreditprogrammen der regionalen Banken waren es am Schluss dann sensationelle 3600 private Mitmacher, inzwischen hat sich die Zahl auf 4180 erhöht. Es versteht sich von selbst, dass der Kreis und die meisten Gemeinden mit ihren Gebäuden dabei sind und auch sonst mit leuchtendem Beispiel vorangehen. An diese PV-Aktive werden jährlich 20,8 Mio. Euro Einspeisevergütung ausgeschüttet (in den frühen Jahren gab es eine wesentlich höhere Einspeisevergütung als in den letzten Jahren), weitere 2,8 Millionen Euro sind jährliche Wartungs- und Serviceleistungen, 38 Millionen Euro verblieben einmalig als regionaler Investitionsanteil (vgl. Tabelle S. 68).

Klimaschutzkonzept

Im Jahre 2011 wurde unter Beteiligung von ca. 300 Bürgern in 9 Workshops ein vom oben erwähnten IfaS-Institut konzipiertes Integrierte Klimaschutzkonzept erstellt. Neben einer Analyse des Istzustandes und dem Aufzeigen verschiedener Potenziale wurden 92 Maßnahmen in sieben verschiedenen Kategorien vom Kreis verabschiedet und ein Klimaschutzmanager eingestellt. Eingebunden war das schon bestehende Netzwerk aus Land- und Forstwirten, die lokale Geschäftswelt, die Schulen, öffentliche Gesundheitseinrichtungen und andere öffentliche Verwaltungen.

Biomasseanlagen/ Nahwärmeverbände

Die Einrichtung von 18 Biomasseanlagen zur kombinierten Strom- und Wärmegewinnung folgte, meist durch Landwirte errichtet. Der einmalige regionale Investitionsanteil betrug 3 Mio Euro, die jährliche regionale Wertschöpfung für Maisbezug ca 3,1 Mio Euro sowie die jährliche EEG-vergütung ca 5,9 Mio Euro, in 20 Jahren also ca. 180 Mio Euro für die Region.

Inzwischen sind auch 15 Nahwärmenetze in kleinen Gemeinden entstanden, eine weitere ist kurz vor der Fertigstellung. Meist werden Holzhackschnitzel verwandt in unterschiedlichen technischen Kombinationen (zum Beispiel in Neuerkirch-Külz mit ca 1400 qm

Kommunale Wertschöpfung

Solarthermie, in Kappel in Verbindung mit einer Biogasanlage). In der Summe werden ca 2,7 Mio Liter Heizölimporte vermieden, entspricht im Jahr 2018 etwa 2 Mio Euro und in 20 Jahren je nach Preissteigerung 50 bis 60 Mio Euro. Das heißt, 50 bis 60 Mio Euro werden nicht für Heizöl- und Gasrechnungen in arabische Länder und nach Russland überwiesen, sondern die Beträge verbleiben vielmehr in der Region. In der unten stehenden Tabelle sind sie aber nicht erfasst, weil diese sich nur auf die verschiedenen Stromproduktionen bezieht.

Der Kreis ist natürlich auch mit der ersten Holzhackschnitzelanlage in einem Schulgebäude mit dabei gewesen und später mit drei durch die Rhein-Hunsrück-Entsorgung betriebenen Nahwärmeverbänden in drei Schulzentren des Kreises mit ca 38 Gebäuden (Invest ca. 7,1 Mio. Euro, Ersparnis ca. 680.000 Liter Heizöl pro Jahr, entspricht in 20 Jahren einem Betrag von ca.10 bis 20 Mio. Euro vermiedene Importkosten, je nach Preissteigerung).

Windkraft

Hinzu kamen die Ausweisung von Flächen für ca. 300 Windkraftanlagen durch die Gemeinden und deren Errichtung überwiegend auf gemeindeeigenen Flächen meist durch Investoren außerhalb des Kreises. Leider befinden sich nur einzelne Anlagen im

Besitz von Genossenschaften, sodass die größten Beträge der Einspeisevergütungen auch an fremde Eigentümer außerhalb des Kreises gehen (meist Stadtwerkekooperationen, diese Beträge sind in der untenstehenden Berechnung nicht enthalten und nur nachrichtlich erwähnt). Für die bisher 268 installierten Windkraftanlagen erhalten die Gemeinden rund 7,6 Millionen Euro Pachteinnahmen jährlich (ca. 20000 Euro bis ca 100000 Euro pro WKA und Jahr), sowie 2,2 Millionen EEG-Vergütung an die regionalen Eigentümer/Betreiber und ca. 1,6 Mio Euro Wartungs- und Servicekosten bleiben ebenfalls in der Region, in der Summe 11,4 Mio Euro jährlich für 20 Jahre (Der beim Bau der Anlagen nur einmalig anfallende Anteil an den Investitionskosten beträgt 64,7 Mio Euro).

Der Hauptanteil der Wertschöpfung geht in der ersten Stufe im Bereich „Produktion“ an die Hersteller der Windkraftanlagen, meist in Norddeutschland und bezüglich der Fotovoltaik überwiegend an ausländische Hersteller.

Die ökonomische Teilhabe der betroffenen Bürger und die möglichst hohe Beteiligung lokaler Unternehmen ist aber ein nicht zu unterschätzender Faktor für die Akzeptanz der Erneuerbaren Energien.

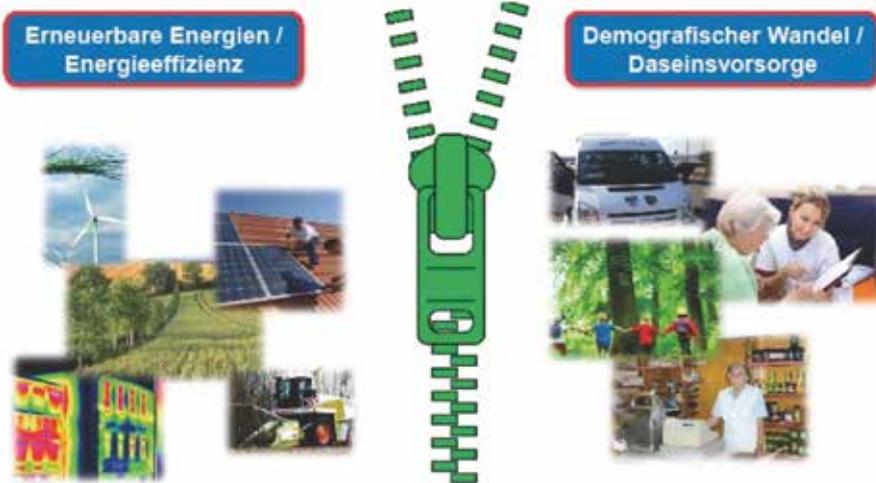
Abgerundet wurden diese Aktivitäten mit vom Kreis initiierten und konzipierten Energiesparkampagnen für den Austausch von Umwälzpumpen und Kühlschränken, mit einem Sonderprogramm unterstützt durch die Kreissparkasse für sozial Schwache, Energiesparrichtlinien in ca. 40 Ortsgemeinden, Leuchtmittel-Tauschtage, LED-Straßenbeleuchtung mit Fotovoltaik und Batteriespeicher in Gemeinden, Pilotprojekte wie Smart-Grid/Smart Operator zum Ausgleich und Harmonisierung von Produktion und Verbrauch von Erneuerbare Energien sowie die Teilnahme am bundesweiten Pilotprojekt „Designnetz“ u.ä.

Die folgende Darstellung enthält die zusammengefassten Wertschöpfungseffekte nur aus dem Betrieb der stromerzeugenden EEG-geförderten Anlagen aus den Bereichen Biomasse, Fotovoltaik und Windkraft. Hierzu addieren sich noch die Wertschöpfungseffekte aus dem Betrieb der erneuerbaren Wärmeprojekte sowie der Energiesparkampagnen. Die Berechnung der Beträge erfolgte nach dem Rechenmodell des erwähnten IÖW, das in Zusammenarbeit mit der Agentur für Erneuerbare Energien in Berlin seit 2009 mittlerweile über 30 EE-Wertschöpfungsketten abgebildet hat:

Links, hell unterlegt, der Gesamtinvestition Höhe von ca. 1,3 Mrd. Euro, verteilt auf die verschiedenen Bereiche, dunkel unterlegt auf der linken Seite der Spalte

Grobabschätzung der regionalen Wertschöpfung (Umsatz) aus den EEG-Anlagen im Rhein-Hunsrück-Kreis

Energieart Stromerzeugung	Investitionssumme gesamt	Regionale Wertschöpfung		Hinweis
		davon regionale Investitionssumme (einmalig)	jährliche regionale Wertschöpfung	
Biomasse (18 Anlagen)	29.550.000 €	2.955.000 €	3.073.000 € 5.961.000 €	Maisbezug EEG-Vergütung 2015 regional
Photovoltaik (4.182 Anlagen)	190.259.000 €	38.052.000 €	2.854.000 € 20.885.000 €	Betriebskosten EEG-Vergütung 2015 regional
Windkraftanlagen am Netz (268 Anlagen)	1.068.800.000 €	64.750.000 €	1.608.000 € 7.602.000 € 2.192.000 €	Betriebskosten Pachteinnahmen EEG-Vergütung 2015 regional 77.673.000 € EEG-Vergütung 2015 nicht regional
Summe 2017	1.288.609.000 €	105.757.000 €	44.175.000 €	



der anteilige, einmalige Investanteil für die Region in Höhe von ca. 106 Mio. Euro und rechts- auch dunkel unterlegt – der jährlich für 20 Jahre wiederkehrende und in die Region fließende Betrag von insgesamt ca. 44,2 Mio. Euro, ich wiederhole, 44,2 Mio. Euro für 20 Jahre, welcher ein Betrag!

Erneuerbare Energien/ Daseinsvorsorge

Für viele finanzschwache Gemeinden ergibt sich darüber hinaus eine interessante Verknüpfung von Einnahmen aus Erneuerbaren Energien mit Maßnahmen der Daseinsvorsorge im Sinne einer Quersubventionierung. Der Ausbau einer alten Schule zu betreuten Wohnungen, der Neubau eines Kindergartens, besondere Förderung der Vereine, eine bessere DSL-Anbindung, die Anlage eines Naturerlebnisraumes, die Einrichtung eines Bürgerbusses, Car-Sharing mit Elektroautos durch Gemeinden oder auch die kühne Hänge-seilbrücke in Mörsdorf (das Dorf wird zur Zeit wiederbelebt) wären ohne die Einnahmen aus Erneuerbaren Energien nicht möglich gewesen und helfen der demographischen Entwicklung entgegen zu wirken.

Besondere Effekte erzielen mittlerweile 40 Ortsgemeinden mit Energie-sparrichtlinien nach dem Modell der Ortsgemeinde Schnorbach (261 EW), mit denen sie energetische Aktivitäten

ihrer Bürger bezuschussen. Beträge aus der Gemeindekasse von Schnorbach in Höhe von zweimal 30000 Euro haben Folgeinvestitionen von rund 412000 Euro ausgelöst. Für das Konzept hat die Gemeinde zu Recht einen bundesweiten kommunalen Preis erzielt. Nicht alle Richtlinien in den 40 Ortsgemeinden haben den gleichen Förderumfang, aber auch dort werden Wertschöpfungseffekte generiert, die in der obigen Aufstellung genauso wenig wie die finanziellen Aspekte der Leuchtmittel-Tage enthalten sind.

Nicht unerwähnt bleiben soll das neueste Projekt einer Biogutvergärungsanlage der Rhein-Hunsrück-Entsorgung mit ca. 12 Millionen Investitionsvolumen, zurzeit noch im Genehmigungsverfahren. Es ist die erste Anlage in Rheinland-Pfalz (möglicherweise auch in Deutschland)- vom Ministerium bezuschusst-, die nicht nur ca. 15000 Tonnen Küchen- und Nahrungsmittelabfälle verarbeitet, sondern mit einem neuen Konzept ca. 10500 Kubikmeter wertvollen Flüssigdünger für die regionale Landwirtschaft erzielt. Mit Hilfe zweier Blockheizkraftwerke werden zudem ca. 4,5 Mio kWh Strom erzeugt (zum Eigenverbrauch und zur Einspeisung für ca. 1100 Haushalte) sowie Wärme für den Eigenverbrauch und für Trocknungsprozesse. Auch hier gilt: Nutzung vorhandener Ressourcen zur Energielieferung und Düngemittelproduktion, die regionale Wertschöpfung bleibt in der Region.

FAZIT: Die regionale Wertschöpfung ist ein wichtiges Leitziel für die dezentrale Energieerzeugung. Der Bürgermeister/Landrat, der mit seiner Verwaltung und seinem Rat nicht oder nur sehr verhalten mitmacht, verliert nicht nur die oben beschriebenen Einnahmemöglichkeiten für seine Region. Er muss auch hinnehmen, dass seine Bürger so oder so weiter die EEG-Umlage zur Stromrechnung ohne Wirkung für die Region in Richtung Berlin zahlen und dadurch Finanzmittel in zweistelliger Millionenhöhe die Region verlassen. Diese EEG-Umlage macht in unserem Kreis ca. 25/ 26 Millionen Euro pro Jahr für alle Strombezieher aus, die aber dank unserer großen gemeinsamen Anstrengungen sozusagen mit einem „80 prozentigen Zuschlag“ als 44,2 Mio. Euro regionale Wertschöpfung verbleiben bzw. zurückkehren.

Dass mit der dezentralen Energieerzeugung ein Trend der Rekommunalisierung der Energieinfrastruktur sowie eine Renaissance der Stadtwerke in kommunaler Hand entsteht, eine Vielzahl bürgerschaftlicher Unternehmen und Genossenschaften, stärkt die demokratische Basis. Diese „bottom-up-getriebene Bewegung“ lässt sich nicht mehr aufhalten und ist jenseits der ökonomischen Perspektive ein wertvoller Gewinn für das aktive Gemeindeleben.



Autor:

Bertram Fleck

Landrat des Rhein-Hunsrück-Kreises von 1989 bis 2015

Die Energiewende ist existenziell für eine gelingende Klimaschutzpolitik. Es gibt ein Zieldreieck, welches erstens auf die absolute Reduktion der Treibhausgasemissionen – in Deutschland 80 bis 95 Prozent bis 2050 gegenüber 1990 abzielt. Zweitens hat Deutschland zugesagt, den Energieverbrauch bis 2050 gegenüber 2008 zu halbieren. Und drittens gilt es, den gesamten Energiebedarf für Strom, Verkehr und Wärme bis 2050 zu 60 Prozent durch Erneuerbaren Energien im Jahr 2050 bereitzustellen. Um diese Ziele zu erreichen, hat die Energiepolitik daher die Aufgabe, die vier Säulen der Energiewende simultan und abgestimmt zu stützen:

- Den Verbrauch von Ressourcen und Energie durch Energiesuffizienz auf ein global tragfähiges Maß zu begrenzen und das „immer mehr“ zu limitieren
- Durch Energieeffizienz den Energieverbrauch soweit technisch möglich zu verringern.
- Erneuerbare Energien müssen ab ca. 2050 die noch nötige Energie zu 100 Prozent bereitstellen. Das ist deutlich mehr als offiziell verkündet, aber sehr gut machbar.
- Der Ausstiegsfahrplan aus der Kernenergie ist beschlossen, der sozial abgefederte aber schnellst mögliche Ausstieg aus fossilen Energien ist erforderlich.

Die Technologien, Lösungen und Potenziale dafür sind vorhanden und der wirtschaftliche Nutzen ist mittelfristig höher als die Kosten: Immer deutlicher wird, dass es sogar wirtschaftlich ist, die Welt zu retten. Aber die Hemmnisse und teilweise auch Widerstände sind groß. Es erfordert daher berechenbare Rahmenbedingungen durch mittel- und langfristige Politik-Roadmaps, mit denen die Ziele erreicht werden können.

Für Effizienz und Suffizienz sind integrierte Politikpakete aus Fördern und Fordern erforderlich. Gemeint sind also finanzieller Förderkonzepte sowie Grenzwerte des Verbrauchs für Gebäude, Geräte, Anlagen und Fahrzeuge.

Durch Informationsstrategien wie Marketing, Beratung oder Label sind diese Strategien zu begleiten.

Ähnlich ist das für Erneuerbare Energien zur Wärmeerzeugung, während hingegen der Ausbau der Stromerzeugung zunehmend durch Ausschreibungen gesteuert wird. Wie die Einbindung in den Strommarkt, die Förderung von Lastmanagement und Speichern und die Kopplung mit Wärme und Verkehr künftig gefördert werden soll, ist noch Gegenstand der Diskussion; das gilt auch für einen nachhaltigen Strukturwandel der Kohleregionen. Übergreifend wirken Energie- oder CO₂-Steuern und der EU-Emissionshandel.

Wie kann die Energiewende gelingen?

Der Ausbau von Sonnen- und Windstrom geht gut voran. Auch die Strategien zur Verbesserung der Effizienz sind etabliert, wenngleich unterschiedlich erfolgreich. Worauf es in Zukunft jedoch mehr denn je ankommt ist, dass es gelingt, die Expansionseffekte der wirtschaftlichen Tätigkeit in den Griff zu bekommen. Denn es wird alles größer, komfortabler, schneller und luxuriöser. Die Wohnungen der Bundesbürger werden immer größer, die Autos wiegen heute doppelt so viel wie vor 30 Jahren. Die Gerätschaften in den Haushalten wachsen ebenso wie der Flugverkehr.

Energiesuffizienz hat zusammen mit Energieeffizienz theoretisch das Potenzial,

zum Beispiel den Stromverbrauch eines Zwei-Personen-Haushalts um bis zu 80 Prozent zu senken. Allerdings gibt es auch für die Energiesuffizienz zahlreiche systemische und psychologische Hemmnisse. Das beginnt schon bei der Wäsche. Ist ein Trockner vonnöten? Ist die Leine zumindest im Sommer eine Alternative? Da scheuen viele den zeitlichen Aufwand. Und manchmal fehlen schlichtweg die Möglichkeiten, weil kein Trockenraum oder kühler Keller vorhanden ist.

Es gibt viele persönliche Gründe, für das Scheitern von Suffizienz. Oft ist es Bequemlichkeit, manchmal Neid und nicht selten verdrängen wir die Fakten. Die Bundesbürger haben viele gute Vorsätze für den Klimaschutz. Über 80 Prozent der Bundesbürger wünschen sich weniger Autoverkehr in den Städten. Neun von zehn begrüßen eine ambitionierte Klimaschutzpolitik. Allein, bei sich selbst anfangen, das möchten nur wenige. Was bringt es schon, das Auto stehen zu lassen, wenn niemand mitmacht?

Seit über drei Jahrzehnten gibt es nun Kampagnen und Bildungsinitiativen für den Umweltschutz. Viele Menschen fliegen inzwischen mit schlechtem Gewissen in den Urlaub. Doch geflogen wird mehr als je zuvor. Fliegen ist Routine. Wohnungen, Fernseher und Kühlschränke wurden zusehends größer. Das Marketing der Industrie stimuliert den Überflusskonsum. Sie gibt jährlich über 30 Milliarden Euro für Werbung aus.

Offenbar gelingt es vielen Bundesbürgern, mit krassen Widersprüchen zu leben. Den Hund verhätscheln und zugleich Billigwürstchen aus martialischer Tierhaltung auf den 800 Euro Grill legen. Diese Form der gelebten Schizophrenie beherrschen auch viele Politiker. Sie fordern vehement Klimaschutz und lassen Jahr für Jahr neue Straßen und Fluglandebahnen bauen. Sie verabschieden Lärmschutzpläne, um gleich darauf Tempo 30 abzulehnen.

Und wie lässt sich diese verfahrenere Situation überwinden? Wie kann geschehen, was viele wollen? Das Konzept der Ökoroutine macht hier einen ganz einfachen Vorschlag: Die Verhältnisse

Einsparfahrplan für Gebäude

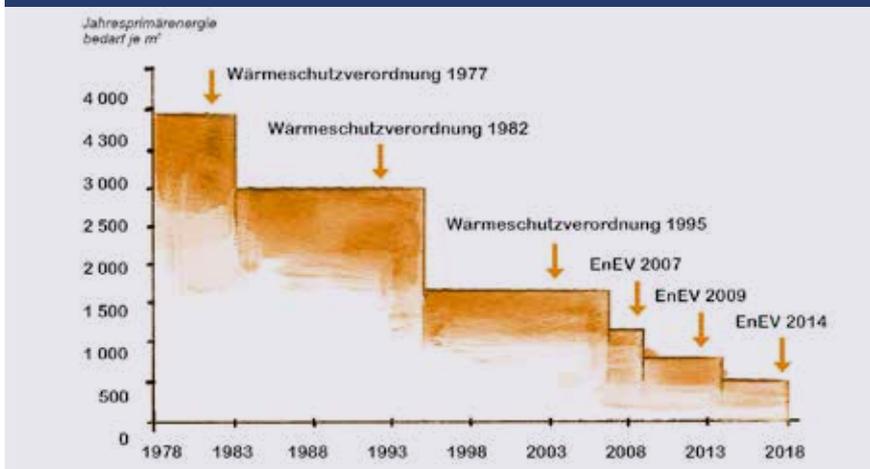


Abbildung 1: Die Anforderungen für Gebäudeeffizienz haben sich schrittweise verschärft. Maßgeblich ist derzeit die Energieeinsparverordnung von 2014. Neubausiedlungen müssen ab 2021 nahezu den Nullenergiehaus-Standard erfüllen. So wird Öko zur Routine und alle machen mit.

ändern statt Verhalten. Erlöst die Konsumenten von den permanenten Moralappellen! Die machen nur schlechte Stimmung und bewirken kaum etwas. Stattdessen heben wir die Standards und definieren Limits.

Standards

Elektrogeräte, Häuser und Autos wurden effizienter, weil wir die gesetzlichen Standards schrittweise erhöht haben. Beispielsweise hatten unsere Geräte im Wohnzimmer häufig einen Stromverbrauch von 30 Watt, wenn sie scheinbar ausgeschaltet waren. Die Standby-Verordnung der EU hat den Maximalverbrauch auf 0,5 Watt begrenzt. Von den eingesparten Stromkosten profitieren 500 Millionen Konsumenten in der Europäischen Union.

In der gleichen Form geht der Gesetzgeber für dutzende Produkte vor und nimmt die Produzenten in die Pflicht, anstatt sich in wirkungslosen Beschwörungsformeln über strategischen Konsum zu ergehen. Kühl- und Gefrierschränke – meist die größten Verbraucher im Haushalt – mit den Effizienzklassen A, B und schlechter gibt es bereits seit Juli 2012 nicht mehr im Handel. Die vielgerühmte Faktor-4-Pumpe für die Zirkulation des Heizungswassers spart im Jahr locker 600 Kilowattstunden und wurde dennoch

nur von ambitionierten Handwerkern empfohlen. Nun ist die Spitzentechnologie Standard und weder Handwerker noch Bauherren müssen sich darüber den Kopf zerbrechen. Inzwischen wird dabei sogar die Haltbarkeit bedacht, wie etwa beim Staubsauger. So können wir höchste Energie- und Ressourceneffizienz schrittweise zum Standard für alle machen und Öko zur Routine.

Das gleiche Konzept verfolgt die Europäische Union auch bei den Energiestandards für den Neubauten (s. Abbildung 1). Und auch für den Gebäudebestand gibt es inzwischen Vorgaben zur Effizienz. So verlangt die Energieeinsparverordnung, dass Öl- und Gasheizkessel, die älter als 30 Jahre sind, ersetzt werden. Eigentümer sind nunmehr verpflichtet, bis Ende 2015 die oberste Geschossdecke zu isolieren. Und auch die Wände sind zu isolieren, wenn eine weitgehende Sanierung der Fassade geplant ist, die über einen reinen Anstrich hinausgeht und mehr als zehn Prozent der Fläche betrifft. Vermieter auf diese Standards hinzuweisen, verbunden mit persönlicher Ansprache und einer Beratung etwa zu Förderprogrammen, kostet Zeit und damit Geld. Für eine Stadt mit mehr als 150 000 Einwohnern ist womöglich ein Mitarbeiter erforderlich, um dieser Aufgabe nachzukommen. Es ist gut und gern vorstellbar, dass dieser Mitarbeiter

für den Klimaschutz in kurzer Zeit effektiv mehr Einsparungen zu verbuchen hat als so mancher Klimaschutzbeauftragter.

Standards entlasten die Menschen im Alltag. Sie gehen stillschweigend davon aus, dass die Häuser stabil genug sind und das Wasser sauber ist. Ganz banal zeigt sich das schon auf dem Weg zur Arbeit: Der Wecker ist sicherheitstechnisch geprüft, die Kleidung darf bestimmte Schadstoffe nicht beinhalten, ebenso der Kaffee. Dessen Packung ist standardisiert, wie auch die Kennzeichnungen über die Zutaten und Nährstoffe auf dem Toastbrot. Das Auto wurde nach ISO-Norm hergestellt. Die Produzenten haben dabei zahlreiche staatliche Vorgaben beachtet. All das wird selten als Zwangssystem empfunden, es ist Routine.

In der Praxis der Energieberater zeigt sich deutlich, wie effektiv und entlastend es ist, wenn sich durch Standards und Regeln die Routinen ändern. In den 1990er Jahren kreisten die Beratungsgespräche zu einem Gutteil um die Fragen, warum es überhaupt sinnvoll sei, den Niedrigenergiehaus-Standard zu bauen, dicker zu dämmen als durch WSchV vorgeschrieben oder einen Brennwertkessel zu wählen und warum man sich das leisten sollte.

Dies änderte sich nach Einführung der entsprechenden Standards (EnEV) und dadurch, dass die Brennwertkessel ins Standardangebot der Hersteller und Installateure Einzug hielten. Sowohl für die Kunden als auch für die Energieberater vereinfachte sich vieles. Nun wurden Fragen der Motivation weniger wichtig. Energieeffizienz wurde zum Beispiel bei Fenstern zur Routine oder zumindest auf dem Papier des Gesetzes für den Fall, dass ein Dach oder der Putz eines Hauses erneuert wird. Damit Energieeffizienz auch im Bestand ganz normal wird, ist es wichtig, dass Verwaltung und Politik die Umsetzung der neuen Standards verfolgen und dazu anregen. Anreizstrukturen, wie eine intensivierte KfW-Förderung oder Demonstrationsprojekte für kostengünstigere Dämmung, flankieren diesen Ansatz.



Abbildung 2: Infrastrukturellen Innovationen sorgen dafür, dass Pendler mit Bussen und Bahnen schneller sind als mit dem Auto, etwa indem eine bestimmte Spur für Busse reserviert wird. Foto: Kopatz

Standards werden auch den Wandel unserer Mobilitätskultur initiieren. Und das ist auch dringend nötig. Denn einzig der Verkehrsbereich hat in den letzten zwei Jahrzehnten keinen Beitrag zum Klimaschutz erbracht. Unsere Mobilitätsgewohnheiten und der automobilen Expansionsdrang sind Deutschlands größtes Hemmnis beim Klimaschutz. Hier wie auch sonst gilt das Leitbild »Verhältnisse ändern Verhalten«.

So könnten durch schrittweise steigende EU-Standards die ab dem Jahr 2033 zugelassenen Autos emissionsfrei sein. Bereits seit 2009 unterliegen Pkw und leichte Nutzfahrzeuge in der EU einer CO₂-Regulierung. Das für Pkw-Neuwagen festgelegte Durchschnittsziel von 130 g CO₂/km für das Jahr 2015 wurde für 2020 auf 95 g CO₂/km verschärft. Eine weitere Anhebung dieses Standards wurde bereits beschlossen. Die nächsten Stufen könnten 60g und 30g/km sein, um schließlich im Jahre X das Nullemissionsauto in der EU zur Selbstverständlichkeit zu machen. Wie die Automobilindustrie dieses Ziel erreicht, darüber muss sich die Politik nicht den Kopf zerbrechen. Darum werden sich die Ingenieure kümmern. Statt nur mit moralischen Appellen von den Konsumenten das »richtige« Verhalten einzufordern, ist es viel effektiver, die Produktion zu verbessern.

Steigende Standards für umweltfreundliche Mobilität manifestieren sich auch in infrastrukturellen Innovationen. Es muss einfacher und cleverer sein, mittels Nahverkehr oder Fahrrad in die Stadt zu fahren. Wenn die Planer eine Pkw-Spur in einen Busstreifen verwandeln, wird Autofahrern die neue Option drastisch bewusst und sie steigen, das ist erwiesen, genau dann in den Bus um, wenn sie ihr Ziel damit schneller erreichen.

Ähnliches gilt für Radschnellwege. Dafür werden die Planer auch mal Parkstreifen in Radwege umbauen. Das heißt, der Verkehrsraum ist neu aufzuteilen. Die Transformation von der autogerechten zur menschengerechten Stadt realisiert sich nicht durch Absichtserklärungen und moralische Appelle, sondern durch gute Strukturen.

Limits

Neben steigenden Standards braucht es Limits, etwa für den Flugverkehr. Wenn wir uns selbst ernst nehmen beim Klimaschutz, gilt es die weitere Expansion zu begrenzen. Die Deutschen fliegen schon zu viel. Es darf nicht noch mehr werden, darin sind sich alle Klimaexperten einig. Der schlichte Vorschlag: Wir limitieren die Starts und Landungen auf das gegenwärtige

Niveau. Ganz einfach. Was müsste die Bundesregierung dafür tun? Nichts! Wenn die Regierung keine weiteren Lizenzen für Starts und Landungen vergibt, wenn München und Hamburg ihre Flughäfen nicht erweitern, dann wird das Limit automatisch erreicht. Oft geht es darum, etwas besser zu lassen, als es besser zu machen.

Zudem gilt es, den Straßenausbau zu beenden. Nur so lässt sich vermeiden, dass der Lkw-Verkehr weiter drastisch zunimmt. Stattdessen investiert das Verkehrsministerium die frei werdenden Mittel in die Bahn. In der Folge werden Spediteure ihre Routinen ändern.

Wohnflächenlimit

In Deutschland steigt noch immer die Pro-Kopf-Wohnfläche an. Sie ist eine zentrale Determinante des Energieverbrauchs im Haushalt, daher sollte ihre Zunahme dringend politisch adressiert werden. Eine vom BMBF geförderte Studie analysierte dazu drei Instrumente :

- die Förderung kommunaler Wohnraumagenturen mit einer Kombination aus Beratung, praktischen Hilfen und der Vermittlung von Zuschüssen des Bundes;



Abbildung 3: Die Vielfliegerei ist extrem Klimaschädlich und nimmt zu. Was kann man dagegen tun? Ganze einfach: Nichts! Werden keine weitere Startbahnen gebaut und Slots genehmigt, limitiert sich die Flugverkehr von allein. Auf dem Bild ist eine Computeranimation der dritten Landebahn am Flughafen München zu sehen. © Werner Hennies, Flughafen München GmbH

- ein erhöhtes Angebot an alternativen Wohnformen und suffizienteren Wohnungen mit geringerer Pro-Kopf-Wohnfläche aber praktischerer Gestaltung mittels eines gesonderten Förderprogramms;
- schließlich ein übergeordnetes ordnungsrechtliches Instrument zur Begrenzung der Gesamtwohnfläche über ein „Wohnflächenlimit“. Es würde den Kommunen einen Netto-Neubau von Wohnfläche nur bei wachsender Einwohnerzahl erlauben.

Ähnlich wie bei den Instrumenten zur Senkung des absoluten Energieverbrauchs von Produkten und im Haushalt insgesamt dürfte auch hier eine Kombination aus einer übergreifenden strategisch-limitierenden Maßnahme und einer Steuerung der Zielerreichung mittels der anderen Instrumente geeignet und zielführend sein. Das übergreifende Instrument wäre in diesem Fall ein gesetzliches Wohnflächenlimit für Kommunen. Falls dies als zu hartes Mittel gesehen wird, könnte ein strategisches, aber nicht rechtsverbindliches Ziel der Politik mit Monitoring seitens der Länder und des Bundes die Umsetzung der beiden ersten Politikinstrumente leiten.

Eine Hauptrolle und -verantwortung liegt bei den Kommunen – aufgrund der Nähe zu den Bürgerinnen und Bürgern und dem Wohnungsmarkt. Sie werden allerdings für die meisten der Instrumente gesetzgeberische und nahezu vollständige finanzielle Unterstützung von Bund und Ländern benötigen.

Das Einsparpotenzial durch eine Begrenzung der Wohnfläche ist erheblich. Gelänge es, den in Szenarien für die Bundesregierung erwarteten Netto-Zubau von 210 Mio. m² bis 2030 zu vermeiden, könnten annähernd 15 TWh p. a. an Heizenergie und rund 3,4 Mio. t CO₂äq p. a. an Treibhausgasemissionen eingespart werden. Ist auch der Stromverbrauch im Haushalt proportional zur Wohnfläche, können eine Strom einsparung von 8,4 TWh p. a. hinzukommen und sich die Treibhausgasemissionen sogar um weitere 4,2 Mio. t CO₂äq p. a. verringern (Wuppertal Institut 2017).

Akzeptanz von Politik zur Begrenzung der Wohnflächenzunahme

Dass eine Unterstützung durch entsprechende Politikinstrumente die Wohnflächenzunahme begrenzen könnte, zeigen Ergebnisse einer Umfrage unter

600 Haushaltsverantwortlichen, die im Rahmen des Projekts durch TNS Emnid realisiert wurde. Bezogen auf die Gesamtbevölkerung beträgt danach das Potenzial derer, die schon heute auf jeden Fall oder mit Unterstützung durch Instrumente einen Umzug in eine kleinere Wohnung erwägen könnten, etwa 10 bis 15 Prozent. Bei Haushalten, die erwarten, zukünftig weniger Personen zu sein, steigt dieses Potenzial auf 17 bis 23 Prozent. Zudem gaben immerhin knapp 30 Prozent der Haushalte mit mindestens zwei Personen an, sie könnten sich im Alter vorstellen, in einem Mehrgenerationenhaus zu leben, gut ein Fünftel in einer Wohngemeinschaft. Das entspricht 17 bzw. 13 Prozent aller Befragten.

Die Energieeinsparung durch die Wohnflächeninstrumente ließe sich durch eine Verbindung mit einer Energieberatung noch erhöhen. Ähnliche Instrumente, wie hier für Wohngebäude dargestellt, können und sollten auch für Büro-, Handels- und andere Flächen in Gewerbe und öffentlichen Einrichtungen zum Einsatz kommen.

Energiepolitik der Zukunft

Gutes Regieren

Politische Steuerung ist immer dann gefragt, wenn sich gesellschaftliche Probleme nicht individuell lösen lassen. Die Vorstellungen, wie stark sich eine Regierung in die Geschicke des Bürgers einmischen sollte, darüber gehen die Meinungen weit auseinander. Die gesetzliche Krankenversicherung wird in Deutschland auch von Konservativen befürwortet. In den USA gilt sie vielen als staatsautoritär. Doch selbst dort gibt es tausende Standards und selbstverständlich ein Tempolimit.

Ganz offensichtlich ignoriert unsere Lebensweise die Freiheitsrechte der zukünftigen Generationen. Absolute Grenzen für Ressourcenverbrauch und CO₂-Ausstoß sind geradezu zwingend notwendig, wenn man den Freiheitsgrundsatz zu Ende denkt. Gute liberale Politik hat die Bürgerinnen und Bürger nicht nur als Konsumenten im Blick, sondern als Staatsbürger.

Regelwerke sind ein Wesensmerkmal der Demokratie. Neue Regeln kommen immer dann in die Welt, wenn neue Probleme entstehen. Gesellschaft verändert sich. Demgemäß sind auch die Regelwerke beständig zu überdenken und zu reformieren. Eine Reform von Regeln entsteht durch Wertewandel, zum Beispiel die Gleichberechtigung der Frau. Vom Wahlrecht bis zur Quotenregelung für Aktienvorstände, vieles basiert auf Werturteilen, die ihrerseits in Bewegung sind. Manchmal gehen die Gesetze einen Schritt vor und wieder zurück.

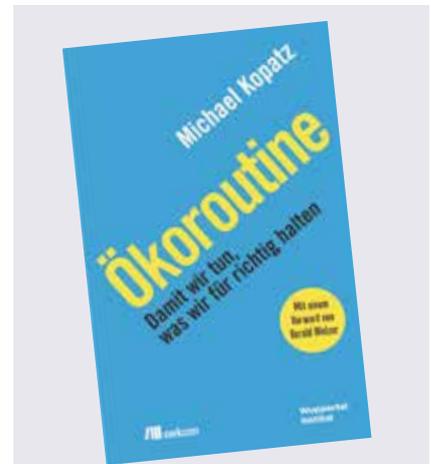
Wie jedes Politikfeld hat die Energiepolitik vielfältige Akteure mit ihren Interessen, Anreizen und Hemmnissen. Eine gezielte Veränderung der Energieinfrastruktur einer Volkswirtschaft, wie sie mit der Energiewende angestrebt wird, trifft daher auf viele Widerstände. Atom- und heute Kohleausstieg sind prominente Beispiele dafür, die Lobbyarbeit von Teilen der Wohnungswirtschaft gegen die Wärmedämmung des Bestands ist ein weiteres.

Es fällt immer schwer, sich von alten Gewohnheiten zu verabschieden. Und kein Unternehmen distanziert sich von gut laufenden Geschäftsmodellen. Sie verteidigen daher durch Markt- und Lobbyarbeit die bestehenden Infrastrukturen und Verhältnisse.

Vor allem braucht eine erfolgreiche politische Steuerung starke Steuerungsinstitutionen. Hier gibt es in Deutschland noch immer eine gewisse Zersplitterung von Zuständigkeiten zwischen Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Umwelt-, Bau- und Verkehrsministerium, Deutscher Energieagentur (die aber auch konkrete Umsetzungsaufgaben wahrnimmt), Bundesnetzagentur, Umweltbundesamt, Bundesstelle für Energieeffizienz, KfW unter anderem.

Eine Bündelung in einer übergeordneten Agentur wäre vermutlich hilfreich für eine integrierte Energiepolitik der Zukunft. Sie hätte die Aufgabe, die verschiedenen Analyse- und Monitoring-schritte zu bündeln, bei der Politikformulierung zu unterstützen und ggf. auch die Förderprogramme zu steuern. Für den Bereich der Energieeffizienz hat zum Beispiel das Wuppertal Institut eine solche Einrichtung vorgeschlagen, eine Bundesagentur für Energieeffizienz mit 300 Mitarbeiter*innen und einem Energieeffizienzfonds vom mehreren Milliarden Euro pro Jahr (Wuppertal Institut 2013).

Immerhin hat die Bundesregierung in den letzten Jahren die personellen Kapazitäten zur Steuerung der Energieeffizienzpolitik erheblich ausgebaut, sie liegen jedoch noch deutlich unter diesem Vorschlag. Der Energieeffizienzfonds des Bundes hat etwa 200 Mio. Euro pro Jahr zur Verfügung – besser wäre das Fünffache. Positiv ist das KfW-Förderprogramm für die Gebäudesanierung mit rund 1,5 Milliarden Euro pro Jahr. Auch hier gilt, deutlich mehr wäre besser. Es tut sich was, aber es geht nicht schnell genug.



Mehr zum Thema Ökoroutine und dem Konzept »Verhältnisse verändern Verhalten« findet sich in der aktuellen Publikation von Michael Kopatz.



Foto: Roman Pawlowski für ZEIT WISSEN

Autor:

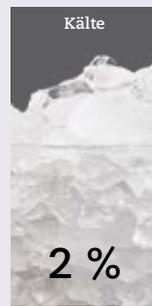
Dr. Michael Kopatz,
Projektleiter im Wuppertal Institut

Bild: Roman Pawlowski
für ZEIT WISSEN

Erläuterung:

Energie und ihre Größenordnungen

Wofür brauchen wir Energie?



Energie-Einheiten



Die offizielle Maßeinheit für die Energie ist das Joule (J). 1 J = 1 Wattsekunde (Ws), d.h. eine Leistung von einem Watt wird eine Sekunde erbracht. Dies ist ungefähr die Energie die für einen Herzschlag benötigt wird



Für den Alltag ist die Kilowattstunde (kWh) die gebräuchliche Einheit. 1 kWh sind 3.600.000 J. Die kostet auf der Stromrechnung ca. 30 Cent.



Ein Liter Heizöl bzw. Dieseldieselkraftstoff haben einen Heizwert von 10 kWh. Das kann man sich auch noch gut vorstellen und mit einem Preis verbinden.

Wie viel Energie brauchen wir?



Der Primärenergieverbrauch 2016 in Deutschland betrug 13.491 Petajoule (PJ). Bei 82,5 Millionen Einwohnern entspricht dies einem pro Kopf-Verbrauch von 45.424 kWh. Jeder von uns verbraucht im Jahr die Energiemenge von rund 4.500 Liter Heizöl oder 12,5 Liter pro Tag



Der Mensch braucht bei nicht zu schwerer Tätigkeit Nahrung mit ca 2.400 Kilokalorien (kcal). Dies sind ca 10.050 kJ. Das entspricht 2,8 kWh am Tag.



Unser durchschnittlicher privater Stromverbrauch im Haushalt liegt zur Zeit bei ca.1.550 kWh pro Jahr oder 4kWh pro Tag. Ein Single-Haushalt verbraucht pro Kopf mehr als ein Mehrpersonenhaushalt.

10^3	= Kilo	1.000
10^6	= Mega	1.000.000
10^9	= Giga	1.000.000.000
10^{12}	= Tera	1.000.000.000.000
10^{15}	= Peta	1.000.000.000.000.000

Autor:
Dr. Helmut Gietz
Landeszentrale für Umweltaufklärung
Rheinland-Pfalz

Kochbus – Bühne für gute Ernährung

Ernährungsbildung ist ein Schlüsselthema für eine zukunftsfähige nachhaltige Entwicklung: Themen wie Ressourcenschutz, biologische Vielfalt und Weltklima sind untrennbar mit unserem Ernährungsstil verknüpft.

Wir haben daher Ernährung zum Schwerpunktthema gemacht und die Landeskampagne „Rheinland-Pfalz isst besser“ ins Leben gerufen.

Seit fast 5 Jahren gibt es im Rahmen dieser Kampagne den Kochbus des Umwelt- und Ernährungsministeriums unter der Leitung der Landeszentrale für Umweltaufklärung (LZU). Das Kochbusteam bringt das Thema nachhaltige Ernährung an über 60 Terminen im Jahr zu den Menschen im Land. Beim gemeinsamen Kochen und Essen kommen Menschen aller Altersgruppen ins Gespräch über gesunde Ernährung, die Herkunft und den Wert von Lebensmitteln. Schwerpunktmäßig kommt der Kochbus zu Kitas und Schulen um den Kindern spielerisch zu vermitteln, was eine nachhaltige und zukunftsfähige Ernährung ist.



Dabei sind die Kriterien:

- Frisch kochen,
- Überwiegend vegetarisch
- Regionale und saisonale Lebensmittel
- Ökologischer Anbau
- Umweltverträgliche Verpackung
- Fairer Handel
- Genuss beim Essen
- Weniger Lebensmittelverschwendung

Die Idee der Kochbuseinsätze ist, dass die Teilnehmenden die Kriterien bei der gemeinsamen Aktion verstehen, selbst ausprobieren und Anreize für die Umsetzung in ihrem Alltag bekommen. Denn nur wer das „Warum“ und „Wie“ versteht wird langfristig etwas an seinen Gewohnheiten ändern. Da die Nachfrage nach dem Kochbus weiter steigt, wurde die alte Kochbusküche gegen einen neuen, modernen Anhänger ersetzt. Dieser wurde im Frühjahr mit der Umweltministerin Ulrike Höfken und einer Schulklasse aus Mainz zusammen eingeweiht.

Falls auch Sie bei einer Bildungsveranstaltung, Projektwoche o.ä. durch den Kochbus mitsamt Team unterstützt werden möchten, melden Sie sich beim Kochbusmanager Michael Becker unter Tel. 06131 16 2696 oder der Kochbusmanagerin Sarah Zorn Tel. 06131 16 5971 oder schreiben Sie eine E-Mail an kochbus@mueef.rlp.de.

Neuer LZU Internetauftritt

Schon unseren neuen Internetauftritt gesehen?

Unter www.umdenken.de informiert die LZU im neuen Design und inhaltlich aktualisiert. Die neue Webseite entspricht den aktuellen Anforderungen an Nutzerfreundlichkeit und ist auch auf Handys oder Tablets gut darstellbar. Entsprechend übersichtlich finden Sie Hinweise auf aktuelle Projekte, Veranstaltungen und Aktionen, Ansprechpartner*innen sowie Hintergrundinformationen zu unseren Themen und Zielen.



Eine starke Bildsprache unterstützt den Auftritt. In der Mediathek können Sie die LZU-Publikationen gleich online bestellen. Neu ist auch die Möglichkeit für Social Media Aktivitäten der Seitenbesucher*innen. Eine Leiste mit den gängigen Social-Media-Links zieht sich durch die Webseite. Wer mag, kann die Inhalte in den sozialen Netzwerken weitergeben oder gezielt an Interessierte senden.

www.umdenken.de
 Viel Spaß beim Surfen
 wünscht das LZU-Team.



KlimaWandelWeg – Eine Lernwerkstatt für Rheinland-Pfalz

Der KlimaWandelWeg befasst sich mit Folgen des Klimawandels (insbesondere für Rheinland-Pfalz) und der Frage, was wir dagegen tun können. Die mobile Lernwerkstatt will für mögliche und unvermeidbare Folgen des Klimawandels sensibilisieren. Unter dem Aspekt „Verantwortung für die Zukunft“ soll das Lernen, Denken und Handeln reflektiert werden. Im Team sollen ausgewählte Themen gemeinsam bearbeitet und mit einem kreativen Medienbeitrag abgerundet werden. Damit folgt der KlimaWandelWeg dem konzeptionellen Ansatz einer Bildung für nachhaltige Entwicklung. Mit zahlreichen Anknüpfungspunkten an die rheinland-pfälzischen Lehr- und Rahmenpläne ermöglicht die Lernwerkstatt fächerverbindendes Lernen zum Beispiel in den Fächern Naturwissenschaften und Erdkunde, aber auch für die Fächer Deutsch, Bildende Kunst, Gesellschaftswissenschaften und Ethik bietet der KlimaWandelWeg eine abwechslungsreiche Unterstützung der Lehrplaninhalte. Durch den Erwerb von Kenntnissen zum Klimawandel, dessen Ursachen und Folgen erhalten Schülerinnen und Schüler Sachkompetenz. Die Auswertung, interdisziplinäre Einordnung und Bewertung von Informationen sowie die Präsentation der eigenen Ergebnisse vermittelt Methodenkompetenz. Teamarbeit und Austragen von Meinungsverschiedenheiten führt zu Sozialkompetenz. Selbstreflexion und der Erwerb von Empathie für gefährdete Mitmenschen fördern Selbstkompetenz. Die Lernwerkstatt KlimaWan-



delWeg unterstützt damit in vielfältiger Weise die Herausforderung, die nächste Generation auf zukünftige Entwicklungen vorzubereiten.

Insgesamt neun Stationen bieten Lehrmaterial und Arbeitsaufträge zu Aspekten des Klimawandels:

1. 2 °C-Ziel und Kippeffekte
2. Klimawandel in der Vergangenheit
3. Klimawandel in Rheinland-Pfalz
4. Klimamodelle
5. Witterungsextreme
6. Wald
7. Gesundheit
8. Wirtschaft
9. Klimaschutz

Jedes Team entscheidet sich für eine Station, wobei einzelne Stationen auch ungenutzt bleiben können. Station 9 zum Thema Klimaschutz wird von allen Schülern im Rahmen der Stationenarbeit oder in einer gemeinsamen Unterrichtseinheit behandelt. Angeleitet durch den Arbeitsauftrag, informieren sich die Teams zu ihrem jeweiligen Stationsthema, sammeln Ideen, formulieren eigene Positionen und fotografieren für einen eigenen medialen Beitrag.

Die Lernwerkstatt ist mobil und kann innerhalb von Rheinland-Pfalz von Schulen und außerschulischen Einrichtungen ausgeliehen werden. Konzipiert sind die Inhalte für die Sekundarstufe I und II, entsprechend der Altersstufen 10-15. Die Materialien der Stationen sind kompakt in Kisten verpackt, so dass sie mit einem größeren PKW (Kombi) transportiert werden können. Weitere Informationen erhalten Sie beim Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen.

Kontaktinformationen

Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen bei der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft
Hauptstraße 16
67705 Trippstadt

Tel.: +49 (0)6306-911 178,
astrid.kleber@klimawandel-rlp.de
www.klimawandel-rlp.de
www.kwis-rlp.de



Aktion-Bien-Landestagung mit modernem, in die Zukunft weisenden Bildungskonzept

Ziel der diesjährigen Aktion-Bien-Jahrestagung am 29. Mai 2018 im Johannes Gymnasium in Lahnstein, der 6. seit Gründung des Projektes 2013 durch die Landeszentrale für Umweltbildung, war, die faszinierenden Insekten in unterschiedlichen Kontexten in möglichst viele Unterrichtsfächer aller Altersstufen zu integrieren. Damit sollte ein Ruck durch die ca. 150 Aktion-Bien-Bildungsstätten in Rheinland-Pfalz gehen und deren Profil erweitern.



Julia Preyggemann interpretiert den „Hummelflug“

Eröffnet wurde die Tagung mit Vorträgen von Schülerinnen der Klassestufe 10 vom Johannesgymnasium in Lahnstein. Maj Art trug das Gedicht „Selbstportrait mit Bienenschwarm“ des Georg-Büchner-Preisträgers (2017) Jan Wagner vor und Julia Preyggemann interpretierte den „Hummelflug“ von Nikolai Rimski-Korsakov am Flügel. Weiter zeigte dann Hansjörg Groenert bei der Vorstellung der Referenten und Aussteller, wie nicht nur Imker-AG und Garten-AG über das ganze Schuljahr hinweg forschend und planend Bienenhaltung und Anbau bunter Trachtpflanzen optimieren können. Er propagierte darüber hinaus einen zeitgemäßen Bildungsansatz, der die Bedeutung der Honigbienen in der aktuellen Literatur, Kunst und insbesondere der Forschung in die Unterrichtsfächer integriert und durch Nutzung digitaler Techniken auch zukunftsweisend für die Berufsfindung der Schüler sein kann. Dazu wurden Professor Dr. Tim Landgraf und Franziska Bönisch von der Freien Universität Berlin eingeladen. Sie erforschen die kollektive Intelligenz der Honigbienen. Anschaulich demonstrierte Franziska Bönisch an der Robobiene, die

Trachtort und -qualität über den Tanz an ein Bienenvolk weitergibt, oder an der Biene, die einen Copter steuert, wie Roboter als Werkzeuge in der Biologie benutzt werden, um biologische Systeme besser zu verstehen. Jedes Prinzip, das wir in natürlichen Systemen entdecken, kann in technischen Systemen Anwendung finden, z.B. in autonomen Autos. Passend dazu zeigte Hansjörg Groenert am Nachmittag in Workshops mit seinen SchülerInnen, wie in der Grundschule mit LEGO-WeDo2.0 und in den Sekundarstufen mit LEGO-Mindstorms nach Analyse der Beobachtungen an den Schulbienen im Unterricht z. B. LEGO-EV3-Roboter gebaut und programmiert werden können, die Bientänze und auch die Blütenstetigkeit der Honigbienen zeigen. Dazu demonstrierten Jens Weyerhäuser und seine GrundschülerInnen der Schillerschule (Lahnstein) wie mit Fischertips, Lego-Bausteinen und anderen Materialien altersgemäß vor der Robotik in die Modellbildung eingeführt wird.

Darüber hinaus zeigte Wojciech Kwasnik von der Universität Koblenz am Nachmittag seine Prototypen zur Varroa-Bekämpfung, einerseits mittels Hyperthermie und andererseits mit über 3-D-Druck erstellten Mittelwänden. Die so erzielten, kleineren Brutzellen bewirken, so der Gedanke und die Hoffnung, dass in Ihnen Bienenlarven schneller reifen, wodurch die Varroa zur Fortpflanzung eventuell wieder in die Drohnenbrut ausweichen müsste. Auch das könnte ein Ansatzpunkt für weitere Forschungen sein. Monika Kallfelz, Museumspädagogin des Pfalz-Museums in Bad Dürkheim, demonstrierte in ihren Workshops Beispiele aus ihrer Experimentierwerkstatt „Honigbiene“, die Lehrer problemlos in den naturwissenschaftlichen Unterricht von der Grundschule bis in die Sekundarstufen übernehmen können. Koblenzer Schüler des Max-von-Laue- und Görres-Gymnasiums stellten ihre „Schüler experimentieren“ und „Jugendforscht“-Arbeiten im Zusammenhang mit Honigbienen vor. Die Enkaustik-Künstlerin, Irmgard Rutz aus Landau bot einen Einführungskurs in die 3000

Jahre alte Technik der Wachsmalerei mit Ideen zur Gestaltung von Kunstkarten an. Heidi Scholl vom Johannes Gymnasium erklärte passend dazu, wie man Bienenwachs mit Pigmenten färbt und Wachsmalstifte herstellt. Darüber hinaus demonstrierte das Arbeitsteam vom Aktion-Bien-Kompetenzzentrum in Lahnstein - Pater Ernst Karbach (am 5.7.2018 plötzlich verstorben), Kunibert Mawick und Helmut Scheffler – den Bau von Begattungskästen, Bienenbeuten und Bienenwachsgewinnung. Kay Wallura von der Goethe Realschule + in Koblenz stellte mit seinen Schülern einen Beutentyp vor, der Naturbeuten ähnlich ist und besonders für Entwicklungsprojekte in Afrika entwickelt wurde. Wie Bienenhaltung und Gartengestaltung aufeinander abgestimmt sein sollten, zeigte Dr. Andrea Eberle im Gartenbereich des Gymnasiums.



Robobiene von SchülerInnen der Bienen-AG des Johannes Gymnasiums Lahnstein mit LEGO-Mindstorms (EV3) gebaut und programmiert.

Insgesamt erhielten 75 Lehrerinnen und Lehrer, 3 Schulleiter und einige Schülerinnen und Schüler einen Einblick in die aktuelle Bienenforschung und Anregungen für die Integration von Bienthemen in unterschiedliche Unterrichtsfächer oder fanden Ideen für die Gestaltung von Aktionstagen oder Projektwochen.

Hansjörg Groenert

Über den QR-Code kann der Bericht von unserer Jahrestagung 2018 aus der Mediathek von TV Mittelrhein empfangen werden.



Zweiter Zeidlereikurs in Rheinland-Pfalz



Klotzbeute fast ausgehöhlt...



... und vor der Aufhängung im Baum

Zeidlerei ist eine sehr alte Kulturtechnik zwischen Honigjägerei und Imkerei. Sie ist eine ausgesprochen naturnahe Form der Bienenhaltung, denn sie arbeitet ausschließlich mit Schwärmen, Naturwaben-Stabilbau, oft in so genannten Klotzbeuten, traditionell in Höhlungen lebender Bäume. Die Bienen wurden ursprünglich überwiegend nicht am Boden sondern in mehreren Metern Höhe in Bäumen gehalten. In Mittel- und Osteuropa handelte es sich dabei um die Dunkle oder „Waldbiene“.

In Zusammenarbeit mit dem Imkerverband Rheinland-Pfalz, dem Naturpark Saar-Hunsrück, dem Pädagogischen Landesinstitut Rheinland-Pfalz (PL) sowie dem Nationalpark Hunsrück-Hochwald und nicht zuletzt der Imkerei „Sabienen“ aus Paderborn führte die Landeszentrale für Umweltaufklärung Rheinland-Pfalz (LZU) vom 28. bis 30. September ihren zweiten Zeidlereikurs durch. Und zwar im Nationalpark Hunsrück-Hochwald am „Bunker Erwin“ zwischen Börfink und Hüttgeswasen, an der K49.

Worum geht es dabei?

Ziele des Projektes „Zeidlerei in Rheinland-Pfalz“ sind,

- die Zeidlerei wieder einzuführen,
- die Kulturtechnik der Zeidlerei wieder zu erlernen und fortzuentwickeln,
- begleitende Forschung zu ermöglichen,
- die ursprünglich in unserem Raum heimische, schwarze Honigbiene (*Apis mellifera mellifera*) wieder anzusiedeln und
- den Honigbienen allgemein wieder ein eigenständiges, (durch den Menschen begleitetes) Überleben in unserer Landschaft zu ermöglichen und
- damit einen Beitrag zur Biodiversität zu leisten.
- Bildung für eine nachhaltige Entwicklung (BNE) praktisch und anschaulich umzusetzen,
- die Öffentlichkeit und Gäste unserer Region für die Bienen zu gewinnen,
- die Imkerei auf das zweite Standbein „Zeidlerei“ zu stellen und damit
- Bestrebungen vieler Bienenfreundinnen und Bienenfreunde zu unterstützen, denen es vor allem um die Bienen selbst geht, bzw. die Bienen wieder im Wald heimisch und frei sehen wollen.

Der Zeidlereikurs besteht aus zwei Komponenten:

Während der auf 24 Teilnehmerinnen und Teilnehmer begrenzte Workshop zur Herstellung von Klotzbeuten zum Zeitpunkt des Erscheinens dieser Zeitschrift bereits ausgebucht sein dürfte, besteht die Möglichkeit, auch kurzfristig noch an hoch interessanten Info-Abenden am Freitag, 28. September und Samstag, 29. September teilzunehmen. Parallel wird auch eine Zeidlereiausstellung aus Polen gezeigt.

Die Veranstaltung ist ein Projekt der „Aktion Grün“ des Ministeriums für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz.

Alle Infos bei der Landeszentrale für Umweltaufklärung (LZU)

unter www.umdenken.de
oder direkt bei
Dr. Ralph Plugge
Tel.: 06131 162527,
Ralph.Plugge@mueef.rlp.de

Ist kleiner feiner?

KinderGartenpaten - Gärtnererfahrung an Kinder weitergeben

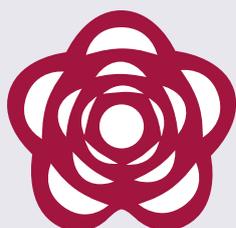
Marienstatter Zukunftsgespräche

100 Menschen diskutierten Regionalentwicklung im Westerwald

Unter dem Motto „Small is beautiful“ fanden am 24. November 2018 die 15. Marienstatter Zukunftsgespräche statt. Die Marienstatter Zukunftsgespräche sind eine Veranstaltungsreihe der LZU zur nachhaltigen Regionalentwicklung des Westerwalds.



In diesem Jahr informierten sich etwa 100 Personen über die Potentiale kleiner Unternehmen für die nachhaltige Regionalentwicklung und diskutierten Perspektiven für den Westerwald. Das Publikum bestand aus vielen Akteuren aus der Region und Menschen aller Bereiche des öffentlichen und privaten Lebens.



MARIENSTATTER
ZUKUNFTS
GESPRÄCHE



Umweltministerin Ulrike Höfken bei ihrem Besuch des KinderGartenpaten-Projektes in der Evangelischen Kindertagesstätte Arche Noah in Mainz – Quelle: LZU

Säen, pflanzen und gießen, Regenwürmer beobachten und erfahren, was Gemüse und Obst vom Samen bis zur Fruchtreife benötigt: Dies wird Kindern beim Projekt „KinderGartenpaten“ ermöglicht, das der NABU Rheinland-Pfalz im Auftrag der Landeszentrale für Umweltaufklärung seit sieben Jahren durchführt. Die Einrichtungen suchen sich jeweils eine Patin oder einen Paten, die bei der Betreuung und Bewirtschaftung eines von der LZU finanzierten Hochbeetes unterstützen.



350 KinderGartenpaten geben inzwischen ihre Gärtnerinnen und Gärtner-Erfahrung an 300 Kitas weiter. Sie zeigen den Kindern, wie sie selbst Lebensmittel erzeugen, die frisch sind und lecker schmecken. Die KinderGartenpaten leisten damit einen wichtigen Beitrag zur Umwelt- und Ernährungsbildung. Sie pflanzen mit den Kindern nicht nur gesunde, regionale

und saisonale, ökologisch erzeugte Lebensmittel an und vermitteln viel Wissen über Erzeugung und Ernährung. Sie ermöglichen den Kindern auch lebendige Erlebnisse, Erfahrungen und Beobachtungen. Insbesondere Seniorinnen und Senioren teilen mit den Kindern ihre Erfahrungen beim Anbau von Gemüse und Kräutern. Ministerin Höfken besucht in diesem Sommer eines der Projekte in Mainz und erklärte: „In diesem Projekt wird viel Wissen von einer Generation an eine andere gegeben – das ist ein wertvoller Schatz an Erfahrung und legt bei den Kindern den Grundstein für ein Bewusstsein für den Wert gesunder Ernährung, Artenvielfalt und Naturschutz.“

Die ehrenamtlich tätigen Patinnen und Paten werden vom NABU im Auftrag der LZU auch pädagogisch betreut. Ein Ergebnis ist die Ergänzungslieferung „Gärtnern, Nahrung, Kochen“ für den Blauen Ordner „Leben-gestalten-lernen“.

Kontakt:

NABU-Naturschutzzentrum Rheinauen
An den Rheinwiesen 5
55411 Bingen
kontakt@NABU-Rheinauen.de
www.NABU-Rheinauen.de

Umwelt- und Ernährungsbildung: Mehr Raum für Brennessel und Löwenzahn

Unser neuestes Projekt zeigt, dass biologische Vielfalt und Ernährung ganz unmittelbar zusammenhängen. Gemeinsam mit dem Landfrauenverband Pfalz haben wir in diesem Sommer ein Weiterbildungsangebot zu Wildkräutern konzipiert und an 200 Orten der Pfalz durchgeführt. Das Umweltministerium unterstützt das Projekt im Rahmen der Aktion Grün, dem Landesprogramm für die biologische Vielfalt in Rheinland-Pfalz. Mit dem Projekt wollen wir Wildkräuter zurück in unsere Gärten und Küchen holen und gleichzeitig erreichen, dass es auch im öffentlichen Raum wieder mehr Flächen gibt, wo sich Wildkräuter vermehren dürfen.

Warum ist das wichtig?

Wildkräuter bilden die Lebensgrundlage für Bienen und Insekten. So ist zum Beispiel die Brennessel Wirtspflanze für 25 Schmetterlingsarten und Löwenzahn wichtige Nahrungsquelle für Bienen.

Mehr Raum für diese Wildkräuter ist also ein wirksamer Beitrag zum Schutz der Artenvielfalt. Verschwinden sie, dann verschwindet nicht nur der Lebensraum für die Insekten, sondern zugleich auch die Grundlage unseres eigenen Lebens und Wirtschaftens. So sind rund 80 Prozent der blühenden Kulturpflanzen auf die Bestäubung durch Insekten angewiesen.

Gleichzeitig verlieren wir mit den Wildkräutern auch Wissen über ihren Nutzen

für unsere Ernährung und Gesundheit. Ein Garten mit Wildkräutern wie etwa Löwenzahn, Brennessel und Gänseblümchen lockt Schmetterlinge, Bienen und Vögel an, liefert Zutaten für Küche und Gesundheit und sieht schön bunt aus.

Mit dem Weiterbildungsangebot wollen die LZU und die LandFrauen die Akzeptanz von Wildkräutern erhöhen und dazu motivieren, zum Schutz des empfindlichen Ökosystems im privaten und im öffentlichen Umfeld beizutragen.

200 Wildkräuter-Kurse in der Pfalz

Von April bis September waren die LandFrauen dazu unterwegs in der Pfalz. In den Kursabenden erfuhren Teilnehmer*innen vom Nutzen der Wildkräuter, probierten Rezepte aus und lernen Wildkräuter“ecken“ anzulegen. Und dieses Kursangebot traf auf großes Interesse. Über 4000 Interessierte nahmen an der Weiterbildung teil.

Sie konnten sich beim Probieren der Wildkräutergerichte rund um drei Beispieldpflanzen, Brennessel, Löwenzahn und Gänseblümchen davon überzeugen, dass sie nicht nur für die Insekten, sondern auch für den Menschen förderlich und wohlschmeckend sind. Löwenzahn, Brennessel, Gänseblümchen stehen stellvertretend für eine große Auswahl an essbaren Wildkräutern – von Scharfgarbe über Zaunwicke bis Wegwarte.

Das Bildungsangebot sprach aber nicht nur die Menschen im ländlichen Raum an. Im Rahmen des Projekts fand im Herbst ein Kongress statt, der sich an die Kommunen, an Bürgermeisterinnen und Bürgermeister der Region wendete. Die politischen Entscheidungsträger sollen ebenfalls motiviert werden, den Wildkräutern in ihrem Zuständigkeitsbereich Raum zu geben, zum Beispiel durch Wildkräuterpflanzungen in öffentlichen Grünanlagen. Und über 70 Kommunalvertreter/innen kamen und informierten sich. Das Wildkräuterprojekt ist also sehr erfolgreiches Modell gestartet und soll nun im gesamten Land Schule machen. Weitere Regionen in Rheinland-Pfalz haben bereits Interesse gezeigt.

Weitere Infos bei der Landeszentrale für Umweltaufklärung (LZU) unter www.umdenken.de oder bei Stefanie Lotz, Tel.: 06131 16 59 62, stefanie.lotz@mueef.rlp.de

Wildkräuter-Rezept:

Gänseblümchen Quarkspeise
(4 Personen)

Zutaten:

250g Magerquark, 250 g Mascarpone, fettarme Milch, 2 EL Honig, ½ Bio Zitrone, 2 Tassen halb aufgeblühte Gänseblümchenblüten, Kuvertüre

Zubereitung:

Magerquark mit Mascarpone Milch glattrühren, mit Honig süßen. Von der Zitrone die Schale abreiben und zusammen mit Gänseblümchenblüten unter die Quark-Mascarpone Masse unterrühren. Kuvertüre auflösen und die Gänseblümchen einzeln eintauchen. Den Quark in Schälchen füllen und mit den Schokogänseblümchen dekorieren. (siehe Foto anbei)

Mehr Wildkräuterrezepte sowie Infos zum Nutzen der Wildpflanzen als gesunde Zutat in der Küche und als bunter Lebensraum für Vögel und Schmetterlinge in unseren Gärten, finden Sie in: „Wildkräuter. Natur fördern – Vielfalt erhalten“, Hrsg: LandFrauenverband Pfalz und LZU



Umweltministerin Ulrike Höfken (3. v. l.) und Präsidentin des LandFrauenverbandes Pfalz, Ilse Wambsgaß (2. v. r.) starten das Projekt Wildkräuter.

46 neue BNE-Fachkräfte

Ausbildung von Erzieherinnen und Erzieher in Kitas

Rheinland-Pfalz ist das erste Bundesland, das Erzieherinnen und Erzieher in Kindertagesstätten eine Langzeitqualifikation zur Fachkraft „Bildung für eine nachhaltige Entwicklung“ (BNE) anbietet. Umweltministerin Ulrike Höfken zeichnete im November 46 Erzieherinnen und Erzieher aus ganz Rheinland-Pfalz als BNE-Fachkräfte aus,

Mehr als 300 Erzieherinnen und Erzieher haben sich mittlerweile in vier jeweils 1,5-jährigen Fortbildungen zu Fachkräften für BNE im Elementarbereich qualifiziert. Diese Frauen und Männer sind sowohl in ihrer eigenen Einrichtung als auch in benachbarten Kitas im Einsatz, um BNE bekannt zu machen und über die Angebote zu informieren.



Von klein auf Umwelt erleben und begreifen - Motivation für nachhaltiges Denken und Handeln

Klimawandel, Verlust biologischer Vielfalt und knapper werdende Ressourcen: Die Kinder, die heute im Kindergartenalter sind, werden die Folgen des gegenwärtigen Handelns besonders spüren. Und sie werden Konsummuster und Lebensstile der nächsten Jahrzehnte prägen. Deshalb ist es besonders wichtig, dass sie von klein auf gelernt haben, die Folgen ihres Handelns für die Zukunft einzuschätzen.

BNE vermittelt Kindern die Fähigkeit, die Welt mit allen Sinnen zu erleben und damit Motivation für nachhaltiges Denken und Handeln. Aus dem Erleben mit und in der Natur, im Kontakt mit Boden, Wasser und Luft, mit den Tieren und Pflanzen entstehen bei Kindern jene Kompetenzen, die Voraussetzung sind, damit Nachhaltigkeit im täglichen Leben stattfindet. Vom Handeln zum Wissen ist also die Methode. Der Schritt zur Reflexion des eigenen Lebensstils und Konsumverhaltens kommt dann oft ganz von alleine

BNE-ist Teil der Bildungsstrategie des Landes

Die BNE-Fachkräfte leisten so einen wichtigen Beitrag zur Umweltbildung. Die Qualifizierung zur „Bildung für nachhaltige Entwicklung im Elementarbereich“ ist daher Bestandteil der Nachhaltigkeits- und Bildungsstrategie des Landes.

Ministerin Höfken dankte den Erzieherinnen und Erzieher, die auch über ihre eigene Kita hinaus wirken. Den Teilnehmerinnen und Teilnehmern an der Ausbildung gab Höfken mit auf dem Weg: „Wir brauchen Menschen wie sie, die bereit sind, durch aktives und kreatives Mitgestalten die Fragen der Zukunft anzugehen“.

Seit 2006 stattet die Landeszentrale für Umweltaufklärung Rheinland-Pfalz die rund 2500 Kindertagesstätten im Land zur praktischen Umsetzung einer Bildung für nachhaltige Entwicklung mit Fachmaterialien aus. Dazu gehören neben dem Sammelordner „Leben-gestalten-Lernen“ auch mehrere Kinderlieder CDs und ein Kindermusical sowie Fortbildungsveranstaltungen.

Spaziergang im Selztal

Die renommierte Reise- und Naturfotografin Gabi Reichert hat einen kleinen, feinen Bildband von ihrer Heimat geschaffen.

Bekannt als Spezialistin für Meeres- und Küstenfotografie veröffentlicht sie ihre eindrucksvollen Landschaften in den großen Kalenderverlagen und Magazinen.

Im vorliegenden Bildband widmet sie sich der Schönheit ihrer unmittelbaren Heimat, dem Selztal inmitten des rheinhessischen Hügellandes. Sie beschränkt sich in diesem Projekt auf die Umgebung, die sie von ihrem Wohnort Bubenheim aus zu Fuß erreichen kann.

Das Resultat aus mehreren hundert Kilometern Wegstrecke zu Fuß und per Fahrrad und einer sorgfältigen Auswahl aus Tausenden von Bildern ist ein abwechslungsreicher Bilderbogen, der sich über alle Jahreszeiten erstreckt. Übersichten und Details in unterschiedlichsten Lichtstimmungen zeigen die vielfältigen Facetten dieser vom Weinbau geprägten Landschaft.

Gabi Reichert: „Am Ende jeder Reise warten zehntausende Fotos darauf, gesichtet und entwickelt zu werden. Viel zu viele Stunden Computerarbeit halten mich vom Laufen ab. Mein Körper rebelliert irgendwann, die Beine fordern Bewegung.“

Dann schnappe ich unseren Dackel, laufe los und drehe ausgedehnte Runden um unseren Heimatort Bubenheim. Es erfrischt und belebt mich, jeden Tag ein paar Stunden draußen in der Natur zu sein und dabei die Schönheit und Ästhetik der Landschaft mit der Kamera einzufangen.

Schließlich nahm ich mir vor, über meine Heimat einen kleinen Bildband zu machen. Dafür habe ich Wege erkundet, die ich in den letzten 30 Jahren, die ich schon in Bubenheim wohne, noch nie gelaufen bin. Ich habe Anhöhen gefunden, die mir völlig neue Ausblicke aufgetan haben. Allein im Oktober 2017 habe ich über 200 Kilometer zu Fuß zurückgelegt – und etliche Kilometer zusätzlich mit dem Fahrrad.“



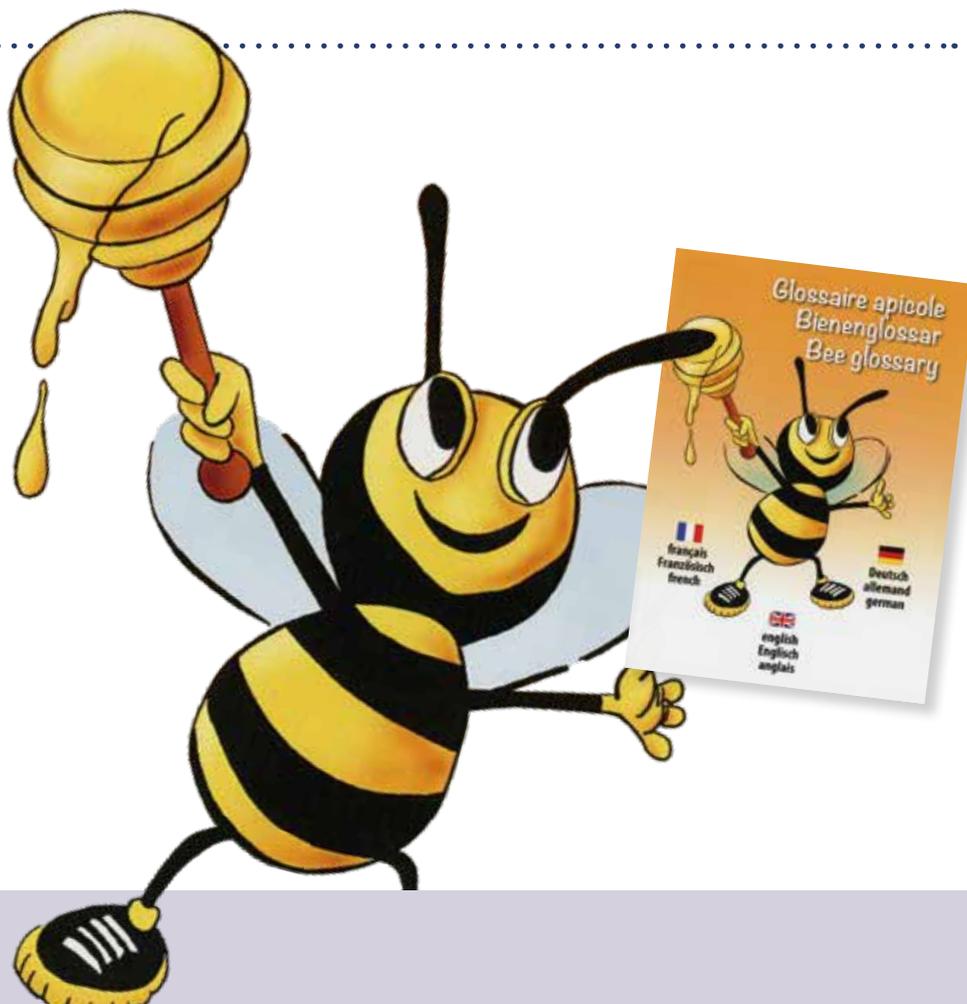
Gabi Reichert
Spaziergang im Selztal

148 Seiten
15,5 x 21,5 cm, Hardcover
Erscheinungsdatum Dezember 2017
im Selbstverlag
Preis: 25.- Euro

Bienenglossar

Die Studenten der Fachhochschule für Landwirtschaft, Klasse BTS Schwerpunkt Tierzucht (Lycée Agricole Nancy-Pixécourt, Lorraine in der Region Grand Est, Frankreich) haben im Rahmen des Deutschunterrichts mit ihrer Lehrerin Catherine Boulot und in Kooperation mit QuerWeltein- Gesellschaft für regionale Kultur- und Umweltbildung, Trier sowie der LZU ein dreisprachiges Glossar zur Bienenkunde in englischer, französischer und deutscher Sprache hergestellt. Einzelne Exemplare können auf Anfrage bei der LZU bestellt werden.

Landeszentrale für Umweltaufklärung
Dr. Ralph Plugge
06131 162527,
Ralph.Plugge@mueef.rlp.de.



Wertvolle Blütenbestäuber stark bedroht: Wildbienen im Fokus

Seitdem die Medien über das weltweite „Bienensterben“ und dessen fatale Folgen berichten, ist das öffentliche Interesse an dieser Insektengruppe stark gestiegen. Oftmals wird dabei „Biene“ mit der prominenten „Honigbiene“ gleichgesetzt. Doch das vermittelt ein falsches Bild: Während unsere Westliche Honigbiene zahlreicher als je zuvor ist, sind Wildbienen von einem besorgniserregenden Rückgang betroffen. Sie stehen nun im Fokus des umfassenden Werkes „Die Wildbienen Deutschlands“ (Verlag Eugen Ulmer) von Paul Westrich, dem führenden Experten für Wildbienen in Deutschland. Er zeigt auf, welche Ansprüche Wildbienen an ihre Lebensräume stellen, welche Strukturen sie benötigen und welche Vielfalt an Pollenquellen notwendig ist, wenn man die Arten, die bis jetzt überlebt haben, erhalten und ihren weiteren Rückgang aufhalten will. Über 560 Steckbriefe enthalten zudem alles Wissenswerte zu Verbreitung und Biologie sämtlicher heimischer Arten. 1700 Farbfotos, darunter 460 Lebendfotos mit Merkmalen zur Feldbestimmung, machen dieses umfassende Werk so einzigartig. Viele Arten, Nestbauten und Verhaltensweisen der Wildbienen sind so zum ersten Mal im Bild zu sehen.

Dr. Paul Westrich studierte Biologie und promovierte in Tübingen. Mit seinem ersten Buch „Die Wildbienen Baden-Württembergs“ machte er die Wildbienen einem breiten Publikum bekannt. Seitdem erforscht er diese Tiergruppe und gibt sein Wissen in zahlreichen Publikationen und Vorträgen weiter. Für seine grundlegenden Arbeiten über Wildbienen wurde er mit der Meigen-Medaille der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie ausgezeichnet.

Der Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, feiert 2018 sein 150-jähriges Bestehen. Schwerpunkte liegen auf dem Themenbereich angewandte Naturwissenschaften: insbesondere Garten und Pflanzen, Garten- und Landschaftsbau, Landwirtschaft, Nutz- und Heimtiere, Veterinärmedizin, Ökologie und Naturschutz sowie Forstwirtschaft. Das Programm umfasst neben 25 Fachzeitschriften rund 1600 Buchtitel sowie ein breites Angebot digitaler Medien und Dienstleistungen. Michael Kopatz



Paul Westrich
Die Wildbienen Deutschlands

824 S. | 1700 Farbfotos | gebunden
Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer, 2018
ISBN 978-3-8186-0123-2
Preis: 99,00 Euro

Das **umweltjournal** kann man kostenlos abonnieren.

Wissen das auch Ihre Freunde? Sagen Sie's ruhig weiter!

Falls die Bestellpostkarte schon ausgeschnitten ist: Wir nehmen Bestellungen auch per Fax (164629) entgegen.

Absender:

___ Ich möchte das umweltjournal kostenlos abonnieren.

Bitte ausreichend frankieren

Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten

- Redaktion umweltjournal -

**Postfach 3160
55021 Mainz**

sende **Klimawandel** **Nachwachsende**
Klimagipfel **Erneuerbare-Energien** **Wasser**
stoff **Energie** **Wass**
limaabkommen **Energie** **Klimapolit**
Biomassepotenzial **Energie** **Energie**
zeugung Ausbauziel **Energie** **Klimapolit**
ärmewende **Energie** **Klimapolit**
tät Intelligente **Flexibilität** **Ziel** **Biomasse**
rgiebilanz **Speicher** **Energieeffizienz** **Dez**
masse **Effizienz** **Energieeffizienz** **Energ**
lemente **Klimaschutz** **Klimaschutz** **Metha**
id Verkehrswende **Klimaschutz** **Energie**

Wasserkraft
Biogas
Wirkungsgrad
Netzentgelt
Redox-Flow
Lastm
Nahwärmenetz
Nullenergiehaus
Rückkopplungseffekte
Strombedarf
Repowering
Mieterstrom
Freiflächenanlagen
Strommarkt
Steuer
Erdkabel
Permafrostboden
Endenergieverbrauch
Konzessio
Energie
Geothermie
Oberleitu
Designnetz
Green
Wertschöpfung
Technologiemix
Backup-Systeme
Klimaschutzmanagement
Derrre
Pedelec
Strom-Tankstelle
Pellets
Kommunale